

SciGRID: ein offenes Referenzmodell europäischer Übertragungsnetze für wissenschaftliche Untersuchungen

Wided Medjroubi, David Kleinhans
FOSSGIS-Konferenz, 04 July 2016, , Salzburg

NEXT ENERGY

EWE-Forschungszentrum für
Energietechnologie e.V.

STROMNETZE

Forschungsinitiative der Bundesregierung



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

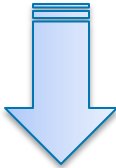
Inhalt

- | Motivation
- | Übertragungsnetzmodelle
- | Stromdaten in OSM
- | SciGRID Modell
- | Zusammenfassung
- | Ausblick

Motivation

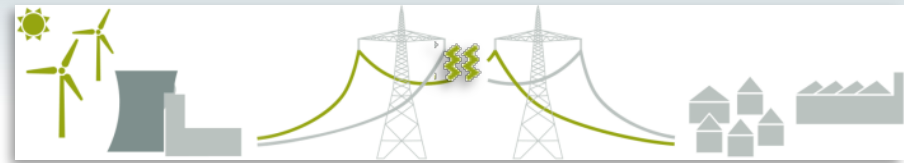
- | Grundlegende Änderung und Umgestaltung der Energiesysteme
 - » Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien (in DE durch EEG)
 - » Integration der erneuerbaren Energien in die Stromversorgung
 - » Dezentrale und bidirektionale Energieerzeugung
- | Bedingung im Bezug auf Energieeffizienz und Energiemix
- | Interesse der Gesetzgeber an Transparenz und Vergleich von verschiedenen Studien und zukünftige Szenarien (z.B. Förderinitiative: Zukunftsfähige Stromnetze)

Motivation

- | Grundlegende Änderung und Umgestaltung der Energiesysteme
 - » Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien (in DE durch EEG)
 - » Integration der erneuerbaren Energien in die Stromversorgung
 - » Dezentrale und bidirektionale Energieerzeugung
 - | Bedingung im Bezug auf Energieeffizienz und Energiemix
 - | Interesse der Gesetzgeber an Transparenz und Vergleich von verschiedenen Studien und zukünftige Szenarien (z.B. Förderinitiative: Zukunftsfähige Stromnetze)
- 
- | Energiesystemmodellierung ist notwendig für Analyse und Bewertung verschiedene möglicher Szenarien und der Gestaltung zukünftiger Energiesysteme

Was sind Netzmodelle und Netzdaten?

- Übertragungsnetze verbinden Energieerzeugung und Verbrauch



Quelle: BMWI



Quelle: Wikipedia

- Übertragungsnetzmodelle bilden Übertragungsnetze ab
- Übertragungsnetz-Daten sind die Knoten und Leitungen des Übertragungsnetzes
- Übertragungsnetzmodelle sind ein wichtiger Bestandteil von Energiesystemmodellen und Marktsimulationen

Status Quo der Übertragungsnetz-Modelle & Daten

- | Es fehlt an Modellen & belastbare Daten der europäischen Übertragungsnetze
- | Existierende Modelle und Daten der Übertragungsnetze stehen unter restriktiven Lizenzen
- | Fehlende Informationen über die Vereinfachungen und Annahmen der existierende Übertragungsnetzmodelle
- | Schwierigkeit der Forschungsaktivitäten in den Bereichen Netzausbau und -planung
- | Schwierigkeit der Validierung und Verifizierung existierenden Modelle und Daten

SciGRID: Die Idee

- I Wie baut man ein „offenes“ Übertragungsnetzmodell ?
 - » Offene Eingangsdaten
 - » Offenes Programmcode des Modells
 - » Offene Ausgangsdaten



SciGRID: Die Idee



- I Wie baut man ein „offenes“ Übertragungsnetzmodell ?
 - » Offene Eingangsdaten
 - » Offenes Programmcode des Modells
 - » Offene Ausgangsdaten

- I Wie soll das eingesetzt werden?
 - » Nutzung von offener Datenquellen → OpenStreetMap (OSM) Daten
 - » Offener Programmcode → geeignete Lizenz (Apache 2.0)
 - » Offene Ausgangsdaten → Möglich mit OSM-Daten durch die ODbL



SciGRID: Technische Fakten

➤ Was ist SciGRID?

SciGRID: Technische Fakten

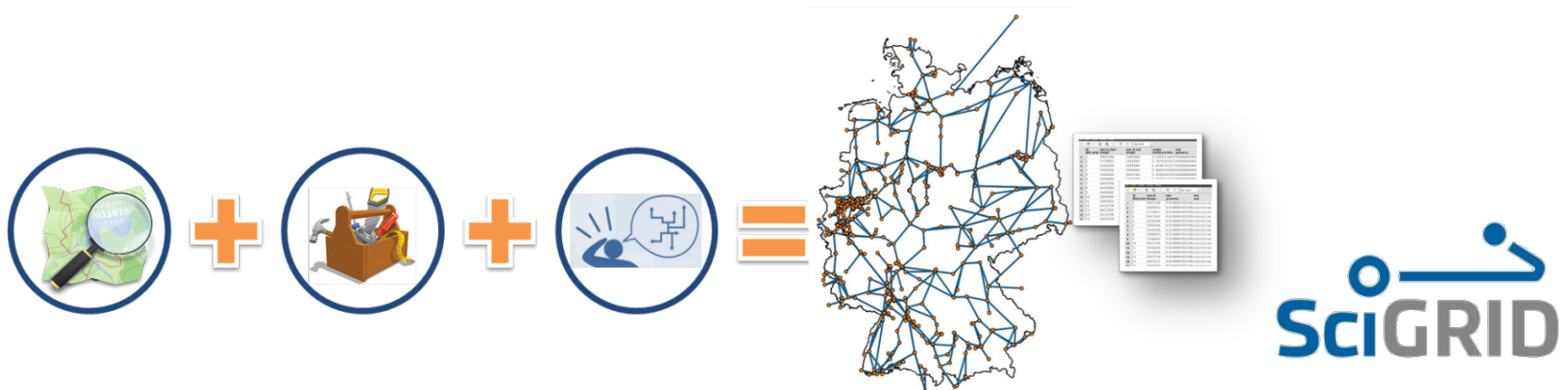
➤ Was ist **SciGRID**?

| **SciGRID** ist ein Übertragungsnetzmodell

SciGRID: Technische Fakten

➤ Was ist SciGRID?

- | **SciGRID** ist ein Übertragungsnetzmodell
- | **SciGRID** stellt nicht nur ein Modell (Programmcode) sondern auch Daten und eine ausführliche Dokumentation zur Verfügung
- | **SciGRID** basiert ausschließlich auf OpenStreetMap “power” Data
- | **SciGRID** nutzt offene Tools und Softwarepakete



OpenStreetMap

- | OpenStreetMap ist eine freie Weltkarte und eine Datenbank
 - » OSM-Daten stehen unter der ODbL Lizenz
 - » freie Daten -nutzung, -weitergabe und -änderung
 - » Änderungen sind unter derselben Lizenz zur Verfügung zu stellen



Create



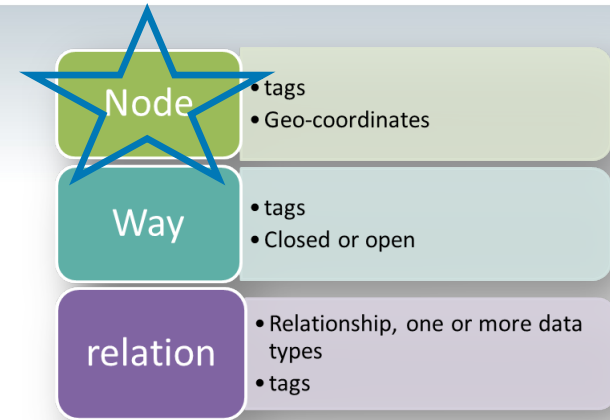
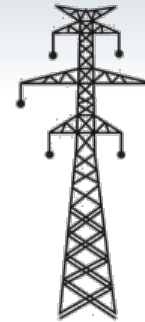
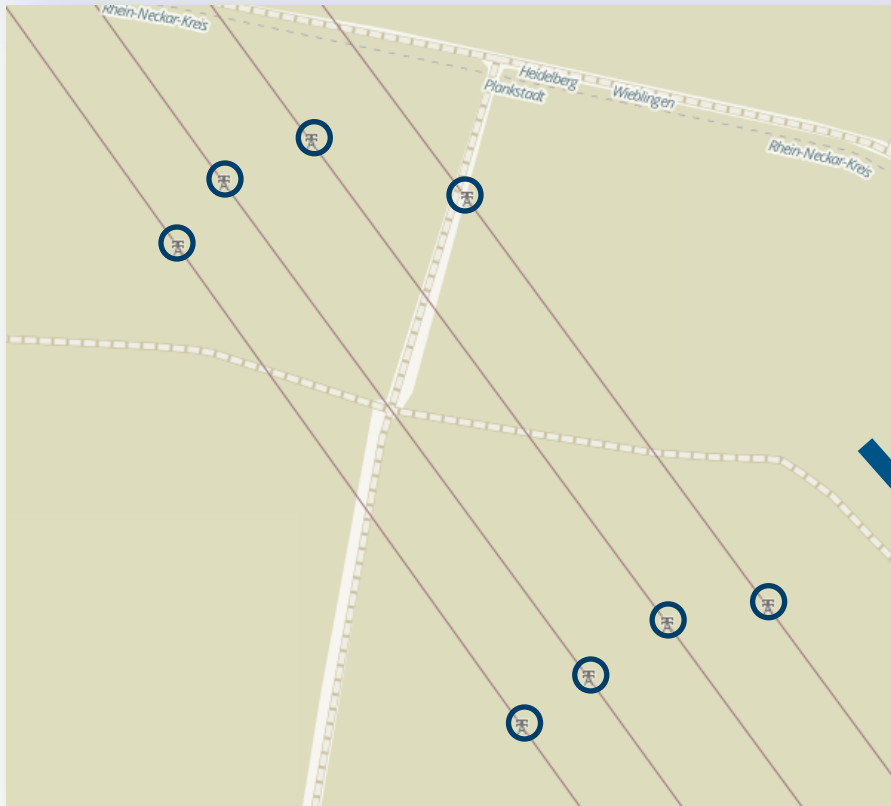
Adapt



Share



Struktur der Stromnetzdaten in OSM



```
{
  "type": "node",
  "id": 1577454855,
  "lat": 49.4021425,
  "lon": 8.6075426,
  "tags": {
    "power": "tower",
    "ref": "Anlage 4524, Mast 20"
  }
}
```

Stromdaten in OSM

I Detaillierte Informationen

- » 1 Freileitungsmast
 - 6 cables
 - 4 wires

I Ermöglicht die Berechnung der elektrischen Parametern der Leitungen

$$r_{ohmKm} = C_r / \left(\frac{wires}{wires_{typical}} \right) / \left(\frac{cables}{3} \right)$$

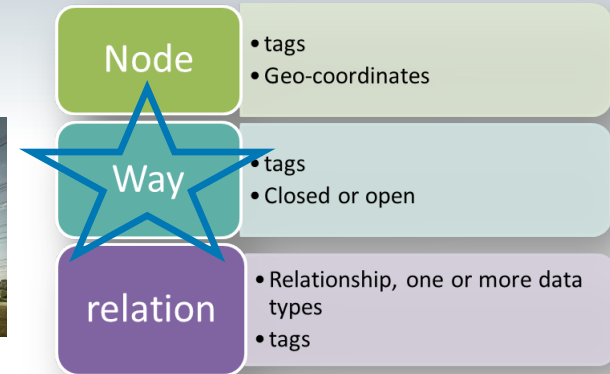
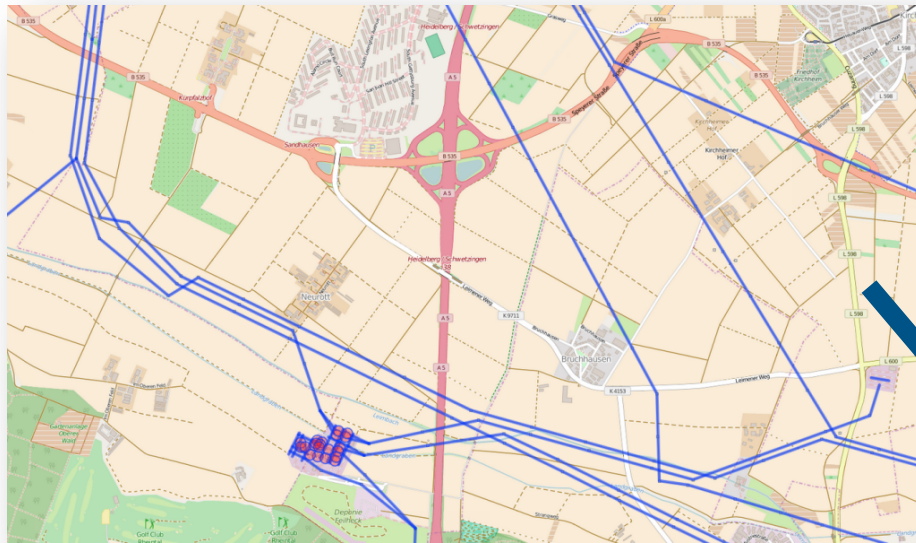
$$x_{ohmKm} = C_x / \left(\frac{wires}{wires_{typical}} \right) / \left(\frac{cables}{3} \right)$$

$$C_{nFKm} = C_c \cdot \left(\frac{wires}{wires_{typical}} \right) \cdot \left(\frac{cables}{3} \right)$$

$$I_{lh_max_A} = C_I \cdot \left(\frac{wires}{wires_{typical}} \right) \cdot \left(\frac{cables}{3} \right)$$

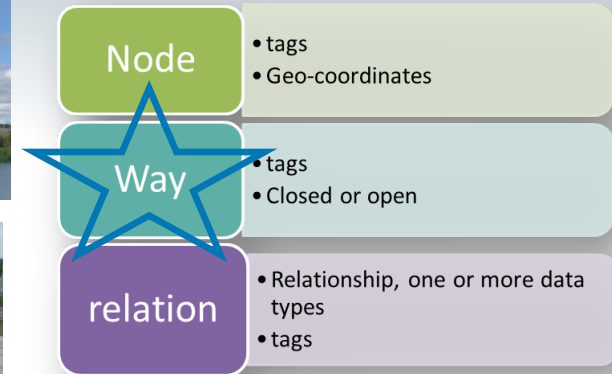
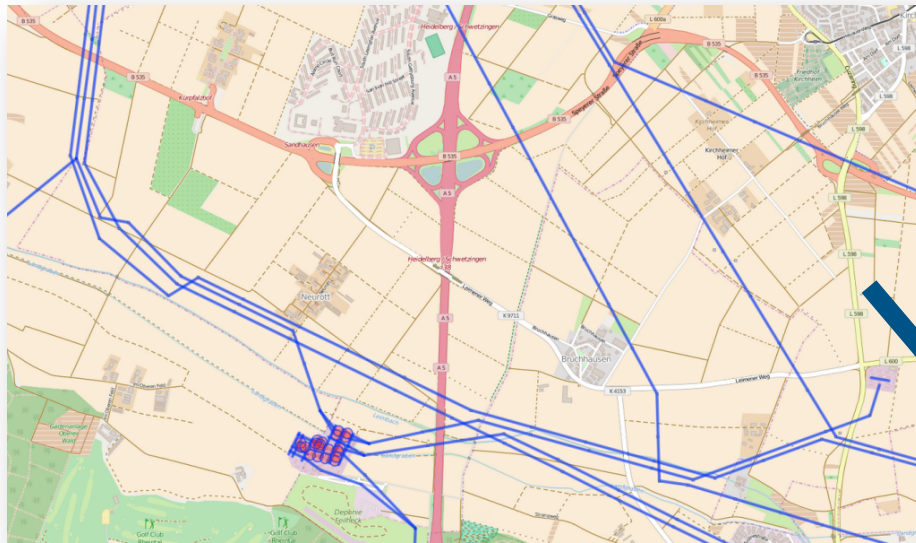


Struktur der Stromnetzdaten in OSM



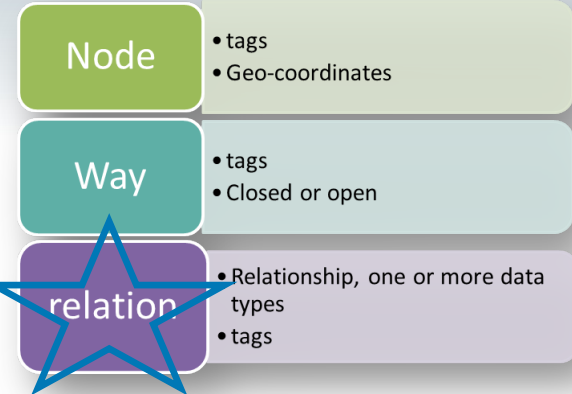
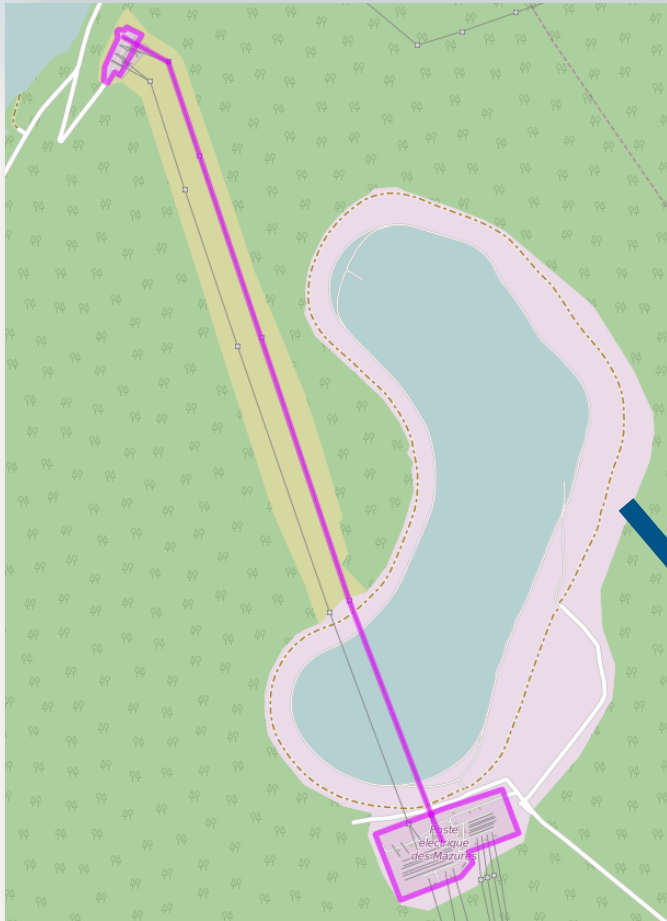
```
{
  "type": "way",
  "id": 318134530,
  "tags": {
    "cables": "3",
    "frequency": "50",
    "line": "bay",
    "operator": "EnBW",
    "power": "line",
    "voltage": "380000"
  }
}
```

Struktur der Stromnetzdaten in OSM



```
{
  "type": "way",
  "id": 105065132,
  "tags": {
    "addr:street": "Kirchholz_1",
    "name": "APG Umspannwerk Salzburg",
    "operator": "Austrian Power Grid AG",
    "power": "substation",
    "substation": "transmission",
    "voltage": "220000"
  }
}
```


Power Relationen in OSM



```

{
  "type": "relation",
  "id": 5973960,
  "members": [
    {
      "type": "way",
      "ref": 397641668,
      "role": "substation"
    },
    {
      "type": "way",
      "ref": 397641748,
      "role": "line"
    },
    {
      "type": "way",
      "ref": 82949222,
      "role": "line"
    }
  ],
  "tags": {
    "frequency": "50",
    "operator": "RTE",
    "route": "power",
    "type": "route",
    "voltage": "400000"
  }
}
    
```

Stromkreise in OSM: Beispiel



relation

- ```
<relation id="1560977"
 <member type="way"
 ref="156960646"
 role="plant"/>
 <member type="way"
 ref="58417796"/>
```



Source: www.wikipedia.org



## way

- ```
<way id="58417796"
  <nd ref="2923456189"/>
  <nd ref="2923456185"/>
  <nd ref="724245909"/>
  <nd ref="724245923"/>
  <nd ref="1691982847"/>
```



Source: Pitopia / Pehuka, 2013



node

- ```
<node id="724245909"
 lat="51.8898354"
 lon="14.4283962">
 <tag k="power"
 v="tower"/> </node>
```



Source: Fotolia / Erwin Wodicka, 2012

# Stromkreise in OSM: Beispiel



## relation

- ```
<relation id="1560977"
  <member type="way"
    ref="156960646"
    role="plant"/>
  <member type="way"
    ref="58417796"/>
```



Source: www.wikipedia.org

way

- ```
<way id="58417796"
 <nd ref="2923456189"/>
 <nd ref="2923456185"/>
 <nd ref="724245909"/>
 <nd ref="724245923"/>
 <nd ref="1691982847"/>
```



Source: Pitopia / Pehuka, 2013

## node

- ```
<node id="724245909"
  lat="51.8898354"
  lon="14.4283962">
  <tag k="power"
    v="tower"/> </node>
```



Source: Fotolia / Erwin Wodicka, 2012

Erstellung des topologischen Netzes

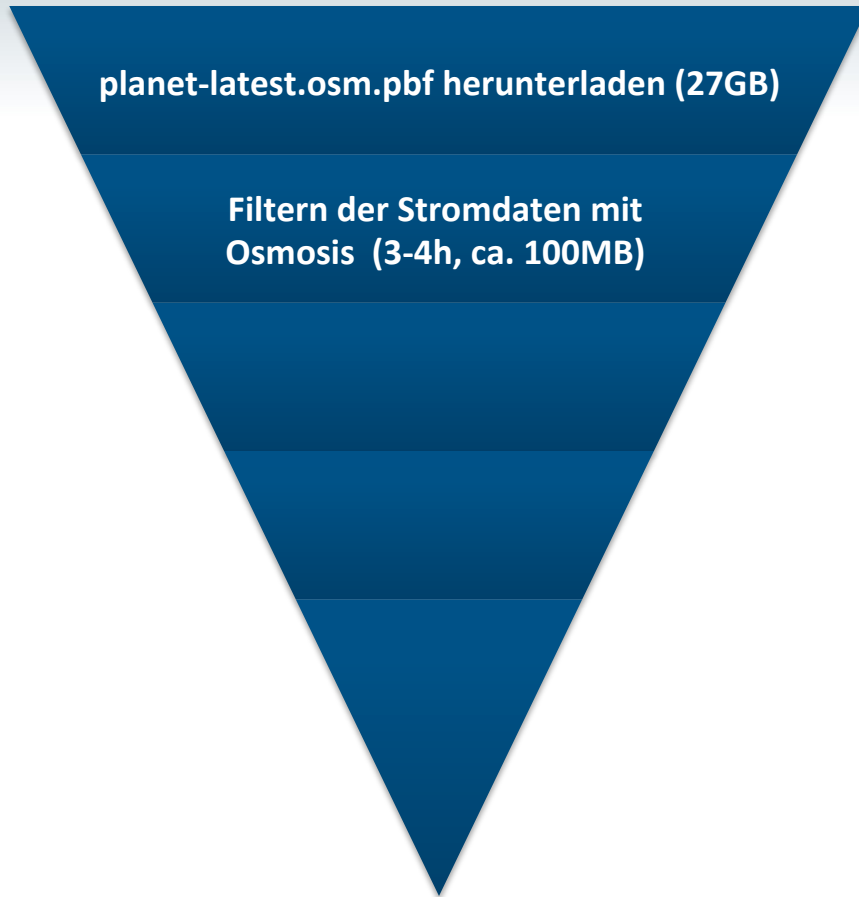


planet-latest.osm.pbf herunterladen (27GB)



GEOFABRIK

Erstellung des topologischen Netzes



buildi
ngs



powe
r



Street
s



po
we
r

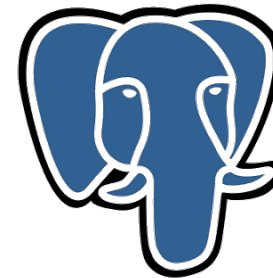
Erstellung des topologischen Netzes



planet-latest.osm.pbf herunterladen (27GB)

Filtern der Stromdaten mit
Osmosis (3-4h, ca. 100MB)

Export der gefilterten Daten
zur Datenbank mit osm2pgsql (DE
<2min, ca. 500 MB)



PostgreSQL



Erstellung des topologischen Netzes



Quelle: Flickr

Erstellung des topologischen Netzes



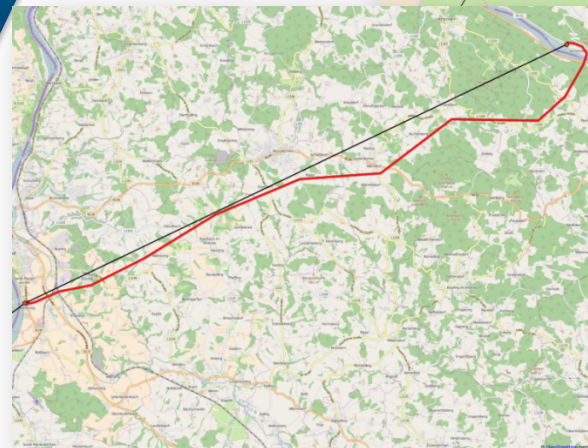
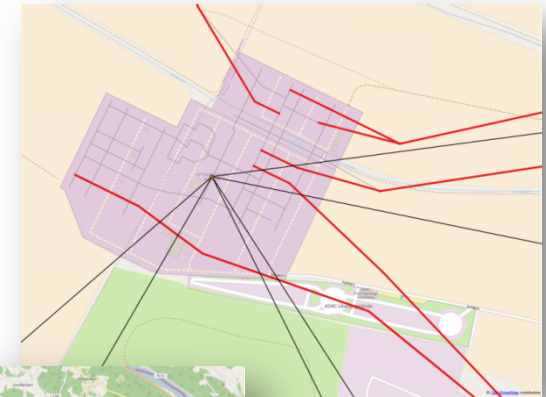
planet-latest.osm.pbf herunterladen (27GB)



Filtern der Stromdaten mit
Osmosis (3-4h, ca. 100MB)



Export der gefilterten Daten
zur Datenbank mit osm2pgsql (DE
<2min, ca. 500 MB)
Abstrahierung zu einem
topologischen Netz
python & SQL
(<2min)



Erstellung des topologischen Netzes



planet-latest.osm.pbf herunterladen (27GB)



Filtern der Stromdaten mit
Osmosis (3-4h, ca. 100MB)



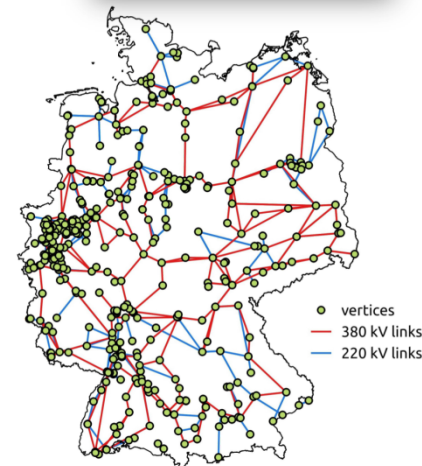
Export der gefilterten Daten
zur Datenbank mit osm2pgsql (DE)
<2min, ca. 500 MB
Abstrahierung zu einem
topologischen Netz
python & SQL
<2min



Viz.

id	type	serial	v_id_1	v_id_2	voltage	cables	wires	frequency	length_m
1	1	1	2	220000	3	2	50	43379	
2	2	3	4	380000	6	4	50	72686	
3	3	5	6	220000	6				
4	4	7	5	380000	6				
5	5	8	9	380000	6				
6	6	10	11	220000	3				
7	7	11	12	220000	3				
8	8	10	12	220000	3				
9	9	13	14	220000	6				
10	10	13	15	380000	3				
11	11	16	5	380000	3				
12	12	17	18	380000	3				
13	13	17	12	380000	3				
14	14	13	15	380000	3				
15	15	14	15	220000	6				
16	16	13	19	220000	6				
17	17	20	21	380000	3				
18	18	20	22	380000	3				
19	19	20	23	220000	6				
20	20	23	24	220000	6				
21	21	25	26	380000	6				
22	22	25	22	380000	6				
23	23	27	28	220000	6				
24	24	27	23	220000	6				
25	25	8	21	380000	6				
26	26	9	29	380000	6				

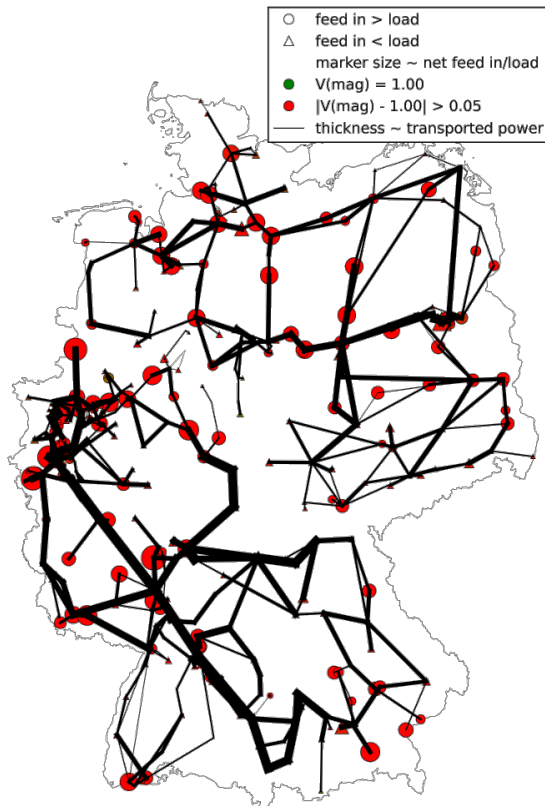
www.scigrid.de
git.scigrid.de



Tabellen der Netzknoten und Netzverbindungen

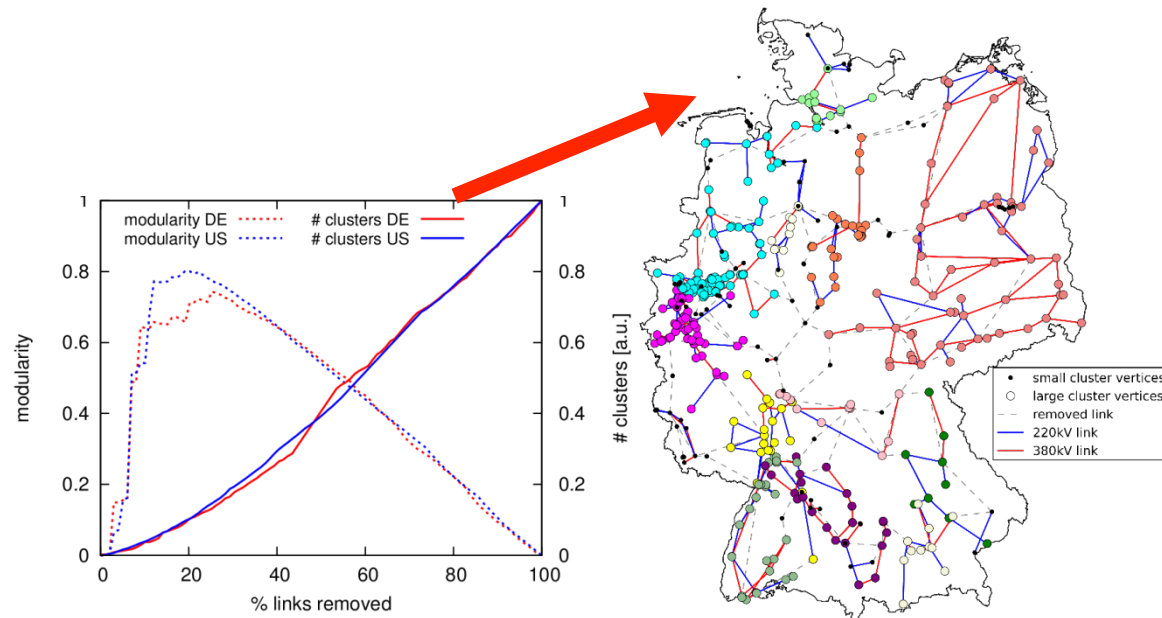
Anwendungsbeispiele

Technische Anwendung: Lastflussrechnungen



S. Schroedter, Entwicklung eines Open Source Tools zur Berechnung von Lastflüssen in SciGRID, 2015

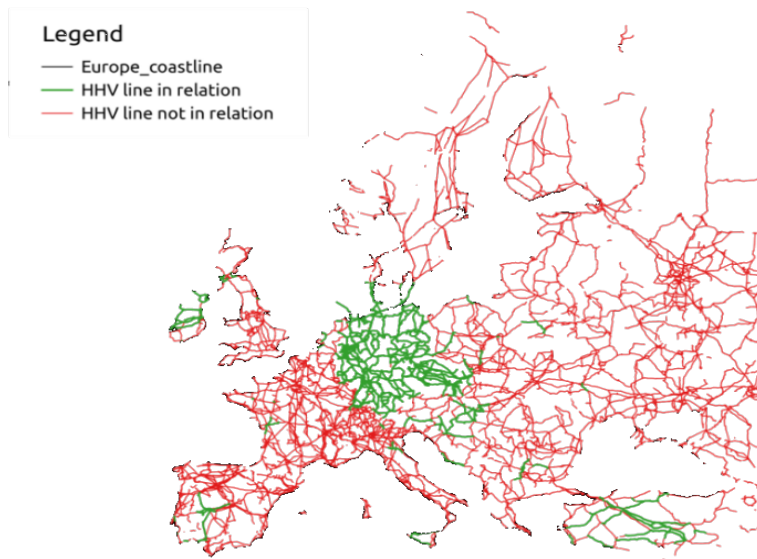
Grundlagenforschung: Berechnung der Clustering- Koeffizienten und Zentralität



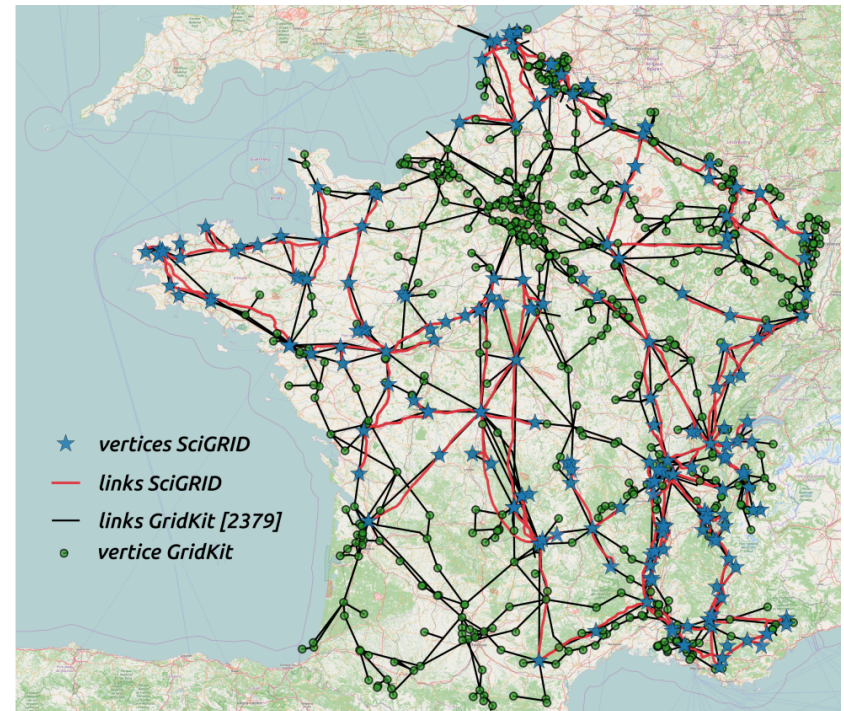
C. Matke et al., eingereicht bei Advances in Energy System Optimization, 2015

Abdeckung der Power Relationen

- Power Relations: sehr gute Abdeckung in Deutschland
- Nicht ausreichende Abdeckung in Europa



- Alternative: Nutzung von einen heuristischen Routing-Ansatz GridKit



B. Wiegmans, Masterarbeit: Improving the Topology of an Electric Network Model Based On Open Data. 2015

Zusammenfassung

- | Die Energiewende stellt die Energiesysteme vor Herausforderungen und grundlegende Veränderungen
- | Zunehmende Bedeutung der Modellierung Übertragungsnetze
- | Modelle und Daten der Übertragungsnetze benötigt, aber den Zugriff auf vorhandene Daten und Modelle ist beschränkt
- | **SciGRID** durch Nutzung der **OSM-Daten** ist ein offenes und freies Referenzmodell europäischer Übertragungsnetze
- | Viele Stromdaten und Informationen über die Vernetzung des Netzes fehlen trotz der gute Qualität der **OSM-Daten**

Ausblick

- | Wissenschaftliche Evaluation und Charakterisierung der Übertragungsnetze
- | Validierung der Netzdaten durch Vergleich mit existierenden Netzdaten
- | Vergleich des **SciGRID** Netzmodells mit existierende Modelle
- | **Organisation einer Internationalen Konferenz und Wettbewerb „SciGRID International Conference on Power Grid Modelling “, 30.-31. März 2017 mit Tagungsband**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

