

# Generierung von realistischen Reiseketten

Praktikum Algorithmen WS 2020/2021

# Reiseketten

Bestehend aus:

- Startstation und planmäßige Abfahrtszeit
- Zielstation und planmäßige Ankunftszeit
- Fahrtabschnitte
  - Verwendete Verkehrsmittel (Züge, Straßenbahnen usw.)
  - Einstiegshalt (Station und planmäßige Uhrzeit)
  - Ausstiegshalt (Station und planmäßige Uhrzeit)
- Fußwege, falls beim Umstieg Ausstiegsstation  $\neq$  Einstiegsstation

Willy-Brandt-Platz, Darmstadt  
Berlin Hbf

10:19 ⚠  
15:10

4:51

3

BUS, RB, ICE

ññ

84,90 EUR

> Teilstreckenpreis

119,20 EUR

> Teilstreckenpreis

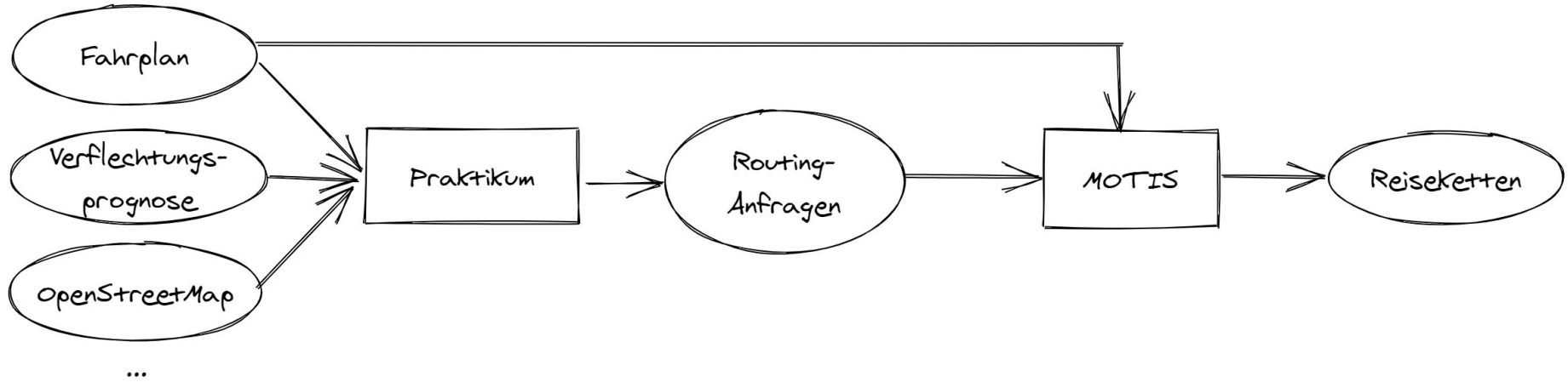


Details verbergen

> Rückfahrt hinzufügen

Zur Angebotsauswahl

Bahnhof/Haltestelle	Zeit	Gleis	Produkte	Auslastung	Weitere Informationen
<b>Willy-Brandt-Platz, Darmstadt</b>	<b>ab 10:19</b>		Bus 671		Bus Richtung: Hauptbahnhof, Darmstadt
Hauptbahnhof, Darmstadt	<b>an 10:25</b>				
🚶 Fußweg 5 Min. <span>&gt; Umsteigezeit anpassen</span>					
Darmstadt Hbf	<b>ab 10:30</b>	7	RB 67 (15410) RB 68 (15310)		Regionalbahn Richtung: Frankfurt(Main)Hbf Pflicht zur Bedeckung von Mund und Nase , Fahrradmitnahme begrenzt möglich , Fahrzeuggebundene Einstiegshilfe vorhanden , Klimaanlage Betreiber: DB Regio AG Mitte
Frankfurt(Main)Hbf	<b>an 10:48</b>	12			
🔄 Umsteigezeit 10 Min. <span>&gt; Umsteigezeit anpassen</span>					
Frankfurt(Main)Hbf	<b>ab 10:58</b>	8	ICE 770	ññ	Intercity-Express Richtung: Hamburg-Altona Komfort Check-in möglich (Infos unter bahn.de/kci) , Bordrestaurant Betreiber: DB Fernverkehr AG
Hannover Hbf	<b>an 13:17</b>	7			
🔄 Umsteigezeit 14 Min. <span>&gt; Umsteigezeit anpassen</span>					
Hannover Hbf	<b>ab 13:31</b>	9	ICE 547 ICE 557	ññ	Intercity-Express Richtung: Berlin Ostbahnhof Komfort Check-in möglich (Infos unter bahn.de/kci) , Bordrestaurant Betreiber: DB Fernverkehr AG
<b>Berlin Hbf</b>	<b>an 15:10</b>	11 A - D			





# MOTIS

- Intermodales Reiseauskunftssystem
- Entwickelt an der TU Darmstadt
- Kann u.a. Verbindungen (Reiseketten) berechnen
  - zwischen zwei Stationen
  - oder zwischen zwei Positionen (Geo-Koordinaten) mit Fußwegen/Fahrrad/Auto am Anfang/Ende
- JSON-basierte API über HTTP oder CLI+Textdateien (Batch-Modus)
- Open Source: <https://github.com/motis-project/motis>
- Weitere Infos: <https://motis-project.de/>
- Demo: <https://europe.motis-project.de/>

# Eingabedaten

- Fahrplan
- Verflechtungsprognose
- Verwaltungsgebiete

- z.B.

- <https://gdz.bkg.bund.de/index.php/default/open-data/verwaltungsgebiete-1-250-000-mit-einwohnerzahlen-ebenen-stand-31-12-vg250-ew-ebenen-31-12.html>

- Zensus
  - <https://www.zensus2011.de/DE/Home/Aktuelles/DemografischeGrunddaten.html>
- OpenStreetMap
- ggf. weitere

# Fahrplan

Enthält Stationen mit

- Name
- “EVA Nummer”, 7-stellige ID
  - beginnend mit 0: Bus- oder Straßenbahnhaltestelle
  - beginnend mit 80: Schienenverkehr in Deutschland (z.B. “8000068” = Darmstadt Hbf)
- Position (Geokoordinaten)

und Fahrten mit

- Kategorie (ICE/Bus...) und Zugnummer/Linie
- Halte (Station, Ankunftszeit, Abfahrtszeit)

# Fahrplan

Relevante Informationen zu den Stationen in der Datei stamm/bfkoord.txt:

0100001 8.67929100 50.1139640

% Hauptwache, Frankfurt a.M.

0100002 8.68179300 50.1109020

% Römer/Paulskirche, Frankfurt a.M.

0100003 8.68323600 50.1105550

% Dom/Römer, Frankfurt a.M.

0100004 8.67493300 50.1092140

% Willy-Brandt-Platz, Frankfurt a.M.



EVA Nummer

Geo-Koordinaten  
(Longitude/Längengrad,  
Latitude/Breitengrad)



# Verkehrsverflechtungsprognose 2030

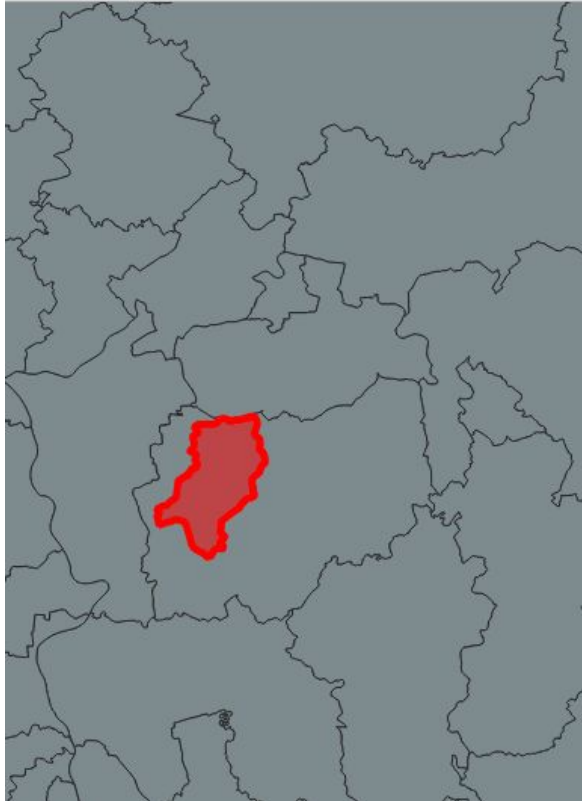
- Prognose des Personen- und Güterverkehrs
  - innerhalb Deutschlands auf Kreisebene
  - sowie mit dem Ausland
- Für Basisjahr 2010 und Prognosejahr 2030
- Gruppiert nach
  - Verkehrsmittel (Eisenbahn inkl. S-Bahn, ÖSPV, PKW, Flugzeug...)
  - Fahrtzweck (Beruf, Ausbildung, Einkauf, Urlaub...)

Für dieses Praktikum: Nur ÖV (Eisenbahn + ÖPSV) und nur Personenverkehr relevant

# Verkehrsverflechtungsprognose 2030

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	# Quelle	Ziel	Bahn_Fz1	Bahn_Fz2	Bahn_Fz3	Bahn_Fz4	Bahn_Fz5	Bahn_Fz6	MIV_Fz1	MIV_Fz2
2	1001	1001	96949	113897	34332	164033	0	248274	6091926	1059237
3	1001	1002	10403	104	282	7440	0	3781	128753	311
4	1001	1003	0	2	2	2017	2	2924	0	18
5	1001	1004	1771	25	88	1446	0	1160	28802	89
6	1001	1051	2172	2191	374	579	0	1530	29912	1724
7	1001	1053	0	0	0	81	35	432	0	0
8	1001	1054	13707	2907	1021	973	0	7262	610289	11077
9	1001	1055	147	25	4	118	6	2205	1054	454
10	1001	1056	103	24	24	1795	1	2258	2613	486
11	1001	1057	373	343	100	19	0	800	15552	1292
12	1001	1058	11804	1409	1462	5781	0	8170	234469	5362
13	1001	1059	186284	39779	24064	134822	0	86731	4065613	169900
14	1001	1060	1095	40	21	276	0	842	30084	1015
15	1001	1061	728	1382	161	925	0	1122	12562	1232
16	1001	1062	27	11	4	155	6	792	395	247
17	1001	2000	2154	39	293	19541	108	24583	4755	216
18	1001	2109	0	0	0	522	4178	1045	0	0
19	1001	3101	0	0	0	292	12	285	0	0

# Verwaltungsgebiete



Identifikationsergebnis	
Objekt	Wert
▼ VG250_KRS	
▼ DEBK_ID	DEBKGD20000DZD5
▶ (abgeleitet)	
▶ (Aktionen)	
ADE	4
GF	4
BSG	1
RS	06411
AGS	06411
SDV_RS	064110000000
GEN	Darmstadt
BEZ	Kreisfreie Stadt
IBZ	40
BEM	--
NBD	ja
SN_L	06
SN_R	4
SN_K	11
SN_V1	00
SN_V2	00
SN_G	000
FK_S3	R
NUTS	DE711
RS_0	064110000000
AGS_0	06411000
WSK	1977-01-01
EWZ	158254
KFL	122,07
DEBK_ID	DEBKGD20000DZD5

# OpenStreetMap

## Frei verfügbare Geodaten

- Karte: <https://www.openstreetmap.org/>
- Download der Datensätze: <http://download.geofabrik.de/>
  - .osm.pbf-Format für größere Datensätze am sinnvollsten (Binärformat)
- Ausführliche Erklärung aller Tags usw. im Wiki:
  - <https://wiki.openstreetmap.org/>
  - [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map\\_Features](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Map_Features)

# OpenStreetMap

Daten bestehen aus drei Arten von Elementen:

- Nodes/Knoten (Punkte mit Position)
- Ways/Wege: Polygonzug (Liste von Nodes)
- Relations/Relationen: Gruppierungen (Liste von Nodes, Ways und Relations)

Alle Elemente können Tags (Key-Value-Paare) haben

- Geben z.B. an, ob ein Way eine Straße, Fluß, Haus, Landesgrenze etc. ist
- Relationen können u.a. komplexere Flächen (insb. Polygone mit Löchern) oder z.B. Verläufe von Buslinien (mehrere Ways) modellieren



Suchen

Wo ist das?

Los



## Weg: Robert-Piloty-Gebäude (23116340)

Version #28

TU-Darmstadt vereinheitlicht

Bearbeitet vor 4 Monaten von Nmxosm

Änderungssatz #88939172

### Tags

addr:city	Darmstadt
addr:housenumber	10
addr:postcode	64289
addr:street	Hochschulstraße
alt_name	Fachbereich Informatik
building	university
building:levels	3
department	Computer Science
internet_access	wlan
name	Robert-Piloty-Gebäude



### Kartenebenen

Standard

Physik  
Rau-Institut  
Bau  
TU Darmstadt

Radfahrerkarte



Verkehrskarte



ÖPNVKarte



Humanitär



Overlays zur Fehlersuche aktivieren

☐ Hinweise/Fehlermeldungen☒ Kartendaten☐ Öffentliche GPS-Tracks

# Erste Schritte

- Zuordnung der Verkehrszellen aus der Verflechtungsprognose zu Stationen aus dem Fahrplan
  - Amtliche Kreisschlüssel → Polygone
  - Für jede Station des Fahrplans ermitteln, in welchem Kreis sie liegt
- Aufteilung des Verkehrsaufkommens auf Stationen in den Kreisen
  - Für den Anfang: Fern- und Regionalverkehr zwischen Kreisen
- Generierung von sinnvollen Abfahrts- oder Ankunftszeiten je nach Reisezweck
- Ausgabe: Routing-Anfragen für MOTIS im JSON-Format
  - Vorwärtssuche: Startstation, Zielstation, gewünschte Abfahrtszeit
  - Rückwärtssuche: Startstation, Zielstation, gewünschte Ankunftszeit

# Programmiersprachen

Vorschläge:

- C++
- Java, Kotlin
- Python

Darauf achten, dass es Bibliotheken gibt für:

- Geometrie Indizes/Operationen (z.B. R-Trees, Polygone)
- Lesen von OpenStreetMap-Dateien (.osm.pbf)

Auch Kombinationen mehrerer Sprachen möglich



# Vorschläge für Bibliotheken

## Geo-Indizes/Operationen:

- Boost Geometry (<https://www.boost.org/>) - C++
- GeoPandas (<https://geopandas.org/>), Shapely - Python

## OpenStreetMap:

- libosmium (<https://osmcode.org/>) - C++, Python, Node.js
- [https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Frameworks#Processing\\_OpenStreetMap\\_data](https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Frameworks#Processing_OpenStreetMap_data) - Diverse Sprachen

# Möglicherweise hilfreiche Tools

- QGIS (<https://qgis.org/>)
- GDAL (<https://gdal.org/>)
- JOSM (<https://josm.openstreetmap.de/>)

# Organisatorisches

## Nächste Schritte:

- Geheimhaltungserklärung für Zugriff auf Daten der Deutschen Bahn
- Daten via GitLab: Fahrplan, Verflechtungsprognose

## Wöchentliche Online-Sprechstunde

- Mittwoch ab 14:00 Uhr
- Bei Interesse vorher per E-Mail anmelden → individueller Zeitslot
  - Bitte mit ungefähre Abschätzung der benötigten Zeit (15m, 30m, 1h...)
- Kurze Fragen auch per E-Mail