



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



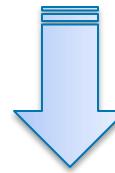
Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

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

Motivation

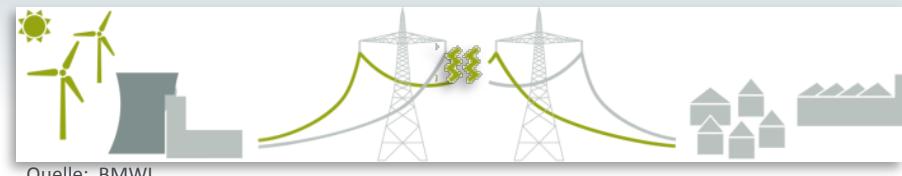
- | Grundlegende Änderung und Umgestaltung der Energiesysteme
 - » Erhöhung des Anteils Erneuerbarer Energien (in DE durch EEG)
 - » Integration der erneuerbaren Energien in die Stromversorgung
 - » Dezentrale und bidirektionale Energieerzeugung
- | Bedingung im Bezug auf Energieeffizienz und Energiemix
- | 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 verschiedener möglicher Szenarien und der Gestaltung zukünftiger Energiesysteme

Was sind Netzmodelle und Netzdaten?

- # Übertragungsnetze verbinden Energieerzeugung und Verbrauch



Quelle: BMWI

- | 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

| Wie baut man ein „offenes“ Übertragungsnetzmodell ?

- » Offene Eingangsdaten
- » Offenes Programmcode des Modells
- » Offene Ausgangsdaten



SciGRID: Die Idee



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

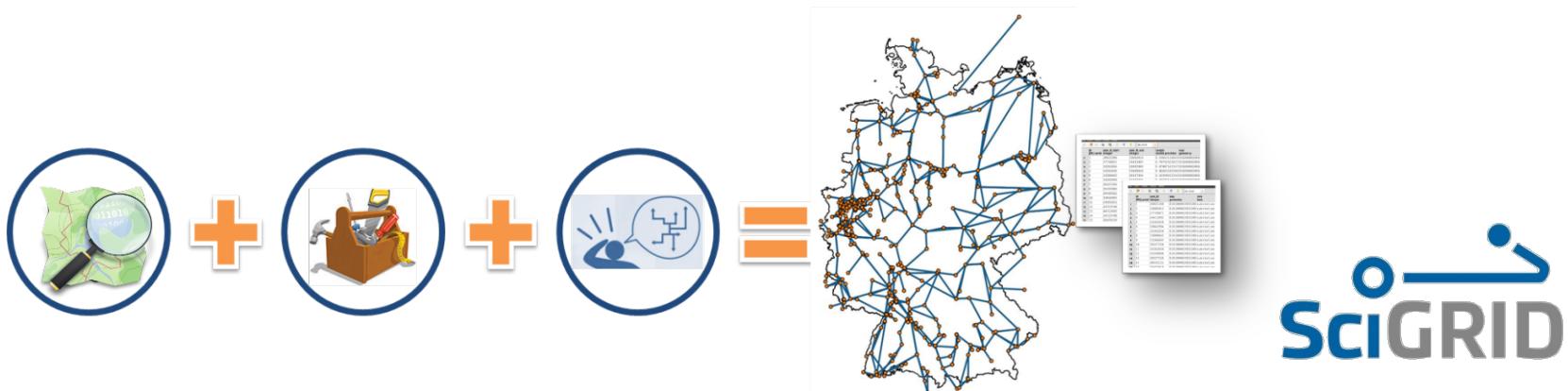
➤ Was ist SciGRID?

- 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

I OpenStreetMap ist eine freie Weltkarte und eine Datenbank

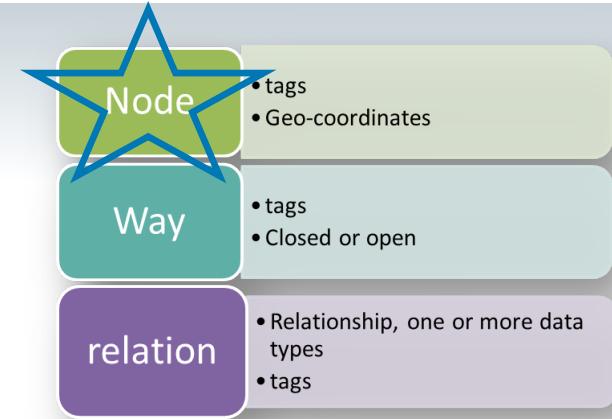
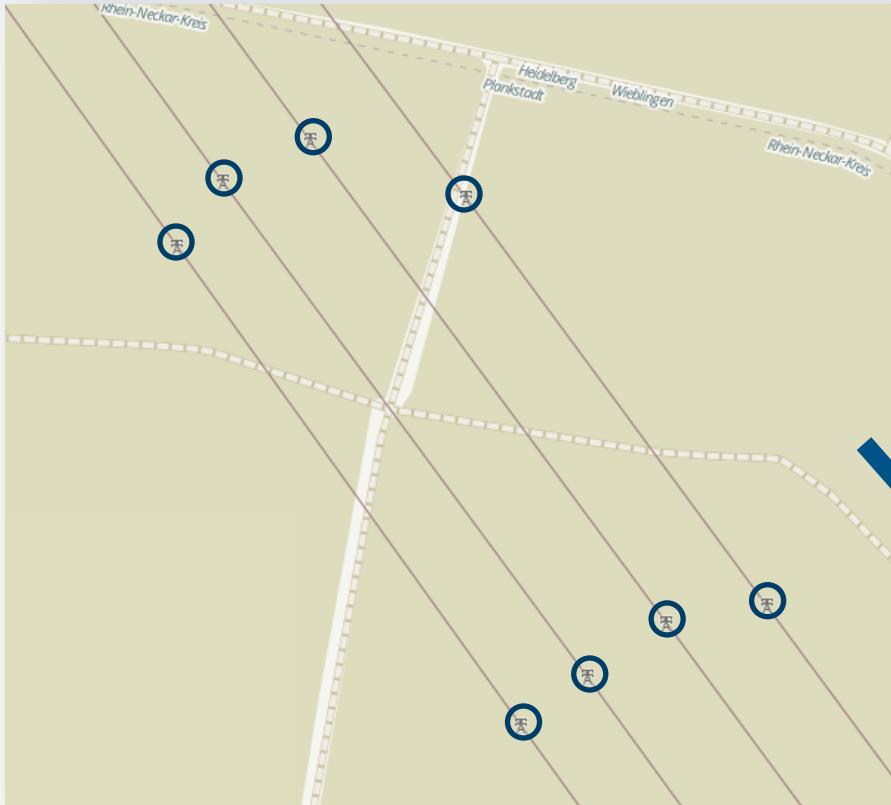
- » OSM-Daten stehen unter der ODbL Lizenz
- » freie Daten -nutzung, -weitergabe und -änderung
- » Änderungen sind unter derselben Lizenz zur Verfügung zu stellen



 **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

Detaillierte Informationen

» 1 Freileitungsmast

- 6 cables
- 4 wires



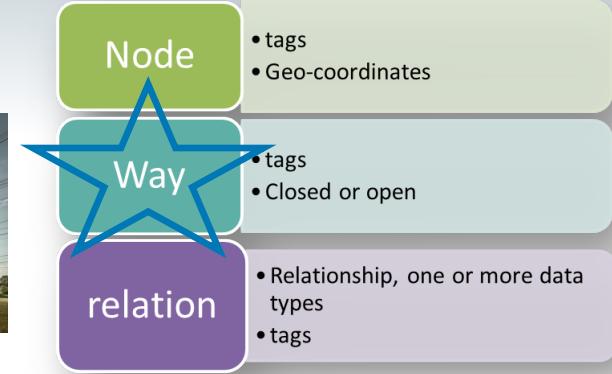
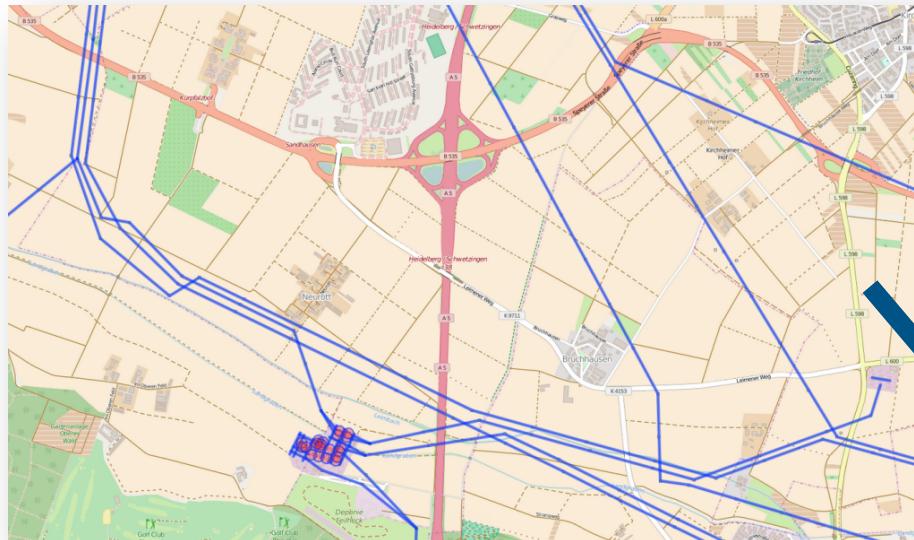
$$r_{ohmKm} = C_r / \left(\frac{\text{wires}}{\text{wires}_{\text{typical}}} \right) / \left(\frac{\text{cables}}{3} \right)$$

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

$$c_{nFKm} = C_c \cdot \left(\frac{\text{wires}}{\text{wires}_{\text{typical}}} \right) \cdot \left(\frac{\text{cables}}{3} \right)$$

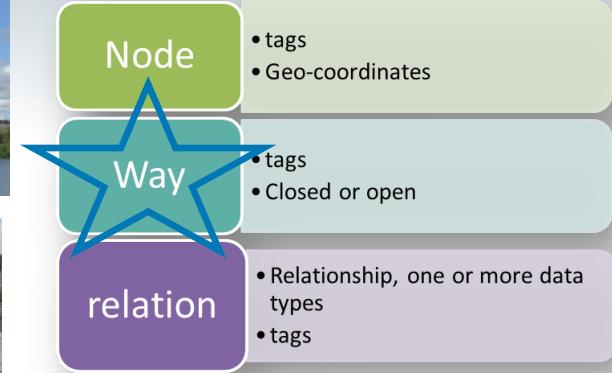
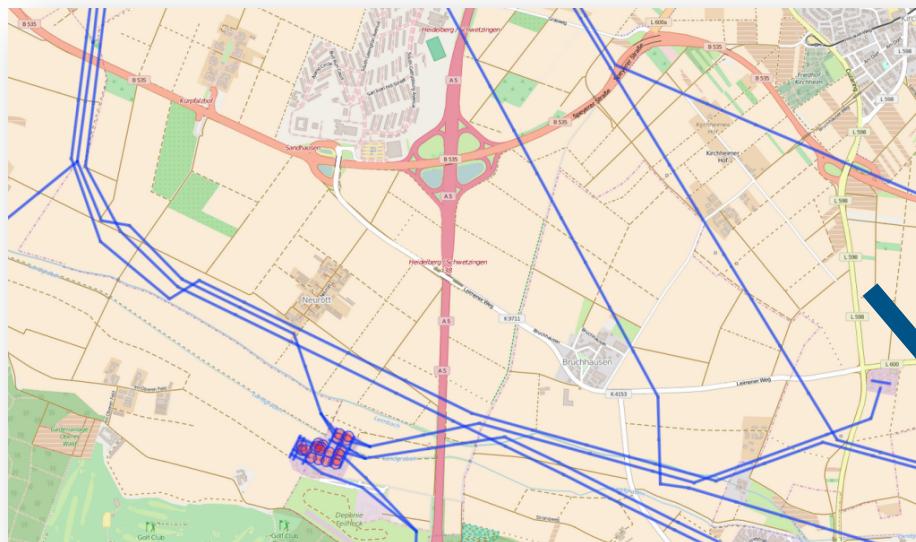
$$I_{th_max_A} = C_I \cdot \left(\frac{\text{wires}}{\text{wires}_{\text{typical}}} \right) \cdot \left(\frac{\text{cables}}{3} \right)$$

Struktur der Stromnetzdaten in OSM



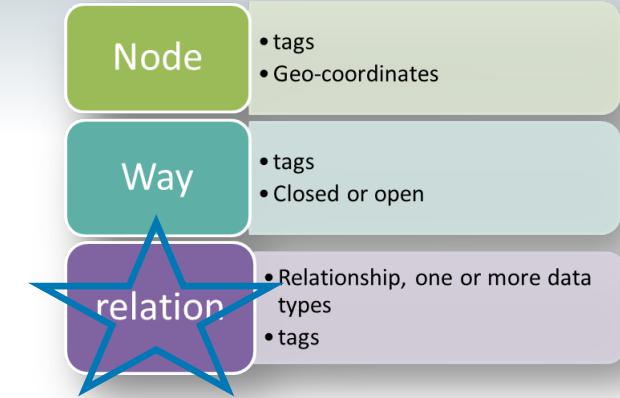
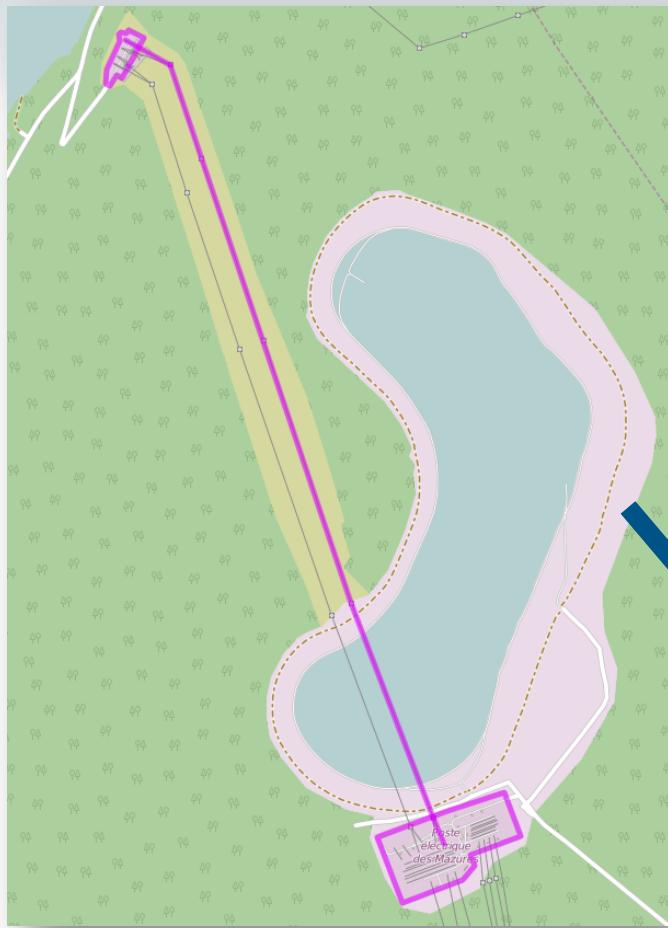
```
{  
  "type": "way",  
  "id": 318134530,  
  "tags": {  
    "cables": "3",  
    "frequency": "50",  
    "line": "bay",  
    "operator": "EnBW",  
    "power": "line",  
    "voltage": "380000"  
  }  
}
```

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"



node

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



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

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="18417796">
 <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 topologisches Netzes



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



Erstellung des topologisches Netzes



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

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



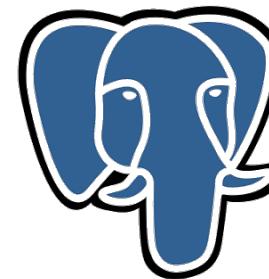
Erstellung des topologisches Netzes



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 topologisches Netzes



Quelle: Flickr

Erstellung des topologisches Netzes

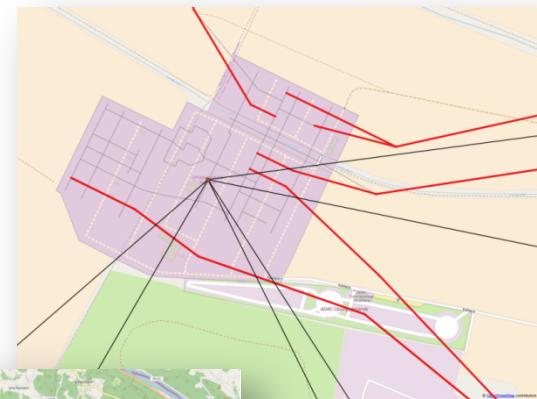
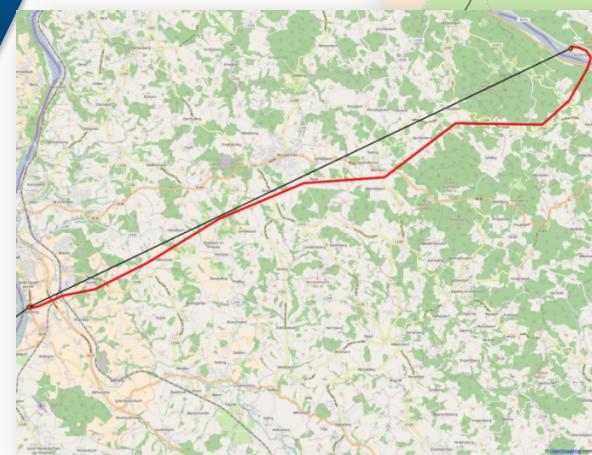


planet-latest.osm.pbf herunterladen (27GB)

**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 topologisches 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)**

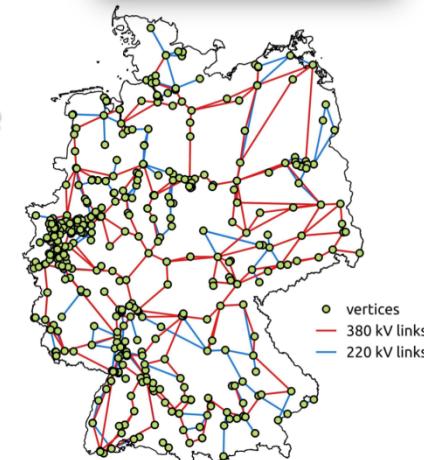
Viz.

Tabellen der Netzknoten und Netzverbindungen

File Edit View Tools Help									
v_id	v_pk	v_lat	v_long	v_type	lon	lat	order	frequency	length_m
1	1	1	2	220000	3	2	50	43379	72666
2	2	3	4	380000	6	4	50	43379	72666
3	3	5	6	220000	7	5	50	43379	72666
4	4	7	5	380000	8	6	50	43379	72666
5	5	8	9	380000	9	7	50	43379	72666
6	6	10	11	220000	10	8	50	43379	72666
7	7	11	12	220000	11	9	50	43379	72666
8	8	10	12	220000	12	10	50	43379	72666
9	9	13	14	220000	13	11	50	43379	72666
10	10	13	15	380000	14	12	50	43379	72666
11	11	16	5	380000	15	13	50	43379	72666
12	12	17	18	380000	16	14	50	43379	72666
13	13	17	12	380000	17	15	50	43379	72666
14	14	13	15	380000	18	16	50	43379	72666
15	15	14	15	220000	19	17	50	43379	72666
16	16	13	19	220000	20	18	50	43379	72666
17	17	20	21	380000	21	19	50	43379	72666
18	18	20	22	380000	22	21	50	43379	72666
19	19	20	23	220000	23	24	50	43379	72666
20	20	23	24	220000	21	25	50	43379	72666
21	21	25	26	380000	22	27	50	43379	72666
22	22	25	22	380000	23	27	50	43379	72666
23	23	27	28	220000	24	27	50	43379	72666
24	24	27	23	220000	25	28	50	43379	72666
25	25	8	21	380000	26	9	50	43379	72666
26	26	9	29	380000	27	23	50	43379	72666

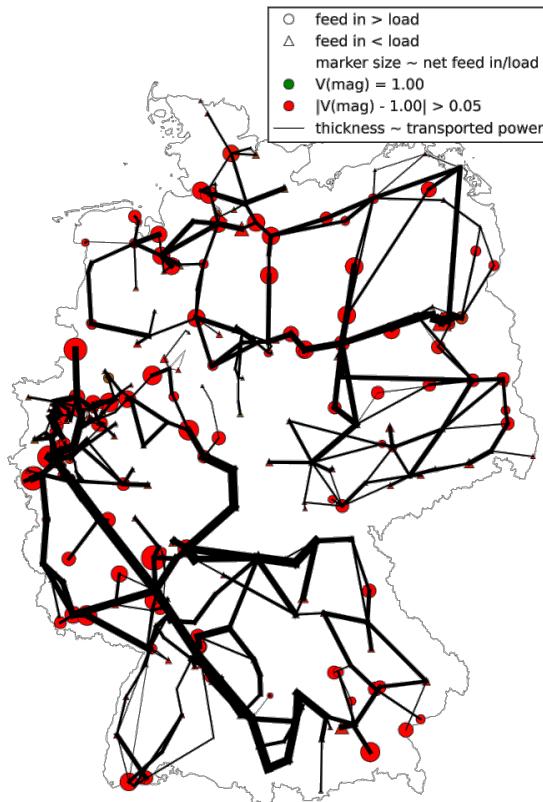
www.scigrid.de

git.scigrid.de



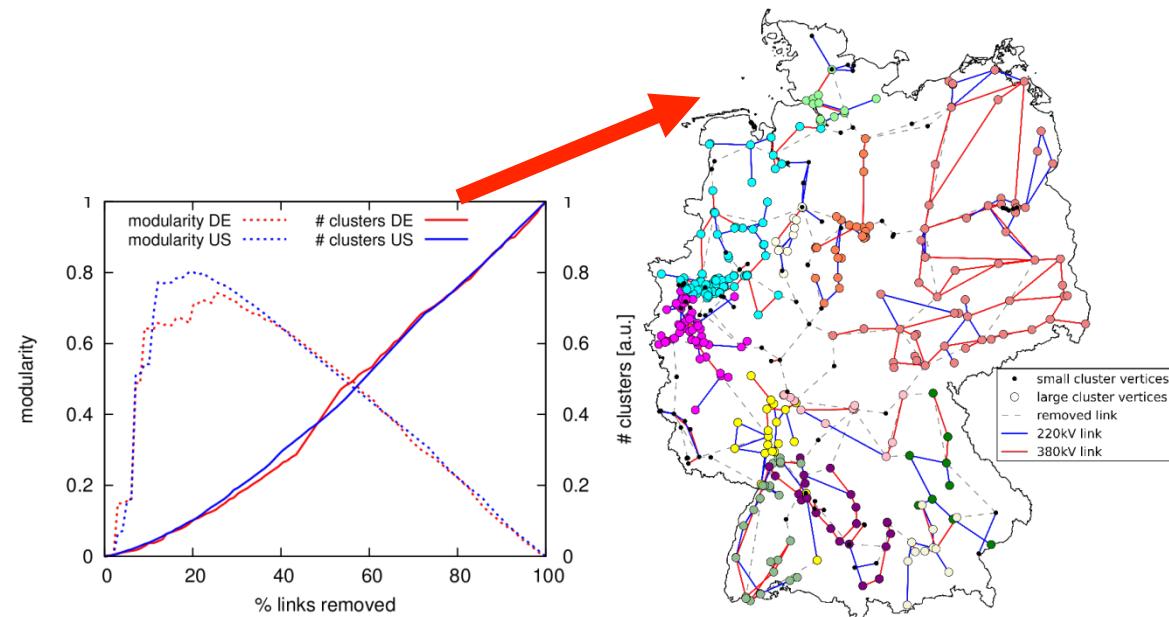
Anwendungsbeispiele

| Technische Anwendung: Lastflussrechnungen



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

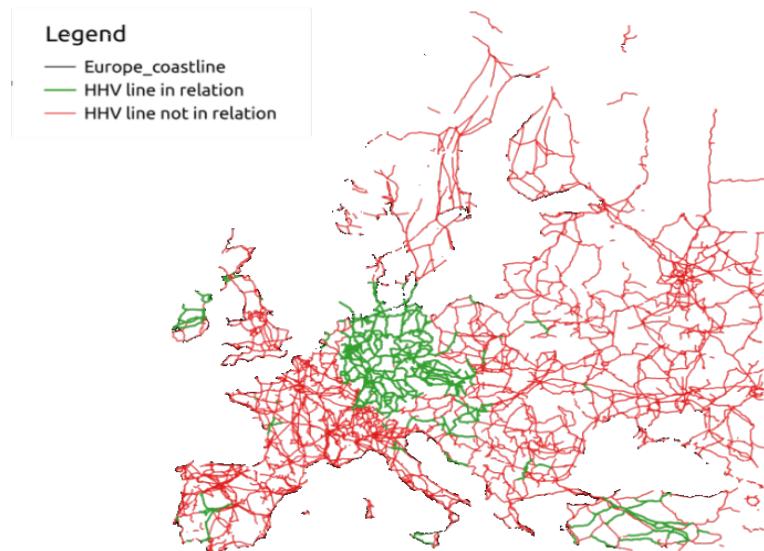
| Grundlagenforschung: Berechnung der Clustering-Koeffizienten und Zentralität



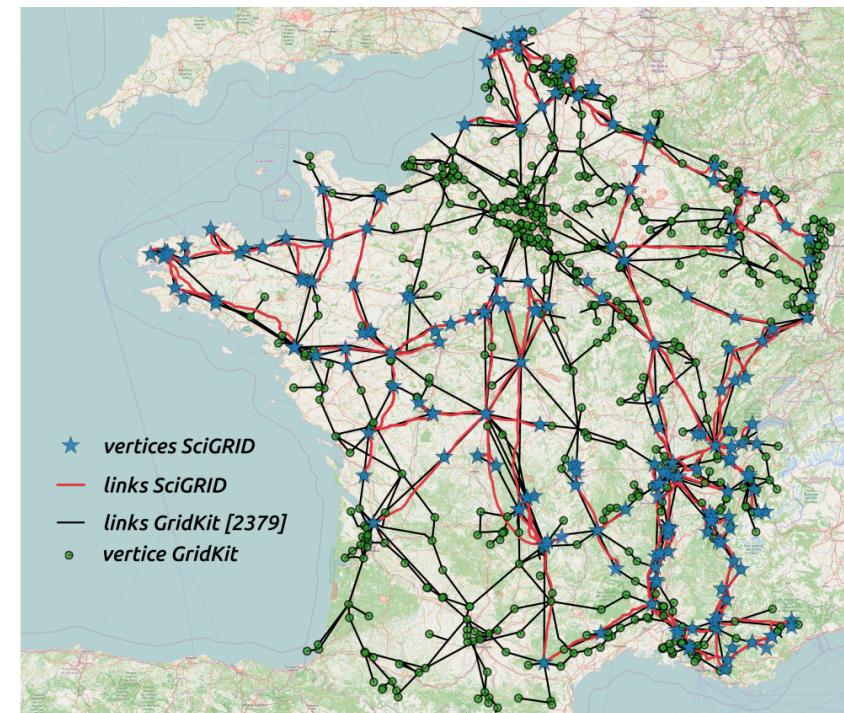
C. Matke et al., eingereicht bei Advances in Energy System Optimization, 2015

Abdeckung der Power Relationen

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



- | Alternative: Nutzung von einem heuristischen Routing-Ansatz GridKit



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 guten 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**

NEXT ENERGY – Energy Research for the Future

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

