

# Nutzung von Tracker-/Transpondertechnologien für die amtliche Verkehrsstatistik

Diese Forschungs- und Entwicklungsdienstleistung wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie (BMVIT) im Programm „Mobilität der Zukunft“ finanziert und von der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) abgewickelt. (FFG-Projektnr.: 850343)

Fürst – WU Wien  
Bauer – Paradigma Unternehmensberatung  
Kohla – TU Graz  
Boser – AustriaPRO  
Moser – Moser Transport  
Wien, 2017

## Impressum

**Eigentümer, Herausgeber und Medieninhaber**  
Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie  
A- 1030 Wien, Radetzkystraße 2

**Programmverantwortung Mobilität der Zukunft**  
Abteilung III/I4 - Verkehrs- und Mobilitätstechnologien

**Ansprechpartnerin Gütermobilität und Programmverantwortung Mobilität der Zukunft**  
DI (FH) Sarah Bittner-Krautsack MBA  
Tel.: +43 (0)1 7116265 - 3211  
E-Mail: [sarah.bittner-krautsack@bmvit.gv.at](mailto:sarah.bittner-krautsack@bmvit.gv.at)  
Website: [www.bmvit.gv.at](http://www.bmvit.gv.at)

**Programmmanagement Mobilität der Zukunft**  
Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft mbH  
A – 1090 Wien, Sensengasse 1  
Ansprechpartnerin Gütermobilität  
Mag. (FH) Nicole Lugscheider  
Tel.: +43 (0)5 7755 5033  
E-Mail: [nicole.lugscheider@ffg.at](mailto:nicole.lugscheider@ffg.at)

DI Svenja Lembke  
Tel.: +43 (0)5 7755 5035  
E-Mail: [svenja.lembke@ffg.at](mailto:svenja.lembke@ffg.at)  
E-Mail: [www.ffg.at](http://www.ffg.at)

## Für den Inhalt verantwortlich

**WU Wien – Institut für Transportwirtschaft und Logistik**



Welthandelsplatz 1  
1020 Wien  
Ansprechperson: PD Dr. Elmar Fürst  
Tel.: +43 1 31 336 4589  
E-Mail: [elmar.fuerst@wu.ac.at](mailto:elmar.fuerst@wu.ac.at)  
Website: [www.wu.ac.at/itl](http://www.wu.ac.at/itl)

**Paradigma Unternehmensberatung GmbH**



**PARADIGMA**  
Mariahilferstraße 47/1/3  
1060 Wien  
Ansprechperson: Dr. Rudolf Bauer  
E-Mail: [rjb@paradigma.net](mailto:rjb@paradigma.net)

**TU Graz - Institut für Straßen- und Verkehrswesen**



Rechbauerstraße 12/II  
8010 Graz  
Ansprechperson: Dr.in Birgit Kohla  
E-Mail: [birgit.kohla@tugraz.at](mailto:birgit.kohla@tugraz.at)

**AUSTRIAPRO**



Wiedner Hauptstraße 63  
1045 Wien  
Ansprechperson: Mag. Siegfried Boser  
E-Mail: [siegfried.boser@wko.at](mailto:siegfried.boser@wko.at)

**Moser Transport GmbH**



Schießstattgasse 28  
2000 Stockerau  
Ansprechperson: Dr. Christian Moser  
E-Mail: [ch.moser@moser-group.com](mailto:ch.moser@moser-group.com)

## Haftung

Die Inhalte dieser Publikation wurden mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt. Die bereitgestellten Inhalte sind ohne Gewähr. Das Ministerium sowie die Autorinnen und Autoren übernehmen keine Haftung für die Aktualität, Richtigkeit und Vollständigkeit der Inhalte dieser Publikation. Namentlich gekennzeichnete Beiträge externer Autorinnen und Autoren wurden nach Genehmigung veröffentlicht und bleiben in deren inhaltlicher Verantwortung.

## Autor/innen

### **WU Wien**

#### **Institut für Transportwirtschaft und Logistik**

PD Dr. Elmar W. M. Fürst

Mag. Christian Vogelauer

### **Paradigma Unternehmensberatung**

Dr. Rudolf Bauer

### **TU Graz**

Dr.<sup>in</sup> Birgit Kohla

## Mitglieder des Beirats

*DI (FH) Sarah Bittner-Krautsack MBA*

*bmvit*

*DI Christian Wampera*

*bmvit*

*Lucas Weiss, MSc*

*AustriaTech*

*Dr. Thomas Karner*

*Statistik Austria*

*Mag. (FH) Nicole Lugscheider*

*FFG*

*DI Svenja Lembke*

*FFG*

# 1. Inhaltsverzeichnis

1. Inhaltsverzeichnis	4
2. Einleitung	9
2.1 Problemstellung	9
2.2 Zielsetzung	10
3. State of the Art	12
3.1 Grundlage	12
3.2 Technologisches Kurzscreening	14
3.2.1 Erhebungstechnologien	14
3.2.2 Technologien für Zusatzfunktionalitäten	14
3.3 Befragung Transportunternehmen	16
3.3.1 Gestaltung der Befragung	16
3.3.2 Befragungsergebnisse	17
4. Entwicklung der ParaStat-App	20
4.1 Mobile-App	20
4.1.1 Überblick	20
4.1.2 Architektur	20
4.1.2.1 Softwarekomponenten und Versionen	21
4.1.3 Datenverwaltung	21
4.1.4 Hintergrundaufzeichnung	21
4.1.5 Server Kommunikation	22
4.1.6 Erkennen von Fahrzeugstopps	22
4.1.6.1 GPS Prüfen	23
4.1.6.2 Starten & Beenden	23

4.1.6.3 Diverses	23
4.2 Verwaltungs Webapplikation	23
4.2.1 Überblick	23
4.2.2 Architektur	23
4.2.2.1 Softwarekomponenten und Versionen	24
4.2.3 Datenmodell	25
4.2.4 HTTP Requests	26
4.2.4.1 Application Context Objekte	26
4.2.4.2 Request Lifecycle	26
4.2.4.3 Cookies	26
4.2.4.4 Session	26
4.2.4.5 Changed Objects	27
4.2.4.6 AJAX & Page Load	27
4.2.5 Geo Lookup Service	27
4.2.6 JSON API für Mobile App	27
4.2.7 eQuest Fragebogen beladen	28
4.2.7.1 Format & Zuordnung	28
4.2.7.2 Fahrten, Touren	28
4.3 Erfassung von GPS Positionen zur Lokalisation von Postleitzahlen-Gebieten	29
4.3.1 Erfassung geographischer Regionen	29
4.3.1.1 Österreich	29
4.3.1.2 Ausland	29
4.3.2 Software Paket R	29
4.3.3 Verfahren zur Bestimmung der geographischen Lage	29
4.3.3.1 1. Verfahren – Sukzessive Suche nach passendem Gemeindepolygon	30
4.3.3.2 2. Verfahren – Suche nach passendem Gemeindepolygon mit Hilfe von nächstgelegenen Orten	30
4.3.3.3 3. Verfahren – Suche nach passendem Postleitzahlen-Polygon mit Hilfe von nächstgelegenen Mittelpunkten (Zentroiden) der Postleitzahlen-Polygone	31
4.3.4 Visualisierung von Touren und Postleitzahlen-Polygonen mit sämtlichen Quellen und Senken	35
4.3.4.1 Visualisierung von Touren	35
4.3.5 Weitere Visualisierungen von Touren	36
4.3.6 Länge der gefahrenen Route	39
4.3.7 Länge von weiteren Touren	39

4.3.8 Visualisierung von Postleitzahlen-Polygonen mit Start- und Endpunkten von Touren	39
4.3.9 Visualisierung weiterer Postleitzahlen-Polygone	40
4.3.10 Einbindung in Geographische Informationssysteme	42
<b>5. Feldtests</b>	<b>44</b>
5.1 Design der Feldtests	44
5.2 APP-Benutzeroberfläche und Ablauf während der Fahrt	45
5.3 Backend-Benutzeroberfläche und Ablauf bei Ergänzungen	47
5.4 Ergebnisdarstellung	50
5.4.1 Gefahrene Touren und Ladevorgänge	50
5.4.2 Touren und Tourweiten	51
5.4.3 Be- und Entladevorgänge	53
5.4.4 Start-Ziel-Gebiete der Touren	55
5.4.5 Be- und Entladepunkte in Bezirken	55
5.4.6 Innerstädtische Touren	57
5.4.7 Touren zwischen PLZ-Gebieten	58
5.4.8 Darstellung von Erfassungslücken	58
<b>6. Alternative Einsatzmöglichkeiten</b>	<b>59</b>
6.1 Transportunternehmen	59
6.2 LKW-FahrerInnen	60
6.3 Forschungseinrichtungen	60
6.4 Einschränkungen	60
<b>7. Schlussfolgerungen</b>	<b>62</b>
7.1 Zusammenfassung	62
7.2 Grundlegende Fragestellungen	62





# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich NFC und Bluetooth LE.....	15
Abbildung 2: Datum der letzten durchgeführten Meldung an die Statistik Austria .....	17
Abbildung 3: Architektur Mobile-App .....	20
Abbildung 4: Architektur Server-Backend .....	24
Abbildung 5: Datenmodell ParaStat-Applikation.....	25
Abbildung 6 – Sukzessive Suche .....	30
Abbildung 7 – Suchrechteck mit Orten und Gemeinden .....	31
Abbildung 8 – Suchrechteck mit PLZ-Polygonen und PLZ-Zentroiden .....	32
Abbildung 9 – Vergrößerung des Suchrechtecks / Suchrechteck Delta .....	33
Abbildung 10 – „Niemandland“ und Überlappungen von PLZ und NUTS.....	34
Abbildung 11 – Beispielhaftes Routing für Tour 1098 .....	36
Abbildung 12 - Beispielhaftes Routing für Tour 1099 .....	37
Abbildung 13 - Beispielhaftes Routing für Tour 1100 .....	37
Abbildung 14 - Beispielhaftes Routing für Tour 1101 .....	38
Abbildung 15 - Beispielhaftes Routing für Tour 1102 .....	38
Abbildung 16 - Beispielhaftes Routing für Tour 1103 .....	39
Abbildung 17 - Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region, hier 1220 .....	40
Abbildung 18: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 2000.....	41
Abbildung 19: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 2100.....	41
Abbildung 20: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 3430.....	42
Abbildung 21: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 3701.....	42
Abbildung 22 - Route mit Map.....	43
Abbildung 23 - Route ohne Map.....	43
Abbildung 24: Startbildschirm ParaStat-App .....	45
Abbildung 25: Bildschirm bei laufender Aufzeichnung .....	46
Abbildung 26: Editierung der Stopp-Liste .....	46
Abbildung 27: Fahrzeugauswahl-Screen .....	47
Abbildung 28: Startbildschirm für Serverbackend .....	48
Abbildung 29: Auswahl einer Fahrt sowie eines zugehörigen Stopps in der Server-Applikation .....	49
Abbildung 30: Grafische Darstellung einer Fahrt auf der Umgebungskarte .....	49
Abbildung 31: Anzahl der Ladevorgänge sowie der gefahrenen Touren über den gesamten Berichtszeitraum .....	50
Abbildung 32: Anzahl der gefahrenen Touren je berichtendem Fahrzeug .....	51
Abbildung 33: Verteilung der Längen der gefahrenen Touren je Wochentag und Monat.....	52
Abbildung 34: Anzahl der Ladevorgänge je Fahrzeug und Monat über den gesamten Berichtszeitraum .....	53
Abbildung 35: Verteilung der Ladevorgänge über den Berichtszeitraum je Monat und Wochentag.....	54
Abbildung 36: O-D-Matrix der Postleitzahlbezirke über den Berichtszeitraum .....	55
Abbildung 37: Verteilung der Stopps in städtischen Bezirken .....	56
Abbildung 38: Verteilung der Stopps in weniger dicht besiedelten und ländlichen PLZ-Bezirken .....	56
Abbildung 39: Fahrtweiten innerhalb eins PLZ-Gebiets .....	57
Abbildung 40: Fahrtweitenvergleich zweier Fahrzeuge und korrigierte Darstellung ohne Ausreißer.....	57
Abbildung 41: Fahrtweiten zwischen zwei PLZ-Gebieten .....	58
Abbildung 42: Darstellung von gemeldeten Fahrten mit fehlenden Be- und Entladestopps ausgehend von GPS-Positionierung .....	59



## 2. Einleitung

### 2.1 Problemstellung

Aufgrund gemeinschaftsrechtlicher Vorschriften werden in den meisten Staaten Europas Erhebungen zum Straßengüterverkehr durchgeführt. Die Verordnungen, die zu diesem Gegenstand erlassen wurden, regeln in erster Linie die Verpflichtungen der Mitgliedstaaten, statistische Daten an Eurostat zu liefern. Insgesamt sind die Mitgliedstaaten jedoch relativ frei in der Ausgestaltung der Erhebungen und in der Auswahl der zugrunde gelegten Methoden. So existiert eine breite Vielfalt an Erhebungskonzepten sowie ein Methodenleitfaden von Eurostat<sup>1</sup>, was sich unter anderem in unterschiedlichen Stichproben, Ausnahmeregelungen und Schwellenwerten, aber auch in einer unterschiedlichen Priorisierung der Erhebung gegenüber anderen Statistiken niederschlägt. Dadurch sind sowohl die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen einzelnen Staaten als auch die Aggregierbarkeit der Daten z.B. auf EU-Ebene eingeschränkt.

In diesem Zusammenhang ist auch anzumerken, dass die Erhebungen im Bereich der Straße mit denen der anderen Verkehrsträger nicht gut vergleichbar sind, da sie im Gegensatz zu den anderen Verkehrsträgern dem Nationalitätsprinzip folgen. Betrachtungen des Modal Split sind folglich nur mit Korrekturrechnungen und unter großen Unsicherheiten möglich.<sup>2</sup>

Mit dem EU-Beitritt Österreichs wurde eine grundlegende konzeptionelle Umstellung der Verkehrsstatistiken notwendig, nämlich ein Wechsel vom Territorialitätsprinzip auf das Nationalitätsprinzip. Das wiederum bedeutet, es wird nur mehr der Güterverkehr österreichischer Unternehmen durch direkte Befragung im Rahmen einer laufenden Stichprobe ermittelt. Mit Beginn des Jahres 2006 wurde das Stichprobenmodell von einer rein arbeitsstättenbezogenen zeitlichen Stichprobe auf eine fahrzeugbezogene kombinierte zeitliche und Volumenstichprobe wesentlich geringeren Umfangs umgestellt. Darüber hinaus müssen nun nur mehr ausgewählte Fahrzeuge von den gezogenen Arbeitsstätten berichtet werden, nicht wie früher alle Fahrzeuge einer Lokation. Die Statistik wird laufend vierteljährlich erhoben (6500 Fahrzeuge) und mit entsprechender Hochrechnung erstellt.

Mehrere Gründe waren maßgeblich für diese Umstellung: Zum einen ist es Aufgabe und gesetzliche Verpflichtung der amtlichen Statistik, den Meldeaufwand für die Respondenten möglichst gering zu halten. Zum zweiten waren durch die EU-Verordnung 642/2004<sup>3</sup> erstmals konkrete Qualitätsgrößen von Seiten der EU normiert worden und schließlich wurde davon ausgegangen, dass ein Umstieg von einer rein arbeitsstättenbezogenen auf eine fahrzeugbezogene Stichprobe aufgrund zu unterstellender Klumpungseffekte – also Parallelitäten im relevanten verkehrlichen Verhalten einzelner Fahrzeuge, die an ein und derselben Arbeitsstätte zugelassen sind – methodisch vertretbar ist.

Bedingt durch die Reduktion des Stichprobenumfangs können die Mitarbeiter der Statistik Austria, welche mit der Aufarbeitung der einlangenden Meldungen betraut sind, dem Einzelfall nun mehr Aufmerksamkeit schenken. Dadurch konnte bereits eine deutliche Verbesserung der Ergebnisse erreicht werden. Die hochgerechneten Gesamtergebnisse gewinnen dadurch signifikant an Qualität.

Durch die geringeren Fallzahlen basieren Ergebnisse auf niedrigerem Aggregatsniveau jedoch im Vergleich zu früher auf deutlich weniger Stichprobenfahrzeugen, auch die Zahl der Nullzellen steigt. Solche Ergebnisse (etwa bei Verkreuzungen mehrerer Merkmale und/oder kleinräumigen regionale Verflechtungen etc.) weisen dann einen verhältnismäßig großen Stichprobenfehler auf und sind daher nur bedingt verlässlich bzw. brauchbar. In Folge können gewisse Werte aufgrund zu großer Schwankungsbreiten nicht zur Verfügung gestellt werden.

Die Meldungen der Daten durch die Respondenten erfolgen ungefähr zur Hälfte in Papierform<sup>4</sup>, woraus sich weitere Nachteile ergeben. Die Unternehmen (Fahrzeughalter) müssen Papierfragebogen oder Web-Formulare ausfüllen, offizielle Daten aus Frachtpapieren werden nicht mehr verwendet. Durch etwaige vereinfachende Angaben im Rahmen des Ausfüllens der umfangreichen Fragebögen kann derzeit von einer Untererfassung ausgegangen werden. Aufgrund der

---

<sup>1</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/6494687/KS-GQ-14-007-EN-N.pdf>

<sup>2</sup> [http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight\\_transport\\_statistics\\_-\\_modal\\_split#Inland\\_freight\\_transport\\_performance\\_-\\_the\\_need\\_to\\_adjust\\_road\\_transport](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Freight_transport_statistics_-_modal_split#Inland_freight_transport_performance_-_the_need_to_adjust_road_transport)

<sup>3</sup> <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0642&from=DE>

<sup>4</sup> Eine sehr detaillierte und informative Aussage zur Verwendung der verschiedenen Einreichmodalitäten findet sich hier: [https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET\\_PDF\\_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=107551](https://www.statistik.at/wcm/idc/idcplg?IdcService=GET_PDF_FILE&RevisionSelectionMethod=LatestReleased&dDocName=107551)

Vornahme automatischer Datenergänzungen bei Leerfahrten werden diese im Gegensatz dazu möglicherweise „übererfasst“.

Aufgrund des technischen Fortschritts und der Einsetzbarkeit IT-gestützter Verfahren sind die Bedürfnisse aller Beteiligten gestiegen. Die Nutzer wünschen sich hochwertige Daten während die Respondenten ihren mit der Abgabe der statistischen Meldungen verbundenen Aufwand minimieren möchten. Die erhebende Stelle (Statistik Austria) als Intermediär muss einerseits die obigen Wünsche befriedigen, andererseits aber auch innerhalb der verfügbaren Budgets bleiben, was zusätzliche Spannung erzeugt. Alle haben daher Interesse am Einsatz moderner Erhebungstechniken, an der weitest gehenden Verwendung automatisierter Verfahren und ggf. auch an der Heranziehung von Verwaltungsdaten.

In einer Studie des Instituts für Transportwirtschaft und Logistik<sup>5</sup> wurden Experten und Expertinnen unter anderem zu ihren Ansprüchen an die amtlichen Verkehrsstatistiken befragt. Unter den Verbesserungswünschen finden sich beispielsweise eine raschere Verfügbarkeit der Daten, die Verfügbarkeit von Daten mit kleinräumigerem Bezug sowie die Erweiterung und Vertiefung des Leistungsspektrums (insbesondere im Personenverkehr und zu Wegekettten). Bezüglich automatisierter Erfassung von Verkehrsdaten im Bereich des Straßengüterverkehrs lässt sich festhalten, dass mit einer breiten Akzeptanz solcher Systeme zu rechnen ist, so lange die Meldepflichtigen weiterhin autonom bestimmen können, was tatsächlich gemeldet wird (also stets „Herr der Daten“ bleiben) und die Grundsätze des Datenschutzes gewahrt werden.

Die Statistik des Straßengüterverkehrs stellt jedoch weiterhin die einzige laufend erstellte, detaillierte und umfassende Informationsquelle für die Leistungen des Verkehrsträgers Straße im Bereich des Güterverkehrs in Österreich dar. Staatliche Institutionen wie etwa das Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie, internationale Organisationen (insbesondere die Europäische Union), Interessenvertretungen, wissenschaftliche Institute, Verkehrsplaner, Unternehmen und Privatpersonen sind Nutzer der veröffentlichten Daten zum Straßengüterverkehr. Bedenkt man die Summen, welche in Infrastrukturprojekte investiert werden, wird ersichtlich, wie wichtig fundierte Datengrundlagen sind, um Fehlinvestitionen zu vermeiden. Diese sind Voraussetzung für die Erfüllung vielfältiger Aufgaben, wodurch es nötig ist, mögliche Verbesserungen hinsichtlich Senkung der Erhebungskosten, Entlastung der Respondenten und Steigerung der Datenqualität kontinuierlich zu erwägen und umzusetzen.

Auch wenn ein jedes der angeführten Probleme für sich genommen keine schwerwiegenden Auswirkungen induziert, so beeinflusst die Summe der Schwächen das Endergebnis, d.h. die Qualität der Daten der amtlichen Verkehrsstatistik, jedoch maßgeblich.

## 2.2 Zielsetzung

Entscheidungen im Verkehrsbereich ziehen zumeist langfristige Konsequenzen nach sich, tragen aber auch entscheidend zur Erreichbarkeit und Mobilität der Bevölkerung bei. Eine wesentliche Grundlage zur Entscheidungsfindung im Verkehrsbereich liefert die amtliche Verkehrsstatistik, welche gute, aber noch verbesserungswürdige Daten liefert. Wenn die öffentliche Hand über genauere Daten verfügt, erleichtert dies die Planung und Optimierung der Verkehrsinfrastruktur, des Weiteren kann die Verkehrlenkung darauf aufgebaut werden.

In Österreich erfolgt die Erfassung der Straßengüterverkehrsstatistik auf Basis einer Stichprobenerhebung bei Haltern von LKW mit über 2 Tonnen Nutzlast. Die Abgabe der meldepflichtigen Daten ist mit einem gewissen Aufwand von Seiten der Respondenten verbunden. Der Einsatz von Technologien, welche Fahrten automatisch aufzeichnen, z.B. GPS-Geräte, kann den Erfassungsaufwand der Respondenten reduzieren und gleichermaßen die gemeldeten Daten verbessern.

Ziel der vorliegenden F&E-Dienstleistung war die Überprüfung der Nutzung von Tracker- und Transpondertechnologien im Rahmen eines Feldtests zur automatischen Erfassung der für die Abgabe der statistischen Meldung im Bereich Straßengüterverkehr durch meldepflichtige Unternehmen erforderlichen Daten. Wird ein LKW als meldepflichtig ausgewählt, startet der/die Fahrer/Fahrerin bei Fahrtbeginn auf seinem/ihrer Smartphone die gegenständliche App. Welche Waren und Güter und in welcher Menge eingeladen wurden, kann entweder händisch eingegeben, aus einem internen Informationssystem übernommen oder sogar im Nachhinein ergänzt werden. Die gefahrene Route wird aufgezeichnet. Durch die mehrsprachige Ausgestaltung der App wird auf die Bedürfnisse der Fahrer und Fahrerinnen mit Migrationshintergrund eingegangen. Nach Beendigung der Fahrten bzw. nach Ablauf der Berichtswoche werden die Daten ausgegeben und können noch immer ergänzt und korrigiert werden. Somit ist sichergestellt, dass die Unternehmen jederzeit „Herr ihrer Daten“ bleiben. Anschließend werden die Daten in das Transferformat (siehe InnoRFDat-X) überführt und an die Statistik Austria per Knopfdruck gemeldet.

---

<sup>5</sup> Vgl. Fürst, E.: Anforderungen der Nutzer an zukünftige Entwicklungen im Bereich der Amtlichen Verkehrsstatistiken. Statistische Nachrichten, 64. Jg., Nr. 11, S. 1033-1041, 2009.

Zusammenfassend führt die Anwendung einer solchen mobilen Applikation zu folgenden Ergebnissen:

- Entlastung der Respondenten durch Reduktion des Erfassungsaufwandes
- Steigerung der Qualität der gemeldeten Daten
- Senkung der Kosten (v.a. für die Respondenten aber auch für die Statistik Austria)
- Vorantreiben der Kompetenzführerschaft betreffend die statistische Erfassung von Verkehrsdaten

## 3. State of the Art

### 3.1 Grundlage

Die Straßengüterverkehrsstatistik umfasst die gewerbliche Bewegung von Gütern auf nationalem und internationalem Gebiet mit in Österreich zugelassenen Lastkraftwagen (mit oder ohne Anhänger) mit einer Nutzlast ab 2 Tonnen und Sattelzugmaschinen mit Sattelauflegern. Die Daten werden bei den Fahrzeughaltern direkt erfragt. Die Auswahl der Fahrzeuge wird quartalsweise durchgeführt, wobei je Quartal ca. 6.500 Fahrzeuge<sup>6</sup> gezogen werden. Die Sammlung und Aufarbeitung der auf Papier gemeldeten Daten und der per Web-Formular übermittelten Meldungen erfolgt in der Bundesanstalt Statistik Österreich (Statistik Austria). Die einlangenden Meldungen werden auf ihre Vollständigkeit und Vollständigkeit überprüft und nach formalen und logischen Aspekten bearbeitet. Fehlende oder fehlerhafte Eintragungen werden in der Regel im direkten Kontakt mit dem Respondenten besprochen und geklärt. Nach der Bearbeitung durch die Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeiter erfolgt die manuelle Datenerfassung bzw. seit dem Berichtsjahr 2006 die Dialogerfassung über eine HOST-Applikation. Die elektronisch eingelangten Wochenberichte werden unter Nutzung des Web-Formulars nach demselben Prinzip wie die Papiermeldungen überprüft und korrigiert, bevor sie in den HOST transferiert werden. Nach erfolgreichem Abschluss aller Korrekturprozesse werden die Daten nach erfolgter Hochrechnung in Form von anonymisierten Einzeldatensätzen an die EU übermittelt.<sup>7</sup>

Das Forschungsprojekt „InnoRFDat-X“ des Instituts für Transportwirtschaft der WU Wien<sup>8</sup> zur Nutzung innovativer Methoden im Straßengüterverkehr basiert auf zwei empirischen Erhebungen. Eine quantitative Studie (57 Transportunternehmen und 159 Unternehmen im Werkverkehr) wurde durch eine qualitative Befragung (29 Unternehmen aus verschiedenen Sparten) ergänzt. Die Ergebnisse zeigen, dass die meisten der für die statistischen Meldung benötigten Daten bei den Unternehmen elektronisch verfügbar wären, wenn auch nicht immer in einer einzelnen Datenbasis, sondern oft in mehreren Systemen. Dies führt zu der Schlussfolgerung, dass eine Automatisierung des Meldeprozesses an die Statistik Austria entweder auf individuelle und situative Umstände abstellen muss oder eine technische Möglichkeit geschaffen werden muss, welche auf breiter Basis angewendet werden kann.

Im Rahmen des Forschungsprojekts „InnoRFDat-X“, welches in der Programmlinie i2v durch das BMVIT bzw. die FFG gefördert wurde, konnte bereits beispielhaft gezeigt werden, dass Standardisierungen und Automatisierungen erreicht werden können. Die Ergebnisse beziehen sich zwar in erste Linie auf Österreich, sind jedoch ohne weiteres auf die meisten Länder übertragbar, die im Regime der EU-Güterverkehrsstatistik Daten an Eurostat melden.

Die aufgrund der innovativen Methoden stark verbesserte Datenqualität und Verfügbarkeit bringt vielfältigen Nutzen. Im Bereich der klassischen Anwendung der amtlichen Statistik können etwa die Ergebnisse der Verkehrsmodelle entschieden verbessert werden, was sich letztlich besonders positiv auf die auf den Modellen bzw. den weiterführenden Analysen basierenden Entscheidungen auswirkt. Die Daten, die mithilfe innovativer Erhebungsmethoden generiert werden können, sind darüber hinaus geeignet, unterschiedlichsten Ebenen innerhalb von Unternehmen, für Unternehmensvergleiche (Benchmarking), unternehmensübergreifend (Supply Chain Management) bis hin zu aggregierten Ebenen (lokal, regional, staatlich) auf vielfältige Weise genutzt werden zu können. Genaue Daten über einzelne Transporte, Streckenführung, Ladung und Auslastung sind beispielsweise für profunde Carbon Footprints und Lebenszyklusanalysen unabdingbar. Gerade in diesem Bereich können valide Ergebnisse Politik und Unternehmen helfen, die vordringlichen Verkehrs- und umweltpolitischen Ziele zu erreichen. Darüber hinaus sind valide Kalkulationen und Vergleiche auf verschiedensten Ebenen, wie Produkt-, Unternehmens- bzw. regionaler oder staatlicher Ebene, möglich. Außerdem könnten Tools entwickelt werden, durch die Ressourcen besser gesteuert und Vergleiche zu Mitbewerbern gezogen werden können. Aufgrund dieses Zusatznutzens für die Unternehmen selbst, würde die Bereitschaft diesbezügliche Lösungen zu implementieren, deutlich steigen.<sup>9</sup>

Im Rahmen der F&E-Dienstleistung AutoStat ist daher eine auf mobilen Geräten („Smartphone“) oder ähnlicher Hardware anwendbare Applikation entwickelt worden, welche eine weitgehend automatische Erfassung der für die

---

<sup>6</sup> Gemäß Dokumentation Statistik Austria wurden für 2016 gesamt 25.824 Fahrzeuge gezogen, davon 2.000 Fahrzeuge Nutzlastklasse 1, 9.696 Nutzlastklasse 2 und 14.128 Fahrzeuge Nutzlastklasse 3. Damit ergibt sich eine leichte Überrepräsentanz schwerer Fahrzeuge (55% in Stichprobe, 47% in Grundgesamtheit) in der SGVS.

<sup>7</sup> Vgl. Statistik Austria (2010), Standard-Dokumentation Metainformationen (Definitionen, Erläuterungen, Methoden, Qualität) zur Statistik des Straßengüterverkehrs.

<sup>8</sup> Vgl. Fürst, E./Oberhofer, P./Kummer, S.: Innovative Datenerfassung in der Straßengüterverkehrsstatistik. Internationales Verkehrswesen, 65. Jg, Nr. 2, S. 27-29, 2009.

<sup>9</sup> Vgl. Fürst, E./Oberhofer, P./Kummer, S.: Innovative Datenerfassung in der Straßengüterverkehrsstatistik. Internationales Verkehrswesen, 65. Jg, Nr. 2, S. 27-29, 2009.

Abgabe der statistischen Meldung im Bereich Straßengüterverkehr durch meldepflichtige Unternehmen erforderlichen Daten ermöglicht.

Die Entwicklung dieser mobilen App umfasst bereits vorhandene Technologien und Möglichkeiten, die Innovation liegt allerdings in der Kombination dieser Elemente:

- Verbreitete Geräte als technologische Basis (Smartphone, Tablet)
- Gängiges Betriebssystem (Android, iOS)
- Nutzung vorhandener Ortungs- und Sensortechnologien (GSM, GPS, Bewegungssensoren etc.)
- Nutzung der vorhandenen Schnittstellen zur Datenübertragung (Mobilfunk, WLAN, NFC)
- Nutzung bereits entwickelter Datenformate
- Backend zur Datenübernahme und Datenverarbeitung (z.B. ftp-Server)

Die am Forschungsvorhaben beteiligten ARGE-Partner haben im zugrundeliegenden Forschungsbereich bereits mehrere nationale und internationale Projekte und Studien erfolgreich durchgeführt und haben dadurch maßgeblich zum heutigen Stand des Wissens beigetragen. So wurde beispielsweise durch das Projekt InnoRFDat-X<sup>10</sup> gezeigt, dass statistische Meldungen automatisiert und auf elektronischem Weg übermittelt werden können.

Vor allem folgende Projekte und Studien sind für den Stand des aktuellen Wissens relevant:

- DG MOVE, 2013: Entwicklung eines Gütertransportmodells auf Basis diverser empirischer Grundlagen (ETIS, SGVS, CAFT, SETA, ... ) für den Baltisch-Adriatischen Korridor zur Entwicklung von alternativen Szenarien als politische Entscheidungsgrundlage
- IMoVe, 2012: Entwicklung und Umsetzung eines mehrstufigen Verfahrens zur Erstellung einer konsistenten und validen Straßengüterverkehrsmatrix 2009 für Österreich. Entwicklung von neuen Vorschlägen zur Verbesserung der Datenerhebung des Lkw-Verkehrs in Österreich
- InnoRFDat-X, 2010: System und Konzept für operative Erhebungsvereinfachungen der amtlichen Straßengüterverkehrsstatistik unter Verwendung von bei meldepflichtigen Unternehmen elektronisch vorhandenen Datenbeständen und Verortungstechnologien
- Alpine Mobility Check (AlpCheck), 2008: Evaluierung der Konzeption und technischen Umsetzung eines Systems zur Integration von Verkehrsdaten im alpenquerenden Güterverkehr sowie Erstellung einer Konzeptstudie zur integrativen Modellierung von Verkehrsdaten (amtliche Straßengüterverkehrsstatistik, Dauerzählstellen, alpenquerender Güterverkehr/CAFT) und der Außenhandelsstatistik.
- MobiFIT, 2010: Entwicklung einer Methode zur Erhebung der Personenmobilität, basierend auf der Erfassung von Ortsveränderungen mittels GPS-Technologie sowie der Entwicklung von Methoden zur Verarbeitung und Analyse der erhobenen Ortsveränderungen mit dem Ziel, zu traditionellen fragebogenbasierten Mobilitätserhebungen vergleichbare Ergebnisse zu erhalten („Mobilitätserhebung der Zukunft“). Das Projekt brachte breite Erfahrungen mit dem Einsatz von GPS Technologien bei Mobilitätserhebungen. MODE, 2011: Entwicklung eines Softwaretools zur Identifikation von Verkehrsmitteln aus Daten technologiegestützter Mobilitätserhebungen. Aus charakteristischen Positions- und Bewegungsdaten (GPS, Beschleunigungssensoren) sowie Zusatzinformationen (Geodaten, sozio-demographische Daten) lassen sich automatisiert Verkehrsmittel identifizieren. Das – gemeinsam mit dem Projekt MOTION-FF – entwickelte Verfahren zur Verkehrsmittelerkennung liefert ein Teilmodul für technologiegestützte Mobilitätserhebungen.
- KOMOD, 2011: Konzeptstudie zur Vorbereitung einer bundesweiten, technologieunterstützten Mobilitätserhebung. Neueste und bewährte Erhebungstechnologien und –verfahren sowie Finanzierungs- und Organisationsmodelle wurden mit ihren Vor- und Nachteilen analysiert und modular zu einem tragfähigen Erhebungskonzept zusammengestellt. Das Ergebnis ist in Form eines „Handbuchs für standardisierte Mobilitätserhebungen in Österreich“ dokumentiert, welches Basisanforderungen und methodische Rahmenbedingungen darstellt, in die ein automatisiertes Erhebungstool implementiert werden soll.

---

<sup>10</sup> Innovative Methoden zur Erstellung der Amtlichen Straßengüterverkehrsstatistik; Programm: IV2SPLUS/I2V Intermodalität und Interoperabilität, Projektnummer: 826183.

## 3.2 Technologisches Kurzscreening

Im Rahmen der Recherche der Grundlagen für die Gestaltung der Erhebungstechnik wurde ein kurzes technologisches Screening durchgeführt, welche Optionen zur Verfügung standen um ein entsprechendes Tracking durchführen zu können. Gleichzeitig wurden auch Technologien betrachtet, die eine mögliche Zusatzfunktionalität oder eine Erweiterung des Funktionsumfangs für die Zukunft ermöglichen würden. Die kondensierten Ergebnisse dieser Untersuchung sollen in den folgenden Kapiteln dargestellt werden.

### 3.2.1 Erhebungstechnologien

Im Rahmen der Erhebungstechnologien war relativ rasch absehbar, dass eine technische Lösung notwendig war, die weite Verbreitung gefunden hat und die einfach in eine Softwarelösung zu integrieren war. Unter diesen Rahmenbedingungen blieben grundsätzlich 2 zentrale Trackingmöglichkeiten über.

Einerseits konnte ein klassisches Tracking durch GPS-Positionierung erfolgen, bei dem die GPS-Einheit des jeweiligen Smartphones oder Tablets genutzt wird um die Position des Endgeräts festzustellen. Die hierfür notwendige Technologie ist grundsätzlich in nahezu jedem aktuellen Gerät verbaut, wobei die Qualität der Signale und der Signalverarbeitung deutlich schwankend ist. So sind zwar die meisten Geräte der Mittel- bis Oberklasse mit eigenen GPS-Tracking-Chips ausgestattet, jedoch gerade günstigere Modelle sind interpolieren zumeist nur die Position anhand sekundärer Signale. Ein weiterer großer Nachteil der GPS-Positionierung ist die noch immer bestehende Nichtverfügbarkeit des Signals in Gebäuden und für den Straßenverkehr besonders relevant in Tunneln. Während es bei Be- und Endladepunkten zumeist kein Problem der Erfassung geben dürfte, da selbst bei größeren Hallen feststellbar ist, wo dieser Punkt ist, produziert der Signalausfall bei Tunneln doch gewisse Ungenauigkeiten bzw. Lücken im Trackingmuster die kompensiert werden müssen. Hier könnte angedacht werden, dass durch alternative Verortungstechnologien, wie etwa W(L)AN- oder NB-IoT-Zugangspunkte<sup>11</sup>, geomagnetische Feldstärken oder Beaconttechnologien eine alternative Positionierung und damit ein Tracking ermöglicht wird. Die entsprechenden Technologien sind jedoch derzeit entweder nur als Textbetriebe im Einsatz oder einfach nicht vorhanden und können damit nur schwer im Rahmen von Feldtests überprüft werden. Vorteilhaft an der GPS-Positionierung ist auch, dass diese grundsätzlich unabhängig vom jeweiligen Telefonnetzbetreiber und Aufenthaltsort/-land ist. Dadurch kann auch bei Fahrten ins Ausland eine durchgängige Trackingtätigkeit erfolgen, und das Risiko der Erzeugung von Roamingkosten wird ausgeschlossen.

Die zweite Möglichkeit des Trackings wäre die reine Interpolation von GSM- oder anderen Mobilfunksignalen. Diese haben den deutlichen Vorteil, dass eine Verfügbarkeit auch in Gebäuden und unterirdischen Bereichen (Parkgaragen und Tunneln) gegeben ist. Der große Nachteil dieser Technologie liegt jedoch in der deutlich größeren Unschärfe des Signals, welches auch stark durch äußere Bedingungen verzerrt werden kann (Wettereinflüsse, Geländeformationen) und damit eine verlässliche Positionierung nahezu nicht möglich macht. Darüber hinaus ist die technische Einbindung einer Interpolation des GSM-Netzsignals deutlich aufwendiger und es ist zwingend eine SIM-Karte erforderlich um eine Einwahl und damit eine bestehende Verbindung zu einem Netzanbieter herstellen zu können.

### 3.2.2 Technologien für Zusatzfunktionalitäten

Zusätzlich wurde noch erhoben, durch welche aktuellen Technologien eine Aufzeichnung von Ereignissen im und rund um das Fahrzeug möglich wären. Hier zeigte sich relativ schnell, dass durch den Einsatz von Beacon oder NFC-Technologien durchaus die Möglichkeit bestünde, einige Ereignisse automatisch mitloggen zu können. Dies betrifft vor allem Ladevorgänge, die durch eine Bewegung der Ladebordwände automatisch erfasst werden könnten. Hierzu wäre jedoch eine nachträgliche Ausrüstung der Fahrzeuge mit entsprechenden Geräten (etwa iBeacons oder NFC-Tags) notwendig, die wiederum teilweise recht wartungsintensiv (Batterietausch, Anfälligkeit gegenüber Schmutz und Feuchtigkeit, etc.) sind. Es erschien daher im Rahmen dieses Projekts nicht zielführend eine entsprechende Umsetzung weiter voranzutreiben. Die nachfolgende Tabelle soll jedoch einen kurzen Überblick über die zentralen Elemente der beiden Technologien geben.

---

<sup>11</sup> Information zu NB-IoT: [https://en.wikipedia.org/wiki/NarrowBand\\_IOT](https://en.wikipedia.org/wiki/NarrowBand_IOT)

Feldtest der Telekom Austria: <https://www.telekomaustria.com/de/newsroom/2016-11-16-telekom-austria-group-testet-als-erster-netzbetreiber-in-osterreich-nb-iot-im-lte-live>





	<b>NFC</b> (Near Field Communication)	<b>BLE</b> (Bluetooth Low Energy)
Reichweite	<b>4 cm</b>	<b>12 m</b>
Übertragungsgeschwindigkeit	<b>424 kBit/s</b>	<b>1 Mb/s</b>
Stromversorgung	<b>NFC-Tag: Nein</b>	<b>iBeacon: Knopfzellenbatterie (~1 Jahr)</b>
Kosten	<b>&lt;1 Euro/Tag</b>	<b>&lt;10 Euro/iBeacon</b>
Verfügbarkeit	<b>ab Android 2.3, -</b>	<b>ab Android 4.3, ab IOS 6</b>
Lock Screen	<b>Inaktiv</b>	<b>aktiv</b>

Abbildung 1: Vergleich NFC und Bluetooth LE (eigene Darstellung)

Nachdem diese Technologien grundsätzlich zwar interessant aber aufgrund der verbundenen Kostenfaktoren nicht sinnvoll realisierbar waren, wurde das Technologiescreening bezüglich anderer möglicher Datenlieferquellen fortgesetzt und eine Integration in den CAN-Bus des Fahrzeugs als zentrale Informationsschnittstelle als interessante Alternative identifiziert. Hierbei könnte durch die Vielzahl an verfügbaren Sensoren in modernen Fahrzeugen eine große Menge an zusätzlichen Informationen generiert werden, die einen detaillierteren Fahrzeugzustandsüberblick und damit verbesserte Analyse- und Reportingdaten ermöglichen. Vor allem in Bezug auf die, in Bewegung befindliche, Masse haben aktuelle LKW zumeist einige integrierte Sensoren, die es ermöglichen die aktuelle Zuladung eines Fahrzeugs sehr genau zu bestimmen. Im Sinne des Projekts AutoStat würde dies vor allem für die genaue Erfassung von Be- und Entladungen zur Vervollständigung der statistischen Meldung großen Sinn machen. Problematisch bei einer entsprechenden Anbindung ist jedoch, dass der CAN-Bus, zumindest zum Zeitpunkt des Screenings, nicht über Funkverbindungen zugänglich war, sondern eine kabelgebundene Anbindung an die Bordelektronik benötigte. Dies erschwert natürlich auch die generische Einbindung von Dritt-Applikationen und den Datenaustausch zwischen Fahrzeug und Endgeräten.

In einem weiteren Schritt wurde entsprechend untersucht, ob es derzeit bzw. in absehbarer Zukunft Geräte gibt oder geben wird, die eine CAN-Bus-Integration aufweisen und gleichzeitig eine externe Kommunikationsmöglichkeit haben. Das entsprechende Screening war offen angelegt, jedoch bestand die begründete Vermutung, dass durch den digitalen Tachographen, welcher in den nächsten Jahren verpflichtend in allen neu zugelassenen LKW einzubauen ist, hier eine Schnittstelle geschaffen werden kann. Es zeigte sich auch, dass die grundsätzlichen Funktionalitäten geben sind, wie dies auch in der F&E-Dienstleistung „ServiceTachograph“<sup>12</sup> dargestellt wurde. Bis jetzt nicht geklärt werden konnte jedoch, ob der Tachograph selbst als Reportingtool genutzt werden kann (würde eine entsprechend angepasste Software benötigen), oder ob durch externe Schnittstellen Drittanbietersoftware die erhaltenen CAN-Bus Daten aufnehmen und in entsprechender Form weiterverarbeiten kann bzw. darf. Ebenfalls noch zu klären sind die konkreten datenschutzrechtlichen Auswirkungen die eine derartige Integration hätte.

<sup>12</sup> [https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ergebnisbericht\\_tachograph.pdf](https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ergebnisbericht_tachograph.pdf)



## 3.3 Befragung Transportunternehmen

### 3.3.1 Gestaltung der Befragung

Ausgehend von der Überlegung, dass Transportunternehmen die zentralen Aufwandsträger der Erstellung der Meldung zu statistischen Erhebung der Straßengüterverkehrsstatistik darstellen, erschien es sinnvoll, dieser Gruppe auch ein spezielles Gewicht in der Gestaltung der App sowie den zugehörigen Abläufen zu ermöglichen.

In diesem Sinne wurde eine kurze qualitative Befragung zu den Kernthemen der vorliegenden F&E-Dienstleistung entwickelt, die von interessierten Transportunternehmen ausgefüllt werden sollte.

Nachfolgend sollen die Inhalte des Fragebogens dargestellt werden:

1. Wann haben Sie zuletzt eine Meldung für die Straßengüterverkehrsstatistik durchgeführt? (Monat und Jahr optimalerweise)
2. Mit welcher Methode (z.B. Pen&Paper, elektronisch, Web-Fragebogen) und wie hoch war ungefähr der Zeitaufwand (pro Fragebogen) für diese?
3. Ergeben sich aus der Form der derzeitigen statistischen Meldung für die Straßengüterverkehrsstatistik für Sie bzw. Ihr Unternehmen Probleme?
  - a. Falls ja: Welche sind dies?
  - b. Falls nein: Weil die Durchführung der statistischen Meldung ohnehin gut funktioniert oder haben Sie Kompensationsstrategien entwickelt?
4. Wie würden Sie sich die Meldung für die Straßengüterverkehrsstatistik wünschen?
5. Wären Sie grundsätzlich bereit, die Daten für die statistische Meldung aus Ihren eigenen IT-Systemen automatisch zu generieren? Wäre dies sinnvoll?
  - a. Falls ja: Würde Sie ein derartiges System auch einsetzen? Und unter welchen Voraussetzungen?
  - b. Falls nein: Welcher Art sind Ihre Bedenken gegen ein derartiges System?<sup>13</sup>
6. Wären Sie grundsätzlich bereit Daten über die Fahrten Ihrer Fahrzeuge automatisch zu generieren?
  - a. Falls ja: Würde Sie ein derartiges System auch einsetzen? Und unter welchen Voraussetzungen?
  - b. Falls nein: Welcher Art sind Ihre Bedenken gegen ein derartiges System?<sup>14</sup>
7. Können Sie an technische Hilfsmittel, Sensoren oder andere/generelle Unterlagen in Ihren Fahrzeugen denken, die die Befüllung der Meldung zur Straßengüterverkehrsstatistik vereinfachen würden?
  - a. Verwenden Sie derzeit schon Apps zur Kommunikation mit Ihren Fahrern? Bzw. sind Ihre Fahrer mit Smartphones/mobilen Geräten ausgestattet?
8. Nutzen Sie in Ihrem Unternehmen verkehrsstatische Daten der Statistik Austria oder würden Sie diese gerne einbeziehen?
  - a. Falls ja: Wofür werden diese Daten genutzt und gäbe es hier noch Verbesserungs- bzw. Ergänzungspotential? Wo liegt dieses?
  - b. Falls nein: Warum nutzen Sie die Daten nicht?

Die zu befragenden Unternehmen wurden zunächst von der Wirtschaftskammer Österreich bzw. über deren Vorfeldorganisation AustriaPro kontaktiert, über das Projekt sowie den Zweck der zu entwickelnden App informiert und konnten anschließend entscheiden, ob eine Befragung stattfinden sollte oder nicht. Schlussendlich konnten 16 Unternehmen gewonnen werden, die die Befragung vollumfänglich beantworteten. Diese verteilten sich auf 3 Kleinunternehmen, 9 Mittel- und 4 Großunternehmen jeweils mit eigenem Fuhrpark.

---

<sup>13</sup> Bei dieser Frage wurde besonders darauf geachtet, dass eventuelle Bedenken um Bereich Datenschutz und –sicherheit geklärt wurden. Falls nicht direkt vom Interviewpartner angesprochen wurde nochmals speziell zu dieser Thematik nachgefragt.

<sup>14</sup> Nachfrage wie bei vorgehender Fußnote.

### 3.3.2 Befragungsergebnisse

Die erste Frage der Umfrage bezieht sich auf den Zeitpunkt, an dem das gezogene Unternehmen zuletzt eine Meldung an Statistik Austria durchführen musste.

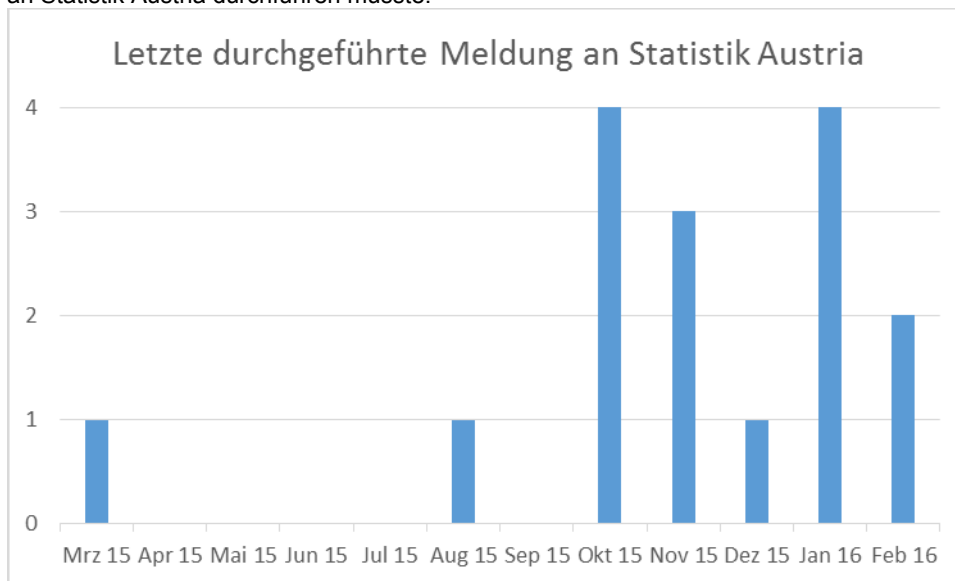


Abbildung 2: Datum der letzten durchgeführten Meldung an die Statistik Austria

Die meisten Meldungen wurden Ende des Jahres 2015 und Anfang des Jahres 2016 vorgenommen. Hierbei zeigt sich, dass alle Meldungen aktuell sind und die gemeldeten Transportunternehmen eine gute Kenntnis von der Problematik der statistischen Meldungen vorweisen können.

Die zweite Frage bezieht sich auf die Erhebungsmethodik, welche bei der Meldung benutzt wurde, sowie auf den Zeitaufwand, welcher hierfür in Anspruch genommen wurde. Es gibt drei Arten von Erhebungsmethoden, die den meldenden Unternehmen zur Verfügung stehen: ein schriftlicher und elektronischer Fragebogen sowie ein Web-Fragebogen. Die Mehrheit der meldenden Unternehmen nutzt für die Meldungen den Web-Fragebogen. In Zahlen bedeutet dies, dass 9 von 16 der befragten Unternehmen den Web-Fragebogen in Anspruch nehmen. Der Zeitaufwand für die Ausarbeitung des Web-Fragebogens beträgt zwischen 20 Minuten und 10 Stunden. Der Grund für diesen großen Unterschied bei der Ausarbeitung liegt in der Größe des jeweiligen Fuhrparks.

Die Transportunternehmen, die an einem Standort nur wenige Kraftfahrzeuge im Einsatz haben, brauchen für die Meldung nur zwischen 20 und 45 Minuten. Umgekehrt brauchen Transportunternehmen, welche viele Kraftfahrzeuge im Einsatz haben, hierfür zwischen 4 und 10 Stunden.

Drei der 16 befragten Transportunternehmen benutzen den elektronischen Fragebogen. Der Zeitaufwand bei dieser Erhebungsmethode liegt zwischen 30 Minuten und 4 Stunden, gleichfalls bedingt durch die großen Unterschiede in der jeweiligen Fuhrparkgröße.

Zwei der 16 befragten Unternehmen verwenden den schriftlichen Fragebogen. Der Zeitaufwand beträgt hier zwischen 10 Minuten und 2 Stunden, wobei beide Transportunternehmen zu der Gruppe der „Klein-Unternehmen“ gehören. Beide Transportunternehmen besitzen Flotten mit einer niedrigen Anzahl an Kraftfahrzeugen, so dass die Meldungen bei der schriftlichen Erhebungsmethode nur einen geringeren Zeitaufwand in Anspruch nehmen. Bei den mittleren und großen Transportunternehmen wäre der Zeitaufwand bei dieser Erhebungsmethode weitaus höher. Ein Transportunternehmen verwendet eine eigene Erhebungsmethode, die in dessen Programm eingebunden ist.

Die dritte Frage der Umfrage betrifft die Probleme, die sich aus der Form der derzeitigen statistischen Meldung zur Straßengüterverkehrsstatistik für die Transportunternehmen ergeben. Die Mehrheit der Transportunternehmen ist mit der derzeitigen Form der Meldungen zufrieden: 11 der 16 befragten Transportunternehmen sind der Meinung, dass die Meldungen für den Straßengüterverkehr problemlos funktionieren. Von diesen 11 Unternehmen wurde sowohl der elektronische als auch der Web-Fragebogen in Anspruch genommen. Vier der befragten Transportunternehmen sind der Meinung, dass die Form der derzeitigen statistischen Meldungen folgende Probleme aufweist:

- zu hoher Zeitaufwand pro Meldung;
- die abgefragten Daten sind schwer zu ermitteln;
- die statistischen Meldungen kommen oft ungelegen bzw. zu Zeiten, an denen die Transportunternehmen viele Aufträge erfüllen müssen.

Eines der befragten Transportunternehmen hat eine Kompensationsstrategie entwickelt und die Erhebungsmethode in seinem Programm eingebunden.

Die vierte Frage betrifft die Wünsche der befragten Transportunternehmen dazu, wie sie sich die Meldung an Statistik Austria wünschen würden. Sieben Transportunternehmen sind mit der Form der Erhebung zufrieden und haben keine zusätzlichen Wünsche bzw. Vorstellungen für die Meldung. Der Rest äußerte folgende Wünsche bzw. Vorstellungen:

- die Meldung per E-Mail durchführen zu können;
- das Web-Formular leichter zu strukturieren;
- eine Meldung mit geringerem Aufwand zu ermöglichen;
- die Abgabefrist verlängern zu können (die derzeitige Abgabefrist beträgt eine Woche nach der Berichtswoche. In der zweiten Woche wird die erste Mahnung zugeschickt.);
- geringere Anzahl der Meldungen pro Jahr einfordern;
- automatische Meldungen ermöglichen;

Durch eine vereinfachte Strukturierung des Web-Formulars bzw. durch die vereinfachten Meldungen könnte der Zeitaufwand pro Meldung verringert werden. Eine automatische Meldung würde den Zeitaufwand auf ein Minimum kürzen und könnte den Zeitaufwand der Statistik Austria ebenfalls verringern. Dadurch könnte eine Win-Win Situation entstehen. Eine Überlegung der Statistik Austria, die Abgabefrist zu verlängern, wäre ebenfalls andenkbar. Manche Transportunternehmen werden für die Meldung zu einem ungünstigen Zeitpunkt gezogen, da sie viele Aufträge bearbeiten müssen und für die Meldung selbst nur wenig Zeit bleibt.

Die fünfte Frage betrifft die Bereitschaft, die statistischen Daten automatisch aus den unternehmenseigenen IT-Systemen zu generieren. Eines der befragten Unternehmen setzt etwas Vergleichbares in bereits in seinem System um und ist hiermit zufrieden. Die Mehrheit der befragten Unternehmen war jedoch dagegen (10 von 16). Die unterschiedlichen Gründe hierfür:

- Ihre Systeme können die gewünschten Daten für das Web-Formular filtern, so dass diese Form der Meldung nur mit geringerem Aufwand verbunden ist.
  - Sie müssten die Daten an anderen Standorten außerhalb des österreichischen Hoheitsgebiets manuell berechnen.
  - Dies wäre mit hohem Programmieraufwand verbunden.
  - Datenschutz und Datensicherheitsbedenken wurden (auch ohne Nachfragen) gegen diese Methode angeführt.
  - Der Fuhrpark des Unternehmens ist sehr klein, daher ist eine automatische Generierung nicht notwendig.
- Der Rest der befragten Unternehmen wäre bereit, die Daten für die statistische Meldung aus ihren eigenen IT-Systemen automatisch zu generieren – unter den Bedingungen,
- dass der Programmieraufwand nicht zu hoch wäre,
  - dass der Kosten-Nutzen Verhältnis ausgeglichen wäre und
  - dass keine zusätzlichen Kosten auftreten würden.

Falls die Fragen des Programmieraufwandes, der Kosten, der Datensicherheit und des Datenschutzes gelöst würden, wären mehrere Unternehmen bereit, die automatische Generierung der Daten in ihrem IT-System umzusetzen.

In Frage 6 wurden die Transportunternehmen befragt, ob sie bereit wären, die Daten über die Fahrten ihrer Fahrzeuge automatisch zu generieren. Hier war die Mehrheit dagegen (11 von 16). Die Gründe stimmten mit denjenigen der Frage 5 überein. Der Rest der Befragten wäre grundsätzlich bereit, die Daten automatisch zu generieren, jedoch unter den oben angeführten Bedingungen (siehe ebenfalls Frage 5).

Frage 7 widmet sich den technischen Hilfsmitteln, den Sensoren oder sonstigen/generellen Unterlagen, die die Befüllung der Meldung vereinfachen sollten. Gefragt wurde, ob die Transportunternehmen derzeit Applikationen zur Kommunikation mit den Fahrern verwenden bzw. ob die Fahrer mit Smartphone oder mobilen Geräten ausgestattet sind. Hierbei gaben lediglich zwei Unternehmen an, dass ihre Fahrer lediglich mit einfachen „Tasten-Handys“ ausgestattet sind. Die restlichen Unternehmen kommunizieren via Smartphone mit ihren Fahrern. Außerdem nutzen die Fahrer folgende Geräte:

- Vier der befragten Transportunternehmen haben ihre Fahrer mit GPS-Systemen ausgestattet, eines hiervon nur jene Fahrer, die für den Fernverkehr zuständig sind. Die Fahrer des Nahverkehrs verwenden lediglich Handys

und Scanner. Anhand der GPS-Systeme können die Unternehmen auch mit ihren Fahrern kommunizieren, denn es können Nachrichten an die GPS-Systeme zugesandt werden.

- Eines der Unternehmen betreibt ein eigenes System, das die Kommunikation über ein Unternehmensprogramm ermöglicht.
- Ein Unternehmen hat seine Fahrer mit Handhelds ausgestattet. Die Daten über Ladung, Fahrten, Fahrzeugen werden dann über das IT-System generiert.
- Es werden mobile Datenerfassungsgeräte sowie Tablets verwendet.

Die letzte Frage des Fragebogens betrifft den Nutzen der statistischen Daten bzw. die Frage, ob die statistischen Daten der Transportunternehmen für die Unternehmensplanung eingesetzt werden. Drei Transportunternehmen haben diese Frage nicht beantwortet. Ein Unternehmen verwendet teilweise die statistischen Daten. Wünschenswert wären Daten über Kosten und Preise. Für die übrigen Unternehmen besteht kein Bedarf an statistischen Daten. Die Gründe hierfür lagen darin, dass sie mit eigenen internen Daten bzw. mit eigenen Verkehrsstatistiken arbeiten. Diese sind aktueller und genauer als die Daten, die Statistik Austria jährlich veröffentlicht.

Das generelle Fazit aus dieser kurzen qualitativen Befragung war, dass vor allem bei den größeren Unternehmen im Sample eher die Zweifel bezüglich einer automatisierten Erfassung überwiegen bzw. diese Unternehmen teilweise bereits jetzt Systeme einsetzen, die die Daten soweit für das Unternehmen benötigt automatisch generieren, die jedoch nicht die Informationen für die Straßengüterverkehrsstatistik aufbereiten. Kleine Unternehmen haben tendenziell zwar auch Bedenken bezüglich der automatischen Datenverfügbarkeit (vor allem bezüglich Transparenz ggü. Behörden), sehen aber den Nutzen in einer automatischen Erstellung der benötigten statistischen Meldung. Vor allem hier ist der Zeitaufwand noch eine relevante Größe, da diese Unternehmen noch den händischen Fragebogen verwenden und wahrscheinlich auch in naher Zukunft nicht auf elektronische Varianten umsteigen werden. Die generell geringe Ausstattung der Fahrer mit Smartphones könnte jedoch zu einem Hindernis bezüglich des Einsatzes von Trackertechnologien werden.

## 4. Entwicklung der ParaStat-App

Dieses Kapitel illustriert die technischen Rahmenbedingungen und den Entwicklungsprozess sowie die zugrundeliegenden Datenmodelle hinter der AutoStat-App und soll somit einen Einblick in die interne Funktionsweise der Softwarelösung bieten. Zu diesem Zweck wird zunächst die Gestaltung der Mobilen-App (also des Frontends welches der Benutzer über sein Smartphone bedient) dargestellt. Anschließend erfolgt eine detaillierte Darstellung des Backends welches am zentralen Server für alle BenutzerInnen läuft. Abschließend wird noch die eigens entwickelte Verortungsprozedur erläutert. Diese war notwendig um aus den PLZ-Gebieten die von Seiten der Post AG zugekauft wurden eine Referenzierung auf die GPS-Koordinaten aus den Smartphones der BenutzerInnen zu ermöglichen.

### 4.1 Mobile-App

#### 4.1.1 Überblick

Die Mobile-App kommt auf dem Handy zum Einsatz, um regelmäßig die aktuelle Position (und damit die Fahrt) eines LKWs aufzuzeichnen und zu erkennen, wann das Fahrzeug für längere Zeit steht (Stopp erkennen), damit an diesen Positionen Be- oder Entladevorgänge erfasst werden können.

#### 4.1.2 Architektur

Die Mobile-App wird implementiert mithilfe des Cordova/PhoneGap Frameworks, das es ermöglicht, plattformunabhängig mit Javascript und DOM (HTML Document Object Model) zu entwickeln. Im Rahmen des Testprojekts haben wir uns auf die Android-App beschränkt. Eine Portierung auf iOS oder Windows-Phone wird mit dieser Grundlage aber wesentlich vereinfacht.

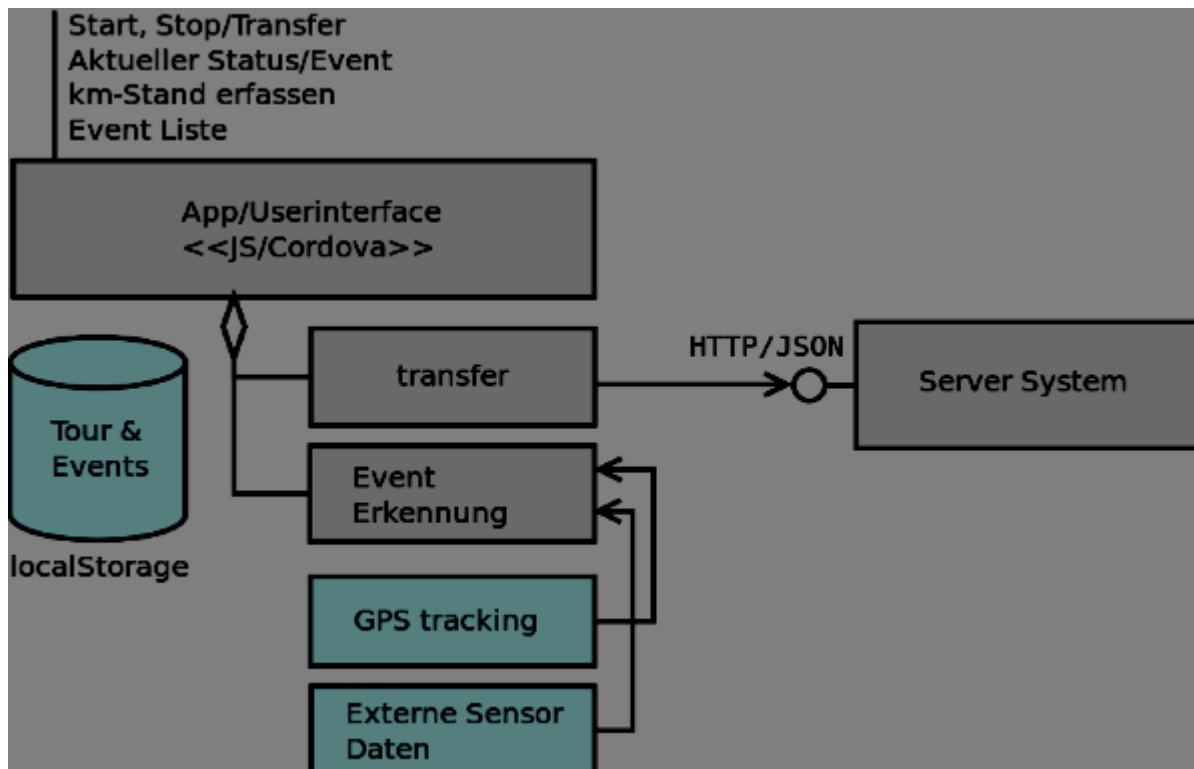


Abbildung 3: Architektur Mobile-App

### 4.1.2.1 Softwarekomponenten und Versionen

Phonegap	5.3.9	Mobile-App Framework
cordova-plugin-device	1.1.0	Device plugin
cordova-plugin-dialogs	1.2.0	Dialogs plugin
cordova-plugin-file	3.0.0	File handling plugin
cordova-plugin-geolocation	1.0.1	Geolocation plugin
cordova-plugin-maaron85-background-geolocation	0.9.1	Background geolocation plugin, angepasst für durchgehendes location reporting (siehe unten)
cordova-plugin-vibration	2.0.0	Vibration plugin
cordova.plugins.diagnostic	2.2.2	Diagnostics plugin zum Überprüfen von GPS Einstellungen des Telefons.
de.applant.cordova.plugin.local-notificatio	0.8.2	Plugin für Nutzer Benachrichtungen

Das background-geolocation Plugin (cordova-plugin-maaron85-background-geolocation) behandelt die regelmäßige Abfrage der aktuellen Position via GPS. Das Plugin selbst berücksichtigt die Möglichkeit, dass die App vom System unerwartet deaktiviert werden kann, und arbeitet auch im Hintergrund weiter. Außerdem wird mit einem intelligenten "distancefilter" Verfahren versucht, die Anzahl GPS Abfragen gering zu halten um die Akku Laufzeit zu verbessern.

Für das Erkennen von Stopps und entsprechende Reaktionen benötigen wir die Positionen aber in regelmäßigen Zeitabständen. Dafür musste das background-geolocation Plugin angepasst werden, so dass nach spätestens 30 Sekunden ein Update-Event ausgelöst wird (auch wenn sich die Position nicht geändert hat).

### 4.1.3 Datenverwaltung

Die Mobile App verwaltet die eigenen Daten in lokalen Files, die im JSON Format gespeichert werden. Folgende Files kommen dabei zum Einsatz:

events.txt	Beinhaltet eine Liste aller aufgezeichneten Stopps seit der letzten Datenübertragung
km.txt	Liste aller erfassten Kilometerstände seit der letzten Datenübertragung
company.txt	Hier wird die Firmen-ID gespeichert, die vom Benutzer beim erstmaligen Starten der App anzugeben ist. Außerdem finden sich hier die Firmenbezeichnung (derzeit nicht in Verwendung) und das ausgewählte Fahrzeug.
locations.txt	Das ist die vollständige Liste der aufgezeichneten Einzelpositionsevents seit der letzten Datenübertragung (während der Aufzeichnung wird ca. alle 30sek. die neue Position hier eingetragen).
vehicles.txt	Liste der Fahrzeuge der Firma.
status.txt	Interner Applikationsstatus. Das wird vor allem verwendet, falls die Applikation vom Android System unerwartet gestoppt wird (zB. weil die App zu lange im Hintergrund war). Beim Neustart wird deshalb der aktuelle Zustand aus diesem File gelesen und entsprechend initialisiert. <i>Die wesentlichen Werte:</i> <ul style="list-style-type: none"> <li>Ⓢ active=0/1 (1 = aufzeichnung aktiv)</li> <li>Ⓢ vehiclestatus=0/1 (1 = fahrt, 0 = stopp)</li> <li>Ⓢ letzte erhaltene Position (lastlong, lastlat, lastts)</li> <li>Ⓢ drivenmeters (gefahrte Meter seit Aufzeichnungsstart)</li> </ul>

Alle Dateien werden nur beim Start der App gelesen. Aktualisiert wird bei jeder Änderung, wobei jeweils nur die betroffenen Dateien geschrieben werden.

### 4.1.4 Hintergrundaufzeichnung

Besonders auf Android muss berücksichtigt werden, dass Apps, die nicht im Vordergrund angezeigt werden, jederzeit vom System beendet werden können. Zu diesem Zweck bietet das background-geolocation Service die Möglichkeit, als Service weiterhin die Positionen zu speichern, und bei einem Neustart der App können die inzwischen registrierten Positionen in

einer Liste ausgelesen werden.

Beim Start der App wird deshalb der letzte Zustand gelesen (über das File "status.txt", das bei jedem Zustandswechsel aktualisiert wird), und falls die Aufzeichnung aktiv war, werden die verpassten Positionen vom Background-Service gelesen.

Danach wird das Background-Service neu gestartet (weil sonst keine weiteren Positionen geliefert werden).

### 4.1.5 Server Kommunikation

Die App muss an verschiedenen Stellen mit dem Server kommunizieren. Dabei wird versucht, die benötigten Verbindungen gering zu halten, so dass auf jeden Fall eine Fahrt aufgezeichnet werden kann, auch wenn keine Internetverbindung besteht.

Die Kommunikation geschieht über HTTP requests mit JSON Datenstrukturen. Die Server Applikation stellt dazu die nötigen URLs zur Verfügung.

- ⑩ *Liste von Fahrzeugen holen/aktualisieren* (listvehicles):  
Das wird mindestens beim ersten Start der App gemacht. Der Benutzer muss beim ersten Start die Firmen-ID angeben. Diese wird mit einem listvehicles-Request validiert, und dabei werden auch gleich die Fahrzeuge geliefert, die der Benutzer dann auswählen kann. Beim ersten Start der App muss also Internetzugang vorhanden sein.  
Dieser Request wird außerdem bei jedem "Aktualisieren" der Fahrzeugliste gemacht.
- ⑩ *Ortsnamen zur Position ermitteln* (resolvelocs):  
Wenn die Liste der aufgezeichneten Stopps geöffnet wird, wird versucht die dort noch nicht bekannten Positionen mit Ortsnamen zu versehen. Zu diesem Zweck wird die Liste der Positionen an den Server geschickt, welcher die Liste der Namen zurückliefert.  
Passiert hier ein Fehler wegen fehlender Internetverbindung, wird dieser ignoriert und die Ortsnamen bleiben unbekannt.
- ⑩ *Daten übermitteln* (sendtour):  
Wird gemacht, wenn der Benutzer den entsprechenden Button aktiviert (möglich, wenn keine Aufzeichnung aktiv ist). Es werden alle aufgezeichneten Daten (GPS Positionen, erkannte Stopps, erfasste Be- & Entladungen, Kilometerstände) an den Server geschickt, und wenn das erfolgreich war, werden die Daten lokal gelöscht.

### 4.1.6 Erkennen von Fahrzeugstopps

Damit der Fahrer Be- & Entladevorgänge erfassen kann, müssen Fahrzeugstopps erfasst werden. Diese können einerseits explizit erstellt werden (Button: "Stopp"), werden aber im Laufe der Aufzeichnung auch automatisch erkannt.

Grobkonzept zum Erkennen eines Stopps: Hat sich die Position nach 5min nicht mehr als 100m geändert, wird ein Stopp erkannt. Im Falle einer Falscherkennung eines Stopps gibt es im Web-Backend die Möglichkeit den zusätzlichen Stopp zu löschen oder mit einem Kommentar zu versehen um festzuhalten, welches Ereignis zur Erkennung eines falschen Stopps geführt hat.

#### **Im Detail:**

- ⑩ Bei jeder neu erfassten GPS Position wird diejenige Position in der Liste gesucht, deren timestamp 5 Minuten in der Vergangenheit liegt (bzw. die dem Zeitpunkt am nächsten liegende).
- ⑩ Ist diese Position weniger als 100 Meter von der jetzigen Position entfernt, und der aktuelle Zustand steht auf "Fahrt", dann wird an der aktuellen Stelle ein "Stopp" registriert:
  - ↘ Status wird auf "Stopp" geändert,
  - ↘ Ein Stopp-Event wird in die Eventliste eingetragen.
- ⑩ Wenn der aktuelle Status = "Stopp" ist und die vergangene Position mehr als 100 Meter von der jetzigen entfernt ist, wird der Stopp beendet:
  - ↘ Die Dauer des Stopps wird im Eventeintrag erfasst.



- ↳ Der aktuelle Status wird auf "Fahrt" gestellt.

#### **4.1.6.1 GPS Prüfen**

Jedesmal, wenn ein Stopp erfasst wird, wird außerdem geprüft, ob am Gerät noch GPS aktiviert ist (da das ja jederzeit vom Benutzer deaktiviert werden könnte). Wird erkannt, dass GPS deaktiviert wurde, dann wird die Aufzeichnung automatisch beendet und der Benutzer wird benachrichtigt.

#### **4.1.6.2 Starten & Beenden**

Beim Starten und Beenden der Aufzeichnung wird jeweils ein eigenes Stopp-Event eingetragen (so dass eine Aufzeichnung immer mindestens aus 2 Stopps besteht).

Wenn beim Beenden der Status bereits "Stopp" ist, wird kein neues Stopp-Event eingetragen, sondern das bestehende aktualisiert.

Die Start & Ende – Events werden mit einem eigenen Typ versehen, welcher auch an den Server übermittelt wird.

#### **4.1.6.3 Diverses**

Wird die Aufzeichnung schnell hintereinander gestartet und beendet, dann wird in den meisten Fällen dabei keine gültige Positionen eingetragen. Solche Fälle werden explizit ignoriert (keine Einträge in der Stoppliste).

## **4.2 Verwaltungs Webapplikation**

### **4.2.1 Überblick**

Die hier beschriebene Webapplikation dient zur Nachbearbeitung und Aufbereitung von Fahrtenaufzeichnungen via Mobile-App. Die Daten werden via JSON API vom Mobiltelefon an die Applikation gesendet. Hier können Details erweitert werden und infolge eine Datei für die Meldung an die Statistik Austria erstellt werden.

Die Applikation bietet eine einfache Webbrowser-basierte Oberfläche, in der die erfassten Fahrten, deren Stopps und die Be- und Entladevorgänge angezeigt werden. Die be- und entladenen Güter pro Stopp können nachbearbeitet werden.

Weiters können die Fahrzeuge einer Firma hier definiert bzw. geändert werden.

Nicht Bestandteil dieser Applikation ist das Registrieren von Firmen und allgemeine Wartungsfunktionen. Im vorliegenden Forschungsprojekt werden diese Wartungsarbeiten direkt im zugrundeliegenden RDBMS mit einem entsprechenden SQL-Client gemacht.

### **4.2.2 Architektur**

Die Applikation ist implementiert als einfache Java-Webapplikation, die in einem Servlet-Container (z.B. apache tomcat) ausgeführt werden kann. Als RDBMS kommt PostgreSQL zum Einsatz, das ausschließlich über JPA angesprochen wird (mit Hibernate als JPA-Implementierung). Frontend-seitig kommen JSPs mit apache-struts-2 und apache-tiles zum Einsatz.

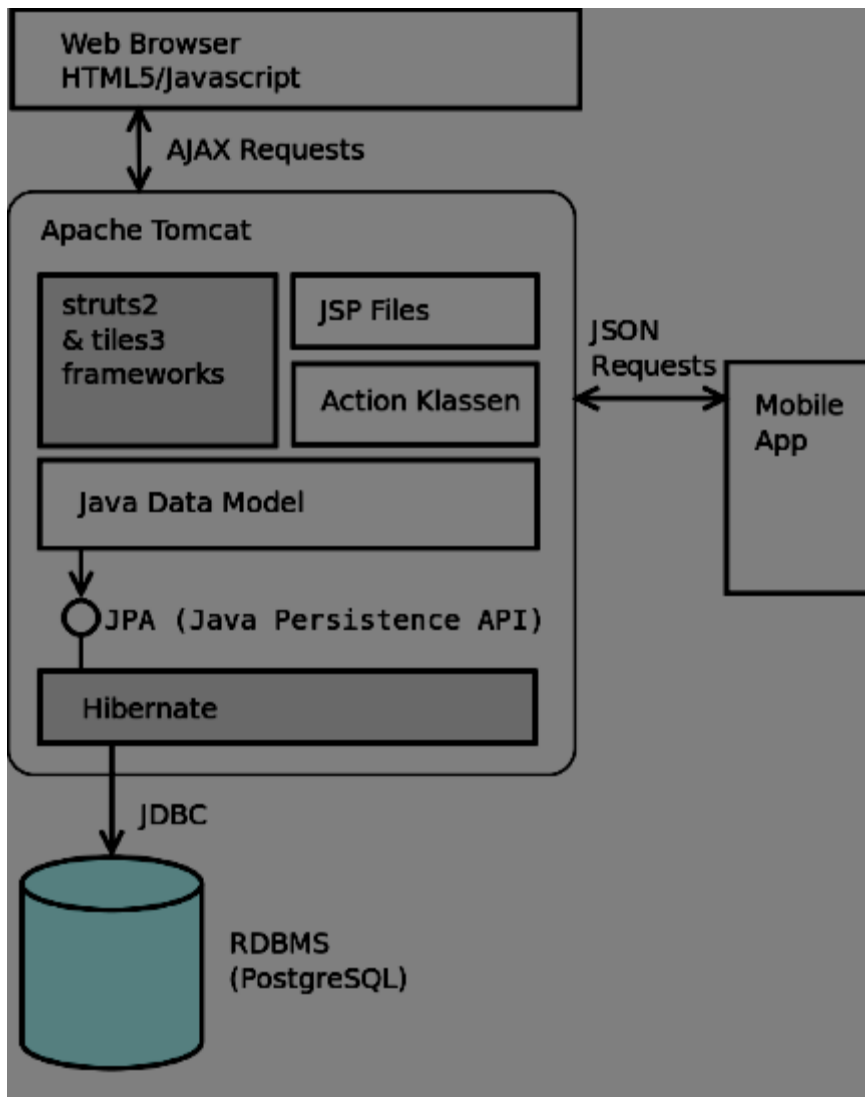


Abbildung 4: Architektur Server-Backend

#### 4.2.2.1 Softwarekomponenten und Versionen

Die im Projekt verwendeten Softwarekomponenten, deren Versionen und evtl. Anmerkungen:

Java (OpenJDK)	1.7.0_91	Theoretisch irgendeine Java Version ab 1.6
apache tomcat	8.0.28	
hibernate ORM	5.0.2	Hibernate wird nur indirekt als driver für die Java Persistence API verwendet. Es wird nicht direkt referenziert und kann theoretisch einfach ausgetauscht werden.
apache tiles	3.0.5	
PostgreSQL	8.4.5	Es werden keine Versionsspezifischen Konstrukte verwendet. Jede einigermaßen aktuelle Version wäre in Ordnung (sowie vergleichbare andere RDBMS)
apache struts	2.3.24	struts2 unterscheidet sich wesentlich von struts1.
R-Project	3.2.2	

### 4.2.3 Datenmodell

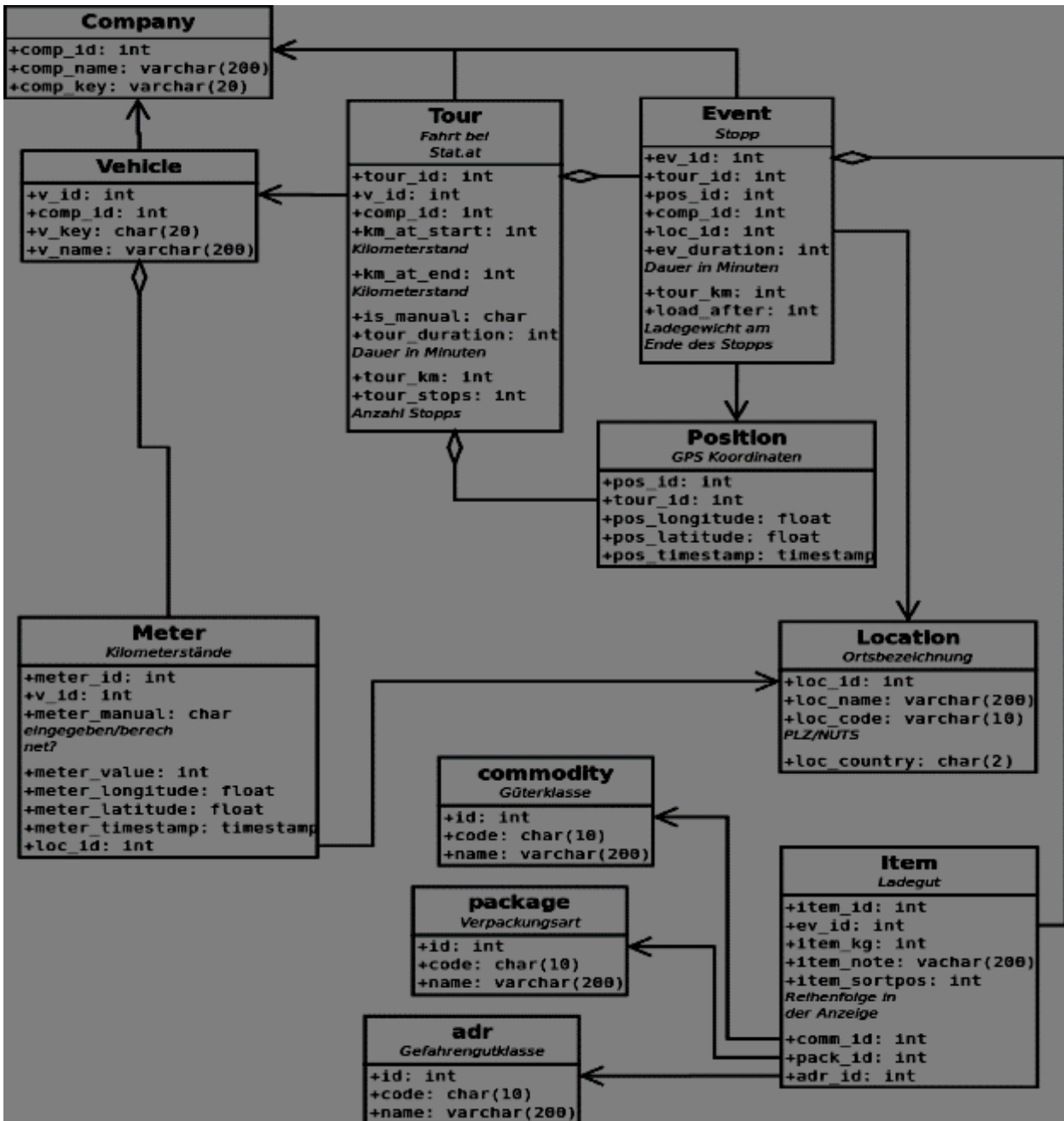


Abbildung 5: Datenmodell ParaStat-Applikation

PostgreSQL kommt als RDBMS zum Einsatz. Zugriff auf die Daten aus der Applikation geschieht ausschließlich via JPA (Java Persistence API). Dafür wird die JPA Implementierung von Hibernate verwendet. Die Implementierungen der Entity Klassen in Java sind zu finden im package net.paradigma.model.

## 4.2.4 HTTP Requests

### 4.2.4.1 Application Context Objekte

Beim Start der Applikation werden die folgenden 3 Service-Klassen initialisiert:

- ⑩ EntityManagerFactory: Die Factory für die Java Persistence API. Bei jedem Request wird von diesem Service ein "EntityManager" erzeugt.
- ⑩ GeoLookupProxy: Client API für das GeoLookup Service (siehe unten)
- ⑩ ChangeRepos: Repository für transiente geänderte Objekte (siehe "Changed Objects").

Die Initialisierung dieser Services wird in Manager.java gemacht, konfiguriert via web.xml.

### 4.2.4.2 Request Lifecycle

Die wesentlichen (applikationsspezifischen) Schritte, die von einem HTTP Request am Server durchlaufen werden:

1	Initialisieren von EntityManager (JPA) und DataService.	Die DataService Klasse ist der zentrale Anlaufpunkt für alle Datenbank-IO Operationen innerhalb der Applikation. Im DataService wird einerseits die Java Persistence API (JPA) verwendet, um persistente Daten in der PostgreSQL Datenbank zu verwalten, andererseits werden temporäre Objekte intern gespeichert ("Changed Objects" siehe unten).	interceptor/Transaction.java service/DataService.java
2	Prüfen des Company-Keys (Firmen-ID)	Hier wird geprüft, ob ein gültiger Company-Key gegeben ist (entweder via Login-Formular, oder bereits in der Session gespeichert). Der Key wird im vorher initialisierten DataService gesetzt.	interceptor/CompanyInit.java
3	Initialisieren des ChangeRepository	Die Verwaltung der geänderten Objekte wird in einer eigenen Service-Klasse implementiert. An dieser Stelle wird diese Klasse "resolved" und im vorher initialisierten DataService gesetzt.	interceptor/ChangeReposInit.java
4	Action Aufruf		Action Klassen: net.paradigma.action.*
5	JPA flush	Sicherstellen, dass alle ausstehenden SQL Commands ausgeführt wurden, um mögliche Fehler zu erwischen, bevor die Ergebnisseite erstellt wurde.	interceptor/Transaction.java
6	Render result page	struts/tiles/jsp	Jsp files, struts.xml, tiles.xml
7	DB Commit, DataService close		interceptor/Transaction.java

### 4.2.4.3 Cookies

Abgesehen vom Standard-Mechanismus für die SessionID (JSESSIONID Cookie), wird von der Applikation ein zusätzliches Cookie verwendet: COMPANY\_KEY – speichert die vom Benutzer gegebene Firmen-ID (nur, wenn die entsprechende Checkbox auf der Login Seite aktiviert ist).

Das COMPANY\_KEY Cookie wird in Schritt 2 im Request-Lifecycle verwendet.

### 4.2.4.4 Session

Es wird eine Standard HttpSession verwendet, in der folgende Daten gespeichert werden:

- ⑩ Aktueller State im Userinterface (welche Ids sind ausgewählt). Klasse "UIState" in action/DataAction.java. Das ist vor allem nötig, um bei Page-Reloads die richtigen Inhalte darzustellen.

- ⑩ Formdaten (und Fehlerstatus) von nicht gespeicherten Formularen (“vehicle-form”, “item-form”).
- ⑩ Das aktuell bearbeitete eQuest-File (geparstes XML). Siehe “action/EQuest.java”.

#### 4.2.4.5 Changed Objects

Das Userinterface ist so aufgebaut, dass Datenänderungen nicht sofort in der Datenbank gespeichert werden, sondern erst nach einer expliziten Benutzeraktion (“Änderungen speichern”). Zu diesem Zweck müssen die Änderungen (“Changed Objects”) temporär zwischengespeichert werden. Das geschieht in der Klasse `service.ChangeRepos`. Das Zusammenführen von geänderten oder neuen Objekten mit den persistenten Daten aus der Datenbank wird in `service.DataService` gemacht, weshalb Datenlisten auch immer über das `DataService` initialisiert werden.

#### 4.2.4.6 AJAX & Page Load

In der Webapplikation werden reguläre HTML Page Loads gemischt mit AJAX Requests, welche nur Teile der HTML-Seite aktualisieren. Dabei wird über State-Informationen in der Session sichergestellt dass ein Page-Reload wieder dieselben (aktualisierten) Inhalte liefert wie vor dem Reload.

Für die AJAX Requests in STRUTS wird folgendermaßen vorgegangen:

- ⑩ Durch die URL wird unterschieden, ob die gesamte Seite (Page Load), oder nur Teile (AJAX Request) aktualisiert werden sollen: für jede Page wird eine Action in `struts.xml` definiert, sowie für jeden AJAX Request.
- ⑩ Die Actions im `struts.xml` folgen der Konvention: Die Namen der Page-Load Actions beginnen mit “p\_”. Die Namen der AJAX Actions beginnen mit “x\_”.
- ⑩ AJAX Request-Results werden wie die HTML Seiten mit tiles und JSP erzeugt. Dabei wird im JSP der Result-XML Code gegeben, in dem über CDATA-Elemente die zu aktualisierenden HTML Teile eingebettet werden.
- ⑩ Die AJAX-XML JSP Files finden sich in `pages/xml/`.

### 4.2.5 Geo Lookup Service

Das Übersetzen der Geokoordinaten in Ortsnamen und PLZ ist in R implementiert. Dort wird eine Funktion [`GPSLocalization()`] zur Verfügung gestellt, die in Java (via RJava) verwendet werden kann.

Um einerseits bei Applikationsrestart nicht immer die aufwändige Initialisierung des R-Codes machen zu müssen, und andererseits die Sequentialisierung der Requests (siehe unten) machen zu können, wird die Einbettung von R in einem eigenständigen RMI Service gemacht (`package net.paradigma.geo`).

Leider kann in Java eingebetteter R Code nicht multithreaded betrieben werden. Deshalb müssen die Aufrufe von `GPSLocalizaiton()`, die potenziell gleichzeitig von unterschiedlichen HTTP Request gemacht werden, sequenzialisiert werden. Das wird ganz einfach über ein synchronisiertes RMI Service gemacht.

Diese Sequentialisierung stellt natürlich ein mögliches Problem für die Performance dar. Das wurde aber für die aktuelle Testphase ignoriert. Die Implementierung ist ausreichend vom restlichen System entkoppelt, so dass hier bei Bedarf relativ einfach ein Load-Balancing Mechanismus eingeführt werden könnte.

Das Geo Lookup Service wird an zwei Stellen in der Applikation verwendet:

- ⑩ Einerseits wird ein JSON Service für die Mobile-App zur Verfügung gestellt, über welche die Mobile App direkt die Ortsnamen lesen kann (`action/json/ResolveLocations.java`).
- ⑩ Andererseits wird beim Einlesen der Positionen aus der Mobile-App (`action/json/ReceiveTour.java`) zusätzlich geprüft, ob die Orte bereits gegeben sind, und falls nicht, wird an dieser Stelle das Geo Lookup Service befragt.

### 4.2.6 JSON API für Mobile App

Für die Kommunikation mit der Mobile-App wird eine einfache JSON API zur Verfügung gestellt. Diese wird ebenfalls als STRUTS Actions implementiert, die im Java package `net.paradigma.action.json` definiert sind.

Die API besteht aus 3 Requests:

/listvehicles	action.json .ListVehicles	Liefert einfach eine Liste aller (für die Firma) definierten Fahrzeuge (Code & Bezeichnung). Dieser Request wird auch verwendet, um gleichzeitig die Firmen-ID zu validieren.
/resovelocs	action.json .ResolveLocations	Bekommt eine Liste von Koordinatenpaaren und liefert eine Liste von Ortsdaten (Land, PLZ, Name) zurück.
/sendtour	action.json .ReceiveTour	Mit diesem Request werden die aufgezeichneten Fahrten übermittelt. Die Mobile App sendet eine Liste von Positionen mit den zugeordneten Stopp-Events, sowie Anfangs- & Endmarkierungen für Aufzeichnungsstart & -Ende. Zusätzlich wird serverseitig nach weiteren Kriterien eine einzelne Aufzeichnung auf möglicherweise mehrere Fahrten aufgeteilt (siehe unten).

Bei jedem Request muss eine gültige Firmen-ID mitgegeben werden.

Die Daten einer einzelnen Aufzeichnung (von Beginn bis Ende der Aufzeichnung) werden an dieser Stelle möglicherweise auf mehrere Fahrten aufgeteilt. Und zwar nach folgenden Kriterien:

- ⑩ Wenn 2 aufeinanderfolgende Punkte mehr als 100km<sup>15</sup> auseinanderliegen (unabhängig von deren Timestamps).
- ⑩ Wenn 2 aufeinanderfolgende Punkte länger als 8 Stunden auseinanderliegen.
- ⑩ Wenn 2 aufeinanderfolgende Punkte länger als 4 Stunden auseinanderliegen, und dazwischen ein Tageswechsel erfolgt (dh. die Pause über Mitternacht geht).

### 4.2.7 eQuest Fragebogen beladen

Über die Homepage der Statistik Austria kann man den Web-Fragebogen zur Verkehrsstatistik herunterladen. Dort sind in der Regel bereits die Stammdaten des Unternehmens vorgefüllt. Insbesondere die Fahrzeuge und deren Details werden aus anderen Quellen geholt.

#### 4.2.7.1 Format & Zuordnung

Der exportierte Fragebogen liegt in einem recht einfach konzipierten XML-File mit einem konsequenten Question/Answer Schema vor. Beim Upload des Fragebogens in unsere Applikation werden die Inhalte geparsed und im Speicher behalten.

Den im Fragebogen definierten Fahrzeugen werden die in der Applikation definierten Fahrzeuge zugeordnet. Dabei wird einfach das Kennzeichen des Fahrzeugs verwendet. Fahrzeuge im Fragebogen, deren Kennzeichen nicht in unserer Applikation vorhanden ist, bleiben unausgefüllt. Fahrzeuge in der Applikation, die im Fragebogen nicht vorhanden sind, werden ignoriert (beim Upload des ausgefüllten Fragebogens bei Statistik Austria können keine neuen Fahrzeuge definiert werden).

#### 4.2.7.2 Fahrten, Touren

Die in der Applikation erfassten Fahrten werden als Fahrten im eQuest Fragebogen übernommen, wenn das Start-Datum oder das Ende-Datum der Fahrt im Meldezeitraum liegen, der im Fragebogen gegeben ist.

Aus einer Fahrt werden "Touren" für den Fragebogen berechnet, indem die Fahrt in Teilstrecken aufgeteilt wird, auf denen sich die Ladung nicht ändert. Wird also zB. keine Ladung in der Applikation angegeben, so wird für eine Fahrt nur eine einzelne Tour eingetragen.

<sup>15</sup> Die große Distanz wurde für den Testbetrieb gewählt. Im Echtbetrieb bzw. für langfristige Aufzeichnungen nach Verfeinerung der APP-Funktionalität kann hier die Distanz deutlich reduziert werden.

Pro Teilstrecke (Tour) werden die Daten des schwersten Ladeguts (nach gegebenem Kilogramm) als Klassifikationsdaten (Güterklasse, Verpackungsart, Gefahrgut) für den Fragebogen übernommen. Als Gewicht wird das Gesamtgewicht genommen.

## 4.3 Erfassung von GPS Positionen zur Lokalisation von Postleitzahlen-Gebieten

### 4.3.1 Erfassung geographischer Regionen

Um GPS Positionen mit Hilfe mathematischer Methoden eindeutig geographischen Gebieten zuordnen zu können, werden sogenannte Shapefiles benötigt. Die in diesen Shapefiles definierten Polygone bilden diese geographischen Gebiete ab. Innerhalb von Österreich werden bei der Aufbereitung der Österreichischen Statistik des Straßengüterverkehrs Be- und Entladeorte auf Postleitzahlen-Ebene erfasst.<sup>16</sup> Diese Genauigkeit soll auch innerhalb des Projektes AutoStat beibehalten bzw. noch verfeinert werden. Durch die Lokalisation von GPS Koordinaten wird die Möglichkeit geschaffen, Be- und Entladeorte sowie gefahrene Kilometer auch für Fahrten innerhalb einer Postleitzahl zu identifizieren.

Für die Bestimmung von ausländischen Be- und Entladeorten werden von der Statistik Austria sogenannte Postleitzahlenregionen definiert.<sup>17</sup> Im Projekt AutoStat erfolgt die Lokalisation von Be- und Entladeorten innerhalb der Mitgliedstaaten der Europäischen Union und einigen weiteren Ländern (z.B. Norwegen, Schweiz, Türkei) auf NUTS3-Ebene, in allen anderen Ländern auf NUTS0-Ebene.

#### 4.3.1.1 Österreich

Für Österreich sind in der Public Domain „Offene Daten Österreich“<sup>18</sup> Daten in Form von Shapefiles bis auf Gemeindeebene frei erhältlich, d.h. für jede österreichische Gemeinde gibt es Informationen über die geographische Fläche sowie über deren Begrenzungspunkte und -linien.

Die Daten sind aktuell (2015) und umfassen unter anderem Gemeindekennziffern und Gemeindennamen, jedoch keine Ortskennziffern oder Postleitzahlen.

Da zu Beginn des Projekts noch nicht absehbar war, ob für AutoStat auch Postleitzahlen Polygone/Shapefiles zur Verfügung gestellt werden können (STAT, BMVIT, eventueller Ankauf durch die Wirtschaftsuniversität Wien), musste in der Zwischenzeit auf eine weitere provisorische Datenquelle<sup>19</sup> zurückgegriffen werden, welche es erlaubt, mit Hilfe von Gemeindekennziffern auf Postleitzahlen zu schließen (Ortelisten mit Zentroid-/Schwerpunktkoordinaten).

#### 4.3.1.2 Ausland

Für die Zuordnung von GPS Positionen außerhalb des Österreichischen Bundesgebietes werden von der EUROSTAT öffentlich zur Verfügung gestellte Shapefiles aus den Jahren 2013-2014 verwendet (NUTS3 bzw. NUTS0).<sup>20</sup>

### 4.3.2 Software Paket R

Sowohl für die Datenaufbereitung (Shapefile Ver- und Aufbereitung, Import Orteliste) als auch für die anschließenden Berechnungen (Bestimmung der geographischen Lage von GPS Positionen und notwendige Iterationsschritte) wird das frei verfügbare Software Paket R verwendet.

### 4.3.3 Verfahren zur Bestimmung der geographischen Lage

Zu Beginn des Projektes hat sich gezeigt, dass einfache Verfahren zur Bestimmung der geographischen Lage von GPS Positionen unter hoher Rechenzeit leiden. In der Folge wurden die Verfahren erweitert und verfeinert, um eine möglichst geringe Rechenzeit zu gewährleisten.

Für jede GPS Position wird die REGION (Österreich: Postleitzahl, Ausland: NUTS0/NUTS3), der ORT (Österreich: Ortsname, Ausland: NUTS-Bezeichnung) sowie COUNTRY (ISO-Code) ausgegeben.

<sup>16</sup> Vgl. Statistische Nachrichten 05/2013, Fahrzeugkilometer - Aktualisierung der Streckenberechnung im Straßengüterverkehr, S. 413 ff.

<sup>17</sup> Vgl. ebenda

<sup>18</sup> <https://www.data.gv.at/> (18.09.2015)

<sup>19</sup> <http://iam.at/austria/> (28.09.2015)

<sup>20</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/de/web/gisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units> (18.09.2015)



#### 4.3.3.1 1. Verfahren – Sukzessive Suche nach passendem Gemeindepolygon

Jedes GPS Koordinatenpaar wird im ersten Schritt mit der R-Funktion *point.in.polygon()* überprüft, ob es innerhalb oder außerhalb des österreichischen Bundesgebietes liegt.

Befindet sich die GPS Position in Österreich, wird im nächsten Schritt iterativ untersucht, in welcher österreichischen Gemeinde sich diese befindet. Sobald die entsprechende Gemeinde gefunden wird, wird die Suche abgebrochen (siehe Abbildung 6 – Sukzessive Suche)

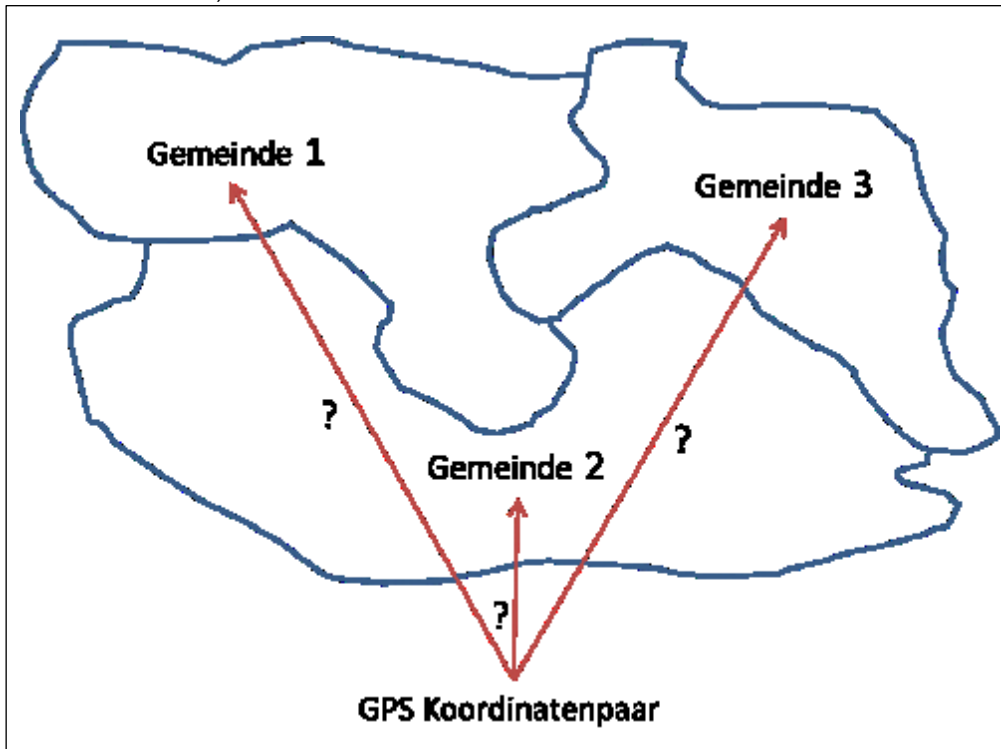


Abbildung 6 – Sukzessive Suche

Der Nachteil besteht darin, dass jedes Gemeindepolygon bis zum Auffinden der tatsächlichen Gemeinde untersucht werden muss, was enorme Rechenzeit zur Folge hat.

Dieses Verfahren wurde aus genannten Gründen nicht weiterverfolgt (Schließen auf Postleitzahlen, etc.) und verworfen.

#### 4.3.3.2 2. Verfahren – Suche nach passendem Gemeindepolygon mit Hilfe von nächstgelegenen Orten

Um die Rechenzeit zu beschleunigen, wurde eine Liste mit sämtlichen österreichischen Orten hinzugezogen, welche neben der Ortskennziffer, der Gemeindegrenznummer und der Postleitzahl(en) auch die geographische Lage des Ortes in Form von Punktkoordinaten (Längengrad, Breitengrad) enthält<sup>21</sup>, sprich: die Daten umfassen für jeden Ort auch die geographische Lage seines Schwerpunktes (Zentroid).

Wie im 1. Verfahren wird zunächst überprüft, ob die GPS Position innerhalb oder außerhalb von Österreich liegt.

Im nächsten Schritt wird ausgehend von der Lage der österreichischen GPS Position ein Suchrechteck definiert (siehe Abbildung 7 – Suchrechteck), um den Fokus der Suche auf Polygone mit der höchsten Treffer-Wahrscheinlichkeit einzuschränken. Die Längs- und die Breitenseite dieses Suchrechtecks werden folgendermaßen berechnet:

Längsseite = Längengrad GPS Position +/- Schrittweite Längengrad<sup>22</sup>

Breitseite = Breitengrad GPS Position +/- Schrittweite Breitengrad

<sup>21</sup> <http://iam.at/austria/> (28.09.2015)

<sup>22</sup> Die voreingestellte Schrittweite beträgt 0.05 Grad (sowohl jene des Längengrades als auch jene des Breitengrades)

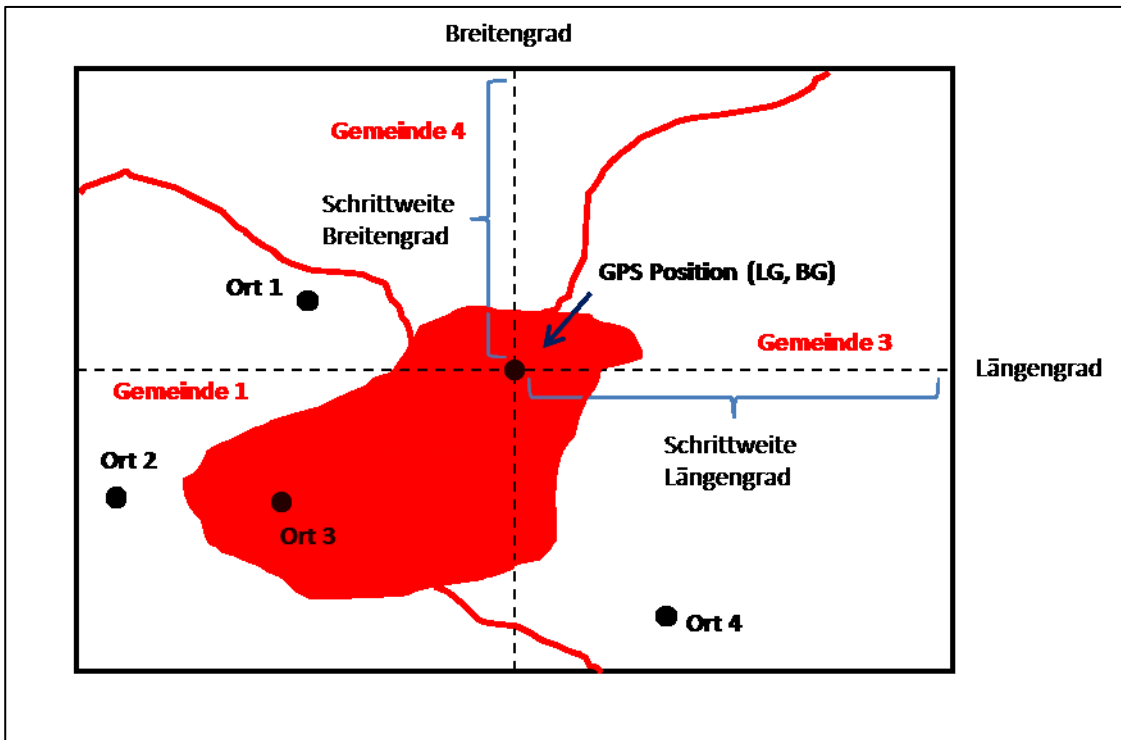


Abbildung 7 – Suchrechteck mit Orten und Gemeinden

Jene österreichischen Orte, welche im Suchrechteck gefunden werden, werden aufsteigend nach Ihrer Distanz zur GPS Position gelistet. Zur Berechnung der Distanz wird die „Vincenty Ellipsoid Method“<sup>23</sup> verwendet, die sich am World Geodetic System 1984 (WGS84) orientiert (Äquatorhalbachse = 6.378,137 km, Polarhalbachse = 6.356,752 km).

Ort 1 in Abbildung 7 – Suchrechteck weist die geringste Distanz zur GPS Position auf. Die österreichische Orteliste<sup>24</sup> zeigt, dass Ort 1 der Gemeinde 1 zugeordnet ist.

Nun wird mit Hilfe des Gemeinde Shapefiles und der Gemeindekennziffer (letztere sowohl im Gemeinde Shapefile als auch in der Orteliste enthalten) untersucht, ob die GPS Position im Polygon von Gemeinde 1 liegt (R-Funktion *point.in.polygon()*). Da dies nicht der Fall ist, wird die Prozedur für den Ort mit der zweitgeringsten Distanz zur GPS Position wiederholt, insgesamt solange, bis ein Ort gefunden wird, welcher im gleichen Gemeindegebiet wie die GPS Position liegt. Im Beispiel von Abbildung 7 – Suchrechteck ist dies Ort 3 nach der 2. Iteration, der sich - wie die GPS Position - in Gemeinde 2 befindet.

Mit Hilfe der Orteliste wird dem GPS Koordinatenpaar die Postleitzahl des Ortes zugewiesen. Umfasst ein Ort mehrere Postleitzahlen, wird die erste gelistete Postleitzahl gewählt.

Enthält das 1. Suchrechteck keine Orte (z.B. Region mit niedriger Ortedichte) bzw. liegt kein Ort des Suchrechtecks im gleichen Gemeindepolygon wie die GPS Position, wird das Suchrechteck solange um die beiden Schrittweiten vergrößert, bis im Suchrechteck Orte gefunden werden und ein Ort innerhalb des Suchrechtecks im gleichen Gemeindegebiet wie die GPS Position liegt.

Da die Orteliste veraltet ist (alte Gemeindekennziffern, Noch-Nichtberücksichtigung von Gemeindezusammenlegungen insbesondere in der Steiermark, etc.) und über den Link der Gemeindekennziffern zu den Orten keine eindeutige Zuordnung von Postleitzahlen möglich ist, wird beim 3. Verfahren auf die eingangs erwähnten Postleitzahlen Shapefiles zurückgegriffen.

**4.3.3.3 3. Verfahren – Suche nach passendem Postleitzahlen-Polygon mit Hilfe von nächstgelegenen Mittelpunkten (Zentroiden) der Postleitzahlen-Polygone**

**Österreich**

Aufgrund der späteren Verfügbarkeit von Postleitzahlen-Polygonen<sup>25</sup> kann das 2. Verfahren noch verbessert werden: die Gemeindepolygone werden durch aktuelle Postleitzahlen-Polygone, die Orte (Punkte) durch die Zentroide der Postleitzahlen-Polygone ersetzt.<sup>26</sup>

<sup>23</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty's\\_formulae](https://en.wikipedia.org/wiki/Vincenty's_formulae) (26.02.2016)

<sup>24</sup> <http://iam.at/austria/> (28.09.2015)

<sup>25</sup> Lizenzerwerb bei der Österreichischen Post AG durch die WU Wien

<sup>26</sup> Die Zentroide der PLZ-Polygone wurden mit QGIS, einem Open Source GIS, berechnet.

Liegt die GPS Position innerhalb von Österreich, wird das Suchrechteck analog zum 2. Verfahren definiert (siehe Abbildung 8 – Suchrechteck mit PLZ-Polygonen und PLZ-Zentroiden). Es werden sämtliche gefundenen PLZ-Zentroide aufsteigend nach ihrem Abstand zur GPS Position gereiht. Beginnend mit dem zur GPS Position nächstgelegenen PLZ-Zentroiden wird mit der R-Funktion *point.in.polygon()* untersucht, ob die GPS-Koordinaten innerhalb des entsprechenden PLZ-Polygons liegen:

- Wird das PLZ-Polygon, in welchem die GPS Position liegt, gefunden, wird die Suche automatisch beendet.
- Wird kein Polygon gefunden bzw. enthält das Suchrechteck keine PLZ-Zentroide, muss die Suche ausgedehnt werden, indem die Schrittweite vergrößert wird.<sup>27</sup>

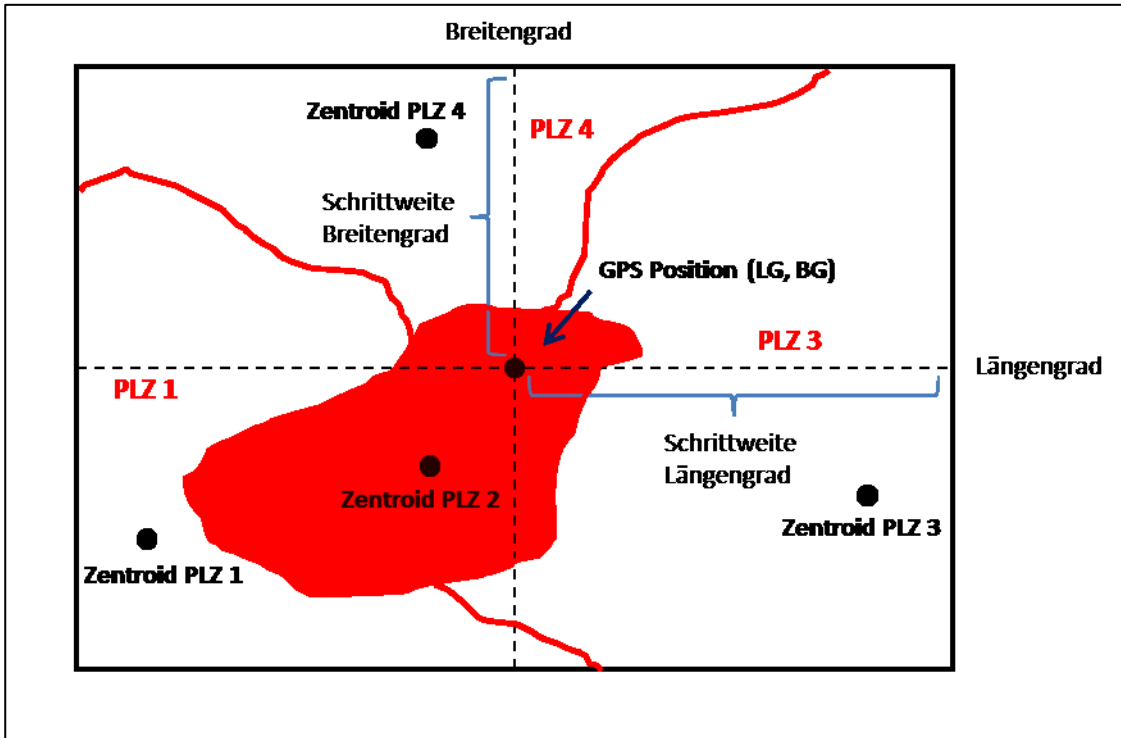


Abbildung 8 – Suchrechteck mit PLZ-Polygonen und PLZ-Zentroiden

Bei einer erforderlichen Vergrößerung des Suchrechtecks wird nur mehr die neu hinzukommende Fläche (Suchrechteck-Delta) nach PLZ-Zentroiden durchsucht (siehe farbige Fläche in Abbildung 9 – Vergrößerung des Suchrechtecks / Suchrechteck Delta).

<sup>27</sup> Die Schrittweite wird je Iteration um 0.03 Grad vergrößert (sowohl jene des Längengrades als auch jene des Breitengrades).

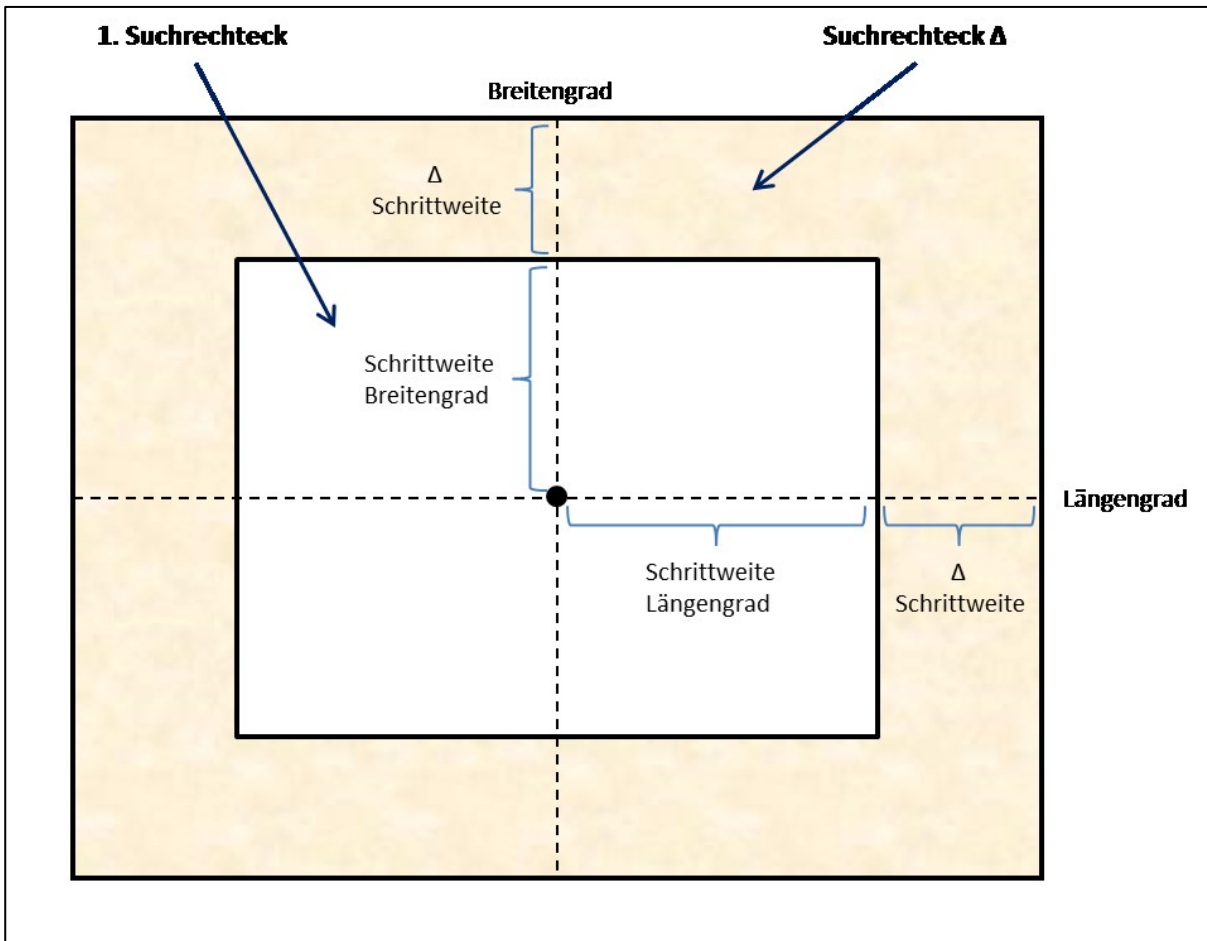


Abbildung 9 – Vergrößerung des Suchrechtecks / Suchrechteck Delta

Bei der 1. Iteration werden immer sämtliche gefundenen PLZ-Zentroide untersucht, unabhängig davon, wie groß die Anzahl der PLZ-Zentroide ist. Ab der 2. Iteration können zwei Stopp-Kriterien zur Anwendung kommen: Wurden insgesamt bereits 20 PLZ-Zentroide<sup>28</sup> und deren Polygone erfolglos untersucht, wird die Suche abgebrochen und den Attributen REGION, ORT und COUNTRY wird der Wert ‚NA‘ (Not Available) zugewiesen. Weiters ist auch die Anzahl an Iterationen zur Vergrößerung des Suchrechtecks limitiert. Wurde das Suchrechteck insgesamt 50-mal vergrößert, unter den im Suchrechteck liegenden Zentroiden jedoch kein entsprechendes Polygon gefunden, wird die Suche ebenfalls abgebrochen und bei der Zuweisung der Attributswerte wie oben verfahren. Der Grund für die Implementierung der beiden Stopp-Kriterien liegt unter anderem darin, dass jene Begrenzungslinien der PLZ-Polygone, welche den nationalen österreichischen Außengrenzen entsprechen, nicht immer mit den NUTS3- bzw. NUTS0-Außengrenzen des Nachbarlandes konform sind. Somit entstehen geographische Flächen, die weder durch österreichische noch durch ausländische Polygone abgedeckt sind. Liegt eine GPS Position in einem weder durch PLZ- noch durch NUTS-Polygone abgedeckten Gebiet, würde die erfolglose Suche nach dem passenden Polygon ohne Abbruchkriterien enormen Zeitaufwand verursachen und letztendlich einen Fehler ausgeben. Abbildung 10 – „Niemandland“ und Überlappungen von PLZ und NUTS veranschaulicht die Problematik von unscharfen Grenzen am Beispiel der burgenländischen Postleitzahl 8382 (Mogersdorf) und der ungarischen NUTS3-Region HU222 (Vas).

<sup>28</sup> entspricht der Voreinstellung

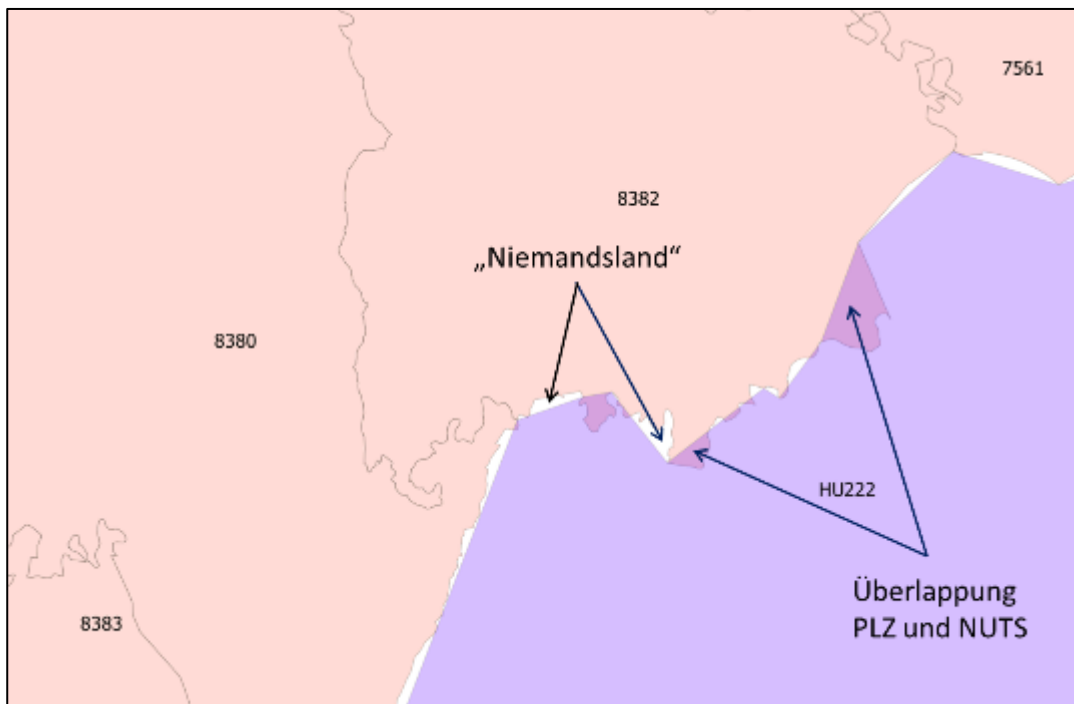


Abbildung 10 – „Niemandland“ und Überlappungen von PLZ und NUTS

Überlappungen zwischen Postleitzahlen und NUTS-Regionen stellen keine technischen Probleme bei der Lokalisierung von GPS Positionen dar. Liegt eine GPS Position sowohl in einem österreichischen PLZ-Gebiet als auch in einem ausländischen NUTS-Gebiet, werden ausschließlich ausländische Zentroide gesucht und die entsprechenden Polygone durchsucht, weil die zu Beginn durchgeführte Abfrage, ob eine GPS Position im Österreich-Polygon liegt oder nicht, im Fall einer Überlappung immer zugunsten des Auslands ausfällt. Somit werden GPS Positionen in Überlappungsgebieten ausschließlich ausländischen NUTS-Regionen zugewiesen.

Zur Bestimmung des Attributs ORT mit Hilfe der PLZ wird die aktuelle Ortsliste der Statistik Austria<sup>29</sup> herangezogen, wobei bei Postleitzahlen mit mehr als 1 Ortseintrag der erste Eintrag für das Mapping PLZ => ORT ausgewählt wird.

#### Ausland

Analog zur Vorgehensweise in Österreich werden auch für das Ausland Be- und Entladeorte mit dem obigen iterativen Verfahren ermittelt.

Allerdings kommen mangels Verfügbarkeit von ausländischen Gemeinde- bzw. PLZ-Polygonen ausschließlich Polygone für NUTS3 und NUTS0 zum Einsatz. Statt einer Ortsliste bzw. PLZ-Zentroiden wird eine bei der EUROSTAT frei verfügbare Liste mit ausländischen NUTS3- und NUTS0-Zentroiden (Punktkoordinaten der NUTS-Schwerpunkte) in Form von Punkte-Shapefiles verwendet.<sup>30</sup>

Die Vorgehensweise für die Zuweisung ausländischer GPS Positionen entspricht sonst dem 3. Verfahren für österreichische Koordinatenpaare.

Da die bei der EUROSTAT abrufbare Tabelle für das NUTS-Code => NUTS-Bezeichnung Mapping<sup>31</sup> nur für EU-Mitgliedsstaaten NUTS3-Bezeichnungen enthält, wird das Attribut ORT der übrigen Staaten (auch bei ausschließlicher NUTS0-Polygon Verfügbarkeit) mit dem Wert ‚NA‘ (Not Available) befüllt.

Aufgrund der geringen Dichte von NUTS3- und NUTS0-Zentroiden kann vor allem bei ausländischen GPS Positionen ein weiteres Stopp-Kriterium zum Tragen kommen: es besteht die Möglichkeit, dass auch bei wiederholtem iterativem Vorgehen (kontinuierliche Erhöhung der Schrittweiten des Suchrechtecks) keine Zentroide gefunden werden (insbesondere bei flächenmäßig großen Ländern, für die ausschließlich NUTS0-Polygone und –Zentroide verfügbar sind: USA, Russland, Kanada, etc.).

Die Suche wird abgebrochen, sobald das Suchrechteck 50-mal vergrößert wurde, ohne einen einzigen NUTS-Zentroid gefunden zu haben. Die Attribute REGION, ORT und COUNTRY der GPS Position erhalten jeweils den Wert ‚NA‘ (Not Available).

<sup>29</sup> [http://statistik.at/web\\_de/klassifikationen/regionale\\_gliederungen/ortschaften/index.html](http://statistik.at/web_de/klassifikationen/regionale_gliederungen/ortschaften/index.html) (16.02.2016)

<sup>30</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/de/web/gjisco/geodata/reference-data/administrative-units-statistical-units> (18.09.2015)

<sup>31</sup> <http://ec.europa.eu/eurostat/ramon> (16.02.2016)

### 4.3.4 Visualisierung von Touren und Postleitzahlen-Polygonen mit sämtlichen Quellen und Senken

Ähnlich wie bei der Suche nach dem passenden PLZ-Polygon wurden sowohl für die Visualisierung von aufgezeichneten Touren als auch für die Abbildung von PLZ-Polygonen (mit sämtlichen Start- und Endpunkten dieser Touren) Funktionen mit dem Softwarepaket R, insbesondere mit dem Spatial Visualization Paket *ggmap*, entwickelt.

Mit Hilfe dieser Funktionen ist es möglich, durch einfache Eingabe einer Tour-ID die komplette gefahrene Route in einer Grafik abzubilden bzw. durch Angabe einer Postleitzahl das zugrundeliegende PLZ-Polygon mit allen in diesem Gebiet befindlichen Start- und Endpunkten von gefahrenen Touren darzustellen.

Darüber hinaus wurde eine weitere Funktion programmiert, um auch die Länge der gefahrenen Route für jede beliebig Tour berechnen zu können.

#### 4.3.4.1 Visualisierung von Touren

Die für die Abbildung von Touren entwickelte R-Funktion `tour()` liefert folgende Informationen in grafischer Form:

- Beginn der Tour: O ... Origin (rot)
- Ende der Tour: D ... Destination (rot)
- Postleitzahlen des Start- und Endpunktes der Tour (rot)
- Die gefahrene Route (blau-türkis)
- Postleitzahlengebiete als Fläche/Polygon (gelb)

Als Landkarte/Map im Hintergrund wurde „Stamen, Toner-lite“<sup>32</sup> gewählt, um einen möglichst guten Kontrast zwischen den dargestellten Layern (Map, PLZ-Polygone, Start- und Endpunkte, Tour) zu erreichen.

Beispiel:

Durch Eingabe der Syntax `tour(1098)` in R wird die Tour mit der ID = 1098 (siehe Abbildung 11 – Beispielhaftes Routing für Tour 1098) dargestellt. Die Tour beginnt im 22. Wiener Gemeindebezirk (PLZ: 1220) und endet in Großweikersdorf (PLZ: 3701). Die blau-türkise Einfärbung zeigt die gefahrene Route.

---

<sup>32</sup> <http://maps.stamen.com>

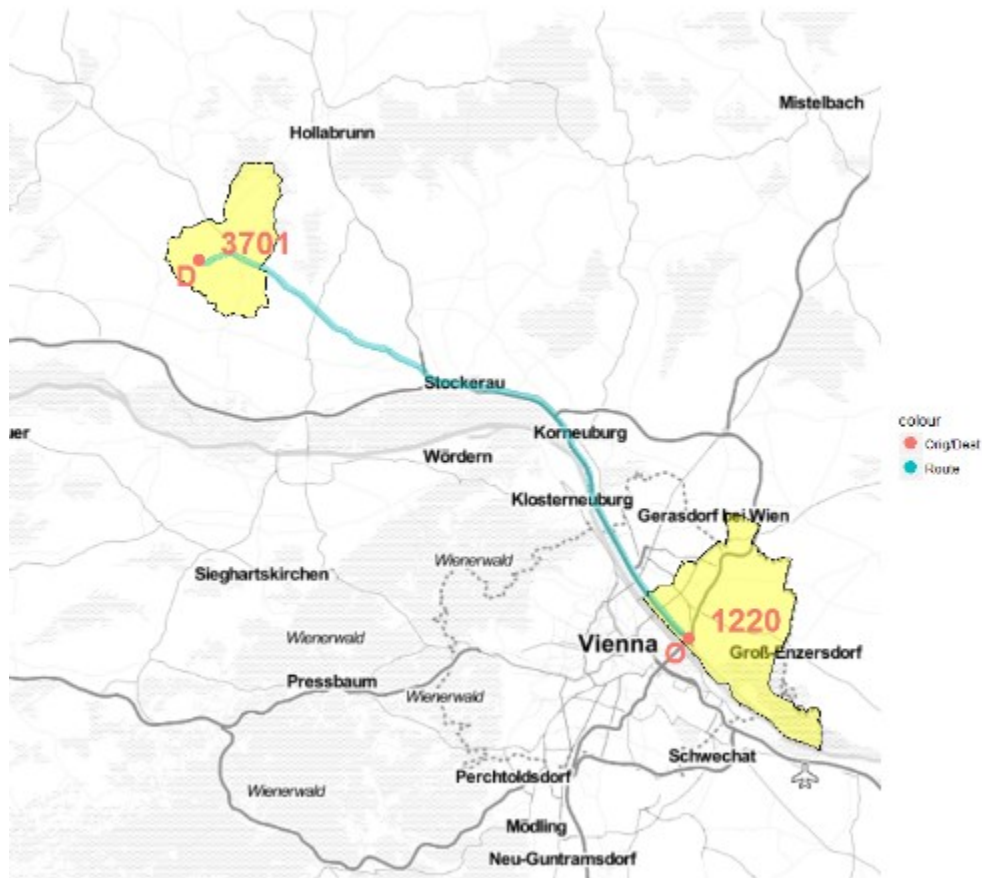


Abbildung 11 – Beispielhaftes Routing für Tour 1098

### 4.3.5 Weitere Visualisierungen von Touren

Im Folgenden sind die Touren mit den ID's 1099 bis 1103 abgebildet.



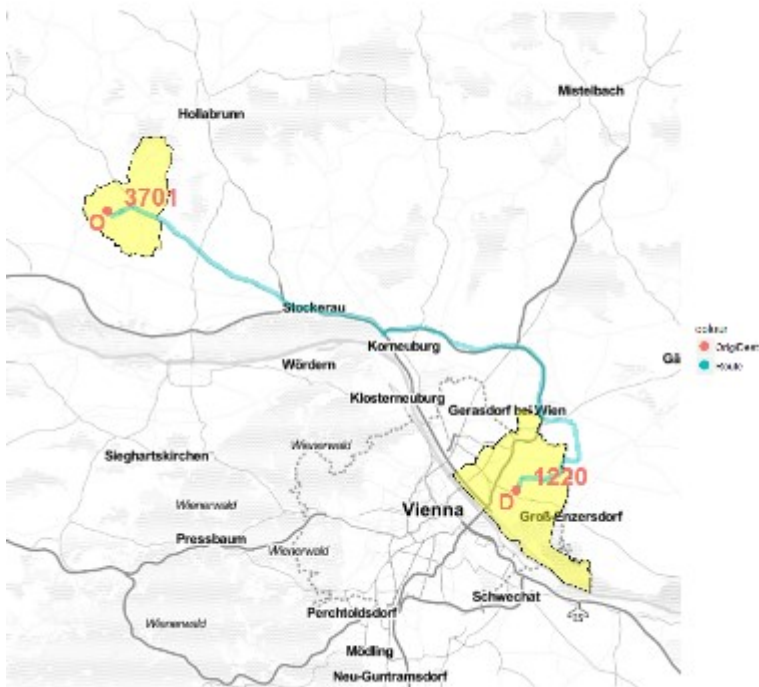


Abbildung 12 - Beispielhaftes Routing für Tour 1099

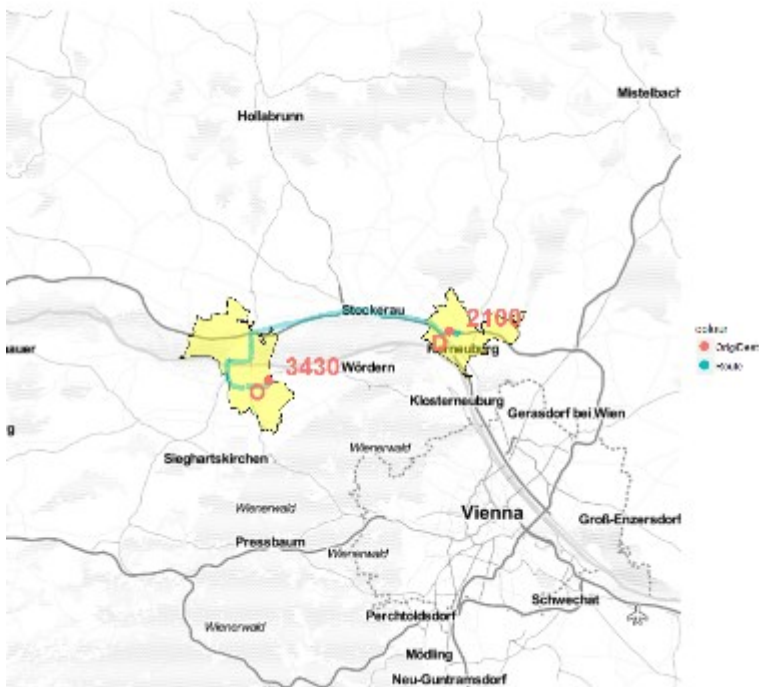


Abbildung 13 - Beispielhaftes Routing für Tour 1100

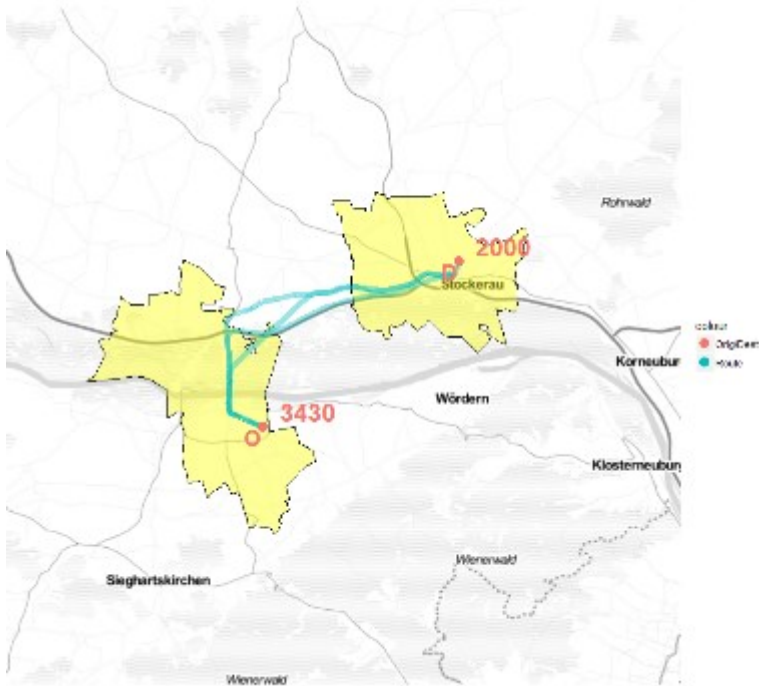


Abbildung 14 - Beispielhaftes Routing für Tour 1101

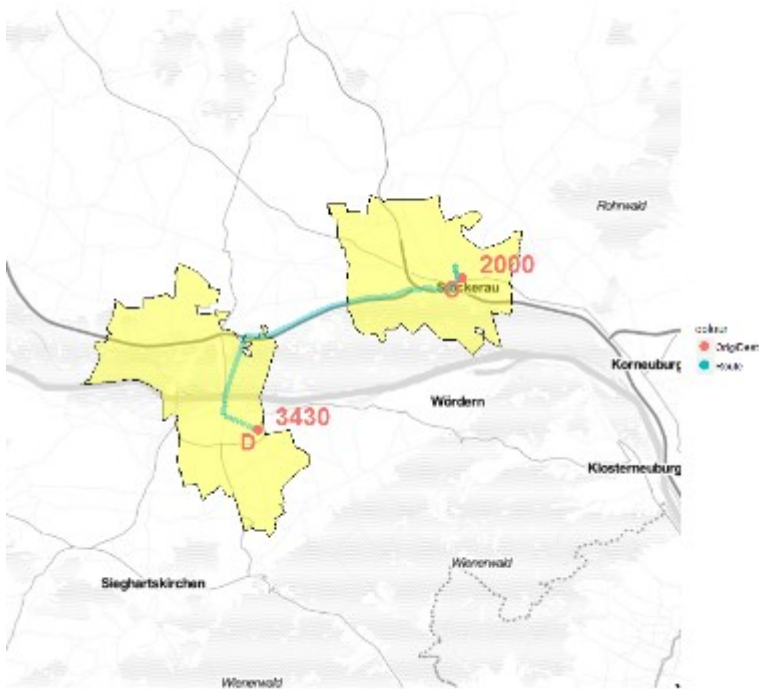


Abbildung 15 - Beispielhaftes Routing für Tour 1102



Abbildung 16 - Beispielhaftes Routing für Tour 1103<sup>33</sup>

### 4.3.6 Länge der gefahrenen Route

Für jede beliebige Tour können mit der in R entwickelten Funktion `distance()` zusätzlich die gefahrenen Kilometer ausgegeben werden. Dabei werden die jeweiligen Distanzen zwischen zwei zeitlich aufeinander folgenden GPS-Messungen wiederum mit Hilfe der bereits erwähnten „Vincenty Ellipsoid Method“ berechnet und aufsummiert.

Beispiel:

Bei Eingabe der Syntax `distance(1098)` wird in R die Länge der Route für die Tour (ID = 1098) berechnet (in Kilometer): 50,315

### 4.3.7 Länge von weiteren Touren

Die Länge der Touren mit den ID's 1099 bis 1103 können Tabelle 1 - Touren und Länge der Routen entnommen werden:

Tour-ID	Länge (km)
1099	69,298
1100	35,432
1101	58,342
1102	30,713
1103	277,153

Tabelle 1 - Touren und Länge der Routen

### 4.3.8 Visualisierung von Postleitzahlen-Polygonen mit Start- und Endpunkten von Touren

Um sämtliche Start- und Endpunkte von Touren einzelner Postleitzahlen-Gebiete näher unter die Lupe zu nehmen, wurde die R-Funktion `plz_o_d()` entwickelt. Bei Angabe der Postleitzahl wird eine Grafik mit folgenden Informationen geliefert:

- Sämtliche Touren-Startpunkte der PLZ (grün)
- Sämtliche Touren-Endpunkte der PLZ (rot)
- Postleitzahl (blau)

<sup>33</sup> Start- und Endpunkt der Tour befinden sich im gleichen PLZ-Gebiet (2100)

- Postleitzahlengebiete als Fläche/Polygon (gelb)

Der Maptype im Hintergrund ist wiederum „Stamen, Toner-lite“.

Beispiel:

Möchte man für die Tour des vorigen Beispiels (ID = 1098) das Postleitzahlen-Gebiet, in welchem die Tour beginnt (PLZ = 1220), näher analysieren, kann durch Eingabe von `plz_o_d(1220)` in R die Grafik in Abbildung 17 - Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region erzeugt werden. Sämtliche Touren-Start- und Endpunkte des 22. Wiener Gemeindebezirks werden angezeigt.

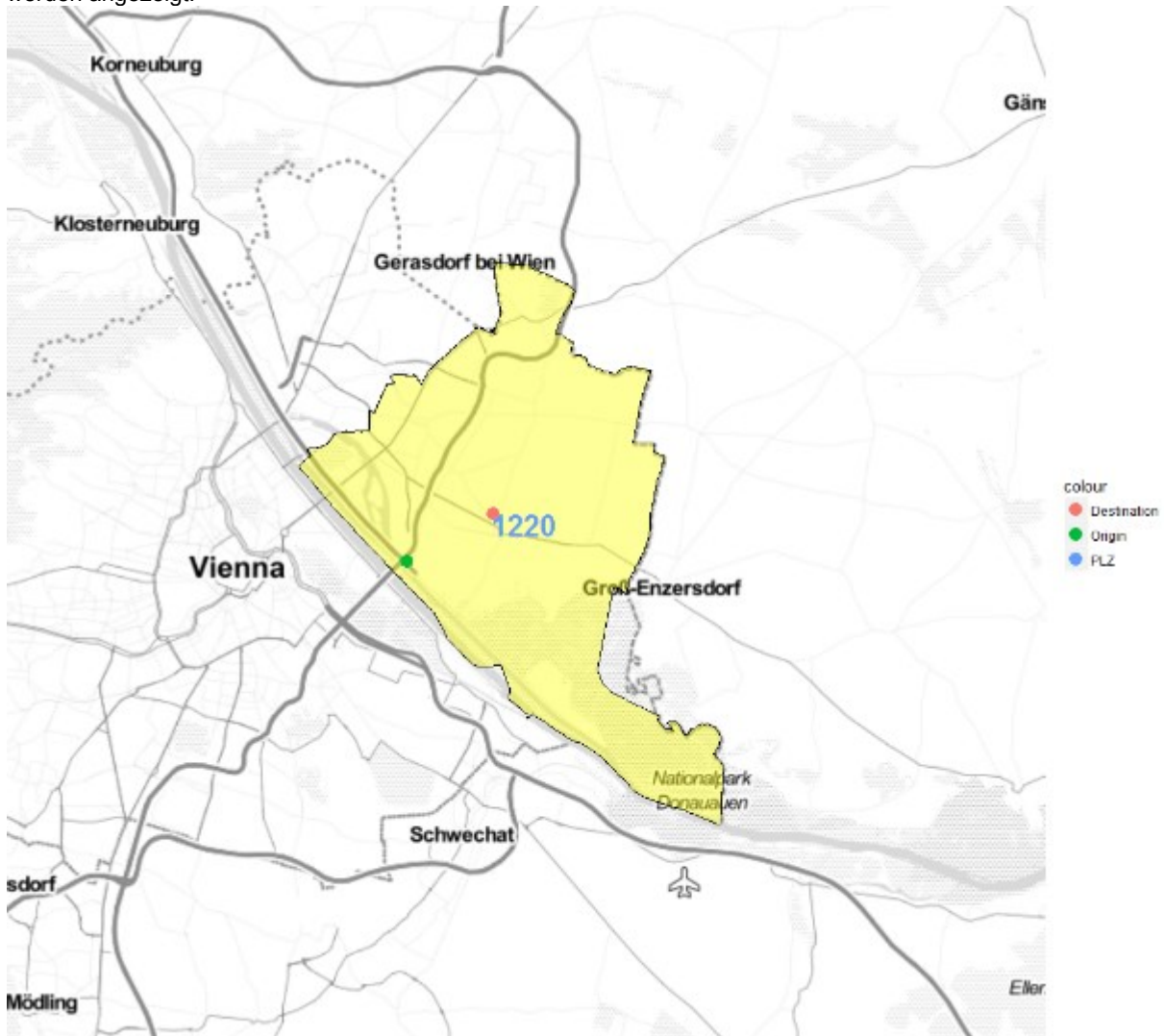


Abbildung 17 - Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region, hier 1220

### 4.3.9 Visualisierung weiterer Postleitzahlen-Polygone

In den folgenden Abbildungen sind die restlichen Postleitzahlen-Gebiete, welche Start- oder Endpunkte der Touren mit den ID's 1098 bis 1103 enthalten, dargestellt.



Abbildung 18: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 2000

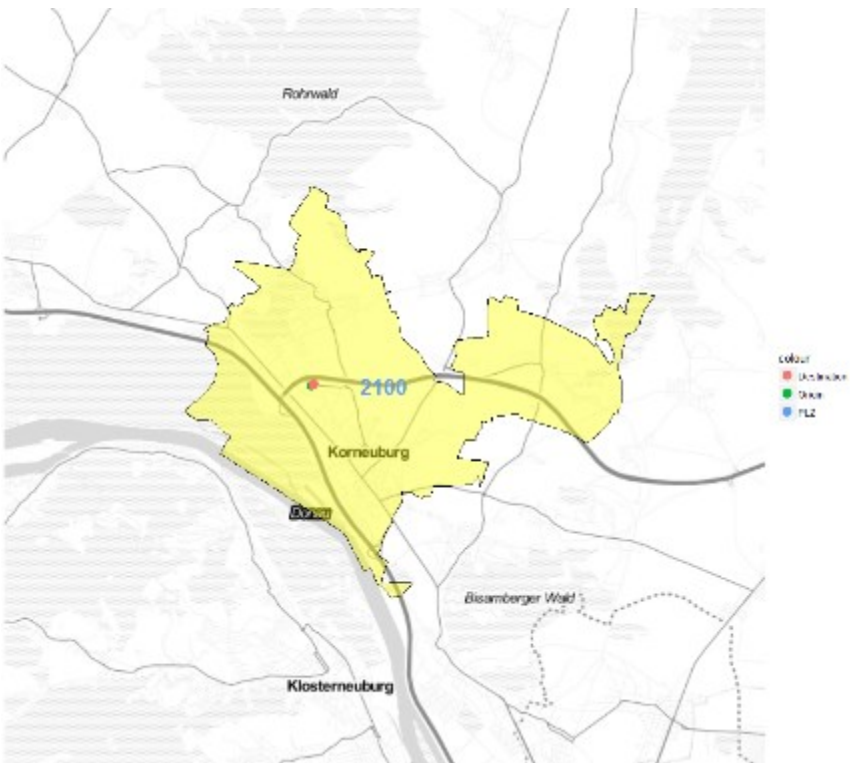


Abbildung 19: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 2100



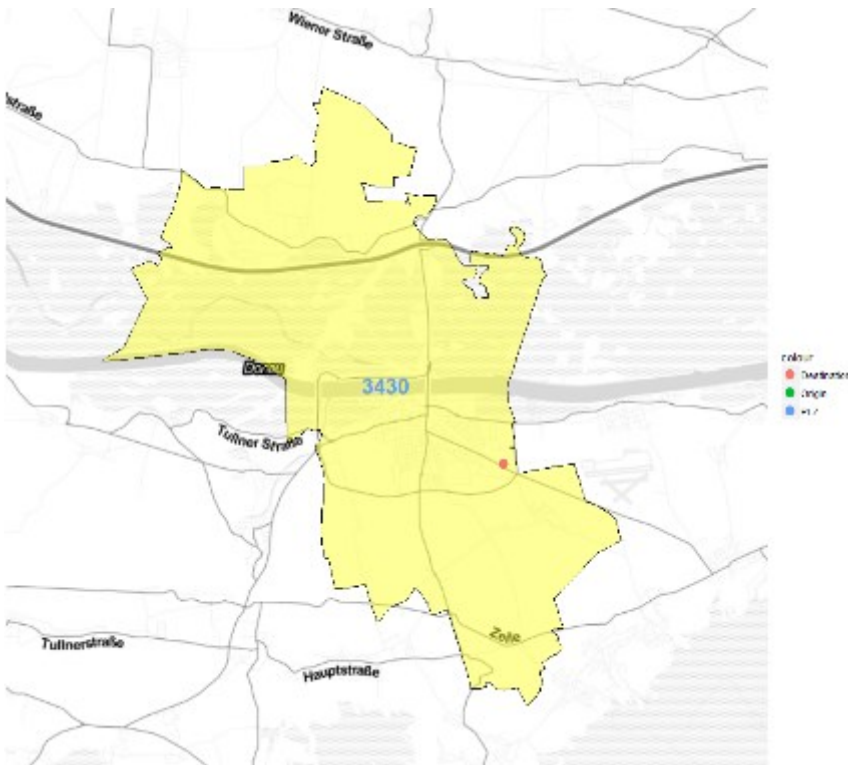


Abbildung 20: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 3430

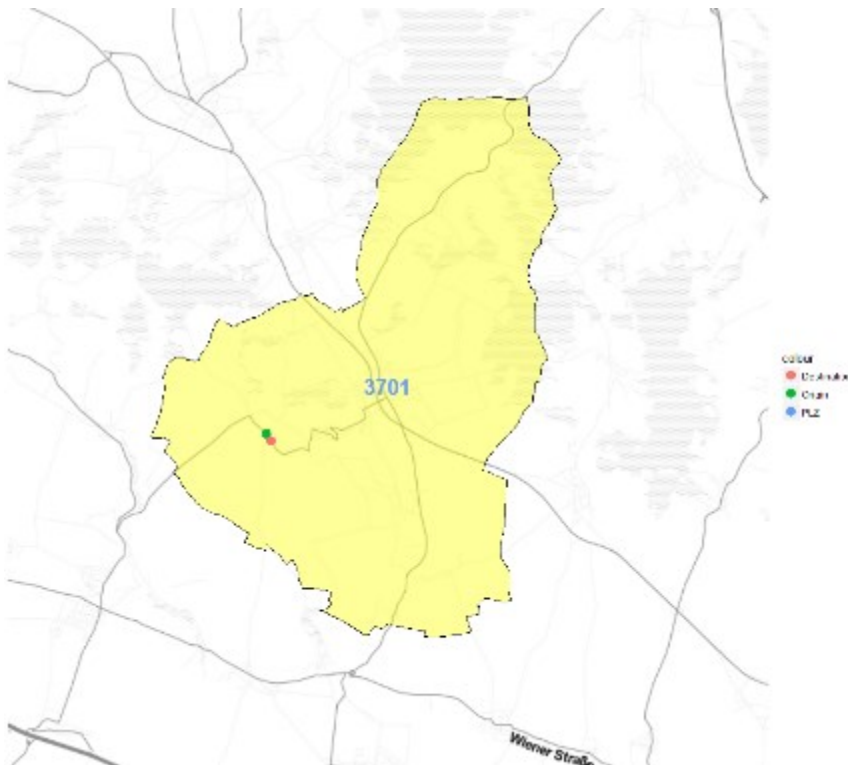


Abbildung 21: Start- und Endpunkte von Touren einer PLZ-Region - PLZ 3701

### 4.3.10 Einbindung in Geographische Informationssysteme

Die Liste der GPS Positionen inklusive Timestamp, Dauer und Distanz zwischen 2 GPS Positionen (einzeln und akkumuliert) kann mit R in Shapefiles exportiert und in Geographische Informationssysteme (z.B. QGIS, ArcGIS) geladen werden (siehe die vereinfachten Darstellungen in Abbildung 22 - Route mit Map und Abbildung 23 - Route ohne Map).





## 5. Feldtests

### 5.1 Design der Feldtests

Um überprüfen zu können, ob die entwickelte Benutzeroberfläche auch tatsächlich problemlos anwendbar ist, und die gewonnenen Daten zur Verbesserung der verwendeten Wegstrecken herangezogen werden können, war es zwingend notwendig reale Fahrtdaten zu generieren.

Im Rahmen des Projektes erfolgte dies zunächst durch den Projektpartner Moser Transporte und wurde anschließend noch durch MitarbeiterInnen der Firma Steko Trans ergänzt, wobei von Seiten der MitarbeiterInnen der Einsatz eines Smartphones oder Tablets mit der Möglichkeit einer GPS-Positionierung notwendig war.

Die Applikation ist grundsätzlich so gestaltet, dass eine aktive Mobilfunk- oder Datennetz-Verbindung erst zum Zeitpunkt des Uploads der Fahrtdaten notwendig ist. Während der Aufzeichnung reicht die Verfügbarkeit des GPS-Signals. Dadurch ergibt sich auch für die Fahrer nicht das Problem einer konstanten Überwachung durch die Zentrale, da keine „Livedaten“ an den Server und damit das Backoffice übermittelt werden. Dieser Ausschluss der Übermittlung wurde auch im Sinne einer Datenökonomie eingebaut um zu verhindern, dass übermäßige Belastungen der Datenpakete der Testpersonen auftreten.

Der grundsätzliche Ablauf des Feldtests war möglichst simpel aufgebaut. Der Fahrer bekam die .apk-Datei zur Verfügung gestellt (eine Verteilung über den Google-Play-Store hätte deutlich mehr Aufwand bedeutet), die er auf seinem Gerät installierte und beim ersten Starten wurde die Firmenkennung (keine dezidierte Fahrererkennung) eingegeben und damit das Gerät dem Firmenaccount zugeordnet. Eine ausführliche Erläuterung der Benutzeroberfläche sowie der Abläufe während der Fahrt findet sich im folgenden Kapitel.

Nach der Registrierung des Geräts musste der Fahrer zunächst einen LKW auswählen um mit diesem die Tagestour aufzeichnen zu können. Die Auswahl des Fahrzeugs war hierbei nur bei der erstmaligen Benutzung notwendig, für weitere Nutzungen wurde das vorhergehende Fahrzeug vorausgewählt. Sollte der Fahrer jedoch das Fahrzeug wechseln, musste entsprechend ein neues Fahrzeug ausgewählt werden. Im Sinne einer Weiterentwicklung der Applikation wurde hier auch angedacht in Zukunft durch NFC-Chips oder QR-Code-Sticker eine direkte Neuauswahl des Fahrzeugs durch einscannen des Codes zu ermöglichen.

Nach Abschluss der Tagestour bzw. wenn das nächste Mal eine günstige Datennetzverbindung verfügbar war konnte die Testperson alle gespeicherten Fahrten zum zentralen AutoStat-Server übertragen. Mit auslösen dieser Übertragung erfolgte auch gleichzeitig eine Löschung aller Touren auf dem Smartphone.

Die übertragenen Touren standen anschließend den Backoffice-MitarbeiterInnen zur weiteren Bearbeitung zur Verfügung und konnte um zusätzliche Fahrtdetails ergänzt werden.

## 5.2 APP-Benutzeroberfläche und Ablauf während der Fahrt

Dieses Kapitel soll die Ansicht, in der Form wie die TesterInnen diese erlebten darstellen und anhand dieser den Ablauf während der Feldtests näher verdeutlichen.

Nach dem Start der Applikation wurde der nachfolgende Bildschirm geladen. Hier gibt es einerseits ein paar zentrale Informationen wie das aktive Unternehmen, das aktuell ausgewählte Fahrzeug sowie die Anzahl an unbearbeiteten Stopp. Letzteres sind von der Software erkannte Stopps, für die der Fahrer noch keine Be- und/oder Entladung eingetragen hat. Grundsätzlich müssen diese Informationen nicht vom Fahrer eingetragen werden, es hilft jedoch bei der Nachbearbeitung wenn hier gleich möglichst exakte Gewichte eingetragen werden. An Auswahlmöglichkeiten zur Interaktion stehen einerseits der Beginn der Aufzeichnung einer neuen Fahrt sowie die Auswahl eines anderen Fahrzeugs, die Bearbeitung von Stopps (Stopp Liste) sowie die Übermittlung aller gespeicherter Daten zur Verfügung.

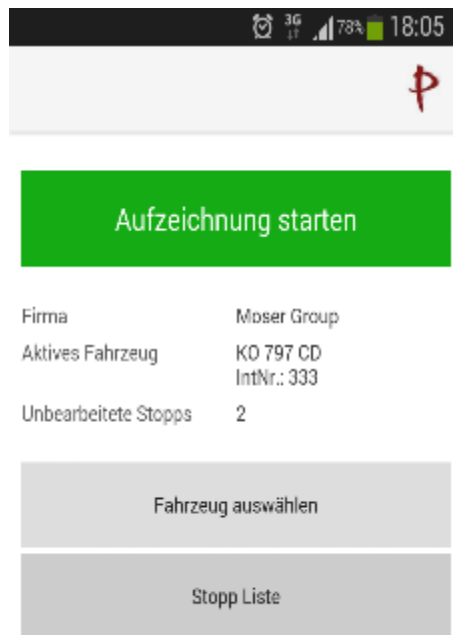


Abbildung 24: Startbildschirm ParaStat-App

Sofern der Fahrer das gleiche Fahrzeug wie am vorhergehenden Berichtstag einsetzt, ist die nächste Aktion das starten der Aufzeichnung, was zu einem neuen Bildschirm mit veränderten Informationen und Möglichkeiten führt. Sollte die GPS-Positionierung nicht aktiviert sein, bekommt die Testperson hier auch eine Fehlermeldung und die Aufforderung zur Aktivierung dieser. Der neue Screen ist nachfolgend dargestellt. Wie hier ersichtlich wird, kann der Fahrer/ die FahrerIn nun neben den bisherigen Informationen auch noch den aktuellen Status des Fahrzeugs (zur Kontrolle der Funktionalität der Applikation) sowie die bisher gefahrenen Kilometer und die Anzahl der unbearbeiteten Stopps auf der aktuellen Tour ansehen. An Interaktionsmöglichkeiten besteht die Option zur Beendigung der Aufzeichnung, was automatisch eine neue Tour im Speicher anlegt und den Benutzer/ die Benutzerin auf den vorherigen Bildschirm zurück bringt. Darüber hinaus können auch noch für statistische Zwecke die Anfangskilometer des Fahrzeugs dieser Tour eingegeben werden (dies ist grundsätzlich nur für die weitere Verarbeitung im Rahmen der statistischen Meldung notwendig) sowie die bisherigen Stopps auf dieser Tour bearbeitet werden und, sofern nicht automatisch von der Software erkannt, kann der Fahrer / die FahrerIn einen Stopp an der aktuellen Position setzen. Die letztere Option ist im Logistikkbereich mit größeren Ladungseinheiten zumeist nicht notwendig, aber gerade bei kleineren Sendungen oder sehr schnellen Umschlägen (vor allem im KEP-Bereich und bei lokalen Transporten) wichtig, da die Stoppzeiten hier zumeist unter der automatischen Stoppauslösezeit von 5 Minuten liegen.

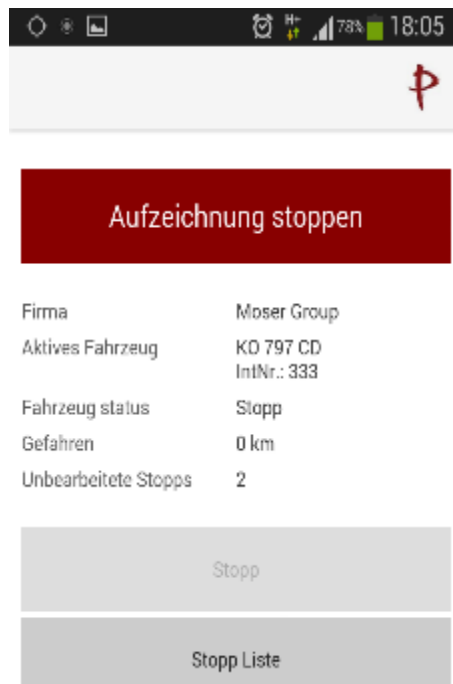


Abbildung 25: Bildschirm bei laufender Aufzeichnung

Der nächste Schritt während der Fahrt bzw. während der Pausezeiten und der Bereitschaftszeiten beim Warten auf das Be- und Entladen ist die Editierung der Stopp Liste bei der der Fahrer die Möglichkeit hat, Zu- bzw. Entladungen des eingesetzten Fahrzeugs kilogrammgenau einzugeben. Die Darstellung der entsprechenden Liste findet sich in der nachfolgenden Grafik. Im Sinne einer Arbeitsökonomie wurde dem Fahrer jedoch nur die Möglichkeit gegeben, das Gewicht der Zu- bzw. Entladung anzugeben und keine weitere Kodierung der transportierten Güter. Es ist jedoch möglich, beliebig viele Zu- und Entladungen an einem Stopp durchzuführen, was vor allem bei Sammeltouren und im Stückgutbereich eine wichtige Funktionalität darstellt.

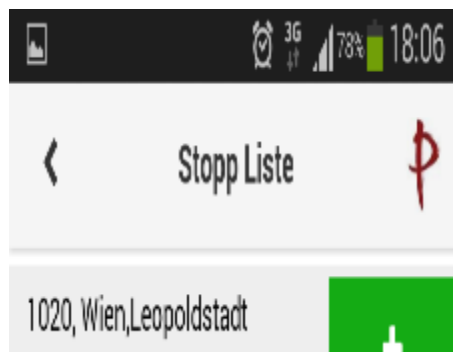


Abbildung 26: Editierung der Stopp-Liste

Die letzte Möglichkeit zur Interaktion für den Benutzer besteht auf dem Startbildschirm im Auswählen eines anderen Fahrzeugs. Hier bekommt der Fahrer / die Fahrerin alle Fahrzeuge angezeigt, die das eigenen Unternehmen am Server angelegt hat. Für die Namensbezeichnungen gab es im Feldversuch keine Bestimmungen, es empfiehlt sich aber im Sinne einer einfachen Weiterverarbeitung zur statistischen Meldung, dass die Kennzeichen als primäre Identifikationsmerkmale der Fahrzeuge eingesetzt werden. Aufgrund der asynchronen Natur der Applikation (kein Always-online Zugang) wurde hier auch noch die Möglichkeit zur Aktualisierung der Fahrzeugliste eingefügt, um sicherstellen zu können, dass neu eingetragene Fahrzeuge auch tatsächlich vorhanden sind bzw. ausgeschiedene Fahrzeuge nicht mehr ausgewählt werden können.



Abbildung 27: Fahrzeugauswahl-Screen

### 5.3 Backend-Benutzeroberfläche und Ablauf bei Ergänzungen

Analog zur Benutzeroberfläche für die FahrerInnen wurde auch eine einfache Oberfläche für die MitarbeiterInnen im Backoffice geschaffen, die die administrativen Tätigkeiten und die Ergänzung von Fahrtinformationen schnell und einfach ermöglichen sollte. Der Einstieg erfolgt hierbei über ein Login auf dem ParaStat-Server, für den die Firmenkennung erforderlich war. Nach erfolgreicher Anmeldung wurde der Benutzer / die Benutzerin direkt auf die aktuellen Fahrten des Unternehmens weitergeleitet. Die nachfolgende Grafik zeigt diese Einstiegsseite. Von hier aus hat der User die Möglichkeit entweder eine Fahrt auszuwählen um nähere Details zu dieser zu bekommen oder in eine der anderen Administrationsmasken zu wechseln. In diesen können entweder die registrierten Fahrzeuge angesehen und editiert werden oder es kann die statistische Meldung für das Unternehmen vorbereitet werden.

LKWs	Fahrten	eQueue	Test Transporte GmbH. X
<b>Erfasste Fahrten</b>			
Mo, 07.03.	10:38	0 stp	2 km 3 stp
DING			
Fr, 04.03.	15:25	2 stp	2 km 4 stp
DING			
Fr, 04.03.	11:25	3 stp	3 km 2 stp
DING			
Mi, 02.03.	18:26	0 stp	3 km 2 stp
DING			
Mi, 02.03.	11:03	0 stp	2 km 3 stp
DING			
Di, 23.02.	10:04	2 stp	4 km 7 stp
DING			
Di, 23.02.	09:21	0 stp	3 km 2 stp
DING			
Mo, 22.02.	11:02	0 stp	4 km 3 stp
DING			
Fr, 19.02.	11:03	0 stp	3 km 2 stp
DING			
Do, 18.02.	17:20	0 stp	2 km 3 stp
DING			
Do, 18.02.	17:20	61 stp	62 km 2 stp
DING			
Do, 18.02.	10:09	0 stp	3 km 6 stp
DING			

Abbildung 28: Startbildschirm für Serverbackend

Bei der Auswahl einer Fahrt werden zusätzliche Details zu dieser, wie das Datum an dem diese durchgeführt wurde, die Dauer sowie die zurückgelegte Wegstrecke angezeigt. Zusätzlich kann auch noch der eingesetzte LKW ausgewählt werden (eingetragen ist immer der LKW, der auf der Smartphone-App aktiviert war) falls eine falsche Zuordnung erfolgte und es kann ein Kommentar zur Fahrt eingetragen werden. Weiters werden auch noch alle Stopps der ausgewählten Fahrt sowie die bereits eingetragenen Be- bzw. Entladungen angezeigt. Es ist hier nun möglich, sich die Fahrt auf einer Karte anzeigen zu lassen um die konkrete Fahrtroute nachverfolgen zu können und durch eine weitere Auswahl eines Stopps diesen zu editieren. Sobald ein Stopp ausgewählt wird, klappt die dritte Menüebenen auf und die Details zum gewählten Stopp werden dargestellt. Dies betrifft einerseits das Datum und die Uhrzeit des Stopps, den Bezirk in dem dieser stattgefunden hat sowie alle Be- und Entladungen die bereits eingetragen sind. Ergänzend zu den reinen Gewichtsinformationen, die die Fahrerin / der Fahrer eintragen kann, ist es hier nun auch möglich eine vollständige Qualifizierung des Frachtguts vorzunehmen, wie dies für die statistische Meldung erforderlich ist. Zusätzlich kann der/die BackofficemitarbeiterIn noch eine Notiz zum jeweiligen Stopp eintragen.

LKWs Fahrten eQuest
Test Transporte GmbH. X

### Erfasste Fahrten

Mo, 07.03. 10:38 0 std 2 km 3 stp
Fr, 04.03. 16:25 2 std 2 km 4 stp
Fr, 04.03. 11:25 3 std 3 km 2 stp
Mi, 02.03. 18:26 8 std 3 km 2 stp
Mi, 02.03. 11:03 0 std 2 km 3 stp
Di, 23.02. 10:04 2 std 4 km 7 stp
Di, 23.02. 09:21 0 std 3 km 2 stp
Mo, 22.02. 11:02 0 std 4 km 3 stp
Fr, 19.02. 11:03 0 std 3 km 2 stp
Do, 18.02. 17:20 0 std 2 km 3 stp
Do, 18.02. 17:20 61 std 62 km 2 stp
Do, 18.02. 10:59 0 std 3 km 5 stp
Mi, 17.02. 16:18 1 std 10 km 4 stp

### 18.02. 17:20 61std, 62km

DING: Ein neues Last-Ding

Nutz

Karte 2 Stopps

21.02. 06:55 1230 - Wien, Liesing (AT) 0  
 62 km 0 min

18.02. 17:20 1060 - Wien, Mariahilf (AT) 0  
 0 km 5524 min

18.02. 17:20  
 1060 - Wien, Mariahilf (AT)

Nutz

0 Sachen

<ADR Klasse>

<Verpackungsart>

<NST Güterklasse>

entladen
  beladen
  kg

Abbildung 29: Auswahl einer Fahrt sowie eines zugehörigen Stopps in der Server-Applikation

Die Möglichkeit zur Darstellung der gefahrenen Route auf einer Karte wird in der nachfolgenden Grafik illustriert. Wie an dieser Beispieltour ersichtlich ist, gibt es beim GPS-Tracking immer wieder Probleme mit der korrekten Verortung von Geräten, die zu deutlichen Abweichungen bei den gefahrenen Kilometern führen können. Dies lässt sich jedoch durch die vorher beschriebenen Algorithmen relativ gut kompensieren.

LKWs Fahrten eQuest
Test Transporte GmbH. X

### Erfasste Fahrten

### 18.02. 17:20 61std, 62km

Abbildung 30: Grafische Darstellung einer Fahrt auf der Umgebungskarte

Die beiden Zusatzoption zur Editierung der Fahrzeuge bzw. zur Erstellung des eQuest-Fragebogens sind hier nicht grafisch dargestellt, da einerseits die Fahrzeugliste exakt wie die Fahrtenliste aufgebaut ist und die einzige Funktionalität das Anlegen und löschen von Fahrzeugen ist, und andererseits die Seite zur Generierung der statistischen Meldung großteils grundlegend Informationen zur statistischen Meldung enthält und über einen Knopf ein eQuest-Fragebogen generiert werden kann, wie dies bereits im Projekt InnoRFDat-X der Fall war.

### 5.4 Ergebnisdarstellung

Ausgehend von den gemeldeten Fahrten konnten einige Analysen bezüglich der Verortung von Halten und der Tourengestaltung erstellt werden, die in diesem Kapitel präsentiert werden sollen. Grundsätzlich ist vorweg anzumerken, dass die Datenbasis relativ eingeschränkt ist und eine großzahlige Erhebung mit mehr Unternehmen und Fahrzeugen sicherlich eine sinnvolle Ergänzung und Abrundung zu den hier präsentierten Ergebnissen liefern würde. Dennoch kann davon ausgegangen werden, dass einige gezogene Schlüsse und Erkenntnisse einer großzahligen Überprüfung durchaus standhalten würden.

#### 5.4.1 Gefahrene Touren und Ladevorgänge

Die Basis für alle weiterführenden Analysen stellte die grundsätzliche Aufarbeitung aller berichteter Fahrten aus den beiden beteiligten Unternehmen dar. Die nachfolgende Grafik zeigt die Verteilung der gefahrenen Touren sowie der Be- und Entladevorgänge über die Monate des Feldtests hinweg. Wie ersichtlich wird, war ab September nur mehr ein Fahrzeug mit regelmäßigen Berichten verfügbar. Dennoch konnte für dieses Fahrzeug eine auswertbare Menge an Touren sowie Be- und Entladevorgängen erhoben werden. Erst im Dezember fiel die Rückmeldung unter ein auswertbares Niveau, wobei dies sicherlich auch mit dem kommunizierten Ende der Feldtestphase in Zusammenhang gebracht werden kann. Die intensiven Monate der Feldphase im Juli und August zeigen auch eine deutlich erhöhte Aktivität bei den Be- und Entladevorgängen sowie deutlich höhere kumulierte Tourenlängen. So wurden im Juli rund 200 Ladevorgänge und im August rund 180 Ladevorgänge rapportiert. Im September, Oktober und November wurden jeweils um die 100 Ladevorgänge von den Nutzern erfasst. Bezüglich der zurückgelegten Distanzen ergaben sich im Juli rund 5.500km, im August ebenfalls rund 5.000km und in den Folgemonaten dann ein Abfall auf ca. 3.500km im September und rund 2.000km im Oktober und November. Es ist wichtig zu betonen, dass das System zu keiner Zeit ein Problem mit der Verarbeitung der übermittelten Daten hatte, dass aber durchaus Übermittlungsfehler (Abbruch der Netzverbindung bzw. manueller Abbruch durch Nutzer) während der Testphase auftraten und dadurch ein Teil der Testdaten nicht für die Analyse zur Verfügung stand.

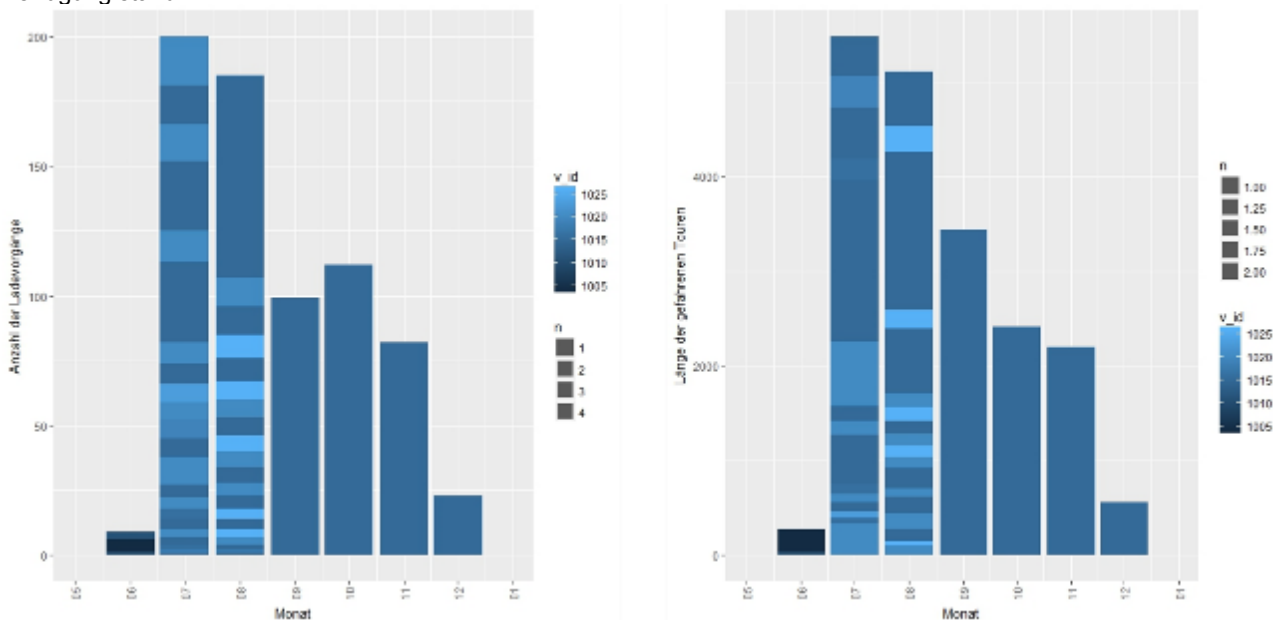


Abbildung 31: Anzahl der Ladevorgänge sowie der gefahrenen Touren über den gesamten Berichtszeitraum



### 5.4.2 Touren und Tourweiten

Für die eingesetzten Fahrzeuge wurden auch jeweils individuelle Tourenprofile sowohl was die Tourenweiten als auch was die Anzahl der Be- und Entladevorgänge betrifft erstellt. Um einen Rückschluss auf das konkrete Fahrzeug unmöglich zu machen, wurden die Fahrzeugkennungen in generische IDs überführt, die keinerlei Rückreferenzierung erlauben.

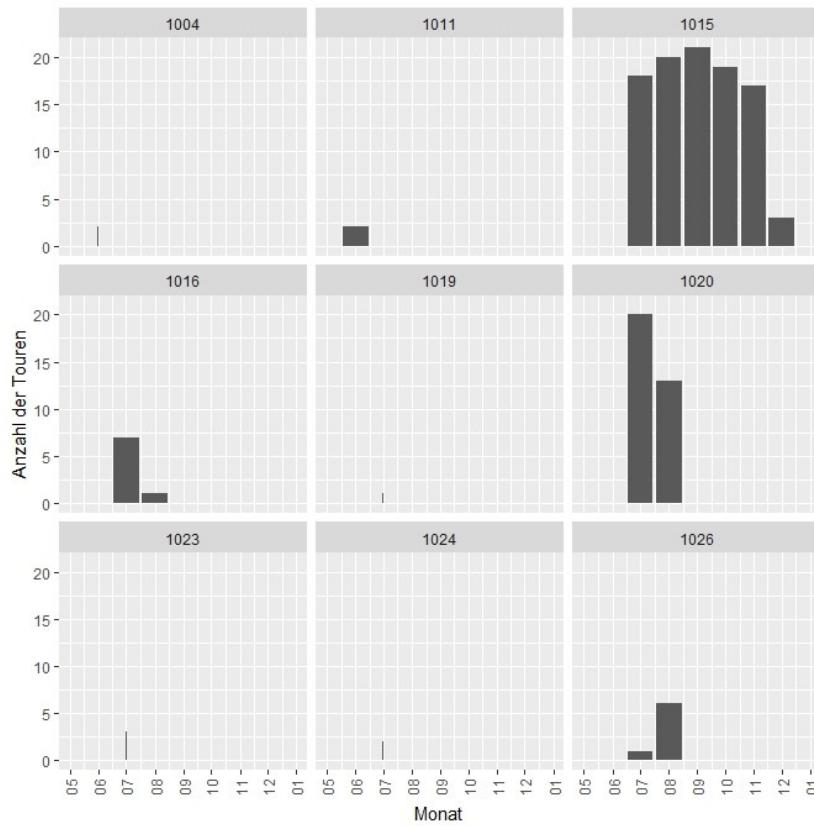


Abbildung 32: Anzahl der gefahrenen Touren je berichtendem Fahrzeug

Wie aus den beiden obigen Darstellungen ersichtlich wird, waren die meisten Touren auf den LKW mit der ID 1015 konzentriert, wobei dieser über die Betrachtungsperiode hinweg konstant zwischen 17 und 21 Touren erbrachte. Eine relevante Anzahl an Touren konnte ansonsten nur noch von 3 Fahrzeugen gewonnen werden, wobei nicht überprüft werden konnte, ob die Kodierung durch die Fahrer korrekt vorgenommen wurde. Dies war auch im Rahmen des Projekts keine Aufgabenstellung, da für die weitere Bearbeitung im Sinne der Qualitätsverbesserung der statistischen Meldung nur die korrekte Erfassung der Fahrtweiten eine relevante Größe darstellte. Darüber hinaus erlaubt die Software es in der derzeitigen Version noch, dass ein Fahrzeug gleichzeitig mehrere Fahrten loggen kann.

In einem nächsten Schritt wurden die gemeldeten Fahrten eines Monats über alle Fahrzeuge hinweg mittels Box-Plots auf die jeweiligen zurückgelegten Distanzen hin untersucht. Es zeigt sich in der nachfolgenden Grafik, dass die Schwankungsbreite der Fahrdistanzen relativ hoch lag, wobei hier sicherlich die Durchführung einer großzahligeren Studie zusätzliche Aussagekraft bringen würde. Dennoch kann gezeigt werden, dass die täglichen Tourenweiten selten unter 100km und sehr selten über 300km liegen, wobei zu bedenken ist, dass die berichtenden Unternehmen nicht im internationalen Verkehr aktiv sind und dementsprechend lokale und nationale Touren die Berichtsgrundlage darstellen.

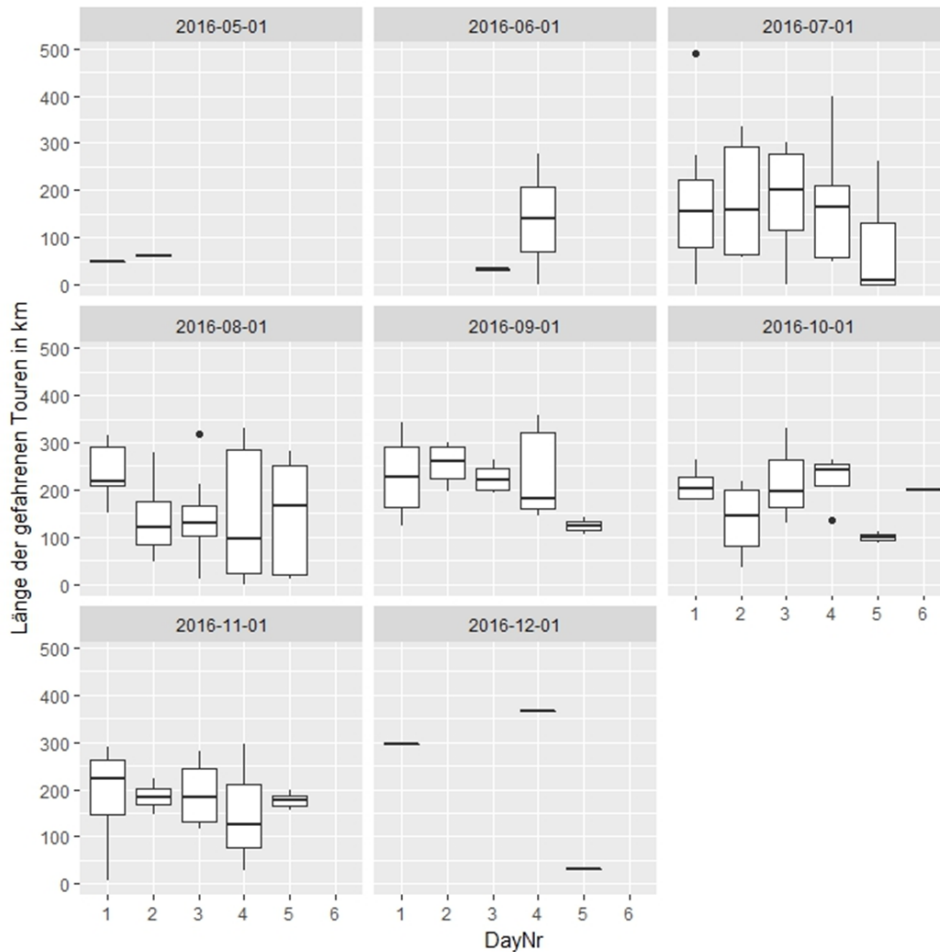


Abbildung 33: Verteilung der Längen der gefahrenen Touren je Wochentag und Monat

Wie auch in den Boxplots deutlich wird, liegen die durchschnittlichen Fahrtweiten bei allen meldenden Fahrzeugen ziemlich in der Mitte der jeweiligen Quartile (Box stellt den Bereich zwischen oberem und unterem Quartil dar) bildet also tatsächlich gut die mittlere gefahrene Distanz ab. Auch zeigen sich nur sehr wenige Ausreißer (Punkte in der Darstellung), was darauf schließen lässt, dass die Nutzung der Fahrzeuge ziemlich gleichmäßig in Bezug auf die zurückgelegten Kilometer verläuft.

### 5.4.3 Be- und Entladevorgänge

Analog zur Analyse der Touren wurden auch die Be- und Entladevorgänge einerseits für die berichtenden LKWs, andererseits auf die Verteilung auf Wochentage hin analysiert. Wenig überraschend zeigte sich nur bei einem LKW eine größere Menge an Haltepunkten, wobei auch die Fahrzeuge die größere Tourweiten auswiesen bei den Stoppzahlen deutlich geringere Halte aufwiesen. Dies deutet darauf hin, dass die jeweiligen Fahrzeuge eher längere Touren zurückgelegt haben.

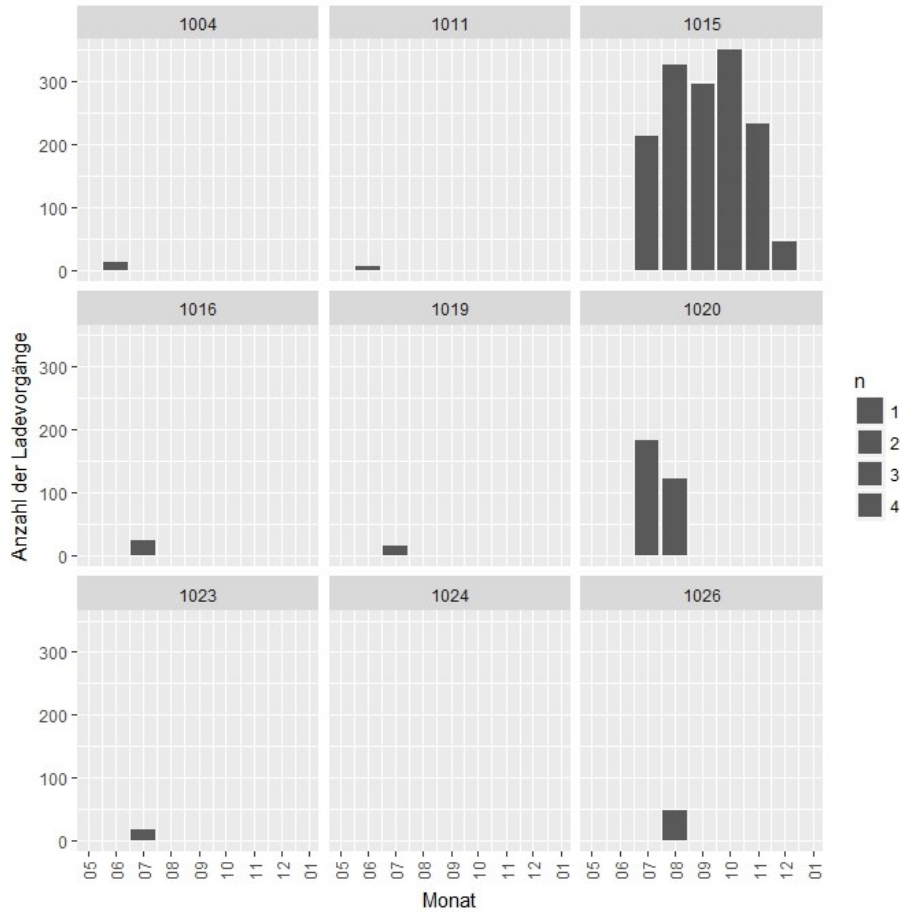


Abbildung 34: Anzahl der Ladevorgänge je Fahrzeug und Monat über den gesamten Berichtszeitraum

Im Vergleich zur Verteilung der Fahrtweiten zeigt sich bei den Be- und Entladevorgängen eine deutlich stärkere Schwankung in den Durchschnittswerten über die Beobachtungsmonate hinweg. Wie in der nachfolgenden Grafik ersichtlich wird, bewegen sich diese im Schnitt zwischen 15 und 20 Ladevorgängen wobei über die Woche betrachtet ein Anstieg bis Mittwoch mit anschließendem Abfall zu beobachten ist.

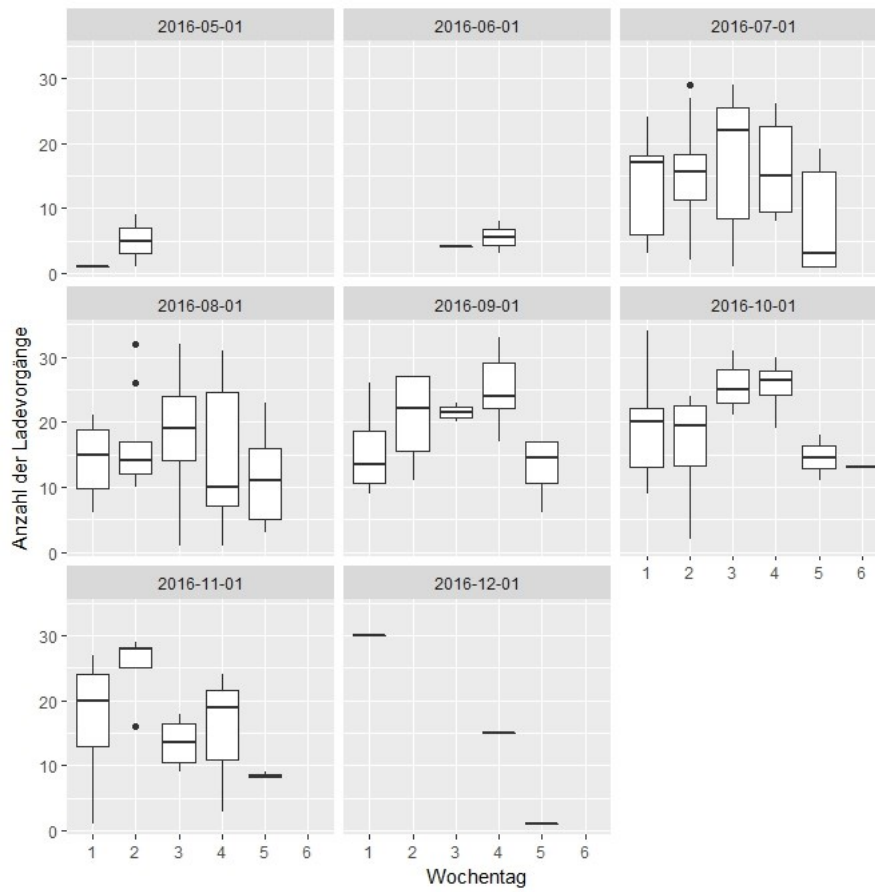


Abbildung 35: Verteilung der Ladevorgänge über den Berichtszeitraum je Monat und Wochentag

### 5.4.4 Start-Ziel-Gebiete der Touren

Ein weiterer interessanter Analysepunkt war die Beobachtung der Start- und Endpunkte der Touren die berichtet wurden. Aufgrund der lokalen oder regionalen Transporte die von den berichtenden Unternehmen durchgeführt werden war die Vermutung naheliegend, dass die meisten Tagestouren im gleichen Postleitzahlenbezirk enden würden wie Sie begonnen haben. Dies trifft auf einen Großteil der Touren auch tatsächlich zu, es zeigt sich aber auch bei einigen zusätzlichen O-D-Kombinationen eine deutliche Häufung. Zu beachten ist, dass Verbindungen, die seltener als 15 Mal im Datensatz vorkamen nicht berücksichtigt wurden.

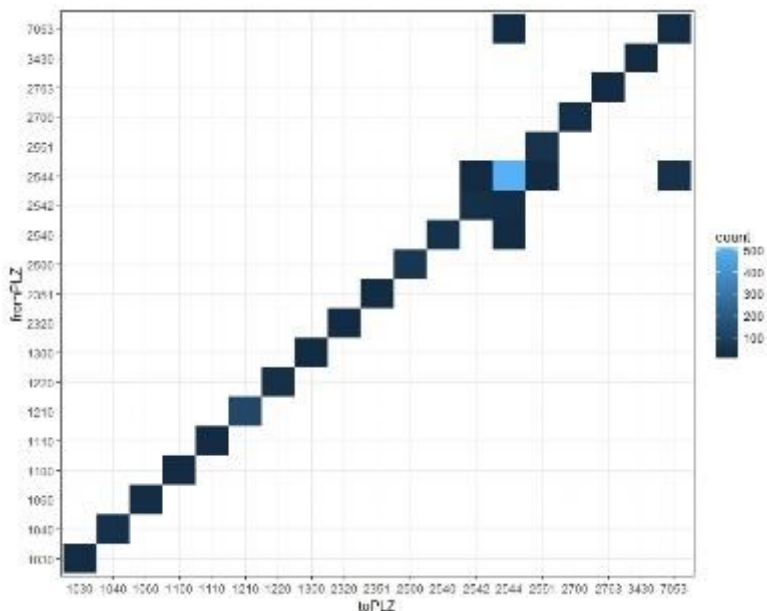


Abbildung 36: O-D-Matrix der Postleitzahlbezirke über den Berichtszeitraum

Die Start-Ziel-Beziehung gibt jedoch keinen Aufschluss darüber, ob die Tour nur innerhalb des Postleitzahlenbezirks verlaufen ist. Tatsächlich sind fast alle Touren bezirksübergreifend und berühren damit mehrere Postleitzahlenbereiche. Da die Aufzeichnung grundsätzlich vom Einsteigen in den LKW bis zum finalen Haltepunkt am jeweiligen Tag gelaufen ist, kann angenommen werden, dass die Tour vom letzten Entladepunkt bis zum Endstandort als Leerfahrt zu klassifizieren ist, sofern nicht andere Buchungsinformationen der Be- und Entladung bei den Stopps vorhanden sind (Vorausladung für den nächsten Tag).

### 5.4.5 Be- und Entladepunkte in Bezirken

Besonders relevant für die Qualitätssicherung der Straßengüterverkehrsstatistik und der in der Hochrechnung verwendeten Distanzmatrix ist die Verortung der wichtigsten Ein- und Ausladepunkte innerhalb einer Postleitzahl. Dieser wirtschaftliche Schwerpunkt bestimmt grundsätzlich die Distanzen zu allen anderen PLZ-Gebiets-Schwerpunkten und determiniert damit die Entfernungen die für eine Bewertung der Fahrten im Rahmen der Hochrechnung der Straßengüterverkehrsstatistik herangezogen werden. Je Treffgenauer dieser Punkt am tatsächlichen Be- und Entladepunkt liegt, desto besser sind die Schätzungen im Rahmen der statistischen Hochrechnungen und desto genauer sind somit auch die, in der Straßengüterverkehrsstatistik veröffentlichten, Werte wie gefahrene Kilometer und Transportleistung.

Im Rahmen der Erhebung zeigten sich grundsätzlich zwei zentrale Erkenntnisse, die einen Handlungsbedarf bzw. zumindest eine Abstimmung von Seiten der Statistik Austria als sinnvoll erscheinen lassen und die für eine zusätzliche Durchführung einer großzahligen Studie an rapportierten Fahrten sprechen. Zunächst ist hier die breite Verteilung von Be- und Entladepunkten in städtischen Bezirken zu erwähnen. Die nachfolgende Darstellung zeigt anhand einiger ausgewählter Bezirke zwei zentrale beobachtbare Muster. Einerseits gibt es Bezirke, die sehr konzentrierte Be- und Entladepunkte aufweisen (1040 und 1060) und andererseits haben einige Bezirke sehr disperse Be- und Entladepunkte (restliche Bezirke in der Grafik). Generell bedingen jedoch beide Strukturen, dass die Annahme eines (eher mehrere) geografischen Zentroiden (alternative Schwerpunkte) als Referenzpunkt innerhalb eines Bezirks für die Distanzberechnung eher nicht haltbar ist. Auch hier wäre durch verdichtete Datenbasen (mehr Erhebungen) eine Evaluierung der zentralen wirtschaftlichen Punkte wünschenswert.

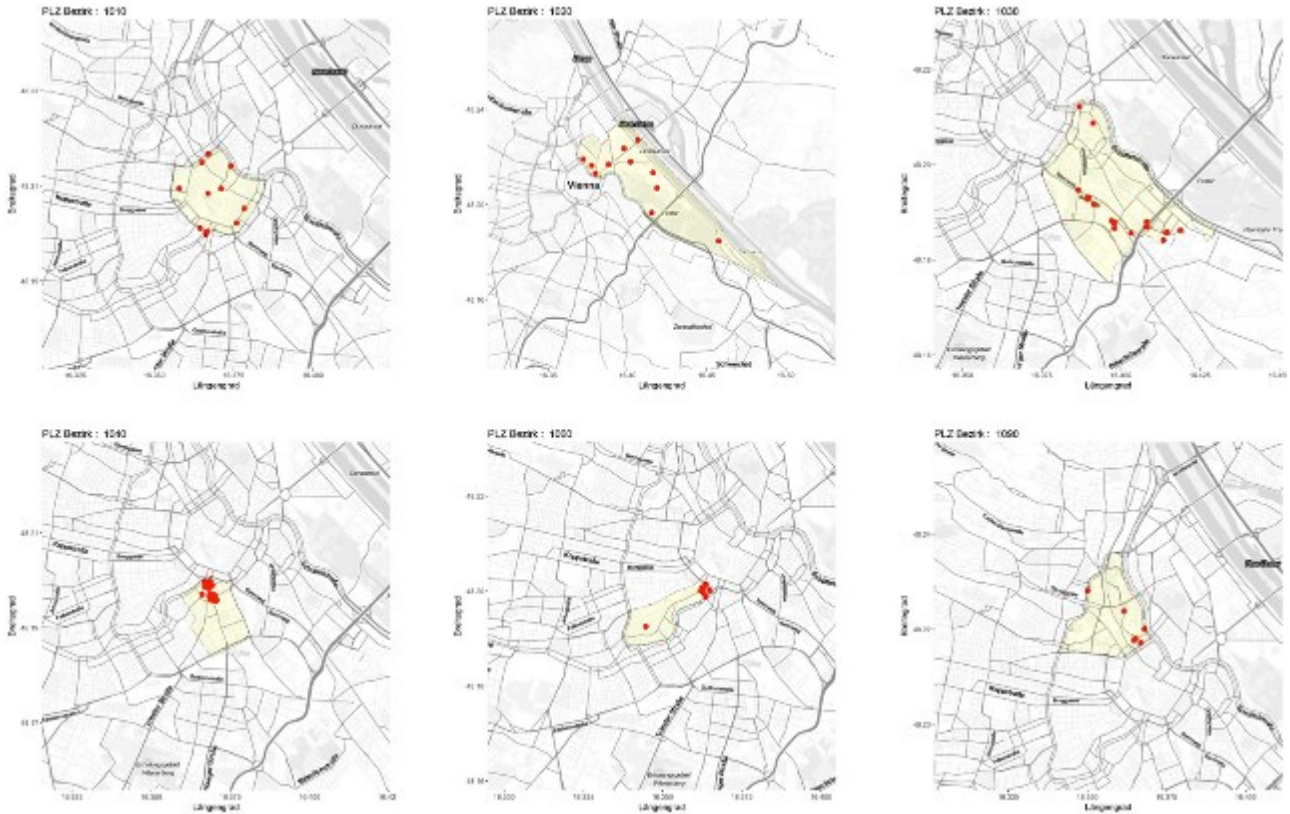


Abbildung 37: Verteilung der Stops in städtischen Bezirken

In dünner besiedelten Bezirken zeigte sich in der Erhebung, dass die zentralen Be- und Endladepunkte zumeist in der Nähe höherrangiger Straßeninfrastrukturen lagen. Auch hier erscheint die Annahme eines zentralen geografischen Zentroiden nicht zielführend zu sein.

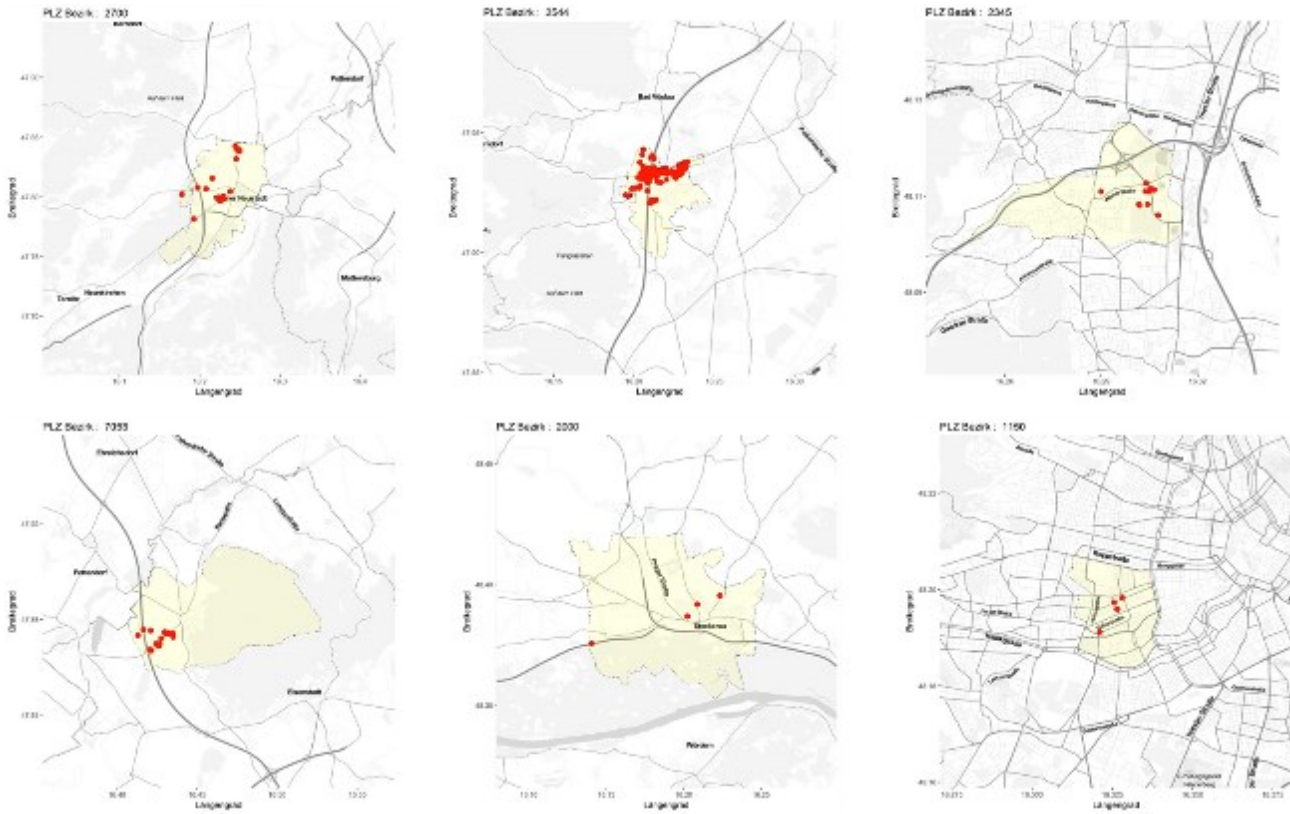


Abbildung 38: Verteilung der Stops in weniger dicht besiedelten und ländlichen PLZ-Bezirken

### 5.4.6 Innerstädtische Touren

Von besonderem Interesse in der Auswertung der Erhebung waren Touren, welche sich innerhalb eines PLZ-Gebiets abspielten, da diese Binnenverkehre für die Statistik Austria nur schwer abbildbar sind. Dies resultiert aus der oben dargestellten Hochrechnungsmethode mit zentralen Punkten, die bei einer Tour innerhalb eines Gebiets logischerweise nicht angewendet werden kann, wodurch aber standardisierte Werte für eine Umrechnung schwer zu erstellen sind. Im Rahmen der Auswertung wurden einige innerstädtische bzw. inner-PLZ-Touren ausgewertet. Die zurückgelegten Distanzen sind in der nachfolgenden Grafik dargestellt.

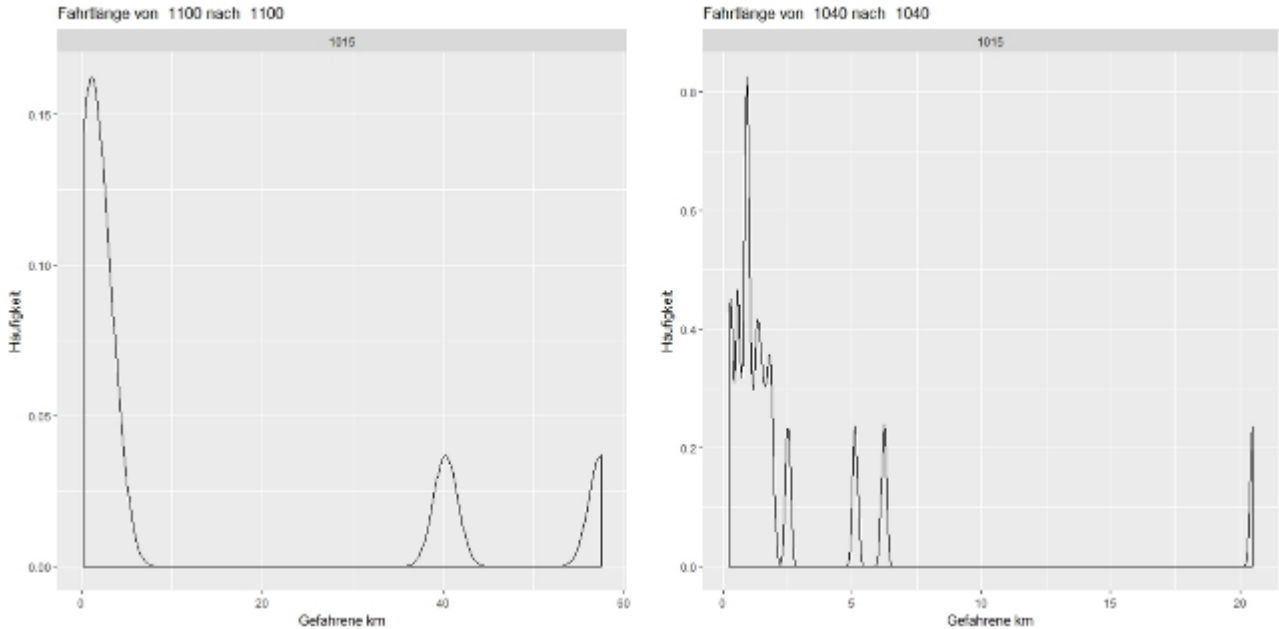


Abbildung 39: Fahrtweiten innerhalb eins PLZ-Gebiets

Wie daraus ersichtlich wird, bewegen sich die vorwiegenden Distanzen im Bereich zwischen 3 bis 5 Kilometern fahrtweite mit einigen Ausreißern nach oben, die möglicherweise auch auf GPS-Probleme zurückzuführen sind. Über mehrere Fahrzeuge hinweg zeigt sich jedoch ein sehr ähnliches Weitenmuster. Ein Fahrtweitemuster korrigiert um alle Ausreißer und potentiellen GPS-Probleme findet sich in der nachfolgenden Grafik im rechten Diagramm. Wie man erkennen kann, bewegt sich die Distanz zwischen wenigen 100m und rund 3,25km Fahrtweite mit einer Tendenz zu größeren Weiten. Zusätzlich muss noch erwähnt werden, dass Bewegungen unter 50m aus dieser Analyse ausgeschlossen wurden.

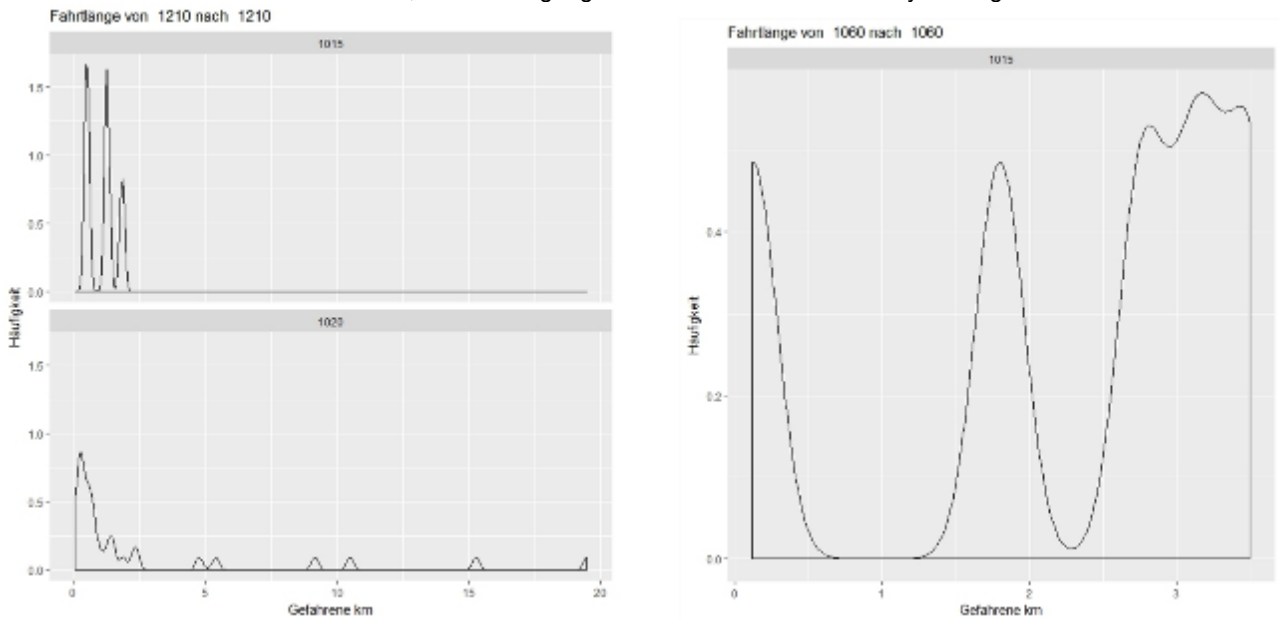


Abbildung 40: Fahrtweitenvergleich zweier Fahrzeuge und korrigierte Darstellung ohne Ausreißer



### 5.4.7 Touren zwischen PLZ-Gebieten

Zur Kalibrierung der Distanzmatrix der Statistik Austria ist es notwendig, Entfernungen zwischen verschiedenen Bezirken abschätzen zu können. Hierzu wurde aus den berichteten Touren auch eine Analyse der Fahrtweiten zwischen den einzelnen Postleitzahlen für die mehrere Datenpunkte vorlagen erstellt. Eine beispielhafte Darstellung findet sich nachfolgend. Wie ersichtlich wird, streut die Distanz zwischen den beiden Bezirken doch erheblich von rund 35 km als kürzester Distanz bis etwas mehr als 55 km als längster Distanz (65+km als Ausreißer nach oben), wobei es eine deutliche Häufung zwischen 35 und 40 km Wegstrecke für die Fahrt zwischen den PLZ-Gebieten 2500 und 7053 gibt. Diese Erkenntnis könnte nun genutzt werden, um die imputierten Distanzen in der Straßengüterverkehrsstatistik durch die Anwendung mathematischer Verfahren zu kalibrieren. Um dies jedoch flächendeckend möglich zu machen, bedarf es einer deutlich größeren Zahl an Beobachtungen und Datenpunkten.

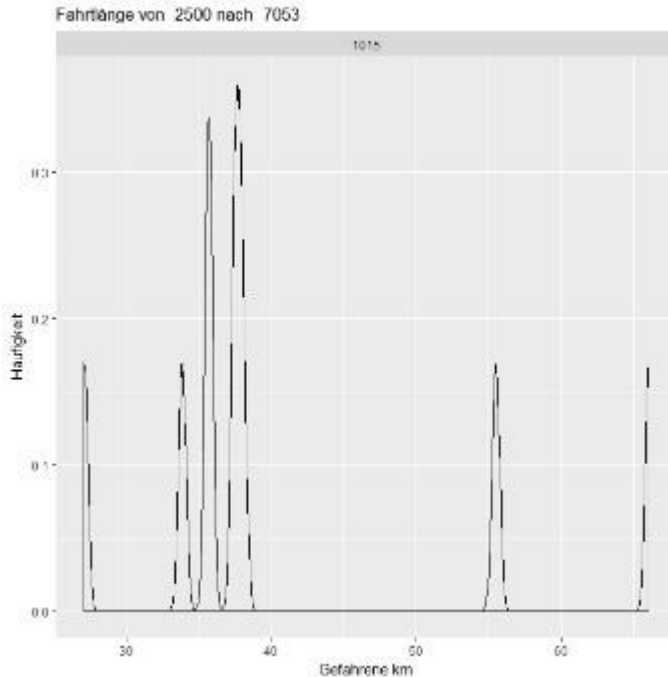


Abbildung 41: Fahrtweiten zwischen zwei PLZ-Gebieten

### 5.4.8 Darstellung von Erfassungslücken

Im Sinne einer kritischen Reflexion soll jedoch nicht verschwiegen werden, dass die Positionierung mittels GPS-Signalen sowie die Erfassung von Haltepunkten nicht immer 100%ig erfolgreich war und sich daraus gewisse Unschärfen und Korrekturbedarfe in der Analyse ergeben haben. Die nachfolgende Grafik stellt zwei solcher Touren dar, bei denen die Erfassung aller Be- und Endladepunkte nicht erfolgreich durchgeführt werden konnte. Wie aus dem Projekt InnoRFDat-X bekannt, wäre hier die Verschneidung der GPS-Informationen mit Frachtbriefdaten und anderen Informationen aus den ERP-Systemen der Unternehmen sinnvoll um ein Korrektiv für die ungenaue Erfassung einzubauen.

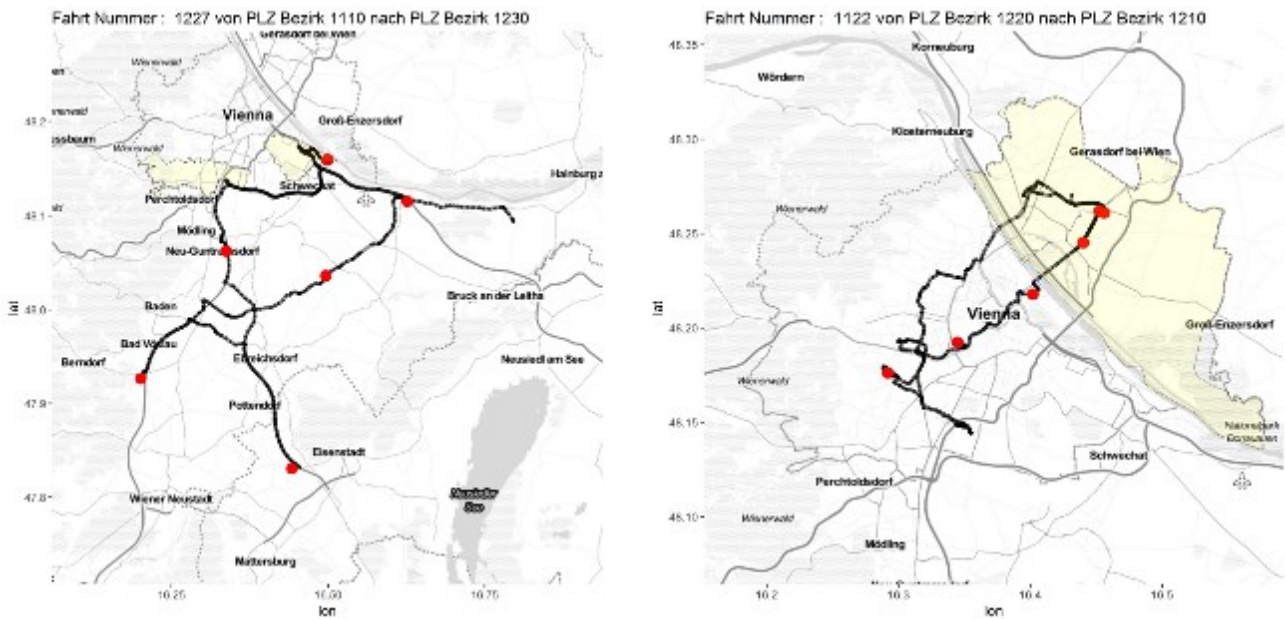


Abbildung 42: Darstellung von gemeldeten Fahrten mit fehlenden Be- und Entladestopps ausgehend von GPS-Positionierung

## 6. Alternative Einsatzmöglichkeiten

Parallel zur laufenden Feldtestphase wurde analysiert, welche möglichen Zusatznutzen bzw. Einsatzoptionen durch die im Rahmen des Projekts AutoStat entwickelte Applikation generiert werden könnten, bzw. wie die Software weiterentwickelt werden könnte um eine bessere Nutzenstiftung bei den AnwenderInnen erreichen zu können. Im Rahmen dieser Untersuchung wurden Anspruchsgruppen definiert, die hier zusätzlich adressiert werden könnten. Anhand dieser soll auch eine potentielle Weiterentwicklung bzw. Zusatznutzenstiftung dargestellt werden.

### 6.1 Transportunternehmen

#### Zusatznutzen durch Funktionsausweitung

Für Transportunternehmen kann die gegenwärtige Funktionalität nur sehr eingeschränkten Zusatznutzen stiften. Dies liegt vor allem an dem sehr eingeschränkten Funktionsumfang der Applikation selbst. Durch eine Erweiterung der Funktionalitäten vor allem um zusätzliche Trackingdetails kann vor allem für kleine und mittlere Unternehmen ein potentieller Mehrwert generiert werden, da einige Funktionen von sehr kostenintensiven Flottenmanagementtools von Logistiksoftwareunternehmen emuliert werden könnten. Diese liegen vor allem im Bereich des Fahrzeugtrackings bzw. der Routennachverfolgung und der Verbesserung der Kalkulationsbasis für zukünftige Aufträge aufgrund einer besseren Übersicht über die tatsächlich gefahrenen Kilometer. Auch kann die Dokumentation von Be- und Entladungen gegenüber den Verladern dazu genutzt werden, objektiv nachzuweisen, wann etwa der LKW sein Ziel erreicht hatte und damit das Servicelevel des Unternehmens belegt werden. Zusätzlich wäre auch anzudenken, dass die Aufzeichnungen aus der Smartphone-App als elektronisches Fahrtenbuch genutzt werden könnten.

Auch die Verlinkung der Fahrtdaten direkt mit Unternehmensdaten zu den entsprechenden beförderten Frachten würde eine sinnvolle Ergänzung der Funktionalität des Systems darstellen. Hierdurch könnten vor allem für das interne Rechnungswesen bzw. das Controlling einige Datenbestände generiert werden, die eine Verbesserung der Planungsstruktur bzw. eine erstmalige Einführung einer solchen leichter möglich machen.

#### Spezialbranchen als Datenlieferanten

Einen Sonderfall hinsichtlich der Transportunternehmen stellen Unternehmen in speziellen Branchen dar, die in ihrer Leistungserstellung sehr transportaffin sind. Dies betrifft vor allem die Entsorgungslogistik (Müllabfuhr, Recyclingfahrten, etc.) sowie Briefpostdienstleistungen. Im Sinne einer Vollerfassung des gesamten Bundesgebiets bzw. aller Siedlungsräume wäre der Einsatz der entwickelten Softwarelösung in diesem Bereich durchaus sinnvoll und würde wohl auch verlässliche und sehr exakte Datenbasen schaffen. (Wobei diese zum größten Teil bereits im Hinblick auf die Gestaltung der Transportprozesse in diesen beiden Branchen muss jedoch festgehalten werden, dass sowohl Entsorgungsfahrten als auch Postfahrten keinen regulären Wirtschaftsverkehr darstellen, da entweder Sammelseln (etwa bei Glas oder Metall bzw. Paketauslieferung an Boxen) oder jeder einzelne Haushalt (etwa Restmüll oder auch

reguläre Brief- und Paketzustellung) angefahren wird. Durch diese Organisation kann aber weder eine sinnvolle Fahrdistanz noch ein Bewegungsprofil erstellt werden, welches im Nachgang zur Validierung der Distanzmatrix der Statistik Austria und zur Kalibrierung der gesetzten Schwerpunkte innerhalb der Postleitzahlgebiete dienen könnte. Die Zentrensetzung funktioniert vor allem aufgrund der abweichenden Ziele zwischen dem B2C- (Ziele hauptsächlich in Siedlungsräumen) und dem B2B-Bereich (Ziele außerhalb oder am Rande von Siedlungsräumen), wobei letzterer der deutlich relevantere Aspekt im Transportsystem für die Straßengüterverkehrsstatistik ist, nicht. Auch zeigt sich durch aktuelle Überlegungen im Bereich der Entsorgungslogistik in Verbindung mit IoT-Technologien in den Sammelbehältern und den Sammelfahrzeugen, dass sich die Tourenplanung in Zukunft deutlich flexibler gestalten wird und damit die bisherige „fahrplanmäßige“ Routenabarbeitung verändern wird, was zu einem erratischen Verhalten und damit zu noch schlechterer Passung mit regulärem Straßengüterverkehr führen wird.

Ein ähnliches Problem besteht in Hinblick auf den Lebensmitteleinzelhandel, der alle Filialen in regelmäßigen Abständen mit frischer Ware versorgen muss und aufgrund aktueller Entwicklungen im Onlinehandel nun auch noch online bestellte Ware an die Kunden direkt ausliefert. In der Filialbelieferung besteht zwar nicht das Problem der Entsorgung bzw. Post, dass jede Adresse einzeln angefahren werden muss, sondern nur gezielt die Filialadressen als Ziele gewählt werden, jedoch sind auch hier die Positionen der Filialen in zentralen Bereichen von Siedlungsräumen zu finden, während die relevantesten Standorte für den Straßengüterverkehr (Depots und große Produktionsbetriebe) außerhalb von Ansiedlungen gelegen sind. Vorteilhaft könnte sein, dass die Beladestation zumeist ein Zentrallager ist und damit auch zumeist in der Nähe der Industrie- bzw. Gewerbestandorte liegt, jedoch ist zu überlegen, ob der Aufwand zur Datensammlung für die Möglichkeit der guten Verortung eines Zielpunkts gerechtfertigt ist.

## 6.2 LKW-FahrerInnen

Für die Fahrerinnen und Fahrer ergibt sich derzeit kein wesentlicher Mehraufwand, jedoch auch kein deutlicher Nutzen aus der Anwendung der Applikation. Dies könnte insofern geändert werden, als etwa eine Pausefunktion bzw. eine Überwachung der Fahrzeiten integriert werden könnte. Entsprechende Software existiert zwar bereits, jedoch sind die Funktionalitäten teilweise sehr eingeschränkt oder nur durch kostenpflichtige Upgrades langfristig nutzbar. Hier könnte ein „Quality of Live“-Feature integriert werden, das einen tatsächlichen Mehrwert für die FahrerInnen darstellt. Damit gemeint ist, dass die App selbstständig die Fahrtzeiten bzw. eventuelle Ruhezeiten erkennt (aufgrund der Geopositionierung bzw. dem Bewegungsprofil) und damit dem Fahrer automatisch vorschlägt, wann er wo eine Pause einlegen könnte um möglichst gut durch den aktuellen Verkehr aber auch den anstehenden Arbeitstag zu kommen. Gerade bei weiteren Touren oder auf Routen, die selten befahren werden, ist es für LKW-Fahrer zumeist schwierig, ansprechende und gut ausgestattete Rastplätze zu finden bzw. abschätzen zu können, ob der nächste Rastplatz noch innerhalb der zur Verfügung stehenden Fahrzeit erreichbar ist oder nicht. Damit würde die App auch vor Übertretungen der Lenkzeitregelung schützen und dem Fahrer aber auch dem Transportunternehmen mögliche Strafen ersparen. Auch wäre für diese Gruppe die Möglichkeit zur direkten Einscannung von Frachtbriefen mit der Möglichkeit zur Quittierung der Übernahme direkt über das Handy interessant, da dadurch eine deutliche Reduktion der Papierflut (bisher werden bis zu 5 Durchschläge<sup>34</sup> für einen Transportvorgang benötigt) erreicht werden könnte.

## 6.3 Forschungseinrichtungen

Für Forschungseinrichtungen sind die generierten Daten grundsätzlich ausreichend um einfache Analysen über eine Verkehrslage bzw. ein Bewegungsbild zeichnen und damit ein Verkehrsmodell erstellen zu können. Dennoch wären für etwas weiterführende Modelle auch zusätzliche Informationen über Fahrzeug- (Beschleunigung, Bremsen) und Infrastrukturzustände (Nässe, Straßenzustand) interessant. Besonders wichtig erscheint jedoch die Integration der Fahrzeugmasse (sowohl Fahrzeug als auch Zuladung) sowie des beförderten Frachtguts um tatsächliche Transportströme abbilden zu können und ggf. langfristige Optimierungen zur Verbesserung der Paarigkeit von Transportbeziehungen entwickeln zu können.

## 6.4 Einschränkungen

Bei all diesen Weiterentwicklungsmöglichkeiten müssen jedoch zwei zentrale Punkte beachtet werden.

Auf der einen Seite besteht das berechnete Interesse, nicht nur in Österreich, alle Systeme die Daten sammeln und speichern in Relation zu den strikten Anforderungen des Datenschutzes zu setzen und damit die Anwendungsmöglichkeiten vor allem für kleine und mittlere Unternehmen, die nicht die Finanzkraft aufweisen, um sich

---

<sup>34</sup> Bereits bei Standardtransporten fallen zahlreiche Durchschläge an, etwa Originaldokument zur Dokumentation bzw. Ablage im Unternehmen, Durchschlag für Verlager zur Abholung, Durchschlag für Empfänger zur Lieferung, Durchschlag für Backoffice zur Abrechnung, Durchschlag für Fahrer zum Transportnachweis, etc. Sobald Gefahrgut bzw. grenzüberschreitende Lieferung und Leistung betroffen sind können noch zusätzliche Durchschläge aber auch zusätzliche Dokumente in mehrfacher Ausführung notwendig werden.

professionelle Softwarelösungen zu kaufen, sehr stark einzugrenzen. Natürlich ist es sinnvoll und wünschenswert, wenn die Grundregeln, wie sie etwa in der Datenschutzgrundverordnung (DSG) dargelegt sind, eingehalten werden, jedoch muss gleichzeitig darauf geachtet werden, dass keine Wettbewerbsvorteile aufgrund unterschiedlichem Zugangs zu „Umgehungsmöglichkeiten“ für Transportunternehmen forciert werden. Gerade in diesem Zusammenhang würde die Gruppe der kleinen und mittleren Unternehmen aber zusätzliche Unterstützung durch digitalisierte Systeme benötigen um in dem ohnehin sehr kompetitiven Umfeld internationaler Frächterorganisationen einen Ausgleich der Wettbewerbsvorteile erreichen zu können. Darüber hinaus ist auch eine kooperative Nutzung anonymisierter Fahrtendaten für alle Akteure im Transportbereich sinnvoll, ermöglicht sie doch die effizientere Gestaltung von Instandhaltungs- und Ausbauprojekten um die Straßenqualität für alle Beteiligten möglichst hoch halten zu können. Durch ein Weiterbestehen der derzeitigen Datensilos in den Unternehmen geht viel Potential in diese Richtung verloren.

Andererseits muss hier auch nochmals erwähnt werden, dass in den kommenden Jahren die Ausstattung neu zugelassener LKWs mit dem digitalen Tachographen beginnen wird. Diese technologische Weiterentwicklung, die eigentlich schon seit etlichen Jahren möglich und notwendig gewesen wäre, eröffnet einen Zugriff auf zahlreiche zusätzliche Datenbestände aus dem Fahrzeug, die für eine effektive Erstellung der Straßengüterverkehrsstatistik aber auch die Ablaufplanung in Transportunternehmen wesentlich positiv genutzt werden können. In der derzeitigen Form der Umsetzung bzw. der Verordnung durch die EU ist jedoch erneut kein direkter Zugang (etwa über einen Fernabruf bzw. Sendung über LTE-Netze) der statistischen Ämter zu diesem Datenbestand vorgesehen und auch die Art und Weise, wie Fahrtendaten und Fahrzeugdaten gespeichert oder eben nicht gespeichert werden ist einer nachhaltigen Verbesserung der Datenlage und der Anwendbarkeit für kleine und mittlere Unternehmen nicht zuträglich.<sup>35</sup>

---

<sup>35</sup> Näheres hierzu siehe im Endbericht zur F&E-Dienstleistung „Services\_Tachograph“:  
[https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ergebnisbericht\\_tachograph.pdf](https://www.bmvit.gv.at/innovation/publikationen/verkehrstechnologie/downloads/ergebnisbericht_tachograph.pdf)

# 7. Schlussfolgerungen

## 7.1 Zusammenfassung

Die vorliegende F&E-Dienstleistung AutoStat befasste sich schwerpunktmäßig mit der Evaluierung von Trackingtechnologien zur automatisierten Erstellung von Grundlagen für die statistische Meldung zur amtlichen Straßengüterverkehrsstatistik für Transportunternehmen.

Zu diesem Zweck wurde eine Applikation entwickelt, welche aus einer mobilen App für Android-Smartphones sowie einem Serverbackend besteht. Die App ist als einfaches Reportingtool für FahrerInnen von LKWs gedacht, welches schnell und ohne großen Lernaufwand eingesetzt werden kann. Dank des Serverbackends können dann MitarbeiterInnen im Backoffice des Transportunternehmens die gemeldeten Fahrten editieren und zusätzliche statistisch relevante Informationen eintragen. Erfolgt von Seiten der Statistik Austria eine Aufforderung zur Legung der statistischen Meldung kann diese direkt über eine Schnittstelle in die Serversoftware eingespeist und von dieser automatisch befüllt werden. Dadurch reduziert sich der Aufwand für die betroffenen Unternehmen deutlich, da nur mehr eine Kontrolle der aufbereiteten Informationen im eQuest-Fragebogen notwendig ist.

Im Rahmen der Feldphase konnte gezeigt werden, dass das Reporting mittels GPS-Tracking durchwegs gut funktionierte, dass aber unterschiedliche Geräte mit deutlich schwankender Qualität der Aufzeichnungen einhergingen. Gleichzeitig zeigte sich aber jedenfalls, dass die Berichtsass sehr einfach und sicher zu bedienen war und für die FahrerInnen kein merkbarer Mehraufwand entstand. Probleme mit dem Upload der aufgezeichneten Fahrten konnten während der Testphase behoben werden. Es liegt also ein voll funktionsfähiges Berichtssystem für die automatisierte Erfassung von Fahrten für die Meldung zur amtlichen Straßengüterverkehrsstatistik vor.

Zusätzlich wurde noch untersucht, welche weiteren Services bzw. Bedürfnisse der Unternehmen mit dieser App bedient werden könnten. Hier zeigte sich jedoch, dass die erhobenen Daten einen sehr geringen Querschnitt darstellen und damit die zusätzlichen Funktionalitäten deutlich eingeschränkt sind und bei einer Ausdehnung des Funktionsumfangs datenschutzrechtliche Bedenken zu berücksichtigen wären.

## 7.2 Grundlegende Fragestellungen

In der Ausschreibung zu dieser F&E-Dienstleistung wurden 10 konkrete Fragen definiert, die einer Beantwortung zugeführt werden sollten. Hier sollen nur so gut als möglich aus der Projektarbeit resultierende Antworten auf diese Fragen gegeben werden.

- 1. Welche verschiedenen Respondentengruppen würden auf welche Weise von der Einführung so eines Systems profitieren? Bei welchen Respondentengruppen wäre im Hinblick auf die Datenqualität eine Einführung vorteilhaft und sinnvoll? Wodurch würde sich ein Vorteil zeigen?**

Primär würden durch die Einführung eines automatisierten Erhebungssystems für die Distanzmessung der Touren vor allem kleine und mittlere Transportunternehmen profitieren. Diese haben zumeist nicht die finanzielle Kraft um sich dezidierte Logistiksoftwarelösungen mit GPS-Integration leisten zu können und müssen daher die Daten für die Straßengüterverkehrsstatistik händisch ermitteln. Große Unternehmen haben durch Dashboards oder integrierte ERP- und Logistik-Tools bereits jetzt die Möglichkeit alle benötigten Daten sehr schnell und genau aus den Datenbeständen des Unternehmens abzurufen. Darüber hinaus sind auch die Personalressourcen bei KMUs durchschnittlich stärker belastet als dies bei Großunternehmen der Fall ist, wodurch eine nicht planbare zusätzliche Belastung in Form des Ausfüllens und Recherchierens des eQuest-Fragebogens bei kleinen und mittleren Unternehmen übermäßig hohe Aufwände im Vergleich zu Großunternehmen erzeugt.

Durch die automatisierte Aufbereitung und rein digitale Abarbeitung sowie die Vorbereitung des eQuest-Fragebogens ersparen sich kleine und mittlere Unternehmen deutlichen Zeitaufwand vor allem im Backoffice-Bereich. Eine Quantifizierung der konkreten Einsparungen ist insofern schwer möglich, als die Strukturen bei den befragten Unternehmen deutlich voneinander abweichen (unterschiedlichste Zuständige für die statistische Meldung), wodurch sich stark abweichende Kostensätze ergeben. Gleiches gilt für die Zeitersparnis bei der Zusammenstellung der Touren je Fahrzeug im Fragebogen, die von keiner Ersparnis bei einfachen Touren (2-3 Be- und Entladestopps am Tag) bis zu Stunden bei komplexen Touren (10+ Stopps und fehlende Adressen) reichen kann. Generell war aber die Rückmeldung, dass durch die automatisierte Erfassung das Risiko des Vergessens von Halten bzw. Teilen der Tour eliminiert wird und damit für die Backoffice-MitarbeiterInnen ein Stressfaktor entfällt.

- 2. Welche Bedingungen in technischer und logistischer Hinsicht müssen erfüllt sein, um eine vereinfachte, automatisierte Standarderhebung zu ermöglichen?**

Die Applikation muss auf allen gängigen Smartphone-Betriebssystemen (Android, iOS und Windows-Phone) lauffähig sein und einen möglichst geringen zusätzlichen Zeitaufwand für die berichtenden MitarbeiterInnen



erzeugen. Zusätzlich sollte die Einschulungsphase möglichst kurz oder gar nicht vorhanden sein, um auch punktuell Rapportieren (nur in den Wochen der Berichtspflicht) zu ermöglichen.

Aus Sicht der Transportunternehmen wäre für Großunternehmen eine Einbindung in die vorhandenen Logistiksysteme notwendig, um die Daten in den bestehenden Strukturen verwenden zu können, wobei professionelle Applikationen bereits deutlich bessere und exaktere Informationen liefern können und auch eine Einbindung in die Fahrzeugdatenschnittstellen (CAN-Bus) aufweisen. Für Klein- und Mittelunternehmen wäre eine Einbindung in den täglichen betrieblichen Ablauf insofern erforderlich, als ohnehin keine Zeit für zusätzliche Aufgaben vorliegt und sofern hier Aufgaben übernommen werden könnten (etwa Dokumentenmanagement mit Zuordnung zu Fahrten) ließe sich hier ein Mehrwert generieren.

Aufgrund der Speicherung einer Vielzahl an GPS-Koordinaten entlang der Route ist eine Plausibilitätsprüfung der gefahrenen Strecke im Nachhinein verhältnismäßig leicht möglich und kann entweder durch die Software selbst, oder durch automatisierte Algorithmen von Seiten der erhebenden Institution durchgeführt werden. Hierzu muss aber auch die Möglichkeit geschaffen werden, dass diese Daten weitergeleitet werden können und nicht durch die Verknappung im Fragebogen alle Informationen weggestrichen werden.

Die Frage die sich hier vor allem stellt, ist, wie detailliert die Informationen zur Erstellung einer Standarderhebung sein sollen und müssen. Je detaillierter diese gefordert und auch übergeben werden können, desto klarer und größer ist der Nutzen einer automatisierten Erhebung der Fahrten durch Trackertechnologien.

**3. Welche Anforderungen muss die eingesetzte Technologie hinsichtlich der erfassten Daten und Praktikabilität erfüllen, um die Auskunftgebenden zu unterstützen und die Datenqualität zu verbessern?**

Grundsätzlich müssen die erfassten Positionierungsdaten sowie die zugeordneten Kartenpositionen (PLZs) möglichst genau mit den realen Positionen übereinstimmen und die erhobenen Fahrtweiten müssen tatsächlich in der berichteten Höhe auftreten. Dies bedeutet, dass der hinterlegte Algorithmus in der Lage sein muss, aus den gemeldeten Geodaten eine Route zu berechnen, die nahe oder identisch mit den tatsächlich benötigten Fahrkilometern ist. Hierzu ist es notwendig, dass die Messpunkte nicht zu weit auseinander liegen um Routenverkürzungen (Abschneiden von Kurven) möglichst zu eliminieren. Das dies möglich ist, wurde im Rahmen der Feldtests bewiesen.

Wünschenswert wäre eine direkte Integration in betriebliche „Enterprise Resource Planning“-Systeme (ERP; sofern vorhanden) um etwa Be- und Endladungen direkt mit den Daten aus den Transportaufträgen befüllen zu können. Aufgrund der zunehmenden Integration von Logistikplattformen in den Transportprozess sind entsprechende Daten zunehmend auch auf Online-Plattformen verfügbar. Hier wäre zu überlegen, ob nicht Daten, die bereits digitalisiert sind, über eine einfache Schnittstelle mit den jeweiligen Fahrtendaten verknüpft werden können und somit weiteres Sparpotential im Backoffice entstünde, da keine Codierung der einzelnen Stopps mehr erfolgen muss.

**4. Wie lassen sich Erhebungsdaten, die aufgrund der Anwendung der Technologie nur durch eine Respondentengruppe (z.B. Müllabfuhr, Distribution Einzelhandel) erfasst wurden, sinnvoll in die Gesamtstatistik einbetten?**

Die erfassten Daten spiegeln grundsätzlich nur Fahrtweiten zwischen einzelnen Punkten wieder. Diese sind jedoch unabhängig von der erfassenden Respondentengruppe. Im Sinne einer Gewichtung oder Optimierung der Hochrechnung auf die Tätigkeiten einzelner Branchen könnte diese etwa durch die vollqualifizierte Eintragung der Be- und Entladungen (Güterklassen) erfolgen.

Die Nutzung von Daten nur einer Respondentengruppe zur Ermittlung von Informationen für die Gesamtstatistik ist sehr kritisch zu sehen. Einerseits bilden spezifische Branchen niemals die zeitliche Normalverteilung des Verkehrs ab und andererseits weisen gerade Müllabfuhr oder Einzelhandelsauslieferungen atypische Bewegungsmuster mit Zielorten abseits jeder wirtschaftlichen Schwerpunkte auf. Grundsätzlich könnten die Informationen aus diesen Bereichen zur Ermittlung von Fahrdistanzen vor allem im kleinräumigen Bereich (Post und Müllabfuhr) genutzt werden, jedoch ist stark zu hinterfragen, ob das Abfahren jeder Straße eines Bereichs eine vernünftige Berechnungsgrundlage für die Straßengüterverkehrsstatistik darstellt. Denkmöglich wäre die Erstellung eines feinmaschigen Knoten-Kanten-Netzes, welches dann als verfeinerte Berechnungsgrundlage für Distanzen herangezogen wird. Hier ist jedoch zu hinterfragen, ob der zusätzliche Aufwand einer derartigen Netzgestaltung den Mehrwert geringfügig genauerer Daten rechtfertigen würde. Zusätzlich problematisch ist, dass hoheitliche Dienste (Müllabfuhr) aus der statistischen Erfassung grundsätzlich ausgenommen sind, also auch die Bereitschaft zur Kooperation im Rahmen von Projekten rund um die Straßengüterverkehrsstatistik sehr eingeschränkt ist.

**5. Welche Variablen muss eine vereinfachte, automatisierte Erhebung zumindest liefern, um einen sinnvollen Beitrag zur Güterverkehrsstatistik zu leisten? Kann dies mit der gegenwärtig verfügbaren Technologie bewerkstelligt werden?**

Zumindest müssen die Anzahl der Fahrten, die Fahrtweiten sowie die PLZs des Start- und Endpunkts sowie aller Zwischenhalte geliefert werden. Die in diesem Projekt entwickelte Applikation zeigt, dass dies ohne größere Probleme mit der Anwendung bestehender Technologien und Datenbestände (Shape Files der Post AG) möglich ist.

**6. Wie können im Rahmen einer mittels Transpondertechnologie durchgeführten Erhebung Informationen zu Ladungsgewicht und ggf. Art der beförderten Güter miterfasst werden?**

Grundsätzlich wäre dies über eine Erfassung mittels Beacon-Technologien oder QR/RFID-Technologie möglich, erscheint aber ökonomisch nicht sinnvoll. Durch Integration der Applikation in den CAN-Bus könnten einige dieser Informationen (weight in motion) direkt abgegriffen werden und damit auch Zu- und Entladungen direkt mitregistriert werden. Im Rahmen des Projektes konnte leider nicht abgeschätzt werden, welcher Anteil an Fahrzeugen bereits mit entsprechenden Sensoriken ausgestattet ist, auf Nachfrage bei Fachexperten wurde jedoch erläutert, dass jeder neuere LKW in der Lage ist entsprechende Informationen zu liefern. Es kann damit davon ausgegangen werden, dass bis zur Einführung des digitalen Tachographen eine Gewichtsinformation im Fahrzeug verfügbar ist. Für die Art der beförderten Güter bleibt jedoch weiterhin nur die Integration anderer Unternehmensdaten (Frachtbriefe) um eine entsprechende Klassifizierung vornehmen zu können.

**7. Welches Potenzial hat die automatische Aufzeichnung der Transportbewegung im Hinblick auf die Korrektur und Gewichtung von synthetisch auf Basis einer bei der Bundesanstalt Statistik Österreich vorliegenden Distanzmatrix ermittelten Fahr- und Transportweiten? Welches Potenzial hat der Einsatz der Technologie zur Gewichtung und Korrektur der bestehenden Distanzmatrix?**

Ausgehend von den Erkenntnissen der Feldtests lässt sich schließend, dass durchaus ein Potential zur Qualitätssicherung<sup>36</sup> der Distanzmatrix existiert, dass hierfür jedoch mehr Datenpunkte notwendig sind als im Rahmen dieses Projekts generiert werden konnten. Hinsichtlich der Potentialabschätzung muss deutlich festgehalten werden, dass wie bei allen empirischen Erhebungen eine großzahlige Stichprobe notwendig sein wird, um verlässliche Daten zur Evaluierung der gesamten Distanzmatrix erhalten zu können. Diese kann aber nicht im Rahmen eines Projekts durchgeführt werden, sondern muss als gesonderter Feldeinsatz durch viele Transportunternehmen erfolgen. Sollte dies jedoch realisiert werden, besteht durchaus die Wahrscheinlichkeit, dass vor allem die Zentrensetzung innerhalb der Postleitzahlgebiete verbessert werden kann, da errechnete Punkte wohl zumeist von den tatsächlichen Start-/Zielpunkten abweichen werden und damit Unschärfen in synthetisch berechneten Strecken entstehen müssen.

In Hinblick auf die zukünftige verpflichtende Ausrüstung von Fahrzeugen mit digitalen Tachografen, die eine GPS-Positionierung mitloggen können und damit die Fahrtweiten auswertbar machen würden ist jedoch zu hinterfragen, ob langfristig mit errechneten Daten gearbeitet werden sollte oder ob nicht eine „Vollerhebung“ aufgrund verbesserter Datenverfügbarkeit sinnvoll wäre.<sup>37</sup>

**8. Welche datenschutzrechtlichen Rahmenbedingungen müssen beachtet werden? Welche Anforderungen haben die Unternehmen aus der Transportwirtschaft und Logistik diesbezüglich an eine derartige Anwendung?**

Grundsätzlich sind keine datenschutzrechtlichen Inhalte von den erhobenen Daten in der Applikation betroffen, da keinerlei personenbezogene Daten erfasst werden. Es kann daher nicht eindeutig durch die gemeldeten Fahrten auf eine Person oder ein Bewegungsprofil einer Person geschlossen werden, da nicht rückgeschlossen werden kann, welches Gerät eine Meldung abgegeben hat und wer dieses Gerät benutzt hat. Ebenfalls ist keine Referenzierung zwischen Fahrzeug und Fahrer möglich, da keine Verbindung über die Fahrerkarte integriert ist. Somit können Dritte auch bei Kenntniss der Fahrer eines Unternehmens und der Fahrzeuge nicht rückschließen, wer sich wo bewegt hat, da das Mobilgerät als Link nicht zugeordnet werden kann. Arbeitsrechtlich ist jedenfalls eine entsprechende Betriebsvereinbarung abzuschließen, dass der Arbeitgeber über den Aufenthaltsort des Arbeitnehmers informiert sein darf, wobei diese bei den meisten Transportunternehmen mittlerweile zum Standardvertrag gehört. In der Arbeitspraxis ist auch ein reibungsloser Ablauf des Transportgeschäfts nur möglich, wenn der Disponent / die Disponentin jederzeit einen relativ guten Überblick hat, wo die einzelnen FahrerInnen unterwegs sind, um auf eventuelle Abweichungen oder neue Aufträge flexibel reagieren zu können. Durch die asynchrone Gestaltung der App (Bewegungsdaten werden lokal gespeichert und erst nach Aufforderung übertragen) ist es dem Arbeitgeber auch nicht möglich, live zu sehen, wo ein/e FahrerIn unterwegs ist, wodurch auch eine entsprechende Überwachung nicht möglich ist. Für Auswertungszwecke werden die internen Bezeichnungen zusätzlich nochmals durch ein Anonymisierungsverfahren unkenntlich gemacht.

Für die Transportunternehmen war wichtig, dass die Daten möglichst sicher sind und nicht von Dritten (wie etwa dem Finanzministerium) eingesehen werden können. Außerdem war die Datenhoheit und -manipulierbarkeit bis zum Zeitpunkt des Absendens der statistischen Meldung ein wichtiger Faktor. Ebenfalls als wichtig aber nicht ganz so kritisch wurde die Genauigkeit der Erfassung gesehen.

<sup>36</sup> Ob eine Qualitätssteigerung möglich ist, wäre durch einen Abgleich von Daten aus dem Projekt und der Statistik Austria zu überprüfen. Es muss jedoch festgehalten werden, dass dies aufgrund der relativ geringen Stichprobengröße im Rahmen der Feldtests nur für einige wenige Relationen verlässlich möglich sein wird und damit eine allgemeine Aussage über die gesamte Matrix vermutlich nicht seriös machbar ist.

<sup>37</sup> Vergleiche hierzu F&E-Dienstleistung „Services\_Tachograph“



**9. Welche Anreize könnten für Unternehmen aus der Transportwirtschaft und Logistik geschaffen werden, um ihre Daten für eine derartige Anwendung zur Verfügung zu stellen? Welche Vorteile birgt diese Anwendung für diese?**

Vor allem für kleine und mittlere Unternehmen bietet diese Applikation die Möglichkeit die Fahrten Ihrer Fahrzeuge etwas besser zu überwachen und gleichzeitig Daten zu Fahrdistanzen und Zeitaufwänden zwischen einzelnen Stopps besser darstellen zu können. Dies kann auch in der Abrechnung und Kalkulation zukünftiger Aufträge interessant sein. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit durch eine großzahlige Erhebung den teilnehmenden Unternehmen ein Benchmarking-System auf Basis anonymisierter Daten zur Verfügung zu stellen, um die eigene wirtschaftliche aber auch organisatorische Performance in Relation zu anderen BranchenteilnehmerInnen setzen zu können.

**10. Gibt es bereits Beispiele aus der Praxis, wo derartige Systeme zur Anwendung kommen?**

Um diese Frage beantworten zu können sind zwei Sichtweisen ausschlaggebend. Einerseits die Position der Speditionen und Frächter, andererseits der Zugang der statistischen Ämter.

Für ersteren kann ganz klar gesagt werden, dass etliche Softwarelösungen mit entsprechender proprietärer Hardware als Firmenlösungen existieren, die ein lückenloses Tracking der eigenen Fahrzeuge ermöglichen. Diese Systeme bieten zumeist auch noch zahlreiche zusätzliche Feature (Kommunikation, Zustandsinformationen, etc.) für die Disponenten im Backoffice an. Was jedoch zumeist nicht möglich ist, ist die Verarbeitung der Daten hinsichtlich der statistischen Meldung, da zumeist keine Speicherung erfolgt um damit einen Großteil der Datenschutzproblematiken zu vermeiden. Grundsätzlich könnten aber die meisten derzeitigen Logistik- bzw. Dispositionssysteme herangezogen werden um die Datengrundlage für die statistische Meldung zu erstellen. In anderen europäischen Ländern (etwa DK) wird dies von Unternehmen auch schon aktiv genutzt um die statistische Meldung schneller und einfacher zu erstellen. Wie im Forschungsprojekt „InnoRFDat-X“ gezeigt, wäre dies auch in Österreich leicht möglich.

Um an Informationen bezüglich der Systemverfügbarkeit bei statistischen Ämtern zu gelangen, wurden die Kontakte, welche im Konsortium aufgrund der langjährigen Befassung mit statistischen Verfahren existieren, genutzt. Die nachfolgende Tabelle illustriert hier die Zusammenfassung der Rückmeldungen aus verschiedenen europäischen Ländern.

NSI	Kommentar
Finland	No experience with onboard technology yet, however interested to pursue it.
Latvia	We are using only survey for data collection for road freight transport statistics. We have no research institutes for transport systems in Latvia.
Luxembourg	Luxembourg hasn't any experience in this field but is interested in the outcomes of your study.
Portugal	Concerning new technologies for the collection of road freight data, Statistics Portugal has contacted the biggest transport companies in order to present the possibility of automatic data transmission directly from its information systems, but unfortunately the receptivity was not as good as expected.
UK	Moving to electronic surveys, no onboard experience nor plans as of yet