

Angelika Berger, BSc

Untersuchung des Zusammenhangs von Energieeffizienz und Flottenmanagement

Masterarbeit

für den akademischen Grad

MSc./Dipl.-Ing.

Masterstudium: Wirtschaftsingenieurwesen-Maschinenbau

an der



Technischen Universität Graz

Betreuer: Dipl.-Ing. Helmut Brunner
Begutachter: Associate Prof. Dr. Mario Hirz

Institut für Fahrzeugtechnik
Vorstand: Univ.-Prof.Dipl.-Ing.Dr.techn. Peter Fischer



Graz, 2. Juni 2019

Eidesstattliche Erklärung

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe. Das in TUGRAZonline hochgeladene Textdokument ist mit der vorliegenden Masterarbeit identisch.

Statutory Declaration

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources/resources, and that I have explicitly indicated all material which has been quoted either literally or by content from the sources used. The text document uploaded to TUGRAZonline is identical to the present master's thesis.

Date/Datum

Signature/Unterschrift

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei jenen bedanken, die das Anfertigen dieser Masterarbeit ermöglicht haben. Das sind einerseits mein Betreuer Herr Dipl.-Ing. Helmut Brunner, der mir immer mit gutem Feedback sowie konstruktiver Kritik weitergeholfen hat und andererseits mein betreuender Professor Herrn Dr.-techn. Mario Hirz, der mir dieses Thema vorgeschlagen hat.

Ein weiterer großer Dank gebührt jenen Menschen, die immer an mich geglaubt, mich unterstützt und mich darin bestärkt haben, dieses Studium abzuschließen, allen voran meine Eltern. Ohne ihre finanzielle Unterstützung sowie ihr Vertrauen in mich wäre das Absolvieren dieses Studiums nicht möglich gewesen.

Ich möchte mich auch bei meinem Bruder, all meinen Freunden sowie Kommilitonen bedanken, die über die Jahre zu engen Freunden geworden sind. Ihr hattet immer ein offenes Ohr und ihr habt mich immer unterstützt und in meinem Vorhaben bestärkt.

Der größte Dank gebührt meinem Partner, der mir in den letzten Jahren immer unterstützend und motivierend zur Seite stand und auch für das Verständnis und die Geduld, die er immer aufgebracht hat.

Kurzfassung

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Systemen, die der Echtzeitortung von Fahrzeugen dienen. Durch deren Hilfe ist es möglich, das Fahrverhalten zu analysieren sowie die Energieeffizienz der zurückgelegten Strecke zu berechnen. Bei der Elektrorallye „e-Via“ konnte das aktuell verwendete System ausreichend getestet und die daraus resultierenden Herausforderungen sowie Risiken abgeleitet werden. Mit Hilfe dieser Erfahrung und einer umfangreichen Literaturrecherche war es möglich, geeignete Systeme auszuwählen. Diese wurden schließlich auf einer definierten Teststrecke des Instituts für Fahrzeugtechnik getestet und objektiv beurteilt, sowohl bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor als auch bei solchen mit Elektromotor. Durch die Evolutionsstufe des Systems soll es einerseits künftig möglich sein, die Auswertung der Energieeffizienz bei Rallyes zu optimieren und andererseits soll es die Möglichkeit bieten, Fuhrparks von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU)s zu analysieren und Möglichkeiten zur Optimierung zu liefern, wie zum Beispiel dem Umstieg auf Elektromobilität oder die Schulung hinsichtlich energieeffizientem Fahren.

Abstract

This thesis deals with systems for real-time tracking of vehicles. With its help the driving behavior can be analyzed and the energy efficiency of the covered distance can be calculated. During the electric rally "e-Via" the currently used system could be tested sufficiently and the challenges and risks deriving from it could be evaluated. Due to this experience and a comprehensive literature research, it was possible to select suitable systems. These were then tested on a pre-defined test track of the Institute of Automotive Engineering and objectively assessed, in vehicles both with internal combustion engine and electric motor. The evolutionary stage of the system should make it possible to optimize the evaluation of energy efficiency in rallies in future. Furthermore, it should offer the opportunity to analyze fleets of companies and to provide optimization possibilities such as the changeover to electromobility and energy-efficient driving.

Gender Erklärung

Aus Gründen der leichteren Lesbarkeit wird in der vorliegenden Masterarbeit die gewohnte männliche Sprachform bei personenbezogenen Substantiven und Pronomen verwendet. Dies bedeutet jedoch keine Benachteiligung des weiblichen Geschlechts, sondern soll im Sinne der sprachlichen Vereinfachung als geschlechtsneutral zu verstehen sein.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	III
Abkürzungen	VII
1 Einleitung	1
1.1 Motivation/Ziele dieser Arbeit	1
1.2 Fahrerprofile	2
1.2.1 Menschlicher Informationsverarbeitungsprozess	2
1.2.2 Fahrercharakteristik	3
1.2.3 Fahrerverhaltensmodelle	4
1.3 Nutzerprofile	4
1.4 Flottenmanagement	6
1.4.1 Strategisches Flottenmanagement	6
1.4.2 Integration von E – Fahrzeugen in Fuhrparkflotten	7
2 Ausgangssituation Elektrorallye „e-Via“	9
2.1 Messtechnische Methodik e-Via	9
2.1.1 Messung - aktueller Auswertungsstand	9
2.1.2 Messtechnik	11
2.1.3 MATLAB/Simulink	12
2.1.4 Kritische Punkte/Herausforderung	18
2.1.5 Auswertung	20
3 Zukünftige Einsatzgebiete	29
3.1 Idea Cards	29
3.1.1 Entscheidung	37
3.2 PRINCE2 Business Case	38
3.2.1 Flottenmanagement im Allgemeinen (Analyse von Privat- fahrzeugen)	38
3.2.2 Pannenhilfe lokale Anbieter	40
3.2.3 Servicetechniker/Handwerker	42
3.2.4 Rallyes im Allgemeinen	43
3.3 Resultierende Einsatzgebiete	45
3.4 Basisanforderungen an das System	45

4	Systeme - Stand der Technik	49
4.1	Mögliche Systeme	49
4.2	Anforderungen an das System	51
4.3	Marktanalyse - ausgewählte Literatur	55
4.3.1	In Bezug auf „Validating the efficacy of GPS tracking vehicle movement for driving behaviour assessment“ [1]	55
4.3.2	In Bezug auf „HERO: Online Real-Time Vehicle Tracking“ [2]	57
4.3.3	In Bezug auf „Real-Time Vehicles Tracking based on Mobile Multi-Sensor Fusion“ [3]	59
4.3.4	In Bezug auf „A user Interactive and Assistive Fleet Management and Eco - Driving System“ [4]	62
4.4	Technische Betrachtung	64
4.4.1	Positionsbestimmung	64
4.4.2	On-board-Diagnose (OBD)II	67
4.4.3	Bluetooth	68
4.4.4	Mobilfunkstandards	69
4.5	Wirtschaftliche Betrachtung	71
4.5.1	Investitionsrechnung	71
4.5.2	Résumé der Investitionsrechnung	76
4.5.3	Nutzwertanalyse	77
4.5.4	Résumé der Nutzwertanalyse	80
4.6	Evaluierung - Konzeptauswahl	80
4.6.1	OBD-Dongle mit Global Positioning System (GPS) Online	80
4.6.2	Smartphone mit App	83
5	Konzept - Detailentwicklung	85
5.1	Testung der Systeme	85
5.2	Evaluierungsrunde	86
5.2.1	Evaluierung 1. Teil - Verbrennungsmotor	88
5.2.2	Evaluierung 2. Teil	92
5.2.3	Evaluierung 3. Teil	94
5.2.4	Evaluierung 4. Teil - Elektrofahrzeug	99
5.2.5	Evaluierung 5. Teil	103
5.3	Kompatibilität mit dem Effizienzmodell	106
5.3.1	OBD-Dongle mit Smartphone und App (Torque Pro)	107
5.3.2	Smartphone mit App (GPS Logger)	108
5.3.3	OBD-Dongle mit GPS Online (Teltonika)	109
5.4	Fazit - Detailentwicklung	111
6	Zusammenfassung und Ausblick	113
	Abbildungsverzeichnis	117

Tabellenverzeichnis	119
Literaturverzeichnis	123
Appendix	125
A Auszug Roadbook e-Via	125
B Routenprofile	133
C Messtechnik	137
D Berechnung aus Excel	143
E Anforderungen	147
F Geoidkarte	153

Abkürzungen

3GPP 3rd Generation Partnership Project.

AP Access Points.

BDS BeiDou Navigation Satellite System.

CAN Controller Area Network.

CDMA Codemultiplex - Vielfachzugriffsmodulation.

DGPS Differential Global Positioning System.

E Elektro.

ECU Electronic Control Unit.

EDGE Enhanced Data Rates for GSM Evolution.

EFRE Europäischen Fonds für regionale Entwicklung.

EPA Environmental Protection Agency.

EROM Energieregion Oststeiermark.

FDMA Frequenzmultiplex - Zugriffsmodulation.

FHSS Frequency Hopping Spread Spectrum.

GEO geostationären Orbit.

GIS Geographic Information System.

GLONASS Globalnaja nawigazionnaja sputnikowaja sistema.

GNSS Global Navigation Satellite System.

GPRS General Packet Radio Service.

GPS Global Positioning System.

GSM Global System for Mobile Communications.

GUI Graphical User Interface.

HERO Hierarchical Exponential Region Organization.

HSPA High Speed Packet Access.

IGSO geneigten geosynchronen Orbit.

ISM Industrial, Scientific and Medical Band.

IT Informationstechnik.

ITS Intelligent transportation systems.

KMU kleinen und mittleren Unternehmen.

LKW Lastkraftwagen.

LTE Long Term Evolution.

MEO mittleren Erdumlaufbahn.

NAVSTAR Navigation System using Timing and Ranging.

NFC Near Field Communication.

OBD On-board-Diagnose.

OEM Original Equipment Manufacturer.

OFDM Orthogonal Frequency Division Multiplexing.

PKW Personenkraftwagen.

QR Quick Response.

QZSS Quasi-Zenith Satellite System.

RFID Radio-Frequency Identification.

RTK Real Time Kinematik.

SG Shanghai Grid.

SIM Subscriber Identity Module.

SPP Single Point Positioning.

UMTS Universal Mobile Telecommunications System.

USB Universal Serial Bus.

1 Einleitung

„Energieeffizienz ist das Verhältnis von Ertrag an Leistung, Dienstleistungen, Waren oder Energie zu Energieeinsatz“. [5] Diese Begriffsbestimmung findet sich in den Richtlinien des Europäischen Parlaments und des Rates. Ziel dieser Richtlinie ist es, in der Union ein gemeinsamer Rahmen für Maßnahmen der Förderung von Energieeffizienz zu schaffen, um bis 2020 das Energieeffizienzziel von -20% gegenüber 2008 zu erreichen. [5]

1.1 Motivation/Ziele dieser Arbeit

Um dieses Ziel auch im Bereich der Mobilität zu erreichen, beschäftigt sich diese Arbeit mit Systemen, welche eine Aufzeichnung der Fahrstrecken in Echtzeit ermöglichen. Mithilfe der gewonnenen Daten kann mittels eines vorhandenen MATLAB Modells die Energieeffizienz berechnet werden. Außerdem können durch die Analyse der Fahrstrecken das Fahrverhalten ermittelt und Vorschläge zur Verbesserung des Fahrstils gegeben werden. Durch weiterführende Analysen kann eine Aussage über die Sinnhaftigkeit von Lösungsansätzen wie Elektromobilität oder Carsharing für den Anwendungsfall getroffen werden.

Bei der Suche nach geeigneten Systemen stand der Kostenaspekt stark im Vordergrund. Durch die Erfahrung, die bei der Elektrorallye „e-Via“ gesammelt wurden, konnten notwendige Anforderungen und mögliche Risiken benannt und protokolliert werden. Dieses Wissen wurde als Grundlage für die Suche nach passenden Systemen herangezogen. Außerdem lieferten verschiedenste Berichte und Studien zum Thema Positionsbestimmung in Echtzeit eine wesentliche Basis für die engere Auswahl.

Einführend werden Begriffe wie Fahrerprofile, Nutzerprofile und Flottenmanagement näher erläutert. Auf Basis der anschließend definierten Ausgangssituation können dann weitere Einsatzgebiete sowie ihre Anforderungen an das System definiert werden. Mittels der Anforderungen können eine Marktanalyse durchgeführt und mögliche Systeme ausgewählt werden. Um an eine geeignete Auswahl an Systemen zu gelangen, wird sowohl eine technische als auch eine wirtschaftliche Betrachtung herangezogen. Die resultierenden Systeme werden anhand einer speziell für diesen Zweck ausgewählten Route des Instituts für Fahrzeugtechnik getestet, die gewonnenen Daten analysiert und schlussendlich wird eine objektive Beurteilung der Systeme hinsichtlich der Genauigkeit der Echtzeitfähigkeit und der Kompatibilität mit dem vorhandenen Energieeffizienzmodell durchgeführt.

1.2 Fahrerprofile

Fahrerprofile haben Einfluss in Bereichen der Fahrzeugdynamik, Ökonomie, des Komforts und der Individualisierung wie auch in der Fahrzeugsicherheit sowie der Datenerfassung und -verarbeitung. [6] Im Folgenden wird auf den Fahrer und sein Verhalten im System Fahrer-Fahrzeug-Umwelt eingegangen.

1.2.1 Menschlicher Informationsverarbeitungsprozess

Mit dem Verfahren der Informationsverarbeitung stellt der Fahrer im System Fahrer – Fahrzeug und Umgebung einen zentralen Bereich dar. Im Ingenieurbereich hat es sich bewährt, einen solchen Prozess durch sequenzielle oder Ressourcenmodelle darzustellen. Grundsätzlich basiert er auf den Stufen der Informationsaufnahme, der Informationsverarbeitung und der entsprechenden Handlung, die nun näher beschrieben werden. [7]

Informationsaufnahme

Diesem Bereich werden all jene Informationen zugeordnet, die über die Sinnesorgane aufgenommen werden. Bei der Fahrzeugführung sind das Reize, die innerhalb sowie außerhalb des Fahrzeugs wahrgenommen werden. Zur Regulierung der Informationsaufnahme haben Wickens, Helleberg, Goh, Xu und Horrey (2001) das SEEV – Modell entwickelt. Mit jenem Modell lassen sich laut den Autoren die visuellen Aufmerksamkeitszuwendungen durch vier Faktoren beeinflussen: Saliency (Salienz), Effort (Aufwand), Expectancy (Erwartung) und Value (Wert). Als Bottom Up Prozesse werden jene bezeichnet, die von der Umwelt gesteuert oder auch ausgelöst werden, darunter fallen die Begriffe Salienz und Aufwand. Die beiden andere Faktoren Erwartung und Wert sind wissensgesteuert und stellen Top – Down Prozesse dar. [8] [9]

Informationsverarbeitung

Für die Erklärung und Analyse von kognitiven Vorgängen gibt es unterschiedlichste Konzepte. Bei der menschlichen Informationsverarbeitung werden seit Schneider und Shiffrin (1977) aber auch Rasmussen (1986) zwei Systeme unterschieden:

1. *Bewusste, kontrollierte Informationsverarbeitung*: Hierbei gibt es eine Beanspruchung des Kurz- als auch Langzeitgedächtnisses; die Informationsaufnahme und -verarbeitung von unterschiedlichen Situationen wird bestimmt und der finalen Handlungsausführung zugeordnet. (Bsp: Rechts Abbiegen an einer Kreuzung)
2. *Automatische Informationsbearbeitung*: Jene Schritte laufen einerseits nicht bewusst und andererseits schwer verbalisierbar ab. Zusätzlich werden sie vom ersten System überwacht. (Bsp: Koordination der Augen bei der Lenkbewegung)

Informationsabgabe

Die letzte Stufe der Informationsverarbeitung beinhaltet die Umsetzung der Handlungen und Entscheidungen aus den ersten beiden Stufen. Bei der Fahrzeugführung umfasst dies motorische Bewegungen, wie zum Beispiel die Interaktion des Systems Hand - Fuß bzw. Fuß - Bein. [7]

1.2.2 Fahrercharakteristik

Wie in Abbildung 1.1 ersichtlich, hat auch die individuelle Charakteristik des Fahrers einen wesentlichen Einfluss auf die jeweiligen Stufen des Informationsverarbeitungsprozesses. Darunter können menschliche Leistungsvoraussetzungen und die daraus resultierenden Auswirkungen auf die Fahrsicherheit sowie -fähigkeit und -leistung. Diese können wie folgt unterteilt werden in: Eigenschaften, Fähigkeiten und Fertigkeiten. [7]

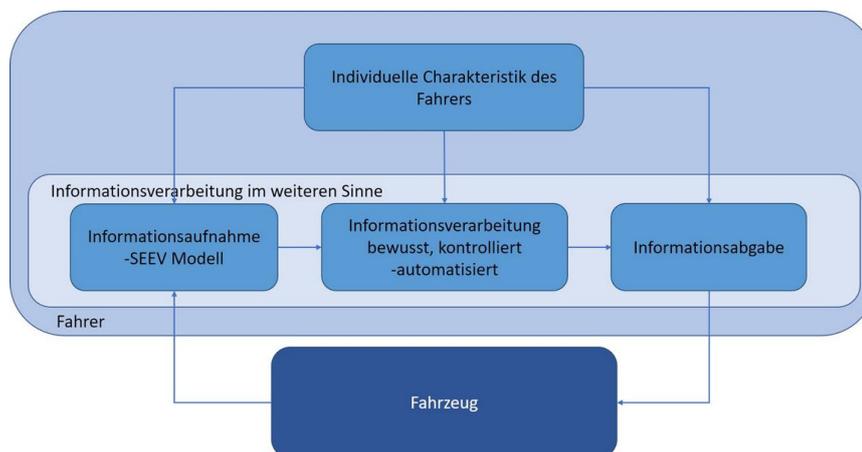


Abbildung 1.1: eigene Darstellung System Fahrer - Fahrzeug

Als relevante Fähigkeiten bei der Führung eines Fahrzeugs werden hauptsächlich Eigenschaften wie Alter, Geschlecht sowie bestimmte Persönlichkeitsmerkmale genannt. Untersuchungen haben gezeigt, dass Männer im Schnitt deutlich risikofreudiger sind und eher zur Überschätzung ihrer Leistungsfähigkeit tendieren als Frauen.

Sowohl die kognitiven als auch die sensomotorischen Fähigkeiten des Menschen haben Einfluss auf die Abarbeitung des Informationsverarbeitungsprozesses. Es zeigen sich zum Beispiel Einschränkungen bei der Informationsaufnahme älterer Personen, da sich die Leistungsfähigkeit der Rezeptoren im Alter verschlechtert.

Auf die Fertigkeiten in Zusammenhang mit dem Steuern eines Fahrzeuges haben der Fahrstil bzw. die Erfahrung des Fahrers einen wesentlichen Einfluss. Beim Fahrstil zum Beispiel spielen die Erfahrung sowie die Persönlichkeit des Fahrers eine wesentliche Rolle.

1.2.3 Fahrerverhaltensmodelle

Mitte des 20. Jahrhunderts wurde damit begonnen, das Verhalten des Fahrers während des Fahrens in Fahrermodellen zu beschreiben. Im Folgenden soll kurz auf das Drei-Ebenen-Modell von Rasmussen (1983), sowie auf die Drei-Ebenen-Hierarchie von Donges (1982) eingegangen werden. Diese dienen auch als Grundlage für eine Reihe von Weiterentwicklungen. [7]

Drei-Ebenen-Modell:

Rasmussen geht bei seinem Drei-Ebenen-Modell von zielgerichteten Tätigkeiten aus, die wissens-, regel- und fertigkeitsbasierte Verhaltensweisen reflektieren. Komplexe Situationen, die den Fahrer unvorbereitet treffen, fallen in die Ebene des wissensbasierten Verhaltens. Die nächste Ebene, das regelbasierte Verhalten, hat abgespeicherte Verhaltensmuster, die bei vergangenen Situationen bereits aufgetreten sind. Die dritte Ebene schließlich, das fertigkeitsbasierte Verhalten, beinhaltet routinemäßige Handlungsabläufe.

Drei-Ebenen-Hierarchie:

Im Gegensatz zu Rasmussen definiert Donges keine personenbezogenen Tätigkeiten, sondern er differenziert nach Fahraufgaben. Sie werden unterteilt in die drei Ebenen Navigation, Bahnführung und Stabilisierung.

Bei den beiden erwähnten Modellen handelt es sich um hierarchisch angeordnete Fahraufgaben. Hollnagel und Woods (2005) erweitern das Modell von Donges, indem sie von einer Wechselwirkung zwischen den einzelnen Ebenen ausgehen, und eine synchrone Verfolgung der Ziele mitberücksichtigen. Ihr Modell ist das Extended Control Model (ECOM) und es beschreibt die Kontrollinstanzen Zielsetzung, Überwachung, Regulierung und Kursverfolgung. [8]

1.3 Nutzerprofile

Auch der Begriff „Nutzerprofile“ ist sehr essentiell. Im Rahmen dieser Arbeit wird damit das Mobilitätsverhalten von Personen definiert. Unterschiedliche Institutionen befassen sich seit Jahren mit diesem speziellen Thema. Mit dem Anspruch „Mobilität gestalten und verändern“ konnte beispielsweise das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie bei der Mobilitätsbefragung *Österreich unterwegs 2013/14* umfassende Informationen zum Thema Mobilität sammeln. Wie zum Beispiel, dass 83% der Personen an einem Werktag mobil sind. Das heißt sie verlassen ihr Haus/Wohnung, um Wege außer Haus zu erledigen, bzw. sie legen im Durchschnitt 36 Kilometer pro Werktag zurück. Die Hälfte der Wege legen sie mit dem motorisierten Individualverkehrsmittel als Lenker zurück, um nur ein paar Werte zu nennen. [10]

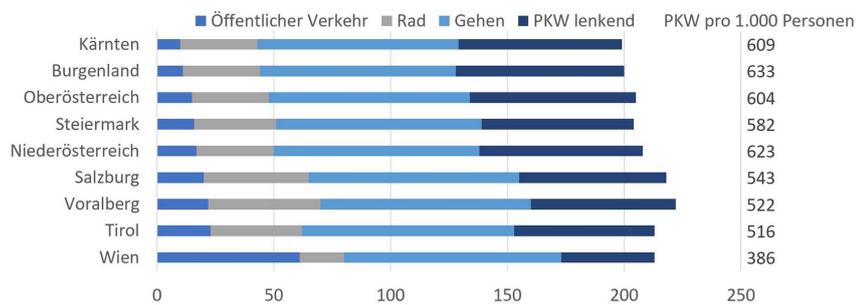


Abbildung 1.2: eigene Darstellung, Multimodalität in den jeweiligen Bundesländern (Personenanteil in Prozent bei täglicher oder mehrmaliger Nutzung pro Woche)

Der Verkehrsclub Österreich („VCÖ - Mobilität mit Zukunft“) hat wiederum im Rahmen eines EU-Projekts mit Namen USEmobility herausgefunden, dass das Mobilitätsverhalten der Österreicher häufig mit einem Arbeitsplatz- und Wohnungswechsel zusammenhängt. Auch bewegen sie sich immer häufiger multimodal, das heißt, es wird auf einer Strecke eine Kombination aus mehreren Verkehrsmitteln verwendet. In Abbildung 1.2 ist das multimodale Verhalten in den Bundesländern grafisch dargestellt und es sind deutliche Unterschiede zwischen Stadt und Land am Beispiel von Wien und Kärnten zu erkennen. In Wien benützt ein großer Teil der befragten Personen die öffentlichen Verkehrsmittel, wohingegen in Kärnten ein Großteil der Personen den PKW als Fortbewegungsmittel benutzt.¹

Wie bereits erwähnt, hat der Weg zum Arbeitsplatz einen hohen Anteil am Mobilitätsverhalten. So wird von den täglich 5,8 Millionen Kilometern zur Arbeit fast ein Drittel mit dem Auto zurückgelegt. Unternehmen können hier einen wesentlichen Einfluss darauf haben, wie umweltfreundlich ihre Beschäftigten zur Arbeit gelangen. Die Firma Anton Paar in Graz belohnt beispielsweise ihre Beschäftigten mit 1,7€ für jeden Arbeitsweg mit dem Fahrrad und erfährt durch die starke Nutzung dieses Angebots nur eine 50%-Auslastung des Betriebsparkplatzes. [11]

Auch bei den Neuzulassungen lässt sich in den letzten Jahren ein deutlicher Anstieg von Fahrzeugen mit alternativen Antrieben erkennen. Zwar sind nach wie vor diesel- und benzinbetriebene Fahrzeuge deutlich in der Mehrheit, aber wie in Abbildung 1.3 zu erkennen ist, gibt es seit 2015 einen merklichen Anstieg von reinen Elektrofahrzeugen sowie Hybridfahrzeugen mit Benzinmotor. Auf Grund der besseren Darstellung wurden Fahrzeuge mit Verbrennungsmotor in dieser Ansicht nicht berücksichtigt.

¹<https://www.vcoe.at/publikationen/vcoe-factsheets/detail/multimodale-mobilitaet-im-trend>

²<https://www.statistik.at/>

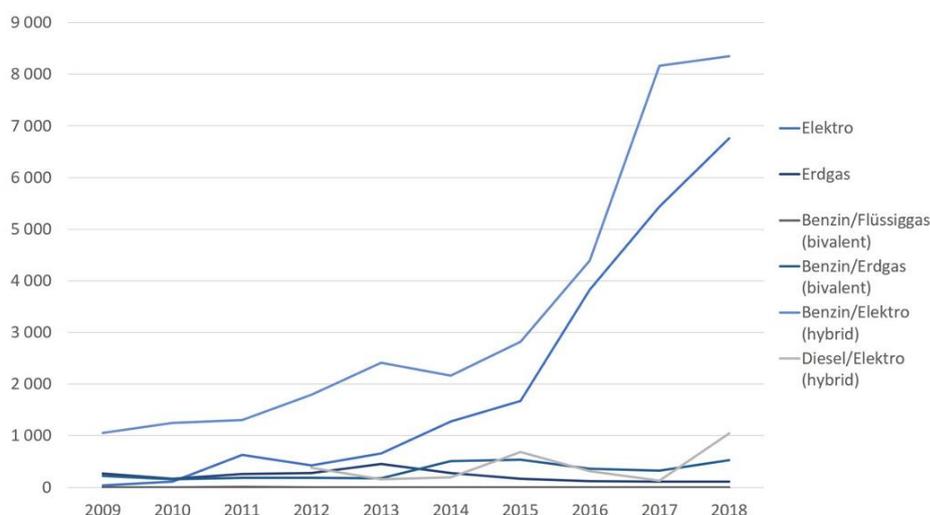


Abbildung 1.3: eigene Darstellung, Anteil alternativ angetriebener Fahrzeuge nach Neuzulassungen ²

1.4 Flottenmanagement

Das Organisieren, Verwalten, Betreuen und Verantworten einer Fahrzeugflotte beschreibt im Groben die Tätigkeiten des Flottenmanagements, mit dem Ziel, die Fahrzeuge effizient, kostenorientiert und nachhaltig zu steuern. Des Weiteren kann es auch als die Gesamtheit jener Prozesse und Aufgaben, die im direkten oder indirekten Zusammenhang mit der Fuhrparkverwaltung stehen, angesehen werden. ³[12]

1.4.1 Strategisches Flottenmanagement

Der Fuhrpark zählt zu jenen Bereichen eines Unternehmens, in denen noch großes Sparpotenzial vorhanden ist. Vor allem bei historisch gewachsenen Unternehmen ist es möglich, die Ausgaben um bis zu 19 % zu reduzieren. Beginnend bei der Anschaffung mit der Entscheidung, ob das Fahrzeug gekauft, geleast oder finanziert wird, kann es auf Grund des breiten Angebots zur ersten großen Herausforderung kommen. Des Weiteren dürfen auch die laufenden fahrzeugbezogenen Kosten nicht außer Acht gelassen werden, wie Verschleiß, Kraftstoffverbrauch oder sogar Stillstandszeiten. Jenes Wissen kann wiederum eine Unterstützung für die Auswahl neuer Fahrzeuge sein. Für einen guten Überblick der Wirtschaftlichkeit einer Flotte empfiehlt es sich daher, auf leistungsstarke Informationstechnik (IT) zu setzen, welche jederzeit einen Gesamtüberblick über die Flotte, die Kosten und Statistiken gibt. [13]

³<http://www.flottenlexikon.de/wiki/Fuhrparkmanagement>

1.4.2 Integration von E – Fahrzeugen in Fuhrparkflotten

Wie zuvor erwähnt, steigt der Absatz von Elektrofahrzeugen in Österreich stetig an. Damit dieser Trend weiter zunimmt, gibt es von Seiten der Republik Österreich Unterstützungen für Endkunden. Bis zu einem bestimmten Bruttolistenpreis wird der Kauf eines Elektrofahrzeuges oder eines Brennstoffzellenfahrzeuges mit einer Ankaufprämie unterstützt. Bei Unternehmen kommen zusätzlich noch die Unterstützungen im Bereich Aus- und Aufbau der Elektro - Ladeinfrastruktur hinzu, welche öffentlich zugänglich sein muss, sowie das Elektro-Mobilitätsmanagement und der elektrische Fuhrpark. All diese Bereiche werden finanziell unterstützt. [14] Um den Umstieg für Unternehmen noch interessanter zu gestalten, gibt es seit 2016 weitere Anpassungen. So wurde zum Beispiel der Vorsteuerabzug für Fahrzeuge mit Null Gramm CO₂ pro Kilometer eingeführt und die Sachbezugsbesteuerung bei der Privatnutzung auf Null gesetzt.⁴

⁴<https://www.vcoe.at/publikationen/blog/detail/wie-die-umstellung-auf-e-fahrzeuge-gelingen-kann>

2 Ausgangssituation

Elektrorallye „e-Via“

Bei der e-Via handelt es sich um eine zweitägige Elektrorallye, welche 2018 bereits das vierte Mal stattfand und durch die Steiermark bzw. Teile Sloweniens führt. Die Veranstaltung wird im Rahmen einer vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) (Programm Interreg SIAT) und vom Land Steiermark kofinanzierten, grenzüberschreitenden Kooperation mit dem Projekttitle „E-SME – E-Mobilität begegnet KMU's“ ermöglicht und durch zahlreiche Projektpartner, allen voran der Energieregion Oststeiermark (EROM) GmbH organisiert. Die Strecke führt für 36 teilnehmend, rein elektrisch betriebene Fahrzeuge über 600 km vorbei an 13 Ladestandorten, beinhaltet 7 Sonderprüfungen und 13 Checkpoint - Standorte. Die genaue Route kann dem Appendix entnommen werden. Die Herausforderung bestand darin, das Lademanagement an den dafür vorgesehenen Standorten so zu koordinieren, dass alle Elektro (E)-Fahrzeuge je nach Reichweite (von 100 bis 480 km) in möglichst kurzer Zeit mit möglichst viel Energie versorgt werden, um ihre weiteren Etappen bewältigen zu können. Am Ende dieser Rallye wurden die Gewinner in den folgenden Kategorien gekürt: Warm Up, Zeitfahren, effizientes Fahren und Sonderprüfungen. Das Institut für Fahrzeugtechnik der Technischen Universität Graz war mit der Auswertung des effizienten Fahrens beauftragt. Hierfür wurden die teilnehmenden Fahrzeuge mit GPS-Datenloggern ausgestattet. Mit den darauf aufgezeichneten Daten konnte mit Hilfe von MATLAB der effektive Energieverbrauch an beiden Renntagen bestimmt werden.¹

In Abbildung 2.1 sind Herstellerangaben dargestellt, die einen Verbrauchsüberblick je nach Reichweite teilnehmender Fahrzeuge gibt. Anhand der Grafik ist gut zu erkennen, dass sich eine Vielzahl der teilnehmenden Fahrzeuge im Bereich zwischen 200 und 300 km Reichweite befinden und im Schnitt einen Verbrauch von 13 kWh/100km aufweisen. Auf die methodisch ermittelten Energieverbrauchswerte der Teilnehmer während der e-Via wird später in dieser Arbeit eingegangen.

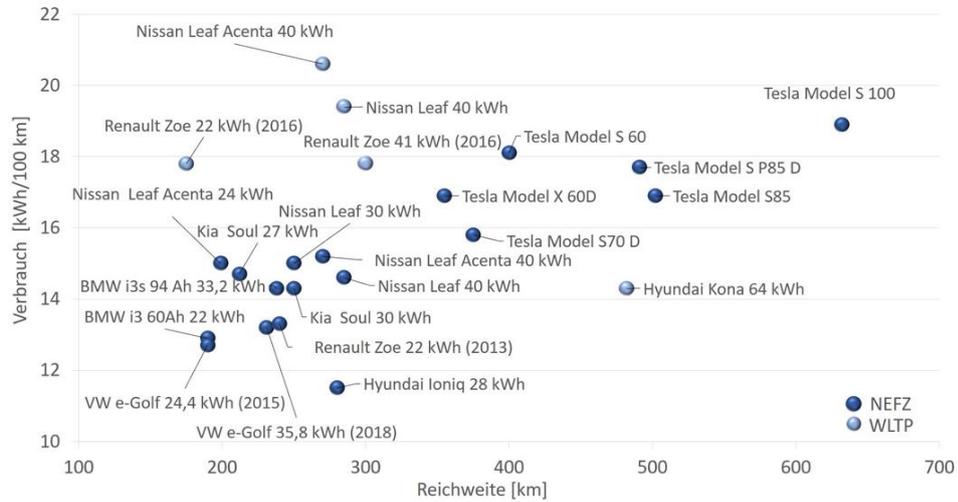
2.1 Messtechnische Methodik e-Via

2.1.1 Messung - aktueller Auswertungsstand

Im Folgenden wird ein Überblick über den Prozess der Messung sowie seiner Auswertung gegeben. Wie bereits erwähnt, war die Technische Universität Graz mit

¹<http://www.e-via.info/index.php?id=173>

²<https://www.adac.de/infotestrat/autodatenbank/>

Abbildung 2.1: Herstellerangaben Verbrauch über Reichweite ²

der Bewertung des effizienten Fahrens betraut. Aufgrund der starken Limitierung des Budgets wurde darauf geachtet, dass die zu verwendende Messtechnik im unteren Preissegment angesiedelt ist. Des Weiteren musste berücksichtigt werden, dass die Messtechnik sofort verfügbar ist und nicht gesondert am oder im Fahrzeug verbaut werden darf. Als einfachste Lösung für diesen Anwendungszweck hat sich der GPS-Datenlogger „Renkforce GT 730“ erwiesen, auf welchen später noch detaillierter eingegangen wird. Der gesamte Messprozess, beginnend beim GPS-Datenlogger bis zum finalen Ergebnis in Excel, ist in Abbildung 2.2 dargestellt. Jedes teilnehmende Fahrzeug der e-Via hat mit Beginn des jeweiligen Renn-tages einen GPS-Datenlogger erhalten, welcher im Handschuhfach abgelegt wurde. Es wurde auch darauf geachtet, dass jedes teilnehmende Fahrzeug an derselben Stelle den Datenlogger erhalten hat. Am Ende jedes Renntages wurden die Datenlogger wieder eingesammelt und die weitere Auswertung konnte beginnen. Auch bei der Zieleinfahrt wurde darauf geachtet, dass der Datenlogger von allen Teilnehmern an derselben Stelle entgegengenommen worden ist, sodass alle Teilnehmer denselben Start- und Zielpunkt haben. In einem weiteren Schritt mussten die GPS-Daten von den Datenloggern auf den Laptop übertragen werden. Dies erfolgte mit der mitgelieferten Software „CanWay“. Die erfassten Daten können in einem weiteren Schritt als gpx-Datei abgespeichert werden. Damit keine Schwierigkeiten bei der Auswertung auftreten, wurden die Datenlogger im Vorhinein beschriftet und in chronologischer Reihenfolge den jeweiligen Startnummern zugeordnet. Für die Berechnung in MATLAB mussten die generierten gpx-Dateien noch in eine mat-Datei umgewandelt werden. Nach der Konvertierung aller Dateien konnte die Berechnung gestartet werden. Am Institut war eine entsprechende Vorlage zur Berechnung der Energieeffizienz bereits vorhanden, sodass diese weiterver-

wendet werden konnte. Auf die genauen Schritte in MATLAB wird später noch im Detail eingegangen. Im finalen Schritt des Prozesses wurde aus MATLAB ein Excel-Dokument generiert, welches die Reihung der teilnehmenden Teams und ihr jeweiliges Energieeffizienz - Resultat ausgibt.

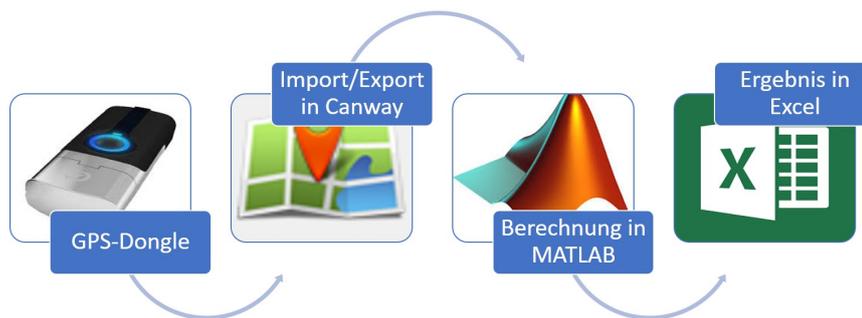


Abbildung 2.2: Prozessablauf der Messung

2.1.2 Messtechnik

Nach der Präsentation der Ausgangssituation und der Messdatenerfassung des Ablaufs der Auswertung, wird nun detaillierter auf die verwendete Messtechnik und Auswertesoftware eingegangen.

GPS-Datenlogger

Abbildung 2.3 zeigt den GPS-Datenlogger in zerlegtem Zustand. Die Hauptbestandteile des Geräts sind mit den schwarzen Rechtecken markiert und werden in Tabelle 2.4 beschrieben. Mit diesem war es möglich, jede Sekunde die aktuelle Position sowie die Höhe über Adria der jeweiligen e-Via Teilnehmer aufzuzeichnen. Durch den verbauten Lithium-Polymer-Akku ist eine Aufzeichnung ohne externe Stromversorgung für circa 12 Stunden möglich. Der Verbaute SIRF-4-Chipsatz ist ein GPS-Empfänger mit einer Positionsgenauigkeit von 5m (Streukreisradius).

³<https://ulfs.jimdo.com/2012/04/13/erfahrungsbericht-gps-datenlogger-gt-730-und-lightroom-4-gps-tagging/>

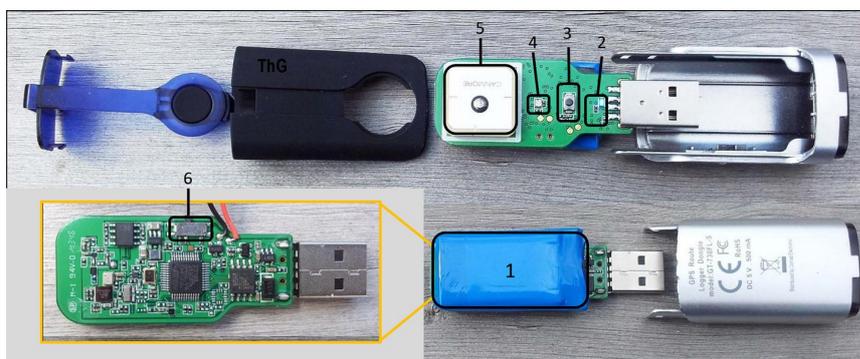
Abbildung 2.3: GPS-Datenlogger zerlegt ³

Abbildung 2.4: Bestandteile GPS-Logger

Nummer	Beschreibung
1	Lithium-Polymer-Akku
2	GPS-Status-Leuchte/Speicher-Status
3	Data Tag-Taste zur Positionsmarkierung
4	Statusleuchte und Ladestatus
5	SIRF-4-Chipsatz
6	Ein/Aus-Schalter

CanWay

Beim System GPS-Datenlogger handelt es sich um ein proprietäres System ohne offenes Interface. Aus diesem Grund können die Daten nur mittels der mitgelieferten Software CanWay oder ähnlicher ausgelesen werden. Abbildung 2.5 gibt einen Überblick über die Software. Rechts oben werden die bereits geladenen Datensätze angezeigt, links unten die Geschwindigkeits-/Höhenübersicht der momentan betrachteten Strecke und rechts unten ist die Strecke visualisiert. Nachdem die Streckendaten von den Datenloggern in das Programm geladen worden sind, können die einzelnen Datensätze für die weitere Bearbeitung als gpx-Files exportiert werden.

2.1.3 MATLAB/Simulink

Wie bereits in Kapitel 2.1.1 erwähnt, diente MATLAB/Simulink zur Berechnung der Energieeffizienz. Das am Institut vorhandene Modell konnte für die Auswertung herangezogen werden. Ausschlaggebend für die durchgeführte Simulation ist das Fahrprofil des jeweiligen Fahrers, welches sich aus dem Geschwindigkeitsverlauf und dem Höhenprofil zusammensetzt. Das jeweils verwendete Fahrzeug wird dabei nicht abgebildet, es wird für jeden Fahrer dasselbe normierte Fahrzeugmodell verwendet. Damit wird sichergestellt, dass nur der Einfluss des jeweiligen Fahrers auf das Ergebnis wirkt, nicht aber die technischen Charakteristika verwen-

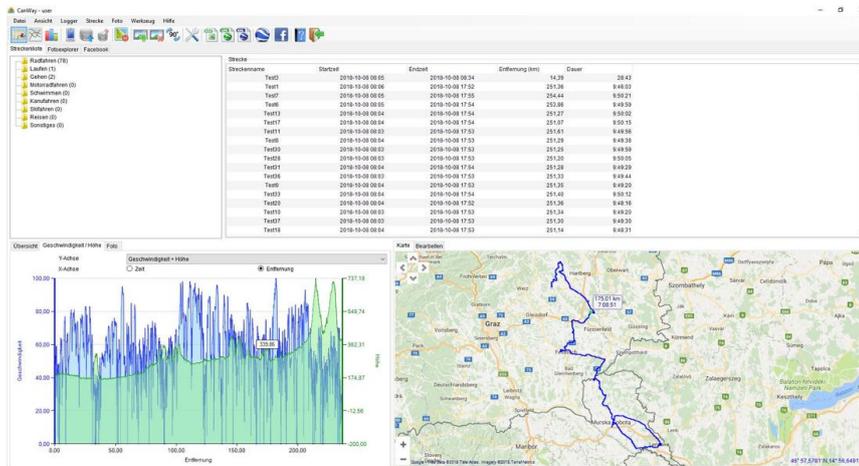


Abbildung 2.5: Graphische Benutzeroberfläche von CanWay

deter Fahrzeuge. Das Ergebnis aus der Simulation wird daher als normierter Energieverbrauch bezeichnet und gilt als Maß für die Energieeffizienz der jeweiligen Fahrweise. Im Folgenden wird darauf im Detail eingegangen.

Referenzfahrzeug - Renault Zoe

Die fahrzeugdefinierenden Daten, die in dieser Arbeit für die Berechnung der Energieeffizienz herangezogen wurden, orientieren sich an einem Renault Zoe. (Abbildung 2.6) Dieses Elektrofahrzeug soll als Referenz für die Simulation herangezogen werden und jeder Fahrer hat hierbei dasselbe Vehikel mit denselben Werten, siehe Tabelle 2.1.



Abbildung 2.6: Referenzfahrzeug Renault Zoe (Quelle: Renault Österreich)

Tabelle 2.1: Daten Referenzfahrzeug Renault Zoe

Masse:	$m=1450$ kg
Luftwiderstandsbeiwert:	$c_{WAF} = 0,69$
Drehmassenzuschlagsfaktor:	$\lambda = 1,05$
Wirkungsgrad Rekuperation	$\eta = 0\%$

Berechnung der Energieeffizienz

Für die Kalkulation der Energieeffizienz fließen spezifische Daten, wie zum Beispiel die Geschwindigkeit und die Höhe in die MATLAB/Simulink-Berechnung mit ein. Als Grundlage hierfür wurden die Formeln zur Aufstellung des Gesamtwiderstands herangezogen, um in einem weiteren Schritt eine Aussage über die Energieeffizienz treffen zu können. In Abbildung 2.7 ist der zentrale Teil des Fahrwiderstandsmodells in Simulink dargestellt. Im Folgenden wird detaillierter auf die einzelnen Rechenschritte des Gesamtfahrwiderstands eingegangen.

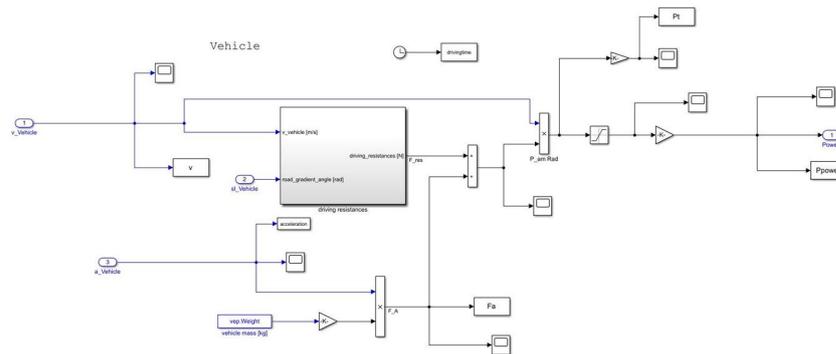


Abbildung 2.7: Simulink Modell Widerstand

1. Rollwiderstand

Der Rollwiderstand setzt sich aus unterschiedlichen Faktoren zusammen, wovon die Walkverlustarbeit beim Abrollen den Hauptanteil ausmacht, siehe Abbildung 2.8 Diese entsteht durch die Deformation der Reifenstruktur und ist bestimmt durch die Walkfrequenz und die Walkamplitude. Weitere Verluste entstehen durch den Kontakt und die Kraftübertragung zwischen Straße und Reifen (Mikroschlupf), durch Schwingungen an der Seitenwand sowie an der Lauffläche, durch Widerstände, die durch die Achsgeometrie verursacht werden und durch Reibungsverluste in den Radlagern sowie in den Bremsen. Des Weiteren haben auch Luftverwirbelungen am Reifen einen wesentlichen Einfluss (Rollenmessungen). [15]

Die Berechnungsformel lautet:

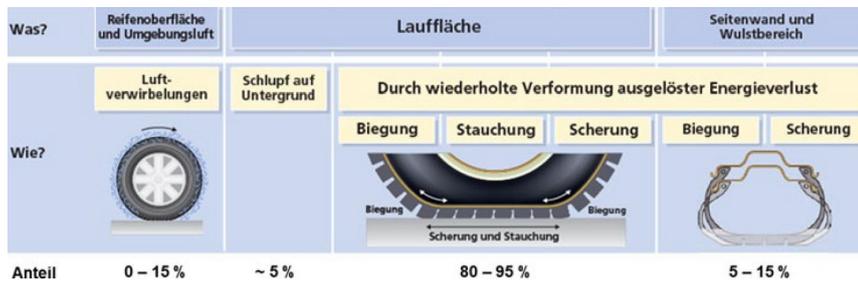


Abbildung 2.8: Zusammensetzung des Rollwiderstands [15]

$$F_R = \mu_R \cdot \left(m_F \cdot g - c_A \cdot A_x \cdot \frac{\rho_L}{2} \cdot v^2 \right) [N] \quad (2.1)$$

wo:

 μ_R = Rollwiderstandswert m_F = Fahrzeugmasse g = Erdbeschleunigung c_A = Auftriebsbeiwert A_x = Stirnfläche ρ_L = Luftdichte v = Fahrzeuggeschwindigkeit

2. Luftwiderstand

Druckdifferenzen, die während der Fahrt am Fahrzeug in Strömungsrichtung entstehen, stellen einen großen Anteil des Luftwiderstands dar. Zusätzlich kommen noch Anteile durch Reibung an der Fahrzeugoberfläche, sowie Impuls- und Reibungsverluste durch die Durchströmung von Fahrzeugkomponenten (zB. Motorraum, Innenraum) hinzu. Durch diese drei Widerstandsanteile stellt sich der Luftwiderstand dar und kann wie folgt berechnet werden. [15]

$$F_w = c_w \cdot A_x \cdot \frac{\rho_L}{2} \cdot v^2 [N] \quad (2.2)$$

wo:

 c_w = Luftwiderstandsbeiwert

3. Hangabtriebskraft

Unter den Hangabtriebskräften werden alle Steigungen bzw. Gefällstrecken berücksichtigt und wie folgt berechnet. [15] Die zugehörige Formel lautet:

$$F_H = m_F \cdot g \cdot \sin \alpha [N] \quad (2.3)$$

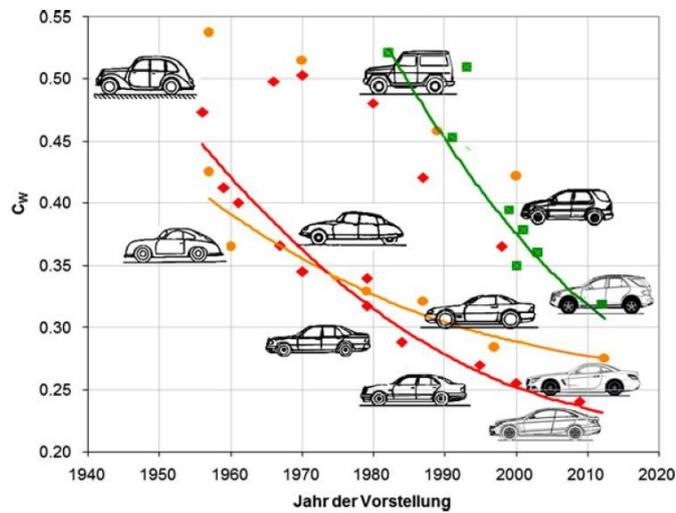


Abbildung 2.9: Die Entwicklung des Luftwiderstands über die Zeit [15]

wo:

α = Steigungswinkel

4. Beschleunigungskräfte

Durch die Beschleunigung des Fahrzeugs wird kinetische Energie in translatorische als auch rotatorische Bewegungen des Fahrzeugs gespeichert. [15] Die Berechnungsformel lautet:

$$F_B = \left(m_F + \frac{J_R + i^2 \cdot J_M}{r_{stat} \cdot r_{dyn}} \right) \cdot \frac{dv}{dt} = m_{res} \cdot \frac{dv}{dt} [N] \quad (2.4)$$

wo:

J_R = Trägheitsmoment

i = Übersetzung

r = Reifenhalmmesser

5. Gesamtfahrwiderstand

Durch Addition der Einzelwiderstände ergibt sich der gesamte Fahrwiderstand, siehe Gleichung 2.5. Durch Multiplikation mit der Geschwindigkeit des Fahrzeugs ergibt sich der gesamte Leistungsbedarfs in Watt, siehe Gleichung 2.6 [15]

$$F_{Ges} = F_R + F_W + F_H + F_B [N] \quad (2.5)$$

$$P_{Ges} = F_{Ges} \cdot v [W] \quad (2.6)$$

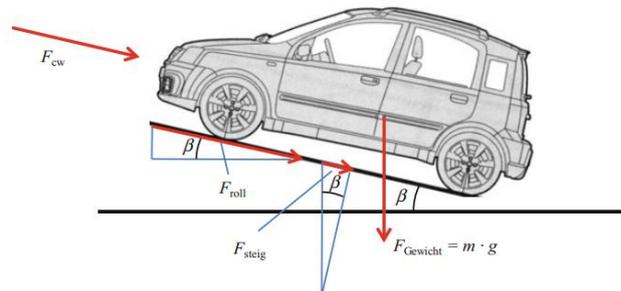


Abbildung 2.10: Kräfte am Fahrzeug [16]

In Abbildung 2.11 sind die Fahrwiderstände der teilnehmenden Fahrzeuge der e-via graphisch dargestellt. Bei dieser Berechnung ist noch zu erwähnen, dass es sich hierbei um eine vereinfachte Form handelt. Berücksichtigt wurden der Rollwiderstand und der Luftwiderstand, der Steigungswiderstand wurde für die Ebene mit 0 angenommen. Durch diese Darstellung ist gut zu erkennen, dass je größer die Stirnfläche und desto schwerer das Fahrzeug ist, desto höher wird auch der Gesamtwiderstand des Fahrzeugs sein. Am Beispiel der teilnehmenden Fahrzeuge hat dadurch das Tesla Model X den größten Gesamtwiderstand und der Hyundai Ioniq den geringsten, begründet in 1000 kg Differenzgewicht.⁴ Die Berechnung dieser Kurven kann dem Appendix entnommen werden.

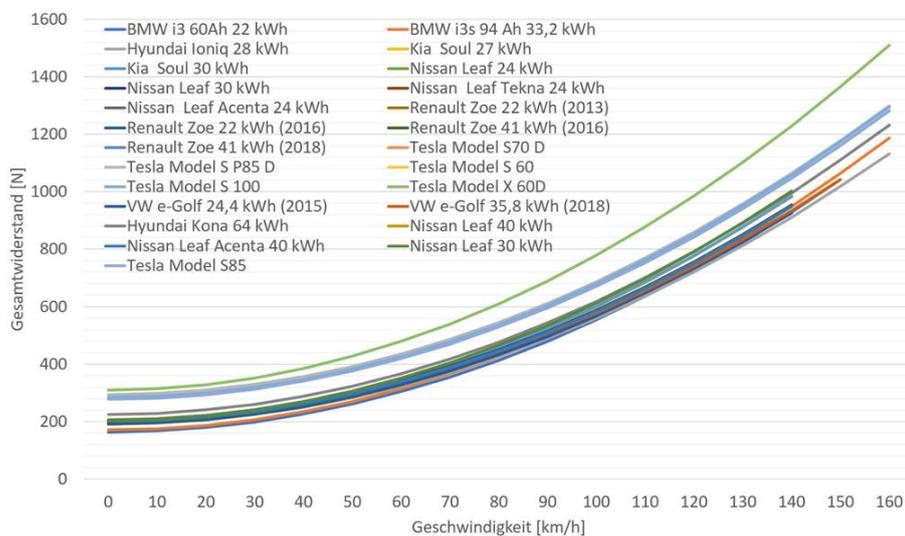


Abbildung 2.11: Gesamtwiderstand der teilnehmenden Fahrzeuge

⁴<https://www.adac.de/infotestrat/autodatenbank/>

2.1.4 Kritische Punkte/Herausforderung

Während der e-Via sind auch einige Schwächen beim aktuellen System aufgetreten, aber auch Herausforderungen, auf die im Weiteren eingegangen wird.

Risiken

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit den Nachteilen und Problemen, die während der e-Via festgestellt wurden. Obwohl die Geräte im Vorfeld auf Verlässlichkeit, Akkulaufzeit und Genauigkeit getestet worden sind, konnten trotzdem sporadische Fehlfunktionen festgestellt werden.

- *Signalverlust:*

Bei einem teilnehmenden Team ist ein zeitweiser Signalverlust aufgetreten. Jedoch wurde bei der Analyse in CanWay schnell ersichtlich, dass das Team eine Schnellladestation in einer Tiefgarage benutzt hat. Die Abbildung 2.12 stellt die Aufzeichnung in CanWay dar; der Signalverlust ist rot umrahmt, das erneute Signal grün. Das Gerät speichert bei einem Verlust des GPS-Signals die Messung zwischen und startet die Aufzeichnung wieder, sobald der Empfang erneut vorhanden ist.

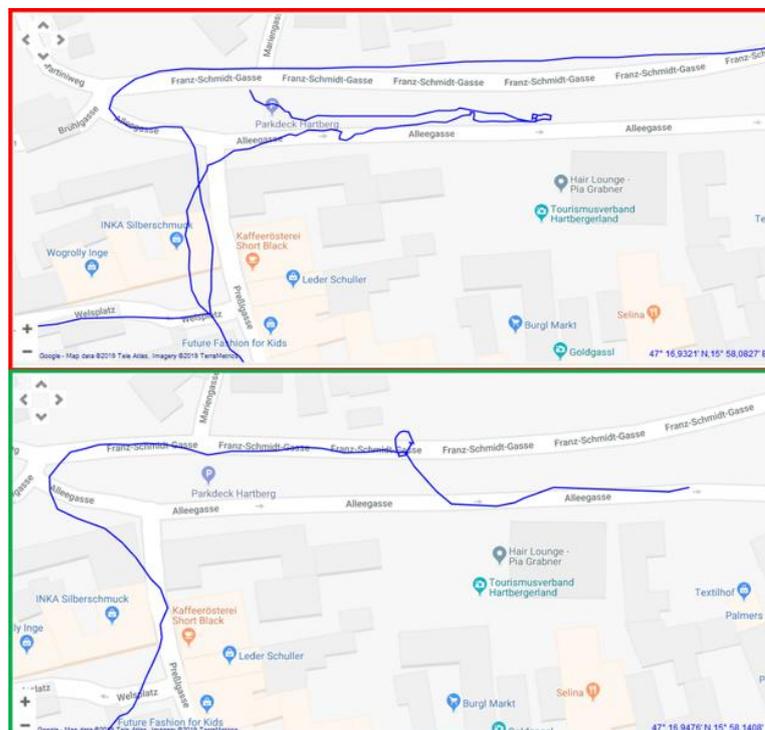


Abbildung 2.12: Signalverlust in Tiefgarage

- *Falsche Handhabung:*

Ein anderer GPS-Datenlogger hat die Aufzeichnung nach 14,39 km gestoppt. Nach Prüfung des Geräts konnte kein technisches Problem von Seiten des Akkus, des Signalempfangs oder eines eventuellen Speicherproblems festgestellt werden. Weitere technische Probleme konnten ausgeschlossen werden. Deshalb wird davon ausgegangen, dass das Gerät manuell ausgeschaltet worden ist. In Abbildung 2.13 ist die aufgezeichnete Strecke vom Startpunkt in Stubenberg am See bis zum Ende der Aufzeichnung dargestellt.

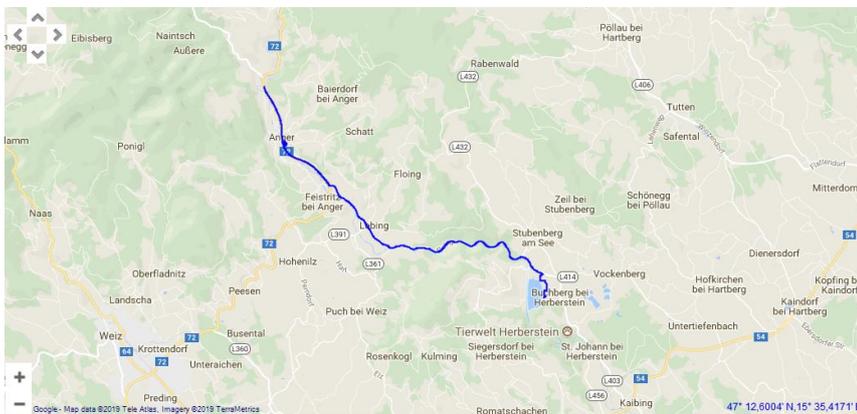


Abbildung 2.13: Falsche Handhabung des Geräts

- *Verlässlichkeit:*

Ein weiteres Problem, welches jedoch erst bei der finalen Auswertung in MATLAB ersichtlich wurde, ist die Zuverlässigkeit und Vergleichbarkeit der Datenaufzeichnung. Nach der Berechnung der Energieeffizienz ist bei einem GPS-Datenlogger ein doppelt so hoher Wert wie bei den anderen aufgetreten. In CanWay konnte diese Abweichung zu 100% nicht nachvollzogen werden, da alle Werte ähnlich der anderen Teilnehmer waren. Bei der nachträglichen Kontrolle bzw. erneuten Aufzeichnung von Strecken mit dem verwendeten GPS-Datenlogger trat dieser Fehler weiterhin auf. Für zukünftige Einsätze empfiehlt es sich, diesen Datenlogger gegen einen Ersatz-Datenlogger auszutauschen, sodass dieser Fehler nicht mehr auftreten kann.

- *Genauigkeit:*

Auf freier Strecke konnte bei den aufgezeichneten Daten der GPS-Datenlogger keine erwähnenswerte Abweichung festgestellt werden. Lediglich bei manchen Ladestandorten, die von höheren Häusern umgeben waren, wurden Abweichungen ersichtlich. In Abbildung 2.14 ist zu erkennen, dass das GPS-Signal aufgrund der Störungen der Häuser und des freien Blickes zu den Satelliten anfängt zu springen und versucht ein möglichst genaues Signal zu

Ablauf der Effizienzbewertung

Mit Abbildung 2.2 wurde ein erster überblicksmäßiger Entwurf des Messablaufs dargestellt. Die folgende Abbildung (2.15) beleuchtet diesen Ablauf etwas detaillierter.

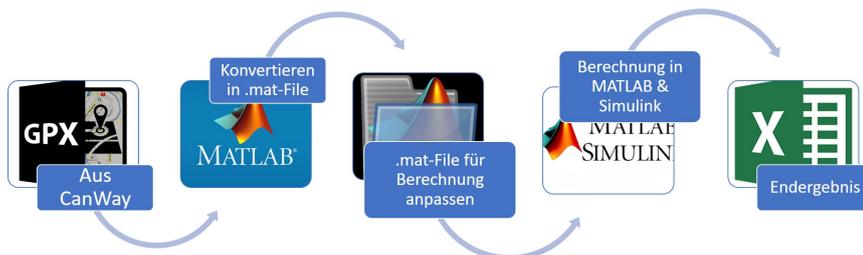


Abbildung 2.15: Prozess der Effizienzbewertung

Nachdem die Daten vom GPS-Datenlogger in CanWay importiert und im gpx-Format abgespeichert worden sind, müssen die Daten in ein für MATLAB entsprechendes Dateiformat konvertiert werden. Bevor die Berechnung der Energieeffizienz möglich ist, müssen die erhaltenen Datensätze in MATLAB noch mittels eines adaptierbaren MATLAB-Codes in eine entsprechende Formatierung gebracht werden. Abschließend kann mit der Berechnung der Energieeffizienz begonnen werden. Die Dauer der Simulation ist stark von der Datensatzgröße abhängig.

Ergebnisse aus CanWay

Im Folgenden soll auf die Ergebnisse in CanWay eingegangen werden. Die erste Betrachtung bezieht sich auf die grafische Darstellung. Hierbei kann eine erste grobe Abschätzung des Fahrverhaltens des soeben analysierten Teilnehmers durchgeführt werden. Dabei kann eine Aussage darüber getroffen werden, ob seine Fahrweise eher aggressiv, sportlich oder doch eher zurückhaltend ist. Aus diesem Grund werden Beispiele aufgezeigt, um das beschriebene unterschiedliche Verhalten der Fahrer zu visualisieren. In Abbildung 2.16 wird auf einen zurückhaltenden Fahrer eingegangen. Der Geschwindigkeitsverlauf des Teilnehmers zeigt keine nennenswerten Spitzen oder hohen Differenzen auf, was auf eine ausgeglichene Fahrweise zurückzuführen ist. Die höchste Geschwindigkeit, die über die Strecke gemessen wurde, beträgt lediglich 83 km/h, bei einer Durchschnittsgeschwindigkeit von 44 km/h.

Dem gegenüber steht der aggressive sportliche Fahrer, präsentiert in Abbildung 2.17. Bei jenem Teilnehmer wurden als Höchstgeschwindigkeit kurzfristig 140 km/h

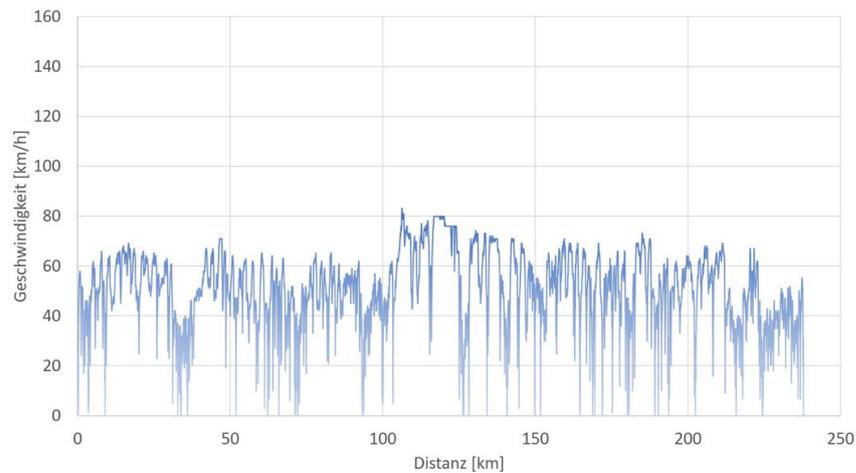


Abbildung 2.16: Zurückhaltende Fahrweise

festgestellt und über die Tagesstrecke betrachtet wurden etliche Male die 100 km/h überschritten. Auch bei der Durchschnittsgeschwindigkeit liegt dieser Teilnehmer mit 50 km/h merklich über dem zurückhaltenden Fahrer. Dieser Unterschied in der Fahrweise wird sich auch in der Energieeffizienzbewertung bemerkbar machen.

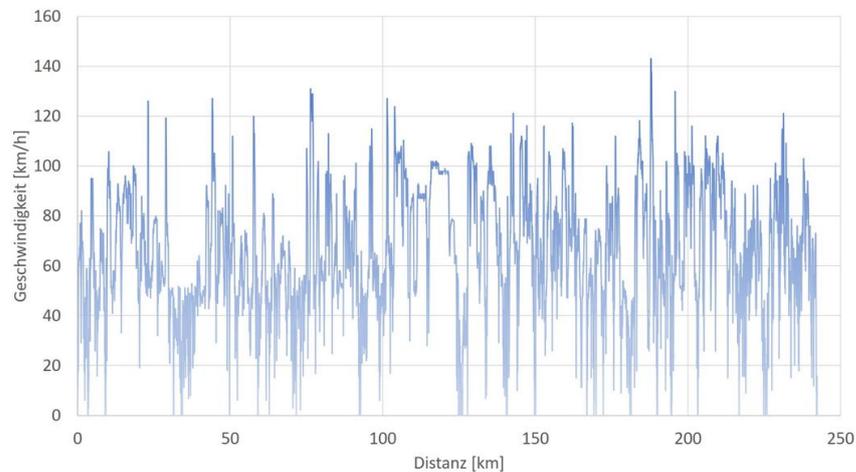


Abbildung 2.17: aggressive/sportliche Fahrweise

In die Berechnung der Energieeffizienz fließt, wie in Kapitel 2.1.3 bereits erwähnt, auch der Steigungswiderstand mit ein. Dieser wird durch das Höhenprofil aus GPS-Daten berücksichtigt. Die Software CanWay bietet neben der Visualisierung der Geschwindigkeit auch eine Möglichkeit, Veränderungen in der Höhe und das damit verbundene Profil zu erfassen. Die beiden folgenden Abbildungen 2.18 und 2.19

zeigen das Höhenprofil der beiden Renntage sowie die dazugehörige Strecke.

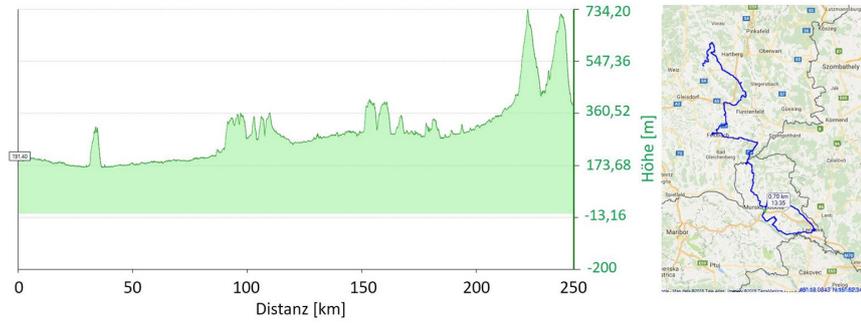


Abbildung 2.18: Höhenprofil des ersten Renntages

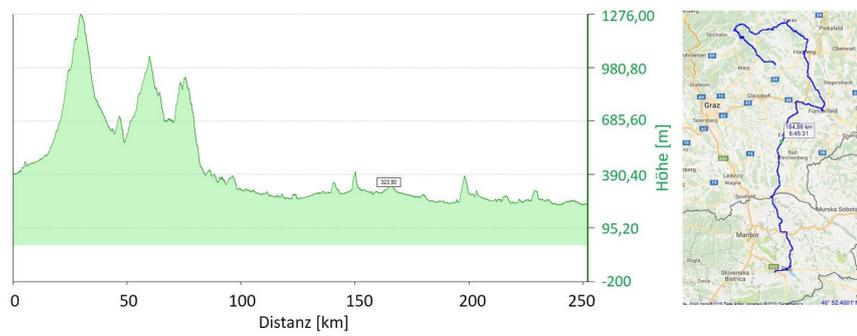


Abbildung 2.19: Höhenprofil des zweiten Renntages

Ergebnisse aus MATLAB-Berechnung

- Warm-Up Tag:

Am Warm-Up Tag hatten die Teilnehmer die Möglichkeit erste Erfahrungen im Umgang mit dem vorbereiteten Roadbook zu sammeln oder auch das Verhalten des Fahrzeugs innerhalb des Arbö Fahrsicherheitszentrums auszu- testen. In die Energiebewertung floss dieser Tag nicht mit ein.

- Ergebnisse Renntag 1:

Der erste Renntag der e-Via startete in Murska Sobota in Slowenien, führte über unterschiedliche Stopps bis zum Ziel in Stubenberg am See in Österreich. Die Gesamtstrecke am ersten Renntag betrug 236,4 km und wies eine Höhendifferenz von in etwa 214 m auf. Die jeweiligen Stopps inklusive der Kilometeranzahl sind anhand eines Auszugs des Roadbooks der e-Via 2018 im Appendix ersichtlich. [17] Die nachfolgende Abbildung 2.20 gibt Aufschluss über das Ergebnis der Energieeffizienzrechnung des 1. Renntages. Ein Großteil des Teilnehmerfeldes befindet sich bei der Betrachtung des Energieverbrauchs zwischen 12 und 15 kWh/100km. Am Ende des Feldes befinden sich die bereits erwähnten sportlich-aggressiven Fahrer mit bis zu 19 kWh/100 km.

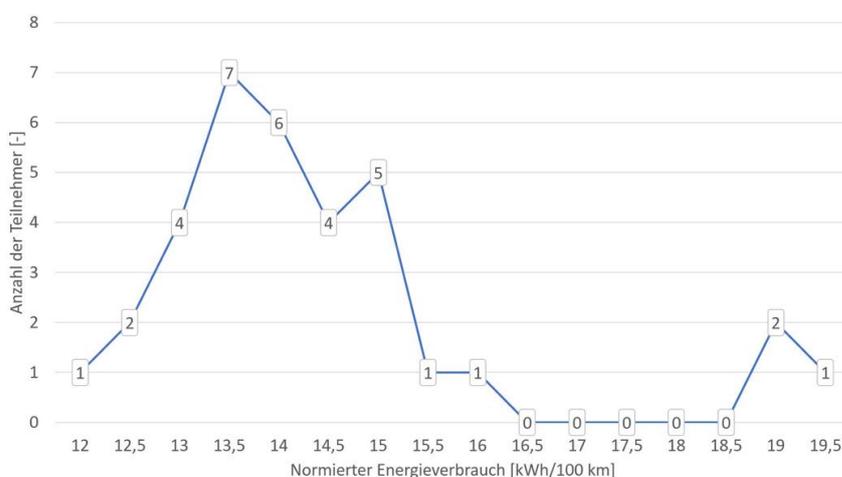


Abbildung 2.20: Häufigkeitsverteilung des normierten Energieverbrauchs, 1. Renntag

- Ergebnisse Renntag 2:

Am zweiten Tag wurde in Stubenberg am See in Österreich gestartet und das Tagesziel sowie das Endziel lag in Ptuj in Slowenien. Die Tageskilometer am zweiten Renntag betragen mit 248,9 km etwas mehr als am ersten Tag. Als Herausforderung hat sich zu Beginn des Wertungstages eine Bergetappe

nach Brandlücken herausgestellt. Die Teilnehmer mussten mit der Energie ihrer Fahrzeuge möglichst sparsam umgehen, um den ersten Ladestandort nach rund 70 km in Vorau zu erreichen. Brandlücken lag circa bei der Hälfte dieser Strecke. Auch am Ergebnis des zweiten Renntages ist zu erkennen, dass das Teilnehmerfeld nicht mehr so nah beieinander liegt wie am ersten Renntag. Das Spektrum erstreckte sich laut Abbildung 2.21 von 12 bis 18 kWh/100km.

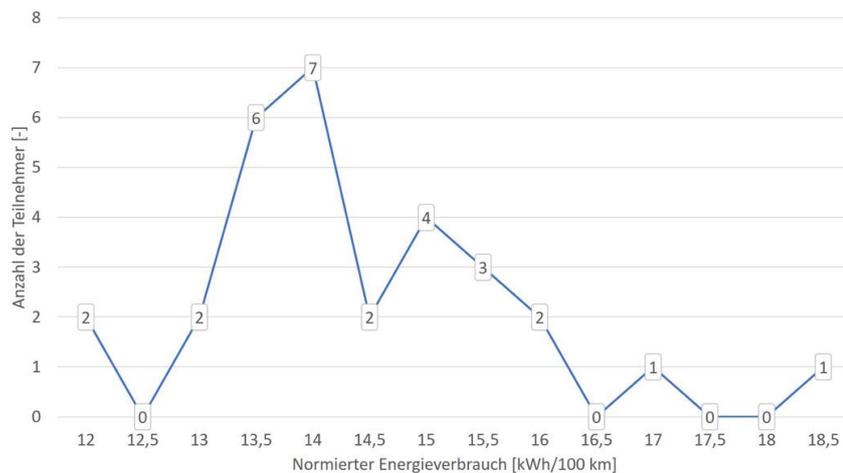


Abbildung 2.21: Häufigkeitsverteilung des normierten Energieverbrauchs, 2. Renntag

- Gesamtergebnis:

Die Berechnung des Gesamtergebnisses wurde mit Hilfe des arithmetischen Mittels der beiden Wertungstage berechnet. Hierfür wurde die Summe der Energieeffizienz der beiden Tage gebildet und durch die Anzahl der Tage geteilt. Daraus ergab sich das in Abbildung 2.22 dargestellte Gesamtergebnis. Vier Teilnehmer wurden aus der Endbewertung genommen, da sie aus unterschiedlichen Gründen die Rallye nicht vollständig absolviert haben. Bei den ersten beiden Plätzen hat eine Differenz von schlussendlich einem Hundertstel kWh/100km über den Sieg entschieden. In diesem Fall liegt ein ideal minimalistischer Energieverbrauch vor. Auch die weiteren Teilnehmer wiesen einen durchaus guten Energieverbrauch auf und nur ein einziges Team sticht mit 19 kWh/100 km aus der Betrachtung des Energieverbrauchs hervor.

Ausgehend von den berechneten Fahrwiderständen wurde die Energieeffizienz der Fahrzeuge berechnet. Die Resultate beziehen sich auf einen Energieverbrauch auf einer Strecke von 100 km mit einer Geschwindigkeit von 50 km/h. Diese Geschwindigkeit wurde als Vergleichsgeschwindigkeit herangezogen. Anhand von

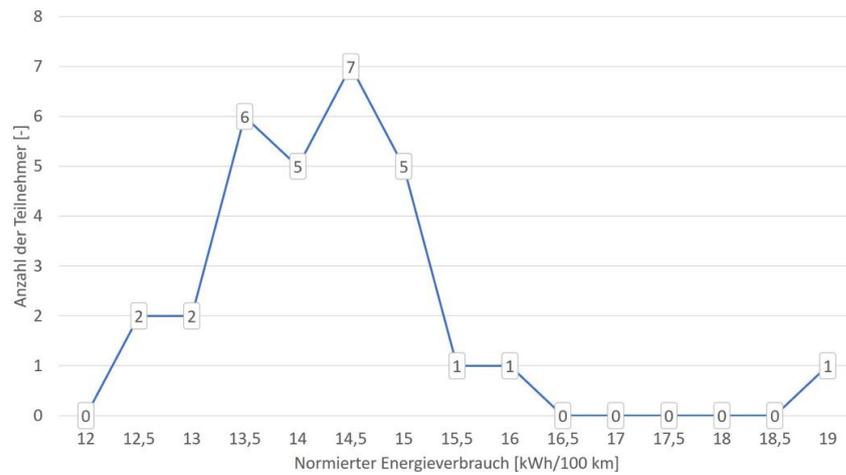


Abbildung 2.22: Gesamtergebnis der Häufigkeitsverteilung des normierten Energieverbrauchs

Abbildung 2.23 wird ersichtlich, dass die Mehrheit der gezeigten Fahrzeuge laut den Herstellerangaben einen Energieverbrauch zwischen 7 und 9 kWh/100 km aufweist.

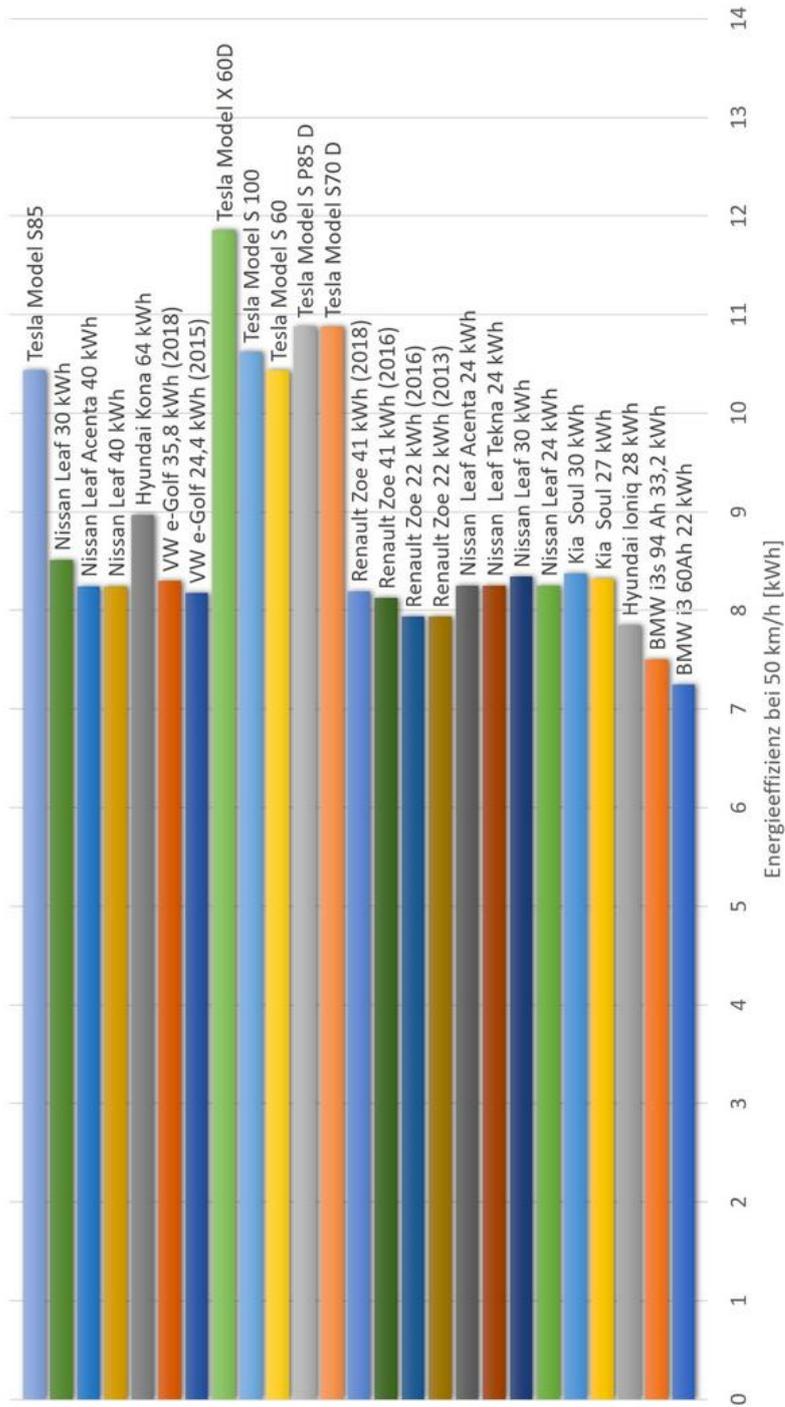


Abbildung 2.23: Berechnete Energieeffizienz der teilnehmenden Fahrzeuge

3 Zukünftige Einsatzgebiete

In diesem Kapitel soll ein Überblick über mögliche zukünftige Einsatzgebiete des in Kapitel 2 grundlegend beschriebenen Systems gegeben werden. Ausgehend von der Ideensuche, welche kurzfristige sowie langfristige Betrachtungen umfasst, wurden die möglichen Bereiche aufgeschrieben. Nach dem Prinzip „vom Groben ins Feine“ wurden nach dem Mind-Mapping sogenannte Idea Cards erstellt, durch welche die Auswahl weiter eingeschränkt werden konnte. Für die detailliertere Betrachtung wurden Business Cards zu Hilfe genommen, um abschließend die Anforderungen an das System aus ihnen abzuleiten. In Abbildung 3.1 wird der Prozess der Ideenfindung der möglichen Einsatzgebiete grafisch dargestellt.

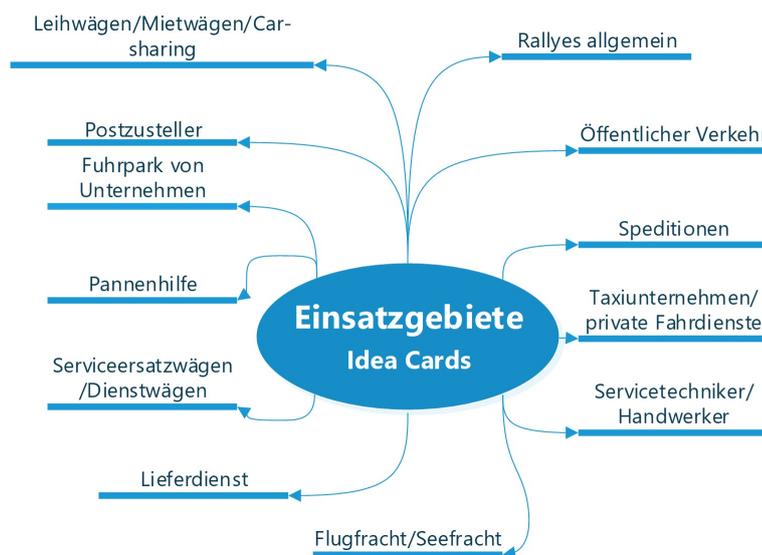


Abbildung 3.1: mögliche Einsatzgebiete

3.1 Idea Cards

Ausgehend von der Ideensammlung in Abbildung 3.1 wurde mit Hilfe von sogenannten Idea Cards auf die einzelnen Einsatzgebiete eingegangen, um daraus eine erste Auswahl ableiten zu können. Durch die Idea Cards soll die Idee über die neuen Bereiche überblicksmäßig beschrieben werden. Sie beinhaltet eine kurze Beschreibung bzw. einen ersten Entwurf der Idee sowie die Art des Systems, durch welches sie ausgeführt werden kann und worin der Nutzen für den Endkunden

besteht. [18] Abschließend wird in Tabelle 3.1 die Entscheidung über potentielle Kunden aus den Idea Cards abgeleitet.

Postzusteller

Beschreibung und Entwurf:

1. Durch den stetig steigenden Onlinehandel und die damit verbundene Vervielfachung der Zusendungen stehen die Postzusteller vor einer Problematik, die sich durch Ineffizienz und Zeitverschwendung auszeichnet, da viele Sendungen während der Normalarbeitszeiten zugestellt werden und dadurch in den meisten Fällen niemand zur Entgegennahme vor Ort ist. Für kleinere Pakete, die im Briefkasten oder in entsprechenden Postablageboxen einen sicheren Platz zur späteren Abholung finden, gibt es Lösungen, aber bei Paketen, die in diesen Ablagemöglichkeiten keinen Platz finden, gibt es keine. Abhilfe könnte eine Echtzeitverfolgung des Pakets liefern, die Aufschluss über den aktuellen Standort des Pakets gibt. Dadurch könnte für den Kunden der mögliche Empfangszeitraum eingegrenzt und das Paket in Kombination mit einer App zu einer für ihn gut erreichbaren Abholstation umgeleitet werden, falls eine Entgegennahme nicht möglich ist.
2. Bei diesem Einsatzgebiet gibt es eine weitere Möglichkeit, das System einzusetzen. Momentan werden die Lieferdaten scheinbar chronologisch nach dem Namen sortiert und nicht nach der Lieferadresse, wodurch der Fall eintritt, das ein und derselbe Umkreis mehrmals täglich angefahren wird. Durch eine Analyse der Fahrstrecke und Optimierung derselbigen lassen sich Zeit und Geld einsparen.

Gelöstes Problem:

1. Der erste Unterpunkt könnte mittels Echtzeit GPS-Tracking der Fahrzeuge und/oder Radio-Frequency Identification (RFID)-Transponder gelöst werden.
2. Der zweite setzt eine Voraboptimierung der Wegstrecke voraus, welche durch GPS-Online oder Offline aufgezeichnet sowie analysiert werden könnte, um das Optimierungspotential aufzuzeigen.

Nutzen:

1. In diesem Fall gibt es sowohl für den Kunden als auch den Lieferanten einen Nutzen. Der Kunde hätte eine Übersicht über den aktuellen Stand seiner Sendung und kann es gegebenenfalls rechtzeitig in seine nächste Ablagestation umleiten lassen. Der Lieferant muss dadurch weniger Adressen anfahren und hat mehr Zeit für die restlichen Pakete.
2. Die Fahrstrecke könnte durch die Analyse effizienter genutzt und die Auslieferzeit für die Pakete dadurch gesteigert werden.

Leihwägen/Mietwägen/Carsharing

Beschreibung und Entwurf:

Leih- und Mietwägen sind an bestimmte Abhol- und Abgabestandorte gebunden. Durch die Standortübertragung der Fahrzeuge wäre es möglich, dass Fahrzeuge auch an anderen Orten abgestellt werden können. Sollte es unvorhersehbar zu einem Parkplatzmangel an den Standorten kommen, könnte der Kunde das Fahrzeug in einem definierten Umkreis um den Abhol- und Abgabestandort abstellen oder auch abholen. Durch eine Smartphone App könnte das Fahrzeug ausgeliehen sowie zurückgeben und mögliche Schäden auch vor Ort dokumentiert werden.

Gelöstes Problem:

Das Parkplatzproblem für Mietwagenfirmen könnte mit einem fest verbauten GPS-Sender im Fahrzeug sowie einer entsprechenden Smartphone App gelöst werden. Zugang zum Fahrzeug könnte man mit einer RFID-Karte oder einem Near Field Communication (NFC)-fähigen Smartphone bekommen.

Nutzen:

Der Kunde hat im Umkreis ein geringeres bis gar kein Problem einen Parkplatz zu finden, denn er kann das Fahrzeug per App wieder auf verfügbar stellen. Außerdem hat er die Möglichkeit das Fahrzeug mittels der RFID-Karte zu öffnen und zu verschließen. In der App kann auch die Verfügbarkeit der Fahrzeuge sowie der Standorte angezeigt werden.

Speditionen

Beschreibung und Entwurf:

Speditionen haben definiert durch ihre Ladung oft auch zeitkritische Zustellaufgaben. Durch unvorhersehbare Verkehrsbehinderungen wie Staus kann es zu einem verzögerten Lieferplan kommen. Der Fahrer hat zusätzlich die Möglichkeit, seine Strecken inklusive Tankmöglichkeiten, Rastplätzen etc. einzusehen und zu planen. Durch den Einsatz von speziell programmierten Tablets kann der Prozess der Planung und Kommunikation vereinfacht werden. Der Fahrer bekommt direkt vom Hauptstandort die Daten zu seiner nächsten Fahrstrecke, mithilfe des Tablets kann er die Güter ein und auschecken und durch zusätzlich verbaute Transponder im Lastkraftwagen (LKW) haben die Mitarbeiter am Hauptstandort immer einen Überblick über die Standorte der Fahrzeugflotte.

Gelöstes Problem:

Für die Standortbestimmung werden GPS-Sender in den Fahrzeugen verbaut sowie speziell programmierte Tablets für die Optimierung und Unterstützung verwendet.

Nutzen:

Durch die Standortbestimmung hat der Koordinator am Hauptstandort immer eine Übersicht darüber, wo sich welche Fahrzeuge befinden und kann bei möglichen Verzögerungen eingreifen, indem er zum Beispiel eine Routenänderung schickt. Durch die Verwendung des Tablets werden automatisch alle Lieferscheine digital übermittelt und können abgelegt werden, was zusätzliche Mengen an Papier erspart.

Serviceersatzwägen/DienstwägenBeschreibung und Entwurf:

Autohäuser/Unternehmen stellen ihren Kunden/Mitarbeitern im Bedarfsfall Ersatzwägen zur Verfügung. Nachdem der Unternehmer verpflichtet ist, alle dienstlich getätigten Fahrten zu dokumentieren, muss das in Form eines Fahrtenbuches ausgeführt werden (Uhrzeit, Name des Fahrers, Tachostand und Strecke). Der Kunde/Mitarbeiter müsste bei jeder Fahrt die entsprechenden Dokumente ausfüllen, solange er das Fahrzeug in Verwendung hat. Damit der Unternehmer eine hohe Zufriedenheit bei seinem Kunden/Mitarbeitern erlangt, empfiehlt sich der Einsatz von digitalen Fahrtenbüchern, welche die zurückgelegte Strecke automatisch aufzeichnen und eine zentrale Verarbeitung und Weitergabe der Daten erleichtern.

Gelöstes Problem:

Als digitales Fahrtenbuch können OBD-Online Geräte herangezogen werden, welche an der OBD-Schnittstelle des Fahrzeugs angesteckt werden und die Fahrten aufzeichnen. Diese Lösung kann in Verbindung mit einer Smartphone-App oder einem Onlineportal verwendet werden.

Nutzen:

Der Kunde/Mitarbeiter hat den Nutzen, die Zeitersparnis und das Autohaus/Unternehmen muss sich nicht um die genaue Führung der Fahrtenbücher kümmern, da alles automatisch abläuft. Ein weiterer Vorteil ist, dass das Fahrtenbuch digital vorhanden ist und keines in Papierform benötigt wird.

Öffentlicher VerkehrBeschreibung und Entwurf:

Trotz fortschrittlicher Technik im digitalen Bereich fällt bei der Benützung von öffentlichen Verkehrsmitteln veraltete Technik in Form von Papierzetteln auf. Auch Informationen über Störungen, Behinderungen oder Verspätungen werden an den Haltestellen nicht kommuniziert. Es gibt zwar Möglichkeiten, Informationen über Apps am Smartphone abzurufen, nicht jedoch an den Haltestellen. Am Beispiel der Graz Linien werden sogenannte Ortsbaken für die Berechnung der Ankunftszeit herangezogen, welche

nicht echtzeitfähig sind. Für die Anzeige von Echtzeitdaten können GPS-Tracker in den jeweiligen Fahrzeugen angebracht werden, die dann über ein Online System ihren aktuellen Standort an die Stelen der Haltestellen übertragen können. Durch dieses System wäre es auch möglich, die Echtzeit-Fahrinformation über Ankünfte und Abfahrten darzustellen.

Gelöstes Problem:

Durch die Anbringung von einem GPS-Tracker wäre es möglich, die genaue Position jedes einzelnen Fahrzeugs auf einer Karte darzustellen. Mit einer entsprechenden Software im Hintergrund könnten Abweichungen rasch erkannt und mögliche Verspätungen automatisch an die Stelen der Haltestellen übermittelt werden.

Nutzen:

Durch die Echtzeitinformation hätten die Kunden den Vorteil, dass relevante Informationen über Behinderungen im öffentlichen Verkehr, Abfahrtszeiten, Anschlüsse zu anderen Linien an der jeweiligen Haltestelle angezeigt werden können. Für die Betriebe bietet dieses System die Möglichkeit, früh und schnell zu reagieren, wenn Ausfälle oder Überlastungen geschehen.

Rallyes allgemein

Beschreibung und Entwurf:

Bei Rallyes sind über mehrere Tage unterschiedliche Etappen zu bewältigen. Im Gegensatz zu normalen Rundstreckenrennen müssen bei Rallyes Wertungsprüfungen zwischen zwei Standorten gefahren werden. Diese Zeiten sind neben den Sonderprüfungen ausschlaggebend für das finale Endergebnis der Rallye. Am Ende jeder Etappe müssen die Teilnehmer ihre Zeitkarten abstempeln/unterschreiben lassen. GPS-Echtzeittracker könnten dem Organisationsteam eine zusätzliche Hilfe sein, da sie in Echtzeit die Position der jeweiligen Teams im Überblick behalten würden. Ein weiterer Vorteil wäre, dass durch die Online Ansicht abgeschätzt werden kann, in welchem Zeitraum das nächste Etappenziel in etwa erreicht wird und damit auch der nächste Standort vorbereitet sein muss (Zeitnehmung, Bogen für die Zieleinfahrt etc.). Auch für die Auswertung der Energieeffizienz wäre solch ein System hilfreich, da die Daten pro Etappe berechnet und am Ende des Tages für eine Tageswertung herangezogen werden können. Zur Zeit muss das Ende des Renntages abgewartet werden und erst dann kann unter Zeitdruck die Auswertung erfolgen. Im Reglement der österreichischen Rallye Meisterschaft ist niedergeschrieben, dass die Siegerehrung zwei Stunden nach Ankunft des letzten Fahrers im Parc Ferme zu erfolgen hat, womit es ein vorgeschlagenes Zeitfenster, in welchem die Datenaufbereitung abgeschlossen sein muss, gibt.¹

¹<https://austria-motorsport.at/reglement/>

Gelöstes Problem:

Nachdem das System schnell einsatzbereit sein muss, empfehlen sich Smartphone Apps oder GPS-Tracker, die ihre Daten online auf einen Server hochladen.

Nutzen:

Das Organisationsteam hat dadurch in Echtzeit die Standorte aller beteiligten Teams im Überblick und kann somit die Ankunftszeiten besser abschätzen. Für die Auswertung der Energieeffizienz sind die Echtzeitdaten von Vorteil, da schon während der Rallye mit der Auswertung begonnen werden kann und deshalb kein Zeitproblem am Ende entsteht. Außerdem können die Teams im Fall eines Systemausfalls kontaktiert bzw. am nächsten Checkpoint mit Ersatzgeräten ausgestattet werden.

Taxiunternehmen/private FahrdiensteBeschreibung und Entwurf:

75% der österreichischen Bevölkerung besitzen ein Smartphone und verwenden infolgedessen auch unterschiedlichste Apps. Taxiunternehmen können ihr Portfolio dahingehend erweitern, dass sie ihren Kunden per App die aktuellen Standorte der Fahrzeuge und Taxistände angeben und gleichzeitig die Möglichkeit anbietet, direkt über die Plattform ein Fahrzeug anzufordern. Als technischen Hintergrund zur Umsetzung können GPS-Echtzeittracker mit entsprechender Software/App eingesetzt werden. Ein weiterer Vorteil von Echtzeittrackern ist jener, dass Mitarbeiter in der Telefonzentrale eine Übersicht über die aktuellen Standorte der Fahrzeuge haben und diese entsprechend zu den nächsten Kunden weiterleiten können.

Gelöstes Problem:

Die Flotte der Taxis kann mit GPS-Trackern ausgestattet werden, die Positionen der verfügbaren Taxis werden dann in einer App dargestellt.

Nutzen:

Direkt über die App kann der Kunde die aktuellen Positionen der Taxis einsehen und bei Bedarf online bestellen. Der Kunde kann in der Zwischenzeit auf seinem Smartphone die zurückgelegte Strecke vom Taxi nachverfolgen und weiß in etwa, wann das Taxi eintrifft.

Servicetechniker/HandwerkerBeschreibung und Entwurf:

Manchmal kommt es vor, dass durch Defekte die Unterstützung eines Servicetechnikers von Nöten ist. Meist wird ein Zeitraum mitgeteilt, in welchem der Techniker verfügbar ist und vorbeikommen wird. Je nachdem, wie lange er beim vorherigen Kunden benötigt, kommt er früher oder später. Für die Steigerung der Kundenzufriedenheit könnte während des eingeplanten

Zeitraums ein GPS-Tracking basierend auf der Auftragsnummer zugänglich gemacht werden. So hat der Kunde die Möglichkeit die Position seines Technikers zu verfolgen und kann dadurch abschätzen, zu welchem Zeitpunkt er in etwa eintreffen wird. Das System kann natürlich auch bei Handwerkern angewendet werden.

Gelöstes Problem:

Mittels GPS-Tracker kann die Position des Technikers ermittelt werden. Damit der Kunde Zugriff auf den Standort hat, benötigt er den Quick Response (QR)-Code auf seiner Auftragsbestätigung. Somit hat er während des zuge teilten Zeitraums einen begrenzten Zugriff auf den Standort des Technikers.

Nutzen:

Durch die Echtzeit-Funktion, kann der Kunde seine Zeit besser einplanen und muss nicht den ganzen Tag warten oder Urlaub nehmen.

Fuhrpark von Unternehmen

Beschreibung und Entwurf:

Unternehmen haben für die Ausführung ihrer Tätigkeit in vielen Fällen einen Fuhrpark. Oftmals werden dabei viele leere Kilometer zurückgelegt oder es wird nicht effizient genug gefahren. Damit das Potenzial im Bereich des Fuhrparks ideal genutzt werden kann, können die Fahrstrecken über einen bestimmten Zeitraum per GPS protokolliert und analysiert werden. Durch die Analyse kann auch eine Aussage über das weitere Vorgehen getroffen werden.

Gelöstes Problem:

Die Fahrzeuge werden mit GPS-Trackern ausgestattet, die im Zeitraum von ca. 1 Woche die Wegstrecken aufzeichnen. Mittels einer Auswertesoftware kann die Energieeffizienz pro Tag bzw. Fahrer berechnet werden, soweit eine statistische Aussage über die Auslastung und Notwendigkeit der Fahrzeuge getroffen wurde.

Nutzen:

Der Unternehmer erhält durch die Analyse einen Überblick darüber, wie sparsam oder sportlich seine Mitarbeiter fahren, ob sie Leerstrecken zurücklegen und inwieweit der Fuhrpark optimiert werden kann.

Pannenhilfe

Beschreibung und Entwurf:

Bei Pannendiensten können Tracker sowohl für die Koordination in der Zentrale angesehen werden als auch für den Kunden, die auf ein Pannenhilfefahrzeug warten. Durch die GPS-Online-Tracker kann der Servicemitarbeiter die derzeitige Position der Pannenfahrzeuge einsehen und so entscheiden,

welches Fahrzeug zum mutmaßlich defekten Personenkraftwagen (PKW) geschickt werden kann. Über eine Ampeldarstellung kann in der Zentrale auch eingesehen werden, welches Fahrzeug aktuell beziehungsweise bald verfügbar ist und welches im Einsatz ist. Im Einsatz bedeutet zB., dass ein defektes Fahrzeug zum Stützpunkt oder Autohaus geschleppt werden muss und der Pannenhelfer für längere Zeit nicht verfügbar ist. Diese Ampelregelung kann per App vom Pannenfahrer direkt im Fahrzeug am Smartphone oder Tablet eingestellt werden.

Gelöstes Problem:

Für die Ortung der Pannenfahrzeuge werden GPS-Tracker im Fahrzeug verbaut, sodass es kein Problem mit der Stromversorgung gibt. Zusätzlich werden noch Smartphones oder Tablets verwendet, auf denen der Fahrer seine Verfügbarkeit bekanntgeben kann.

Nutzen:

Die Koordinatoren am Stützpunkt haben einen guten Überblick über die aktuelle Position der Fahrzeuge und mit beschränktem Zugang hat auch der Kunde die Übersicht darüber, wo sich das ihm zugeteilte Fahrzeug befindet.

Flugfracht/Seefracht

Beschreibung und Entwurf:

Speziell wenn Waren über den Seeweg transportiert werden, kann es auf Grund der Wetterverhältnisse zu Verzögerungen bis zu mehreren Wochen kommen. Damit der Kunde weiß, wo sich seine Waren aktuell befinden, und er dadurch den weiteren Transport planen kann, können Datenlogger mit GPS-Modul zum Einsatz kommen. Die Datenlogger können im Speziellen einen Aufschluss über die aktuelle Feuchtigkeit, Lufttemperatur etc. im Laderaum geben und die aktuelle Position in Echtzeit übermitteln. Des Weiteren wäre es auch möglich, Lichtsensoren zu integrieren, die Aufschluss darüber geben, ob das Paket geöffnet worden ist oder nicht.

Gelöstes Problem:

Für die Positionsbestimmung der Daten kommen Datenlogger mit GPS-Modulen zum Einsatz und wenn gewünscht Lichtsensoren.

Nutzen:

Über den Seeweg werden hauptsächlich große, unverderbliche Waren versendet, die auf anderen Transportwegen schlecht oder nur mit großem Aufwand und hohen Kosten transportiert werden können. Kunden können durch das Tracking den Weg ihrer Waren mitverfolgen und bei der Annäherung an das Ziel abschätzen, bis wann die Waren ankommen.

Lieferdienst

Beschreibung und Entwurf:

In den letzten Jahren ist ein merklicher Anstieg von Lieferdiensten zu erkennen, die ihre Kunden hauptsächlich mit dem Fahrrad beliefern. Der Kunde hat die Wahl, per Telefon oder Internet sein Essen zu bestellen. Zu Stoßzeiten kann es natürlich zu Verzögerungen kommen. Damit er aber trotzdem einen guten Überblick über seine Bestellung hat, wäre es möglich, eine App zu generieren, die am Smartphone den Lieferprozess detailliert anzeigt. Zu welchem Zeitpunkt zum Beispiel das Essen die Küche verlässt und an den Lieferanten übergeben wird könnte sich dadurch darstellen lassen. Ausgeführt werden könnte dieses Projekt mit einem herkömmlichen Smartphone, welches über unterschiedliche Sensoren wie zB. GPS verfügt und so seinen Standort in Echtzeit in die App übertragen kann.

Gelöstes Problem:

Mit einer geeigneten App können problemlos alle gängigen Smartphones für diesen Zweck adaptiert werden.

Nutzen:

Der Kunde hat eine gute Übersicht über seinen Bestellprozess vom Verlassen der Küche bis hin zum Lieferservice und der Lieferung an den Zielort. Sobald das bestellte Essen an den Lieferanten übergeben worden ist, kann in der App die ungefähre Zustellzeit angezeigt werden und der Kunde hat die Übersicht, zu welchem Zeitpunkt sein Essen am Zielort ankommen wird.

3.1.1 Entscheidung

Die Idea Cards haben Aufschluss über die möglichen zukünftigen Einsatzgebiete des Systems gegeben. Um die Einsatzgebiete eingrenzen zu können, wurde das Hauptaugenmerk auf kurzfristig umsetzbare sowie auf jene Einsatzgebiete gelegt, bei denen sich kein ähnliches System am Markt befindet. Die folgende Tabelle 3.1 soll einen Überblick über die Entscheidungsfindung geben.

Ein Großteil der Einsatzgebiete, die mit „nein“ bewertet wurden, kamen deshalb nicht in die engere Wahl, weil ihre Flotte zu groß ist, etablierte Systeme am Markt bereits vorhanden sind oder es sich um langfristige Betrachtungen handelt, die den Rahmen dieser Arbeit überschreiten würden. Die mit „möglich“ bewerteten könnten zwar auch kurzfristig betrachtet werden, werden aber in dieser Arbeit nicht weiter in den Fokus genommen. Jene Einsatzgebiete, die mit „ja“ bewertet wurden, werden im weiteren Verlauf noch detaillierter betrachtet.

Tabelle 3.1: Resultat der Idea Cards.

<i>Einsatzgebiet</i>	<i>potenzielle Kunden</i>
Postzusteller	nein
Leihwägen/Mietwägen/Car-Sharing	möglich
Speditionen	nein
Serviceersatzwägen/Dienstwägen	möglich
öffentlicher Verkehr	nein
Rallyes allgemein	ja
Taxiunternehmen/private Fahrdienste	möglich
Servicetechniker/Handwerker	ja
Fuhrpark von Unternehmen	ja
Pannenhilfe	ja
Flugfracht/Seefracht	nein
Lieferdienst	nein

3.2 PRINCE2 Business Case

Durch die Idea Cards konnte bereits eine Eingrenzung der zukünftigen Einsatzgebiete erreicht werden. Im nächsten Schritt wurden fallspezifische Business Cases erstellt, um eine weitere Einschränkung ermöglichen oder erzielen zu können. „Ein Business Case enthält die optimale Zusammenstellung fundierter Informationen für die Bewertung, ob ein Projekt wünschenswert, lohnend und realisierbar ist (und bleibt) und deshalb eine sinnvolle Investition darstellt.“ von [19] zitiert aus [20]: 23.

3.2.1 Flottenmanagement im Allgemeinen (Analyse von Privatfahrzeugen)

Zusammenfassung:

Viele Unternehmen benötigen zur Ausführung ihrer Tätigkeiten Fahrzeuge um Mitarbeiter oder Waren zu den Bestimmungsorten oder Kunden zu bringen. Oftmals werden viele unproduktive Kilometer zurückgelegt und zusätzlich die Fahrzeuge nicht allzu effizient bewegt. Den Unternehmen entstehen so jährlich hohe zusätzliche Kosten, die vermieden werden könnten. Durch die Analyse der Wegstrecken kann vorhandenes Verbesserungspotenzial aufgezeigt werden.

Gründe:

Bei den Wegstrecken, die die Mitarbeiter beinahe täglich zurücklegen, sind oft etliche Kilometer dabei, die als unproduktive Strecke zurückgelegt werden. Auch das Fahrverhalten der Mitarbeiter hat einen wesentlichen Einfluss auf die laufenden Kosten des Fahrzeugs. Deshalb empfiehlt es sich, den Fuhrpark des Unternehmens hinsichtlich seiner Wegstrecken und des Fahrverhaltens der Mitarbeiter zu analy-

sieren.

Optionen:

Für die Analyse der Wegstrecken gibt es unterschiedliche Varianten. Zum einen können GPS-Online-Tracker verwendet werden, die den Vorteil bieten, dass sie direkt an der OBD II-Schnittstelle im Fahrzeug angesteckt werden und daher keine externe Stromzufuhr benötigen. Als weitere Möglichkeit können aber auch GPS-Offline-Tracker verwendet werden. Nachdem es sich um eine nicht zeitkritische Betrachtung handelt, können problemlos auch solche Systeme für die Analyse herangezogen werden. Eine weitere Möglichkeit sind handelsübliche Smartphones, die mit unterschiedlichen Apps ausgestattet sind und zur Datenaufzeichnung fähig sind. Unter anderem ist es auch möglich, Motordaten mit einem OBD II-Adapter via Bluetooth Daten aufzuzeichnen, die dann in weiterer Folge ausgewertet werden können. Mit diesen Systemen können sowohl kurzfristige als auch langfristige Betrachtungen der Wegstrecken durchgeführt werden.

Erwarteter Nutzen:

Durch die Aufzeichnung der unterschiedlichsten Daten kann dem Kunden ein Verbesserungspotenzial aufgezeigt werden. Durch die Analyse der aufgezeichneten GPS-Daten können einerseits die Fahrstrecken optimiert und andererseits eine Aussage darüber getroffen werden, ob es sich empfiehlt, einen Teil der Fahrzeugflotte auf alternative Antriebe umzustellen. Für Unternehmen deren Einsatzgebiet sich überwiegend urban und damit mit hohem Kurzstreckenanteil definiert, könnte sich ein Elektrofahrzeug positiv auswirken. Einerseits gibt es Subventionen für Elektromobilität und andererseits kann dadurch ein Beitrag für die Umwelt geleistet und idealerweise sogar Geld gespart werden.

Mögliche negative Effekte:

Einerseits ergeben sich durch den Datenschutz Problemfelder hinsichtlich der Anonymisierung und andererseits kann wissentlich aufgezeichnetes Fahrverhalten zu einer ungewollten Änderung des Verhaltens führen. Dies betrifft auch die Wegstrecken. Durch die Aufzeichnung wäre die Routenwahl des Fahrers bekannt und damit auch bewertbar.

Zeitraumen:

Für eine erste Aussage zu den Wegstrecken kann eine kurzzeitige Betrachtung von einer Woche durchgeführt werden. Diese bietet einen ersten Überblick über das Verhalten und ein mögliches Optimierungspotenzial. Durch eine längerfristige Messung von mehr als einem Monat kann eine detailliertere und aussagekräftigere Analyse durchgeführt werden. In beiden Fällen erhält der Kunde wichtige Informationen über den aktuellen Stand sowie Möglichkeiten für eine Verbesserung. Beispielhaft könnten hier der Umstieg auf Elektrofahrzeuge oder eine Schulung

seiner Mitarbeiter hinsichtlich energieeffizientem Fahren sein.

Kosten:

Die Kosten für die Ausstattung der Fahrzeuge sowie die Aufzeichnung und Analyse der Flotte müssen spezifisch beurteilt werden. Hierbei ist entscheidend, ob es sich um eine kurzfristige oder langfristige Betrachtung handelt. Nachdem bei der anschließenden Analyse keine Zeitprobleme entstehen, genügt eine Person für die Bearbeitung und basierend auf dem Zeitaufwand entsteht die Kostenkalkulation.

Hauptrisiken:

- Gewünschte Ergebnisse oder Daten können nicht ausgelesen werden
- zeitweise oder totale Ausfälle bei der Messtechnik
- Probleme mit GPS-System durch meist metallbeschichtete Frontscheiben
- Kopplung mit Elektrofahrzeugen, Electronic Control Unit (ECU)-Daten können meist nicht ausgelesen werden
- Anwendungsprobleme

3.2.2 Pannenhilfe lokale Anbieter**Zusammenfassung:**

Ein Original Equipment Manufacturer (OEM) bietet seinen Kunden Mobilitätsdienste an und wird dabei von darauf spezialisierten Unternehmen unterstützt. Neben großen bundesweit tätigen Anbietern gibt es auch lokale Dienstleister, welche derartige Leistungen anbieten. Jene Unternehmen haben zumeist eine kleinere, spezialisierte Flotte und ihr Einsatzgebiet beschränkt sich auf einen politischen Bezirk. Damit die Koordination dieser Fahrzeuge und die Einteilung der nächsten Einsätze besser abgestimmt werden können, wäre ein GPS-Livetracking eine hilfreiche und nützliche Option. Über Smartphones könnten die Einsatzadressen direkt von der Einsatzzentrale an den jeweiligen Fahrer weitergeleitet werden. Er erhält auch die Anfahrtsroute und eine kurze Beschreibung des Problems. Eine weitere Möglichkeit ist, dass die Verfügbarkeit als Rückmeldung an die Zentrale direkt am Smartphone eingestellt werden kann. Dies kann in Form eines Ampelsystems erfolgen, um eine hohe Verständlichkeit und Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

Gründe:

Lokale Anbieter für Pannenhilfe haben im Durchschnitt 10-20 Fahrzeuge im Einsatz. Damit die Koordination in der Servicestelle einwandfrei funktionieren kann und sich in der Nähe befindliche Servicefahrzeuge zu einem Einsatz geschickt werden können bedarf es einer Positionskenntnis der Fahrzeuge. Für die Optimierung und Automatisierung würde sich ein GPS-Livetracking-System anbieten. Somit hat der Mitarbeiter in der Servicestelle jederzeit die Möglichkeit, die Fahrzeugpositionen in der Auftragsvergabe einfließen zu lassen und über das System die

Einsatzadresse per App direkt an den Fahrer zu schicken. In einer weiteren Evolutionsstufe könnte das Livetracking auch für Kunden freigeschaltet werden, um eine Möglichkeit zu bieten wann mit der Ankunft der Pannenhilfe gerechnet werden kann. Durch das Ausnutzen der Information über die Standorte kann die Einteilung der Fahrzeuge optimiert und dadurch mehr Kunden geholfen werden.

Optionen:

Damit das System möglichst effizient laufen kann, müssen zwei Geräte angeschafft werden. Das erste wäre ein GPS-Online-Tracker, welcher im Fahrzeug verbaut werden muss. Das zweite wäre ein Smartphone mit einer entsprechenden App. Wie bereits erwähnt, können über das Smartphone die Adressen für den nächsten Einsatz ausgetauscht werden und der Fahrer kann über das Smartphone eine Rückmeldung definieren. Der Fahrer erscheint dann in der Zentrale als Grün (=verfügbar), orange (=im Einsatz aber bald verfügbar) und rot (=Fahrzeug muss zum Beispiel abgeschleppt werden, Dienstleistung benötigt mehr Zeit) etc. auf.

erwarteter Nutzen:

Durch die GPS-Tracker funktioniert die Koordination der Fahrzeuge besser, da anhand der Online-Karte die Position der jeweiligen Fahrzeuge jederzeit bekannt ist und diese dadurch besser eingeteilt werden können. Durch die Kombination mit der App werden die Fahrzeuge auf der Karte farblich dargestellt und es gibt einen Überblick über die aktuell verfügbaren Fahrzeuge. Ein weiterer positiver Aspekt der GPS-Tracker ist, dass im Fall eines Diebstahls der Standort des Fahrzeugs bis zur Entfernung oder Abschirmung des Trackers weiterhin bekannt ist. Durch die Freigabe der Positionsdaten für Kunden zur Echtzeitverfolgung könnten zusätzliche Probleme mit der Zufriedenheit auftreten.

Zeitraumen:

Für dieses Einsatzgebiet ist eine langfristige Beurteilung angedacht. Die GPS-Tracker würden im Fahrzeug fix verbaut werden und es müsste eine spezielle App für diesen Anwendungsfall programmiert werden.

Kosten:

Die Kosten für dieses System mit seinen Geräten und der eigens programmierten App müssten innerhalb eines Gesamtpakets angeboten werden. Dieses wiederum ist abhängig vom Fahrzeug und dem Funktionsumfang des Systems. Womöglich ist es preisgünstiger auf bereits etablierte Systeme zurückzugreifen.

Hauptrisiken:

- Stromversorgung und Lebensdauer der eingesetzten Endgeräte
- fehlerhafte Bedienung

- Ausfall des Systems
- Probleme mit der Datenübertragung
- Standortfreigabe an Kunden
- Kosten-Nutzen-Rechnung
- durch System anfänglich keine Zeitersparnis, da Etablierung notwendig

3.2.3 Servicetechniker/Handwerker

Zusammenfassung:

Im Zusammenhang mit Service- sowie Handwerksbeauftragten gibt es eine kurz- und eine langfristige Einsatzmöglichkeit. Die erste wäre die Betrachtung der zurückgelegten Wegstrecken und ob ein Einsparpotenzial vorliegt bzw. ob sich sogar ein Umstieg auf ein Elektrofahrzeug rentieren würde. Die Streckenaufzeichnung könnte mit GPS-Offline oder Online-Tracking erfolgen. Eine weitere langfristige Möglichkeit ist die generelle Ausstattung der Fahrzeuge mit GPS-Geräten zur Positionsverfolgung. Der Endkunde hätte für eine bestimmte Zeit Zugang zur Position des zugeteilten Technikers und könnte die Ankunft abschätzen.

Gründe:

Servicetechniker bzw. Handwerker sind meist als KMUs im urbanen Raum tätig. Je nach Terminplan oder Einsatzort werden mehr oder weniger Kilometer pro Tag zurückgelegt. Durch die Analyse von einer Woche wäre es bereits möglich, eine Aussage darüber zu treffen, welches das beste, effizienteste und günstigste Fortbewegungsmittel für den Einsatz ist.

In einer weiteren langfristigen Betrachtung könnten die Fahrzeuge mit GPS-Trackern ausgestattet werden, die die Position der Fahrzeuge bekanntgeben. Einerseits kann dieser Einblick für die Koordination der Techniker verwendet werden und andererseits eine Steigerung der Kundenzufriedenheit bewirken. Dies könnte dadurch geschehen, dass dem Kunden eine Information über die Position und das baldige Eintreffen des ihm zugeteilten Technikers gegeben wird. Dadurch kann für den Kunden der Zeitraum besser eingegrenzt werden.

Optionen:

Die kurzfristige Betrachtung kann mit einem GPS-Online oder GPS-Offline-Tracker durchgeführt werden. Nach der Aufzeichnung von einer Woche können die Daten ausgewertet werden. Für die langfristige Betrachtung muss im Fahrzeug ein GPS-Online-Tracker verbaut und zusätzlich eine webbasierte Anwendung programmiert werden, die einerseits den Koordinatoren und andererseits dem Kunden den Überblick über den Standort mitteilt. Mit der Auftragsbestätigung würde der Kunde einen QR-Code erhalten, welcher während des vereinbarten Zeitraums eine Verfolgung des Standortes sicherstellt.

erwarteter Nutzen:

Durch die Erfassung der Fahrgewohnheiten kann Einsparpotenzial aufgezeigt werden. Mit dem Echtzeittracking soll die Koordination der Servicetechniker in Notfällen besser funktionieren und die Kundenzufriedenheit kann durch die Livetracking-Option gesteigert werden.

Zeitraumen:

Die kurzfristige Betrachtung würde eine Analyse von einer Woche berücksichtigen. Mit dem GPS-Online-System kann die Koordination der Fahrzeuge getestet und beurteilt werden. Darauf basierend kann dann eine Aussage getroffen werden, ob solch ein System in Frage kommen würde. Bei der langfristigen Betrachtung müssen das System in den Fahrzeugen eingebaut und eine entsprechende webbasierte Anwendung programmiert sowie das System etabliert und gewartet werden.

Kosten:

Bei der kurzfristigen Betrachtung wird eine Person die Ausstattung der Fahrzeuge und die Analyse der Daten übernehmen. Die weiteren Kosten müssten dann abhängig von der Anzahl der Fahrzeuge und der aufgebrauchten Zeit berechnet werden. Die langfristige Betrachtung beinhaltet im Unterschied dazu keine Leihgeräte mehr, sondern die Anschaffung, Installation und Wartung des Systems müssen in jedem Fall speziell betrachtet und abgeschätzt werden.

Hauptrisiken:

- Ausfall der Messtechnik
- falsche Handhabung
- Probleme mit dem GPS-Empfang
- Stromversorgungsproblem mit der Messtechnik
- Ungenaue Ergebnisse

3.2.4 Rallyes im Allgemeinen**Zusammenfassung:**

Im Rahmen von Rallyes gibt es einerseits unterschiedlichste Sonderprüfungen, die erfüllt werden müssen und andererseits unterschiedliche Kriterien, die während der Rallye bewertet werden. Im speziellen Fall der e-Via geht es um die Bewertung des energieeffizienten Fahrens der Teilnehmer. Um eine aussagekräftige Auswertung zu erleichtern, empfiehlt sich der Umstieg auf Echtzeitsysteme, sodass bereits während der Rallye die Aufzeichnung überwacht und mit der Auswertung begonnen werden kann.

Gründe:

Innerhalb von Österreich ist im Reglement der Rallye-Meisterschaft festgeschrieben, dass die Siegerehrung spätestens nach zwei Stunden, nachdem der letzte Teilnehmer die Ziellinie erreicht hat, stattfinden muss. Daraus folgt, dass Messtechnik, welche in den Fahrzeugen ergebnisrelevante Daten aufzeichnet, innerhalb dieser Zeit ausgewertet werden muss. Ein weiterer Aspekt ist der Überblick über die aktuellen Standorte der Teilnehmer und damit verbunden eine Erleichterung der Organisation und Koordination der unterschiedlichen Standorte und Wertungsprüfungen.

Optionen:

Für die Analyse der Werte zum energieeffizienten Fahren wäre eine Auswertung pro Etappenziel hilfreich. Am Ende des Tages kann aus den einzelnen Etappen der Tagessieger ermittelt werden. Für die Durchführung einer solchen Aufzeichnung bieten sich GPS-Online-Trackern oder Smartphones mit entsprechender App an. Sobald der Teilnehmer die Etappe beendet hat, wird der Datensatz an einen Server gesendet und die Daten können ausgewertet werden. Mittels der App wäre es auch für die Teilnehmer möglich, die Standorte der anderen Teilnehmer oder auch eine aktuelle Rangliste einsehen zu können.

Erwarteter Nutzen:

Durch das automatisierte Senden der Daten entsteht eine Erleichterung für die Sammlung und Sortierung derselben. Mit Hilfe von GPS-Online-Trackern könnten die Daten pro Etappe nach Beendigung sofort ausgewertet werden. Bei GPS-Offline-Trackern muss das Ende des Renntages abgewartet werden, um die Daten auswerten zu können. Durch die Online-Lösung kann die Auswertung effizienter erfolgen und damit eine Arbeitserleichterung für die Organisatoren ermöglicht werden.

Mögliche negative Effekte:

Durch die Verwendung von GPS-Online-Tracker könnte es bei Elektrofahrzeugen zu einem für alle Teilnehmer minimal erhöhten Stromverbrauch kommen, da das Gerät an der OBD-Schnittstelle Strom abzweigt. Je nach GPS-Empfang kann es zu ungenauen Aufzeichnungen kommen, die im Nachhinein korrigiert werden muss.

Zeitrahmen:

Für die Vorbereitung muss ein Monat eingerechnet werden, wenn die Entscheidung auf den GPS-Tracker-Online fällt. Bei der Option mit dem Smartphone müsste zuerst eine geeignete App programmiert werden und dafür muss mehr Zeit eingerechnet werden. Mit Hilfe von vorhandenen Apps ist es möglich, die Daten aufzuzeichnen und per Mail weiterzusenden, nur müssten die Teilnehmer dafür kurz

geschult werden.

Kosten:

Es handelt sich hierbei um eine kurzfristige Betrachtung des Einsatzes über zwei bis drei Tage. Basierend auf der Belastbarkeit und Verlässlichkeit des Systems kann der Arbeitsaufwand für die Auswertung verringert und damit erst die wirtschaftliche Berechnung durchgeführt werden. Wie eingangs bereits erwähnt, gibt es bei dieser Analyse der Daten einen vorgegebenen Zeitpunkt an dem das Ergebnis vorliegen muss.

Hauptrisiken:

- GPS-Online-Tracker haben Probleme mit Elektrofahrzeugen
- falsche Handhabung
- Ausfall GPS
- Probleme mit der Akkulaufzeit
- schlechter GPS-Empfang
- Probleme bei der Datenübertragung

3.3 Resultierende Einsatzgebiete

Durch die Aufstellung der Business Cases konnten die zukünftigen Einsatzgebiete weiter eingegrenzt werden. Bei einem Großteil der beschriebenen Anwendungsmöglichkeiten gibt es laut Recherche bereits entsprechende Systeme bzw. Apps, die am Markt verfügbar sind und eingesetzt werden. Als für diese Arbeit relevanten Bereiche haben sich die folgenden zwei herauskristallisiert: zum einen die Bewertung des Flottenmanagements und zum anderen die Analyse bei Rallyes im Allgemeinen. In diesen beiden Bereichen gibt es bisher noch keine relevanten Systeme für die Analyse und Auswertung.

3.4 Basisanforderungen an das System

Abschließend sollen in diesem Kapitel noch die Anforderungen zusammengefasst aufgezeigt werden, welche das zukünftige System erfüllen muss. Aufschluss darüber sollen die beiden nachfolgenden Tabellen Aufschluss geben.

Tabelle 3.2: Basisanforderungen an das System 1/2.

Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	min	max
A1	Basis Anforderungen, Beschreibung der Ziele					
	Erfassung von GPS - und Fahrzeugdaten aus					
A 1.1	Fahrzeugen über einen relativ kurzen Zeitraum für 2 definierte Use-Cases.					
A 1.1.1	Zeitraum: 0-8 h für Variante „e-Via“					
A 1.1.2	Zeitraum: 1 Tag bis 1 Woche für „Flottenanalyse“					
A 1.2	Online - Übertragung der erfassten Daten an einen zentralen Server.					
A 1.3	Auswertung der gespeicherten Daten bezüglich nominiertem Energieverbrauch (mittels eigenem Modell).					
A 2	Bedingungen/Definitionen/Abkürzungen					
A 2.1	System: Gesamtsystem zur Erfassung, Übertragung und Auswertung.					
1	Randbedingungen					
1.1	Arbeit bei gegebenen Umgebungstemperaturen (im Fahrzeug).	Tu	°C	20	-20	30
2	Generelle Anforderungen					
2.1	Anwendungsbereich					
2.1.1	Gewerbliche Nutzbarkeit muss gegeben sein.					
2.1.2	Anwendung in einer breiten Palette an Fahrzeugen soll möglich sein (2Rad, EV, KFZ).					
2.2	Kosten, Personalaufwand					
2.2.1	Gesamtkosten (Anschaffung, Personal etc.) des Systems bei einmaliger Nutzung pro Jahr.	k	€/Stk			60
2.2.2	Gesamtkosten des Systems bei zweimaliger Nutzung pro Jahr.	k	€/Stk			60
2.2.3	Personalaufwand zur Durchführung und Auswertung.	x_h1				2
2.3	Laufzeit					
2.3.1	Für Variante „e-Via“	t_evia	h		0	8
2.3.2	Für Variante „Flottenanalyse“	t_flotte	Tage(d)		1	7
2.4	Ausfallsicherheit und Behebung					
2.4.1	Ausfall des Systems muss rasch detektiert werden. Vorgegebene Zeit:	t_A	min			5
3	Implementierung/Aktivierung					
3.1	Einbausituation im Fahrzeug					
3.1.1	Einbau in das Fahrzeug muss ohne Adaption am Fahrzeug werkzeuffrei und zerstörungsfrei erfolgen.					
3.1.2	Zeitbedarf für Einbau und Aktivierung im Fahrzeug.	t_Einbau	sec			90
3.1.3	Personalbedarf für den Einbau im Fahrzeug .	x_h2	# Personen			1

Tabelle 3.3: Basisanforderungen an das System 2/2.

Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	min	max
4	Datenerfassung					
4.1	Zu erfassende Daten					
4.11	Lokalisierung des Fahrzeugs über GPS					
4.12	Höhenprofil					
4.13	Optional, wenn möglich: OBD - Daten					
4.131	Batterie - SOC					
4.132	Fahrzeuggeschwindigkeit					
4.2	Abtastrate					
4.21	Abtastrate der Daten und Erfassung		sek			1
4.3	Genauigkeit					
4.31	GPS-Genauigkeit: Berücksichtigung des Stands der Technik.		m			10
4.32	Datengenauigkeit aus Fahrzeug: Berücksichtigung des Stands der Technik.					
5	Datenübertragung					
5.1	Übertragungsdauer		sek		0	9
5.2	Online-Übertragung in Echtzeit muss gewährleistet sein.					
5.3	Einsatz muss international (zumindest über die Grenzen Österreichs hinaus) funktionieren.					
5.4	Bei Signalverlust (Tunnel-Durchfahrt, Parkgaragen etc.) müssen Fahrzeugdaten zeitverzögert übermittelt werden.					
5.5	Interpolation des Geschwindigkeitsprofils bei zwischenzeitlichem Signalverlust des GPS darf keinen nennenswerten Einfluss auf die Datenauswertung haben (unverhältnismäßige Spitzen im Geschwindigkeitsprofil).					
5.6	Dateiformat: .csv, .gpx, .kml					
5.7	Bevorzugtes Dateiformat: .gpx					
6	Speicherung und Auswertung					
6.1	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat					
7	Visuelle Darstellung, Informationen					
7.1	Darstellung der gefahrenen Route pro Fahrzeug auf einer Plattform (Webseite, App).					
7.2	Darstellung des aktuellen Standorts aller Fahrzeuge auf einer Plattform (Webseite, App).					
7.3	Historische Darstellung (Speicherung und Aufruf von Fahrprofilen).		Monate			1
7.4	Bereitstellung eines Zugangs für Fahrer ohne Admin-Rechte zur Darstellungsplattform.					

4 Systeme - Stand der Technik

Aufbauend auf den aufgezeigten zukünftigen Einsatzgebieten des vorherigen Kapitels sollen in diesem Abschnitt die möglichen technischen Lösungen beschrieben werden. Zu Beginn soll eine Ideenfindung einen ersten Überblick über mögliche Systeme geben. Im nächsten Schritt wird dann auf die Anforderungen, welche das Gerät erfüllen muss, im Detail eingegangen. Mittels einer durchgeführten Marktanalyse werden Techniken und Systeme vorgestellt, die in der Vergangenheit bereits erfolgreich getestet und eingesetzt worden sind. Als Abschluss wird die engere Auswahl noch einer technischen sowie einer wirtschaftlichen Betrachtung unterzogen.

4.1 Mögliche Systeme

Einführend sollen in diesem Kapitel Systeme vorgestellt werden, welche für die zuvor genannten Einsatzgebiete und deren spezifische Anforderungen die richtige Wahl für die Analyse darstellen. Hierbei liegt der Fokus auf preisgünstigen Systemen, welche wenn möglich ihre Position in Echtzeit übertragen können. Eine erste Ideenfindung beinhaltet noch alle Möglichkeiten zu diesem Thema, siehe Abbildung 4.1. Dabei werden auch Systeme genannt, welche von manchen OEMs standardmäßig verbaut werden, wie Car IT.

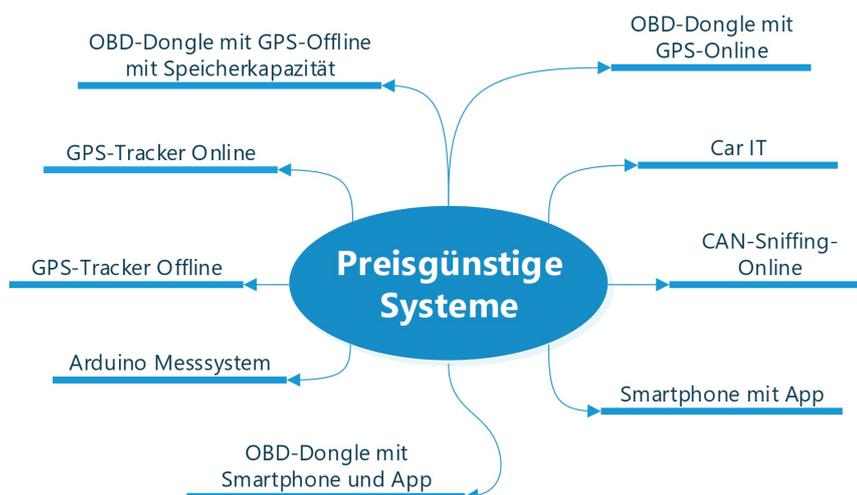


Abbildung 4.1: mögliche Systeme

- **OBD-Dongle mit GPS Offline mit Speicherkapazität:**

Diese Lösung verbindet einen OBD-fähigen Laptop mit der OBD-Buchse des Fahrzeugs und bietet damit die Möglichkeit, die Daten des Fahrzeugs mit den Positionsdaten auf dem Laptop zu speichern.
- **GPS-Tracker Online:**

Darunter verstehen sich Geräte zur Ortung von Haustieren oder Fahrzeugen, welche durch namhafte Anbieter mit verpflichtendem monatlichem Abo vertrieben werden.
- **GPS-Tracker Offline:**

Diese Geräte werden vielfach im Freizeitbereich zur Aufzeichnung zurückgelegter Wegstrecken verwendet. Mittels des verbauten Speichers können die Strecken im Nachhinein ohne weiteres abgerufen werden.
- **Arduino Messsystem:**

Hierbei handelt es sich um unterschiedliche Hardwareboards, die einen Mikrocontroller mit analogen sowie digitalen Ein- und Ausgängen umfassen. Das Board kann entsprechend der eigenen Anforderungen erweitert und angepasst werden. Außerdem kann der Mikrocontroller mittels C oder C++ auf einfache Weise programmiert werden.
- **OBD-Dongle mit GPS-Online:**

Dieses System kann als Stand-Alone Gerät verwendet werden. Sobald eine Verbindung mit der OBD-Buchse aufgebaut ist, überträgt das Gerät seine Daten in Echtzeit an einen Server.
- **Car IT:**

Dieser - wie auch Connected Car“ - wird in Fachkreisen als Bezeichnung für internetfähige Fahrzeuge herangezogen. Das Fahrzeug ist dabei entweder selbst mit einer Subscriber Identity Module (SIM)-Karte ausgestattet oder via Bluetooth mit einem Smartphone verbunden und dadurch ans Internet angebunden. Die Funktionen des vernetzten Fahrzeugs basieren nicht mehr nur auf Elektronik und Elektrik, sondern auch auf IT, daher auch der Begriff Car IT. [21]
- **Controller Area Network (CAN) Sniffing Online:**

Das Grundgerüst für dieses System stellt ein Raspberry Pi dar. Dabei handelt es sich, ähnlich wie bei Arduino, um ein Hardwareboard mit dem Unterschied, dass hier ein Mikroprozessor mit allen notwendigen Komponenten und Möglichkeiten eines Single-Board-Computers verwendet wird. Dieser ist schnell genug, um die CAN-Daten auslesen zu können. Zum Auslesen wird auf das oben genannte Hardwareboard ein CAN bus shield gesteckt, mit dem dann alphanumerische Ergebnisse an ein Ausgabegerät geschickt

werden.¹

- **Smartphone mit App:**

Durch die zahlreichen Sensoren, welche in einem Smartphone verbaut sind, eignet es sich ausgezeichnet für viele messtechnische Anwendungen. In Verbindung mit unterschiedlichsten Apps kann ein breites Spektrum abgedeckt werden.

- **OBD-Dongle mit Smartphone und App:**

Als Erweiterung zur Option „Smartphone mit App“ wird ein OBD-Adapter verwendet, welcher via Bluetooth an das Smartphone gekoppelt ist. Dadurch können relevante Diagnosedaten ausgelesen und direkt am Smartphone angezeigt sowie gespeichert werden.

4.2 Anforderungen an das System

Aufbauend auf die zuvor genannten Basisanforderungen (3.2, 3.3) wird in diesem Abschnitt auf die Anforderungen und Risiken eingegangen, die das System einerseits erfüllen und andererseits durch die Anwendung mit sich bringen kann. Die Anforderungen wurden von den resultierenden Einsatzgebieten abgeleitet. Ein Großteil der technischen Daten konnte den jeweiligen Datenblättern entnommen werden und Fragen, die dadurch nicht beantwortet werden konnten, wurden durch den Kundendienst der jeweiligen Systeme beantwortet. Mit der erarbeiteten Matrix soll es möglich sein, durch die Gegenüberstellung vom technischen Hintergrund sowie der Vor- und Nachteile bzw. der Herausforderungen und Risiken, ein geeignetes System für die Einsatzgebiete zu finden.

Vorab werden die einzelnen Begriffe noch im Detail erklärt.

- **technischer Hintergrund:** behandelt technische Hintergründe, auf denen das System hauptsächlich basiert und die Einfluss auf die aufgenommenen Daten haben.
- **Abtastrate:** Gibt an, wie oft ein Streckenpunkt pro Zeiteinheit aufgezeichnet wird. Für die Bewertung der Fahrprofile empfiehlt sich mindestens 1 Hz.
- **Laufzeit:** Wie lange das Gerät ohne externe Stromversorgung aufzeichnen kann.
- **GPS-Genauigkeit:** Wie groß der Streukreisradius des jeweiligen Systems ist.
- **Einbau:** Ort, an dem das System im Fahrzeug positioniert werden muss, sowie der damit verbundene Aufwand.
- **Zeit für Einbau:** Jener Zeitraum vom Einbau des Systems bis zum Start der Aufzeichnung von Daten.

¹<https://www.hackster.io/MyLab-odyssey/can-bus-sniffing-3730a5>

- **Handhabung:** Gibt Aufschluss über die Anwendbarkeit des Systems und ob Einstellungen im Vorhinein getroffen werden müssen. LEICHT beschreibt jene Systeme, die nur am Armaturenbrett oder an der OBD-Buchse positioniert werden. MITTEL beschreibt jene Systeme, bei denen zusätzlich noch gesondert Einstellungen am System vorgenommen werden müssen und SCHWER beschreibt jene Systeme, die zusätzlich zu den Einstellungen noch mit einem weiteren Gerät gekoppelt werden müssen.
- **Fahrzeugdaten:** Gibt an, ob es mit dem System möglich ist, motorbezogene Daten aus dem Fahrzeug auszulesen.
- **Verlässlichkeit:** Hierbei wird angegeben, ob es Auffälligkeiten bei bereits getesteten Systemen gegeben hat und Informationen der Kundendienste mit einbezogen. GUT beschreibt Systeme, bei denen kaum Störungen auftreten bzw. keine Manipulation vorgenommen werden kann. MITTEL beschreibt Systeme, bei denen kaum Störungen auftreten, aber die manipuliert werden können. zB. durch manuelles Ausschalten.
- **Übertragungsdauer:** Gibt an, wie lange es dauert, bis die am System aufgezeichneten Daten auf einen Server übertragen werden können. SERVER: bei jenen Systemen werden die Daten direkt auf einem Server abgespeichert und müssen nicht gesondert verschoben werden.
- **Internet:** Gibt an, ob das System für die Funktion Internet benötigt.
- **international einsetzbar:** Damit wird angegeben, ob es möglich ist, das System in den Anrainerstaaten von Österreich zu verwenden.
- **automatischer Start:** Dadurch wird angegeben, ob es möglich ist, das System und die Aufzeichnung bei Fahrzeugstart automatisch zu starten.
- **echtzeitfähig:** Gibt an, ob es bei dem System die Möglichkeit gibt, Daten in Echtzeit an einen Server zu übertragen.
- **Online-Darstellung:** Wird von Seiten des Herstellers eine Online-Darstellung oder eine App angeboten, welche eine Standortverfolgung in Echtzeit auf einer interaktiven Karte anzeigt?
- **Auswertzeit:** Wie lange die Auswertung pro System, vom beziehen der Daten vom Server bis zur finalen Auswertung im MATLAB-Modell dauert.
- **gewerblich nutzbar:** Ist es mit diesem System möglich, dass es auch im gewerblichen Bereich nutzbar ist, bezogen auf Hard- und Software.
- **Manpower:** Die Anzahl und Arbeitsstunden der Personen, die für die Ausgabe der Systeme bis zur finalen Auswertung notwendig sind.
- **Service:** Ob für den Betrieb Wartungsarbeiten am System vorgenommen werden müssen. JA, wenn Updates aktualisiert, Akkus regelmäßig geladen oder Guthaben auf Wertkarten aufgeladen werden müssen. NEIN, wenn das

System wartungsfrei funktioniert.

- **Daten:** Muss-Daten, die das System zumindest liefern muss (Fahrgeschwindigkeit, GPS-Koordinaten, Höhenprofil, gefahrene Kilometer). Als optional können zB. Daten über OBD angesehen werden.
- **Dateiformat:** Dateiformat, in welchem die Ergebnisse ausgegeben werden können. Bevorzugt wird .gpx.
- **Einsatzgebiet:** In welchen Bereichen kann das System eingesetzt werden, wobei hier hauptsächlich die Unterscheidung zwischen kurz- und langfristig getroffen wird.

4.3 Marktanalyse - ausgewählte Literatur

Zu Beginn dieses Kapitels wurden Systeme vorgestellt, die als möglicher Ersatz für das aktuell verwendete Gerät in den Einsatzgebieten in Frage kommen würden. Im Folgenden wird auf Systeme eingegangen, welche in der Vergangenheit bereits erfolgreich getestet wurden. Es handelt sich hierbei um unterschiedlichste Systeme zur Echtzeitortung von Fahrzeugen. Manche der Systeme bieten auch eine weiterführende Analyse des Fahrstils.

4.3.1 In Bezug auf „Validating the efficacy of GPS tracking vehicle movement for driving behaviour assessment“ [1]

Dieser Bericht beschäftigt sich mit der Überprüfung der Verwendbarkeit von GPS-Fahrzeuggewebungen zur Beurteilung des Fahrverhaltens mittels unterschiedlicher Empfangs- und Ortungstechniken. Das Aufzeichnen von Positionsverläufen von sich bewegenden Objekten, wie zum Beispiel Tieren, Kindern, älteren Personen oder auch Fahrzeugen ist zu einem wachsenden Geschäftsfeld geworden. In den meisten Fällen wird auf die GPS-Technologie zurückgegriffen, welche auf einfachem Weg Daten hinsichtlich Geschwindigkeit, Beschleunigung und Standort liefert. Für die Bewertung und Analyse des Fahrverhaltens ist aufgrund der Verbreitung von Endgeräten GPS sowohl eine kostengünstige als auch ressourceneffiziente Variante. In Kombination mit einem Geographic Information System (GIS) kann das Potenzial von GPS-Daten erhöht werden, da räumliche Daten wie zum Beispiel eine bebauten Umgebung den Daten überlagert werden können. Mit fortschrittlicheren Ortungstechniken, wie Differential Global Positioning System (DGPS), Real Time Kinematik (RTK) und der Möglichkeit des Multi-Global Navigation Satellite System (GNSS), ist es möglich präzisere Daten für die Verfolgung von Bewegungsbahnen aufzuzeichnen. Diese werden den Anforderungen vieler Anwendungen wie zum Beispiel Flottenverfolgung oder für die Beurteilung des Fahrverhaltens gerecht. Im Rahmen dieser Studie wurden sowohl handelsübliche GPS-Empfänger aus dem Bereich Freizeit (Garmin 76 und 72H) als auch professionelle Geräte (Mobilemapper 100 von Ashtech, Trimble R10 und JAVAD Delta-3) für die Positionsbestimmung gewählt, wobei die letzten beiden für die Bewertung der Positionierungstechniken herangezogen wurden. Für die Bewertung der Genauigkeit wurde zusätzlich noch eine Säulenstation installiert, welche Referenzdaten für DGPS- und RTK-Lösungen liefert. Dies ist notwendig, da diese Geräte für die Berechnung ihrer Position zusätzlich auf Code- bzw. Trägerphasenmessungen zurückgreifen.

Jene Systeme, die ihre Position mittels Single Point Positioning (SPP) aufzeichnen, können für die Beurteilung von Fahrmanövern nicht herangezogen werden, da sie lediglich eine Genauigkeit von mehreren Metern aufweisen. Hierfür wird auf fortschrittlichere Positionierungstechniken wie DGPS oder RTK zurückgegriffen. Diese Geräte benötigen mindestens vier gemeinsame Satelliten zur Positionsbe-

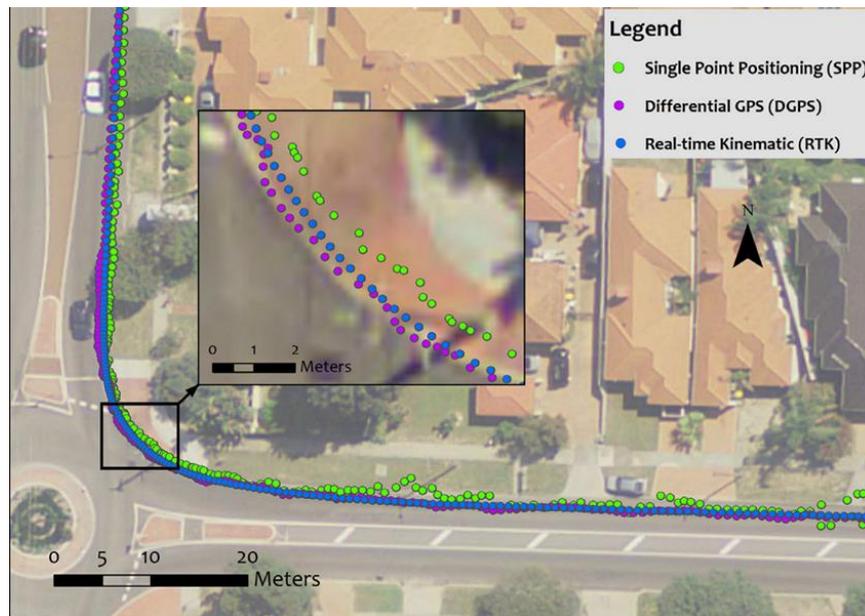


Abbildung 4.2: DGPS-Aufzeichnung von Fahrstrecken basierend auf SPP-, DGPS- und RTK-Techniken, aufgezeichnet mit Trimble R10

stimmung und zusätzlich noch eine bekannte Basisstation für die Berechnung der Roverposition. Diese beiden Lösungen können sowohl in Echtzeit als auch in der Nachbearbeitung realisiert werden. In dieser Studie wurde zweiteres angewendet.

Die Teststrecke für die Bewertung der Systeme führte um die Curtin University in Perth, Australien. Sie soll einen typischen städtischen Wohnvorort darstellen, welcher Bereiche umfasst, von denen erwartet wird, dass das GPS-Signal beeinflusst wird und darüber hinaus Bereiche mit umfassenden Fahrmanövern wie Kreisverkehre, Fußgängerübergänge etc. beinhaltet. Für die Bewertung wurde an allen Empfängern ein Tracking – Intervall von einer Sekunde eingestellt. Für die Nachbearbeitung der Daten wurde die Open Source Software „RTKlib“ verwendet. Die Daten der SPP-Lösungen wurden direkt verarbeitet, da sie im Gegensatz zu den RTK- und DGPS-Lösungen keine Korrekturen von der Basisstation benötigen bzw. nicht mit GIS-Daten überlagert werden konnten.

Bei den Ergebnissen der Studie hat sich herausgestellt, dass die Garmin Empfänger mehr Streu- und Driftpunkte liefern, wobei der Garmin 76 das schlechteste Ergebnis lieferte. Die Daten des Mobilemapper 100 wie auch die des Trimble R10 zeigten mehr Konsistenz und befanden sich näher an der Benchmarklinie der Säulenstation. Es kann weiters festgehalten werden, dass die Positionsgenauigkeit und das Vertrauensniveau bei SPP-Geräten deutlich niedriger sind als bei Geräten mit RTK und DGPS. Nach der Nachbearbeitung der Datensätze konnte die Genauigkeit

in Abhängigkeit von der Benchmarklinie bei DGPS-Geräten auf 68 Prozent und die von RTK auf 99 Prozent festgelegt werden. Bei der Betrachtung des Fahrverhaltens war es mit den beiden Garmin Geräten nicht möglich die Spur nachzuverfolgen, da diese eine zu geringe Genauigkeit aufwiesen. Die SPP-Geräte können für die Untersuchung des Reiseverhaltens verwendet werden, um Standorte bezüglich einer Straße festzulegen. Sie sind jedoch nicht in der Lage, eine Fahrzeugbahn mit einer genauen Geschwindigkeit und Beschleunigung zu erzeugen. Der Handheld – Mobilemapper 100 erzielt ähnliche Ergebnisse wie SPP, jedoch ist das Gerät besser für die Fahrzeugbewegung zu verwenden. Bei den RTK- und DGPS-Geräten ist aufgrund der Genauigkeit RTK eindeutig die bessere Wahl.

4.3.2 In Bezug auf „HERO: Online Real-Time Vehicle Tracking“ [2]

Intelligent transportation systems (ITS) haben sich in den letzten beiden Jahrzehnten schnell weiterentwickelt und sollen unter anderem dabei helfen, den Verkehrsfluss zu koordinieren, die Umweltbelastungen zu reduzieren, die Sicherheit zu verbessern und dazu beizutragen, dass die verfügbaren Ressourcen effizient genutzt werden. Der stark wachsende Verkehr ist in der größten Stadt Chinas (Shanghai) zu einer ernsthaften Herausforderung geworden. 2005 hat deshalb die Stadtregierung das Projekt Shanghai Grid (SG) ins Leben gerufen, um damit ein Verkehrsinformationssystem für den Großraum Shanghai zu schaffen. Im Rahmen des Projektes wird die Basisinfrastruktur ausgebaut, um dadurch verschiedene Methoden erstellen zu können, die den öffentlichen Verkehr erleichtern. Es kommen unter anderem drahtlose Access Points (AP) und RFID – Lesegeräte zum Einsatz, welche in der ganzen Stadt verteilt sind und Standort- sowie Statusinformationen von Fahrzeugen liefern, die gleichzeitig an lokal verteilte Knoten protokolliert werden. Die Ziele des Projekts sind, die verfügbare Transportinfrastruktur effizient zu nutzen und der Öffentlichkeit ein breites Spektrum an ITS-Anwendungen zB. Echtzeit-Verkehrsinformation oder Busabfahrtszeiten zur Verfügung zu stellen.

Die Online-Echtzeit-Fahrzeugverfolgung zählt zu den grundlegenden Diensten von SG. Mithilfe des Systems sollen kritische Fahrzeugtypen wie gestohlene Fahrzeuge, Rettung und Polizeiautos lokalisiert werden können. Durch die Implementierung weiterer Anwendungen in den Basisdienst können autorisierte Benutzer den Standort von einzelnen Fahrzeugen abrufen. Aufgrund von strengen Anforderungen ist die Echtzeit-Verfolgung jedoch sehr schwierig. Als erstes stellt der Benutzer eine Anfrage zur Nachverfolgung eines Fahrzeuges. Die Antwort muss innerhalb eines bestimmten Zeitbereichs erfolgen, ansonsten wird sie ungültig gesetzt. Die zweite Anforderung ist jene, dass das System skalierbar sein muss, damit hunderttausende von Fahrzeugen unterstützt werden können, Tendenz steigend. Drittens muss das System robust gegenüber Knotenausfällen sein. Für eine solch große Menge an Fahrzeugdatenströmen ist der zentrale Server überfordert. Als Alternative können die erfassten Daten lokal an den verteilten Knoten gespeichert werden und der zentrale Server entlastet werden, jedoch führte dieser Ansatz zu keiner erfolgreichen Lösung.

Deshalb wurde das neue Schema Hierarchical Exponential Region Organization (HERO) vorgeschlagen, welches die Anforderungen der Echtzeit-Verfolgung in einem verteilten System im Großstadtbereich erfüllt. Hierfür verbindet es lokale Knoten in einem Overlay-Netzwerk, welches dem darunter liegende Straßennetz entspricht. Über dem Overlay-Netzwerk wird eine hierarchische Struktur aufgebaut und dynamisch beibehalten, während sich das Fahrzeug bewegt. Durch diese Struktur kann der räumlich-zeitliche Standort von Fahrzeugen genutzt werden und ermöglicht dem System die Standortinformationen des sich bewegenden Fahrzeugs nur in benachbarten Knoten zu aktualisieren. Bei HERO gibt es zwei Unterscheidungsmerkmale. Erstens wird garantiert, dass jede Abfrage die Echtzeitinformationen mit jedem Fahrzeug in Verbindung bringen kann, indem die maximale Anzahl von Sprüngen begrenzt wird. Zweitens wird der Kommunikationsaufwand sowohl für die Standortaktualisierung als auch für die Abfragen deutlich reduziert und ist dadurch skalierbar, wodurch hunderttausende von Fahrzeugen und Millionen von Systembenutzern unterstützt werden können. Die vier relevanten Komponenten von HERO sind wie in Abbildung 4.3 gezeigt:

1. **Überlagerungskonstruktion:** wie bereits erwähnt wird ein Overlay – Netzwerk verwendet, welches dem Straßennetz von Shanghai entspricht.
2. **Hierarchieorganisation:** für jedes Fahrzeug teilt HERO die lokalen Knoten in unterschiedliche Regionen auf. Abbildung 4.3 stellt die unterschiedlichen Bereiche dar. Knoten R1 stellt jenen Knoten dar, der dem Fahrzeug am nächsten ist und die neuesten Informationen darüber enthält.
3. **Eingeschränkte Standortaktualisierung:** Wenn sich das Fahrzeug innerhalb von R1 bewegt sind nur die umfassenden Knoten von R1 betroffen. Sobald sich das Fahrzeug von R1 hinaus bewegt wird die Ortsaktualisierung auf weitere Regionen erweitert. Hierfür muss die Hierarchie neu organisiert werden und diese Reorganisation zielt auch darauf ab, die Netzwerkkosten für die Standortaktualisierung zu minimieren.
4. **Routenabfrage:** Mit der Hierarchie und der eingeschränkten Standortaktualisierung hat eine Region immer mehr aktuelle Standortinformationen als ihre äußeren Regionen. In HERO hat jeder Knoten einen Zeiger, der auf einen Grenzknoten seines unmittelbaren inneren Bereichs zeigt. Zum Beispiel empfängt Knoten a aus Abbildung 4.3 eine Anfrage und leitet sie über b,c,d weiter an e und e antwortet direkt an a zurück.

Bevor das System im großen SG-System eingesetzt werden kann, müssen noch weitere Studien vorgenommen sowie der Aktualisierungsaufwand noch weiter reduziert und bessere Sicherheitsmaßnahmen implementiert werden.

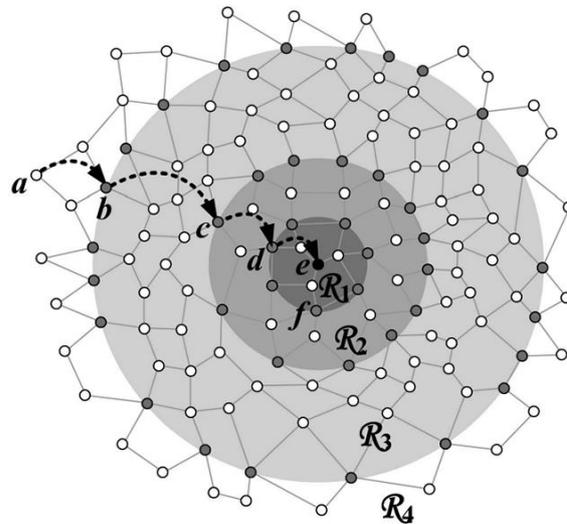


Abbildung 4.3: Darstellung hierarchischer Bereiche und Routenabfrage

4.3.3 In Bezug auf „Real-Time Vehicles Tracking based on Mobile Multi-Sensor Fusion“ [3]

Dieser Bericht befasst sich mit einem Echtzeitsystem, welches die eingebetteten Sensoren in Smartphones sowie Multi-Sensor-Fusion nutzt, um Fahrzeugbewegungen in Echtzeit anzuzeigen. Durch die eingebauten Sensoren wie zB. GPS oder ein Gyroskop hat das Smartphone zunehmend an Bedeutung als Sensor gewonnen. Zusätzlich resultiert aus der Kombination von Internet und Mobilfunktechnologie die Entwicklung zahlreicher Anwendungen beispielsweise für die Nachverfolgung in Echtzeit. Die Erwartungen der Zielsysteme werden jedoch mit herkömmlichen GPS-Empfängern nicht erreicht, da die Funktion durch unterschiedliche Fehlfunktionen beeinträchtigt werden kann. Daher wird in diesem Artikel eine Methode vorgeschlagen, die die vorhandenen Sensoren nutzt und für die Nachverfolgung Kalman-Filter und Multi-Sensor Fusionstechnik nutzt, um ein zufriedenstellendes Ergebnis zu liefern.

Die Echtzeitverfolgung ist in vielen Bereichen zu einem wichtigen Werkzeug geworden, wodurch auch der Präzision und Verlässlichkeit der Daten eine hohe Bedeutung zukommt. Durch den Canyon-Effekt² und der verringerten Sicht auf die Satelliten ist es in dicht bebauten Gebieten schwierig, eine ausreichend genaue und konstante Positionsbestimmung zu erreichen. Deshalb versuchen Forscher Lösungen zu entwickeln, die die Genauigkeit der Ortung von Fahrzeugen in städtischen Gebieten erhöhen können. Es lassen sich zwei Hauptrichtungen unterscheiden. Der erste dominante Ansatz liegt in der Konzentration auf ausgefeilte Algorithmen, welche Positionierungsfehler feststellen sollen und der zweite beschäftigt sich mit

²Canyon Effekt: enge Straßen, welche an beiden Seiten dicht bebaut mit Hochhäusern sind.

der Verschmelzung von mehreren Sensoren.

Im Folgenden wird auf die verwendete Architektur und das Design eingegangen, welches es ermöglicht, mithilfe der eingebetteten Sensoren durch Fusion der Signale eine stabile Positionierung auch mit instabilem GPS-Signal sicherzustellen. Das hier untersuchte System besteht aus sechs Komponenten; drei davon sind Hardware-sensoren aus dem Smartphone und die anderen drei sind verschiedene Filter, um das Signal zu glätten und die Daten zusammenzuführen. Die einzelnen Komponenten werden nachfolgend kurz erläutert.

- **Beschleunigungssensor**- erfasst die Fahrzeugbeschleunigungswerte und ihre Richtung.
- **Kreiselsensor** - erkennt Kurven anhand der Gierrate.
- **GPS** - zeichnet die Geschwindigkeit, die Richtung und die Koordinaten bei einer Frequenz von 1 Hz auf.
- **Exponentiell gleitender Durchschnittsfilter** - filtert die Schwerkraft aus den Daten des Beschleunigungsmessers
- **Tiefpassfilter** - gleicht Rauschen im Datensatz aus
- **Kalman-Filter** - verbindet die Datensätze wieder miteinander

Zusätzlich zu den eben genannten Komponenten umfasst das System sechs Verarbeitungsmodulare:

- **Schwerkraftkalibrierung** – Erfassung der Schwerkraftstärke der x,y,z – Achsen des Beschleunigungsmessers aus dem Smartphone
- **Fahrzeugbeschleunigung** – die Daten aus dem Beschleunigungssensor werden extrahiert, der Tiefpassfilter glättet die Daten und der Beschleunigungssensor verfeinert die Ausgabe.
- **Winkelgeschwindigkeit** – mittels des Kreiselsensors werden die Drehungen erkannt. Die Schwerkraft wird dazu verwendet, um die Daten zu korrigieren, und mittels Tiefpassfilter wird das Rauschen des Kreisels minimiert.
- **Verschmelzung der Geschwindigkeit** – dieses Verarbeitungsmodul ist für die möglichst genaue Erfassung der Geschwindigkeit zuständig. Der Kalman-Filter verbindet die Daten des Fahrzeugbeschleunigungssensors und die GPS-Geschwindigkeit.
- **Fahrtrichtung** – verfolgt den Kurs des Fahrzeugs. Verbindet mittels Kalman-Filter den GPS-Kurs und die Kreiselausgabe.
- **Verschmelzung des Trackings** – verwendet einen Kalman-Filter um die Ausgaben des GPS, des Fahrzeugkurses und des Geschwindigkeitssensors als Eingabe und um daraus den Standort des Fahrzeugs möglichst genau bestimmen zu können.

Eine weitere essentielle Methode für dieses System ist die Verwendung eines Kartenabgleichprozesses, welcher den GPS-Fehler weiter reduzieren soll. Erreicht wird diese Verbesserung durch eine Korrektur der Standorte sowie einer orthogonalen Projektion an die entsprechenden Straßenverbindungen.

Das analysierte Echtzeitsystem mit seinen Annäherungsverfahren wurde in Vöru,

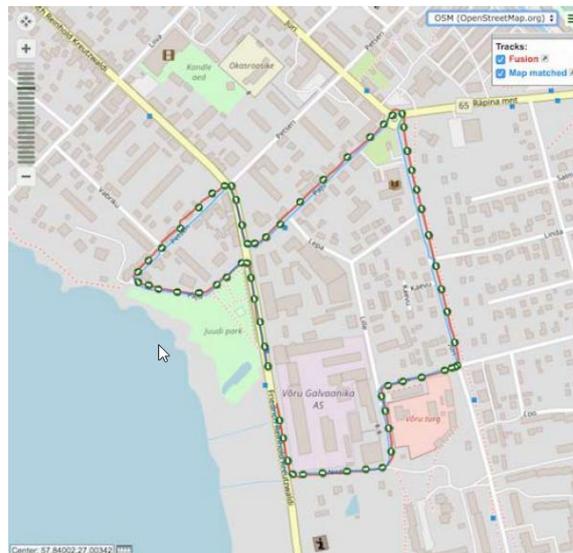


Abbildung 4.4: Übersicht der Systemergebnisse - nach dem Fusionsprozess und dem Kartenabgleichprozess

Estland unter realen Bedingungen auf einer Strecke von 1,98 km (+/-0,3%) getestet. Das Android Smartphone wurde dafür im Fahrzeug fixiert und aus Gründen der Vergleichbarkeit wurde die Strecke mit vier unterschiedlichen GPS-Aktualisierungsraten abgefahren (0,4 Hz, 0,2 Hz, 0,1 Hz und 0,33 Hz). In Abbildung 4.4 wird die 0,4 Hz Abtastrate der Echtzeitverfolgung dargestellt. Dabei ist die rote Linie die Standortabschätzung durch Multisensorfusion, die blaue nach dem Kartenabgleichvorgang und die grünen Markierungen zeigen die GPS-Messungen.

Mittels der unterschiedlichen Abtast-Frequenzen konnte festgestellt werden, dass sich die Genauigkeit der Lokalisierung proportional zur Frequenz verhält. Außerdem konnte festgehalten werden, dass durch den Kartenabgleich meist gute Ergebnisse erzielt werden. Abweichungen sind auf fehlerhafte Messung zurückzuführen. Im Schnitt benötigt die Multi Sensor Fusion ca. 2 ms für die Ausführung, und der Kartenabgleich ca. 1 ms. Das ergibt eine gesamte Dauer von in etwa 3 ms und kann für ein Echtzeitsystem als akzeptable Leistung angesehen werden.

4.3.4 In Bezug auf „A user Interactive and Assistive Fleet Management and Eco - Driving System“ [4]

In diesem Artikel wird ein kostengünstiges, vereinfachtes und dennoch vielseitiges Fahrzeugdiagnosesystem vorgestellt, welches mit allen OBDII kompatiblen Fahrzeugen verwendet werden kann.

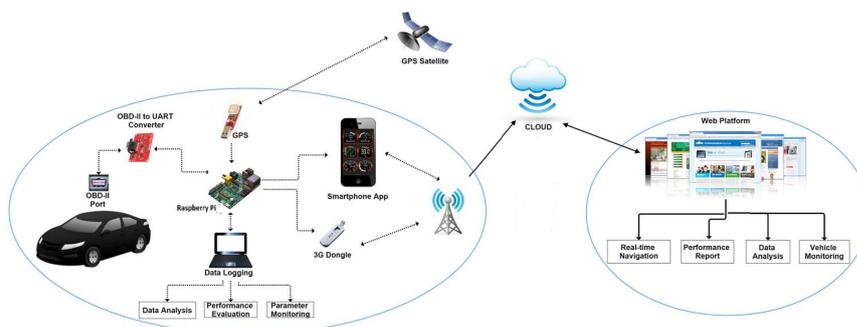


Abbildung 4.5: System Übersicht

Abbildung 4.5 gibt einen Überblick über das System, welches aus einer Hardware besteht, die an der OBD-Schnittstelle mit dem Fahrzeug verbunden ist. Dadurch können unterschiedliche Daten des Fahrzeugs über den CAN-Bus ermittelt werden. Die erhaltenen Daten werden dann an einen Remote-Server übermittelt, verarbeitet sowie analysiert, mit dem Ziel:

- Die Fahrleistung vorherzusagen und das Fahrverhalten zu bewerten
- Fehler am Fahrzeug festzustellen und
- Für die Fahrzeugverfolgung sowie als Diebstahlalarm über Geo-Fencing mit integriertem GPS zur Verfügung zu stehen.

Die Hardware besteht aus einem Broadcom BCM2835 Chip Mikrocomputer (Raspberry Pi), welcher mit seinem integrierten Prozessor eine schnelle Datenverarbeitung sowie -übertragung ermöglicht. Der Raspberry Pi bietet eine kostengünstige Lösung zur Integration von verschiedenen Peripheriegeräten. In diesem Fall ein UART-Board für die Kommunikation mit der OBD-Schnittstelle, GPS für die Fahrzeugortung und ein 3G-Modul für die drahtlose Übertragung von Daten an den Remote-Server. Jene Daten welche die Kinematik des Fahrzeugs betreffen, werden über CAN-Bus über die OBDII-Schnittstelle bereitgestellt. Das verwendete Testfahrzeug verwendet das CAN-Protokoll ISO 15765 für die Kommunikation innerhalb der Steuergeräte. Im Weiteren wird auf die Analyse sowie die Visualisierung der gesammelten Daten eingegangen.

1. Analyse des ökologischen Fahrens:

Ein wichtiger Punkt hinsichtlich des Kraftstoffersparnispotenzials ist die Analyse des Fahrverhaltens. Ein Großteil der Fahrzeughersteller hat bereits Assistenzsysteme für sparsames Fahren in ihren Fahrzeugen implementiert. Es

ist auch durch unterschiedliche Studien belegt, dass Nutzer durch solche Fahrassistenten einen effizienteren Fahrstil wählen.

2. *Bewertung des Benutzerfahrstils:*

Für die Bewertung des Fahrstils werden während unterschiedlicher Fahrmanöver die Echtzeit-OB-Daten aufgezeichnet. Für die Berechnung des Kraftstoffverbrauchs werden unter anderem die Daten der Fahrzeuggeschwindigkeit, des Drehmoments, der Drosselklappenstellung sowie des Luftmassenstroms benötigt. Im Folgenden wird auf die unterschiedlichen Analysetechniken eingegangen:

- Erkennen von starkem Beschleunigen/Abbremsen und hartes Bremsen: wird erkannt durch eine schnelle Änderung der Fahrzeuggeschwindigkeit und schnelle Gasbewegungen
- Übermäßiger Leerlauf: Jene Kraftstoffmenge, die auf Grund eines übermäßigen Leerlaufs des Fahrzeugs aufgezeichnet wird. Der Kraftstoffverbrauch wird mittels Algorithmen aus dem Signal des Luftmassenmessers berechnet.
- Optimaler Drehzahlbereich für Gangwechsel: Die Leistung eines Fahrzeugs wird maßgeblich durch die falsche Gangwahl beeinflusst und kann zu einem Anstieg beim Kraftstoffverbrauch führen. Deshalb ist es sehr wichtig, dass die vorgeschlagenen Gangwechselforgänge ausgeführt werden, um maximale Wirtschaftlichkeit erreichen zu können. Bei den Testfahrten wurde ein manuell geschalteter Suzuki Maruti SX4 verwendet und innerhalb eines bestimmten Drehzahlbereiches wurden die Schaltvorgänge durchgeführt, um daraus den Kraftstoffverbrauch zu berechnen. Als Optimum hat sich mit 8,60 km/l der Bereich von 2400 – 2600 U/min herausgestellt.

Die oben genannten Analysetechniken werden als Grundlage für die Analyse der OB-Daten in der Webanwendung herangezogen. Des Weiteren wird falsches Fahrverhalten erkannt und dem Benutzer eine Änderung vorgeschlagen.

3. *Datenvisualisierungsmodul:*

Jene Daten, die von der Hardware an den Remote-Server gesendet werden, können wiederum von der Webanwendung angefordert, verarbeitet und schlussendlich in einer Graphical User Interface (GUI) im Benutzerprofil angezeigt werden. Die entworfene Webanwendung listet folgende Informationen auf:

- (a) Anzeige von Echtzeit-Fahrzeugdaten, Diagnose-Fehlercodes und Tracking-Informationen
- (b) Anzeige der Leistung des Fahrzeugs und des Fahrers in Bezug auf die Ökonomie des Fahrstils
- (c) Bereitstellung von Geo-Fencing für die Diebstahlerkennung

Außerdem bietet die Webanwendung an, vergangene Fahrten in Form von Statistiken anzuzeigen.

4.4 Technische Betrachtung

Im Folgenden soll der technische Hintergrund der Systeme näher beleuchtet werden. Im Speziellen wird darauf eingegangen, wie sie kommunizieren, wie sie ihre Daten erhalten und wie ihre Daten übertragen werden können. In der Anforderungsmatrix wurde der technische Hintergrund der jeweiligen Systeme aufgezeigt.

4.4.1 Positionsbestimmung

Unter dem Begriff Positionsbestimmung werden all jene Satellitensysteme zusammengefasst, welche derzeit verwendbar sind und die für die in dieser Arbeit beschriebenen Systeme als relevant betrachtet werden können.

GNSS

Mit dem Begriff GNSS werden alle bestehenden oder zukünftigen Satellitensysteme zur Positionsbestimmung zusammengefasst werden:

- Navigation System using Timing and Ranging (NAVSTAR) GPS
- Globalnaja nawigazionnaja sputnikowaja sistema (GLONASS)
- Galileo
- BeiDou Navigation Satellite System (BDS)

NAVSTAR GPS ³

Seitdem die amerikanische Regierung das globale Positionsbestimmungssystem GPS der breiten Öffentlichkeit zugänglich gemacht hat, ist es problemlos möglich, Informationen bezüglich Navigation, Position und Zeit aufzuzeichnen. Ähnlich dem Internet ist es zu einem wesentlichen Bestandteil der globalen Informationsinfrastruktur geworden. Durch die freie und zuverlässige Nutzung und Architektur von GPS sind in den vergangenen Jahren etliche Entwicklungen entstanden wie zB. die Verwendung in Smartphones, Armbanduhren aber auch in Versandbehältern oder Geldautomaten. In vielerlei Hinsicht ist GPS aus dem alltäglichen Leben nicht mehr wegzudenken.

Konstellation der Satelliten

Für die GPS-Konstellation sind die Satelliten in sechs Orbitalebene mit gleichem Abstand um die Erde angeordnet. Diese Ebenen wiederum sind in vier „slots“ mit je einem Basissatelliten unterteilt, wodurch gewährleistet wird, dass der Benutzer von praktisch jedem Punkt der Erde vier Satelliten sehen kann.

³<https://www.gps.gov/systems/gps/>

Navigationssignale

Die im Folgenden beschriebenen Signale sind die neuen Navigationssignale zur Satellitenkonstellation.

- L2C zweites ziviles Signal (1227,60 MHz): Überträgt hauptsächlich den P/Y-Code („Precision/Encrypted“). In Kombination mit dem C/A-Code („Coarse/Acquisition“) ermöglicht diese Übertragungsform eine Ionosphärenkorrektur, durch welche die Genauigkeit erhöht wird. GPS-Empfänger mit zwei Frequenzen haben die gleiche Genauigkeit wie das Militär.
- L5 drittes ziviles Signal (1176,45 MHz): Dieses Signal wird in einem Funkbereich gesendet, der ausschließlich für die Flugsicherheitsdienste bestimmt ist. Es liefert eine höhere Leistung, eine größere Bandbreite und ein fortschrittliches Signaldesign. In Zukunft werden Flugzeuge L5 in Kombination mit C/A - Code verwenden, um die Genauigkeit und die Robustheit zu verbessern.
- L1C viertes ziviles Signal (1575,42 MHz): Bei diesem Signal handelt es sich um die Frequenz, welche für den zivilen Gebrauch zur Verfügung steht (C/A - Code). Es wird zusätzlich vom nicht zivilen P/Y - Code trennbar überlagert.

GLONASS [22]

Bei GLONASS handelt es sich um ein globales Satelliten-Navigationssystem, welches von der russischen Föderation entwickelt wurde. Ähnlich dem GPS stellt GLONASS dualfrequente L - Band Navigationssignale für zivile und militärische Navigation zur Verfügung.

Konstellation der Satelliten

Im Gegensatz zu GPS besitzt GLONASS nur drei Orbitalebene mit insgesamt 24 betriebsfähigen Satelliten. Um eine bestmögliche Abdeckung zu erreichen, verwendet GLONASS die Walker 24/3/1 Geometrie für die Konstellation. Dabei stehen die Parameter t/p/f für die Anzahl an Satelliten, die Nummer der Orbitalebene und die Phaseneinteilung.

Navigationssignale

GLONASS bietet zwei unterschiedliche Dienste an.

1. Beim ersten handelt es sich um einen offenen Dienst mit unverschlüsselten Signalen mit bis zu drei Frequenzbändern (L1, L2 und L3), der für alle Benutzer weltweit ohne Einschränkung verfügbar ist.
2. Beim zweiten handelt es sich um einen Dienst für autorisierte Benutzer mit verschlüsselten Signalen und derzeit zwei Frequenzbändern. (L1 und L2)

GLONASS verwendet traditionell die Frequenzmultiplex - Zugriffsmodulation (FDMA). Dabei verwenden die Signale den gleichen Entfernungscodex, aber geringfügig unterschiedliche Frequenzen. Mit dem ersten GLONASS-K1-Satelliten begann im Jahr 2011 zusätzlich die Codemultiplex - Vielfachzugriffsmodulation (CDMA) Signale auf das neue L3-Signal zu übertragen. Infolge der Modernisierung werden die CDMA-Signale auch in den Bändern L1 sowie L2 übertragen, das soll eine Kompatibilität mit anderen GNSS verbessern.

Galileo

Bei Galileo handelt es sich um Europas eigenes globales Satellitennavigationssystem, welches einen hochpräzisen, globalen Ortungsdienst unter ziviler Kontrolle anbietet. Standardmäßig bietet Galileo zwei Frequenzen an und liefert dadurch eine Positionsgenauigkeit im Meterbereich. Galileo ist auch mit anderen Systemen wie GPS und GLONASS kompatibel. [23]

Konstellation der Satelliten

Der Vollausbau des europäischen Systems ist für 2020 angedacht und soll dann auf drei Orbitalebene mit je acht Satelliten eine Walker-Konstellation wie bei GLONASS bilden. Um die Verfügbarkeit zu gewährleisten, kommen pro Umlaufbahnene noch drei zusätzliche Ersatzsatelliten hinzu. Mit den Galileo-Navigationssignalen sollen dann auch die Breitengrade bis 75 Grad nördlicher Breite (Nordkap) abdeckt werden.⁴

Navigationssignale [22]

Jeder einzelne der Galileo-Satelliten liefert auf drei verschiedenen Frequenzen kohärente Navigationssignale. Jedes Signal enthält mehrere Komponenten, die mindestens ein Paar von Pilot- und Datenkomponenten enthalten. Die Signale und Komponenten können wiederum den drei unterschiedlichen Arten von Positionierungsdiensten zugeordnet werden:

1. der öffentlich zugängliche Ortungsdienst umfasst die Pilot-Daten-Paare E1-B/C, E5a-I/Q und E5b-I/Q
2. der für staatlich autorisierte Benutzer zugängliche Ortungsdienst die Paare E1-A und E6-A
3. der für zukünftige Mehrwertdienste das Paar E6-B/C

BDS

China hat sich in den 1980er Jahren entschlossen, ein unabhängiges Satellitennavigationssystem aufzubauen und war nach den USA und Russland die dritte

⁴http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/Galileo/What_is_Galileo/

Nation mit solch einer Anwendung. Derzeit ist das System im asiatisch-pazifischen Raum und in China verfügbar und ab 2020 soll es dann weltweit verfügbar sein. [22]

Konstellation der Satelliten

Bei der Konstellation der Satelliten wird bei BDS ein hybrides System verwendet, welches sowohl Elemente globaler Systeme wie GPS als auch regionaler Systeme wie zB. Quasi-Zenith Satellite System (QZSS) verbindet. Seit Ende 2012 befinden sich die Satelliten in der Phase - II Konstellation, welche sich wie folgt aufteilt: 5 im geostationären Orbit (GEO), 5 im geneigten geosynchronen Orbit (IGSO) und 4 in der mittleren Erdumlaufbahn (MEO).

Navigationssignale

Die BDS-II-Satelliten senden insgesamt sechs Signale in drei verschiedenen Frequenzbändern. Die Frequenzen B1 und B3 sind gegenüber derer von GPS und Galileo versetzt, hingegen gleicht die B2 Frequenz dem E5b Band von Galileo.

4.4.2 OBDII

OBD - Systeme sind heutzutage in den meisten PKW sowie in Leicht-LKW aus gesetzlichen Gründen standardmäßig verbaut. In erster Linie sollten damit die Environmental Protection Agency (EPA) Emissionsnormen und Anforderungen erfüllt werden. Über die Jahre wurden OBD-Systeme immer anspruchsvoller und Mitte der 1990er Jahre der aktuell gültige Standard OBD-II eingeführt. Dieser bietet eine universelle Inspektions- und Diagnosemethode, um sicherzustellen, dass das Fahrzeug den geforderten Standards entspricht und diese auch diagnostizierbar sind. Grundsätzlich gibt es fünf OBD-Protokolle, welche Unterschiede im Kommunikationsmuster zwischen Bordcomputer und Scannerkonsole aufweisen. Alle europäischen Hersteller verwenden die ISO 9141 oder KWP2000. Das neueste Protokoll ist CAN, welches den OBD II-Spezifikationen hinzugefügt wurde und für alle Modelljahre ab 2008 vorgeschrieben ist.⁵

Der CAN-Datenbus wird hauptsächlich für die genormte Datenübertragung zwischen den unterschiedlichen Steuergeräten verwendet. Mit Hilfe von zwei Datenleitungen werden Daten übertragen und das Bussystem muss aus mindestens zwei Knoten (zB. Motorsteuergerät und Getriebesteuergerät), den beiden Leitungen und zwei Abschlusswiderständen bestehen. [24]

Nachstehend ist zur Veranschaulichung der Pinbelegung eine OBD II-Diagnoseschnittstelle mit der genormten Belegung der Pins dargestellt, Abbildung 4.6⁶ Die Pins, die nicht belegt sind, können von den Herstellern spezifisch belegt werden.

⁵<http://www.obdii.com/background.html>

⁶<https://www.obd-2.de/stecker-belegungen.html>.

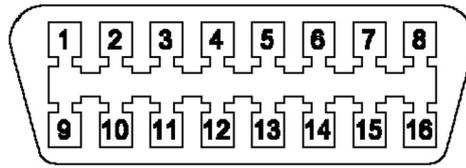


Abbildung 4.6: Pinbelegung OBD-II

Abbildung 4.7: Belegung OBD-II-Stecker

Pin-Nummer	Beschreibung
2	J1850 Bus +
4	Fahrzeug Masse
5	Signal Masse
6	CAN High (J-2284)
7	ISO 9141-2 K Ausgang
10	J1850 Bus
14	CAN Low (J-2284)
15	ISO 9141-2 L Ausgang
16	Batterie (+) Spannung

4.4.3 Bluetooth

Bei Bluetooth handelt es sich um eine Funktechnologie, die in den 1990er Jahren entwickelt wurde. Sie ermöglicht es ohne direkte Sichtverbindung drahtlos miteinander zu kommunizieren. Bluetooth arbeitet im Industrial, Scientific and Medical Band (ISM) Frequenzbereich von 2,4 GHz mit einer Bandbreite von 1Mhz, wobei es Geräte gibt, die im selben Frequenzbereich arbeiten, wodurch Störungen auftreten können. Bluetooth wechselt daher die Frequenz nach jedem gesendeten Paket [Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS)] um Störungen vorzubeugen. Die Pakete können eine Länge von einem, drei oder fünf Slots haben, wobei ein Slot eine Länge von 625 μ s hat. Bei Verbindungen zwischen lediglich zwei Geräten handelt es sich um eine Punkt-zu-Punkt-Verbindung. Kommunizieren mehrere Geräte untereinander handelt es sich um ein Piconetz.

Sendeleistungen

Da der Energieverbrauch eine wesentliche Rolle bei Bluetooth-Geräten spielt, werden sie in drei verschiedene Sendeleistungen unterteilt.

- Leistungsklasse 3: 1 Milliwatt (zB. Smartphones)
- Leistungsklasse 2: 2,5 Milliwatt
- Leistungsklasse 1: 100 Milliwatt (zB. USB Sticks für Notebooks)

Je nachdem welche Leistungsklasse verbaut ist, kann auch eine unterschiedliche Distanz überwunden werden. Bei Leistungsklasse 3 sind das zB. 10 m und maxi-

mal eine Wand. Im Gegensatz dazu kann Leistungsklasse 1 bis zu 100 m und mehrere Wände überbrücken. Unabhängig von der Leistungsklasse können alle Geräte miteinander kommunizieren. [25]

4.4.4 Mobilfunkstandards

Beim Mobilfunk handelt es sich um einen der sich am schnellsten entwickelnden Bereiche der Telekommunikation. Die damit verbundenen Begriffe wie 2G, 3G, 4G oder aktuell 5G beschreiben die unterschiedlichen Generationen der Mobilfunkstandards. Die nachstehende Aufzählung gibt einen kurzen Überblick darüber, welche Techniken sich hinter welcher Generation verbergen.

- 2G: Global System for Mobile Communications (GSM), General Packet Radio Service (GPRS) und Enhanced Data Rates for GSM Evolution (EDGE)
- 3G: Universal Mobile Telecommunications System (UMTS)
- 4G: Long Term Evolution (LTE)
- 5G: baut auf 4G auf

2G

Mit dieser Generation der Mobilfunkübertragung hat die digitale Übertragung von Daten Einzug gehalten.

- **GSM**
Beginn der 1990er Jahre wurde der GSM-Standard eingeführt. Mit diesem wurde erstmalig in Europa ein einheitlicher Standard für die mobile Kommunikation geschaffen, welcher folgend weltweit übernommen wurde. Ziel war es, eine drahtlose Sprachübertragung zu konzipieren und zu optimieren, die bis heute zu den weitesten verbreiteten Standards gehört.
- **GPRS**
Durch das steigende Interesse am Internet und der daraus resultierenden Datenübertragung wurde der GSM-Standard um GPRS erweitert. Dadurch wurde eine effiziente Datenübertragung ermöglicht und mobile Geräte hatten fortan Zugriff auf das Internet. Da das GPRS als Erweiterung vom GSM-Netz entwickelt wurde, teilen sich diese beiden Netze auch die Timeslots pro Frequenz an einer Basisstation, in diesem Fall 8.
- **EDGE**
Zur Steigerung der GPRS-Übertragungsgeschwindigkeit wurde ein weiteres Modulationsverfahren mit dem Namen EDGE standardisiert. Damit ist es möglich, 3 Bits pro Übertragungsschritt zu senden, statt des bisherigen 1 Bit.

3G

Der nächste Schritt in der Evolution der mobilen Telekommunikation war UMTS. Mittels UMTS können die Eigenschaften eines Sprachnetzwerkes (leitungsvermittelnd) mit denen eines Datennetzwerkes (paketvermittelnd) verknüpft werden. Im

Abbildung 4.8: Mobilfunkgenerationen und ihre maximale Bandbreite.

Mobilfunk Generation	maximale Bandbreite
2G	100 kbits/s
3G	42 Mbits/s
4G	300 Mbits/s
5G	10.000 Mbits/s

Vergleich zur vorherigen Generation bietet diese Generation Übertragungsraten im Megabitbereich an, oft auch unter dem Begriff High Speed Packet Access (HSPA) bekannt.

4G

Mit der steigenden Anforderung an die Datenübertragung erreichen die Systeme bald ihre Grenzen und müssen laufend weiterentwickelt werden, um den Anforderungen gerecht zu werden. Deshalb beschloss das Standardisierungsgremium von Netzbetreibern und Infrastrukturherstellern (3rd Generation Partnership Project (3GPP)) eine erneute Überarbeitung der bisherigen Netzwerke, und das Resultat war LTE. Damit wurde ein neues Übertragungsverfahren eingeführt, welches nicht wie bisher ein Signal über einen breiten Übertragungskanal sendet, sondern es wird das Orthogonal Frequency Division Multiplexing (OFDM)-Verfahren verwendet. Durch dieses Verfahren werden schnelle Datenströme in viele langsame Datenströme aufgeteilt, die wiederum gleichzeitig übertragen werden können.

5G ⁷

Wie bereits bei 4G erwähnt, steigt die Anforderung im Mobilfunk stetig an. Seit Anfang 2019 ist 5G in Österreich für eine bestimmte Anzahl von Kunden verfügbar, der breiten Öffentlichkeit soll es ab 2020 zur Verfügung stehen. Im Vergleich zu den vorhergehenden Generationen soll mit 5G die Bandbreite weiter erhöht werden, in Ballungsräumen soll es deutlich weniger Geschwindigkeitseinbußen zu Stoßzeiten und geringere Verzögerungszeit geben, nur um ein paar Änderungen zu nennen.

Die folgende Tabelle 4.8 soll die maximale Bandbreite der Mobilfunkgenerationen seit dem Beginn in den 1990er-Jahren bis zum zukünftigen Standard in 2020 aufzeigen.

⁷<https://futurezone.at/digital-life/oesterreich-ist-europas-erstes-5g-land-fuer-200-kunden/400447840>

4.5 Wirtschaftliche Betrachtung

Dieser Abschnitt beschäftigt sich mit der Betrachtung der durch die Systeme verursachten Kosten, die der Neuanschaffung und über die Nutzungsdauer des Systems entstehen. Das Ergebnis dieser Betrachtung wird anschließend diskutiert.

4.5.1 Investitionsrechnung

Für eine betriebswirtschaftliche Betrachtung der Systeme wurde im ersten Schritt die statische Investitionsrechnung als passendes Entscheidungswerkzeug herangezogen. Der Vorteil bei dieser Art der Kalkulation liegt darin, dass wenige Daten schnell Ergebnisse liefern und diese periodenbezogen sind. Es war auf Grund der vorliegenden Daten nicht möglich, die Kalkulation dynamisch durchzuführen und ein belastbares Ergebnis zu erhalten. Nachdem der Umsatz bei der Kalkulation nicht betrachtet werden muss, fiel die Entscheidung auf die Kostenvergleichsrechnung. Bei gegebener Kapazität lassen sich die Kosten der Investitionsobjekte direkt vergleichen. Ein weiterer Punkt für die Entscheidung, diese Berechnungsmethode zu verwenden war die Tatsache, dass sie für den Vergleich von mehreren Investitionsalternativen herangezogen werden kann. [26]

Kostenvergleichsrechnung

$$K_{\text{gesamt}} = K_f + k_v \cdot x + \frac{I_o - L_T}{n} + \frac{I_o + L_T}{2} \cdot i \quad (4.1)$$

wo:

K_f = fixe Gesamtkosten

k_v = variable Stückkosten

x = durchschnittlich abgesetzte Menge

I_o = Investitionsbetrag zum Zeitpunkt 0 (Anschaffungskosten)

L_T = Liquidationserlös

n = voraussichtliche Nutzungsdauer

i = Kalkulationszinsfuß

Mit Formel 4.1 kann die Kalkulation für die ausgewählten Systeme durchgeführt werden. Wie im vorherigen Kapitel erwähnt handelt es sich bei den Einsatzgebieten hauptsächlich um kurzfristige Analysen über mehrere Tage. Vom momentanen Wissensstand aus gesehen kann mit einer bis zu zweimaligen Nutzung pro Jahr gerechnet werden. Deshalb werden im Folgenden zwei unterschiedliche Kalkulationen aufgezeigt, jeweils für den einmaligen und den zweimaligen Einsatz innerhalb eines Kalenderjahres.

Kosten bei jährlich einmaliger Nutzung des Systems

Zu der Kostenvergleichsrechnung in Tabelle 4.2 werden einige Annahmen getroffen, die im Folgenden vorgestellt werden. Es wird davon ausgegangen, dass alle

Tabelle 4.2: Kostenvergleichsrechnung für einmalige Nutzung pro Jahr

	OBD-Dongle mit GPS Offline und Speicherkapazität	OBD-Dongle mit GPS Online	OBD-Dongle mit Smartphone + App	Smartphone mit App	GPS-Tracker Offline	GPS-Tracker Online	CAN-Sniffing Online
Anschaffungskosten	18,99	17,63	66,86	52,32	38,99	79,99	161,60
Nutzungsdauer	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Jährliche Fixkosten		10,00	10,00	10,00		29,94	10,00
Variable Kosten							
-Betriebskosten	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
-Personalkosten	15,00	15,00	30,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Kalk. Afa	3,80	3,53	13,37	10,46	7,80	16,00	32,32
Kalk. Zinsen	0,95	0,88	3,34	2,62	1,95	4,00	8,08
Kosten pro System und Jahr [€]	29,75	39,41	66,72	48,08	34,75	74,94	75,40
Auswertzeit [min]	10	10	20	10	10	10	10

Geräte eine Nutzungsdauer von 5 Jahren haben. Die Fixkosten mit 10 € beziehen sich auf ein Mobilfunk-Guthaben und die 29,94 € auf die jährlichen Kosten für die Abogebühr des betreffenden Systems. Bei den variablen Kosten werden die Personalkosten sowie die Betriebskosten der Systeme bewertet. Die Personalkosten pro Stunde wurden mit 90 € bewertet und abhängig von der Dauer für die Auswertung pro System berechnet. Die jeweilige Dauer der Auswertung ist am unteren Ende der Tabelle dargestellt. Für die Betriebskosten wurden 10 € veranschlagt. Mit diesem Betrag werden Serverkosten (Strom, Internet aliquot) inklusive der Wartung des Geräts berücksichtigt. Je mehr Geräte angeschafft werden, desto geringer werden die Betriebskosten pro System. Für die Systeme ist keine Veräußerung nach Beendigung der Laufzeit angedacht, deshalb beläuft sich der Liquidationserlös auf 0 €. Die letzte Annahme für die Kalkulation sind die kalkulatorischen Zinsen, welche mit 10 % angenommen wurden.

In Abbildung 4.9 werden die Kosten dargestellt, welche bei einer einmaligen Nutzung pro Jahr und System entstehen würden. Bei den Beträgen ist erwartungsgemäß ein linearer Anstieg mit zunehmender Anzahl an Systemen zu erkennen. Wie aus der Grafik zu erkennen ist, handelt es sich beim System „GPS-Online Tracker“, sowie beim „CAN-Sniffing Online System“ um die kostspieligsten Optionen und beim System „OBD-Dongle mit GPS Offline und Speicherkapazität“ um die günstigste Alternative.

Tabelle 4.3: Kosten für bis zu 100 Systeme bei einmaliger Nutzung

Anzahl der Systeme	Anzahl der Systeme						
	OBD-Dongle mit GPS Offline und Speicherkapazität	OBD-Dongle mit GPS Online	OBD-Dongle mit Smartphone + App	Smartphone mit App	GPS-Tracker Offline	GPS-Tracker Online	CAN-Sniffing Online
10	207,48	304,08	577,15	390,80	257,48	659,38	664,00
20	404,95	598,15	1144,30	771,60	504,95	1308,75	1318,00
30	602,43	892,23	1711,45	1152,40	752,43	1958,13	1972,00
40	799,90	1186,30	2278,60	1533,20	999,90	2607,50	2626,00
50	997,38	1480,38	2845,75	1914,00	1247,38	3256,88	3280,00
60	1194,85	1774,45	3412,90	2294,80	1494,85	3906,25	3934,00
70	1392,33	2068,53	3980,05	2675,60	1742,33	4555,63	4588,00
80	1589,80	2362,60	4547,20	3056,40	1989,80	5205,00	5242,00
90	1787,30	2656,70	5114,35	3437,20	2237,28	5854,38	5896,00
100	1984,80	2950,80	5681,50	3818,00	2484,75	6503,75	6550,00

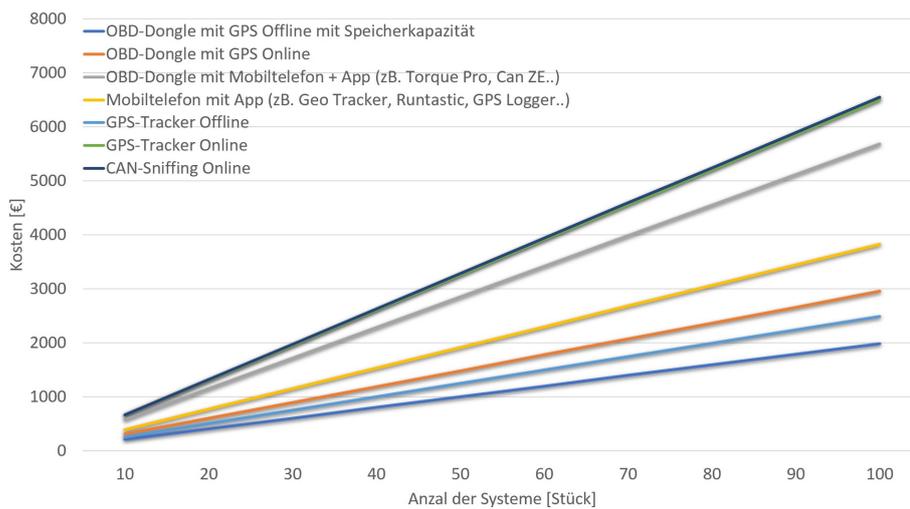


Abbildung 4.9: Kosten bei jährlich einmaliger Nutzung

Kosten bei zweimaliger Nutzung des Systems pro Jahr

Tabelle 4.4: Kostenvergleichsrechnung für zweimalige Nutzung pro Jahr

	OBD-Dongle mit GPS Offline und Speicherkapazität	OBD-Dongle mit GPS Online	OBD-Dongle mit Smartphone + App	Smartphone mit App	GPS-Tracker Offline	GPS-Tracker Online	CAN-Sniffing Online
Anschaffungskosten	18,99	17,63	66,86	52,32	38,99	79,99	161,60
Nutzungsdauer	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Jährliche Fixkosten		10,00	10,00	10,00		29,94	10,00
Variable Kosten							
-Betriebskosten	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
-Personalkosten	30,00	30,00	60,00	30,00	30,00	30,00	30,00
Kalk. Afa	1,90	1,76	6,69	5,23	3,90	8,00	16,16
Kalk. Zinsen	0,95	0,88	3,34	2,62	1,95	4,00	8,08
Kosten pro System und Jahr [€]	42,85	52,64	90,03	57,85	45,85	81,94	74,24
Auswertezeit [min]	20	20	40	20	20	20	20

Im Grunde sind die Randbedingungen zu Tabelle 4.2 mit ein paar Anpassungen für die zweimalige Nutzung des Systems pro Jahr auch hier anwendbar. So wurde die Auswertezeit und damit die Personalkosten verdoppelt. Die Fixkosten müssen nicht angepasst werden. 10 € ist der geringste Geldbetrag, welcher auf eine Mobilfunk-Wertkarte aufgeladen werden kann und für die Datenübertragungsmenge vollkommen ausreichend ist. Auch bei der Abogebühr ändert sich nichts. Zusätzlich zu den bereits erwähnten Werten ändert sich die kalkulatorische Abschreibung. Dadurch, dass die Systeme doppelt so oft zum Einsatz kommen, und die Nutzungsdauer deshalb mit 10 Jahren angegeben wird, senkt sie auf die Hälfte.

Wie schon bei der einmaligen Nutzung ersichtlich war, gibt es einen linearen Anstieg mit der Anzahl der Systeme. Hier ist eine deutlich größere Spreizung im oberen Preissegment ersichtlich. Im Vergleich zur einmaligen Nutzung ergibt sich hier ein anderes System mit den höchsten Kosten. Das System „OBD-Dongle mit Smartphone + App“ ist aufgrund der angenommenen Auswertezeit wesentlich teurer. Diese haben wie bereits erwähnt einen kausalen Zusammenhang mit den Personalkosten. Die beiden Systeme „GPS-Tracker Online“ und „CAN-Sniffing Online“ sind immer noch in der oberen Preisklasse angesiedelt. Sie liegen aber nicht mehr so knapp beieinander und der Unterschied zwischen einmaliger und zweimaliger Nutzung ist sehr gering. Weiterhin das günstigste System ist der „OBD-Dongle mit

Tabelle 4.5: Kosten für bis zu 100 Systeme bei zweimaliger Nutzung

Anzahl der Systeme	OBD-Dongle mit GPS Offline und Speicherkapazität	OBD-Dongle mit GPS Online	OBD-Dongle mit Smartphone + App	Smartphone mit App	GPS- Tracker Offline	GPS- Tracker Online	CAN-Sniffing Online
10	338,49	436,45	810,29	488,48	368,49	729,39	652,40
20	676,97	862,89	1610,58	966,96	726,97	1448,77	1294,80
30	1015,46	1289,34	2410,87	1445,44	1085,46	2168,16	1937,20
40	1353,94	1715,78	3211,16	1923,92	1443,94	2887,54	2579,60
50	1692,43	2142,23	4011,45	2402,40	1802,43	3606,93	3222,00
60	2030,91	2658,67	4811,74	2880,88	2160,91	4326,31	3864,40
70	2369,40	2995,12	5612,03	3359,36	2519,40	5045,70	4506,80
80	2707,88	3421,56	6412,32	3837,84	2877,88	5765,08	5149,20
90	3046,37	3848,01	7212,61	4316,32	3236,37	6484,47	5791,60
100	3384,85	4274,45	8012,90	4794,80	3594,85	7203,85	6434,00

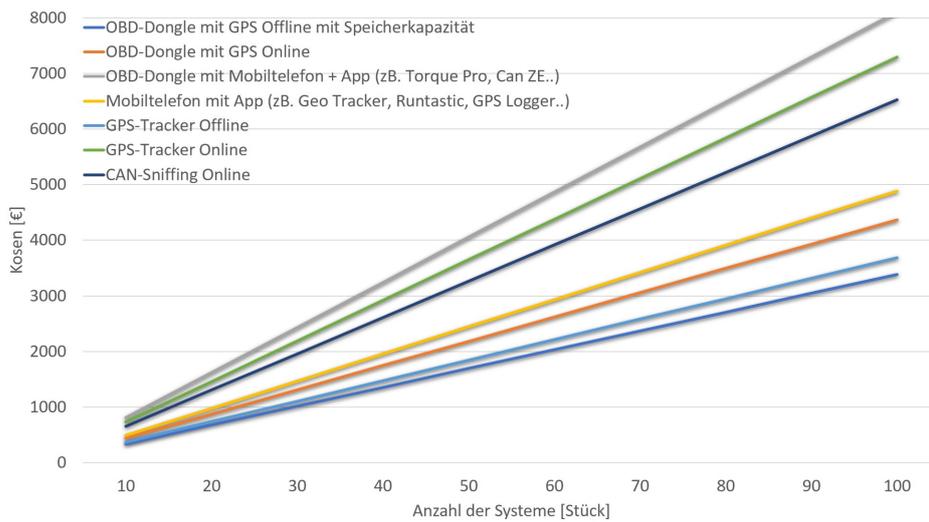


Abbildung 4.10: Kosten bei zweimaliger Nutzung

GPS Offline und Speicherkapazität“.

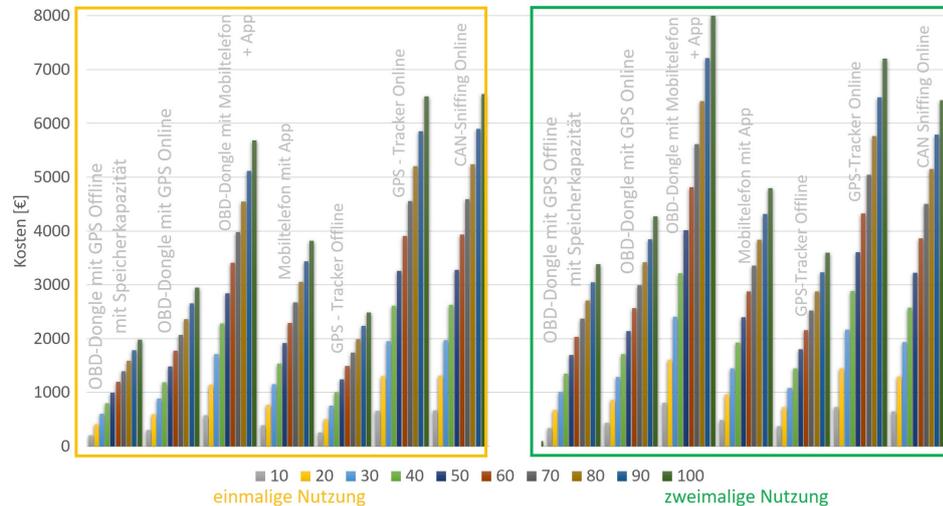


Abbildung 4.11: Kostenvergleich von einmaliger vs. zweimaliger Nutzung

In Abbildung 4.11 werden die beiden Kalkulationen direkt gegenübergestellt. Bei allen System, mit Ausnahme von „OBD-Dongle mit Smartphone + App“, kann bei der doppelten Nutzung von einem Anstieg der Kosten um in etwa um ein Drittel gerechnet werden.

4.5.2 Résumé der Investitionsrechnung

Durch die Ergebnisse der Kostenvergleichsrechnung können die ersten Systeme für die zukünftigen Einsatzgebiete ausgeschlossen werden. Beim System „CAN-Sniffing Online“ sind es zwei Einflussfaktoren, die zu einem Ausschluss geführt haben. Der erste ist der hohe Investitionspreis und der zweite war der Arbeitsaufwand, um das System einsetzen zu können. Für die Funktionstüchtigkeit muss das System aus mehreren Komponenten zusammgebaut und entsprechend programmiert werden. Auch der „GPS-Tracker Online“ konnte ausgeschlossen werden. Dadurch, dass das System an ein Abo gebunden ist und nur halbjährlich unterbrochen werden kann, entstehen hohe einsatzunabhängige Kosten. Obwohl es bei beiden Kalkulationen eine günstige Alternative darstellt, wurde auch der „OBD-Dongle mit GPS Offline und Speicherkapazität“ ausgeschlossen. Der Grund dafür ist die nicht vorhandene Echtzeitfähigkeit des Systems. Das System „GPS-Tracker Online“ bietet auch keine Echtzeitfähigkeit, verbleibt aber in den weiteren Betrachtungen, da es das derzeitige verwendete System darstellt und für die abschließende Bewertung natürlich ein Vergleich angestellt werden muss.

4.5.3 Nutzwertanalyse

Im nächsten Schritt wurden die Einsatzgebiete in die Bewertung miteinbezogen. Für diesen Vorgang wurde die Nutzwertanalyse gewählt, da von Seiten des Projektmanagements bzw. Systems Engineering die Nutzwertanalyse als Methode angewandt wird, um projektspezifische sowie technische Alternativen systematisch zu vergleichen und daraus eine finale Entscheidung treffen zu können [19]. Des Weiteren wird die Methode auch zur Investitionsalternativenauswahl verwendet. Sie lässt die in der dynamischen Investitionsrechnung getroffenen Annahmen außer Acht, um eine größere Praxisnähe zu erreichen. Das Ergebnis ist eine sehr subjektive Beurteilung [26].

Vorgehensweise bei der Nutzwertanalyse:

1. Die zu beurteilenden Investitionsprojekte definieren
2. Zielkriterien definieren
3. Gewichtung der Zielkriterien
4. Zielerreichung jedes einzelnen Projekts definieren
5. Ermittlung des Nutzwertes jedes einzelnen Projekts
6. Geeignete Investitionsalternative auswählen

Nutzwertanalyse des Flottenmanagements

Im Folgenden wird die in 4.5.3 beschriebene Methode, beginnend beim Flottenmanagement, auf die resultierenden Einsatzgebiete angewendet. Für die Beurteilung wurden Kriterien ausgewählt, welche für den Prozess des Flottenmanagements wichtig sind. Dies beginnt beim Einbau des Systems, über die Handhabung, Laufzeit bis hin zur finalen Auswertung. Bei der Gewichtung wurde darauf geachtet, dass die für das Einsatzgebiet wichtigen Kriterien mit möglichst hohen Prozentwerten beurteilt wurden, sodass in Summe immer 100 % erreicht wurden. Für die Gewichtung der Zielkriterien wurde das österreichische Schulnotensystem als Orientierung zu Hilfe genommen. 1 für sehr gut und 5 für sehr schlecht. Basierend auf diesen Randbedingungen konnte nun die Nutzwertanalyse durchgeführt werden. Für das Flottenmanagement haben sich dadurch die Systeme „OBD-Dongle mit Smartphone + App (zB. Torque Pro, Can ZE..)“ und „OBD-Dongle mit GPS Online“ als ideal ergeben. Wie eingangs in 4.5.3 beschrieben, handelt es sich bei dieser Methode um eine stark subjektive Beurteilung, welche durch andere Personen durchgeführt zu einem völlig unterschiedlichen Ergebnis kommen kann.

Tabelle 4.6: Nutzwertanalyse - Flottenmanagement

Kriterien	Gewichtung	OBD-Dongle mit Smartphone + App (zB. Torque Pro, Can ZE..)		GPS-Tracker Offline		OBD-Dongle mit GPS mit Online		Smartphone mit App (zB. Geo Tracker, Runtastic..)	
		n	g*n	n	g*n	n	g*n	n	g*n
Stromversorgung	5	1	5	3	15	1	5	3	15
Handhabung	2	2	4	2	4	2	4	2	4
Fahrzeugdaten für Analyse	3	2	6	5	15	5	15	2	6
GPS-Genauigkeit	10	2	20	2	20	2	20	2	20
Einbau	3	2	6	1	3	2	6	2	6
international einsetzbar	2	1	2	1	2		6	2	4
automatischer Start	5	1	5		25	2	10	2	10
Zeit für Auswertung	10	4	40	2	20	3	30	3	30
Personalaufwand	10	4	40	3	30	4	40	3	30
Anschaffungskosten	10	2	20	1	10	2	20	4	40
online Darstellung	10	2	20	5	50	1	10	1	10
Datenangebot für Analyse	5	2	10	3	15	2	10	1	5
Laufzeit	5	1	5	2	10	1	5	3	15
zusätzliche Kosten	5	1	5	1	5	3	15	3	15
Zweitgerät (ohne Auswertung)	5	5	25	1	5	1	5	1	5
Zuverlässigkeit	10	2	20	2	20	2	20	2	20
Total			233		249		221		235
Rang			2		4		1		3

Nutzwertanalyse für Rallyes

Für das zweite Einsatzgebiet wurden die Ziele der Nutzwertanalyse entsprechend angepasst. Im Gegensatz zum Flottenmanagement kann hier auf Erfahrungen aus der e-Via, zurückgegriffen werden. Als optimales System hat sich der bisherige „GPS-Tracker Offline“ sowie der „OBD-Dongle mit GPS Online“ herausgestellt.

Tabelle 4.7: Nutzwertanalyse - Rallyes

Kriterien	Gewichtung	OBD-Dongle mit Smartphone + App (zB. Torque Pro, Can ZE..)		GPS-Tracker Offline		OBD-Dongle mit GPS Online		Smartphone mit App (zB. Geo Tracker, Runtastic..)	
		n	g*n	n	g*n	n	g*n	n	g*n
Echtzeitübertragung	10	2	20	5	50	1	10	1	10
Personalbedarf	10	3	30	3	30	2	20	3	30
GPS - Genauigkeit	10	2	20	2	20	2	20	2	20
Handhabung	3	2	6	1	3	1	3	2	6
Einbau	5	1	5	1	5	1	5	2	10
international einsetzbar	5	3	15	1	5	2	10	2	10
System muss kompatibel mit MATLAB-Code sein	10	3	30	1	10	3	30	3	30
Auswertedauer	10	3	30	2	20	2	20	4	40
Übertragungsdauer vom Gerät	10	2	20	2	20	2	20	2	20
Zuverlässigkeit	5	2	10	2	10	2	10	2	10
Anschaffungskosten	5	2	10	2	10	2	10	3	15
Zweitgerät (ohne Auswertung)	2	4	8	1	2	1	2	1	2
zusätzliche Kosten	5	1	5	1	5	3	15	3	15
Manipulation	3	1	3		6	1	3	3	9
Laufzeit	5	1	5	2	10	1	5	2	10
Datenauswahl für Analyse	2	1	2	3	6	3	6	1	2
Total	100		219		212		189		239
Rang			3		2		1		4

4.5.4 Résumé der Nutzwertanalyse

Durch die teils stark unterschiedlichen Zielkriterien der Einsatzgebiete haben sich unterschiedliche Systeme als optimale Wahl herausgestellt. Innerhalb des Flottenmanagements zum Beispiel soll auch eine Analyse des Fahrverhaltens möglich sein, das mit reinen GPS-Empfangsgeräten nicht mit den getroffenen Vorgaben durchgeführt werden kann. Herausgestellt haben sich zwei Systeme, die nur mit Hilfe der OBD-Schnittstelle funktionieren. Einerseits der „OBD-Dongle mit Smartphone + App (zB. Torque Pro, Can ZE..)“ und andererseits der „OBD-Dongle mit GPS Online“. Bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor ab 2008 ist das Auslesen von Daten, im Speziellen von Motordaten, mittels OBD kein Problem. Im Vorhinein muss das Fahrzeug in der App „konfiguriert“ und verbunden werden und beim „OBD-Dongle mit GPS Online“ läuft nur die Stromversorgung über die Schnittstelle. Bei Elektrofahrzeugen muss teilweise auf die OEM-eigenen Apps zurückgegriffen werden, worauf später in der Arbeit noch eingegangen wird. Für Rallyes haben die spezifischen Zielkriterien ein anderes Ergebnis geliefert. Als für den Einsatz geeignet hat sich das bisher verwendete System des „GPS-Tracker Offline,“ und der „OBD-Dongle mit GPS Online“ herausgestellt.

4.6 Evaluierung - Konzeptauswahl

Bei der wirtschaftlichen Betrachtung haben sich drei Systeme als für die Anwendungen geeignet herausgestellt. In diesem Kapitel werden die Vor- und Nachteile der neuen Systeme „OBD-Dongle mit GPS Online“ und „Smartphone mit APP optional Dongle“ gegenübergestellt. Die beiden Systeme sind als Neuanschaffung zu bewerten und da nur ein passendes System angeschafft werden kann, muss eine finale Auswahl getroffen werden. Das System „GPS-Tracker Offline“ muss nicht in diese Betrachtung miteinbezogen werden, da es sich um das aktuell vorhandene und verwendete handelt und hauptsächlich dem Vergleich dient. Abschließend wird in diesem Abschnitt noch kontrolliert, ob die Systeme die Basisanforderungen aus 3.4 erfüllen.

4.6.1 OBD-Dongle mit GPS Online

Dieses System ist laut Nutzwertanalyse für beide zukünftigen Einsatzgebiete als möglicher Nachfolger anzusehen. Abbildung 4.12 gibt über das Design und Aussehen der beiden getesteten Systeme Aufschluss. Links ist das günstigere System abgebildet. An der Vorderseite sind der Einschub für die SIM-Karte, die beiden Leuchten für GPS und GPRS sowie eine Universal Serial Bus (USB)-Schnittstelle für eine externe Stromversorgung zu sehen. An der Rückseite befindet sich der OBD-Stecker. Auf der rechten Seite ist das etwas teurere Gerät abgebildet. Im Gegensatz zur günstigeren Alternative gibt es keinen direkten Zugriff auf die SIM-Karte und die USB-Schnittstelle kann nicht zur Stromversorgung herangezogen werden. Bei den beiden Leuchten handelt es sich um die Status- (links) sowie die GPS-Leuchte (rechts).



Abbildung 4.12: OBD-Dongle mit GPS Online

Wie Eingangs bereits erwähnt wird nachfolgend in Tabelle 4.8 auf die Vor- und Nachteile der verbleibenden Systeme im direkten Vergleich eingegangen.

Tabelle 4.8: Vorteile und Nachteile Systeme

OBd-Dongle mit GPS Online		Smartphone mit App (optional Dongle)	
Vorteil	Nachteil	Vorteil	Nachteil
An OBd-Buchse anstecken, Gerät zeichnet ab der ersten Bewegung auf (nach 30 Sekunden einsatzbereit)	Problem, wenn Stecker bereits belegt ist.	Smartphone muss mit gestarteter App ins Fahrzeug gelegt werden. (sofort einsatzbereit)	Mit OBd-Dongle muss zuerst der Dongle an die OBd-Buchse angesteckt werden und dann per Bluetooth mit dem Smartphone verbunden werden. (90 Sekunden)
Daten aus ECU können schwer ausgelesen werden, bis gar nicht.		Bei Verbrennern können mit dem Dongle Daten aus ECU ausgelesen werden.	
Daten können direkt auf Server übertragen werden. Direkte Verbindung.		Je nach Einsatz. Daten können direkt vom oder über Smartphone an Server übertragen werden. Direkt über GSM (ohne Dongle) Bluetooth und dann GSM (mit Dongle)	
Kostengünstig (AKo und laufende Kosten)		AKo für Dongle und Smartphone plus die laufenden Kosten.	
kein Stromversorgungsproblem	kein Zwischenspeicher	Zwischenspeicher optional mit SD-Karte im Smartphone.	Laufzeit ist abhängig vom Smartphoneakku, bei Langzeitbewertung optional Powerbank oder Anschluss an 12V-Zigarettenanzünder.
Online Darstellung auf Homepage		Online Darstellung ist bei manchen Apps möglich.	Für akkurates Ergebnis, App am Startpunkt manuell starten.
Automatischer Start, sobald das Gerät angesteckt ist.		Breites Spektrum an Ergebnissen (GPS, ECU..) Apps der OEMs können auch verwendet werden. gewerbliche Nutzung möglich.	
gewerbliche Nutzung möglich.	Es können nur Daten über Geschwindigkeit und Koordinaten geliefert werden.	Kann für weitere Varianten eingesetzt werden, optional Dongle für Motorrad. mit QR - Code direkt zum Link (Homepage)	
	Kann nur im Auto an OBd-Schnittstelle verwendet werden.	Teilnehmer kann bei Ausfall direkt über das System (Smartphone) kontaktiert werden.	
	Kein direkter Zugriff vom Dongle auf Homepage. Teilnehmer muss über private Telefonnummer kontaktiert werden. ->zeitintensiver		

4.6.2 Smartphone mit App

Nach der Gegenüberstellung der Vor- und Nachteile der Systeme stellt sich eine starke Tendenz zum System „Smartphone mit App und optional Dongle“ ein. Begründet ist dies darin, dass dieses System deutliche Vorteile gegenüber dem „OBD-Dongle mit GPS Online“ hat sowie ein breites Spektrum an Einsetzbarkeit durch die unterschiedlichsten Apps bietet. Nachstehend in 4.13 sind die Oberflächen der verwendeten Apps bzw. der OBD-Dongle sowie das Smartphone dargestellt. Am Smartphone-Bildschirm sind die App „Torque Pro“ und rechts ein Screenshot von „GPS Logger“ abgebildet.



Abbildung 4.13: Darstellung OBD-Dongle mit Smartphone und App

5 Konzept - Detailentwicklung

5.1 Testung der Systeme

Zum Testen der Systeme wurde eine der häufig verwendeten „Evaluierungsstrecken“ des Instituts für Fahrzeugtechnik ausgewählt. Eine genauere Beschreibung ist im Appendix zu finden. Die Strecken wurden bereits bei vergangenen wie auch aktuellen Projekten zur Bewertung herangezogen. Der Start- und Endpunkt liegt beim Institut für Fahrzeugtechnik und führt durch städtisches Gebiet auf die Autobahn. Bei der Fahrt auf der Autobahn ist zu erwähnen, dass auf Grund der jeweils aktuellen Luftqualität oder der Verkehrssituation nach dem Immissionsschutzgesetz-Luft (IG-L) eine Geschwindigkeitsbeschränkung von 100 km/h in Kraft tritt. ¹ Die restlichen Abschnitte der Strecke beinhalteten eine gleich verteilte Mischung aus Überlandstraßen mit sowohl engen als auch breiten Straßenabschnitten sowie unterschiedlichen Geschwindigkeitslimits. Für den innerstädtischen Bereich wurden hauptsächlich Hauptverkehrsrouen ausgewählt. Für die Bewertung des GPS-Empfangs gab es sowohl Abschnitte mit freiem Blick zu den Satelliten als auch durch Bäume oder Häuser beeinträchtigte. Die für die Auswahl der Systeme verwendete Strecke ist in Abbildung 5.1 dargestellt. Darüber hinaus finden sich das Höhen- und Geschwindigkeitsprofil in Abbildung 5.2.

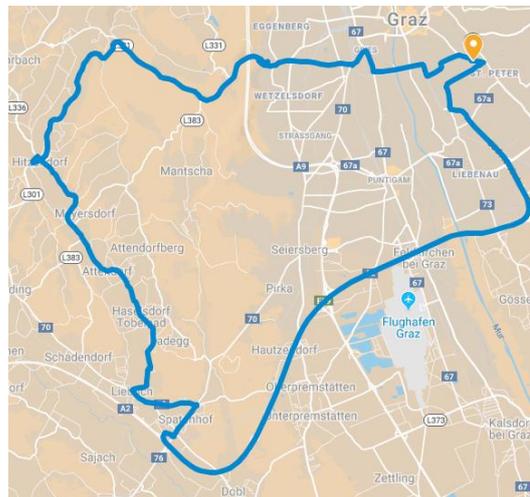


Abbildung 5.1: Strecke zur Bewertung der Systeme Quelle: Google Maps

¹http://www.umweltbundesamt.at/umweltsituation/verkehr/auswirkungen_verkehr/verschadstoffe/faq_tempolimits/

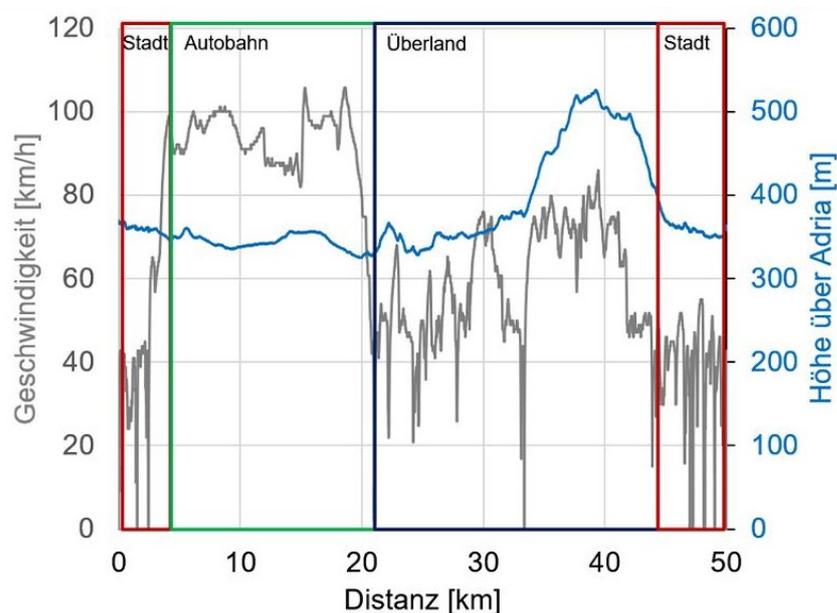


Abbildung 5.2: Geschwindigkeits- und Höhenverlauf der Evaluierungsrunde

5.2 Evaluierungsrunde

Um die Systeme im Einsatz bewerten zu können, wurde die oben genannte Strecke dreimal mit einem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor und zweimal zur Verifizierung mit einem Elektrofahrzeug zurückgelegt. Die ersten drei Fahrten mit dem Verbrennungsmotor hatten das Ziel alle Systeme zu testen und die für die Einsatzzwecke geeignetsten Systeme zu bestimmen. Im zweiten und letzten Schritt wurde dann die Kompatibilität für den Einsatz mit Elektrofahrzeugen überprüft. Um eine gegenseitige Einschränkung oder Beeinflussung zu vermeiden, wurden für die Bewertung unterschiedliche Smartphones eingesetzt und jeweils eine App verwendet. In Tabelle 5.1 sind die verwendeten Smartphones inklusive ihrem technischen Aufbau und ihrer Ausstattung aufgelistet. Darin finden sich auch die Informationen zur jeweils verwendeten App.

Die Analyse der Systeme gliedert sich in fünf Bewertungsphasen auf: Die erste befasst sich mit der Beurteilung der Gesamtstrecke, wobei darauf geachtet wird, wie genau die Systeme die Route im direkten Vergleich zum aktuell verwendeten System aufzeichnen können. Im nächsten Schritt wurden zwei markante Kurven im Grazer Bezirk Wetzelsdorf objektiv beurteilt. Dieser Teilabschnitt wurde deshalb ausgewählt, da der GPS-Empfang durch Häuser bzw. Bäume beeinträchtigt ist, enge Kurven vorhanden sind und es durch den Taleinschnitt einen merklichen Höhenunterschied in der Route gibt. Nach dem Auswahlprozess der ersten beiden Phasen werden der Geschwindigkeitsverlauf sowie der Höhenverlauf der Systeme übereinandergelegt, um weitere Schlüsse ziehen zu können. Die fünfte und letzte

Tabelle 5.1: Verwendete Smartphones mit verwendeten Apps und technischem Hintergrund

		Huawei P Smart	Huawei Mate 10 light	Oneplus X	Alcatel Pixi 4
App Evaluierung 1		Strava	Runtastic	Geo Tracker	GPS Logger
App Evaluierung 2		Torque Pro	GPS Logger	-	-
App Evaluierung 4		Torque Pro	-	GPS Logger	-
Positions- bestimmung		GPS AGPS Glonass	GPS AGPS Glonass BDS	GPS Glonass BDS	GPS
unterstützter Frequenz- bereich	2G	GSM GPRS EDGE	GSM	GSM	GSM
	3G	UMTS	UMTS	UMTS	UMTS
	4G	LTE	LTE	LTE	-
Bluetooth- standard		4.2	4.2	4.2	4.0

Phase ist die Kompatibilität mit der vorhandenen Energieeffizienzmodellberechnung. Dies wird in Abschnitt 5.3 genauer beschrieben.

Vor der Analyse der Evaluierungsrunden wird noch auf die Position der einzelnen Messsysteme im Fahrzeug eingegangen. Hier in 5.3 ist das Fahrzeug mit Verbrennungsmotor, Renault Clio Baujahr 2011, dargestellt. Position 1 markiert die Messposition der Smartphones, Position 2 die Lage der beiden GPS-Offline-Tracker, Position 3 die Fitnessuhr am Handgelenk des Fahrers und auf Position 4 befindet sich die OBD-Buchse des Fahrzeugs.

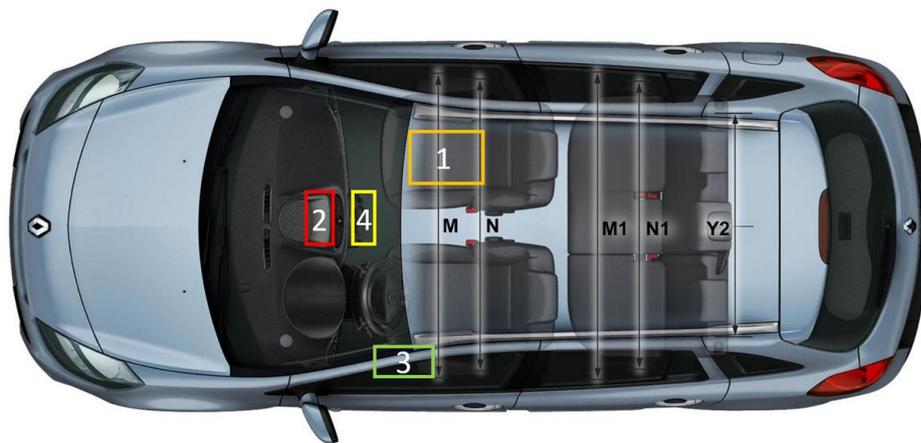


Abbildung 5.3: Position der Messsysteme; Quelle: Renault Österreich

5.2.1 Evaluierung 1. Teil - Verbrennungsmotor

Bei der ersten Evaluierungsrunde wurden die folgenden Systeme getestet.

- GPS-Tracker Offline (Ausgangssituation)
- OBD-Dongle mit GPS Online (günstige Variante)
- Smartphones mit App
 - GPS Logger for Android (Online)
 - Geo Tracker - GPS tracker (Offline)
 - Strava (Online)
 - Runtastic (Online)

Bei der ersten Betrachtung fällt ein System durch ungenaue Linienführung auf. Das System „OBD-Dongle mit GPS Online“ liefert lediglich eine Abtastrate von 20 Sekunden und fällt daher für eine weitere Betrachtung aus der Beurteilung. Zusätzlich kann dieses System nicht manuell ausgeschaltet und die Daten müssen im Nachhinein bearbeitet werden, wodurch es zu erheblichen Mehraufwand kommt. Mit der Smartphone-App „GPS Logger“ war es im ersten Durchlauf nicht möglich Daten aufzuzeichnen. Der Grund dafür war, dass in den Einstellungen die Genauigkeit mit 1 m zu gering eingestellt war und die App automatisch jene Wegpunkte

löscht, die diese Genauigkeit nicht erreichen. Die anderen Systeme haben in der ersten Phase ein zufriedenstellendes Gesamtergebnis geliefert.



Abbildung 5.4: Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 1; Quelle: Google Maps

In der nächsten Phase wird, wie bereits erwähnt, ein markantes Teilstück zur Beurteilung herangezogen. Es ist in Abbildung 5.5 zu erkennen, dass die verbleibenden Systeme eine durchaus gleichmäßige Aufzeichnung über dieses Teilstück liefern. Einzig die violette Linie (Strava) liefert in diesem Bereich eine bewertbare Abweichung.

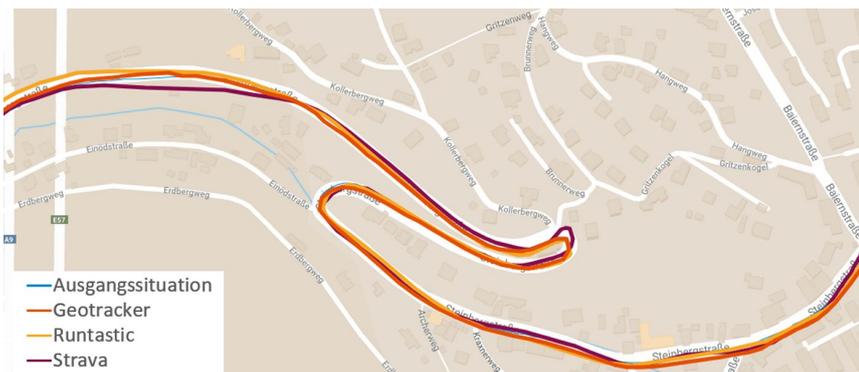


Abbildung 5.5: Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, Evaluierungsrunde Nr. 1; Quelle: Google Maps

Nachdem die verbleibenden Systeme eine zufriedenstellende Routenverfolgung liefern, müssen in Phase 4 für eine weitere Betrachtung die Geschwindigkeitsverläufe der Strecke herangezogen werden. Wie in Abbildung 5.6 gut zu erken-

nen ist, kommt die Smartphone-App „Runtastic“ mit der hohen Geschwindigkeit nicht zurecht, da sie für die Aufzeichnung von Fitnessaktivitäten konzipiert und daher nicht auf die regelmäßige Aufzeichnung hoher Geschwindigkeiten über die Streckenlänge ausgelegt ist. Die zweite Fitness-App „Strava“ hat bis auf die kurzen Abweichungen bei der Steinbergkurve ein gutes Ergebnis geliefert. Auch der Geschwindigkeitsverlauf ist deutlich besser als jener von „Runtastic“. Diese App liefert jedoch keine Möglichkeit der Echtzeitübertragung der Daten und fällt aus diesem Grund aus der Auswahl. Die Smartphone-App „Geotracker“ kann als Ersatz für den GPS-Offline-Tracker herangezogen werden. Die Spur stimmt über die gesamte Streckenlänge sehr gut mit den Vergleichsdaten überein, aber auch bei diesem System ist keine Echtzeitübertragung möglich, wodurch auch dieses System aus der engeren Auswahl fällt. Für eine bessere Übersicht der Geschwindigkeitsverläufe sind in Abbildung 5.7 die Verläufe der erwähnten Systeme dargestellt.

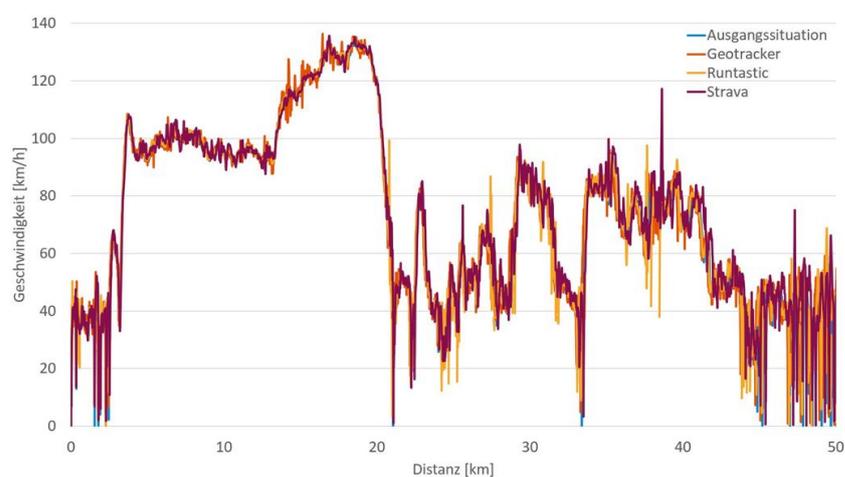


Abbildung 5.6: Geschwindigkeitsverlauf der ersten Evaluierungsrunde über einandergelegt

Abschließend wurde zur ersten Evaluierungsrunde noch die Höhenaufzeichnung betrachtet, siehe Abbildung 5.8. Dabei ist auffällig, dass die beiden Apps „Geotracker“ und „Runtastic“ einen Versatz zur Evaluierungslinie aufweisen. Das liegt daran, dass diese beiden Apps die Geoidhöhe² verwenden und nicht das Normalnull. In der Umgebung von Graz bedeutet das einen Versatz von 47,5 Metern. Die österreichische Geoidkarte kann dem Appendix entnommen werden.³ In Abbildung 5.9 ist das Höhenprofil nach einer Geoid-Korrektur dargestellt.

Zusammenfassend kann aus der ersten Evaluierungsrunde festgehalten werden, dass die Systeme die GPS-Aufzeichnung zufriedenstellend erfüllen, jedoch die Anforderung der Echtzeitübertragung an einen Server nicht erfüllt wird. Die Smartphone-

²Geoid: „Der von der tatsächlichen Erdgestalt abweichende theoretische Körper, dessen Oberfläche die Feldlinien der Schwerkraft überall im rechten Winkel schneidet.“ Quelle: Duden

³http://www.bev.gv.at/portal/page?_pageid=713,2363167&_dad=portal&_schema=PORTAL

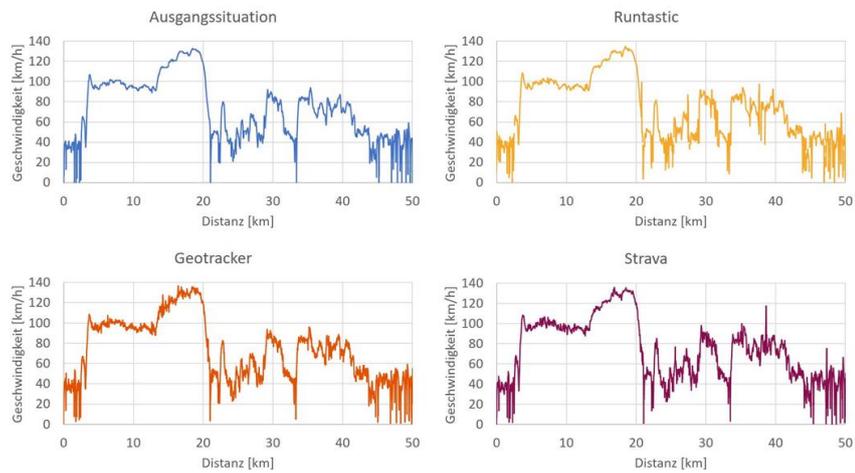


Abbildung 5.7: Geschwindigkeitsverlauf der ersten Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme

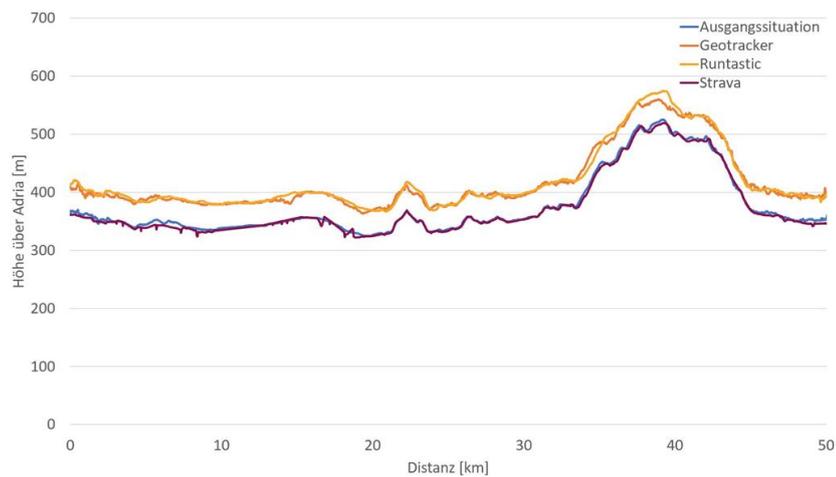


Abbildung 5.8: Höhenverlauf der ersten Evaluierungsrunde ohne Korrektur

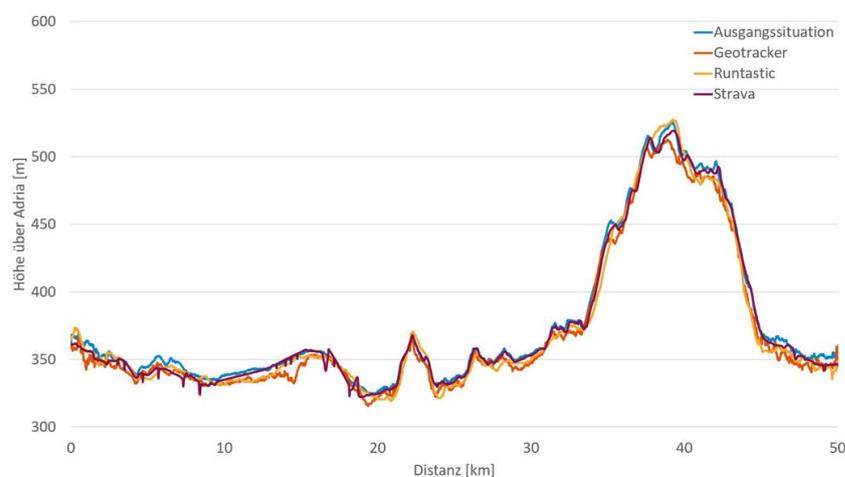


Abbildung 5.9: Höhenverlauf der ersten Evaluierungsrunde mit Geoid-Korrektur

App „GPS Logger“ hat bei der ersten Runde keine Ergebnisse geliefert und wird bei der zweiten Runde mit einer geänderten Genauigkeit nochmals getestet.

5.2.2 Evaluierung 2. Teil

Die zweite Evaluierungsrunde umfasste die folgenden Systeme:

- GPS-Tracker Offline (Ausgangssituation)
- OBD-Dongle mit Smartphone und App („Torque Pro“)
- Smartphone mit App („GPS Logger“)
- Fitnessuhr Amazfit

Die zuletzt genannte „Fitnessuhr Amazfit“ wird noch als weitere optionale Möglichkeit in die Bewertung miteinbezogen. Bei der Gesamtbetrachtung fällt ein System durch den Verlust des GPS-Signals, sehr markant im Bereich Spatenhof/Lieboch, auf siehe Abbildung 5.10. Es handelt sich um das System „Smartphone mit App (GPS Logger“, dessen Einstellungen der Genauigkeit weiter optimiert werden müssen, da auch eine Genauigkeit von 10 Metern keine zufriedenstellenden Ergebnisse liefert. Die anderen Systeme liefern bei der genaueren Betrachtung der Gesamtstrecke ein sehr zufriedenstellendes Ergebnis.

Bei der Smartphone-App „GPS Logger“ gibt es wiederum Probleme mit den Einstellungen der App, gut zu erkennen in Abbildung 5.11. Die Ergebnisse der anderen Systeme zeigen eine gute Annäherung an die Evaluierungslinie. Eine weitere Auffälligkeit ist in Abbildung 5.12 zu sehen: die Smartphone-App „Torque Pro“ verliert im Bereich der Kärntner Straße das Signal und korrigiert dann mit einer linearen Vervollständigung zum nächsten Punkt, eines wieder vorhandenen Signals am Lazarettgürtel.



Abbildung 5.10: Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungs-
runde Nr. 2; Quelle: Google Maps

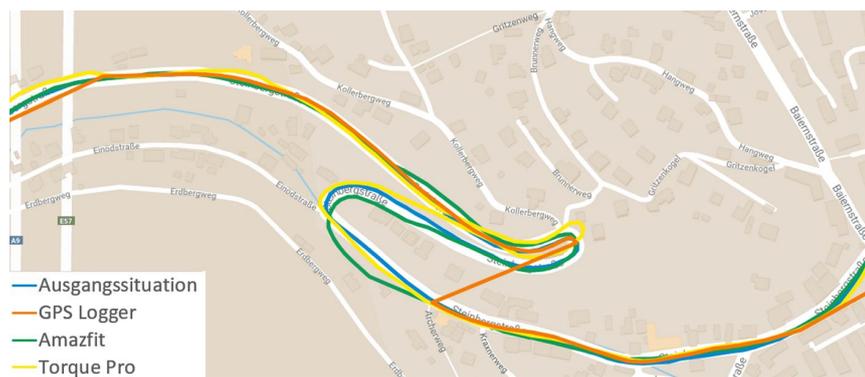


Abbildung 5.11: Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, zweite Eva-
luierungsrunde; Quelle: Google Maps

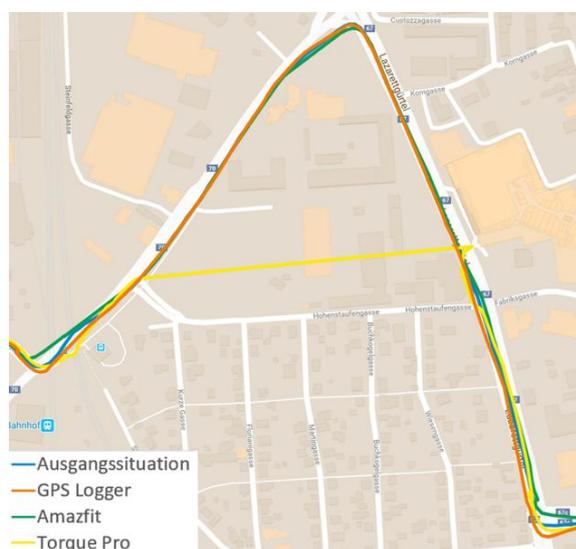


Abbildung 5.12: Signalverlust Torque Pro; Quelle: Google Maps

Der Geschwindigkeitsverlauf in Abbildung 5.13 zeigt, dass auch die „Fitnessuhr Amazfit“ mit dem Aufzeichnen hoher Geschwindigkeiten Probleme hat, sehr oft Geschwindigkeitsspitzen liefert und daher nicht in die engere Auswahl kommt. Bei der App „GPS Logger“ müssen die Einstellungen weiter optimiert werden. Das System „OBD-Dongle mit Smartphone und App (Torque Pro)“ liefert über die gesamte Distanz zufriedenstellende Ergebnisse der Positionierung. Bei der genaueren Betrachtung der Geschwindigkeitsverläufe in Abbildung 5.14 erscheinen jedoch im Bereich der Überland- sowie Stadtabschnitte Spitzen, die nicht zufriedenstellend sind.

Bei der Betrachtung der Höhenaufzeichnung fallen ein paar markante Punkte auf: Erstens passen die Höhenlinien auch nach der Geoid-Korrektur nicht exakt mit der Ausgangssituation überein, dargestellt in 5.15. Zweitens wurde bei „GPS Logger“ und „Torque Pro“ eine Geoid-Korrektur angewandt. Diese beiden Linien stimmen untereinander gut überein, jedoch mit Abweichungen von der Ausgangssituation. Speziell im Autobahnabschnitt der Strecke gibt es merkliche Unterschiede. In Abbildung 5.16 sind in diesem Bereich Abweichungen von bis zu 10 Meter zu erkennen.

5.2.3 Evaluierung 3. Teil

Bei der ersten Evaluierungsrunde hat sich das System „OBD-Dongle mit GPS Online“ (günstige Variante) leider als nicht geeignet herausgestellt. Da es sich bei diesem System jedoch um die aus der Evaluierung beste Möglichkeit für die ausgewählten Einsatzzwecke handelt, wurde ein weiteres Gerät getestet. Es handelt sich wieder um einen „OBD-Dongle mit GPS Online“, jedoch um eine kostspieligere Variante. Im weiteren wird dieses System mit dem Namen „Teltonika“ bewertet.

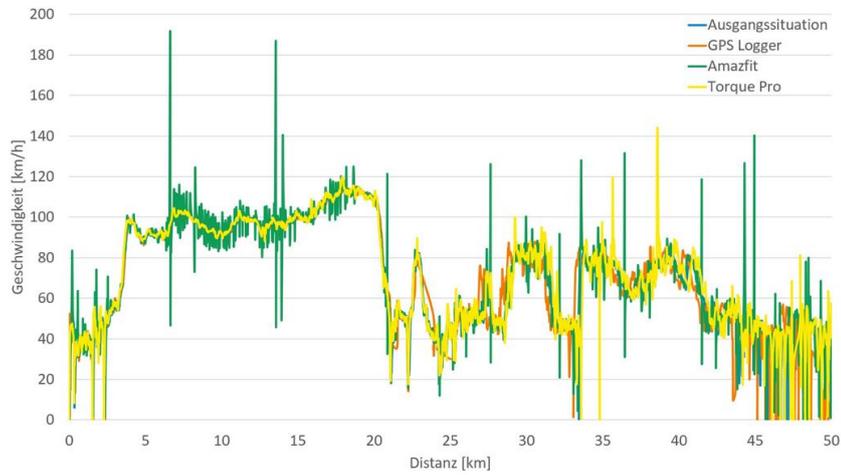


Abbildung 5.13: Geschwindigkeitsverlauf der zweiten Evaluierungsrunde übereinandergelegt

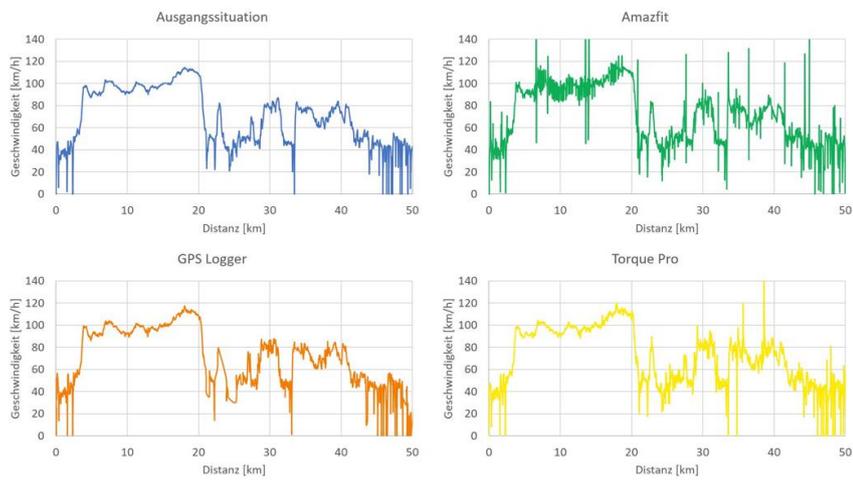


Abbildung 5.14: Geschwindigkeitsverlauf der zweiten Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme

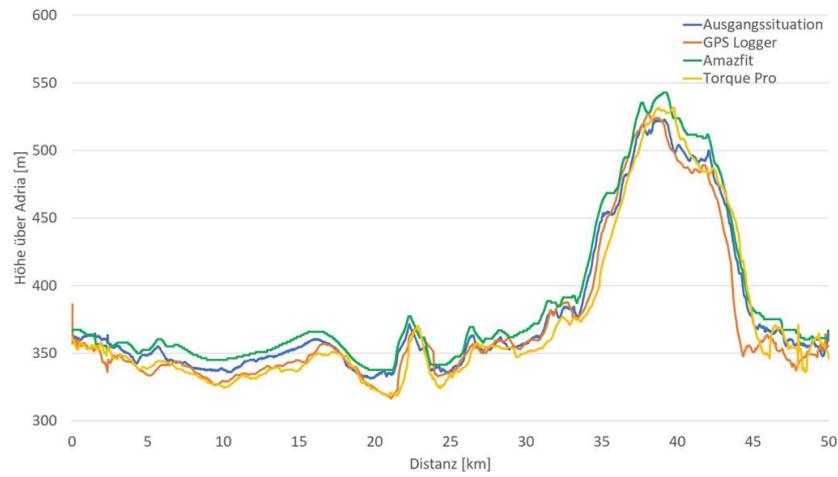


Abbildung 5.15: Höhenverlauf der zweiten Evaluierungsrunde mit Geoid-Korrektur

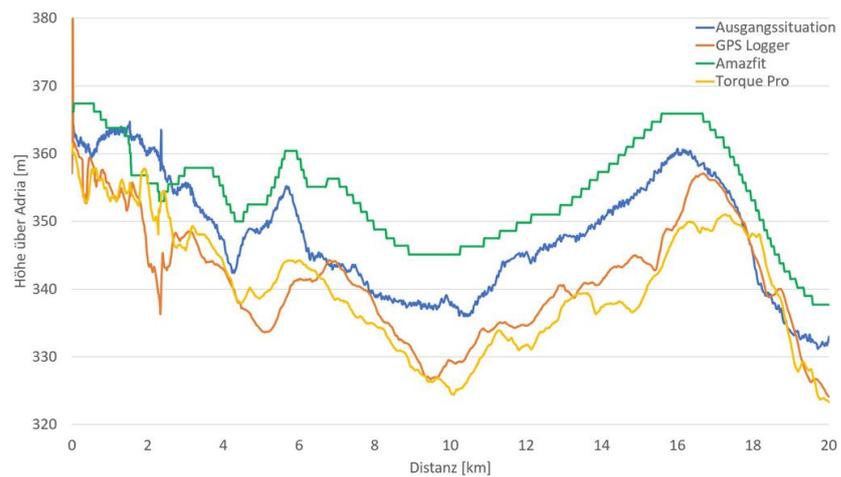


Abbildung 5.16: Höhenverlauf im Autobahnabschnitt

Obwohl das Gerät teurer ist erfüllt es die maximale Preisobergrenze von 60 €. Nachstehend sind die bei dieser Fahrt bewerteten Geräte aufgelistet.

- GPS-Tracker Offline (Ausgangssituation)
- OBD-Dongle mit GPS Online (teurere Variante)

Beginnend bei der Gesamtbetrachtung der Strecke kann ein zufriedenstellendes Ergebnis festgestellt werden, siehe Abbildung 5.17. Über die Gesamtstrecke gibt es keine speziellen Auffälligkeiten, auch die Spurführung erscheint zufriedenstellend.

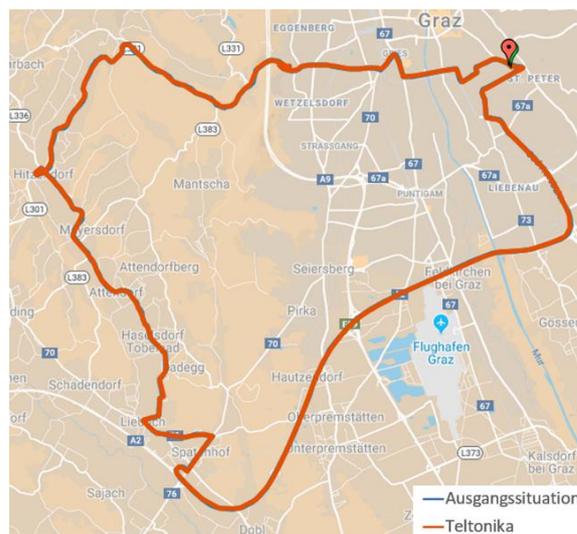


Abbildung 5.17: Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 3; Quelle: Google Maps

Bei der detaillierteren Betrachtung der Strecke in Abbildung 5.18 gibt es jedoch gewisse Auffälligkeiten. Es ist leicht ersichtlich, dass das Gerät die Wegpunkte nicht wie im Datenblatt angegeben im Sekundentakt abspeichert. Leider können direkt am Gerät keine Einstellungen vorgenommen werden, weshalb in solchen Fällen immer der Kundendienst bemüht werden muss. Dieser kann per Fernwartung die Einstellungen an das Gerät senden. Außerdem ist noch zu erwähnen, dass nur bei einem Positionsunterschied Punkte gespeichert werden, da sonst die Server überlastet würden.

Im Vergleich zu den zuvor gezeigten Geschwindigkeitsverläufen treten bei diesem Gerät keine Spitzen auf. Die Aufzeichnung ist noch nicht ganz zufriedenstellend und es müssen Einstellungen am Gerät durch den Kundendienst durchgeführt werden. Die beiden nachfolgenden Abbildungen 5.19 und 5.20 zeigen die jeweiligen Geschwindigkeitsverläufe im Vergleich.

Zusammenfassend kann aus den Evaluierungsrunden mit dem Verbrennungsmotor festgehalten werden, dass Systeme zur Aufzeichnung von Fitnessaktivitäten nicht für die Aufzeichnung von Fahrzeugstrecken herangezogen werden können, da solche Geräte aufgrund ihres Verwendungszweckes auf deutlich geringere Geschwindig-

keiten ausgelegt sind. Systeme zur Offline-Aufzeichnung liefern akkurate Ergebnisse und könnten in Zukunft als Ersatz für den „GPS-Tracker Offline“ angedacht werden, jedoch nicht für die hier analysierten Einsatzzwecke. Der „OBD-Dongle mit GPS Online (Teltonika)“ gilt auf Basis der bisherigen Betrachtungen bisher als die zu bevorzugende Lösung. Die weiteren Systeme, die für die zukünftigen Einsatzgebiete in Frage kommen würden, sind: „Smartphone mit App GPS Logger“ und „OBD-Dongle mit Smartphone und App“. Diese werden bei der Evaluierungsrunde mit dem Elektrofahrzeug auf ihre Einsetzbarkeit geprüft.

5.2.4 Evaluierung 4. Teil - Elektrofahrzeug

Ab dieser Evaluierungsrunde wurden die Systeme mit einem Elektrofahrzeug verifiziert. Durch die vorangegangenen Evaluierungen konnten die Systeme bereits eingegrenzt werden. In dieser Beurteilungsphase geht es hauptsächlich um die Aufzeichnung der Daten bei einem Elektrofahrzeug und einer weiteren Kontrolle der Funktion der Echtzeitübertragung. Zum Einsatz kommen:

- GPS-Tracker Offline (Ausgangssituation)
- OBD-Dongle mit Smartphone und App (Torque Pro)
- Smartphone mit App (GPS Logger)

Als Elektrofahrzeug wurde zur Bewertung ein Peugeot Ion (BJ 2011) des Instituts für Fahrzeugtechnik zur Verfügung gestellt. Die Positionen der Messsysteme sind aufgrund der Fahrzeugunterschieden geringfügig anders gegenüber dem Fahrzeug mit Verbrennungsmotor. Wie in Abbildung 5.21 gezeigt, befindet sich die mit Nummer 4 gekennzeichnete OBD-Schnittstelle bei diesem Fahrzeug unter dem Lenkrad. Die Positionen der Smartphones (Nr. 1) sind gleichgeblieben und die GPS Offline Tracker wurden in der Ablage der Fahrertüre positioniert, da keine andere Ablagemöglichkeit vorhanden war.

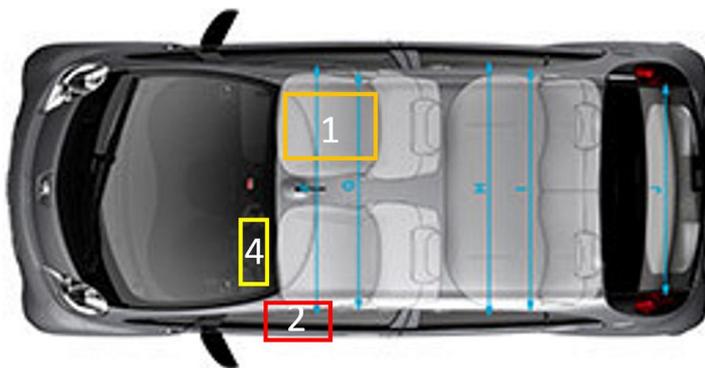


Abbildung 5.21: Position der Messsysteme Quelle: Peugeot Österreich

Die Gesamtansicht der Route in Abbildung 5.22 zeigt im letzten Abschnitt Abweichungen. Die Smartphone-App „Torque Pro“ hat die Messung vorzeitig beendet.

Um diesem Problem vorzubeugen, müssen die Einstellungen der App kontrolliert und gegebenenfalls geändert werden. Die Fahrzeugdaten können über die OBD-Buchse nicht ausgelesen werden, da keine Verbindung mit der ECU des Fahrzeugs aufgebaut werden kann. Die GPS-Aufzeichnung kann aber ohne Probleme durchgeführt werden. In manchen Fällen können Apps, die speziell von OEMs für ihre Fahrzeuge programmiert wurden, heruntergeladen und installiert werden. Renault bietet zum Beispiel eine App für seine Fahrzeuge an mit deren Hilfe die Ladung des Fahrzeugs aktiviert oder programmiert sowie der Ladezustand abgelesen werden kann.⁴ Weitere Apps bieten die Möglichkeit den Verbrauch grafisch über die Zeit auszulesen oder den Ladevorgang mitzuschreiben. (Can Ze)

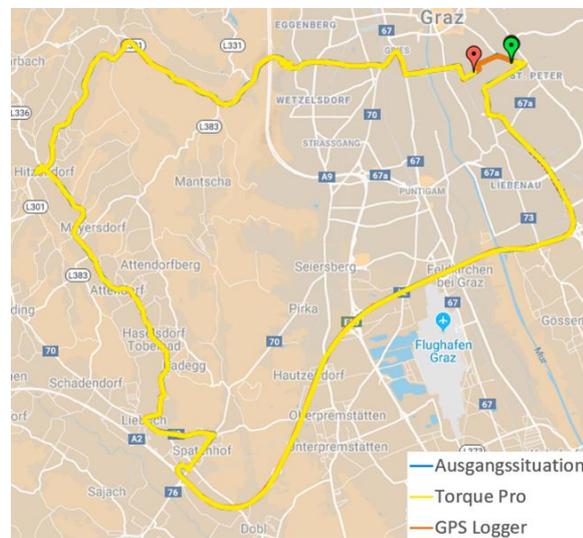


Abbildung 5.22: Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 4; Quelle: Google Maps

Die Betrachtung der markanten Kurven in Abbildung 5.23 weist keine nennenswerten Auffälligkeiten auf. Die beiden ausgewählten Systeme stimmen ausreichend genau mit der Evaluierungslinie überein.

Der Geschwindigkeitsverlauf in Abbildung 5.24 zeigt in einer ersten Betrachtung eine gute Übereinstimmung der Systeme mit der Evaluierungslinie. Abbildung 5.25 stellt einen genaueren Vergleich der Ausgangssituation mit der Smartphone-App „Torque Pro“ dar. Dabei wird ersichtlich, dass die Smartphone-App oftmals Spitzen aufweist und nicht genau mit der Ausgangssituation übereinstimmt. Das zweite System, Smartphone mit App (GPS Logger) weist gegenüber „Torque Pro“ noch extremere Spitzen auf und kommt deshalb als zukünftiges System nicht in Frage.

Bei der Betrachtung des Höhenverlaufs fällt auf, dass beide Systeme die Geoidhöhe und nicht die Seehöhe (Meter über Adria) als Bezugshöhe verwenden. Für ein exaktes Ergebnis müsste diese vor der Berechnung noch händisch korrigiert

⁴<https://www.renault.at/ihr-renault-und-sie/renault-ze/ladeloesungen/my-ze-online.html>

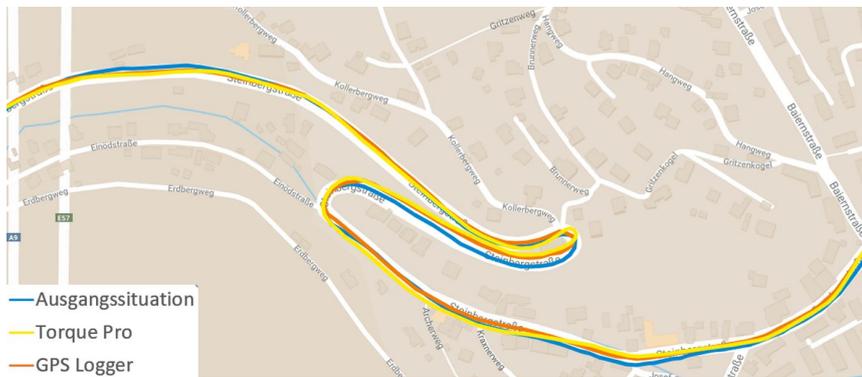


Abbildung 5.23: Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, vierte Evaluierungsrunde; Quelle: Google Maps

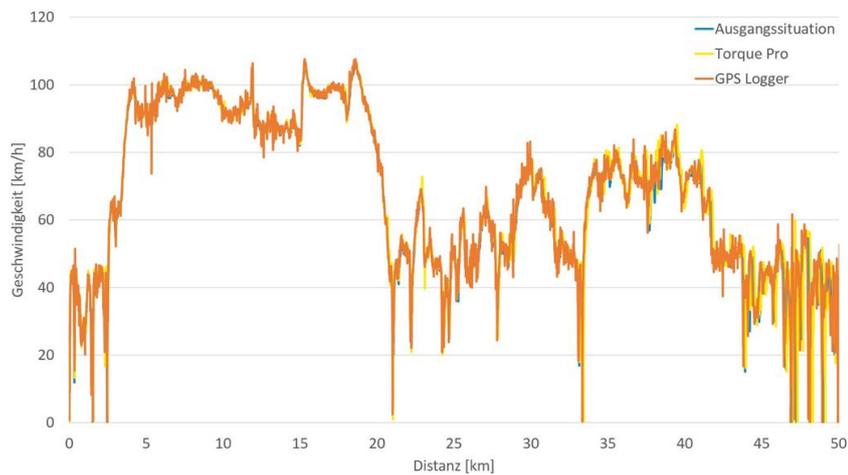


Abbildung 5.24: Geschwindigkeitsverlauf der vierten Evaluierungsrunde

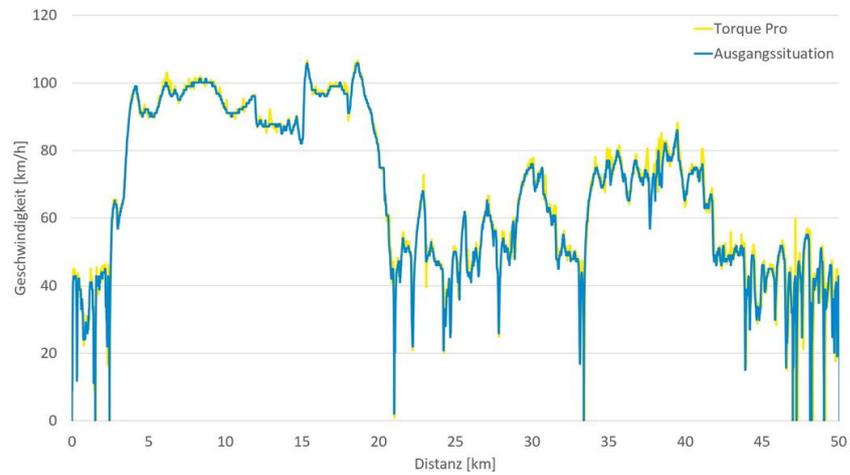


Abbildung 5.25: Vergleich des Geschwindigkeitsverlaufs Ausgangssituation gegenüber Torque Pro

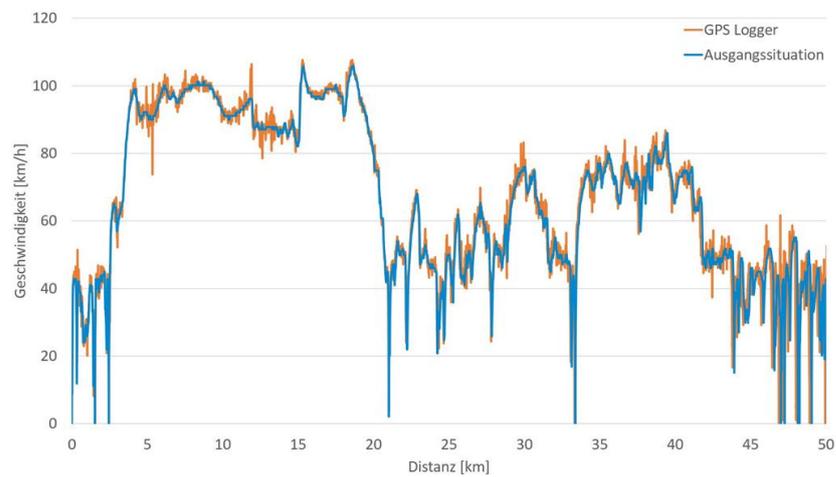


Abbildung 5.26: Vergleich des Geschwindigkeitsverlaufs Ausgangssituation vs. GPS Logger

oder in die Berechnung miteinbezogen werden. Das korrigierte Höhenprofil kann Abbildung 5.27 entnommen werden.

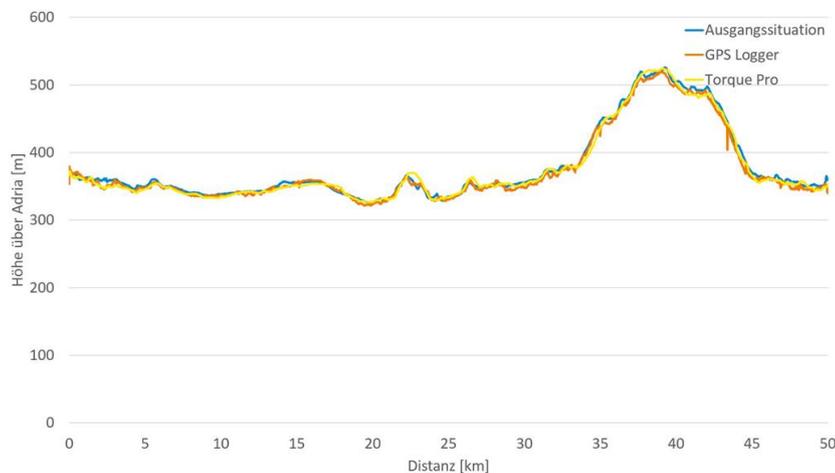


Abbildung 5.27: Höhenverlauf der vierten Evaluierungsrunde mit Geoid-Korrektur

5.2.5 Evaluierung 5. Teil

Im finalen Teil der Evaluierungsrunden wurden die folgenden Geräte verifiziert:

- GPS-Tracker Offline (Ausgangssituation)
- OBD-Dongle mit GPS Online (Teltonika)

Für ein bestmögliches Ergebnis wurden beim oben genannten „OBD-Dongle mit GPS Online“ die Einstellungen per Fernwartung geändert. Diese Änderung beinhaltet die minimal mögliche Abtastrate sowie eine verbesserte Genauigkeit bei der Höhenaufzeichnung. Wie bereits in Abschnitt 5.2.3 festgehalten, gibt es auch bei der Runde mit dem Elektrofahrzeug keine besonderen Auffälligkeiten bei der Betrachtung der Gesamtstrecke, Abbildung 5.28.

Im Bereich der beiden markanten Kurven hat es ein ähnliches Ergebnis wie beim Verbrennungsmotor gegeben. (Abbildung 5.29) In Abbildung 5.30 lässt sich der Unterschied der beiden Messungen besser abbilden. Bevor das Fahrzeug zur ersten Kurve kommt, gibt es bei beiden Aufzeichnungen die selbe Anzahl an Messpunkten. Sobald die erste Kurve befahren wird, gibt es kleine Abweichungen. So sind die Messpunkte in der unteren Abbildung besser am Radius verteilt als bei der oberen, wodurch sich eine bessere Linienführung ergibt. Diese Anmerkung gilt auch für die zweite Kurve. Bei der restlichen Strecke sind die Wegpunkte gleichmäßig verteilt.

Der Geschwindigkeitsverlauf bei der Evaluierung mit dem Elektrofahrzeug ist ähnlich Abbildung 5.19. Aus diesem Grund wird hierbei genauer auf die einzelnen Teilabschnitte eingegangen. Der erste Abschnitt beschäftigt sich mit einem Stadt-

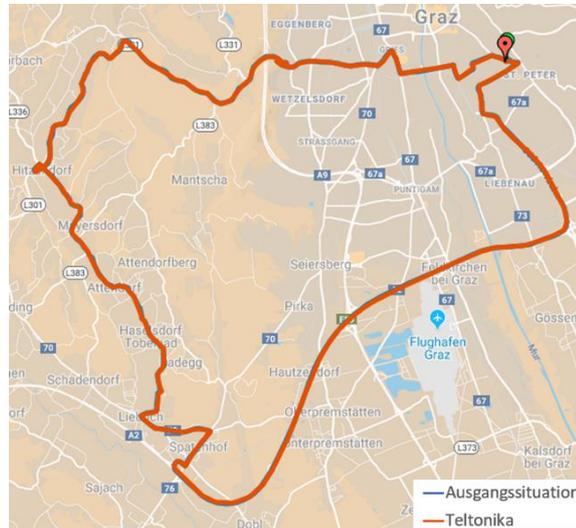


Abbildung 5.28: Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 5; Quelle: Google Maps

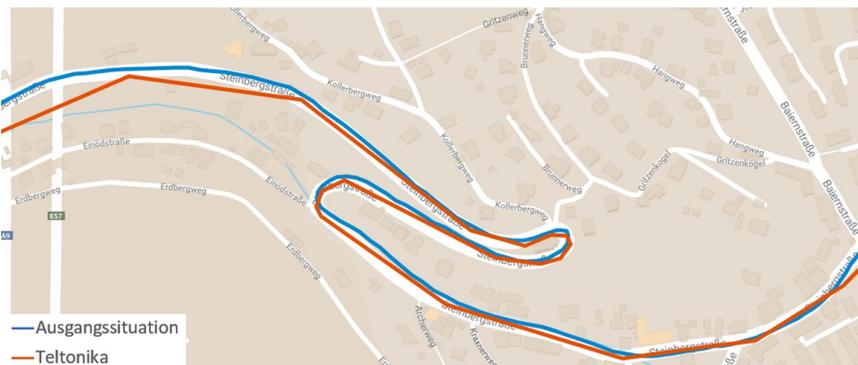


Abbildung 5.29: Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, fünfte Evaluierungsrunde; Quelle: Google Maps

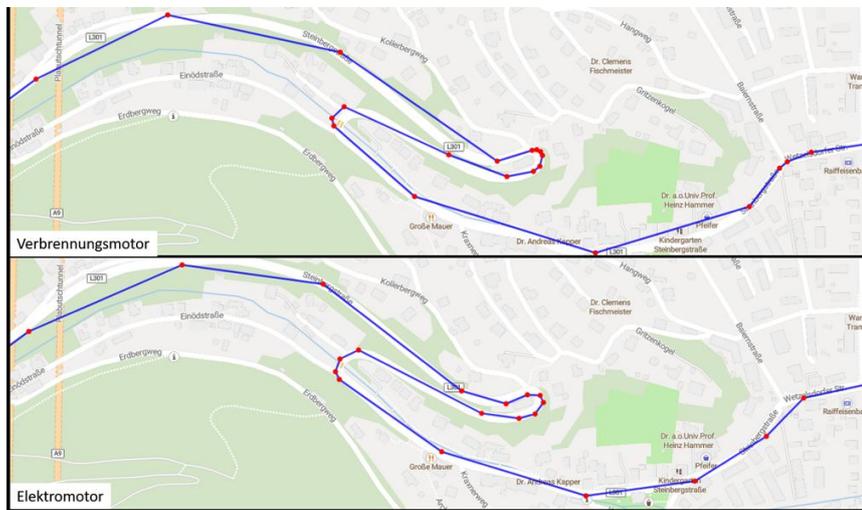


Abbildung 5.30: Gegenüberstellung der geänderten Genauigkeit, Quelle: Google Maps

und Autobahnanteil, siehe Abbildung 5.31. Dabei fällt auf, dass das getestete Gerät deutlich weniger Messpunkte als die Ausgangssituation aufweist und deshalb einen sehr „kantigen“ Verlauf ergibt. Der Vorteil hierbei ist, dass bei hohen Geschwindigkeiten keine markanten Spitzen mehr entstehen. Zusammenfassend kann der erste Teilabschnitt der Strecke als zufriedenstellend bewertet werden.

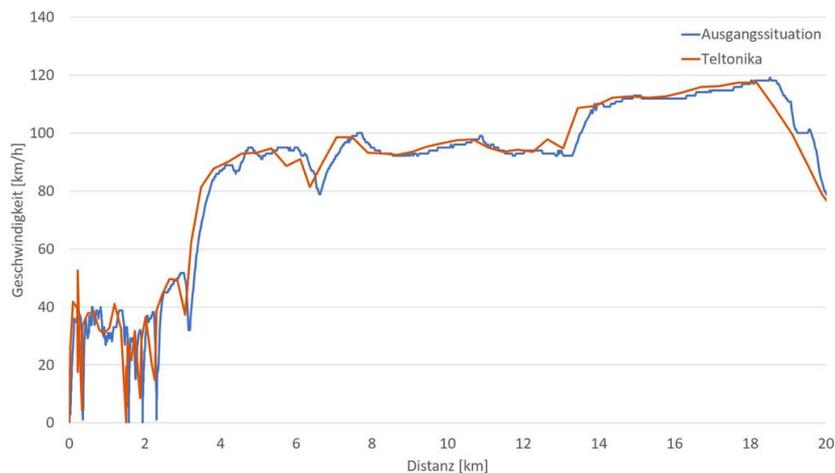


Abbildung 5.31: Geschwindigkeitsverlauf der fünften Evaluierungsrunde (Stadt, Autobahn)

Beim zweiten Teilabschnitt werden die Bereiche Überland und Stadt in Abbildung 5.32 genauer betrachtet. Bis auf eine markante Auffälligkeit im Bereich zwischen 35 km und 40 km fällt die Betrachtung zufriedenstellend aus.

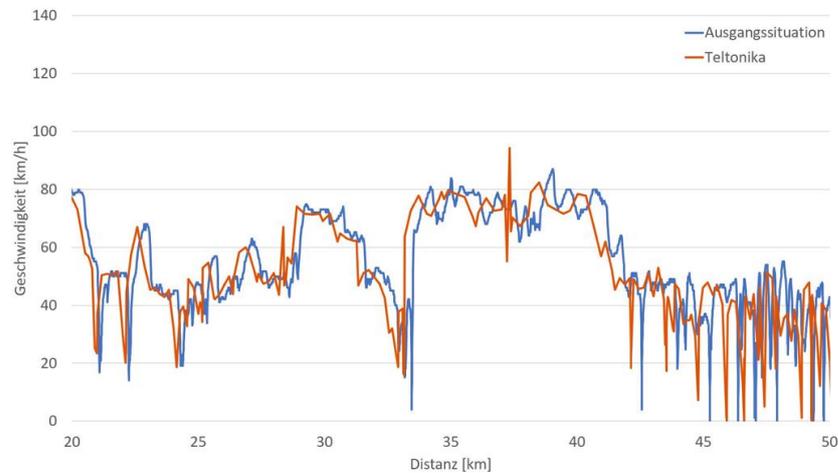


Abbildung 5.32: Geschwindigkeitsverlauf der fünften Evaluierungsrunde (Überland, Stadt)

In Abbildung 5.33 sind die jeweiligen Geschwindigkeitsverläufe dargestellt. Dabei ist der Verlauf des getesteten Systems wesentlich gleichmäßiger als die Ausgangssituation.

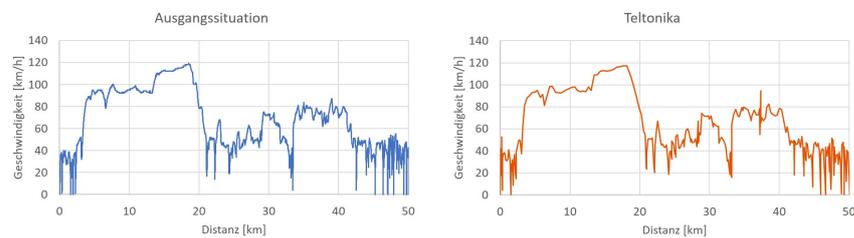


Abbildung 5.33: Geschwindigkeitsverlauf der fünften Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme

Bei der Betrachtung der Höhenlinien der beiden Systeme gibt es keine Auffälligkeiten. Beide Geräte verwenden die Seehöhe und somit ist keine Anpassung bzw. Korrektur notwendig. (Abbildung 5.34)

5.3 Kompatibilität mit dem Effizienzmodell

Wie bereits zuvor erwähnt, befasste sich die letzte der Bewertungsphasen mit der Kompatibilität der vorhandenen Energieeffizienzrechnung. Mit dem neuen Gerät muss es möglich sein, die Auswertung um einiges schneller und effizienter zu gestalten. Aus diesem Grund wird im folgenden Abschnitt auf die Prozessabläufe, den zeitlichen Aufwand, die Darstellung und das finale Ergebnis aus der MATLAB-Berechnung eingegangen.

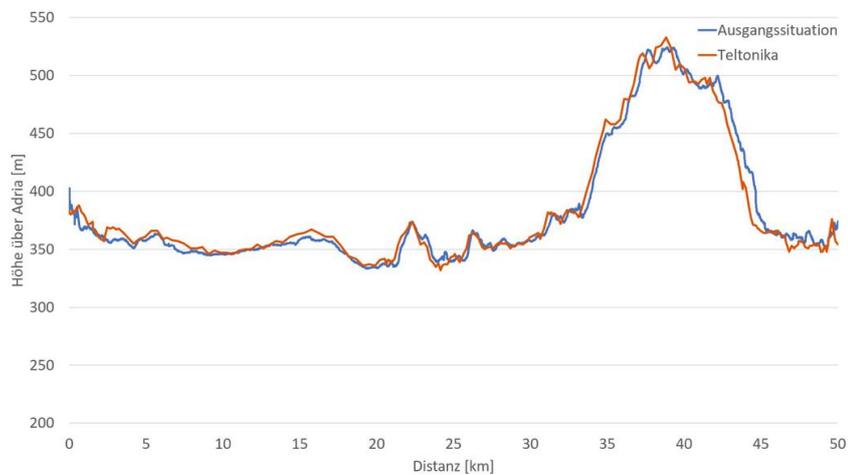


Abbildung 5.34: Höhenverlauf der fünften Evaluierungsrunde

5.3.1 OBD-Dongle mit Smartphone und App (Torque Pro)

Zu Beginn wird auf den chronologischen Ablauf eingegangen, welcher in Abbildung 5.35 dargestellt ist. Er soll Aufschluss über die notwendigen Schritte bis zum finalen Ergebnis in Excel geben. Dabei ist ersichtlich, dass kein gpx-Dateiformat verfügbar ist und die Datei erst generiert werden muss. Im Probedurchlauf wurden rein für die Konvertierung von csv- in ein entsprechendes gpx-Format rund vier Minuten benötigt. Außerdem mussten dem Datensatz die benötigten Höhenlinien hinzugefügt werden. Um diesen Ablauf zu beschleunigen würde es sich empfehlen ein Makro bzw. ein Programm zu schreiben, welche diese Tätigkeit automatisieren.

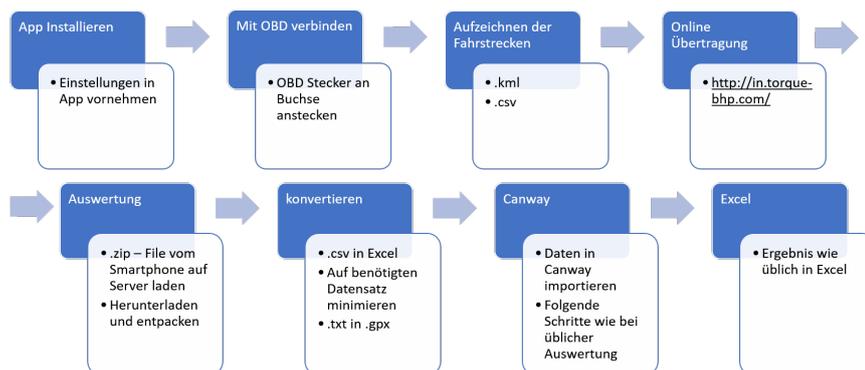


Abbildung 5.35: Prozessablauf OBD-Dongle mit Smartphone und App (Torque Pro)

Mit dem zuvor genannten gpx-Format war es nun möglich, die Berechnung mittels des vorhandenen MATLAB-Modells durchzuführen. Die nachstehende Tabelle 5.2 stellt den benötigten Energieverbrauch der Evaluierungsrunde dar. Der erhöhte Ver-

brauch ist auf die Spitzen im Geschwindigkeitsverlauf zurückzuführen.

Tabelle 5.2: Energieeffizienzberechnung OBD-Dongle mit GPS Online

<i>Rang</i>	<i>Nummer</i>	<i>System</i>	<i>Energieverbrauch [kWh/100km]</i>
1	2	Ausgangssituation 2	12,36
2	1	Ausgangssituation 1	12,42
3	3	Torque Pro	13,77

Die Schwachpunkte dieses Geräts werden im Folgenden aufgezählt:

- Aufwändige Auswertung der Messdaten
- Keine Online-Darstellung auf einer Website oder in einer App möglich
- Daten können erst nach Beendigung der Messung übertragen werden
- Externe Stromversorgung für Langzeitbetrachtung notwendig
- Höhenprofil wird nicht aufgezeichnet
- Preisobergrenze von 60€ wird überschritten

5.3.2 Smartphone mit App (GPS Logger)

Bei der Betrachtung des Ablaufs in 5.36 fällt auf, dass im Vergleich zu 5.35 weniger Schritte notwendig sind, um zum Ergebnis zu gelangen. Im Gegensatz zur ersten Variante müssen die Dateien nicht konvertiert und können bereits während der Messung heruntergeladen sowie ausgewertet werden.

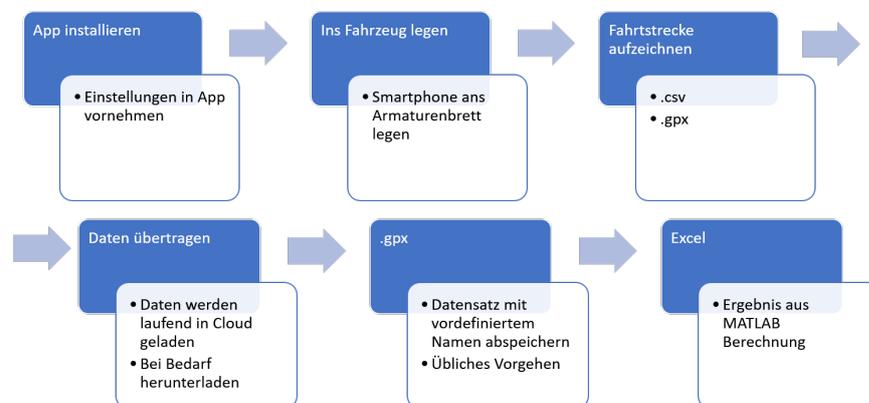


Abbildung 5.36: Prozessablauf Smartphone mit App (GPS Logger)

Wie bereits beim System „OBD-Dongle mit GPS Online“ ist auch bei dem hier betrachteten Gerät der Energieverbrauch höher als bei der Ausgangssituation. In Abschnitt 5.2.4 wurde bereits angemerkt, dass die Smartphone App „GPS Logger“ sehr starke Geschwindigkeitsspitzen aufweist. Aus diesem Grund fällt auch der Energieverbrauch höher aus als bei der ersten Variante.

Beim Befahren der Evaluierungsrunde sind auch gewisse Schwächen aufgetreten:

Tabelle 5.3: Energieeffizienzberechnung Smartphone mit App (GPS Logger)

<i>Rang</i>	<i>Nummer</i>	<i>System</i>	<i>Energieverbrauch [kWh/100km]</i>
1	2	Ausgangssituation 2	12,36
2	1	Ausgangssituation 1	12,42
3	3	GPS Logger	16,05

- Keine online-Darstellung auf Website oder in der App möglich.
- Externe Stromversorgung für Langzeitbetrachtung notwendig.
- Es können keine OBD-Daten ausgelesen werden.

5.3.3 OBD-Dongle mit GPS Online (Teltonika)

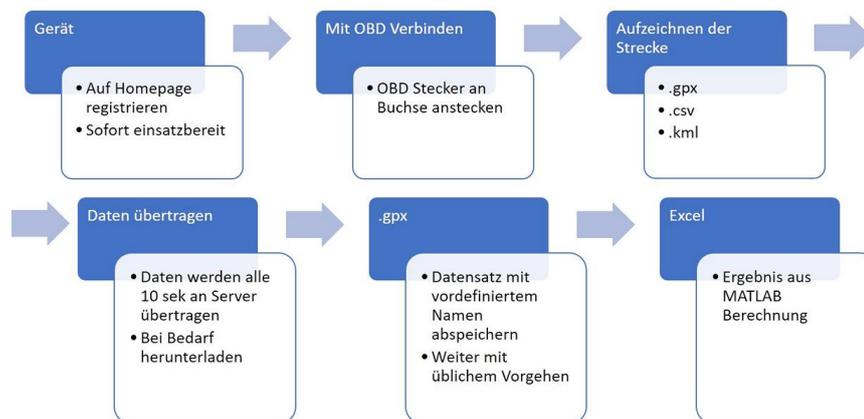


Abbildung 5.37: Prozessablauf OBD-Dongle mit GPS Online

Wie anhand des Prozessablaufs in 5.37 abgelesen werden kann, muss das Gerät zuerst auf der Homepage (<https://gpslive.co.uk/>) dem entsprechenden Kundenkonto hinzugefügt werden. Eine Darstellung darüber wird in 5.38 gegeben. Im grünen Kasten ist der momentan registrierte Tracker inklusive seiner Identifikationsnummer und der Gültigkeit seiner Lizenz ersichtlich. Der Schaltfläche, die mittels des roten Kastens hervorgehoben ist, können neue Tracker dem Kundenkonto hinzugefügt werden. In Orange dargestellt kann direkt auf der Homepage ein öffentlicher Link erstellt werden. Mit diesem kann entweder eine bestimmte Auswahl an Trackern oder alle verfügbaren auf einer virtuellen Karte in Echtzeit dargestellt werden. Außerdem kann die Dauer der Gültigkeit des Links eingestellt werden. Weitere Einstellungen am Tracker selbst müssen im Vorhinein mit dem Kundendienst kommuniziert werden, welcher dann per Fernwartung die gewünschten Änderungen vornimmt.

Nach der Aufzeichnung der Strecke kann diese von der Homepage heruntergeladen werden. In Abbildung 5.39 ist die Live-Karte dargestellt. Unter dem Reiter „Ge-

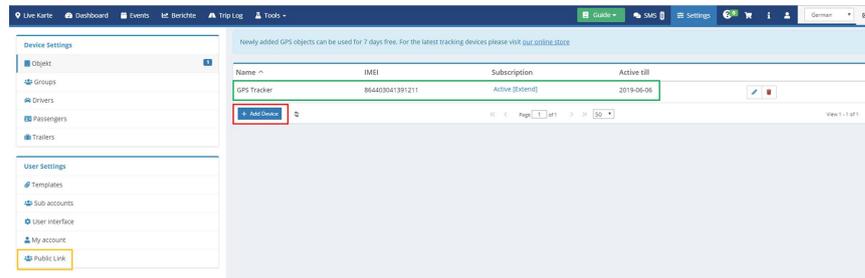


Abbildung 5.38: Neue Tracker dem Kundenkonto hinzufügen

schichte“ sind alle gefahrenen Strecken abgespeichert und können per Eingabe des Datums entsprechend abgerufen werden. Sobald die gewünschte Strecke im rechten Bild erscheint, kann sie mittels des Buttons „Import/Export“ (grün markiert) mit dem benötigten Dateiformat lokal abgespeichert werden. Bei der Auswertung der Evaluierungsdaten ist aufgefallen, dass ein Problem beim gpx-Dateiformat vorliegt. Im Code ist für das Höhenprofil eine falsche Spalte hinterlegt und kann deshalb zur Zeit nicht für die Auswertung herangezogen werden. Der Kundendienst wurde darüber in Kenntnis gesetzt und arbeitet an der Lösung des Problems.

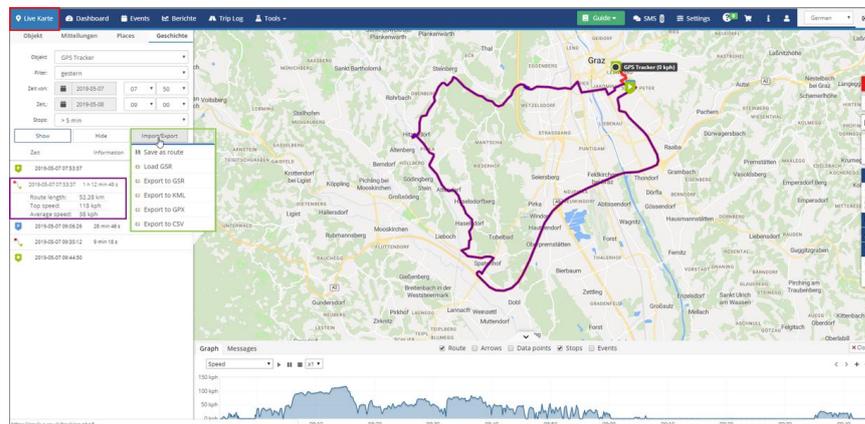


Abbildung 5.39: Datenexport von Homepage

Für die Auswertung der Energieeffizienzberechnung wurde aus dem oben genannten Grund das .csv Dateiformat verwendet und entsprechend auf ein gpx-Dateiformat konvertiert. Wie Anhand von Tabelle 5.4 zu sehen ist, hat der OBD-Dongle mit GPS Online einen sehr hohen Energieverbrauch ergeben. Dieser hohe Wert ist darin begründet, dass im aktuellen MATLAB-Modell die Zeitschritte auf eine sekundliche Abtastrate eingestellt sind. Bei dem hier getesteten Gerät werden die Daten auch sekundlich abgespeichert, aber nur dann, wenn es eine Änderung der Koordinatenpositionen gibt. Um vergleichbare Werte zu erhalten, muss deshalb das vorhandene MATLAB-Skript auf einen variablen Zeitschritt angepasst werden.

Tabelle 5.4: Energieeffizienzberechnung OBD-Dongle mit GPS Online

<i>Rang</i>	<i>Nummer</i>	<i>System</i>	<i>Energieverbrauch [kWh/100km]</i>
1	2	Ausgangssituation 2	12,71
2	1	Ausgangssituation 1	12,75
3	3	OBD-Dongle mit GPS Online	42,46

5.4 Fazit - Detailentwicklung

Um eine Auswahl und Aussage über das für den Einsatzzweck beste System treffen zu können, wurden für die zuvor getesteten Geräte noch die Basisanforderungen aus Kapitel 3.4 aufgestellt. Daraus resultiert, dass „OBD-Dongle mit GPS Offline (teurere Variante)“ die meisten Übereinstimmungen mit den Anforderungen erfüllt. Die ausgefüllten Datenblätter aller getesteten Systeme können dem Appendix entnommen werden. Jene Punkte, die das ausgewählte Gerät nicht erfüllt, werden hier noch kurz erwähnt und mögliche Lösungen aufgezeigt. Um den OBD-Dongle auch bei Zweirädern verwenden zu können, ist ein spezifischer Zwischenstecker notwendig. Motorräder haben meist einen 6-poligen Anschluss und nicht wie bei anderen Kraftfahrzeugen einen 16-poligen. Ein solcher wurde auch getestet und die Übertragung der Daten funktionierte problemlos. Der Stecker sollte wenn möglich gegen Vibrationen gesichert werden, sodass keine Verbindungsprobleme auftreten können. Ein weiterer Punkt sind die gegebenen Umgebungstemperaturen: das Gerät hat einen Betriebstemperaturbereich zwischen -25°C und $+55^{\circ}\text{C}$. Die geforderten -40°C werden nicht erreicht, aber für den zukünftigen Einsatz ist dies kein Ausschlusskriterium. Der letzte nicht erfüllte Punkt ist das Auslesen des Batterieladestandes des Fahrzeugs. Von Seiten Teltonika wird solch eine Anwendung nicht angeboten. Zusätzlich zur Erfüllung der erwähnten Basisanforderungen hat das System auch bei den Evaluierungsrunden die besten Ergebnisse geliefert. Somit kann zusammenfassend festgehalten werden, dass das System „OBD-Dongle mit GPS Offline (teurere Variante)“ für die möglichen Einsatzgebiete die beste und geeignetste Lösung darstellt. Durch die Online-Darstellung sowie Verfügbarkeit der Daten wird der Arbeitsaufwand verringert und optimiert. Ein weiterer positiver Aspekt ist, dass das System nicht an ein jährliches Abo gebunden ist, sondern bei Bedarf monatlich aktiviert werden kann. Beim Auftreten von Problemen kann man sich an den schnell und präzise arbeitenden Kundendienst wenden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschäftigte sich mit der Recherche zu Systemen, die es ermöglichen, Positionen in Echtzeit aufzuzeichnen und diese gleichzeitig auf einer Online-Plattform zur Verfügung zu stellen. Mit dieser Evolution wird es in Zukunft möglich sein, die Energieeffizienzberechnung mittels des vorhandenen MATLAB-Modells schneller und effektiver durchführen zu können. Ein zusätzlicher Teilbereich befasste sich mit der Suche nach weiteren zukünftigen Einsatzgebieten.

Mit dem Ziel, die Klima- und Energieziele bis 2020 auch im Bereich Mobilität erfüllen zu können, wurden mögliche Einsatzgebiete ausgewählt, welche einen wesentlichen Einfluss auf die Erfüllung der genannten Ziele haben können. Die Ideensuche befasste sich zu Beginn des Auswahlprozesses mit dem ersten Entwurf des Grundgedankens sowie der Ausführung der Messungen und den dafür zu verwendenden Geräten. Der weitere Prozess befasste sich anschließend mit einer detaillierteren Betrachtung sowie der Bewertung der einzelnen Bereiche. Schlussendlich haben sich die zwei Bereiche „Analyse der Energieeffizienz bei Rallyes im Allgemeinen“ und die „Bewertung des Flottenmanagements“ als relevant ergeben. Der Großteil der anderen Einsatzgebiete wurde ausgeschlossen, da es bereits etablierte Geräte am Markt gibt und diese auch erfolgreich eingesetzt werden.

Auf Basis der Elektrorallye „e-Via“, der zukünftigen Einsatzgebiete und einer umfangreichen Literaturrecherche konnten passende Systeme ausgewählt werden. Die Herausforderung dabei war das Finden geeigneter Geräte, die eine sekundliche Abtastrate aufweisen, ihre Position in Echtzeit an eine Online-Plattform mit entsprechender Darstellung übermitteln und dabei die Preisobergrenze von 60 € nicht überschreiten. Außerdem durften die Risiken sowie Herausforderungen der Ausgangssituation „e-Via“ und die daraus abgeleiteten Anforderungen nicht außer Acht gelassen werden. Mittels einer Kostenvergleichsrechnung konnte ein guter Überblick über die Kosten bei steigender Stückzahl sowie Nutzung pro Jahr geschaffen werden. Mittels dieser Methoden war es schlussendlich möglich, die qualifiziertesten Messtechniken auszuwählen. Dabei handelt es sich um „OBD-Dongle mit GPS Online“ sowie „Smartphone und App (optional mit OBD-Dongle)“. Auch das aktuell verwendete System „GPS-Tracker Offline“ war in der engeren Auswahl und diente im weiteren Verlauf der Evaluierung der anderen Geräte.

Diese wurden auf der dafür ausgewählten Strecke des Instituts für Fahrzeugtechnik getestet. Um eine passende Auswahl zu treffen, wurden fünf Bewertungskriterien entwickelt, die erfüllt werden mussten: Zu Beginn erfolgte die Bewertung der Gesamtstrecke sowie eines markanten Teilstücks, gefolgt vom Übereinstimmungsvergleich mit den Geschwindigkeits- sowie Höhenprofilen des „GPS-Tracker Offline“ und abschließend die Betrachtung der Ergebnisse aus der Energieeffizienzberechnung. Bei der Analyse der gesamten Route sowie des markanten Abschnitts haben alle Systeme ein zufriedenstellendes Ergebnis geliefert. Allerdings traten bei den Varianten mit Smartphone markante Abweichungen bei den Geschwindigkeits- und Höhenprofilen auf. So ist aufgefallen, dass durchgängig die Geoidhöhe und nicht die Seehöhe verwendet wurde. Diese Abweichung hat jedoch keinen Einfluss auf die Berechnung, da hierfür nur die Höhendifferenz herangezogen wird. Abweichungen beim Geschwindigkeitsprofil haben jedoch Einfluss auf die Berechnung. Die markanten Spitzen, die bei den Aufzeichnungen mittels Smartphone entstanden sind, resultieren in teils großen Abweichungen des Energieverbrauchs. Bei der App „GPS Logger“ fallen diese um einiges stärker aus als bei der App „Torque Pro“. In Zahlen bedeutet dies eine Abweichung von der Ausgangssituation von 4 [kWh/100km] beim „GPS Logger“ und 1,4 [kWh/100km] bei „Torque Pro“. Die dritte Variante „OBD-Dongle mit GPS Online“ hat beinahe alle Bewertungskriterien zufriedenstellend erfüllt. Einzig die Berechnung mittels des vorhandenen Energieeffizienzmodells war nicht zufriedenstellend. Für eine korrekte Berechnung muss der Einfluss der Zeitschritte im Modell angepasst werden.

Ausblick und weiteres Vorgehen

Durch diese Arbeit konnten weitere Einsatzgebiete für das Energieeffizienzmodell sowie neue Messsysteme gefunden werden. Damit die Analyse in Zukunft möglichst effizient ablaufen kann, müssen noch einige wenige Anpassungen am System und der Auswertung vorgenommen werden. Für die Variante „OBD-Dongle mit GPS Online“ muss der vorhandene MATLAB-Code entsprechend optimiert werden, sodass keine Probleme mit unterschiedlichen Zeitschritten auftreten können. Das Modell muss unabhängig vom Zeitintervall der Messdaten untereinander vergleichbare Ergebnisse liefern können. In einem weiteren Schritt sollte angedacht werden, den MATLAB-Code dahingehend zu verbessern, dass die Bearbeitungsschritte des Auswerteprozesses in chronologischer Reihenfolge automatisiert ablaufen. Falls die Smartphones-Apps zum Einsatz kommen sollten, müsste ein Makro für die Auswertung der Daten von „Torque Pro“ programmiert werden. Um das Problem mit den Geschwindigkeitsspitzen abzuschwächen, bieten sich eine Filterung und Plausibilisierung des Signals an.

Abbildungsverzeichnis

1.1	eigene Darstellung System Fahrer - Fahrzeug	3
1.2	eigene Darstellung; Multimodalität in den Bundesländern (Personenanteil in Prozent bei täglicher oder mehrmaliger Nutzung pro Woche)	5
1.3	eigene Darstellung, Anteil alternativ angetriebener Fahrzeuge nach Neuzulassungen	6
2.1	Herstellerangaben Verbrauch über Reichweite	10
2.2	Prozessablauf der Messung	11
2.3	GPS-Datenlogger zerlegt	12
2.4	Bestandteile GPS-Logger	12
2.5	Graphische Benutzeroberfläche von CanWay	13
2.6	Referenzfahrzeug Renault Zoe	13
2.7	Simulink Modell Widerstand	14
2.8	Zusammensetzung des Rollwiderstands	15
2.9	Die Entwicklung des Luftwiderstands über die Zeit	16
2.10	Kräfte am Fahrzeug	17
2.11	Gesamtwiderstand der teilnehmenden Fahrzeuge	17
2.12	Signalverlust in Tiefgarage	18
2.13	Falsche Handhabung des Geräts	19
2.14	Abweichung der GPS-Genauigkeit	20
2.15	Prozess der Effizienzberechnung	21
2.16	Zurückhaltende Fahrweise	22
2.17	aggressive/sportliche Fahrweise	22
2.18	Höhenprofil des ersten Renntages	23
2.19	Höhenprofil des zweiten Renntages	23
2.20	Häufigkeitsverteilung des normierten Energieverbrauchs, 1. Renntag	24
2.21	Häufigkeitsverteilung des normierten Energieverbrauchs, 2. Renntag	25
2.22	Gesamtergebnis der Häufigkeitsverteilung des normierten Energieverbrauchs	26
2.23	Berechnete Energieeffizienz der teilnehmenden Fahrzeuge	27
3.1	mögliche Einsatzgebiete	29
4.1	mögliche Systeme	49

4.2	GPS-Aufzeichnung von Fahrstrecken basierend auf SPP-, DGPS- und RTK-Techniken, aufgezeichnet mit Trimble R10	56
4.3	Darstellung hierarchischer Bereiche und Routenabfrage	59
4.4	Übersicht der Systemergebnisse - nach dem Fusionsprozess und dem Kartenabgleichprozess	61
4.5	System Übersicht	62
4.6	Pinbelegung OBD-II	68
4.7	Belegung OBD-II-Stecker	68
4.8	Mobilfunkgenerationen und ihre maximale Bandbreite	70
4.9	Kosten bei jährlich einmaliger Nutzung	73
4.10	Kosten bei zweimaliger Nutzung	75
4.11	Kostenvergleich von einmaliger vs. zweimaliger Nutzung	76
4.12	OBD-Dongle mit GPS Online	81
4.13	Darstellung OBD-Dongle mit Smartphone und App	83
5.1	Strecke zur Bewertung der Systeme Quelle: Google Maps	85
5.2	Geschwindigkeits- und Höhenverlauf der Evaluierungsrunde	86
5.3	Position der Messsysteme; Quelle: Renault Österreich	88
5.4	Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 1; Quelle: Google Maps	89
5.5	Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, Evaluierungsrunde Nr. 1; Quelle: Google Maps	89
5.6	Geschwindigkeitsverlauf der ersten Evaluierungsrunde übereinandergelegt	90
5.7	Geschwindigkeitsverlauf der ersten Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme	91
5.8	Höhenverlauf der ersten Evaluierungsrunde ohne Korrektur	91
5.9	Höhenverlauf der ersten Evaluierungsrunde mit Geoid-Korrektur	92
5.10	Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 2; Quelle: Google Maps	93
5.11	Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, zweite Evaluierungsrunde; Quelle: Google Maps	93
5.12	Signalverlust Torque Pro; Quelle: Google Maps	94
5.13	Geschwindigkeitsverlauf der zweiten Evaluierungsrunde übereinandergelegt	95
5.14	Geschwindigkeitsverlauf der zweiten Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme	95
5.15	Höhenverlauf der zweiten Evaluierungsrunde mit Geoid-Korrektur	96
5.16	Höhenverlauf im Autobahnabschnitt	96
5.17	Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 3; Quelle: Google Maps	97
5.18	Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, dritte Evaluierungsrunde; Quelle: Google Maps	98

5.19	Geschwindigkeitsverlauf der dritten Evaluierungsrunde übereinandergelegt	98
5.20	Geschwindigkeitsverlauf der dritten Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme	98
5.21	Position der Messsysteme Quelle: Peugeot Österreich	99
5.22	Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 4; Quelle: Google Maps	100
5.23	Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, vierte Evaluierungsrunde; Quelle: Google Maps	101
5.24	Geschwindigkeitsverlauf der vierten Evaluierungsrunde	101
5.25	Vergleich des Geschwindigkeitsverlaufs Ausgangssituation gegenüber Torque Pro	102
5.26	Vergleich des Geschwindigkeitsverlaufs Ausgangssituation vs. GPS Logger	102
5.27	Höhenverlauf der vierten Evaluierungsrunde mit Geoid-Korrektur	103
5.28	Datenaufzeichnung der getesteten Systeme, Evaluierungsrunde Nr. 5; Quelle: Google Maps	104
5.29	Genauigkeit der Systeme in der Steinbergkurve, fünfte Evaluierungsrunde; Quelle: Google Maps	104
5.30	Gegenüberstellung der geänderten Genauigkeit, Quelle: Google Maps	105
5.31	Geschwindigkeitsverlauf der fünften Evaluierungsrunde (Stadt, Autobahn)	105
5.32	Geschwindigkeitsverlauf der fünften Evaluierungsrunde (Überland, Stadt)	106
5.33	Geschwindigkeitsverlauf der fünften Evaluierungsrunde der jeweiligen Systeme	106
5.34	Höhenverlauf der fünften Evaluierungsrunde	107
5.35	Prozessablauf OBD-Dongle mit Smartphone und App (Torque Pro)	107
5.36	Prozessablauf Smartphone mit App (GPS Logger)	108
5.37	Prozessablauf OBD-Dongle mit GPS Online)	109
5.38	Neue Tracker dem Kundenkonto hinzufügen	110
5.39	Datenexport von Homepage	110

Tabellenverzeichnis

2.1	Daten Referenzfahrzeug Renault Zoe	14
3.1	Resultat der Idea Cards	38
3.2	Basisanforderungen an das System 1/2	46
3.3	Basisanforderungen an das System 2/2	47
4.1	Anforderungen an das System	54
4.2	Kostenvergleichsrechnung für einmalige Nutzung pro Jahr	72
4.3	Kosten für bis zu 100 Systeme bei einmaliger Nutzung	73
4.4	Kostenvergleichsrechnung für zweimalige Nutzung pro Jahr	74
4.5	Kosten für bis zu 100 Systeme bei zweimaliger Nutzung	75
4.6	Nutzwertanalyse - Flottenmanagement	78
4.7	Nutzwertanalyse - Rallyes	79
4.8	Vorteile und Nachteile Systeme	82
5.1	Verwendete Smartphones mit verwendeten Apps und technischem Hintergrund	87
5.2	Energieeffizienzberechnung OBD-Dongle mit GPS Online	108
5.3	Energieeffizienzberechnung Smartphone mit App (GPS Logger)	109
5.4	Energieeffizienzberechnung OBD-Dongle mit GPS Online	111

Literaturverzeichnis

- [1] Qian Sun, Robert Odolinski, Jianhong Xia, Jonathan Foster, Torbjörn Falkmer, and Hoe Lee. Validating the efficacy of gps tracking vehicle movement for driving behaviour assessment. *Travel Behaviour and Society*, 6:32–43, 2017.
- [2] H. Zhu, Y. Zhu, M. Li, and L. M. Ni. Hero: Online real-time vehicle tracking in shanghai. In *IEEE INFOCOM 2008*, pages 942–950, Piscataway, NJ, 2008. IEEE Operations Center.
- [3] Siim Plangi, Amnir Hadachi, Artjom Lind, and Abdelaziz Bensrhair. Real-time vehicles tracking based on mobile multi-sensor fusion. *IEEE Sensors Journal*, 18(24):10077–10084, 2018.
- [4] Bhagyeshwari Chauhan, Avni Jain, Tanmay Chaturvedi, and Sandeep Saini. User interactive and assistive fleet management and eco-driving system. In John Vig, Anil K. Roy, Chonggang Wang, and Manik Lal Das, editors, *2015 IEEE Region 10 Symposium*, pages 41–44, Piscataway, NJ, 2015. IEEE.
- [5] Europäisches Parlament. Richtlinie 2012/27/eu des europäischen parlaments und des rates vom 25. oktober 2012 zur energieeffizienz, zur änderung der richtlinien 2009/125/eg und 2010/30/eu und zur aufhebung der richtlinien 2004/8/eg und 2006/32/eg: Energieeffizienzrichtlinie, Oktober 2012.
- [6] Yulong Lei, Ke Liu, Yao Fu, Xingzhong Li, Zhenjie Liu, and Shaohua Sun. Research on driving style recognition method based on driver’s dynamic demand. *Advances in Mechanical Engineering*, 8(9):168781401667057, 2016.
- [7] Hermann Winner, Stephan Hakuli, Felix Lotz, and Christina Singer, editors. *Handbuch Fahrerassistenzsysteme: Grundlagen, Komponenten und Systeme für aktive Sicherheit und Komfort*. ATZ / MTZ-Fachbuch. Springer Vieweg, Wiesbaden, 3., überarbeitete und ergänzte auflage edition, 2015.
- [8] Ina Othersen. *Vom Fahrer zum Denker und Teilzeitlenker*. Dissertation, 2016.
- [9] B. Blom, U. Niederée, P. Hecker, M. Vollrath, editor. *Aufmerksamkeitssteuerung - ein Ansatz zur Pilotenunterstützung in der Rollenführung*, Bonn, 2013. Deutsche Gesellschaft für Luft- und Raumfahrt - Lilienthal-Oberth e.V.

- [10] Tomschy R., Herry M., Sammer G., Klementsitz R., Riegler S., Follmer R., Gruschwitz D., Josef F., Gensasz S., Kirnbauer R., Spiegel R. Österreich unterwegs 2013/2014: Ereignisbericht zur österreichischen mobilitäts-erhebung "österreich unterwegs 2013/2014".
- [11] VCÖ - Mobilität mit Zukunft, editor. *VCÖ Magazin: Die Rolle von Unternehmen in der Mobilitätswende*, volume 2018. 2018.
- [12] Siegfried Kerler. *Fuhrpark und Flotte: Praxishandbuch für Entscheider*. 4. aufl., stand: Januar 2015 edition, 2015.
- [13] ARI Fleet Germany GmbH. Strategisches fuhrparkmanagement: Leistung steigern und kosten senken.
- [14] Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie. Elektroautos und e-mobilität - förderungen und weiterführende links, 09. Januar 2019.
- [15] Thomas Schütz, editor. *Hucho - Aerodynamik des Automobils: Strömungsmechanik, Wärmetechnik, Fahrdynamik, Komfort ; mit 49 Tabellen*. ATZ / MTZ-Fachbuch. Springer Vieweg, Wiesbaden, 6. , vollständig überarbeitete und erweiterte auflage edition, 2013.
- [16] Klaus Schreiner. *Basiswissen Verbrennungsmotor*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2015.
- [17] Energieregion Oststeiermark GmbH, editor. *e-via 2018 Roadbook: Die Elektrorallye 2018 11. - 13. Oktober*. 2018.
- [18] Mark Graban and Joseph E. Swartz. *Healthcare Kaizen: Engaging Front-Line Staff in Sustainable Continuous Improvements*. CRC Press, Hoboken, 2012.
- [19] Helga Meyer and Heinz-Josef Reher. *Projektmanagement: Von der Definition über die Projektplanung zum erfolgreichen Abschluss*. Springer Gabler, Wiesbaden, 2016.
- [20] Axelos, editor. *Erfolgreiche Projekte managen mit PRINCE2*. TSO, London, 2. aufl. [der dt. übersetzung der 5. engl. ausg. 2009] edition, 2013.
- [21] Volker Johanning and Roman Mildner. *Car IT kompakt*. Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2015.
- [22] Peter Teunissen and Oliver Montenbruck. *Springer Handbook of Global Navigation Satellite Systems*. Springer Handbooks. Springer International Publishing, Cham, 2017.
- [23] ESA Media Relations Office. Fact sheet - galileo status, 2018.

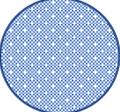
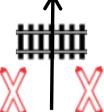
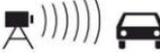
- [24] Rolf Gscheidle and Richard Fischer. *Fachkunde Kraftfahrzeugtechnik*. Europa-Fachbuchreihe für Kraftfahrzeugtechnik. Verl. Europa-Lehrmittel Nourney Vollmer, Haan-Gruiten, 28. neubearb. aufl. edition, 2004.
- [25] Martin Sauter. *Grundkurs mobile Kommunikationssysteme: LTE-Advanced, UMTS, HSPA, GSM, GPRS, Wireless LAN und Bluetooth*. Springer Vieweg, Wiesbaden, 6., überarb. und erw. aufl. edition, 2015.
- [26] Kay Poggensee. *Investitionsrechnung: Grundlagen - Aufgaben - Lösungen*. Springer Gabler, Wiesbaden, 3. aufl. edition, 2015.

Appendix

A Auszug Roadbook e-Via

e-via Legende: Damit Sie sich in den nächsten Tagen gut zurechtfinden!

Legenda e-vie: Da se boste v naslednjih dneh dobro znašli na poti!

 	An jedem Lade-Standort erfolgt die Messung Ihrer Fahrzeit und die Ladung aller E-Fahrzeuge (Aufenthaltsdauer ca. 1-2 Stunden) / Na vsaki lokaciji za polnjenje bodo izmerili vaš čas vožnje in polnijo se vsa el. vozila (čas postanka pribl. 1-2 uri)	 	Die maximale Dauer jeder Sonderprüfung ab Anhalten des Fahrzeuges bis zur Abfahrt beträgt 3 Minuten. / Vsako vozilo se lahko od zaustavitve do ponovnega odhoda na posebnem preverjanju zadrži največ 3 minute.
 	Wer einen Checkpoint verpasst (Stempel abholen), fällt aus der Wertung für alle Kategorien! / Kdor izpusti kontrolno točko (pozabi vzeti žig), izpade iz ocenjevanja v vseh kategorijah!	 	Bitte halten Sie die vorgegebenen Brutto-Ladezeiten pro Startnummer ein! Brutto-Ladezeit bedeutet vom Anhalten des Fahrzeuges bis zur Abfahrt. / Prosimo, da upoštevate opredeljeni bruto čas polnjenja za vsako startno številko! Bruto čas polnjenja pomeni čas od zaustavitve do ponovnega odhoda vozila.
 	ACHTUNG! Am Beginn jeder Etappe Kilometerstand auf »0« setzen! / OPOZORILO! Na začetku vsake etape nastavite stanje števca kilometrov na »0«!	 	Anfahrt / Prihod Abfahrt / Odhod
	e-via Torbogen am Lade-Standort, wo auch die Zeitmessung stattfindet / Vratni lok e-vie na lokaciji za polnjenje, kjer poteka tudi merjenje časa		Parkplatz / Parkirišče
	Vorsicht! Bahnübergang / Pozor! Železniški prehod		Achtung! Unübersichtliche Kreuzung / Pozor! Nepregledno križišče
	Bitte kurz den Blick heben und die Landschaft genießen! / Prosimo, ozrite se na kratko naokoli in uživajte v pogledu na pokrajino!		Achtung! Tempo rausnehmen! (Kein Anspruch auf Vollständigkeit!) / Pozor! Znižajte hitrost! (Morebiti niso označeni vsi radarji!)

e-via DIE ELEKTORALLYE - 11. Oktober 2018 Warm-Up Tag/

e-via DIRKA Z ELEKTRIČNIMI VOZILI - 11. Oktober 2018 dan za ogrevanje



- Lade-Standorte / polnilne postaje
- Sonderprüfungs-Standorte / postaje za posebne naloge
- Checkpoint-Standorte / kontrolne točke
- Schnelllade-Checkpoint-Standort / kontrolne točke s hitro polnilnico

Seite / stran 4

www.e-smc.info www.e-via.info

e-via DIE ELEKTORALLYE - Renn-Tag 1, Freitag 12. Oktober 2018/

e-via DIRKA Z ELEKTRIČNIMI VOZILI - Dirka – 1. dan, petek, 12. oktober 2018



e-via DIE ELEKTORALLYE - Renn-Tag 2, Samstag 13. Oktober 2018/

e-via DIRKA Z ELEKTRIČNIMI VOZILI - Dirka – 2. dan, sobota, 13. oktober 2018



Seite / stran 6

www.e-smc.info www.e-via.info

**e-sme**

**e-via DIE ELEKTORALLYE - 11. Oktober 2018 Warm-Up Tag/
e-via DIRKA Z ELEKTRIČNIMI VOZILI - 11. Oktober 2018 dan za ogrevanje**

bit.ly/e-via-track-1

Etappe / etapa	Ort / kraj	Adresse / naslov	Roadbook Seite / stran	km je Etappe / na etapno	Tages km / dnevni km	e-via km	Ankunft Nr.1 / prihod št. 1	Ankunft Team / prihod ekipa	Abfahrt Nr.1 / odhod št. 1	Abfahrt Team / odhod ekipa	Start-intervall / začetni interval hh:mm:ss	Soll-Fahrzeit / predviden čas vožnje h:mm	Zeitfenster časovno okno	
													min h:mm	max h:mm
1	St. Margarethen (AT)	St. Margarethen a. d. Raab 163, 8321 (AT)	Seite 16/ stran 11						12:00		00:01:30	0:18		
2	Arbö Fahrsicherheitszentrum (AT)	Mühlweg 87, 8200 Lundersdorf (AT)	Seite 21/ stran 21	11,7	11,7	11,7	12:18		12:38		00:01:30	0:17	2:11	2:21
3	Laßnitzhöhe (AT)	Hauptstraße 23, 8301 Laßnitzhöhe (AT)	Seite 24/ stran 24	10,7	22,4	22,4	12:55		12:58		00:01:30	0:34		
4	Gniebing (AT)	Saaz 168, 8330 Gniebing (AT)	Seite 27/ stran 27	29,7	52,1	52,1	13:32		13:41		00:01:30	0:35		
5	Mureck (AT)	Hauptpl., 8480 Mureck	Seite 30/ stran 30	33,5	85,6	85,6	14:16		15:16		00:00:30	0:40	0:35	0:45
	Murska Sobota (SI)	Bakovska ulica 37, 9000 Murska Sobota (SI)		38,5	124,1	124,1	15:56							



**e-via DIE ELEKTORALLEY - Renn-Tag 1, Freitag 12. Oktober 2018/
e-via DIRKA Z ELEKTRIČNIMI VOZILI - Dirka – 1. dan, petek, 12. oktober 2018**

bit.ly/e-via-track-2

Etappe / etapa	Ort / kraj	Adresse / naslov	Roadbook Seite / stran	km je Etappe / na etapno etapo	Tages km / dnevni km	e-via km	Ankunft Team / prihod ekipa	Ankunft Team / prihod ekipa	Abfahrt Nr.1 / odhod št. 1	Abfahrt Team / odhod ekipa	Start-intervall / začetni interval hh:mm:ss	Soll-Fahrzeit / predviden čas vožnje h:mm	Zeitfenster časovno okno	
													min h:mm	max h:mm
6	Murska Sobota (SI)	Bakovska ulica 37, 9000 Murska Sobota (SI)	Seite 34/ stran 34	0	0	124,1			8:30		00:02:00	0:14	0:41	0:51
7	Moravske Toplice (SI)	Kranjeva ulica 14a, 9226 Moravske Toplice (SI)	Seite 36/ stran 36	9	9	133,1	8:44		8:46		00:02:00	0:30		
8	Lendava, 9220 (SI)	Lendavske Gorice 161, 9220 Lendava (SI)	Seite 39/ stran 39	24,7	33,7	157,8	9:16		10:16		00:01:30	1:10	1:42	1:52
9	Grad (SI)	191, 9264 Grad, Slovenija	Seite 44/ stran 44	56,8	90,5	214,6	11:26		11:29		00:01:30	0:34		
10	Fehring (AT)	8350 Fehring, Hauptplatz	Seite 47/ stran 47	32,7	123,2	247,3	12:03		13:33		00:01:30	0:16		
11	Gniebing (AT)	Saaz 168, 8330 Gniebing (AT)	Seite 50/ stran 50	14,5	137,7	261,8	13:49		13:58		00:01:30	0:10	1:10	1:20
12	Zotter (AT)	Bergl 56, 8333 Riegersburg	Seite 52/ stran 52	8,8	146,5	270,6	14:08		14:08		00:01:30	0:21		
13	Ilz (AT)	Neudorf 163, 8262 Ilz	Seite 54/ stran 54	18,9	165,4	289,5	14:29		14:32		00:01:30	0:16		
14	Bad Blumau (AT)	Bad Blumau 73	Seite 56/ stran 56	11,7	177,1	301,2	14:48		15:35		00:01:30	0:10		
15	Bad Waltersdorf	Thermenstraße 111, 8271 Bad Waltersdorf (AT)	Seite 59/ stran 59	8,4	185,5	309,6	15:45		15:48		00:01:30	0:06		
16	Smatrix Sebersdorf (AT)	Sebersdorf 304, 8272 Sebersdorf	Seite 61/ stran 61	4,4	189,9	314	15:54		15:57		00:01:30	0:09	0:57	1:07
17	Kaindorf (AT)	Kaindorf 282, 8224 Kaindorf bei Hartberg	Seite 62/ stran 62	8,6	198,5	322,6	16:06		16:09		00:01:30	0:13		
18	Retter, BioGut Pöllauberg (AT)	Oberneuberg 88, 8225 Pöllauberg (AT)	Seite 64/ stran 64	13,6	212,1	336,2	16:22		16:25		00:01:30	0:12		
19	Pöllau Hauptplatz (AT)	Hauptpl. 8225 Pöllau bei Hartberg	Seite 66/ stran 66	8,6	220,7	344,8	16:37		17:27		00:00:30	0:21	0:16	0:26
	Stubenberg am See (AT)	Buchberg 110, 8223 Stubenberg am See (AT)		15,7	236,4	360,5	17:48							

Seite / stran 8

www.e-sme.info www.e-via.info



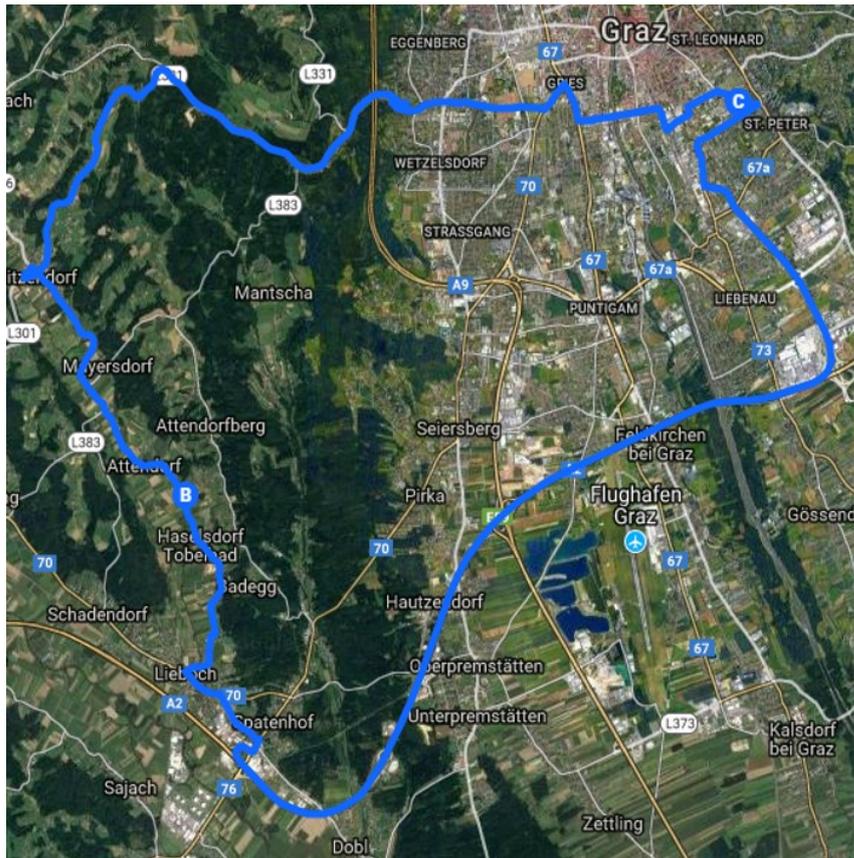
e-sme

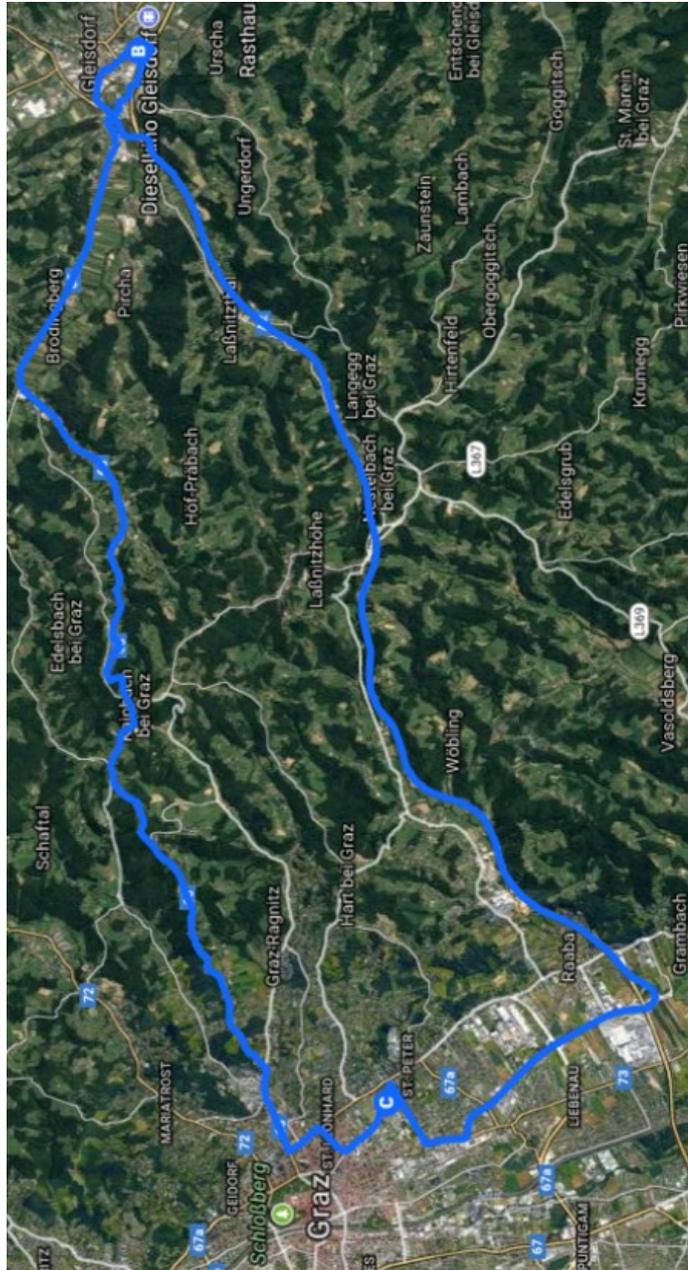
e-via DIE ELEKTORALLYE - Renn-Tag 2, Samstag 13. Oktober 2018/
e-via DIRKA Z ELEKTRIČNIMI VOZILI - Dirka – 2. dan, sobota, 13. oktober 2018

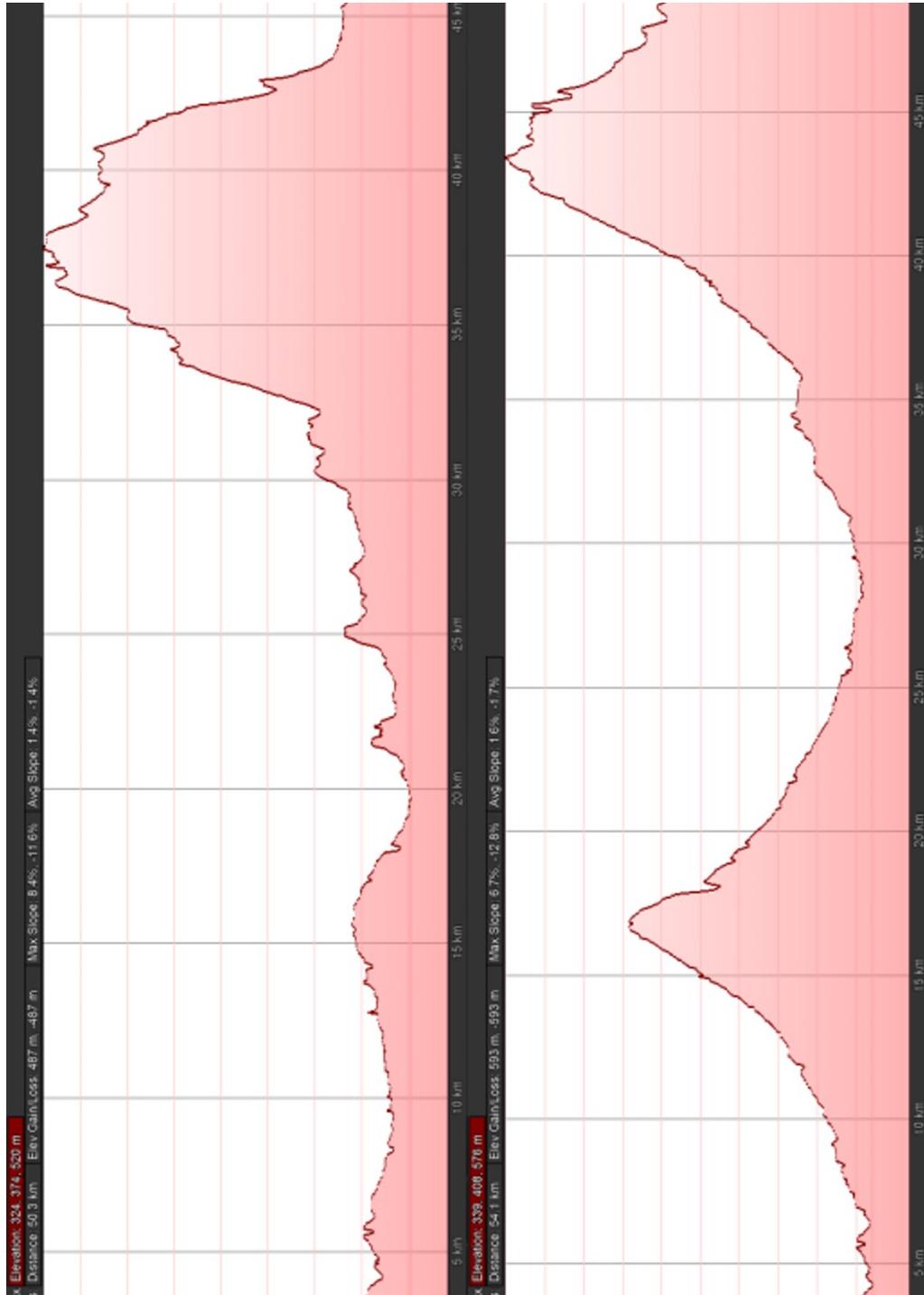
bit.ly/e-via-track-3

Etappe / etapa	Ort / kraj	Adresse / naslov	Roadbook Seite / stran	km je Etappe / na etapno etapo	Tages km / dnevni km	e-via km	Ankunft Nr.1 / prihod št. 1	Ankunft Team / prihod ekipa	Abfahrt Nr.1 / odhod št. 1	Abfahrt Team / odhod ekipa	Start-intervall / začetni interval hh:mm:ss	Soll-Fahrzeit / predvideni čas vožnje h:mm	Zeitfenster časovno okno	
													min h:mm	max h:mm
20	Stubenberg am See (AT)	Seestraße 94, 8223	Seite 70/ stran 70			360,5			8:00			0:13		
21	Anger (AT)	Pettauerstraße 2, 8184 Anger	Seite 73/ stran 73	11,8	11,8	372,3	8:13		8:16			0:19	1:18	1:28
22	Brandlücken (AT)	Brandlücken 78, 8172 Heilbrunn	Seite 76/ stran 76	15,1	26,9	387,4	8:35		8:38			0:45		
23	Impulszentrum	Impulszentrum 1, 8250 Vornau	Seite 79/ stran 79	40,6	67,5	428	9:23		10:05			0:31	0:26	0:36
24	Hartberg Hauptplatz (AT)	Kirchengasse 4, 8230 Hartberg (AT)	Seite 84/ stran 84	22,7	90,2	450,7	10:36		12:06			0:15	0:34	0:44
25	Sebersdorf Smatrics (AT)	Sebersdorf 304, 8272 Sebersdorf (AT)	Seite 86/ stran 86	12,7	102,9	463,4	12:21		12:24			0:21		
26	Fürstenfeld (AT)	Hauptplatz 6, 8280 Fürstenfeld (AT)	Seite 89/ stran 89	18,8	121,7	482,2	12:45		13:45			0:13		
27	Welog Rast Ilz (AT)	Neudorf bei Ilz 163, 8262 Neudorf bei Ilz (AT)	Seite 91/ stran 91	10,9	132,6	493,1	13:58		14:01			0:30	1:46	1:56
28	Gniebing (AT)	Saaz 168, 8330 Gniebing (AT)	Seite 95/ stran 95	26,4	159	519,5	14:31		14:40			0:34		
29	Mureck (AT)	Mureck Hauptplatz, 8480 Mureck (AT)	Seite 99/ stran 99	33,5	192,5	553	15:14		15:14			0:22		
30	Lenart Slov (SI)	Kidričeva ulica 16, 2230 Lenart	Seite 101/ stran 101	19,1	211,6	572,1	15:36		16:26			0:37		
31	Kidričevo (SI)	Tovarniška cesta 7, 2325 Kidričevo	Seite 104/ stran 104	30,1	241,7	602,2	17:03		17:06			0:14	0:49	0:59
	Ptuj (SI)	Congress and Cultural Centre Dominican Monastery Ptuj, Muzejški trg 1, 2250 Ptuj		7,2	248,9	609,4	17:20							

B Routenprofile







C Messtechnik

Ⓜ Bedienungsanleitung

GPS-Datenlogger GT-730

Best.-Nr. 373686

Bestimmungsgemäße Verwendung

Der USB GPS-Datenlogger GT-730 ist ein GPS-Empfänger mit SIRF-4-Chipsatz zur Positions- und Aufzeichnung von bis zu 256000 Werten. Der GPS-Empfänger ist mit einem integrierten (nicht ausbaufähigem) Lithium Polymer-Akku versehen. Dieser ermöglicht den Betrieb ohne angeschlossene, externe Stromversorgung. Zur Datenauslesung und zum Aufladen des Akkus kann der GT-730 an eine freie USB-Schnittstelle eines PCs angeschlossen werden. Die auf CD mitgelieferte Software ermöglicht die grafische Darstellung und Auswertung der erfassten Positionsdaten.

Aus Sicherheits- und Zulassungsgründen dürfen Sie das Produkt nicht umbauen und/oder verändern. Falls Sie das Produkt für andere Zwecke verwenden, als zuvor beschrieben, kann das Produkt beschädigt werden. Außerdem kann eine unsachgemäße Verwendung Gefahren wie z.B. Kurzschluss, Brand, Stromschlag, etc. hervorrufen. Lesen Sie sich die Bedienungsanleitung genau durch und bewahren Sie diese auf. Reichen Sie das Produkt nur zusammen mit der Bedienungsanleitung an dritte Personen weiter.

Das Produkt entspricht den gesetzlichen, nationalen und europäischen Anforderungen. Alle enthaltenen Firmennamen und Produktbezeichnungen sind Warenzeichen der jeweiligen Inhaber. Alle Rechte vorbehalten.

Lieferumfang

- GPS-Dongle
- Schutzkappe
- CD mit Treiber/Software/digitaler Bedienungsanleitung
- Bedienungsanleitung



Aktuelle Bedienungsanleitungen

Laden Sie aktuelle Bedienungsanleitungen über den Link www.conrad.com/downloads herunter oder scannen Sie den abgebildeten QR-Code. Befolgen Sie die Anweisungen auf der Webseite.

Systemvoraussetzungen

- Notebook oder Desktop-PC mit einer freien USB-Schnittstelle
- CD-ROM Laufwerk
- Ca. 55 MB freier Festplattenspeicher
- Betriebssystem: Windows® 98SE und höher bis Windows® 7

Symbol-Erklärung



Das Symbol mit dem Blitz im Dreieck wird verwendet, wenn Gefahr für Ihre Gesundheit besteht, z.B. durch einen elektrischen Schlag.



Das Symbol mit dem Ausrufezeichen im Dreieck weist auf wichtige Hinweise in dieser Bedienungsanleitung hin, die unbedingt zu beachten sind.



Das Pfeil-Symbol ist zu finden, wenn Ihnen besondere Tipps und Hinweise zur Bedienung gegeben werden sollen.

Sicherheitshinweise



Lesen Sie sich die Bedienungsanleitung aufmerksam durch und beachten Sie insbesondere die Sicherheitshinweise. Falls Sie die Sicherheitshinweise und die Angaben zur sachgemäßen Handhabung in dieser Bedienungsanleitung nicht befolgen, übernehmen wir für dadurch resultierende Personen-/Sachschäden keine Haftung. Außerdem erlischt in solchen Fällen die Gewährleistung/Garantie.



a) Allgemein

- Das Produkt ist kein Spielzeug. Halten Sie es von Kindern und Haustieren fern.
- Lassen Sie das Verpackungsmaterial nicht achtlos liegen. Dieses könnte für Kinder zu einem gefährlichen Spielzeug werden.
- Schützen Sie das Produkt vor extremen Temperaturen, direktem Sonnenlicht, starken Erschütterungen, hoher Feuchtigkeit, Nässe, brennbaren Gasen, Dämpfen und Lösungsmitteln.
- Setzen Sie das Produkt keiner mechanischen Beanspruchung aus.
- Wenn kein sicherer Betrieb mehr möglich ist, nehmen Sie das Produkt außer Betrieb und schützen Sie es vor unbeabsichtigter Verwendung. Der sichere Betrieb ist nicht mehr gewährleistet, wenn das Produkt:
 - sichtbare Schäden aufweist,
 - nicht mehr ordnungsgemäß funktioniert,
 - über einen längeren Zeitraum unter ungünstigen Umgebungsbedingungen gelagert wurde oder
 - erheblichen Transportbelastungen ausgesetzt wurde.

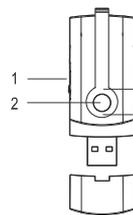


- Gehen Sie vorsichtig mit dem Produkt um. Durch Stöße, Schläge oder dem Fall aus bereits geringer Höhe wird es beschädigt.
- Beachten Sie auch die Sicherheitshinweise und Bedienungsanleitungen der übrigen Geräte, an die das Produkt angeschlossen wird.
- Wenden Sie sich an eine Fachkraft, wenn Sie Zweifel über die Arbeitsweise, die Sicherheit oder den Anschluss des Produkts haben.
- Lassen Sie Wartungs-, Anpassungs- und Reparaturarbeiten ausschließlich von einem Fachmann bzw. einer Fachwerkstatt durchführen.
- Sollten Sie noch Fragen haben, die in dieser Bedienungsanleitung nicht beantwortet werden, wenden Sie sich an unseren technischen Kundendienst oder an andere Fachleute.

b) Akkus

- Der Akku ist im Produkt fest eingebaut, Sie können den Akku nicht wechseln.
- Beschädigen Sie den Akku niemals. Durch Beschädigung der Hülle des Akkus besteht Explosions- und Brandgefahr! Die Hülle des LiPo-Akkus besteht nicht wie bei herkömmlichen Batterien/Akkus (z.B. AA- oder AAA-Baugröße) aus einem dünnen Blech, sondern nur aus einer empfindlichen Kunststoffolie.
- Schließen Sie die Kontakte/Anschlüsse des Akkus niemals kurz. Werfen Sie den Akku bzw. das Produkt nicht ins Feuer. Es besteht Explosions- und Brandgefahr!
- Laden Sie den Akku regelmäßig nach, auch wenn das Produkt nicht benötigt wird. Durch die verwendete Akkutechnik ist dabei keine vorherige Entladung des Akkus erforderlich.
- Laden Sie den Akku des Produkts niemals unbeaufsichtigt.

Bedienelemente



- 1 Ein/Aus-Schalter
- 2 Data Tag Taste zur Positionsmarkierung
- 3 Status-Leuchte und Ladestatus
- 4 GPS-Status-Leuchte / Speicher-Status

Inbetriebnahme

a) Akku aufladen

- Bei der Erstinbetriebnahme sollte zunächst der Akku für ca. 4 Stunden aufgeladen werden, weitere Ladevorgänge dauern in der Regel etwa 2 Stunden.
- Schließen Sie den GT-730 an einen USB-Anschluss mit min. 500 mA Belastbarkeit an. Dies kann wahlweise an einem USB-Netzteil oder auch an der USB-Schnittstelle Ihres PCs erfolgen.
- Während des Ladevorgangs leuchtet die Status-Leuchte (3) grün. Nach erfolgreicher Ladung erlischt diese und das Gerät ist voll einsatzbereit. Wenn der Akku entladen ist, leuchtet die Status-Leuchte (3) rot.

b) Ein-/Ausschalten

- Schalten Sie die das Gerät mit dem Ein/Aus-Schalter (1) ein bzw. aus, indem Sie den Schalter in die mit dem Punkt gekennzeichnete Stellung schieben.
- Bei der Erstinbetriebnahme empfiehlt es sich, den GPS-Logger für ca. 15 – 20 Minuten unter freiem Himmel zu belassen, um zu gewährleisten, dass der GPS-Logger alle Satelliten erkannt hat. Dies wird durch die Status-Leuchte (4) signalisiert.
Status-Leuchte (4):
 - dauerhaft blau = Position nicht erkannt
 - blinkt blau (langsam) = Position erkannt
 - blinkt blau (schnell) = Positionsdaten werden aufgezeichnet

c) Installation der Software / des USB-Treibers

- Legen Sie die Software-CD in das CD-Laufwerk.
- Starten Sie das Softwareinstallationsprogramm und folgen Sie den Bildschirmhinweisen.
- Nach erfolgter Installation stecken Sie den GT-730 in eine freie USB-Schnittstelle Ihres Systems und schalten Sie ihn mit dem Ein/Aus-Schalter (1) ein. Der GPS Datenlogger wird erkannt.
- Starten Sie nun die Anwendung.
- Eine ausführliche Beschreibung zur Installation und Handhabung der Software finden Sie in digitaler Form auf der mitgelieferten CD.

d) Datenaufzeichnung / Data Tag

- Schalten Sie den GT-730 mit dem Ein/Aus-Schalter (1) ein.
- Bei der Erstinbetriebnahme empfiehlt es sich, den GPS-Logger für ca. 15 – 20 Minuten unter freiem Himmel zu belassen, um zu gewährleisten, dass der GPS-Logger alle Satelliten erkannt hat. Dies wird durch die GPS-Status-Leuchte (4) signalisiert (siehe Beschreibung unter „b) Ein-/Ausschalten“).
- Zur Positionsfixierung drücken Sie und halten nun die Data Tag Taste (2) für einige Sekunden. Die blaue Status-LED (4) blinkt schnell.

→ Der Signalempfang kann durch Hindernisse aller Art behindert werden, z.B. durch Gebäude Tunnel, oder Bäume. Störungen sind auch möglich, wenn sich das Gerät in der Nähe von Interferenzquellen befindet z.B. wenn es während eines ersten Ortungsversuchs an einen Computer (Laptop) angesteckt ist. Lassen Sie am besten die erste GPS-Ortung durch das Gerät erfolgen und verbinden es erst dann mit einem Laptop.

Pflege und Reinigung

- Trennen Sie das Produkt vor jeder Reinigung von der Stromversorgung.
- Verwenden Sie auf keinen Fall aggressive Reinigungsmittel, Reinigungsalkohol oder andere chemische Lösungen, da dadurch das Gehäuse angegriffen oder gar die Funktion beeinträchtigt werden kann.
- Verwenden Sie ein trockenes, faserfreies Tuch zur Reinigung des Produkts.

Konformitätserklärung (DOC)

Hiermit erklärt Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Straße 1, D-92240 Hirschau, dass dieses Produkt der Richtlinie 2014/53/EU entspricht.

→ Der vollständige Text der EU-Konformitätserklärung ist unter der folgenden Internetadresse verfügbar: www.conrad.com/downloads

Wählen Sie eine Sprache durch Anklicken eines Flaggsymbols aus und geben Sie die Bestellnummer des Produkts in das Suchfeld ein; anschließend können Sie die EU-Konformitätserklärung im PDF-Format herunterladen.

Entsorgung



Elektronische Geräte sind Wertstoffe und gehören nicht in den Hausmüll. Entsorgen Sie das Produkt am Ende seiner Lebensdauer gemäß den geltenden gesetzlichen Bestimmungen.

Sie erfüllen damit die gesetzlichen Verpflichtungen und leisten Ihren Beitrag zum Umweltschutz.

Technische Daten

Ladespannung-/strom.....	5 V/DC, 500 mA
USB Version	1.1/2.0
Betriebsspannung.....	3,7 V/DC
Akku-Typ.....	Lithium-Polymer
Unterstützte Betriebssysteme.....	Windows® 98SE, ME, 2000 SP 4, XP (32/64 Bit mit SP2, SP3) (nur 32 Bit), Serve 2003 (32/64 Bit), Vista™ (32/64 Bit), 7 (32/64 Bit)
Gerätetreiber	STMicroelectronic v1.3.10(04/ 25,2010)
Kaltstart	< 30 Sekunden (bei -147 dBm)
Warmstart	< 1 Sekunde (unter freiem Himmel)
GPS Genauigkeit.....	5 m (Streukreisradius)
Abmessungen (B x H x T)	29 x 76 x 18 mm
Gewicht.....	34 g

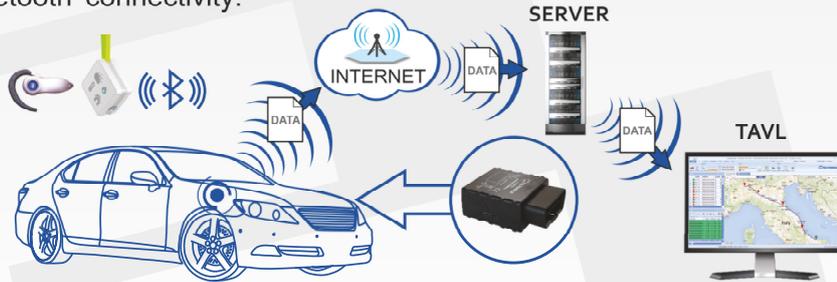
Dies ist eine Publikation der Conrad Electronic SE, Klaus-Conrad-Str. 1, D-92240 Hirschau (www.conrad.com).
Alle Rechte einschließlich Übersetzung vorbehalten. Reproduktionen jeder Art, z. B. Fotokopie, Mikroverfilmung, oder die Erfassung in elektronischen Datenverarbeitungsanlagen, bedürfen der schriftlichen Genehmigung des Herausgebers. Nachdruck, auch auszugsweise, verboten. Die Publikation entspricht dem technischen Stand bei Drucklegung.
Copyright 2017 by Conrad Electronic SE. *373686_v1_0917_02_DS_m_4L_(1)



FMB001

FMB001

Advanced Plug and Track real-time tracking terminal with GNSS, GSM and Bluetooth® connectivity.



OBDI data reading

FMB001 connects directly to car OBDII connector and is able to read up to 32 vehicle onboard parameters.

Bluetooth®

Integrated Bluetooth® enables wireless headset and various other Bluetooth® sensors connectivity. Make phone calls to Your employee via Bluetooth® headset. No unauthorized calls anymore! Be sure that your employee is always safe and uses hands free headset instead of phone!



Read records and configure your tracker wirelessly via Bluetooth®.

No inconvenient configuration via SMS or searching for tracker in hard to reach places to connect USB cable. Single push and your device is connected to configurator via Bluetooth.

Micro SD card

Don't lose any records with micro SD card up to 32 GB! FMB001 will store all data in micro SD card when driving in areas where GSM is not available.



Advanced antitheft system

Prevent your vehicle from theft with advanced antitheft functionality. Combine Auto Geofencing with new Towing detection functionality.

Smart Crash detection

Ensure safety of Your employee with smart Crash detection. Get alarm message immediately after accident, save workers life!



DESCRIPTION

FMB001 is an advanced plug and track realtime tracking terminal with GNSS and GSM and Bluetooth connectivity, which is able to collect device coordinates and other useful data including vehicle onboard computer data to transfer them via GSM network to server. This device is perfectly suitable for applications where location acquirement of remote objects is needed: fleet management, car rental companies, taxi companies, personal cars and so on. FMB001 connects directly to car OBDII connector for vehicle onboard parameters reading.

APPLICATION



FEATURES

- Plug and Track
- Small and easy to mount case – directly to car OBDII connector
- Bluetooth® transceiver fully compliant with Bluetooth® specification V3.0 for external peripherals
- Up to 32 GB micro SD memory card for up to 275 million records
- Internal GSM antenna and Internal GNSS antenna allow mount FMB001 much easier
- Real Time tracking
- Smart data acquisition - based on time, distance, angle, ignition, speed and I/O events
- Sending acquired data via GPRS (TCP/IP and UDP/IP protocols)
- Smart algorithm of GPRS connections for GPRS traffic saving
- Operating in roaming networks by preferred GSM providers list
- Events from I/O elements detection and sending via GPRS or SMS
- Scheduled 24 coordinates SMS sending when GPRS not available
- 5 geofence zones (rectangular or circle)
 - Auto Geofencing created for car towing detection and car theft prevention
- Deep Sleep mode (less than 2 mA power consumption)
- FOTA (firmware updating via GPRS)
- 3 operational modes (Home, Roaming, Unknown) based on operator
- Integrated scenarios:
 - Over speeding to secure driver and prevent penalties
 - Trip start and end detection
 - Jamming detection
 - Excessive Idling detection
 - Towing detection using accelerometer
- Vehicle onboard parameters reading

SPECIFICATIONS

GSM

- Quad-band 900/1800 MHz; 850/1900 MHz
- GPRS class 12 (up to 240 kbps)
- SMS (text/data)

GNSS

- Tracking: 33/ 99 acquisition channels
- -165 dBm sensitivity
- Hot start < 1s
- Warm Start < 25s
- Cold start < 35s
- NMEA-183 protocol
- GPS, GLONASS, GALILEO, BEIDOU, SBAS, QZSS, DGPS
- Accuracy < 3m

Bluetooth®

- Bluetooth® specification V3.0 (2400 MHz – 2483.5 MHz)
- Bluetooth® transceiver fully compliant with Bluetooth® specification V3.0 for external peripherals:
 - Voice calls over Bluetooth®
 - Configuration via Bluetooth®
 - Bluetooth sensors

INTERFACE

- 1 Digital Input Reserved for Ignition Status Monitoring (depends on vehicle type)
- Accelerometer
- Power supply (+10...+16) V DC
- Integrated back-up battery
- Internal High Gain GSM antenna
- Internal High Gain GNSS antenna
- Dimensions: L(50,7mm)xW(49,6mm)xH(25mm)
- 2 Status LEDs
- Configuration and firmware upload (FOTA and via cable)

ACCESSORIES



▶ Bluetooth® headset



▶ Humidity and temperature Bluetooth® sensors



▶ USB to mini USB cable



▶ FMB001 adapter for power connection not from OBDII connector



▶ FMB001 adapter for power connection from cigarette lighter



D Berechnung aus Excel

Investitionsrechnung

Kostenvergleichsrechnung

Anschaffungskosten pro System

OBD Dongle mit GPS Offline mit Speicherkapazität
 OBD Dongle mit GPS Online mit Speicherkapazität
 OBD Dongle mit Mobiltelefon + App (z.B. Torque Pro, Can Z...) + App (z.B. Geo Tracker, Runtastic, GPS Logger...)
 Mobiltelefon mit App (z.B. Geo Tracker, Runtastic, GPS Logger...)
 GPS - Tracker Offline
 GPS - Tracker Online
 Can Sniffing Online
 OBD Dongle mit GPS Online (Teltonika)

pro Stück	18,99 €/#
	17,99 €/#
	66,99 €/#
	52,37 €/#
	38,99 €/#
	79,99 €/#
	161,6 €/#
	116,07 €/#

OBD Dongle mit GPS Offline mit Speicherkapazität
https://www.amazon.de/Ultimate-EM77-200-1-Fahrzeughardware-Modelle/dp/B09526644r/ref=sr_1_5?ie=UTF8&qid=158828872&sr=8-5&keywords=obd+bluetooth

Can Sniffing:	Raspberry Pi 3 Modell B	31,99 €
	OSM (Linux) + Arduino	20,99 €
	GPS USB Stick	3,99 €
	GPS USB Stick	17,99 €
	Power Bank 10000 mAh	24,99 €
	Pi Can	39,95 €
	Gehäuse	16,67 €
		161,6 €

99,99 Pfund (Stand 11. April 2019)

Nutzungsdauer

In Absprache mit Helmut auf 5 Jahre

Berechnung

Einsatz 1x pro Jahr
 Einsatz 2x pro Jahr

Nutzungsdauer bzw. Einsatzhäufigkeit
 5 mal/5 Jahre
 10 mal/5 Jahre

Fiktkosten

Guthaben Wertkarte

Kosten Tractive

Teltonika Preis

Einsatz 1x pro Jahr	10 pro Jahr
Einsatz 2x pro Jahr	10 pro Jahr
Einsatz 1x pro Jahr	29,94 pro Jahr
Einsatz 2x pro Jahr	29,94 pro Jahr
Einsatz 1x pro Jahr	15,79 pro Jahr
Einsatz 2x pro Jahr	11,28 pro Jahr

Server Backend

vorhandener Standrechner
 NAS inkl. Festplatte
 Cloudspeicher
 Speicher des GPS Online Dongles

10	246,98
10	2
10	1

variable Kosten

Personalkosten
 Betriebskosten inkl. Wartungskosten

90 €/Stunde	Annahme: 80 - 120 €
10 €	Betriebskosten beziehen sich auf Serverkosten (Strom, Internet aliquot) plus Wartung des Geräts

Kalkulationszinsfuß

Liquidationserlös

wird mit 0 € berechnet

0,1	10%
-----	-----

$$K_{\text{gesamt}} = K_f + K_v \cdot z + \frac{I_0 - I_T}{\text{kalb. Abschreibung}} + \frac{I_1 + I_T}{\text{kalb. Zins}} \cdot i$$

Dabei sind:

- K_f : Die fixen Gesamtkosten
- K_v : Die durchschnittlichen variablen Stückkosten
- z : Die durchschnittlich abgesetzte/produzierte Menge
- I_0 : Anschaffungsauszahlung d. Investition / Investitionsbetrag zum Zeitpunkt 0
- I_T : Der Liquidationserlös/Restwert am Ende der Nutzungsdauer
- n : Voraussichtliche Nutzungsdauer, diese kann entsprechenden AA-Tabellen entnommen werden
- i : Der Kalkulationszinssatz

Die kalkulatorischen Zinsen ergeben sich aus dem durchschnittlich gebundenen Kapital $\frac{I_0 + I_T}{2}$, multipliziert mit dem Kalkulationszinssatz i

0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
		0,5		0,5	0,2	0,16666667	0,14285714	0,125	0,11111111	0,1
			0,33333333							

Berechnung der Fahrwiderstände

Erdbeschleunigung g 9,81 m/s²
 Dichte der Luft bei 20°C ρ_{Luft} 1,2 kg/m³
 Luftwiderstandsbeiwert c_w 0,3
 Rollwiderstandsbeiwert c_r 0,02

Luftwiderstand
Rollwiderstand
Steigungswiderstand
Gesamtwiderstand

FL= $0,5 \cdot A \cdot \rho_{\text{Luft}} \cdot v^2 \cdot c_w$ [N]
FR= $c_r \cdot m \cdot g$ [N]
FS= 0 [N]
Fges= FL + FR + FS [N]

Marke	Modell	Breite [mm]	Höhe [mm]	A [m ²]	Leergewicht [kg]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	Höchstgeschwindigkeit [km/h]	Energieeffizienz bei 50 km/h [kWh]	Energieeffizienz bei 100 km/h [kWh]
BMW	i3 60Ah 32 kWh	1775	1578	2,80	1280	163,24	167,14	178,85	198,37	225,69	260,83	303,76	354,51	411,06	479,42	553,59	638,56	725,34	822,93	928,32	1041,53	1186,86	150,00	7,25	15,38
BMW	i3 54Ah 32 kWh	1791	1578	2,85	1340	170,89	174,86	186,76	206,61	234,39	270,11	313,76	363,35	424,88	492,35	567,55	651,10	742,37	841,59	948,74	1063,83	1186,86	160,00	7,50	15,77
Hyundai	Ioniq 28 kWh	1820	1450	2,64	1495	190,66	194,34	205,37	223,76	249,50	282,60	323,06	370,87	426,04	488,56	558,44	636,67	720,26	812,21	911,51	1018,16	1132,17	165,00	7,85	15,51
Kia	Soul 27 kWh	1800	1593	2,87	1565	199,58	205,98	215,57	235,55	263,52	299,49	343,44	395,39	455,34	523,27	599,20	683,11	775,02	874,93	982,82	1098,71	1222,72	145,00	8,32	16,64
Kia	Soul 30 kWh	1800	1593	2,87	1580	201,50	205,98	215,57	235,55	263,52	299,49	343,44	395,39	455,34	523,27	599,20	683,11	775,02	874,93	982,82	1098,71	1222,72	145,00	8,32	16,70
Nissan	Leaf 30 kWh	1770	1550	2,74	1605	204,69	208,51	219,88	239,10	266,86	303,27	342,33	390,03	446,39	511,20	583,84	664,13	752,07	847,66	950,89	1061,33	1178,28	144,00	8,34	16,31
Nissan	Leaf Felica 24 kWh	1770	1550	2,74	1580	201,50	205,32	216,79	235,91	262,67	297,08	339,14	388,85	446,20	511,20	583,84	664,13	752,07	847,66	950,89	1061,33	1178,28	144,00	8,25	16,22
Nissan	Leaf Felica 24 kWh	1770	1550	2,74	1580	201,50	205,32	216,79	235,91	262,67	297,08	339,14	388,85	446,20	511,20	583,84	664,13	752,07	847,66	950,89	1061,33	1178,28	144,00	8,25	16,22
Renault	Zoe 22 kWh (2013)	1730	1562	2,70	1502	191,55	195,32	206,61	225,44	251,81	287,70	327,12	376,08	431,57	496,59	568,15	647,23	733,85	828,00	928,00	1034,00	1145,00	135,00	7,94	15,78
Renault	Zoe 22 kWh (2016)	1730	1562	2,70	1502	191,55	195,32	206,61	225,44	251,81	287,70	327,12	376,08	431,57	496,59	568,15	647,23	733,85	828,00	928,00	1034,00	1145,00	135,00	7,94	15,78
Renault	Zoe 22 kWh (2018)	1730	1562	2,70	1502	191,55	195,32	206,61	225,44	251,81	287,70	327,12	376,08	431,57	496,59	568,15	647,23	733,85	828,00	928,00	1034,00	1145,00	135,00	7,94	15,78
Renault	Zoe 41 kWh (2018)	1730	1562	2,70	1575	200,86	204,63	215,92	234,75	261,12	295,01	336,43	385,39	441,88	505,90	577,46	656,54	743,16	837,31	937,11	1043,22	1155,00	135,00	8,19	16,04
Tesla	Model S70 D	1964	1435	2,82	2300	293,32	297,25	309,03	328,67	356,16	391,51	434,72	485,78	544,69	611,47	686,09	768,57	858,91	957,11	1063,16	1177,06	1298,82	225,00	10,88	19,06
Tesla	Model S P85 D	1964	1435	2,82	2300	293,32	297,25	309,03	328,67	356,16	391,51	434,72	485,78	544,69	611,47	686,09	768,57	858,91	957,11	1063,16	1177,06	1298,82	250,00	10,88	19,06
Tesla	Model S 60	1964	1435	2,82	2175	277,38	281,31	293,09	312,73	340,22	375,57	418,78	469,84	528,75	595,52	670,15	752,63	842,97	941,16	1047,21	1161,12	1282,88	190,00	10,43	18,62
Tesla	Model S 60	1964	1435	2,82	2175	277,38	281,31	293,09	312,73	340,22	375,57	418,78	469,84	528,75	595,52	670,15	752,63	842,97	941,16	1047,21	1161,12	1282,88	190,00	10,43	18,62
Tesla	Model S 60D	1999	1644	3,17	2427	309,52	314,21	328,38	351,94	386,53	424,86	478,81	539,39	609,77	689,52	778,66	877,18	985,08	1102,36	1228,03	1365,08	1510,92	210,00	11,86	21,63
VW	e-Golf 24 kWh (2015)	1799	1473	2,65	1585	202,14	205,83	216,91	235,37	261,22	294,46	335,08	383,09	438,49	501,27	571,44	648,09	733,93	826,26	925,07	1034,22	1144,87	140,00	8,18	15,87
VW	e-Golf 15,8 kWh (2018)	1799	1473	2,65	1585	202,14	205,83	216,91	235,37	261,22	294,46	335,08	383,09	438,49	501,27	571,44	648,09	733,93	826,26	925,07	1034,22	1144,87	140,00	8,18	15,87
Hyundai	Kona 64 kWh	1800	1570	2,83	1760	224,45	228,39	240,21	259,90	287,47	323,91	366,24	417,43	476,51	543,46	618,29	701,00	791,58	890,04	996,38	1110,60	1232,69	150,00	8,30	16,04
Nissan	Leaf 40 kWh	1788	1530	2,74	1580	201,50	205,31	216,75	235,81	262,50	298,81	338,75	388,31	445,50	510,31	582,75	662,81	750,49	845,81	948,74	1054,00	1170,00	144,00	8,24	16,19
Nissan	Leaf 30 kWh	1770	1500	2,72	1605	204,69	208,76	220,97	241,32	269,81	306,44	351,21	404,12	465,17	534,36	611,70	697,17	790,78	892,53	1002,43	1116,12	1242,88	144,00	8,51	16,99
Nissan	Leaf 30 kWh	1770	1500	2,72	1605	204,69	208,76	220,97	241,32	269,81	306,44	351,21	404,12	465,17	534,36	611,70	697,17	790,78	892,53	1002,43	1116,12	1242,88	144,00	8,51	16,99
Tesla	Model S85	1964	1435	2,82	2175	277,38	281,31	293,09	312,73	340,22	375,57	418,78	469,84	528,75	595,52	670,15	752,63	842,97	941,16	1047,21	1161,12	1282,88	225,00	10,43	18,62

Quelle: <https://www.afdc.de/infostmt/autofdatenbank/autobalag/detail.aspx?ComponentId=287163>
 e-VW Roadbook 2018 (Fahrzeugdaten) (Teilnehmende Fahrzeuge)

E Anforderungen

E-SME System requirements - GPS Tracker Offline

Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	Min	Max	Erfüllt	Anmerkungen	
A1	Basis Anforderungen, Beschreibung der Ziele								
A1.1	Erfassung von GPS- und Fahrzeugdaten aus Fahrzeugen über einen relativ kurzen Zeitraum für 2 definierte Einsatzgebiete						erfüllt		
A1.11	Zeitraum: 0 - 8 h für Variante "eVia"						erfüllt		
A1.12	Zeitraum: 1 Tag bis 1 Woche für "Flottenanalyse"						nicht erfüllt	Akkulaufzeit reicht nicht aus.	
A1.2	Online-Übertragung der erfassten Daten an einen zentralen Server						nicht erfüllt		
A1.3	Auswertung der gespeicherten Daten bezüglich normiertem Energieverbrauch (mittels eigenem Modell)						erfüllt		
A2	Bedingungen/Definitionen/Abkürzung								
A2.1	System: Gesamtsystem zur Erfassung, Übertragung und Auswertung								
1	Randbedingungen								
1.1	Arbeit bei gegebenen Umgebungstemperaturen (im Fahrzeug)	Tu	°C	20	-40	50	-	nicht angegeben	
2	Generelle Anforderungen								
2.1	Anwendungsbereich								
2.11	Gewerbliche Nutzbarkeit muss gegeben sein.						erfüllt		
2.12	Anwendung in einer breiten Palette an Fahrzeugen soll möglich sein (2Rad, EV, Kfz)						erfüllt		
2.2	Kosten, Personalaufwand								
2.21	Gesamtkosten (Anschaffung, Personal etc.) des Systems bei einmaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	erfüllt	34,75 €	
2.22	Gesamtkosten des Systems bei zweimaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	erfüllt	45,85 €	
2.23	Personalaufwand zur Durchführung und Auswertung	x_h1				2	nicht erfüllt		
2.3	Laufzeit								
2.31	für Variante "eVia"	t_eVia	h			0	8	erfüllt	
2.32	für Variante "Flottenanalyse"	t_Flo	Tage (d)			1	7	nicht erfüllt	Akkulaufzeit reicht nicht aus.
2.4	Ausfallsicherheit und Behebung								
2.41	Ausfall des Systems muss rasch detektiert werden. Vorgegebene Zeit:	t_A	min				5	nicht erfüllt	
3	Implementierung, Aktivierung								
3.1	Einbausituation im Fahrzeug								
3.11	Eingriff in das Fahrzeug muss ohne Adaption am Fahrzeug, werkzeuffrei und zerstörungsfrei erfolgen						erfüllt		
3.12	Zeitbedarf für Einbau und Aktivierung im Fahrzeug	t_Einbau	sec				90	erfüllt	
3.13	Personalbedarf für den Einbau im Fahrzeug	x_h2	# Personen				1	nicht erfüllt	
4	Datenerfassung								
4.1	zu erfassende Daten								
4.11	Lokalisierung des Fahrzeugs über GPS							nicht erfüllt	
4.12	Höhenprofil							erfüllt	
4.13	Optional, wenn möglich: OBD-Daten							nicht erfüllt	
4.131	Batterie-SOC							nicht erfüllt	
4.132	Fahrzeuggeschwindigkeit							erfüllt	
4.133	gefahrte Kilometer							erfüllt	
4.2	Abtastrate								
4.21	Abtastrate zur Erfassung aus Fahrzeug		sek				1	erfüllt	
4.3	Genauigkeit								
4.31	GPS-Genauigkeit: Berücksichtigung des Stands der Technik		m				15	erfüllt	5 m Streukreisradius
4.32	Datengenauigkeit aus Fahrzeug: Berücksichtigung des Stands der Technik								
5	Datenübertragung								
5.1	Übertragungsdauer		sec			0	90	erfüllt	
5.2	Online-Übertragung in Echtzeit muss gewährleistet sein							nicht erfüllt	
5.3	Einsatz muss international /(zumindest über den österreichischen Grenzraum hinaus) funktionieren							erfüllt	
5.4	Bei Signalverlust (Tunnel-Durchfahrt, Parkgaragen etc.) müssen Fahrzeugdaten zeitverzögert übermittelt werden							erfüllt	aber nur Offline am GPS Datenlogger direkt.
5.5	Interpolation des Geschwindigkeitsprofils bei zwischenzeitlichem Signalverlust des GPS darf keinen nennenswerten Einfluss auf die Datenauswertung haben (unverhältnismäßige Spitzen im Geschwindigkeitsprofil)							erfüllt	
5.6	Dateiformat: .csv, .gpx, .kml							erfüllt	
5.7	Bevorzugtes Dateiformat: .gpx							erfüllt	
6	Speicherung und Auswertung								
6.1	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat							erfüllt	
7	Visuelle Darstellung, Information								
7.1	Darstellung der gefahrenen Route pro Fahrzeug auf einer Plattform (Website, App)							nicht erfüllt	
7.2	Darstellung des aktuellen Standorts aller Fahrzeuge auf einer Plattform (Website, App)							nicht erfüllt	
7.3	Historische Darstellung (Speicherung und Aufruf von Fahrprofilen)							nicht erfüllt	
7.4	Bereitstellung eines Zugangs für Fahrer ohne Admin-Rechte zur Darstellungsplattform							nicht erfüllt	
8	Wartung, Instandhaltung und Service								
8.1	regelmäßig Updates ausführen								
8.2	jährlich Guthaben der Sim Karte aufladen								
8.3	Gerät bei nicht Nutzung regelmäßig aufladen								

E-SME System requirements - Mobiltelefon mit App (GPS Logger)

Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	Min	Max	Erfüllt	Anmerkungen	
A1 Basis Anforderungen, Beschreibung der Ziele									
A1.1	Erfassung von GPS- und Fahrzeugdaten aus Fahrzeugen über einen relativ kurzen Zeitraum für 2 definierte Einsatzgebiete						erfüllt		
A1.1.1	Zeitraum: 0 - 8 h für Variante "eVia"						erfüllt		
A1.1.2	Zeitraum: 1 Tag bis 1 Woche für "Flottenanalyse"						nicht erfüllt	Mobiltelefon benötigt externe Stromquelle	
A1.2	Online-Übertragung der erfassten Daten an einen zentralen Server						erfüllt	Speicherort kann variabel eingestellt werden.	
A1.3	Auswertung der gespeicherten Daten bezüglich normiertem Energieverbrauch (mittels eigenem Modell)						erfüllt		
A2 Bedingungen/Definitionen/Abkürzung									
A2.1 System: Gesamtsystem zur Erfassung, Übertragung und Auswertung									
1 Randbedingungen									
1.1	Arbeit bei gegebenen Umgebungstemperaturen (im Fahrzeug)	Tu	°C	20	-40	50	nicht erfüllt	-10°C bis + 55°C Betriebstemperatur	
2 Generelle Anforderungen									
2.1 Anwendungsbereich									
2.1.1	Gewerbliche Nutzbarkeit muss gegeben sein.						erfüllt		
2.1.2	Anwendung in einer breiten Palette an Fahrzeugen soll möglich sein (2Rad, EV, Kfz)						erfüllt		
2.2 Kosten, Personalaufwand									
2.2.1	Gesamtkosten (Anschaffung, Personal etc.) des Systems bei einmaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	erfüllt	48,08 €	
2.2.2	Gesamtkosten des Systems bei zweimaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	erfüllt	57,85 €	
2.2.3	Personalaufwand zur Durchführung und Auswertung	x_h1				2	erfüllt		
2.3 Laufzeit									
2.3.1	für Variante "eVia"	t_eVia	h			0	8	erfüllt	
2.3.2	für Variante "Flottenanalyse"	t_Flo	Tage (d)			1	7	nicht erfüllt	Mobiltelefon benötigt externe Stromquelle
2.4 Ausfallsicherheit und Behebung									
2.4.1	Ausfall des Systems muss rasch detektiert werden. Vorgegebene Zeit:	t_A	min				5	teilweise erfüllt	Datensätze müssen laufend am Server kontrolliert werden, keine Alarmeinstellung möglich.
3 Implementierung, Aktivierung									
3.1 Einbausituation im Fahrzeug									
3.1.1	Eingriff in das Fahrzeug muss ohne Adaption am Fahrzeug, werkzeuffrei und zerstörungsfrei erfolgen							erfüllt	
3.1.2	Zeitbedarf für Einbau und Aktivierung im Fahrzeug	t_Einbau	sec				90	erfüllt	
3.1.3	Personalbedarf für den Einbau im Fahrzeug	x_h2	# Personen				1	erfüllt	
4 Datenerfassung									
4.1 zu erfassende Daten									
4.1.1	Lokalisierung des Fahrzeugs über GPS							nicht erfüllt	Daten müssen vor der grafischen Darstellung erst ausgewertet werden.
4.1.2	Höhenprofil							erfüllt	
4.1.3	Optional, wenn möglich: OBD-Daten							nicht erfüllt	
4.1.3.1	Batterie-SOC							nicht erfüllt	
4.1.3.2	Fahrzeuggeschwindigkeit							erfüllt	
4.1.3.3	gefahrne Kilometer							erfüllt	
4.2 Abstrakte									
4.2.1	Abstrakte zur Erfassung aus Fahrzeug		sek				1	erfüllt	
4.3 Genauigkeit									
4.3.1	GPS-Genauigkeit: Berücksichtigung des Stands der Technik		m				15	erfüllt	3,5 Streukreisradius
4.3.2	Datengenauigkeit aus Fahrzeug: Berücksichtigung des Stands der Technik								
5 Datenübertragung									
5.1	Übertragungsdauer		sec			0	90	erfüllt	
5.2	Online-Übertragung in Echtzeit muss gewährleistet sein							teilweise erfüllt	es wird lediglich der Datensatz übertragen
5.3	Einsatz muss international / (zumindest über den österreichischen Grenzraum hinaus) funktionieren							erfüllt	
5.4	Bei Signalverlust (Tunnel-Durchfahrt, Parkgaragen etc.) müssen Fahrzeugdaten zeitverzögert übermittelt werden							teilweise erfüllt	Genauigkeit in den Einstellungen groß genug einstellen.
5.5	Interpolation des Geschwindigkeitsprofils bei zwischenzeitlichem Signalverlust des GPS darf keinen nennenswerten Einfluss auf die Datenauswertung haben (unverhältnismäßige Spitzen im Geschwindigkeitsprofil)							teilweise erfüllt	Genauigkeit in den Einstellungen groß genug einstellen.
5.6	Dateiformat: .csv, .gpx, .kml							erfüllt	
5.7	Bevorzugtes Dateiformat: .gpx							erfüllt	
6 Speicherung und Auswertung									
6.1									
6.1.1	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat							erfüllt	
7 Visuelle Darstellung, Information									
7.1	Darstellung der gefahrenen Route pro Fahrzeug auf einer Plattform (Website, App)							nicht erfüllt	
7.2	Darstellung des aktuellen Standort aller Fahrzeuge auf einer Plattform (Website, App)							nicht erfüllt	wird bei dieser App nicht angeboten.
7.3	Historische Darstellung (Speicherung und Aufruf von Fahrprofilen)							nicht erfüllt	
7.4	Bereitstellung eines Zugangs für Fahrer ohne Admin-Rechte zur Darstellungsplattform							nicht erfüllt	
8 Wartung, Instandhaltung und Service									
8.1	regelmäßig Updates ausführen								Updates am Mobiltelefon ausführen.
8.2	jährlich Guthaben der Sim Karte aufladen								Guthaben jährlich aufladen.
8.3	Gerät bei nicht Nutzung regelmäßig aufladen								

E-SME System requirements - OBD Dongle mit GPS Online (günstigere Variante - Sino Track)

Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	Min	Max	Erfüllt	Anmerkungen
A1 Basis Anforderungen, Beschreibung der Ziele								
A1.1	Erfassung von GPS- und Fahrzeugdaten aus Fahrzeugen über einen relativ kurzen Zeitraum für 2 definierte Einsatzgebiete						erfüllt	
A1.11	Zeitraum: 0 - 8 h für Variante "eVia"						erfüllt	
A1.12	Zeitraum: 1 Tag bis 1 Woche für "Flottenanalyse"						erfüllt	
A1.2	Online-Übertragung der erfassten Daten an einen zentralen Server						erfüllt	
A1.3	Auswertung der gespeicherten Daten bezüglich normiertem Energieverbrauch (mittels eigenem Modell)						erfüllt	
A2 Bedingungen/Definitionen/Abkürzung								
A2.1 System: Gesamtsystem zur Erfassung, Übertragung und Auswertung								
1 Randbedingungen								
1.1	Arbeit bei gegebenen Umgebungstemperaturen (im Fahrzeug)	Tu	°C	20	-40	50	nicht erfüllt	-20°C bis 55°C Betriebstemperatur
2 Generelle Anforderungen								
2.1 Anwendungsbereich								
2.11	Gewerbliche Nutzbarkeit muss gegeben sein.						erfüllt	
2.12	Anwendung in einer breiten Palette an Fahrzeugen soll möglich sein (2Rad, EV, Kfz)						nicht erfüllt	für die Nutzung von 2Rädern ist ein Adapter notwendig
2.2 Kosten, Personalaufwand								
2.21	Gesamtkosten (Anschaffung, Personal etc.) des Systems bei einmaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	erfüllt	39,41 €
2.22	Gesamtkosten des Systems bei zweimaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	erfüllt	52,64 €
2.23	Personalaufwand zur Durchführung und Auswertung	x_h1				2	erfüllt	
2.3 Laufzeit								
2.31	für Variante "eVia"	t_eVia	h		0	8	erfüllt	
2.32	für Variante "Flottenanalyse"	t_Flo	Tage (d)		1	7	erfüllt	
2.4 Ausfallsicherheit und Behebung								
2.41	Ausfall des Systems muss rasch detektiert werden. Vorgegebene Zeit:	t_A	min			5	erfüllt	Auf Plattform kann entsprechender Alarm eingestellt werden.
3 Implementierung, Aktivierung								
3.1 Einbausituation im Fahrzeug								
3.11	Eingriff in das Fahrzeug muss ohne Adaption am Fahrzeug, werkzeuffrei und zerstörungsfrei erfolgen						erfüllt	
3.12	Zeitbedarf für Einbau und Aktivierung im Fahrzeug	t_Einbau	sec			90	erfüllt	
3.13	Personalbedarf für den Einbau im Fahrzeug	x_h2	# Personen			1	erfüllt	
4 Datenerfassung								
4.1 zu erfassende Daten								
4.11	Lokalisierung des Fahrzeugs über GPS						erfüllt	
4.12	Höhenprofil						nicht erfüllt	Wird auf Plattform nicht angezeigt.
4.13	Optional, wenn möglich: OBD-Daten						nicht erfüllt	Sollte möglich sein, aber kein Verbindungsaufbau.
4.131	Batterie-SOC						nicht erfüllt	
4.132	Fahrzeuggeschwindigkeit						erfüllt	
4.133	gefahrenre Kilometer						erfüllt	
4.2 Abtastrate								
4.21	Abtastrate zur Erfassung aus Fahrzeug		sek			1	nicht erfüllt	20 Sekunden minimum
4.3 Genauigkeit								
4.31	GPS-Genauigkeit: Berücksichtigung des Stands der Technik		m			15	erfüllt	Genauigkeit 10 m
4.32	Datengenauigkeit aus Fahrzeug: Berücksichtigung des Stands der Technik							
5 Datenübertragung								
5.1	Übertragungsdauer		sec		0	90	erfüllt	
5.2	Online-Übertragung in Echtzeit muss gewährleistet sein						erfüllt	
5.3	Einsatz muss international / (zumindest über den österreichischen Grenzraum hinaus) funktionieren						erfüllt	
5.4	Bei Signalverlust (Tunnel-Durchfahrt, Parkgaragen etc.) müssen Fahrzeugdaten zeitverzögert übermittelt werden						erfüllt	
5.5	Interpolation des Geschwindigkeitsprofils bei zwischenzeitlichem Signalverlust des GPS darf keinen nennenswerten Einfluss auf die Datenauswertung haben (unverhältnismäßige Spitzen im Geschwindigkeitsprofil)						erfüllt	
5.6	Dateiformat: .csv, .gpx, .kml						erfüllt	
5.7	Bevorzugtes Dateiformat: .gpx						nicht erfüllt	
6 Speicherung und Auswertung								
6.1								
6.11	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat						erfüllt	
7 Visuelle Darstellung, Information								
7.1	Darstellung der gefahrenen Route pro Fahrzeug auf einer Plattform (Website, App)						erfüllt	
7.2	Darstellung des aktuellen Standorts aller Fahrzeuge auf einer Plattform (Website, App)						erfüllt	
7.3	Historische Darstellung (Speicherung und Aufruf von Fahrprofilen)						erfüllt	
7.4	Bereitstellung eines Zugangs für Fahrer ohne Admin-Rechte zur Darstellungsplattform						erfüllt	Muss mit dem Kundendienst abgestimmt werden.
8 Wartung, Instandhaltung und Service								
8.1	regelmäßig Updates ausführen							
8.2	jährlich Guthaben der Sim Karte aufladen							Guthaben jährlich aufladen.
8.3	Gerät bei nicht Nutzung regelmäßig aufladen							

E-SME System requirements - OBD Dongle mit GPS Online (teurere Variante - Teltonika)

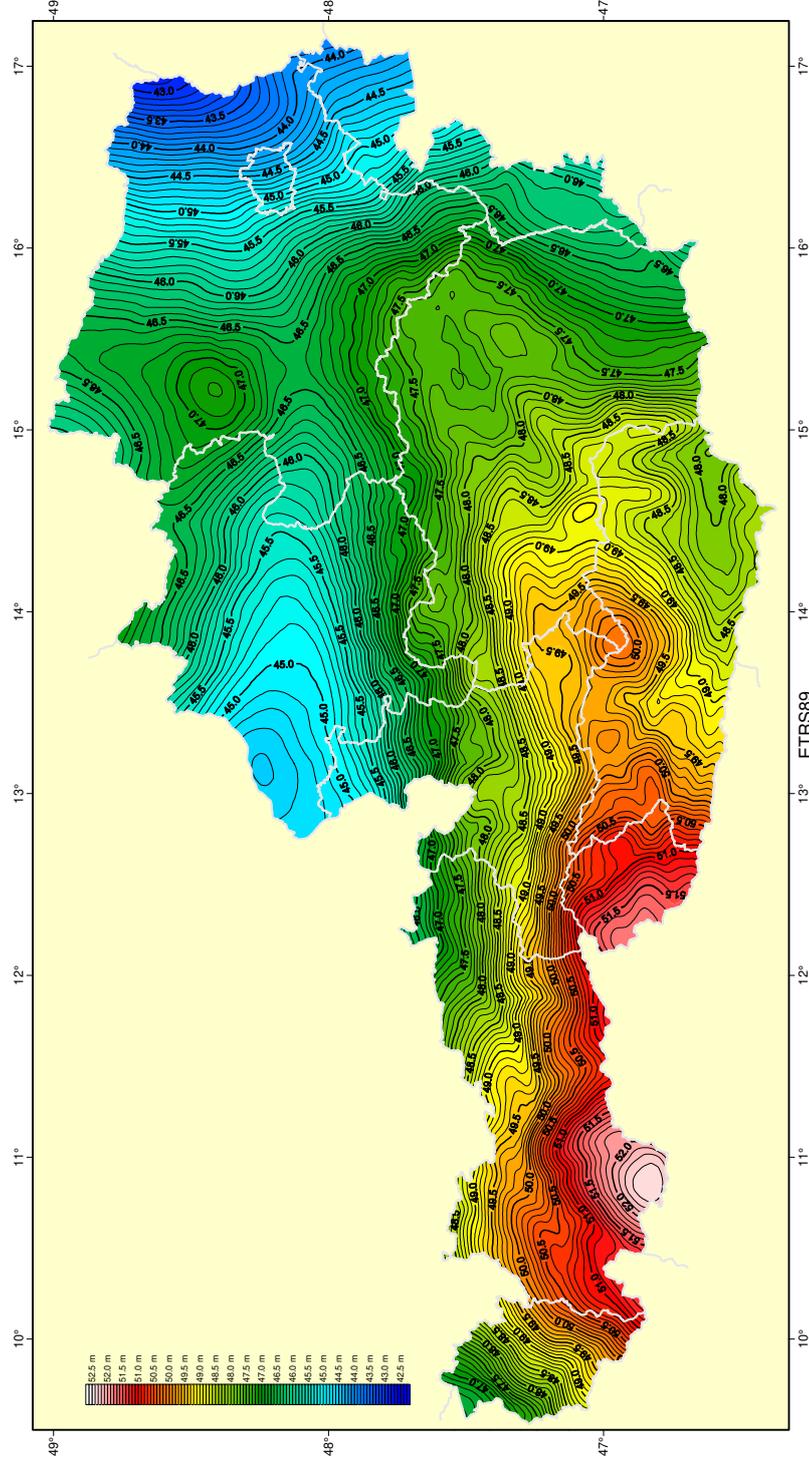
Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	Min	Max	Erfüllt	Anmerkungen		
A1 Basis Anforderungen, Beschreibung der Ziele										
A1.1	Erfassung von GPS- und Fahrzeugdaten aus Fahrzeugen über einen relativ kurzen Zeitraum für 2 definierte Einsatzgebiete									
A1.11	Zeitraum: 0 - 8 h für Variante "eVia"						erfüllt			
A1.12	Zeitraum: 1 Tag bis 1 Woche für "Flottenanalyse"						erfüllt			
A1.2	Online-Übertragung der erfassten Daten an einen zentralen Server						erfüllt			
A1.3	Auswertung der gespeicherten Daten bezüglich normiertem Energieverbrauch (mittels eigenem Modell)						erfüllt			
A2 Bedingungen/Definitionen/Abkürzung										
A2.1	System: Gesamtsystem zur Erfassung, Übertragung und Auswertung						erfüllt	Teltonika FMB001		
1 Randbedingungen										
1.1	Arbeit bei gegebenen Umgebungstemperaturen (im Fahrzeug)						Tu	°C	20 -40 50 nicht erfüllt	-25°C+ 55°C (Betriebstemperatur)
2 Generelle Anforderungen										
2.1 Anwendungsbereich										
2.11	Gewerbliche Nutzbarkeit muss gegeben sein.						erfüllt			
2.12	Anwendung in einer breiten Palette an Fahrzeugen soll möglich sein (2Rad, EV, Kfz)						nicht erfüllt	für die Nutzung von 2Rädern ist ein Adapter notwendig		
2.2 Kosten, Personalaufwand										
2.21	Gesamtkosten (Anschaffung, Personal etc.) des Systems bei einmaliger Nutzung pro Jahr						k	€/Stk	60 erfüllt	59,81 €
2.22	Gesamtkosten des Systems bei zweimaliger Nutzung pro Jahr						k	€/Stk	60 erfüllt	53,99 €
2.23	Personalaufwand zur Durchführung und Auswertung						x_h1		2 erfüllt	
2.3 Laufzeit										
2.31	für Variante "eVia"						t_eVia	h	0 8 erfüllt	
2.32	für Variante "Flottenanalyse"						t_Flo	Tage (d)	1 7 erfüllt	
2.4 Ausfallsicherheit und Behebung										
2.41	Ausfall des Systems muss rasch detektiert werden. Vorgegebene Zeit:						t_A	min	5 erfüllt	Auf Plattform kann entsprechender Alarm eingestellt werden.
3 Implementierung, Aktivierung										
3.1 Einbausituation im Fahrzeug										
3.11	Eingriff in das Fahrzeug muss ohne Adaption am Fahrzeug, werkzeuffrei und zerstörungsfrei erfolgen						erfüllt			
3.12	Zeitbedarf für Einbau und Aktivierung im Fahrzeug						t_Einbau	sec	90 erfüllt	
3.13	Personalbedarf für den Einbau im Fahrzeug						x_h2	# Personen	1 erfüllt	
4 Datenerfassung										
4.1 zu erfassende Daten										
4.11	Lokalisierung des Fahrzeugs über GPS						erfüllt			
4.12	Höhenprofil						erfüllt			
4.13	Optional, wenn möglich: OBD-Daten						erfüllt			
4.131	Batterie-SOC						nicht erfüllt			
4.132	Fahrzeuggeschwindigkeit						erfüllt			
4.133	gefahrte Kilometer						erfüllt			
4.2 Abtastrate										
4.21	Abtastrate zur Erfassung aus Fahrzeug						sek		1 erfüllt	
4.3 Genauigkeit										
4.31	GPS-Genauigkeit: Berücksichtigung des Stands der Technik						m		15 erfüllt	<3m
4.32	Datengenauigkeit aus Fahrzeug: Berücksichtigung des Stands der Technik									
5 Datenübertragung										
5.1	Übertragungsdauer						sec		0 90 erfüllt	
5.2	Online-Übertragung in Echtzeit muss gewährleistet sein						erfüllt			
5.3	Einsatz muss international / (zumindest über den österreichischen Grenzraum hinaus) funktionieren						erfüllt			
5.4	Bei Signalverlust (Tunnel-Durchfahrt, Parkgaragen etc.) müssen Fahrzeugdaten zeitverzögert übermittelt werden						erfüllt			
5.5	Interpolation des Geschwindigkeitsprofils bei zwischenzeitlichem Signalverlust des GPS darf keinen nennenswerten Einfluss auf die Datenauswertung haben (unverhältnismäßige Spitzen im Geschwindigkeitsprofil)						erfüllt			
5.6	Dateiformat: .csv, .gpx, .kml						erfüllt			
5.7	Bevorzugtes Dateiformat: .gpx						erfüllt			
6 Speicherung und Auswertung										
6.1										
6.11	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat						erfüllt			
7 Visuelle Darstellung, Information										
7.1	Darstellung der gefahrenen Route pro Fahrzeug auf einer Plattform (Website, App)						erfüllt		https://gpslive.co.uk/ App: gpslive	
7.2	Darstellung des aktuellen Standorts aller Fahrzeuge auf einer Plattform (Website, App)						erfüllt			
7.3	Historische Darstellung (Speicherung und Aufruf von Fahrprofilen)						erfüllt			
7.4	Bereitstellung eines Zugangs für Fahrer ohne Admin-Rechte zur Darstellungsplattform									
8 Wartung, Instandhaltung und Service										
8.1	regelmäßig Updates ausführen								Service Top Up	
8.2	jährlich Guthaben der Sim Karte aufladen									
8.3	Gerät bei nicht Nutzung regelmäßig aufladen									

E-SME System requirements - OBD Dongle mit Mobiltelefon und App (Torque Pro)

Nr.	Bezeichnung	Variable	Einheit	Nominal	Min	Max	Erfüllt	Anmerkungen	
A1	Basis Anforderungen, Beschreibung der Ziele								
A1.1	Erfassung von GPS- und Fahrzeugdaten aus Fahrzeugen über einen relativ kurzen Zeitraum für 2 definierte Einsatzgebiete						erfüllt		
A1.11	Zeitraum: 0 - 8 h für Variante "eVia"						erfüllt		
A1.12	Zeitraum: 1 Tag bis 1 Woche für "Flottenanalyse"						nicht erfüllt	Mobiltelefon benötigt externe Stromquelle	
A1.2	Online-Übertragung der erfassten Daten an einen zentralen Server						erfüllt		
A1.3	Auswertung der gespeicherten Daten bezüglich normiertem Energieverbrauch (mittels eigenem Modell)						erfüllt		
A2	Bedingungen/Definitionen/Abkürzung								
A2.1	System: Gesamtsystem zur Erfassung, Übertragung und Auswertung								
1	Randbedingungen								
1.1	Arbeit bei gegebenen Umgebungstemperaturen (im Fahrzeug)	Tu	°C	20	-40	50	nicht erfüllt	-10°C bis + 55°C Betriebstemperatur	
2	Generelle Anforderungen								
2.1	Anwendungsbereich								
2.11	Gewerbliche Nutzbarkeit muss gegeben sein.						erfüllt		
2.12	Anwendung in einer breiten Palette an Fahrzeugen soll möglich sein (2Rad, EV, Kfz)						nicht erfüllt	für die Nutzung von 2Rädern ist ein Adapter notwendig	
2.2	Kosten, Personalaufwand								
2.21	Gesamtkosten (Anschaffung, Personal etc.) des Systems bei einmaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	nicht erfüllt	66,00 €	
2.22	Gesamtkosten des Systems bei zweimaliger Nutzung pro Jahr	k	€/Stk			60	nicht erfüllt	90,00 €	
2.23	Personalaufwand zur Durchführung und Auswertung	x_h1				2	nicht erfüllt	zeitintensive Auswertung	
2.3	Laufzeit								
2.31	für Variante "eVia"	t_eVia	h		0	8	-	nicht geeignet	
2.32	für Variante "Flottenanalyse"	t_Flo	Tage (d)		1	7	teilweise erfüllt	Mobiltelefon benötigt externe Stromquelle	
2.4	Ausfallsicherheit und Behebung								
2.41	Ausfall des Systems muss rasch detektiert werden. Vorgegebene Zeit:	t_A	min				5	nicht erfüllt	zu aufwändig, alle Teilnehmer anzuzeigen
3	Implementierung, Aktivierung								
3.1	Einbausituation im Fahrzeug								
3.11	Eingriff in das Fahrzeug muss ohne Adaption am Fahrzeug, werkzeuffrei und zerstörungsfrei erfolgen						erfüllt		
3.12	Zeitbedarf für Einbau und Aktivierung im Fahrzeug	t_Einbau	sec			90	erfüllt		
3.13	Personalbedarf für den Einbau im Fahrzeug	x_h2	# Personen			1	erfüllt		
4	Datenerfassung								
4.1	zu erfassende Daten								
4.11	Lokalisierung des Fahrzeugs über GPS						erfüllt		
4.12	Höhenprofil						nicht erfüllt	muss erst hinzugefügt werden	
4.13	Optional, wenn möglich: OBD-Daten						erfüllt	bei VKM	
4.131	Batterie-SOC						erfüllt	Hybridfahrzeug, sonst spezifische OEM Apps	
4.132	Fahrzeuggeschwindigkeit						erfüllt		
4.133	gefahrte Kilometer						erfüllt		
4.2	Abtastrate								
4.21	Abtastrate zur Erfassung aus Fahrzeug		sek				1	erfüllt	1/10 Sekunde möglich
4.3	Genauigkeit								
4.31	GPS-Genauigkeit: Berücksichtigung des Stands der Technik		m				15	erfüllt	5,5 m Streukreisradius
4.32	Datengenauigkeit aus Fahrzeug: Berücksichtigung des Stands der Technik								
5	Datenübertragung								
5.1	Übertragungsdauer		sec			0	90	nicht erfüllt	zeitintensive Auswertung
5.2	Online-Übertragung in Echtzeit muss gewährleistet sein						teilweise erfüllt		Ansicht auf Homepage möglich, Daten können aber erst nach Beendigung der Messung vom Mobiltelefon geladen werden.
5.3	Einsatz muss international / (zumindest über den österreichischen Grenzraum hinaus) funktionieren						erfüllt		
5.4	Bei Signalverlust (Tunnel-Durchfahrt, Parkgaragen etc.) müssen Fahrzeugdaten zeitverzögert übermittelt werden						teilweise erfüllt		siehe Punkt 5.2
5.5	Interpolation des Geschwindigkeitsprofils bei zwischenzeitlichem Signalverlust des GPS darf keinen nennenswerten Einfluss auf die Datenauswertung haben (unverhältnismäßige Spitzen im Geschwindigkeitsprofil)						erfüllt		
5.6	Dateiformat: .csv, .gpx, .kml						erfüllt		
5.7	Bevorzugtes Dateiformat: .gpx						nicht erfüllt		muss erst konvertiert werden
6	Speicherung und Auswertung								
6.1	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat								
6.11	Sammeln sämtlicher Datensätze aus unterschiedlichen Fahrzeugen in einem einheitlichen Datenformat						erfüllt		Daten werden so lange am Smartphone gespeichert, bis sie manuell gelöscht werden.
7	Visuelle Darstellung, Information								
7.1	Darstellung der gefahrenen Route pro Fahrzeug auf einer Plattform (Website, App)						nicht erfüllt		
7.2	Darstellung des aktuellen Standorts aller Fahrzeuge auf einer Plattform (Website, App)						nicht erfüllt		
7.3	Historische Darstellung (Speicherung und Aufruf von Fahrprofilen)						nicht erfüllt		
7.4	Bereitstellung eines Zugangs für Fahrer ohne Admin-Rechte zur Darstellungsplattform						nicht erfüllt		
8	Wartung, Instandhaltung und Service								
8.1	regelmäßig Updates ausführen								Updates am Mobiltelefon ausführen.
8.2	jährlich Guthaben der Sim Karte aufladen								Guthaben jährlich aufladen.
8.3	Gerät bei nicht Nutzung regelmäßig aufladen								

F Geoidkarte

Österreichische Geoidkarte GRS80



Geoidundulationen, bezogen auf Ellipsoid GRS 1980, berechnet aus gravimetrischen, astronomischen, GPS und Nivellement-Beobachtungen.
 © BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen 2008

BEV - Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
 A-1020 Wien, Schifflamgasse 1-3, Kundenservice
 Telefon: +43 - (0)1- 21110 - 2160
 Telefax: +43 - (0)1- 21110 - 2161

Seit 2009 © BEV
 E-mail: kundenservice@bev.gv.at
 See you: www.bev.gv.at