

# Cosima 2021

**FH Aachen**

Präsentationsmappe

R  Dar

Oktober 2021

## Inhaltsverzeichnis

1	Das ist RADar	3
2	Grundidee	4
3	Fahrradsicherheit im Laufe der Zeit	5
4	Analysen	5
4.1	Markt	5
4.2	Kunden	5
4.3	Branche	6
4.4	Konkurrenz	7
5	Unser Prototyp	8
5.1	Sensorik	8
5.2	Kamera	10
5.3	User-Interface	10
5.4	Kommunikation	11
6	Finanzplanung	12
7	Ausblick	13
8	Unser Team	14

# 1 Das ist RADar

Jeder Fahrradfahrer in einer größeren Stadt ohne ausgebaute Fahrradwege kennt die Gefahr von ausparkenden Autos, ausscherenden Bussen, spontan auftauchende Fußgänger oder andere Gefahren die eine lebhaftere Stadt mit sich bringt.

Die zentrale Idee von RADar ist ein aufrüstbares System für das Fahrrad, welches in der Lage ist, die ankommenden Gefahren von hinten für den Radfahrer frühzeitig zu erkennen und ihn zu warnen. Hierbei ist uns vor Allem die Unfallprävention wichtig. Unser System soll im besten Fall dafür sorgen, dass es gar nicht erst zu Schäden an Mensch und Material kommt.

Ein weiterer Aspekt von RADar tritt in Kraft, wenn es trotz aller Vorsicht doch zu einem Unfall kommt. Hierbei wird die Situation vor und nach dem Sturz mit einer Kamera aufgenommen und mittels einer App für den Nutzer bereitgestellt. Diese Informationen können für die Unfallrekonstruktion von hoher Relevanz sein.

Die hauptsächliche Motivation ein solches System zu entwickeln besteht darin, dass im Zuge der Verkehrswende immer mehr Menschen auf den Sattel steigen. Der Fahrradbestand in Deutschland ist höher als je zuvor und ein Großteil der neuen Fahrer ist mit E-Bikes unterwegs.<sup>1</sup>

Außerdem kann verallgemeinert festgehalten werden, dass Unfälle mit Elektrofahrrädern gegenüber denen mit konventionellen, unmotorisierten Fahrrädern zugenommen haben.<sup>2</sup> Grund dafür wird vor allem in der Zielgruppe von E-Bikes gesehen. Hierbei treffen Menschen im fortgeschrittenen Alter, die zum Teil an nachlassender körperlicher Mobilität leiden und außerdem ein geringeres Reaktionsvermögen aufweisen, auf schwere Fahrräder, die ihnen eine hohe Geschwindigkeit ermöglichen. Diese Kombination sehen wir als sehr kritisch an und wollen mit RADar für mehr Sicherheit im Straßenverkehr, insbesondere für den Fahrradfahrer sorgen.

---

<sup>1</sup> Radverkehrsoffensive des Bundesverkehrsministeriums

<sup>2</sup> Verkehrsunfall Statistik 2020 Polizeipräsidium Aachen

## 2 Grundidee

RADar verschafft dem Fahrer eine grobe Übersicht der Verkehrslage, die sich hinter dem ihm abspielt. Die wichtigsten Abstände werden dem Fahrer über eine Anzeige mitgeteilt, damit er in einer Gefahrensituation wertvolle Sekunden Reaktionszeit sparen kann. Im Falle eines Unfalles, nimmt die dazugehörige Kamera den Unfallhergang auf. Das System besteht aus zwei Einheiten.

Die hintere Einheit erfasst Objekte, die sich innerhalb einer deklarierten "Gefahrenzone" aufhalten und stellen dem Nutzer diese Informationen zur Auswertung bereit.

Diese Gefahrenzone wird durch drei Sensoren abgedeckt, die in Kapitel 3.1 Sensorik näher beschrieben werden.



Abbildung 1 Beide Module am Fahrrad



Abbildung 2 Vordere Einheit am Lenker

Dabei werden die erfassten Objekte (Autos/Personen/andere Fahrräder) auf der Anzeige dargestellt.

Anhand dieser Informationen ist der Nutzer zu jeder Zeit in der Lage, eine sekundenschnelle Entscheidung zu treffen.

Sollte es Trotzdem zu einem Sturz kommen, werden die letzten 20 Sekunden vor und 10 Sekunden nach dem Sturz aufgenommen und über eine App für den Nutzer bereitgestellt. Damit ist es möglich den Unfallhergang zu rekonstruieren und zu analysieren, um solche Unfälle in Zukunft vermeiden zu können.

### 3 Fahrradsicherheit im Laufe der Zeit

Ein Schritt zurück in die Vergangenheit zeigt eine interessante Entwicklung der Fahrräder bis zum heutigen Tag.

Die folgende Werbung für eine Wundheilsalbe aus dem Jahr 1897 auf denen Fahrräder zu sehen sind zeigt, dass sich Fahrräder von einem Sicherheitsaspekt kaum weiterentwickelt haben.

Ein modernes E-Bike bietet fast dieselben Sicherheitsmöglichkeiten wie ein Fahrrad von vor über 100 Jahren.

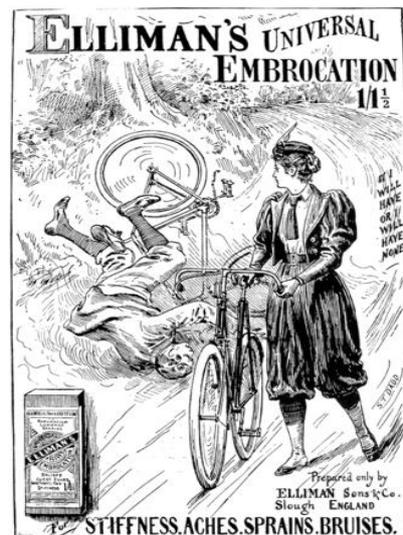


Abbildung 2 Werbung für Wundheilsalbe von Ellimans Universal Embrocation, Wikipedia – History of the Bicycle

### 4 Analysen

#### 4.1 Markt

Unser Produkt ist auf den Markt der Fahrräder bzw. Fahrradfahrer beschränkt. Hierbei teilt es sich in zwei Untergruppen für potentielle Käufer auf.

Zum einen sprechen wir private Radfahrer an, die sich um ihre Sicherheit im Straßenverkehr sorgen und zum anderen Fahrradhersteller, die interessiert sind, unser System in ihren Zweirädern zu integrieren.

#### 4.2 Kunden

Sowohl erfahrene als auch unerfahrene Radfahrer, die sich auf Fahrradunfreundlichen Straßen nicht wohl fühlen, könnten an RADar interessiert sein. Besonders die steigende Anzahl an Eltern, die ihre Kinder mit Kindersitz oder Lastenfahrrad transportieren, würden sich über ein zusätzliches Sicherheitselement freuen, dass die fehlende Knautschzone ersetzen könnte.

Ebenso könnten etablierte Zweiradhersteller an unserem System interessiert sein. Besonders gut geeignet für das RADar sind vor allem Hersteller von Elektrofahrrädern. Wie bereits erläutert, passt die Käufergruppe der E-Bikes bestens zu dem Zweck eines Unfallprävention Systems. Ebenso handelt es sich bei Elektrofahrrädern um Zweiräder, mit bereits bestehenden elektronischen Komponenten. Die Integration des RADars könnte dabei an die vorhandene Energieversorgung angeschlossen werden und zur Visualisierung des Gefahrenpotential könnte das ebenso bereits vorhandene Display genutzt werden.

Optional wäre es auch noch möglich die Sensoreinheit eleganter im Rahmen des Fahrrads zu integrieren. Somit würde der Charakter eines Aufrüstsets, dem eines vollständig eingegliederten Systems weichen.

Vermutlich würde unser Produkt in Ländern mit einem gut ausgebauten Radwegenetz wie Dänemark oder Holland nicht so viel Anklang finden, wie hierzulande. Da aber das Auto lange Zeit in der Politik Vorfahrt gegenüber dem Fahrrad hatte sind die Ausmaße nun sichtbar: ein verarmtes Netz an Fahrradwegen.

Unser Produkt soll den Menschen dienen, die sich davon nicht am Radfahren hindern lassen möchten, sich aber dennoch mehr Sicherheit wünschen.

Verallgemeinert erkennt man einen klaren Trend. Das Fahrrad erlebt einen Aufschwung, wie schon lange nicht mehr. Zuletzt nochmals intensiviert durch die Corona Pandemie. Für den Weg zur Arbeit, als Transportmittel für die eigenen Kinder oder auch für sportliche Stunden in der Freizeit, Fahrradfahren wird immer beliebter.

Laut einer Befragung, gefördert durch das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur nutzen 44% der Menschen in Deutschland regelmäßig ein Fahrrad<sup>3</sup>.

Ebenso belegt der Individualverkehr mit dem PKW weiterhin auf einen hohen Anteil. 66% der Menschen in Deutschland möchten auf die regelmäßige Nutzung ihres eigenen Autos nicht verzichten. Somit wird die Anzahl der Verkehrsteilnehmer, die sich aufgrund mangelnder Radfahrwege die Straße teilen müssen, steigen. Proportional dazu wird das Konfliktpotential zwischen die beiden Parteien, Fahrrad und Auto zunehmen.

### 4.3 Branche

Laut der zuvor erwähnten Befragung steigen die Zahlen der Fahrrad-Nutzung weiter. Dies spiegelt sich herstellerseitig in den zahlreichen neuen Produkten wider, die auf den Markt kommen. Somit kann an dieser Stelle festgehalten werden, dass die potenziellen Interessenten, egal ob gewerblich oder privat zunehmen.

Die Epoche, in der das Fahrrad als rein mechanisches System betrachtet werden konnte ist längst vorbei. Der Siegeszug der Leistungselektronik hat aus dem Fahrrad ein E-Bike gemacht und so das Bild des Zweirads nachhaltig geprägt. Das Pedelec ist derzeit auf Platz 1 der Fahrrad-Typen, den die potenziellen Fahrradkäufer in Deutschland beabsichtigen als nächstes Modell zu kaufen.

Eine unserer zentralen Ideen, besteht darin, vor allem Radfahrer mit eingeschränktem Mobilitäts- und Reaktionsvermögen mit unserem System zu unterstützen. Diese benannte Gruppe ist vor allem mit E-Bikes unterwegs.

Zuletzt hat die Corona Befragung des Fahrrad Monitors 2020 gezeigt, dass auch die Zahlen, der im erwerbstätigen Alter, sowie die in einem Ausbildungsverhältnis sich befindenden Radfahrern zunehmen.

---

<sup>3</sup> Fahrrad-Monitor Deutschland Corona Befragung 2020, SINUS-Institut

## 4.4 Konkurrenz

Die Palette der Fahrradsicherheitsprodukte hat sich in den letzten Jahren vergrößert. Der Markt gliedert sich in zwei Kategorien auf.

Zum einen findet man Produkte, die im Falle eines Unfalls wirksam werden, wie z.B. Airbag-Helme bzw. Airbag-Westen und Dashcams.

Zum anderen sind auch präventiv einsetzbare Geräte wie z.B. Bremslichter oder Blinker käuflich erwerblich.

Ein System, das die Entfernung zu anderen Verkehrsteilnehmern misst und dem Radfahrer im Gefahrenfall warnt, gibt es unseres Wissens derzeit nur mit einem Produkt zu kaufen.

Das Garmin Varia RTL511 ist ein Radarsystem, welches den rückwärtigen Verkehr detektiert und auf einen am Lenker montierten Display visualisiert. Im Falle eines zu schnell näherkommenden Autos, wird ein akustisches Signal für den Radfahrer ausgegeben und ebenso ein optisches Signal für den anbahnenden Autofahrer. Das Gerät von Garmin misst ausschließlich die Distanz auf einer Achse, die genau nach hinten verläuft. Dabei ergibt sich schon die erste Differenz zu unserem entwickelten System.

Das RADAR detektiert zusätzlich zum rückwärtigen Verkehr auch die Fahrzeuge, die zum Überholen ausscheren und sich anschließend links neben dem Radfahrer befinden. Dieser Parameter ist unserer Überzeugung nach eine wichtige Größe, um Unfälle zu verhindern.

Trotz der aufgeführten Differenzen, ist es absehbar, dass der Garmin Varia RTL511 ein konkurrenzfähiges Produkt ist.

## 5 Unser Prototyp

Um die Grundidee zu realisieren mussten verschiedene Fragen beantwortet werden:

- Wie werden die Objekte erkannt?
- Wo sollen die Objekte erkannt werden?
- Wie werden diese Informationen dem Nutzer mitgeteilt?
- Wie werden Unfälle detektiert?
- Wie kommunizieren beide Einheiten miteinander?

Um diese Fragen zu beantworten muss man genauer auf die einzelnen Aufgaben eingehen.

### 5.1 Sensorik

Im Straßenverkehr ist es vorhersehbar, wo andere Verkehrsteilnehmer sein werden, vorausgesetzt sie befolgen der Straßenverkehrsordnung. Aus diesem Grund müssen drei Bereiche beobachtet werden:

**1:** Bereich 1 befindet sich neben/leicht hinter dem Fahrer und deckt somit die gefährlichste Zone ab. Hierbei wird eine maximale Reichweite von 2 Metern eingestellt, damit keine Verkehrsteilnehmer auf der anderen Spur wahrgenommen werden.

**2:** Bereich 2 ist weiter nach hinten gerichtet als Zone 1 und weist eine maximale Reichweite von 4 Metern auf.

**3:** Bereich 3 hat eine maximale Reichweite von 10 Metern und überwacht andere Fahrradfahrer und Autos in der Ferne, dafür ist die Zone sehr leicht angewinkelt.

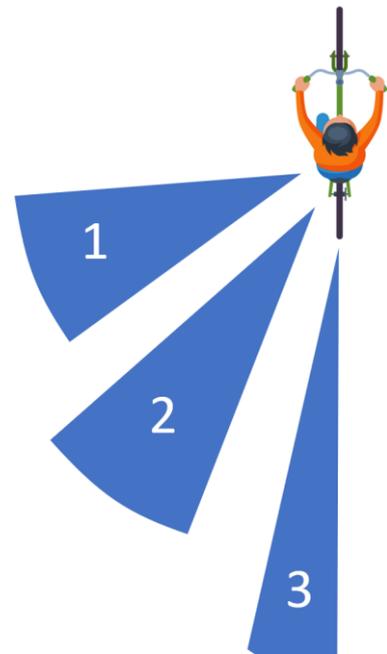


Abbildung 3 Die Sensor Bereiche

Um diese drei Bereiche abzudecken wurden drei Sensoren gewählt:

Für Bereiche 1 und 2 werden zwei Ultraschall Abstandssensoren verwendet. Diese haben eine maximale Reichweite von 4 Metern und weisen selbst bei Wind eine gute Genauigkeit auf.

Für Bereich 3 wird ein TFmini-S LiDAR Sensor der Firma Benewake verwendet. Dieser hat eine maximale Reichweite von 12 Metern, hierbei spielen die Lichtverhältnisse allerdings auch eine Rolle.

Die drei Sensoren kommunizieren mit einem ESP8266, der die gemessenen Daten einliest und verarbeitet.

Die Funktionsweise der hinteren Einheit kann mittels des folgenden Blockdiagramms veranschaulicht werden:

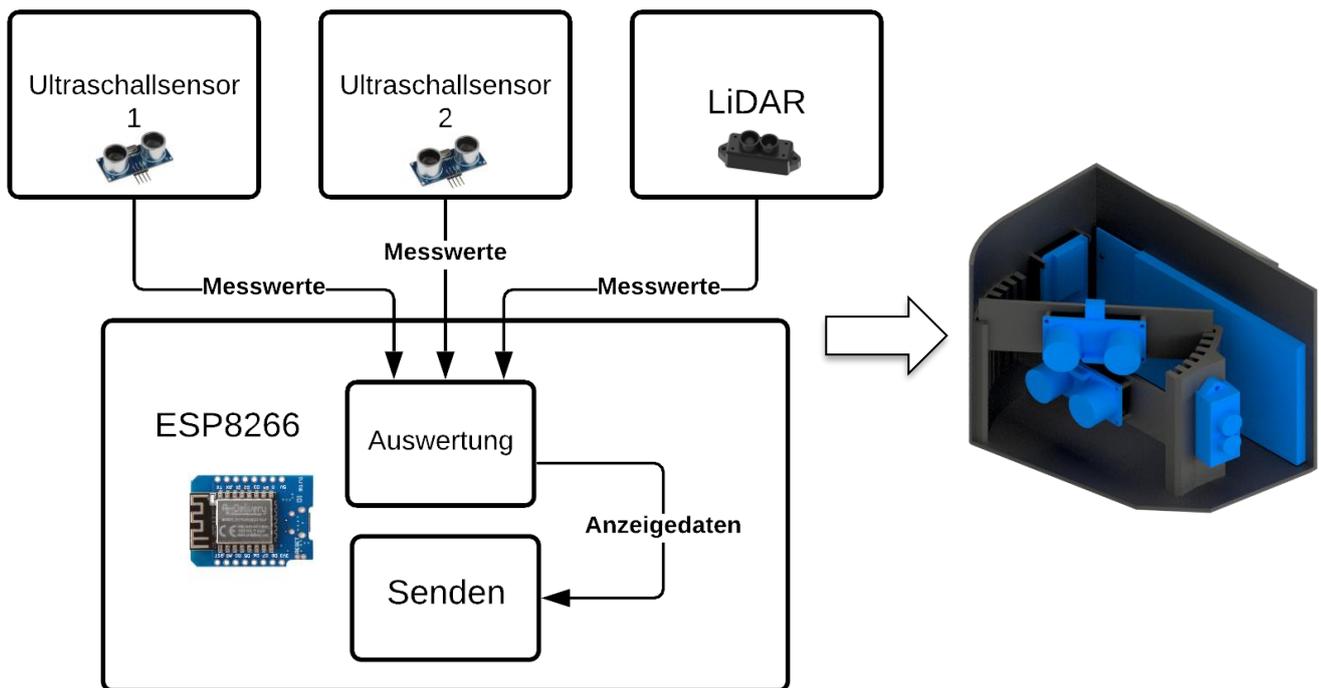


Abbildung 4 Funktionsweise der hinteren Einheit

Hierbei senden zu jeder Zeit alle drei Sensoren ihre Messungen an den Mikrocontroller. Dieser entscheidet anhand der Daten welche Informationen an den Nutzer weitergeleitet werden. Es findet also eine Priorisierung statt.

Dabei hat Ultraschallsensor 1 die oberste Priorität, weil dieser für Zone 1 zuständig ist. Danach kommt Ultraschallsensor 2 mit Zone 2 und zuletzt kommt der LiDAR Sensor mit Zone 3.

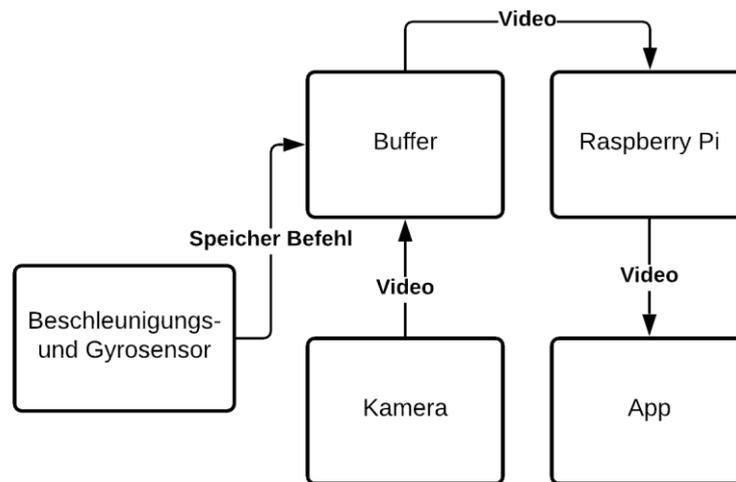
Wenn also zwei Autos hinter dem Fahrradfahrer sind, ein Auto in Zone 1 und ein Auto in Zone 2, wird nur der Abstand zum Auto in Zone 1 angezeigt.

## 5.2 Kamera

Um eine Unfallsituation dokumentieren zu können ist die vordere Einheit mit einer Kamera ausgestattet. Diese nimmt die letzten 20 Sekunden vor und 10 Sekunden nach dem Sturz auf und macht diese für den Nutzer über eine Handy App zugreifbar.

Diese Funktionalität wird erreicht durch die Überwachung der Beschleunigung und Lage des Fahrrads durch ein Beschleunigungs- und Gyrosensor. Bei einem Stoß oder Umkippen des Fahrrads wird das Video dann abgespeichert.

Der Ablauf sieht so aus:



## 5.3 User-Interface

Ein Interface für den Nutzer gibt es in der Form von unserem Anzeigebalken. Dieser besteht aus einer Reihe von 20 LEDs, die von einer Milchglasscheibe verdeckt werden, um einen möglichst glatten Übergang zwischen den einzelnen LEDs zu erreichen.

Beim Detektieren eines Autos wird der Abstand des Autos mit den LEDs sichtbar gemacht:



Abbildung 5 Keine Gefahr



Abbildung 7 Mittlere Gefahr

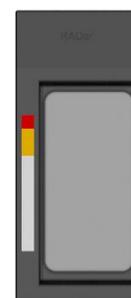


Abbildung 8 Hohe Gefahr

Wie auf den Bildern zu erkennen ist, wurde eine einfache Halterung für ein Handy mit eingebaut. Viele benutzen ihr Handy als Navigationsgerät und somit entfällt eine weitere Halterung im Lenkerbereich.

## 5.4 Kommunikation

Kabelführung an Fahrrädern ist meistens problematisch, aus diesem Grund wurde eine kabellose Kommunikation zwischen den beiden Einheiten gewählt.

Sowohl das Raspberry Pi als auch das ESP sind WLAN kompatibel und kommunizieren automatisch mit einander.

Über diese Verbindung werden die Sensordaten versendet und empfangen. Durch die empfangenen Daten wird auch klar welche LEDs angesprochen werden müssen.

Zusätzlich zur Kommunikation zwischen den beiden Einheiten gibt es die Kommunikation zwischen RADar und App. Diese Kommunikation erfolgt über eine Bluetooth Verbindung zwischen Raspberry Pi und der App.

## 6 Finanzplanung

Um den Absatzpreis grob einschätzen zu können, haben wir im Folgenden eine Zuschlagskalkulation durchgeführt. Da es nur um einen groben Überschlag handelt, wurden ein paar vereinfachende Bedingungen festgelegt.

Wir nehmen an, dass die Entwicklung des RADars komplett abgeschlossen ist und somit direkt mit der Produktion in Kleinserien begonnen wird. Außerdem gehen wir zu Beginn von einem Absatz von 1000 Stück im Monat aus.

	E-Bike Hersteller	Privatkunde
+ Materialeinzelkosten	51 €	54 €
+ Materialgemeinkosten	4 €	4 €
<b>= Materialkosten</b>	<b>55 €</b>	<b>58 €</b>
+ Fertigungseinzelkosten	3 €	4 €
+ Fertigungsgemeinkosten	4 €	4 €
<b>= Fertigungskosten</b>	<b>7 €</b>	<b>8 €</b>
<b>= Herstellkosten</b>	<b>62 €</b>	<b>65 €</b>
+ Verwaltungs und Vertriebskosten	10 €	20 €
+ Verwaltungs und Vertriebsgemeinkosten	6 €	6 €
<b>= Selbstkosten</b>	<b>78 €</b>	<b>91 €</b>
+ Gewinnzuschlag (24%)	19 €	22 €
<b>= Nettoverkaufspreis (ohne MwSt)</b>	<b>96 €</b>	<b>113 €</b>

## 7 Ausblick

Für die Weiterentwicklung des RADars bieten sich auf den Ebenen der Hardware und Software noch zahlreiche Optionen an.

Eine mögliche Veränderung wäre die Substitution des Raspberry Pi durch leistungsschwächere Hardware, mit ausreichender interner Datenverarbeitung für den Verwendungszweck. Somit könnte der Verkaufspreis und der Stromverbrauch noch weiter gesenkt werden. Als Folge dessen würde eine längere Akkulaufzeit einhergehen, die je nachdem auch eine Reduzierung der Akkukapazität und damit auch eine Reduzierung des Bauvolumens möglich macht.

Eine weitere Veränderung auf der Hardwareebene wäre ein neuartiges Konzept für die Übermittlung des Gefahrenfalls. Die Idee besteht darin mit Vibrationsmotoren, die im Lenker verbaut sind, die Informationsübermittlung vom System an den Radfahrer zu bewerkstelligen. Hierbei sei als ähnliches Konzept der tote Winkel Assistent genannt, der dem Autofahrer ebenfalls über Vibrationen im Lenkrad die Information über ein Gefahrenpotential im toten Winkel übermittelt.

Eine umfangreiche softwareseitige Weiterentwicklung besteht darin, die anfallenden Daten der Gefahrensituationen mit der Position des Radfahrers via GPS auszuwerten. Dabei könnte man Hotspots für Unfallorte bzw. Orte, an denen ein hohes Unfallpotential herrscht, lokalisieren.

Diese Orte wären von hoher Relevanz für die Kommunen, die dann die Verkehrsführung an solchen Hotspots anpassen können und gegeben falls die Radwege priorisieren.

## 8 Unser Team



Das Team des RADars: v.l.n.r. Philipp Steffens, Leo Schnuch, Oliver Kuipers, Ben Evans

Wir, das Team hinter dem RADar, bestehen aus 4 Studenten der FH Aachen, die sich seit dem ersten Tag des Studiums kennen.

Unsere persönlichen fachbezogenen Interessen machten sich auch während der Umsetzung bemerkbar. So war von Anfang an klar, wer sich auf die mechanischen Aspekte, die Hardwarezusammenstellung und auf die Softwareentwicklung stürzen wird. Vorteilhaft hierbei war die Tatsache, dass sich einige von uns schon über das Studium hinaus mit embedded Systems auseinandergesetzt haben. So konnten wir von Anfang an mit großen Schritten starten.