



BEUTH HOCHSCHULE FÜR TECHNIK BERLIN  
University of Applied Sciences

# Bachelorarbeit

Medieninformatik

---

---

Ampelphasen-Informationssystem für FahrradfahrerInnen  
auf Grundlage persistenter geo- und zeitbasierter Daten

---

---

Berlin, den 17. Dezember 2014

*Autorin:*

Jacoba BRANDNER

*Matrikelnummer:*

786635

*Betreuerin:*

Frau Prof. Dr. Gudrun GÖRLITZ

*Gutachter:*

Philipp WOLFER

# INHALT

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>5</b>
1.1	Motivation . . . . .	5
1.2	Ziel- und Umsetzung . . . . .	5
1.3	Aufbau der Arbeit . . . . .	6
<b>2</b>	<b>State of the art</b>	<b>7</b>
2.1	Ampelinformationssysteme . . . . .	7
2.1.1	Grüne Welle auf Radwegen . . . . .	7
2.1.2	Projekt Wolfsburger Welle . . . . .	8
2.1.3	Projekt Travolution . . . . .	8
2.1.4	Projekt Kolibri . . . . .	9
2.1.5	Projekt Testfeld Telematik . . . . .	9
2.2	Ampelinformationssysteme als mobile Applikation . . . . .	10
2.2.1	EnLighten . . . . .	10
2.2.2	Signal Guru . . . . .	10
2.2.3	Ampelmeter . . . . .	11
2.3	Fahrraderweiterungen . . . . .	11
2.3.1	Displaylose Fahrradnavigation . . . . .	11
2.3.2	Intelligente Fahrradlenker . . . . .	12
2.3.3	Das Samsung Smart Bike . . . . .	13
2.3.4	Der COBI Fahrradcomputer . . . . .	13
2.4	Analyseergebnis . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>15</b>
3.1	Theorie . . . . .	15
3.2	Technische Grundlagen . . . . .	15
3.2.1	Arduino / Android-App . . . . .	15
3.2.1.1	Mobile Sensing . . . . .	15
3.2.2	Backend mit nodejs / socket.io und MongoDB . . . . .	15
3.2.3	Open-Street-Map . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Die Anforderungsanalyse</b>	<b>16</b>
4.1	Personas . . . . .	16
4.1.1	Einleitung . . . . .	16
4.1.2	Definition . . . . .	16
4.1.3	Grund für Personas . . . . .	16
4.1.4	Prototyp: Personas . . . . .	16

4.2	Funktionalität . . . . .	16
4.3	Die graphische Oberfläche . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Der Entwurf</b>	<b>17</b>
5.1	Klassenstruktur . . . . .	17
5.2	Mockup . . . . .	17
5.3	bla . . . . .	17
5.3.1	Sensoren . . . . .	17
5.3.1.1	GPS . . . . .	17
5.4	Evaluation . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Der Prototyp</b>	<b>18</b>
6.1	Theorie . . . . .	18
6.1.1	Die Berechnung der Entfernung . . . . .	18
6.1.2	Die Berechnung der Ankunft in Abhängigkeit der Geschwindigkeit . . . . .	18
6.1.3	Die Berechnung der Dauer der Ampelphase? . . . . .	18
6.2	Das Design . . . . .	18
6.2.1	screens... . . . .	18
6.2.2	Karte... . . . .	18
6.3	Funktionalitäten . . . . .	18
6.3.1	Sensorik (GPS) . . . . .	18
6.3.2	Open Street Map . . . . .	18
6.4	Architektur . . . . .	18
6.4.1	Technologien . . . . .	18
<b>7</b>	<b>Ergebnis und Ausblick</b>	<b>19</b>
7.1	Ampelhinweissystem . . . . .	19
7.2	Ausblick . . . . .	19
	<b>Akronyme</b>	<b>20</b>
	<b>Glossar</b>	<b>21</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>22</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>22</b>

---

## **Zusammenfassung**

Im Berliner Verkehrswesen ist ein deutlicher Trend zu bemerken. Das Fahrrad wird zum ökologischen und gesundheitlichen, aktiven Lebensstil und wird dem hohen Verkehrsaufkommen der Automobile, insbesondere in der Stadtregion, entgegenwirken. "Fahrradfahren boomt in Berlin stärker als bislang bekannt" (J.Anker, Berliner Morgenpost, am 6.06.2014)

Neue Fahrradwege und Vergrößerung des Fahrradstraßennetzes sind regionale Baumaßnahmen, die dabei aktuell diesen Fahrradtrend unterstützen. Grund der neuen Fahrradeuphorie ist nicht zuletzt die erfolgreiche Etablierung der E-Bikes. E-Bikes erfreuen sich großer Beliebtheit und ermöglichen auch längere Touren ohne große Anstrengung.

## **Abstract**

Im Berliner Verkehrswesen ist ein deutlicher Trend zu bemerken. Das Fahrrad wird zum ökologischen und gesundheitlichen, aktiven Lebensstil und wird dem hohen Verkehrsaufkommen der Automobile, insbesondere in der Stadtregion, entgegenwirken. "Fahrradfahren boomt in Berlin stärker als bislang bekannt" (J.Anker, Berliner Morgenpost, am 6.06.2014)

Neue Fahrradwege und Vergrößerung des Fahrradstraßennetzes sind regionale Baumaßnahmen, die dabei aktuell diesen Fahrradtrend unterstützen.

Grund der neuen Fahrradeuphorie ist nicht zuletzt die erfolgreiche Etablierung der E-Bikes. E-Bikes erfreuen sich großer Beliebtheit und ermöglichen auch längere Touren ohne große Anstrengung.

# 1 EINFÜHRUNG

## 1.1 MOTIVATION

Im Berliner Verkehrswesen ist ein deutlicher Trend zu bemerken. Das Fahrrad wird zum ökologischen und gesundheitlichen, aktiven Lebensstil und wird dem hohen Verkehrsaufkommen der Automobile, insbesondere in der Stadtregion, entgegenwirken. “Fahrradfahren boomt in Berlin stärker als bislang bekannt” [J.A14]

Neue Fahrradwege und Vergrößerung des Fahrradstraßennetzes sind regionale Baumaßnahmen, die dabei aktuell diesen Fahrradtrend unterstützen. Grund der neuen Fahrradeuphorie ist nicht zuletzt die erfolgreiche Etablierung der E-Bikes<sup>1</sup>. E-Bikes erfreuen sich großer Beliebtheit und ermöglichen auch längere Touren ohne große Anstrengung.

Die Digitalisierung der Autoinnenräume mit Navigation und Bordelektronik sowie die Verbindungen zu Smartphones stellen aktuell keine Besonderheit mehr dar. Wird das Fahrrad nun als „vollwertiges“ Mitglied im Straßenverkehr angesehen, kann zusätzliche Elektronik wie Navigation und Blickmechanismen die FahrradfahrerInnen unterstützen.

Der Fahrtfluss des Radfahrers soll nicht unnötig unterbrochen werden. Dafür werden die potentiellen Wartezeiten an der nächsten Ampel vorzeitig errechnet und dem Fahrer mitgeteilt. Resultierend kann der Nutzer die Geschwindigkeit anpassen und die verbleibende Wegstrecke zur Ampel nutzen, um bei Grün ohne anzuhalten die Kreuzung zu überqueren. Für die Datenerhebung werden zugleich die mobilen Systeme der Radfahrer genutzt.

## 1.2 ZIEL- UND UMSETZUNG

Um die Ampeldata zu erfassen, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Eine 100prozentige Deckung erreicht man durch manuelle Ablesung jeder Ampel. Wenn man das mit Ampeln auf gegebener Teststrecke umsetzt, kann zunächst der Prototyp des Ampelhinweissystem entwickelt werden.

Eine zweite Möglichkeit ist es, jedes Fahrrad mit einem Global Positioning System (GPS) Tracker auszustatten und die Ampeldata durch einen Algorithmus zu erfassen. Dieser vergleicht die Standorte an denen die Radfahrer stehen bleiben mit der Position der Ampel, interpretiert die Daten und hat nach einer gewissen Zeit ziemlich genaue Ergebnisse zu welcher Zeit die Fahrradfahrer an einer zu erwartenden “roten“ Ampel warten.

Gewiss von Vorteil und sicher wäre es natürlich auch, die Verkehrsdaten bei der Verkehrsregelungszentrale anzufragen. Realistisch ist allerdings höchstens, die Daten der automatischen Ampeln zu bekommen. Wenn diese jedoch für eine hohe Trefferquote genügen würden.

---

<sup>1</sup> Elektrofahrrad. Ein Fahrrad mit elektrischem Hilfsmotor

Des Weiteren gibt es an viel befahrenen Kreuzungen Kameras, die ebenfalls die Ampeln filmen. Die Aufnahmen analysierend, hat man für diese Kreuzungen ebenso entsprechende Daten.

Zunächst ist eine Datenbank zu erstellen, in der die Positionen und Zustände der Ampeln gespeichert wird. Mithilfe von OpenStreetMap man die Ampeln lokalisieren und gegebenenfalls in die Karte der Navigationssoftware einbinden. Um den Projektrahmen nicht zu sprengen genügt die Umsetzung der ersten genannten Erfassungsweges.

Nun wird anhand eines Algorithmus, der die empfohlene Geschwindigkeit mittels der verbleibenden Zeit der jeweiligen Ampelphase und der Distanz zwischen Fahrrad und Ampel errechnet.

Die Auswertung erfolgt entweder durch eine Smartphone-App oder durch ein Licht-emittierende Diode, auch Leuchtdiode (LED)-Licht-System per Blinkfrequenz; beides am Lenker angebracht. Bei Nutzung des Telefons, nimmt man den integrierten GPS-Sender, bei der zweiten Variante muss man das System mit einem ausstatten.

Das Ziel der Arbeit ist ein Konzept und dessen prototypische Anwendung eines Ampelhinweissystem, welches einem auf Basis der zu erstellenden Ampeldatenbank Informationen über die Ampelschaltung zukommen lässt und ihn so interaktiv durch das Verkehrsnetz führt.

### 1.3 AUFBAU DER ARBEIT

2. state of the art:

Was gibt es schon. Projekte und Studien und fertige Apps,

3. Grundbegriffe (technische Grundlagen), Theoriewissen (Berechnungen, Formeln etc) Definitionen, Überblick über mögliche Einsatzgebiete

4. Analysekapitel:?

Anforderungsanalyse für Fahrradapp. Personas werden eingeführt?, =fiktive Benutzer, dann Zusammenfassung der herausgearbeiteten Anforderungen.

Funktionalität, graphische Oberfläche 5. Kapitel = Kern der Arbeit – Konzipierung:

mobile Anwendung. app. anrduino. die nutzer auf ampeln hinweist und die dauer der phase. es wird auf. eingegangen. Der Einsatz von mobile sensig wird dargelegt, alles vorgestellt. Zusammenfassend wird das Konzept am Ende von allen Personas noch einmal kritisch betrachtet und evaluiert.

6. Kapitel: Umsetzung in exemplarischen Prototyp der ... Nach klärung der theoretischen berechnungsgrundlagen... dann wird der Prototyp in Design, Funktionalität und Architektur erläutert und schließlich in mehreren Testreihen uf die Probe gestellt. Die Ergebnisse folgen in den letzten Abschnitten des Kapitels.

7. Kapitel:

Abschluss dieser Arbeit = Evaluation der These der Arbeit, Zusammenfassung, Auslick auf zukünftige Entwicklung hinsichtlich des Themas.

## 2 STATE OF THE ART

Die Verkehrsstrategie des Senats sieht vor, dass das Radfahren bis zum Jahr 2025 20 Prozent des Gesamtverkehrs ausmachen soll. [J.A14] "Wir brauchen eine intelligente Konstruktion, die alle Verkehrsarten verbindet", sagte Stadtentwicklungssenator Michael Müller (SPD).

Sowohl statisch an Radwegen, als auch für den Einsatz in Kraftfahrzeugen gibt es bereits Projekte zu Ampelassistenten in Bordcomputern, Navigationssystemen, oder aber auch als Applikation (App) die rote Ampeln erkennen und die optimale Fahrtgeschwindigkeit für die Grüne Welle ermitteln. Auch Erweiterungen für's Rad direkt werden vielfältiger — vom einfachen Navigationssystem bis hin zu intelligenten Aufsätzen, die an das Smartphone gekoppelt sind.

### 2.1 AMPELINFORMATIONSSYSTEME

Unter dem Prinzip "Grüne Welle" wird die Abstimmung der Ampelschaltzustände, sodass ein Fahrzeug in einer bestimmten Geschwindigkeit mehrere Ampeln passieren kann ohne anzuhalten, verstanden. Der folgende Abschnitt soll die existierenden Lösungen und Ansätze für Ampelinformationssysteme darstellen.

#### 2.1.1 Grüne Welle auf Radwegen

In Kopenhagen unterstützen grüne LEDs auf Radwegen die Radfahrer indem sie wenn diese mit einem Tempo von 20 km/h fahren, sie begleiten und so signalisieren, dass sie sich auf der Grünen Welle befinden.



Abbildung 2.1: Kopenhagen: LEDs signalisieren die Grüne Welle bei 20 km/h Quelle: [Car14]

Zusätzlich erkennen Sensoren im Radweg Fahrradgruppen und veranlassen dann die Ampel zu einer längeren Grünphase. In einem anderen Stadtteil sind Leuchttafeln, die die verbleibende Zeit der Ampelphase

anzeigen, am Radwegrand installiert<sup>1</sup>.

Kopenhagen als Vorbild hat Berlin mit vier Ampeln in Schöneberg eine Grüne Welle für RadfahrerInnen umgesetzt und plant bereits die zweite<sup>2</sup>. Auch hier möchte man die Benutzung des Rades attraktiver machen und den Fahrradverkehr beschleunigen.

### 2.1.2 Projekt Wolfsburger Welle

Die Volkswagen (VW)-Forschung initiierte in den 80er Jahren mit dem Projekt "Wolfsburger Welle" die ersten Untersuchungen zur "Grünen Welle" Informationen im Fahrzeug; mit der Idee, beim Annähern an eine Ampel die optimale Geschwindigkeit im Fahrzeug zu geben.<sup>3</sup> "Dazu sendet die Ampelanlage ihren aktuellen Phasenzustand und eine Prognose für den nächsten Zustandwechsel an alle Fahrzeuge, die sich annähern. Der Fahrzeugcomputer setzt dann die aktuelle Fahrzeuggeschwindigkeit mit dem Abstand zur Ampel und der aktuellen Ampelphase in Bezug. Daraus wird errechnet, ob das Fahrzeug im Moment mit der grünen Welle 'mitschwimmt' oder ob die Geschwindigkeit außerhalb des optimalen Bereichs liegt" [Tho09].

### 2.1.3 Projekt Travolution

Im Sommer 2008 wurde das Projekt TRAVOLUTION (TRAffic & eVOLUTION), von dem Amt für Verkehrsmanagement und Geoinformation der Stadt Ingolstadt, Audi AG<sup>4</sup>, GEVAS Software<sup>5</sup> und dem Lehrstuhl für Verkehrstechnik an der Technische Universität München (TUM) abgeschlossen. Es besteht aus den Teilprojekten VERKEHRSADAPTIVE NETZSTEUERUNG MIT GENETISCHEN ALGORITHMEN und DER INFORMIERTE FAHRER. Im Netzsteuerungsprojekt wurden 46 Lichtsignalanlagen in Ingolstadt mit der Netzsteuerungssoftware BALANCE ausgestattet, wodurch sie intelligent auf den Verkehr reagieren und die Schaltung an den Verkehr anpassen.



Abbildung 2.2: Projekt Travolution – Der Bordcomputer zeigt die optimale Geschwindigkeit an, sodass die nächste Kreuzung ohne Halt überquert werden kann. Quelle: <http://www.audiusanews.com/imagegallery/adhoc/12647//12647,12649,12652,12648,12651,12650,/travolution-promotes-eco-friendly-driving>

Ziel des zweiten Teilprojektes ist es, die Autofahrer über die Ampelphasen zu informieren. Die Car-to-Infrastructure oder Vehicle-to-Infrastructure (C2I)-Kommunikation mittels Wireless Local Area Network

<sup>1</sup> [Sch14]

<sup>2</sup> [Neu14]

<sup>3</sup> [Zim84]

<sup>4</sup> Automobilhersteller, dem Volkswagen-Konzern zugehörig

<sup>5</sup> Softwareunternehmen für Verkehrstechnik



(WLAN) und Universal Mobile Telecommunications System (UMTS) umsetzend, senden mit Kommunikationsmodulen ausgestattete Ampeln die Grünphasen an den Bordcomputer der Autos, welcher dann die Geschwindigkeit für ein reibungsloses Passieren errechnet<sup>6</sup>.

Fundierend auf TRAVOLUTION sind Folgeprojekte wie zum Beispiel das ebenfalls von Audi ins Leben gerufene “Ampelinfo online“ entstanden. Über Mobilfunk ist in der Car-to-X oder Vehicle-to-X (C2X)-Anwendung das Auto mit dem zentralen Verkehrsrechner, welcher die Ampelanlagen steuert, vernetzt und visualisiert die entsprechenden Informationen im Bordcomputer.<sup>7</sup>

### 2.1.4 Projekt Kolibri

In Bayern wurde im April 2011 das Pilot-Projekt KOLIBRI (“Kooperative Lichtsignaloptimierung – Bayerisches Pilotprojekt“) mit den Teststrecken der B13 bei München mit sieben und der St2145 in der Nähe von Regensburg mit acht ampelgeregelten Kreuzungen gestartet. Gemeinsam untersuchten TRANSFER GmbH<sup>8</sup>, die Bayerische Motoren Werke (BMW) Group, der Lehrstuhl für Ergonomie an der TUM und die oberste Baubehörde im Bayerischen Innenministerium die Funktionen und Auswirkungen eines Ampelassistenten außerhalb von Ortschaften<sup>9</sup>. “Per Mobilfunk übermittelt das Fahrzeug Rohdaten wie Zeit und genaue Position. Der Computer in der Zentrale kann daraus Informationen über die Verkehrslage, die Geschwindigkeit oder die Zahl der Ampelstopps und die Wartezeiten ermitteln, die dann als Korrekturgrößen wieder in die Steuerung der Lichtsignalanlage einfließen können.“ [kol11] Zusätzlich wurden die FahrerInnen sowohl fahrzeugintegriert<sup>10</sup> als auch via Smartphone über die Schaltung der nächsten Ampel informiert und erhielten Empfehlungen über die aktuelle Progressionsgeschwindigkeit.

### 2.1.5 Projekt Testfeld Telematik

Ende des Jahres 2013 wurde in Wien das Projekt TESTFELD TELEMATIK – Feldversuch zur Stärkung österreichischen Know-Hows im Bereich umweltverträglicher Mobilität erfolgreich abgeschlossen. Per Car-to-X-Kommunikation bringt das Projekt Kooperative Dienste wie Ampelinformationen direkt ins Auto.



Abbildung 2.3: Mobile Anwendung des Projekts Testfeld-Telematik – “Grüne Welle bei 50 km/h“ Quelle: [Jan14]

<sup>6</sup> [tra, Aud10]

<sup>7</sup> [Amp14]

<sup>8</sup> ein Beratungs- und Softwareunternehmen für Transport und Verkehr

<sup>9</sup> [kol], [kol11]

<sup>10</sup> On-Board-Computer

Über Navigationssysteme, integrierte Systeme, Nachrüst-Plattformen oder mobile Endgeräte erreicht die FahrerInnen die Information der optimalen Geschwindigkeit sowie die Dauer der jeweiligen Ampelphase. Um an die Informationen zu kommen wurden unter anderem Kameras und Sensoren, beispielsweise als Induktionsschleife in die Fahrbahn eingelassen<sup>11</sup>. Andere Autohersteller wie BMW, Volvo und Volkswagen kooperieren als Forschungsprojekt “Car 2 Car Communication Consortium“ mit TESTFELD TELEMATIK, ebenfalls mit dem Ziel die Sicherheit an Kreuzungen zu verbessern. Im Auto installierte Sensoren kommunizieren mit Kameras und Scanner in der Ampel. Allerdings funktioniert das System nur mit dem ambitionierten Ziel, wenn alle Autohersteller zusammenarbeiten und sich auf den gleichen Standard einigen.<sup>12</sup>

#### **WO SOLL DER TOYOTA ABSCHNITT HIN??? :**

Auch Toyota hat ein System entwickelt, welches eine spezielle Infrastruktur an Kreuzungen, die Installation von Infrarot-Sendern, die mit dem Toyota-Navigationssystem kommunizieren erfordert. An roter Ampel werden die Fahrer über die verbleibende Wartezeit informiert. Die ausgestatteten Navigationssysteme wurden bis jetzt jedoch ausschließlich in Japan getestet.<sup>13</sup>

## **2.2 AMPELINFORMATIONSSYSTEME ALS MOBILE APPLIKATION**

Ampelassistenten als App sind relativ unproblematisch. Smartphones sind bereits mit einem GPS-Empfänger ausgestattet und haben fast durchgängig Internetzugang. Die hier vorgestellten mobilen Anwendungen existieren bereits oder befinden sich in der Testphase.

### **2.2.1 EnLighten**

EnLighten erkennt rote Ampeln und visualisiert die Dauer dieser Phase. Die mobile Anwendung nutzt GPS zur Lokalisierung des Autos und verwendet ebenfalls die C2X-Kommunikation zu Ampelphasenprognose. Hierbei verbindet sich die App mit den Lichtsignalanlagen und beachtet dabei Komponenten wie die Höchstgeschwindigkeit, Fahrtrichtung und Tageszeit. Aufgrund von hohen Installationskosten und -Aufwand ist EnLighten erst in einigen amerikanischen Städten funktionstüchtig und verfügbar.

### **2.2.2 Signal Guru**

Signal Guru wurde von den Wissenschaftlern des Massachusetts Institute of Technology (MIT) und der Universität von Princeton entwickelt. Die App errechnet über die Smartphones vieler Nutzer - welche miteinander kommunizieren - die Wahrscheinlichkeit, wann eine Ampel grün wird und wie das eigene Fahrverhalten entsprechend anzupassen ist. Wie in Abbildung 2.4 ist zu sehen ist, muss die eingebaute Kamera durch die Windschutzscheibe die Ampel registrieren. Bei Testläufen im Straßenverkehr vielen die Ergebnisse bei statisch geschalteten Ampeln deutlich besser aus als bei angepassten Ampelschaltungen<sup>14</sup>

---

<sup>11</sup> [Elf13]

<sup>12</sup> [Elf13]

<sup>13</sup> [Toy11]

<sup>14</sup> [Har12]



Abbildung 2.4: Signal Guru muss in der Lage sein die Ampel zu 'sehen'. Quelle: [KPM11]

*Ob das auch in Deutschland funktioniert ist schwer zu sagen, da die Ampeln hierzulande so gesetzt sind, dass das Smartphone in der Pole-Position die Ampel evtl. nicht erfassen kann. Dies gilt es in der Entwicklungsarbeit zu testen und gegebenenfalls auszuarbeiten.*

### 2.2.3 Ampelmeter

#### **= Lorem Ipsum: gibt/gabs es die App wirklich?**

Ampelmeter ist eine Anwendung, die eine Geschwindigkeitsempfehlung angibt, bei der man die in Fahrtrichtung nächste Ampel bei grün erreichen. Der zweite Anwendungsfall ist die Restrot- bzw. Restgrünanzeige. Da der timingbezogene Teil der Datenbank zum Startzeitpunkt noch leer ist, bedarf es der Mitarbeit der NutzerInnen.

## 2.3 FAHRRADERWEITERUNGEN

Als Schnittstelle das Smarthone nutzend gibt es ausgeklügelte Systeme mit reichlich Funktionen. Das einfache Navigationssystem für Fahrräder ist kaum noch notwendig, wo doch zum Beispiel die hier aufgeführten um einiges umfangreicher sind.

### 2.3.1 Displaylose Fahrradnavigation

Das HAMMERHEAD ist ein "Hammer", oder einfach ein "T", an den Lenker angebracht. Gespickt mit verschiedenfarbigen LEDs zeigt es den Weg zeigen, warnt vor Hindernissen und ersetzt die vorderen Scheinwerfer.

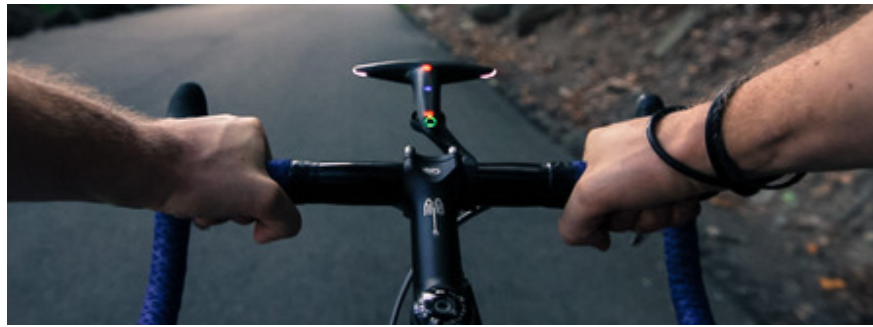


Abbildung 2.5: Hammerhead – LEDs zeigen den Weg. Quelle: <http://blog.hammerhead.io/>

Via Bluetooth ist HAMMERHEAD an das Smartphone gekoppelt, auf dem die zugehörige Navigationsanwendung läuft mit der man Routen eingeben, teilen und speichern kann<sup>15</sup>.

Ein sehr ähnliches Prinzip verfolgt das CYCLENAV von der Firma Schwinn. Unterschiede findet man hier im Design und einem integrierten Lautsprecher, der Abbiegehinweise ausgibt und auf Wunsch wiederholt<sup>16</sup>.

### 2.3.2 Intelligente Fahrradlenker

Mehr High-Tech, aber auch umfangreichere Funktionen bietet der vom amerikanischen Startup HELIOS-BIKES entwickelte HELIOS-Lenker. Neben dem Frontlicht hat der Lenker wie in Abbildung 2.6 zu sehen, an den Enden LEDs die einen zum gewünschten Standort leiten.



Abbildung 2.6: Helios-Lenker Quelle: <http://www.ridehelios.com/products.php>

Sie passen ihre Farbe der Geschwindigkeit an und haben auf Wunsch auch eine Blinkfunktion. Verbindet man den Lenker mit einem Smartphone, lässt sich die Farbe der LEDs individualisieren. Die Verbindung zum Handy hat weitere Vorteile: dank des eingebauten GPS-Trackers und eingesteckter SIM-Karte lässt sich das Fahrrad per SMS über den derzeitigen Standort abfragen<sup>17</sup>, was im Falle eines Diebstahl sehr hilfreich sein kann.

VANHAWKS VALOUR heißt das Rad, das ab April 2015 lieferbar ist. Wie im HELIOS-Lenker steckt auch hier ein über das Smartphone steuerbares Navigationssystem, das die Abbiegehinweise per LED signalisiert, im Lenker. Auf den gefahrenen Routen merkt sich das Rad durch einen Erschütterungssensor erfasste Hindernisse wie Unebenheiten in der Fahrbahn und ermittelt beim nächsten Mal darauf rücksicht nehmend eine

---

<sup>15</sup> [ham]

<sup>16</sup> [cyc14]

<sup>17</sup> [hel14]

andere Route. Es ist darüber hinaus in der Lage mit anderen VANHAWKS VALOUR-Rädern zu kommunizieren und dessen Routenbegebenheiten ebenfalls zu berücksichtigen. Mittels Radarsensoren registriert das Fahrrad Autos im toten Winkel und benachrichtigt die FahrerInnen durch ein vibrierenden Lenker<sup>18</sup>.

### 2.3.3 Das Samsung Smart Bike

Auf der Mailänder Designwoche hat Samsung ein Smartbike vorgestellt, das mit verschiedenen intelligenten Komponenten wie Bluetooth, einer Kamera und Laserprojektoren ausgestattet. Der Rahmen ist aus Aluminium und leicht geschwungen, was Vibrationen abfangen soll. Wie Abbildung 2.7 zeigt, zeichnen vier Laserprojektoren den eigenen, begleitenden Fahrradweg auf die Straße und sollen so die Sicherheit erhöhen, indem sie den Sicherheitsabstand markieren und aus dem toten Winkel sichtbar sind.

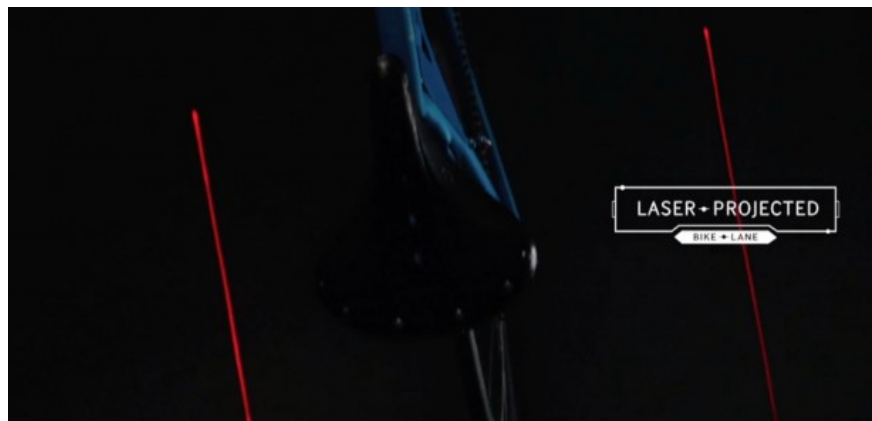


Abbildung 2.7: Samsung Smart Bike Quelle: <http://www.maestrosacademy.it/progetto-sbike>

Natürlich ist auch dieses Fahrrad mit dem Smartphone verbunden, das sich dank eines Magneten einfach am Lenker anbringen lässt. Darüber kann man die Laserprojektoren ein- und ausschalten, dafür einen Timer bestimmen und über die eingebaute Kamera unter dem Sattel den Verkehr hinter sich im Auge behalten. Das Smartphone fungiert außerdem als Navigationsgerät und durch den eingebauten GPS-Empfänger lassen eigene und Routen von anderen Nutzern speichern und intelligent verarbeiten<sup>19</sup>. Wenn also viele Menschen mit einem Samsung Smartbike unterwegs sind, erkennt das Rad die Route als angenehm und navigiert dort entlang.

### 2.3.4 Der COBI Fahrradcomputer

Ein Kickstarterprojekt aus Frankfurt am Main entwickelt das System COBI (Connected Biking), das alle standardisierten Fahrradsysteme wie Lampen, Navigation, Tachometer etc. vereinen soll. COBI ist ein Modul mit integrierter Frontleuchte in das man das Smartphone, welches dann mit der installierten COBI-App als Fahrradcomputer dient, legt. Durch eine wasser- und stoßfeste Hülle ist es vor Umwelteinflüssen geschützt. Zu dem Lenkersystem gibt es auch Rückstrahler die beim Bremsen intensiver leuchten und eine Blinkfunktion haben. Möchte man das Smartphone trotzdem nicht am Lenker haben, bleibt die Verbindung zum Modul über Funk bestehen. Steuern lässt sich das System dann über einen Controller, den man am Lenker angebracht, mit dem Daumen bedienen kann. Ist es jedoch in der Halterung, wird das Smartphone über den E-Bike-Akku oder einen zusätzlich integrierten Akku aufgeladen. Wie bei den anderen genannten Sys-

---

<sup>18</sup> [van]

<sup>19</sup> [sma14]



(a) Frontlicht und Smartphonehalterung



(b) Bremslicht und Blinker

Abbildung 2.8: COBI – Das smarte Fahrradsystem Quelle: <http://www.cobi.bike>

temen ist in der COBI-App eine Navigationsanwendung, wie auch die tracking&share Funktion inklusive. Darüber hinaus verfügt es über einen Diebstahlschutz, Fitnesstracker sowie die Möglichkeit einer Anbindung an Spotify<sup>20</sup>.

Das Projekt ist bereits voll finanziert und der Versand der vorbestellten Systeme beginnt voraussichtlich im Frühjahr 2015<sup>21</sup>.

## 2.4 ANALYSEERGEBNIS

Diese Beispiele zeigen deutlich, dass sowohl die Nachfrage nach Ampelassistenten – mobil oder statisch – als auch an Fahrraderweiterungen steigt und auf dem Markt Anklang findet. Auch die EntwicklerInnen solcher Systeme werden kreativer, wodurch immer mehr Produkte mit erweiterten Funktionen entstehen. Das begeistert wiederum mehr Menschen für das Radfahren und so ist der Verkehr flüssiger, die Teilnehmer entspannter, die Luft sauberer. AutofahrerInnen sind schon lange nicht mehr allein auf der Straße und so gilt es, dieses erfolgreiche Konzept für alle VerkehrsteilnehmerInnen zu erweitern.

---

<sup>20</sup> Digitaler Musikstreaming Dienst

<sup>21</sup> [cob14]

## 3 GRUNDLAGEN

### 3.1 THEORIE

Berechnungen etc.

### 3.2 TECHNISCHE GRUNDLAGEN

#### 3.2.1 Arduino / Android-App

##### 3.2.1.1 MOBILE SENSING

*Der Beschleunigungssensor ist ein Hardware-Sensor, der dazu benutzt wird, Position, Bewegung, Neigung, Erschütterung, Vibration und natürlich Beschleunigung des Gerätes zu messen. Es gibt bis zu 3-Achsen Beschleunigungssensoren, die meistens zum Erkennen der Ausrichtung des Smartphones genutzt werden und somit das Display beim Anschauen von Bildern, Webbrowsern oder Musikplayern in die passende Richtung vom Portrait-Modus (senkrecht) zum Landscape-Modus (waagrecht) zu drehen. In Kombination mit GPS kann das Smartphone dank ihm sogar erkennen, welche Art Transportmittel (Fahrrad, Bus, U-Bahn) der Nutzer gerade benutzt und bestimmte Muster wie z.B. Rennen, Gehen oder Stehen unterscheiden.*

*GPS erlaubt dem Smartphone sich selber zu lokalisieren und den exakten Standpunkt auf der Erde zu bestimmen. Es hilft locationbased<sup>1</sup> Apps wie z.B. Navigation, lokale Suche nach Shops, Restaurants etc. oder soziale Netzwerke wie Facebook oder Foursquare nötige Informationen zu ermitteln. Der Kompass erweitert die Möglichkeiten der Lokalisierungsermittlung eines Smartphones. Er bestimmt den Winkel des Geräts relativ zum Nordpol der Erde. Der Kompass besitzt einen Magnet, der mit dem magnetischen Feld der Erde interagiert und sich entsprechend zu einem der Pole ausrichtet. Zusammen mit dem Gyroskop-Sensor verbessern GPS und Kompass die Präzision von locationbased Applikationen. Der Gyroskop-Sensor bestimmt die Rotations- und Drehgeschwindigkeit des Smartphones auf seinen drei Achsen gegenüber dem Weltkoordinatensystem.*

#### 3.2.2 Backend mit nodejs / socket.io und MongoDB

#### 3.2.3 Open-Street-Map

---

<sup>1</sup> ortsgebunden

## 4 DIE ANFORDERUNGSANALYSE

Dieses Kapitel soll durch Untersuchung helfen, Vorstellung für die Anforderungen an Ampelhinweissystem -App zu bekommen. Begriff Persona wird eingeführt, erklärt, entwickelt. Mit Hilfe dieser Personas ... werden analysen gemacht + kritisch beurteilt. Den Abschluss bildet das Ergebnis dieser Untersuchung in Zusammenfassung der wichtigsten Anforderungen an eine App.

### 4.1 PERSONAS

#### 4.1.1 Einleitung

Im heutigen High-Technologie Zeitalter ist gerade die Benutzbarkeit bei der Entwicklung eines Produktes ein wichtiger Faktor, der von Software-Entwicklern beachtet werden muss. Die Anforderungen der Nutzer stehen dabei im Mittelpunkt. Es geht in erster Linie darum, jene zufrieden zu stellen und nicht nur Interesse, sondern auch Begeisterung beim potentiellen Kunden zu wecken. Verschiedene Methoden, diese Anforderungen besser zu identifizieren und erfüllen zu können, haben sich bereits verbreitet und basieren meistens auf einer präzisen Darstellung der Nutzer. Eine erprobte Methode hat der Software-Entwickler Alan Cooper eingeführt: Personas oder Archetypen von Nutzern.

#### 4.1.2 Definition

Fokus auf Gruppe spezifischer Nutzer bekommen blabla

#### 4.1.3 Grund für Personas

Effizienz mit Personas

#### 4.1.4 Prototyp: Personas

Um eine mögliche Anforderungsanalyse erarbeiten zu können, ist die Wahl auf Personas, als Kriterium der Anforderung von Zielnutzern, gefallen. Auf den nachfolgenden Seiten sind vier verschiedene Personas in einem übersichtlichen Tabellenprofil aufgelistet.

### 4.2 FUNKTIONALITÄT

### 4.3 DIE GRAPHISCHE OBERFLÄCHE



## 5 DER ENTWURF

### 5.1 KLASSENSTRUKTUR

### 5.2 MOCKUP

### 5.3 BLA

#### 5.3.1 Sensoren

##### 5.3.1.1 GPS

wird gebraucht für...

### 5.4 EVALUATION

## 6 DER PROTOTYP

Prototyp zeigt, wie mittels GPS ... realisiert werden kann. Design und Funktionalitäten werden ebenfalls vorgestellt

### 6.1 THEORIE

Um die korrekte Umsetzung des Prototyps zu ermöglichen, müssen zunächst einmal prinzipielle Theorien und Hintergründe diesen betreffend betrachtet werden. grundlegendes Wissen über geographische Koordinaten sowie mathematische Voraussetzungen im Umgang mit diesen, müssen zur Ideenverwirklichung berücksichtigt werden.

6.1.1 Die Berechnung der Entfernung

6.1.2 Die Berechnung der Ankunft in Abhängigkeit der Geschwindigkeit

6.1.3 Die Berechnung der Dauer der Ampelphase?

### 6.2 DAS DESIGN

6.2.1 screens...

6.2.2 Karte...

### 6.3 FUNKTIONALITÄTEN

6.3.1 Sensorik (GPS)

6.3.2 Open Street Map

### 6.4 ARCHITEKTUR

6.4.1 Technologien

Für die Entwicklung des Prototyps fiel die Wahl der zu verwendeten Technologien zunächst auf das AngularJS Framework, da bereits Vertrautheit mit Web Technologien vorlag.

## 7 ERGEBNIS UND AUSBLICK

### 7.1 AMPELHINWEISSYSTEM

### 7.2 AUSBLICK

# ABKÜRZUNGEN

**App** Applikation.

**BMW** Bayerische Motoren Werke.

**C2I** Car-to-Infrastructure oder Vehicle-to-Infrastructure.

**C2X** Car-to-X oder Vehicle-to-X.

**GLOSA** green light optimal speed advisory.

**GPS** Global Positioning System.

**LED** Licht-emittierende Diode, auch Leuchtdiode.

**MIT** Massachusetts Institute of Technology.

**TUM** Technische Universität München.

**UMTS** Universal Mobile Telecommunications System.

**VW** Volkswagen.

**WLAN** Wireless Local Area Network.

# GLOSSAR

## **Car-to-X-Kommunikation**

direkter Informationsaustausch zwischen Fahrzeugen jeglicher Art, Verkehrsleittechnik wie z.B. Lichtsignalanlagen und Verkehrsleitzentralen.

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

2.1	Grüne Welle durch LEDs . . . . .	7
2.2	Projekt Travolution . . . . .	8
2.3	Projekt Testfeld-Telematik Ampelinformation . . . . .	9
2.4	Signal Guru . . . . .	11
2.5	Hammerhead . . . . .	12
2.6	Helios-Lenker . . . . .	12
2.7	Samsung Smart Bike . . . . .	13
2.8	COBI – Das smarte Fahrradsystem Quelle: <a href="http://www.cobi.bike">http://www.cobi.bike</a> . . . . .	14

## LITERATURVERZEICHNIS

- [Amp14] *Audi connect – Intelligent durch den Stadtverkehr mit Ampelinfo online.* [http://www.audi.de/de/brand/de/vorsprung\\_durch\\_technik/content/2014/06/ampelinfo-online.html](http://www.audi.de/de/brand/de/vorsprung_durch_technik/content/2014/06/ampelinfo-online.html), Juni 2014
- [Aud10] *Audi travolution: efficiently through the city.* <http://www.audiusanews.com/newsrelease.do?&id=1812#>, Juni 2010. – Zugriff: 15.12.2014
- [Car14] CARDWELL, Diane: Copenhagen Lighting the Way to Greener, More Efficient Cities. In: *The New York Times* (2014), Dezember
- [cob14] Zugriff: 28.12.2014
- [cyc14] *CycleNav Smart Bike Navigator.* <http://www.schwinnbikes.com/usa/news/cyclenav-smart-bike-navigator/>, März 2014. – Zugriff: 28.12.2014
- [Dam14] DAMBECK, Holger: Wir fahren schon mal vor. In: *Technology Review - Das Magazin für Innovation* (2014), August, S. 70ff.
- [Elf13] ELFLEIN, Nicole: Der perfekte Beifahrer. In: *Pictures of the Future* (2013), Frühjahr, S. 104–106
- [EnL14] *EnLighten.* <http://connectedsignals.com/index.php>, 2014. – Zugriff: 28.11.2014
- [ham] Zugriff: 28.12.2014
- [Har12] HARTMANN, Thomas: *Signal Guru: App soll helfen Sprit zu sparen.* <http://www.macwelt.de/news/Apps-fuer-iPhone-Smartphones-Signal-Guru-App-soll-helfen-Sprit-zu-sparen-6620.html>, September 2012. – Zugriff: 28.11.2014
- [hel14] Zugriff: 28.12.2014
- [J.A14] J.ANKER: Fahrradfahren boomt in Berlin stärker als bislang bekannt. In: *Berliner Morgenpost* (2014), Juni
- [Jan14] JANDRISITS, Dipl.-Ing.(FH) M.: Testfeld Telematik – Publizierbarer Endbericht. 2014. – Forschungsbericht
- [kol] *Kooperative Lichtsignaloptimierung.* <http://www.kolibri-projekt.de/>, . – Zugriff: 28.12.2014
- [kol11] *Pilotprojekt zur Verbesserung des Verkehrsflusses: Grüne Welle auf der Landstraße.* [https://portal.mytum.de/pressestelle/pressemitteilungen/NewsArticle\\_20111216\\_212527](https://portal.mytum.de/pressestelle/pressemitteilungen/NewsArticle_20111216_212527), Dezember 2011. – Zugriff: 28.12.2014

- [KPM11] KOUKOU MIDIS, Emmanouil ; PEH, Li-Shiuan ; MARTONOSI, Margaret: SignalGuru: Leveraging Mobile Phones for Collaborative Traffic Signal Schedule Advisory / MIT and Princeton University. 2011. – Forschungsbericht
- [MoM11] *Projekt MoMo*. <http://projekt.beuth-hochschule.de/momo/>, 2011. – Zugriff: 18.11.2014
- [Neu14] NEUMANN, Peter: Berlin bekommt zweite grüne Welle für Radler. In: *Berliner Zeitung* (2014), September
- [Sch14] SCHOENE BECK, Gudrun von: *Kopenhagen verwöhnt Radfahrer mit Grünen Wellen*. <http://www.ingenieur.de/Themen/Fahrrad/Kopenhagen-verwoehnt-Radfahrer-Gruenen-Wellen>, August 2014. – Zugriff: 28.12.2014
- [sma14] Zugriff: 28.12.2014
- [Tho09] THOMA, Stephan: *Mensch-Maschine-Interaktion*, Technische Universität München, Diss., Oktober 2009
- [Toy11] TOYOTA: *TMC Develops Navigation System Compatible with Vehicle-Infrastructure Cooperative Safety System*. <http://www2.toyota.co.jp/en/news/11/06/0629.html>, 2011. – Zugriff: 08.12.2014
- [tra] *Verkehrsoptimierung mit Genetischen Algorithmen*. <http://www.travolution-ingolstadt.de>, . – Zugriff: 28.11.2014
- [van] Zugriff: 28.12.2014
- [Zim84] ZIMDAHL, Walter: Guidelines and some developments for a new modular driver information system / Volkswagenwerk AG. 1984. – Forschungsbericht. – 178 – 182 S.