

Vorstellung der Thesis:

GraphHopper-Routing mit Maut- Erweiterung

Herr Robert Klemm
M.Sc. Geodatenerfassung und -visualisierung

GIS-Consultant & Entwickler WhereGroup & Co. KG
robert.klemm@wherogroup.com
Berlin, 09.10.17



Gliederung

1. Einleitung
2. Problemstellung
3. Umsetzung
4. Ergebnis
5. Zusammenfassung



Motivation

- Fortführung der Methoden und Ideen aus der Bachelor-Arbeit¹
- Neue Debatte der Einführung der Infrastrukturabgabe²
- Entwicklung des Tools zur automatischen Berechnung der Mauttarife und -routen mit Hilfe von OSM- und Behörden-Daten
- Entwicklung einer Android-Applikation (offline) Routenberechnung der LKW-Maut in Deutschland



<http://www.giga.de/wp-content/uploads/2014/04/android-offline-navigation-rcm992x0.jpg>

¹ Fossgis 2015 = Bachelor-Präsentation in Münster (<https://youtu.be/Gcr3sRPFTfQ>)

² Infrastrukturabgabe = Maut von Nutzfahrzeugen ab 7,5 Tonnen



Rückblick

- seit 2005 Mauterfassung durch die Firma Toll Collect GmbH auf Autobahnen für KFZ ab 12 Tonnen
- seit 2012 Mauterfassung auf ausgewählten Bundesstraßen³
- seit 2015 Mauterfassung ab 7,5 Tonnen⁴
- gepl. Juli 2018 Mauterfassung ab 7,5 Tonnen auf allen Bundesstraßen
- Zukunftsidee Mauterfassung ab 3,5 Tonnen und



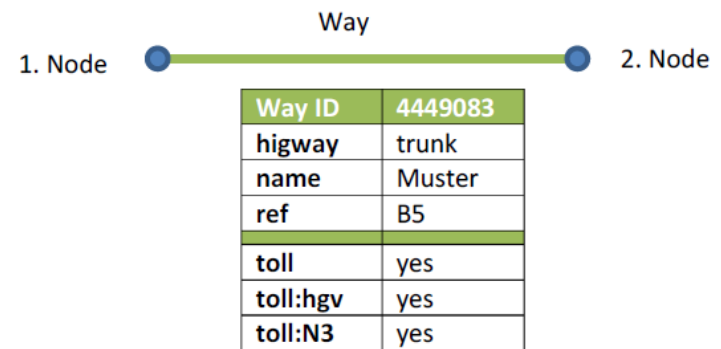
**Satellitentechnologie
Deutschland
(Toll Collect 2017)**

³ **Busse** ausgewählten Bundesstraßen = Bundesstraßen, die den Mautkriterien entsprechen

⁴ 7,5 Tonnen = ein zulässiges Gesamtgewicht, das mindestens 7,5t beträgt (bsp. Busse sind ausgenommen)

Rückblick

- Kartierungsvorschrift als „Tagging-Schema“
 - beschreibt die OSM-Attribute für Node- oder Way-Instanzen
 - dient als Richtlinie in OSM
 - Geodaten lassen sich nach dem Schema analysieren



abstrakte Darstellung mit den Instanzen vom Node und Way und des Maut-Tagging-Schemas

toll:hgv = heavy goods vehicle

toll:N3 = Fahrzeugklasse nach der Wirtschaftskommission für Europa der Vereinten Nationen (UNECE)



Die drei Grundprobleme

- I. keine freie Routing-API, die schnell anpassbar und individuell nach LKW-Profilen einstellbar ist
 - Auswählen nach LKW-Profilen⁵
- II. Nutzen von OSM-Daten
 - Besseres Aufbereiten der Verkehrsdaten
 - Maut-Strecken nach Konsistenz prüfen
- III. keine LKW-Maut-Routing-API auf der Grundlage von OSM-Daten
 - Anzeigen der Mautpflicht in den Straßendaten
 - Berechnung der Maut anhand der Mautparameter
 - Routen nach der kostengünstigsten Maut-Strecke
 - Auf mobilen Geräten -> offline -Modus

⁵ Gewichtung der Route nach Maut-Kosten in den vordefinierten Profilen von GraphHopper-Routing Engine



Zielsetzung

- Erstellung eines mautbezogenen Berechnungsalgorithmus der jederzeit einstellbar ist (Mautparameter und Routingprofile)
- (offline) ausführbar auf mobilen Endgeräten
- Berechnung der kostengünstigsten und schnellsten Route
- Aktualisierungsmöglichkeiten über die Applikation



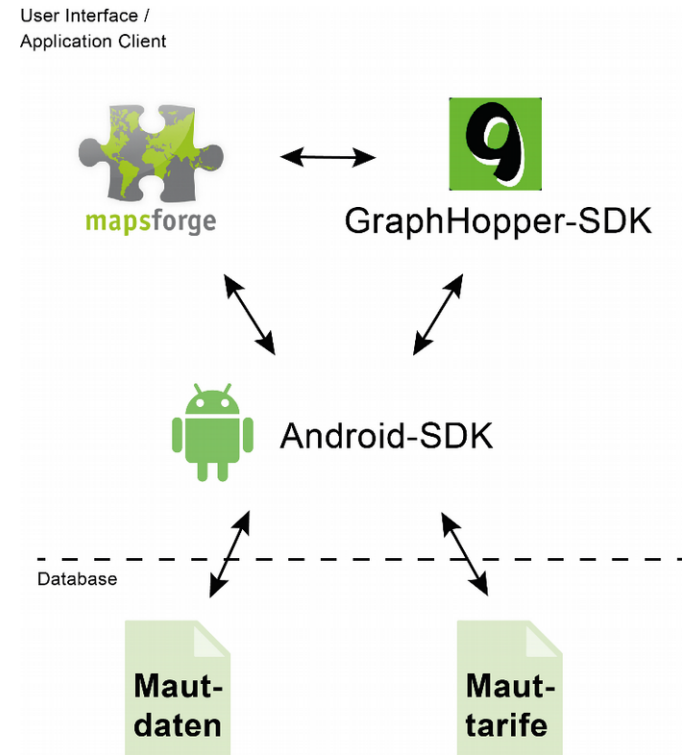
abstrakte Darstellung der verwendeten Quellen



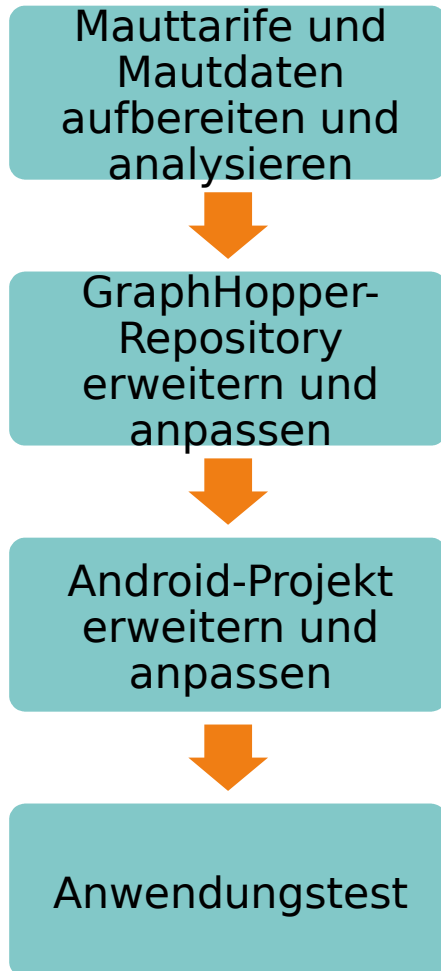
Angewandte Technologien

- Kartendarstellung
 - Mapsforge⁶
- Routing-Framework
 - GraphHopper-SDK⁶
 - GraphHopper-Repository
- Programmiersprache
 - Java
- Datengrundlage
 - Aufbereitete OSM-Daten
 - Mauttarif-Daten

⁶ In Anlehnung der GraphHopper Demo App im GraphHopper-Repository



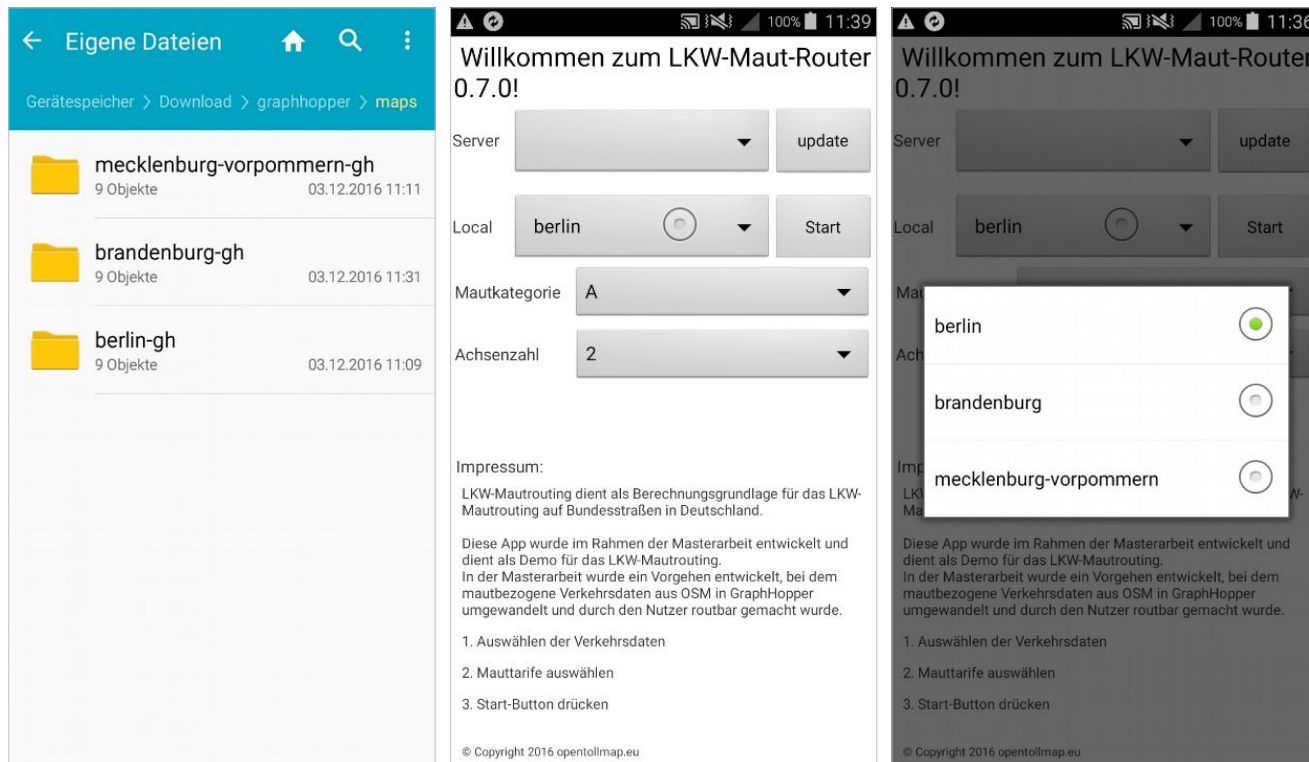
Workflow



- Aufbereitung und Analyse der Verkehrsdaten
- Transformierung und Vollständigkeitsüberprüfung der Mautdaten und Mauttarife
- Anpassung und Erweiterung des GraphHopper-Repositorys
- Erstellung eines Routinggraphen und LKW-Routingprofils
- Anpassung und Erweiterung des GraphHopper-Android-Repositorys
- Funktionen: Offline-Routing, LKW-Maut-Berechnung, Mautdaten-Update
- Android-App auf dem Client installieren und testen



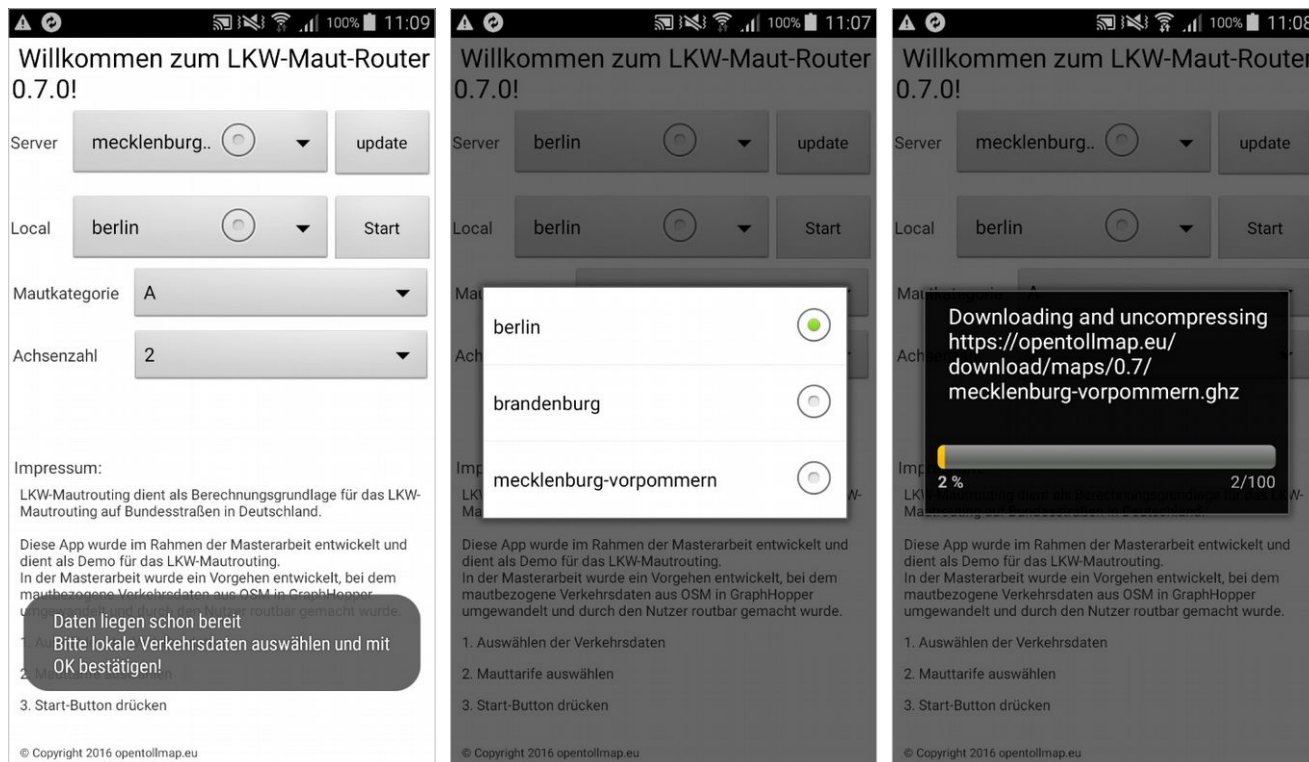
Anwendungstest



Lokale Daten auswählen



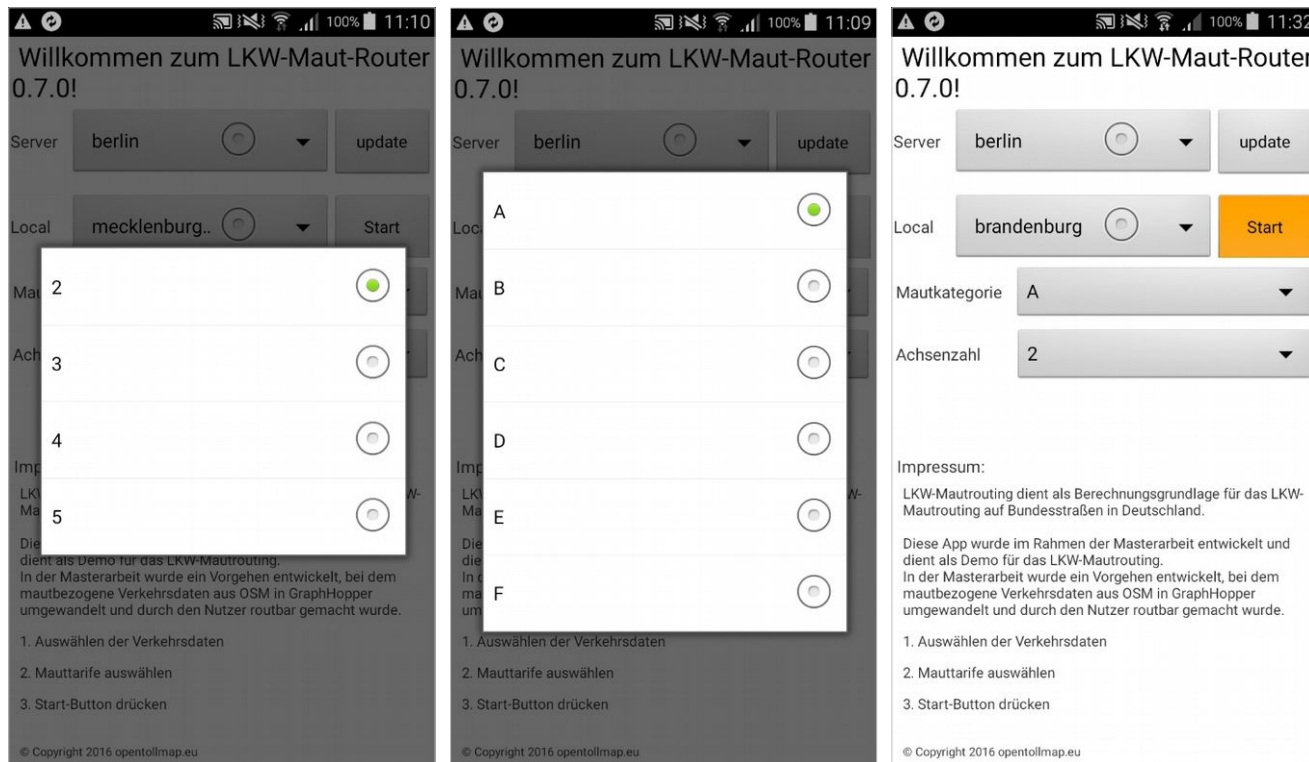
Anwendungstest



Server-Daten aktualisieren



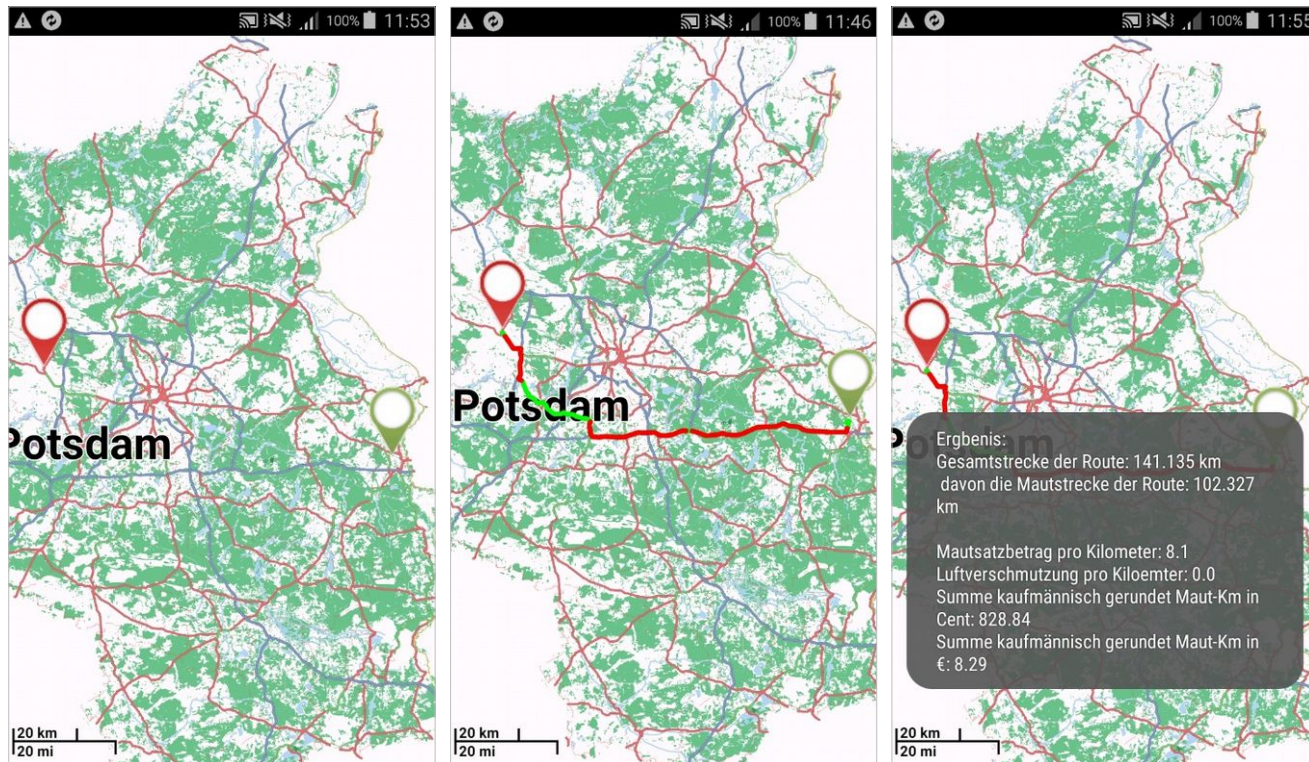
Anwendungstest



Eingabe bestätigen und Routing starten



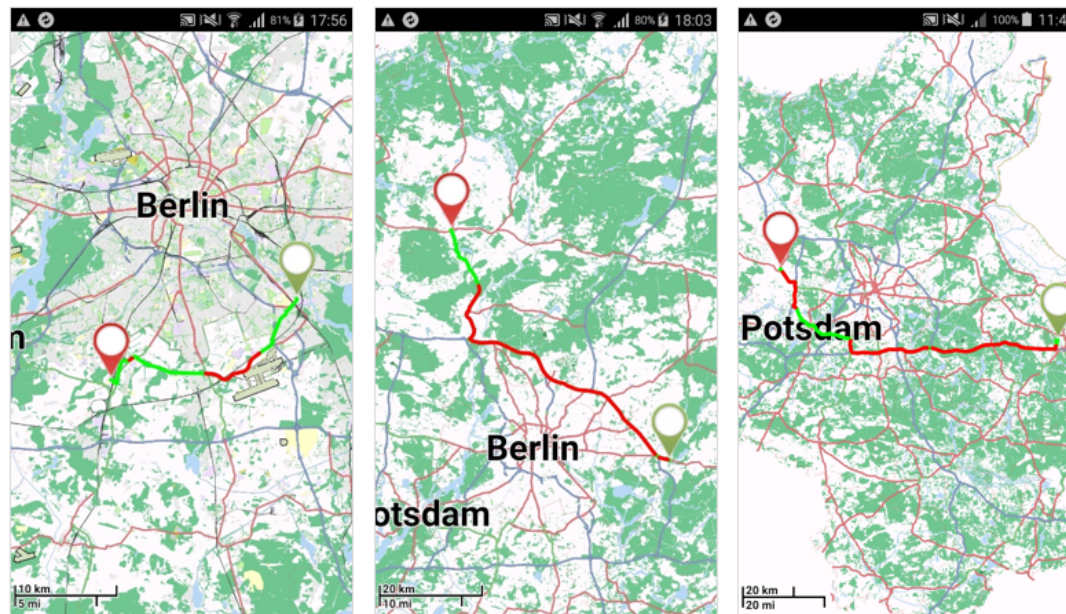
Anwendungstest



Routen-, Mautberechnung und Infoanzeige

Ergebnisbeschreibung

- Durchführung des Anwendungstests auf dem mobilen Client
- Erzeugen und Vergleichen von drei Beispielrouten in Berlin-Brandenburg
- Überprüfung der berechneten Tariflängen und der Kartierregeln in OSM



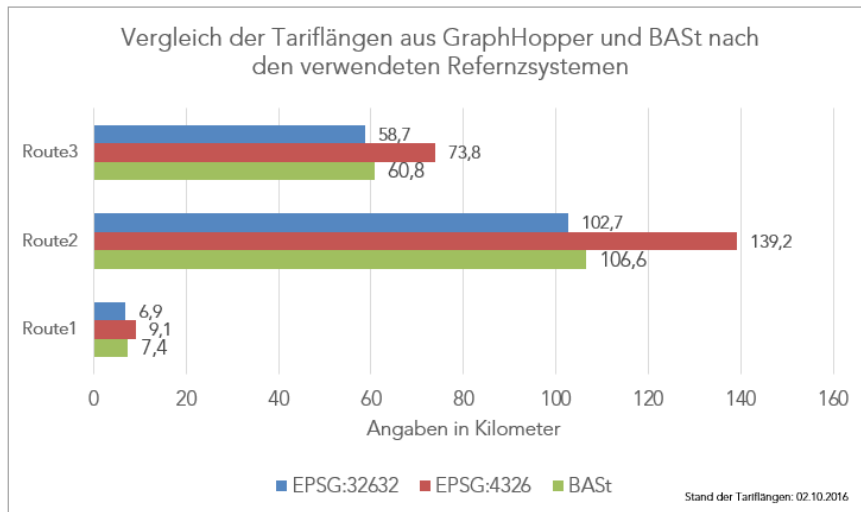
Drei Vergleichsrouten in Berlin und Brandenburg

Ergebnisbeschreibung

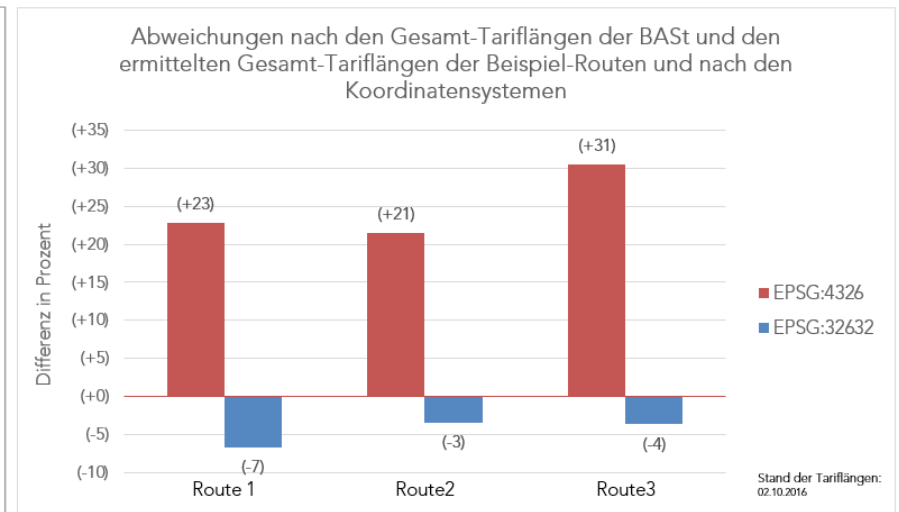
- Abweichungen der ermittelten Tariflängen
 - falsche Verwendung des Zielkoordinatensystems
 - unterschiedliche Verzerrungen durch die Verwendung von Koordinatensystemen

	EPSG:4326	EPSG:32632
Route1	+23 %	-7 %
Route2	+21 %	-3 %
Route3	+31 %	-4 %
Mittelwert	+25 %	-5 %

Übersicht der Abweichungen der Routen mit dem Mittelwert



Überblick der ermittelten Tariflängen



Übersicht der Abweichungen der ermittelten Tariflängen zu der BAST



Vorteile des Verfahrens & Änderungsvorschläge

- Überprüfung und Planung der Maut-Routen durch den Nutzer
 - hoher Qualitätsanspruch für die OSM-Nutzer
 - kostenfrei nutzbar und erweiterbar mit anderen Daten
 - auf andere Mautsysteme übertragbar
- Veröffentlichung der Mauttarife als CSV-Datei
 - Anpassung und Erweiterung der Routingprofile
 - Weiterführung der Idee der kostengünstigen Mautroutenberechnung
 - Weiterentwicklung und Optimierung der offlinefähigen App



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Download der Demo-App

