



Zusammenführung und Vereinheitlichung von Eisenbahn-Streckennetzdaten

geops

Alexander Matheisen
FOSSGIS 2017, Passau

Über mich

- Alexander Matheisen
`<alexander.matheisen@geops.de>`
- seit 2008 bei OpenStreetMap aktiv
- Gründer und Maintainer der OpenRailwayMap
- 2013-2016 B.Sc. Informatik an der Hochschule Niederrhein
- seit Dezember 2016 Entwickler bei geOps, Freiburg im Breisgau

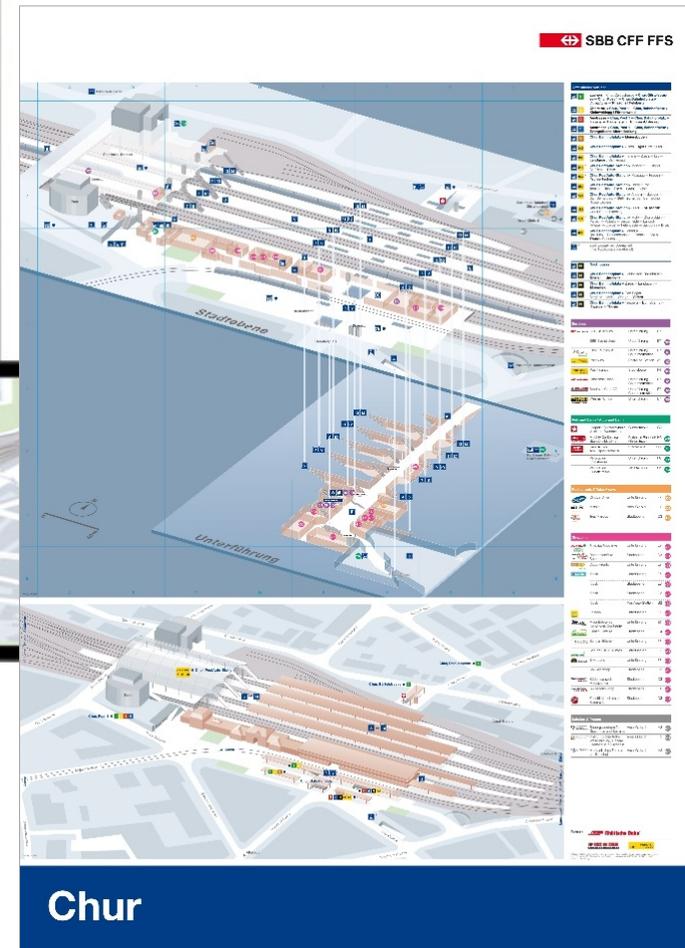
geOps

- Gegründet 2002 in Freiburg im Breisgau
- 2013: Eröffnung einer Niederlassung in der Schweiz
- Schwerpunkte:
 - Entwicklung und Betrieb von Webanwendungen mit Geodaten und kompletten Geodateninfrastrukturen
 - Verwendung von Open-Source-Produkten
 - Schwerpunkt öffentlicher Verkehr



geOps

- Interaktive Bahnhofspläne



geOps

- TRAVIC: <http://tracker.geops.de/>



geOps

- SBB Webkartenportal: <http://maps.trafimage.ch>

Home Kontakt Suche Social Media de fr it en

SBB CFF FFS

Ferien & Freizeit Fahrplan Abos & Billette Bahnhof & Services Geschäftsreisen Konzern Login

The screenshot shows the SBB web map interface. A search bar at the top left contains the text "Stationen, Verbindungen, Orte ...". Below it, there are navigation controls including a search icon, a menu icon, and a "Zugtracker" section with a time of 18:15:26. A sidebar on the left displays a list of stations for the S9 line, starting with Luzern and ending with Hitzkirch. The main map area shows a network of red and yellow lines representing train routes, with various station names labeled. A yellow line labeled "S9" is highlighted, showing a route from Luzern through Langenthal and other stations.

The screenshot shows the SBB web map interface with a different route highlighted. A search bar at the top left contains the text "Stationen, Verbindungen, Orte ...". Below it, there are navigation controls including a search icon, a menu icon, and a "Fahrplanwechsel am 13. Dezember 2015" section with checkboxes for "Baustellen", "Regionalverkehr", and "Fernverkehr". A sidebar on the left displays a list of stations for the S9 line, starting with Luzern and ending with Hitzkirch. The main map area shows a network of red and yellow lines representing train routes, with various station names labeled. A red line is highlighted, showing a route from Luzern through Langenthal and other stations to Pfäffikon SZ. A pop-up window on the right side of the map provides information about the "Region Zürcher S-Bahn" and lists several routes, including "Pfäffikon SZ - Zürich - Winterthur - Westfalen", "Zürich - Wetzikon - Pfäffikon SZ", "Zürich - Regensdorf - Watt", "Ziegelbrücke - Zürich - Zürich Flughafen", "Zürich - Rätz - Schaffhausen", and "Pfäffikon ZH - Effretikon - Zürich HB - Dietikon - Koblenz".

Projekt

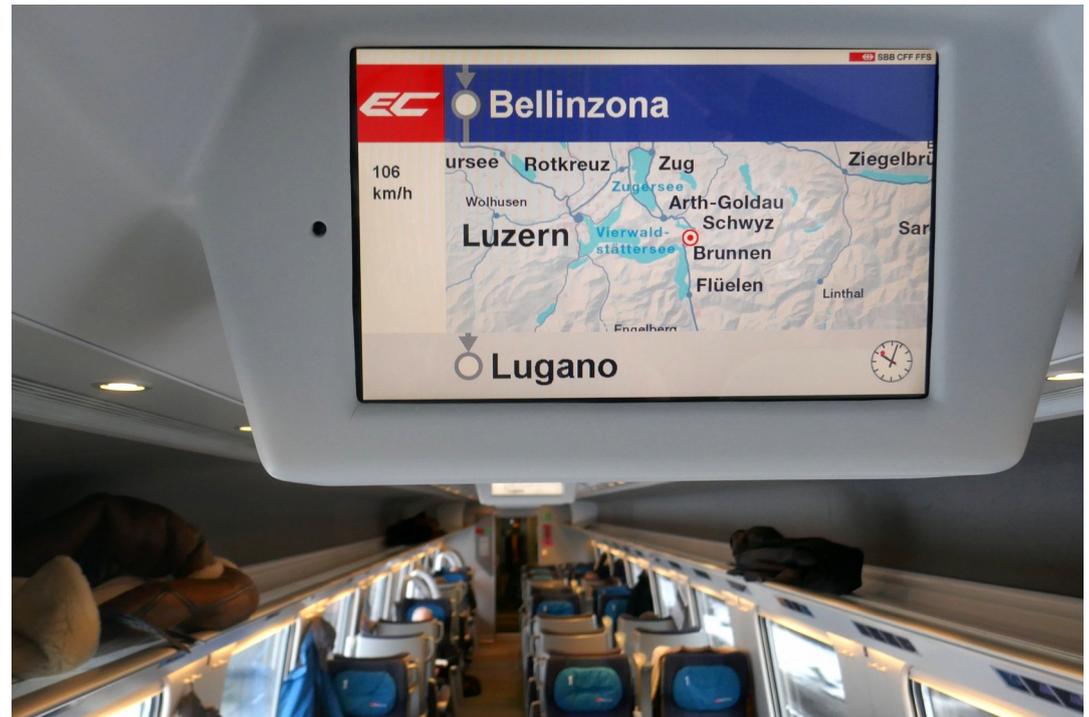
- Reisendeninformation für den ETR 610 der SBB



Kabelleger / David Gubler (<http://www.bahnbilder.ch>)
(https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SBB_ETR_610_Salgesch.jpg), „SBB ETR 610 Salgesch“, CC-BY-SA 3.0

Projekt

- Darstellung der aktuellen Zugposition auf einer Streckenkarte
- Grundlage: Streckennetzdaten aus verschiedenen Quellen
- Kartendesign durch externe Partnerfirma
- Vorgesehene Abdeckung: Schweiz + Nachbarländer



Anforderungen

- Erzeugung eines Streckendatensatzes aus verschiedenen Quelldatensätzen
- Datensätze:
 - Unterschiedliche **Quellen** (Open Data, OpenStreetMap)
 - Unterschiedliche **Formate** (INTERLIS, GeoJSON, OSM)
 - Unterschiedliche **Datenmodelle** (Strecken – Gleise)
 - Unterschiedliche **Abdeckungen**
- Anwendersicht:
 - Einheitliche Darstellung
 - Grenzüberschreitend
- Ziel: **Zusammenführung** zu einheitlichem Datensatz

Streckendaten

- Knoten-Kanten-Modell
 - Knoten: Betriebspunkte, z.B. Bahnhöfe, Streckenabzweige
 - Kanten: Gleise bzw. Strecken zwischen je zwei Betriebspunkten
- Wahl der Daten
 - Wenn möglich offizielle Datensätze
 - OpenStreetMap für die übrigen Länder
- Streckendaten – Gleisdaten
 - Mehrgleisige Strecken störend bei Bearbeitung und Generalisierung

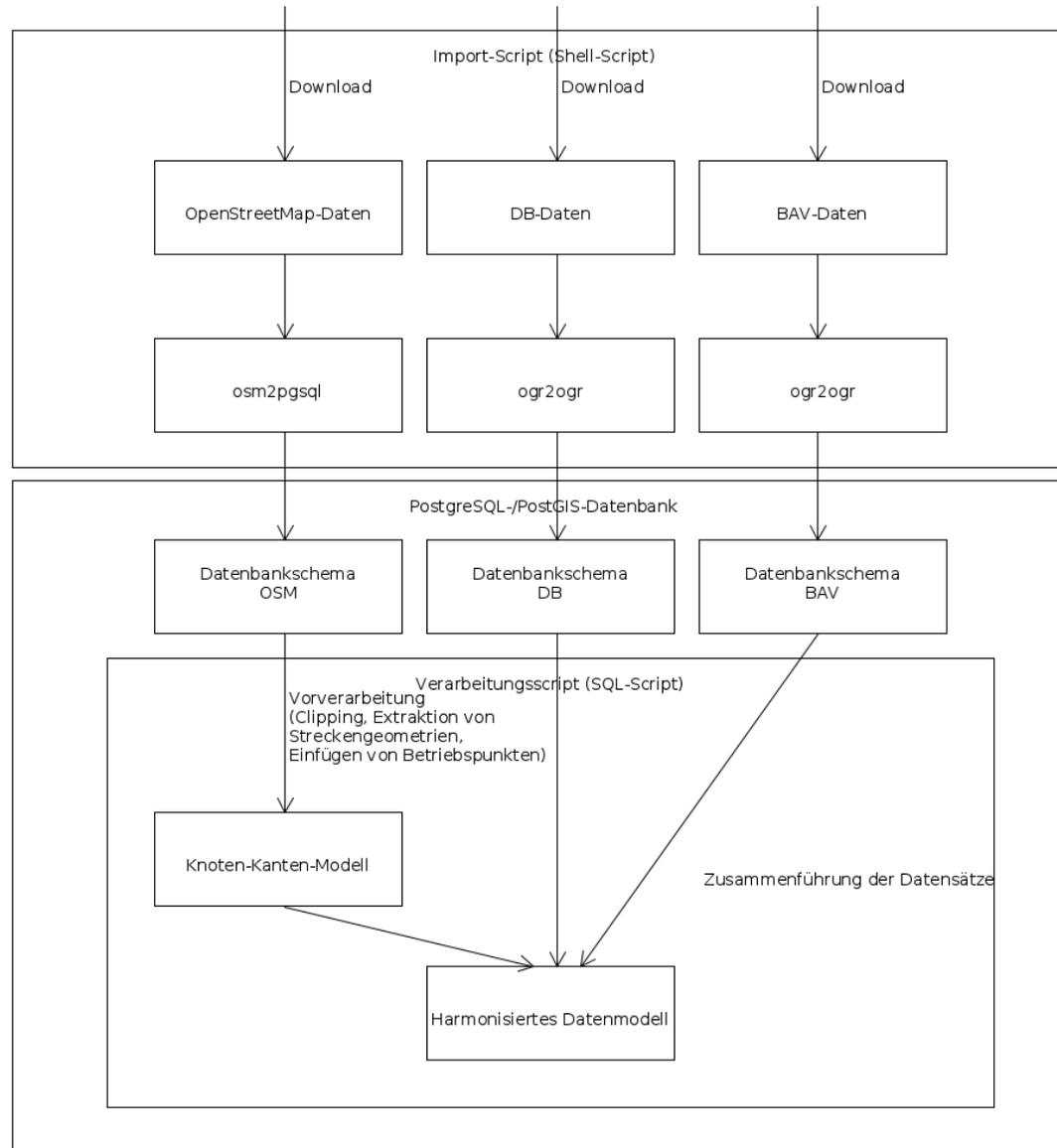
Datenquellen

- **Schweizer Bundesamt für Verkehr**
 - Alle von Schweizer Unternehmen betriebene Strecken
 - Streckengenau
 - INTERLIS-Format
- **Deutsche Bahn**
 - Von der DB betriebene Strecken
 - Streckengenau
 - GeoJSON-Format
- **OpenStreetMap**
 - Gleisgenau
 - OSM-XML-Format

Technologiewahl

- **PostgreSQL/PostGIS:** Erweiterung für PostgreSQL
 - Speicherung von Geodaten
 - Verarbeitungsfunktionen
- **ogr2ogr:** Tool zur Konvertierung von Geodatenformaten
- **osm2pgsql:** Tool zum Importieren von OSM-Daten in PostgreSQL-/PostGIS-Datenbank
- Verarbeitung als Shellscript/SQL-Script implementiert

Architektur



Implementierung

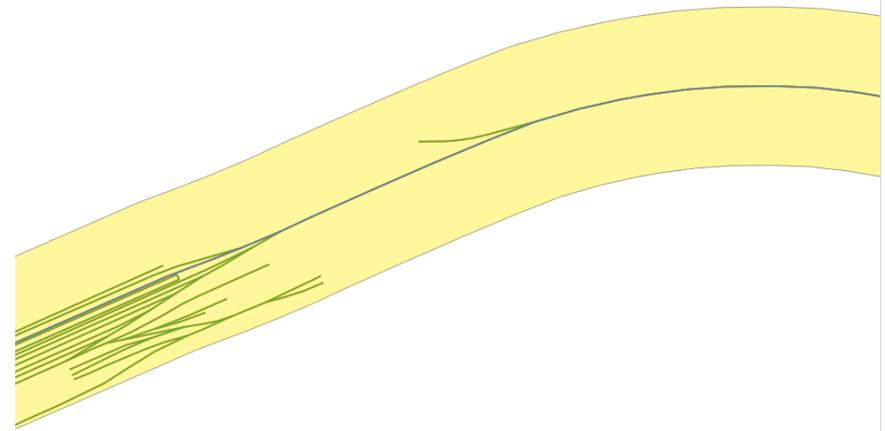
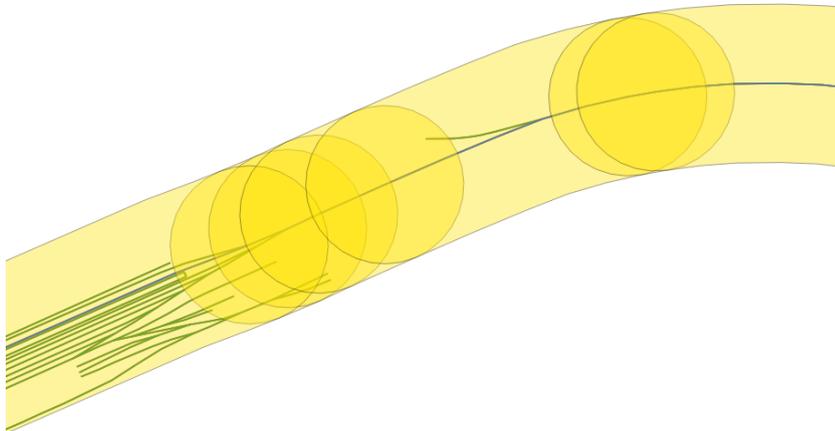
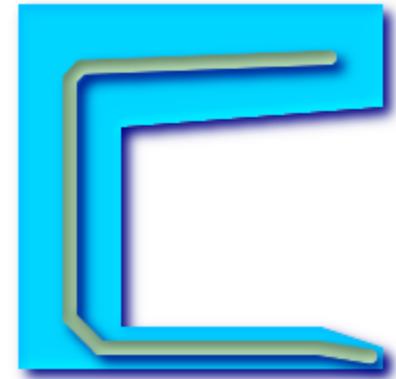
- **Datenimport**
 - Verzicht auf eigene Implementierung, Verwendung bestehender Tools
 - ogr2ogr: GeoJSON, INTERLIS
 - osm2pgsql: OSM-XML
- Umwandlung **OSM-Gleisdaten** → **Streckendaten**
 - Clipping an Landesgrenzen
 - Herausfiltern der Nebengleise
 - Extrahierung von Streckenachsen
 - Wiederherstellung Knoten-Kanten-Struktur
- **Zusammenführen der Datensätze**
 - Mapping Attribute und Objekte
 - Reprojektion

Filterung der Streckengleise

- Streckengleise in OSM: `usage=*`, aber kein `service=*`
- Nebengleise in OSM: `service=*`, aber kein `usage=*`
- Herausfiltern aller Gleise mit
 - `usage=*`
 - Streckennummer als `ref=*`

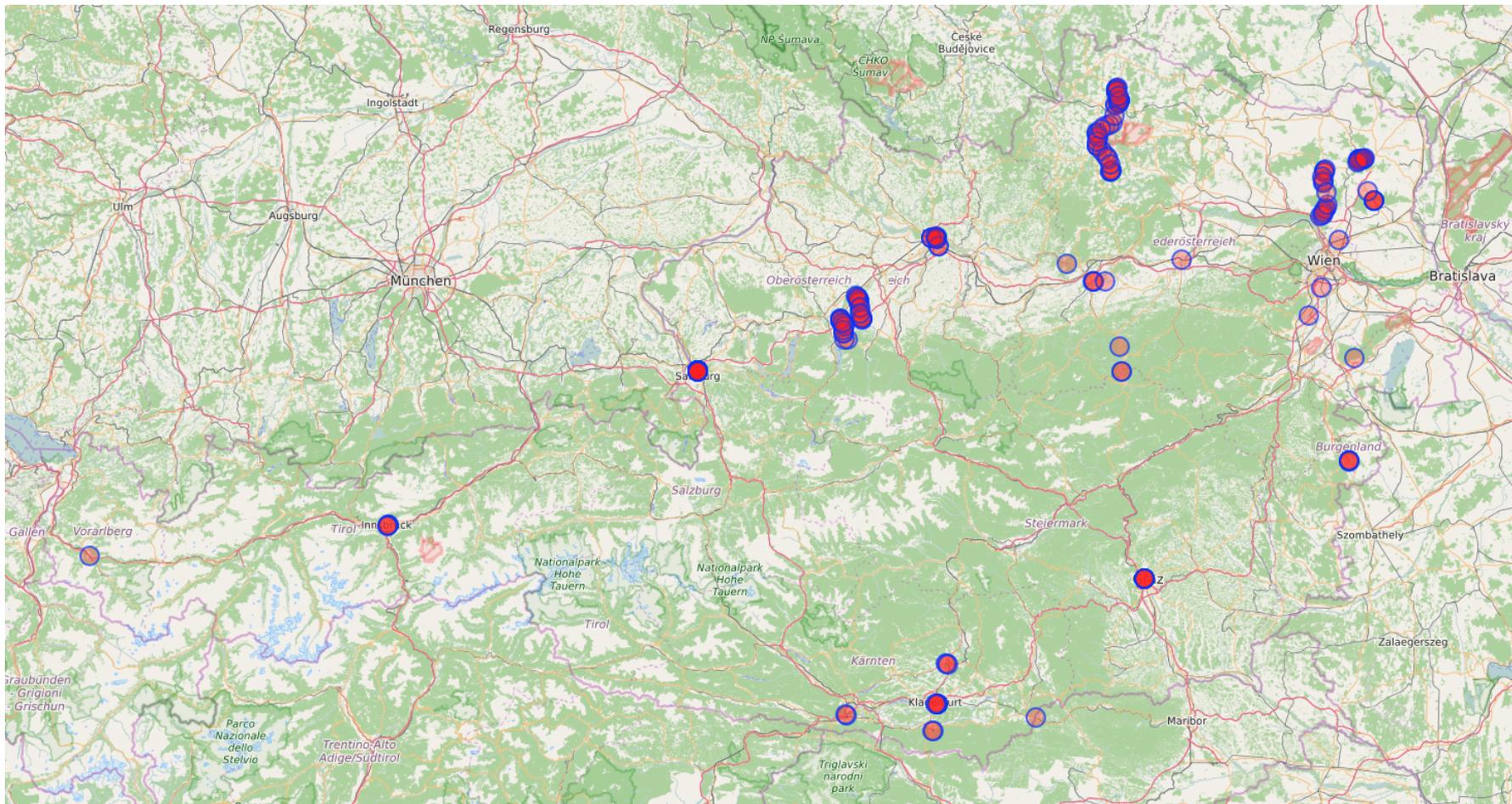
Erzeugung Streckengeometrien

- Erzeugung von Puffern um Gleise
- Zusammenfassung über Streckennummer
- Berechnung einer Mittelachse mit `ST_ApproximateMedialAxis()`



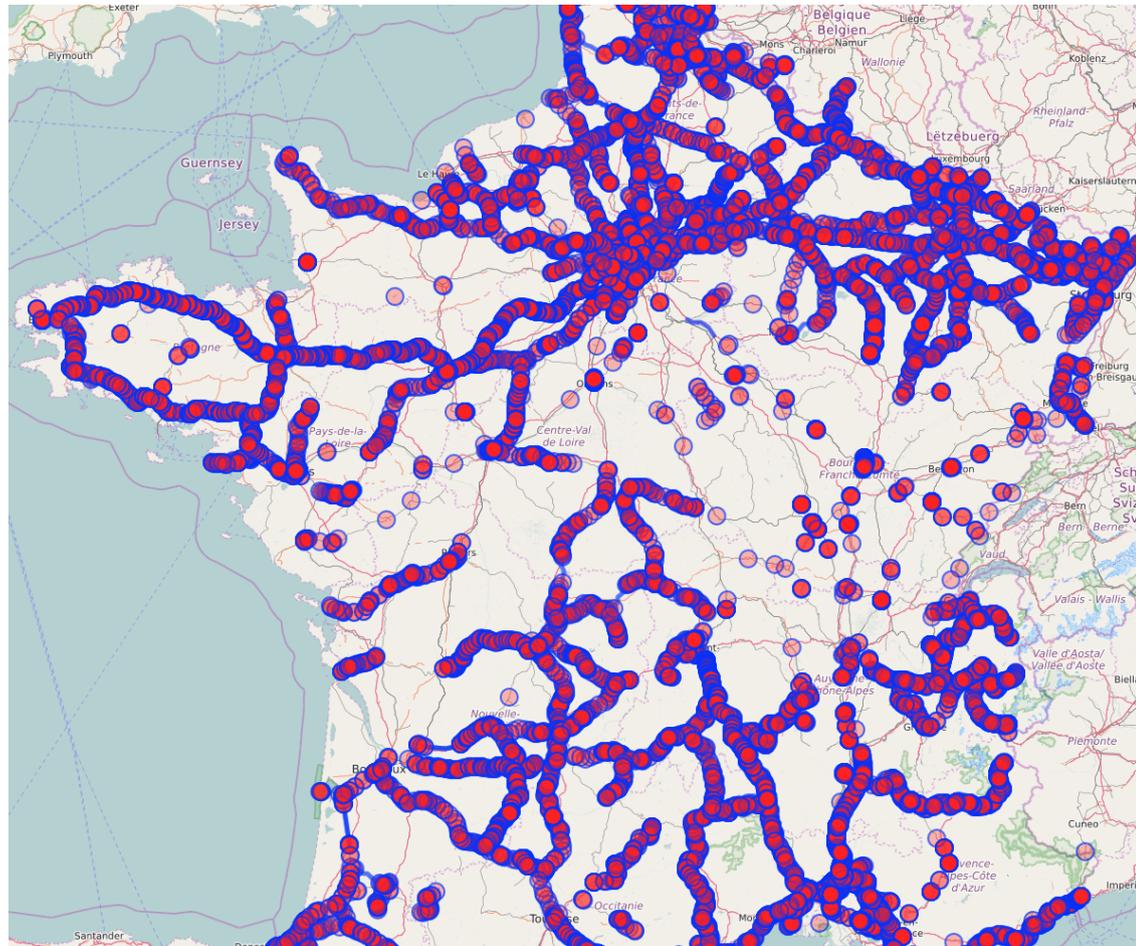
Filterung der Streckengleise

- Overpass-Abfrage: Streckengleise ohne `ref=*` in Österreich



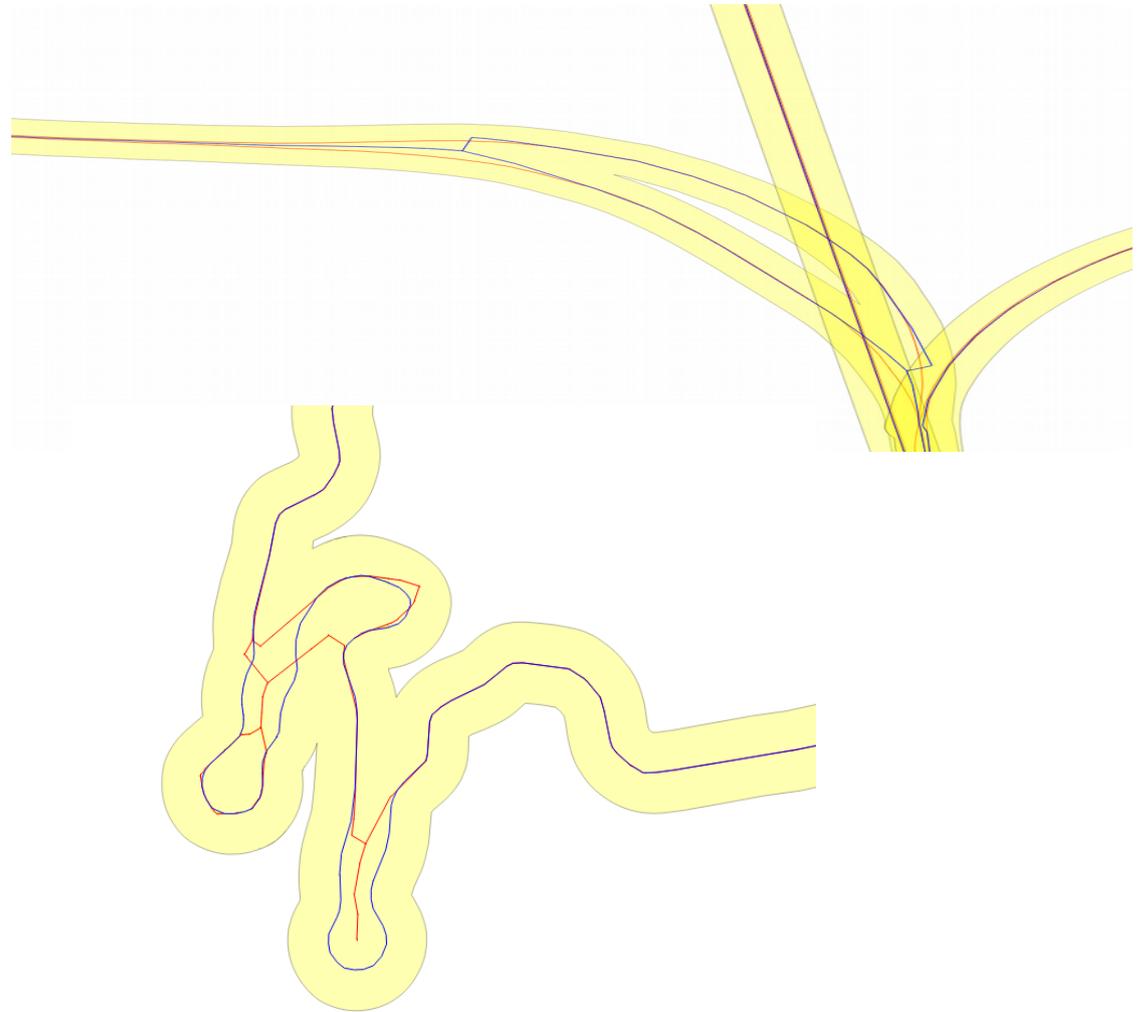
Filterung der Streckengleise

- Overpass-Abfrage: Streckengleise ohne `ref=*` in Frankreich



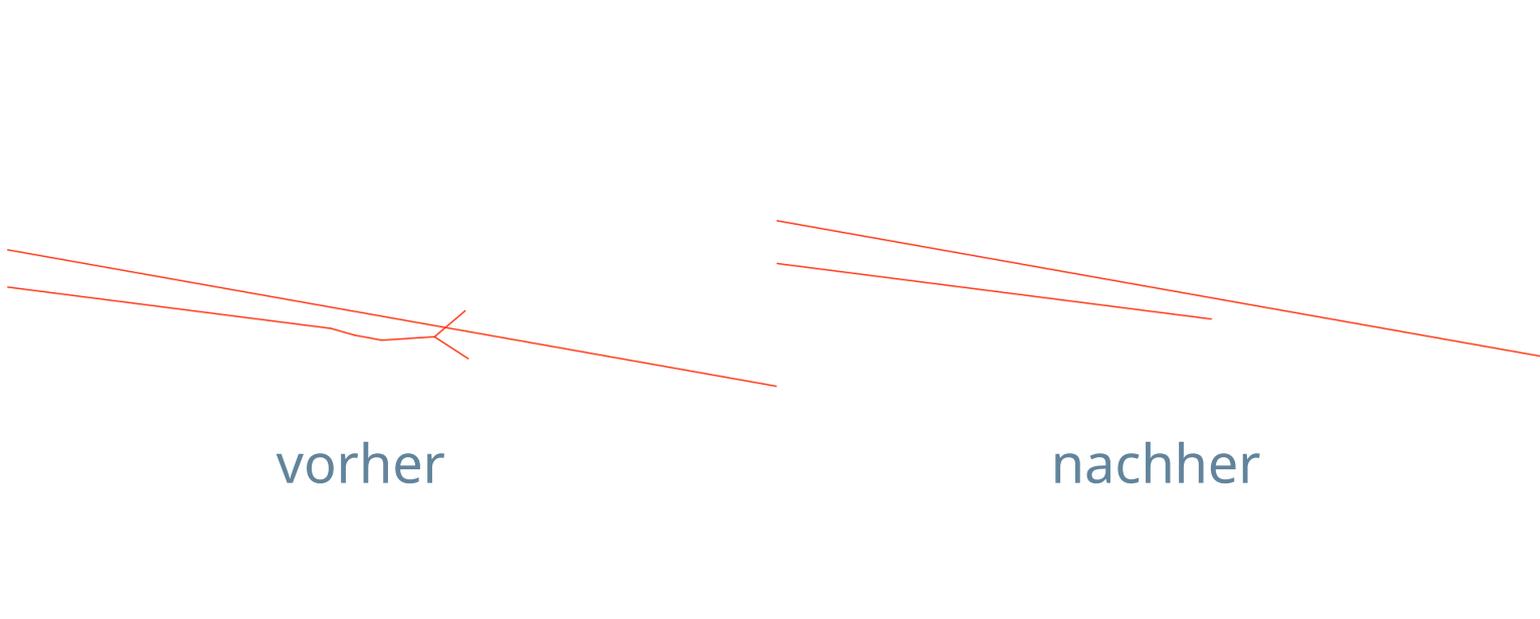
Erzeugung Streckengeometrien

- Wahl der Puffergröße
 - Zu groß: Gebirgsstrecken
 - Zu klein: Überwerfung
 - Schließen von Lücken in den Gleisdaten



Erzeugung Streckengeometrien

- Berechnung einer Mittelachse mit `ST_ApproximateMedialAxis()` arbeitet unsauber
- Entfernung kurzer Segmente an Linienenden
- Schließen der Lücken

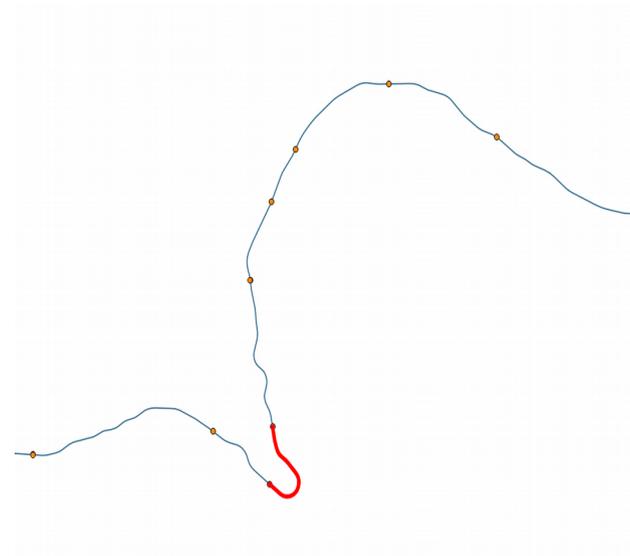
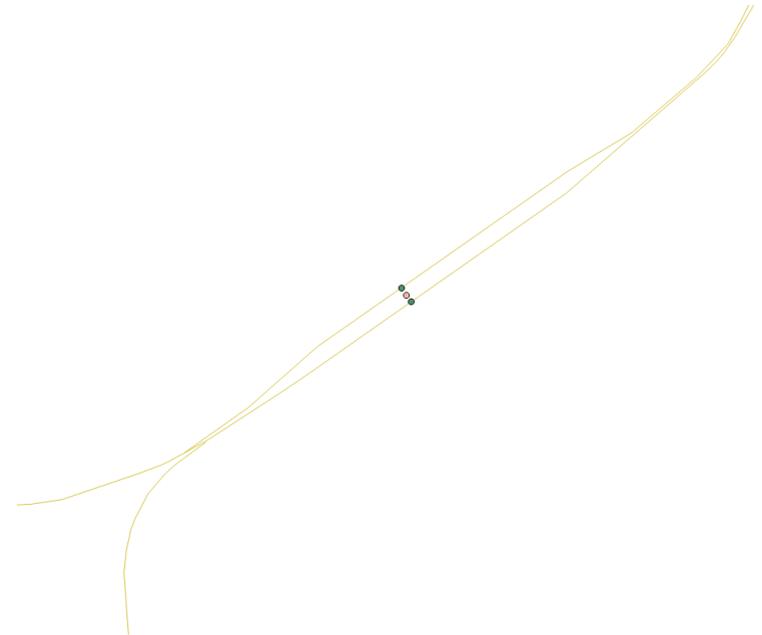


Erzeugung Streckengeometrien



Herstellung Knoten-Kanten-Struktur

- Wiederherstellung einer Knoten-Kanten-Topologie
 - Projektion der Betriebspunkte auf die Strecken
 - Aufsplitten in Segmente
 - Erstellung Referenzen
- Ungerichteter Graph aufgrund fehlender Kilometrierung



Zusammenführung der Daten

- Mapping der Attribute und Objekttypen
- Reprojektion
- Schließen von Lücken an Grenzen
 - geometrisch
 - topologisch

Zusammenfassung

- Workflow ermöglicht Zusammenführung unterschiedlicher Streckendatensätze
 - Formate: OSM-XML, GeoJSON, INTERLIS
 - Datenmodelle: DB, BAV, OSM
 - Umwandlung von gleisgenauen Daten in Streckendaten
 - Nur bei entsprechender Datenqualität möglich
- Fokus: geometrische und topologische Anpassung

Fazit

- **OpenStreetMap-Daten**

- länder- und betreiberübergreifend einheitliches Format und Modell
- Schwankende Datenqualität
- Umwandlung in Streckendaten notwendig

- **Datensätze der Bahnunternehmen**

- gleichbleibende Datenqualität
- keine Umwandlung in Streckendaten notwendig
- nicht immer verfügbar
- aufwändige Vorverarbeitung notwendig
- begrenzte Abdeckung

Ausblick

- **Objektattribute**
 - Semantische Angleichung
 - Datensatzübergreifende Vervollständigung
- Übernahme von **Kilometrierungsinformationen**
 - Ermöglicht Referenzierung von Zusatzinfos
- Herausforderung **OSM-Datenqualität**
 - Robusteres Verfahren
 - Verbesserung der Daten
- Automatisierte **Generalisierung**

Vielen Dank!
Fragen?

Alexander Matheisen

alexander.matheisen@geops.de

<http://www.geops.de/>

<http://twitter.com/geops>

