

# Elektrische Benchmarknetzmodelle

e<sup>2</sup>n, Universität Kassel

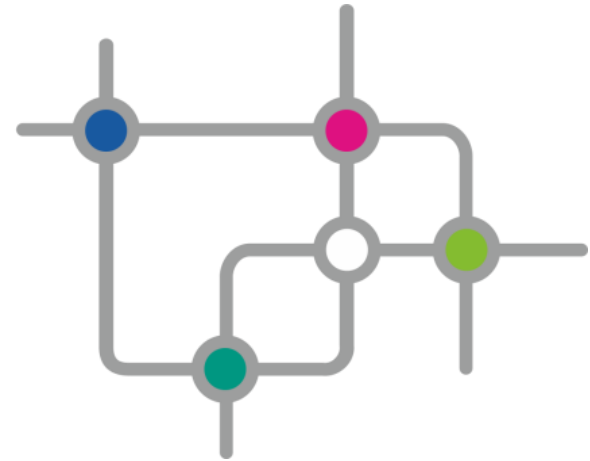
IAEW, RWTH Aachen

ie<sup>3</sup>, TU Dortmund

Fraunhofer IEE

---

# SimBench



# Grundlegende Informationen zu SimBench

- **Zielsetzung:** Bereitstellung einer „Simulationsdatenbasis zum einheitlichen Vergleich von innovativen Lösungen im Bereich der Netzanalyse, Netzplanung und -betriebsführung“
- **Homepage:** [www.simbench.net](http://www.simbench.net) (hier wird der Datensatz nach Projektende erreichbar sein und hier sind auch weitere Erklärungen, Veröffentlichungen und ähnliche Projekte erreichbar)
- **Laufzeit:** 1.11.2015 – 30.4.2019
- **Konsortium:** e<sup>2</sup>n - Universität Kassel, IAEW - RWTH Aachen, ie<sup>3</sup> - TU Dortmund, Fraunhofer IEE
- **Fachbeirat:** DREWAG NETZ GmbH, ENSO NETZ GmbH, NetzeBW GmbH, Syna GmbH und EnergieNetz Mitte GmbH



# Informationen zum SimBench-Benchmarkdatensatz

- **elektrische Parameter zur statischen Modellierung von Stromnetzen**
- Die Netzdaten werden in folgender **Form** bereitgestellt:
  - SimBench Datenformat
  - PowerFactory
  - Integral
  - Pandapower
- Es werden mehrere Netze der **verschiedenen Spannungsebenen** in HÖS, HS, MS und NS bereitgestellt. Sie wurden so entwickelt, dass mehrere Netze verschiedener Spannungsebenen geeignet zusammenschaltet werden können.
- Jedes Netz wird in 3 Varianten (**Entwicklungsszenarien**), sozusagen für heute morgen und übermorgen, bereitgestellt
- Last-, Erzeugungs- und Speicher**zeitreihen** in 15min-Schritten sind für ein ganzes Jahr verfügbar
- Skalierungsfaktoren für planungsrelevante **Berechnungsfälle** werden vorgeschlagen

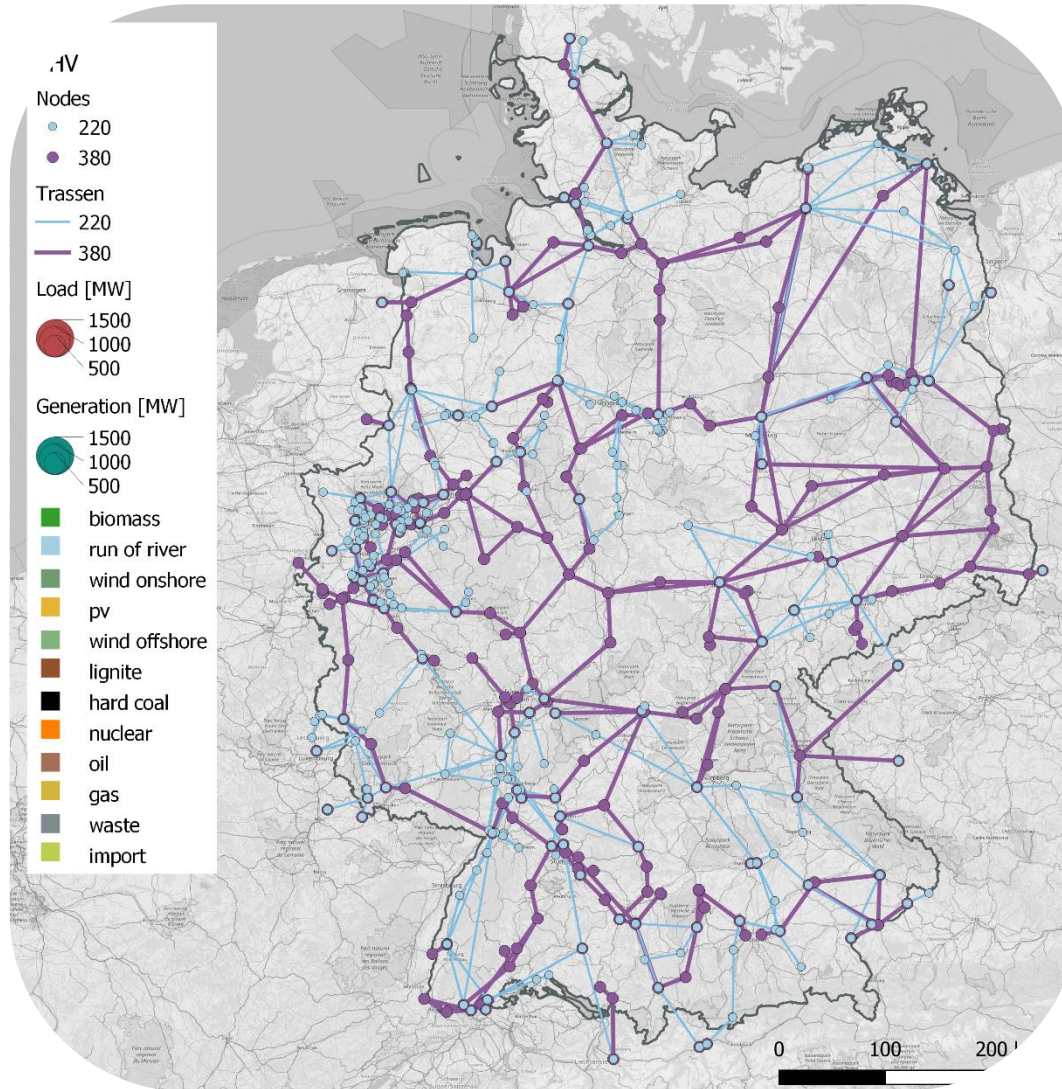


# Übersicht der Netzdaten

Name	Urbanisierungscharakter	Nennspannung [kV]	Anzahl Versorgungspunkte	Transformator-typen	Generatortypen	Geo. Information mit Bezug zur Realität
EHV1	mixed	380, 220	390	209x600MVA	Kernkraft, Kohle, Gas	ja
HV1	mixed	110	58	2x300MVA, 4x350MVA	Wind	ja
HV2	urban	110	79	2x300MVA	Wind	ja
MV1	rural	20	92	2x25MVA	Wind, PV, Biogas, Wasser	nein
MV2	semi-urban	20	112	2x40MVA	Wind, PV, Biogas, Wasser	nein
MV3	urban	10	134	2x63MVA	Wind, PV, Wasser	nein
MV4	commercial	20	98	2x40MVA	Wind, PV, Biogas, Wasser	nein
LV1	rural	0.4	13	1x160kVA	PV	nein
LV2	rural	0.4	93	1x250kVA	PV	nein
LV3	rural	0.4	118	1x400kVA	PV	nein
LV4	semi-urban	0.4	39	1x400kVA	PV	nein
LV5	semi-urban	0.4	104	1x630kVA	PV	nein
LV6	urban	0.4	53	1x630kVA	PV	nein



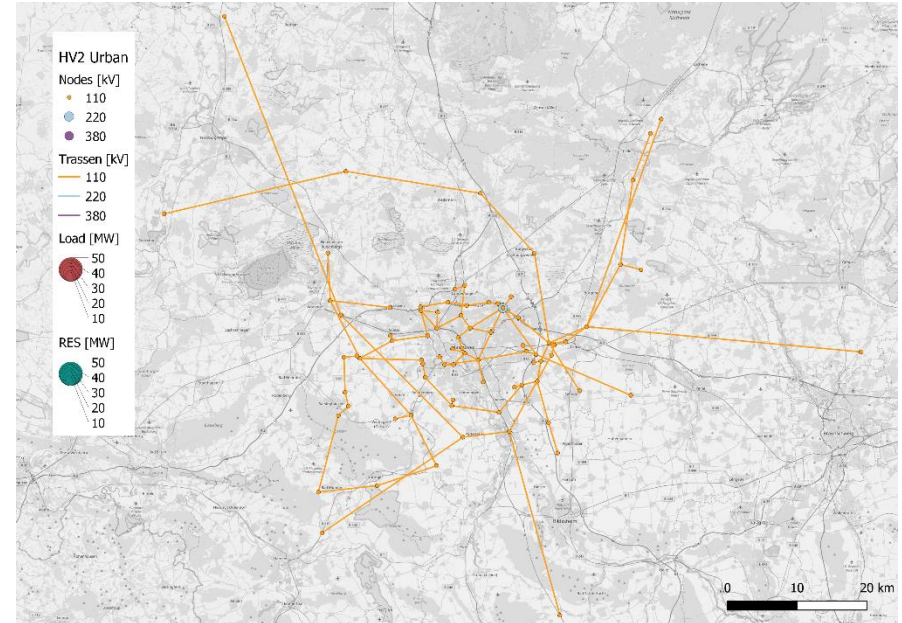
# Darstellung der HöS-Netz



# Darstellung der HS-Netze



HS - vorwiegend ländlich



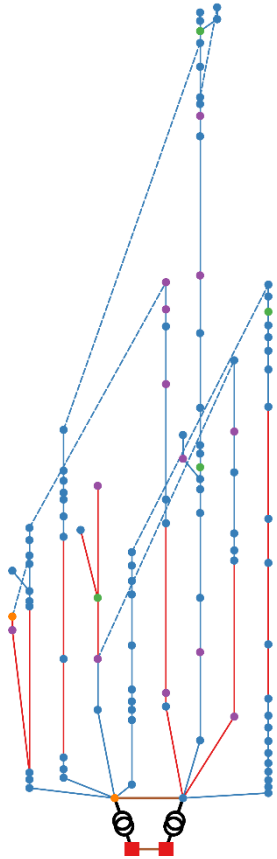
HS - vorwiegend städtisch



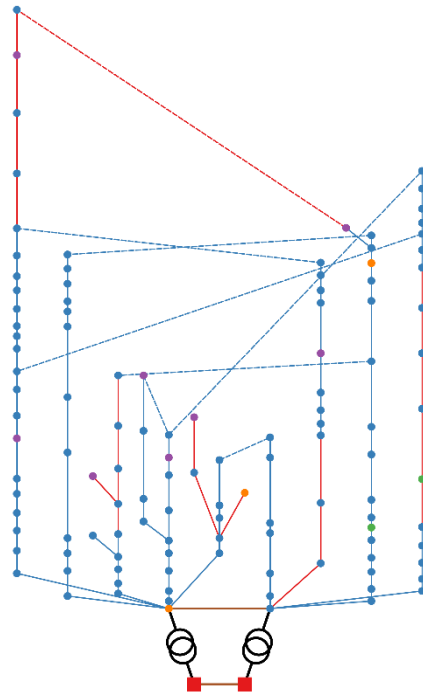
# Topologiedarstellung der MS-Netze

- hv node
- mv node
- mv node with mv load
- mv node with mv sgen
- mv node with mv load and sgen
- Cable
- - - Cable with open Tie-Breaker
- OHL
- - - OHL with open Tie-Breaker
- Closed Bus-Bus-Switch
- - - Open Bus-Bus-Switch

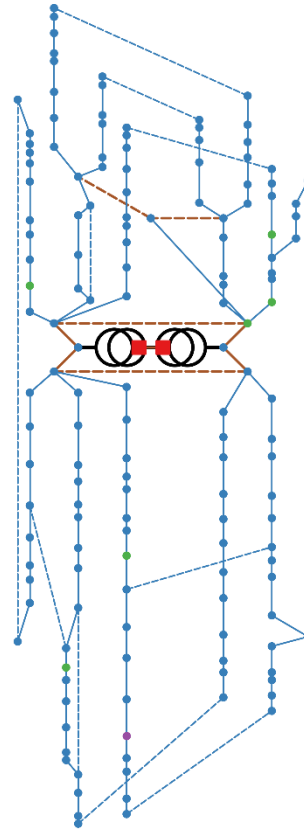
Land



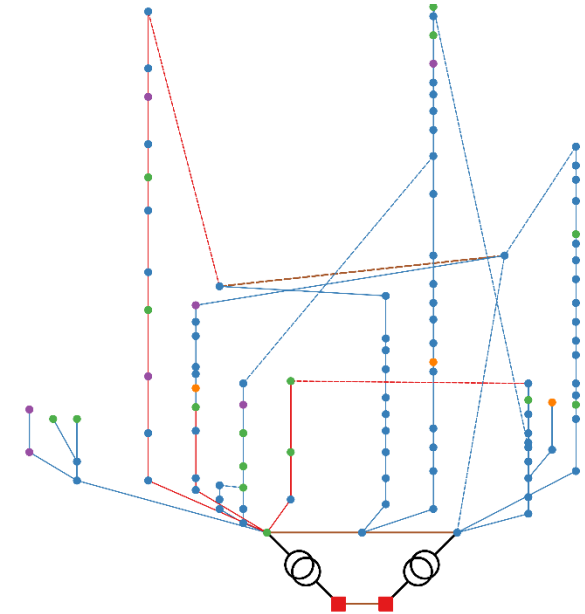
Vorstadt



Stadt

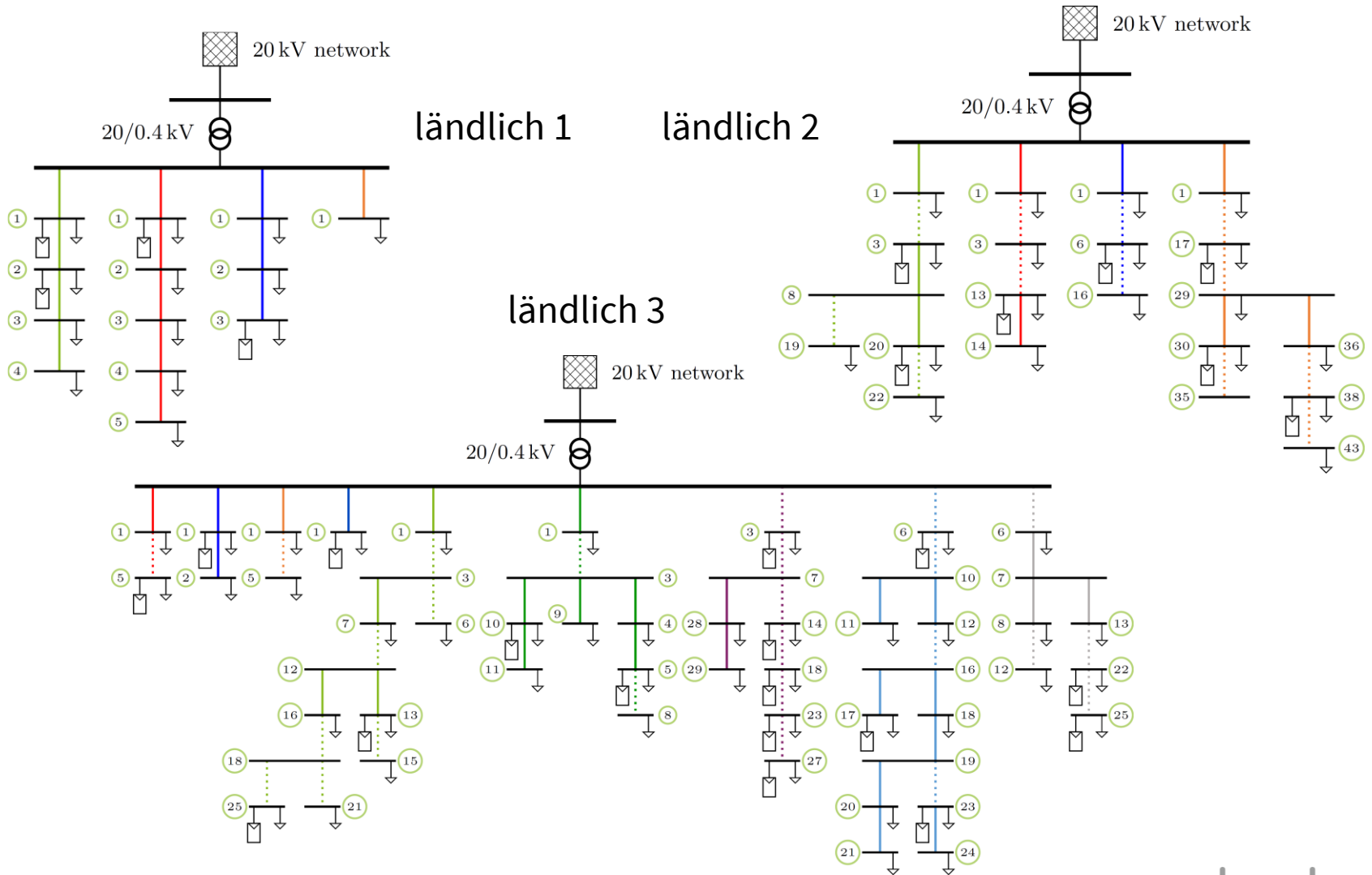


Gewerbe

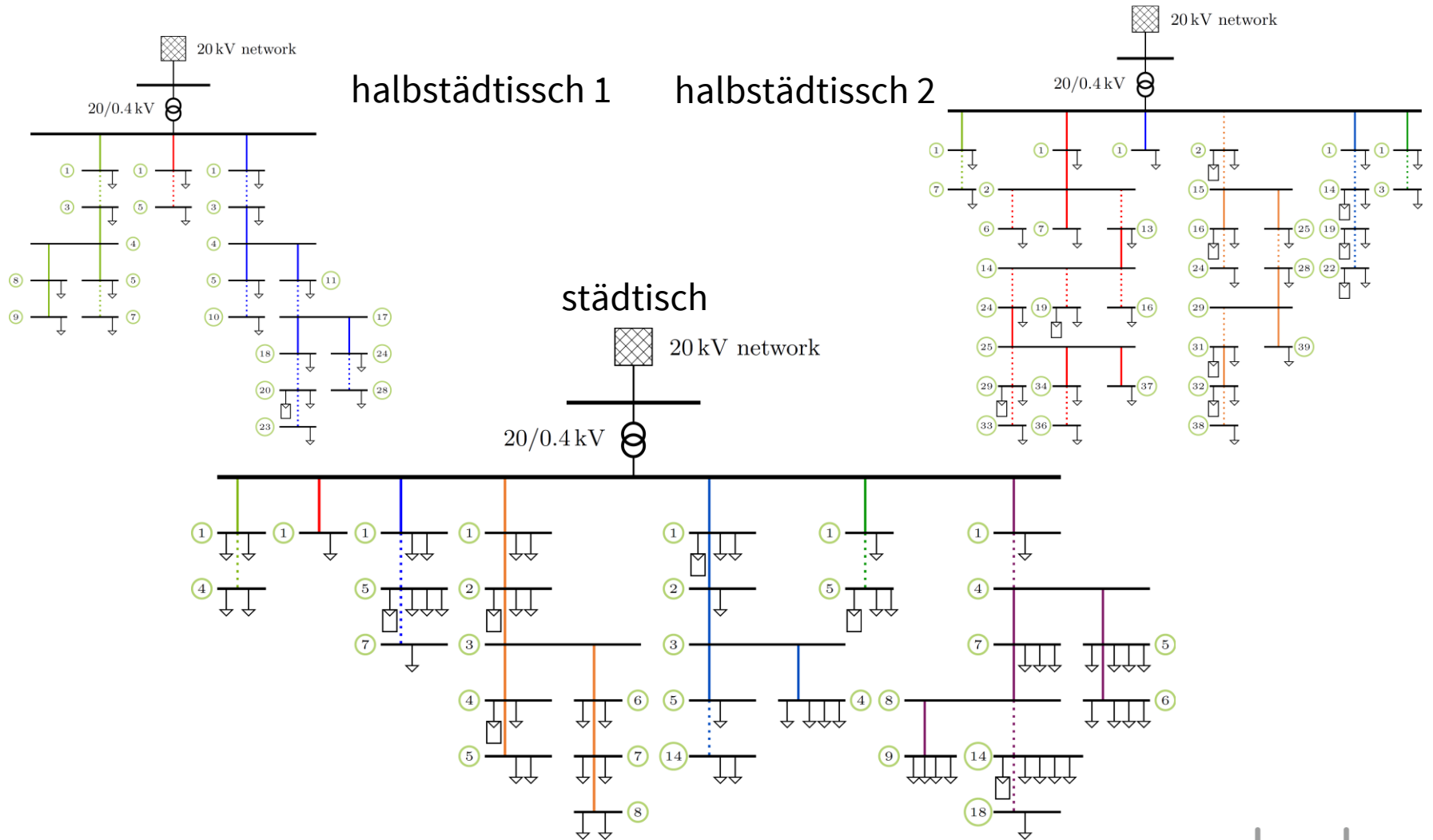


SimBench

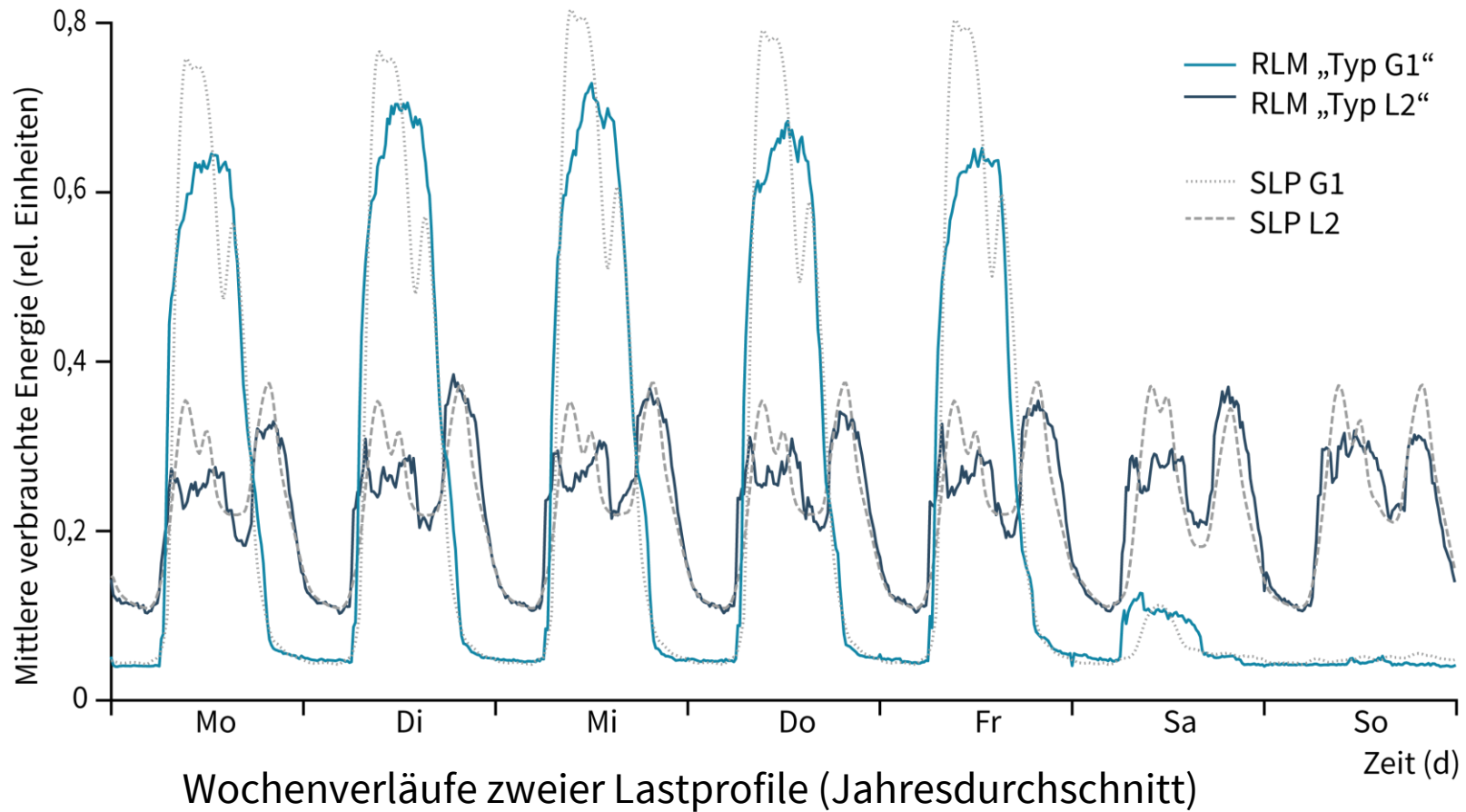
# Topologiedarstellung der NS-Netze (I)



# Topologiedarstellung der NS-Netze (II)



# Beispielhafte Lastzeitreihen



Wochenverläufe zweier Lastprofile (Jahresdurchschnitt)



# Subnet in SimBench

- Zu welchem der verschiedenen Netze im SimBench Datensatz ein Element gehört, lässt sich jederzeit anhand des „subnet“ ablesen
- Das subnet eines Netzes besteht aus 2 Teilen (EHV, HV) oder aus 3 Teilen (MV, NV):

- z.B. HV2



- z.B. MV2.201

Da die gleichen MV- und LV-Netze mehrfach an die vorgelagerte Spannungsebene angeschlossen sind, sind diese Netze zur eindeutigen Bezeichnung durchnummeriert, jeweils startend bei 1+100\*(Nummer des vorgelagerten Netztyps)



# SimBench Code

- Alle vorgesehenen Ausschnitte aus der Gesamtmenge des Datensatzes lassen sich eindeutig durch einen **SimBench Code** beschreiben

SimBench Version      Urbanisierungscharakter der höchsten Spannungsebene

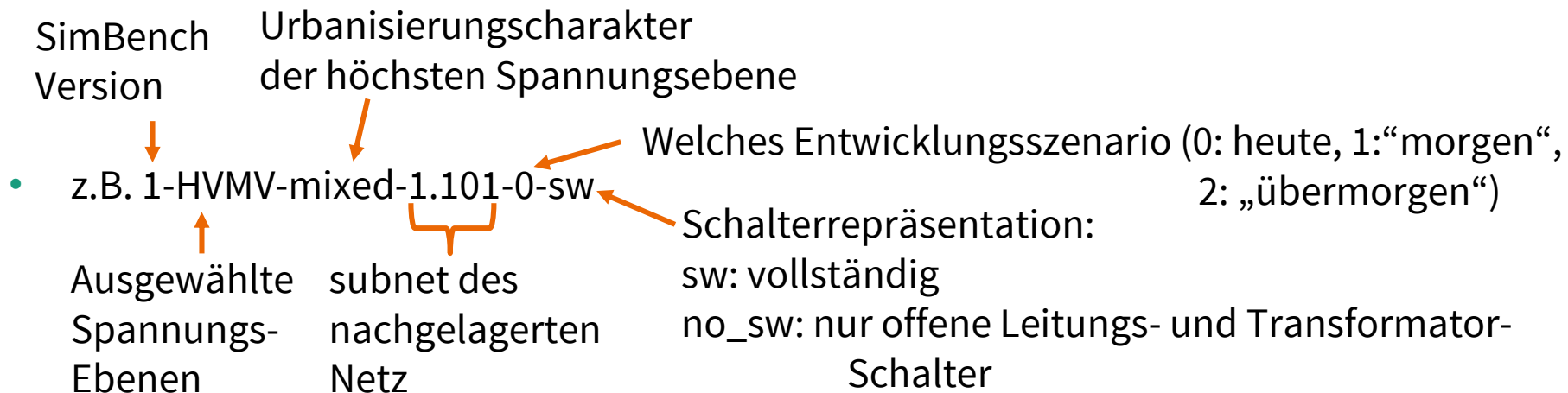
z.B. 1-HVMV-mixed-1.101-0-sw

↑ Ausgewählte Spannungsebenen

↑ subnet des nachgelagerten Netz

Welches Entwicklungsszenario (0: heute, 1: „morgen“, 2: „übermorgen“)

Schalterrepräsentation:  
sw: vollständig  
no\_sw: nur offene Leitungs- und Transformator-Schalter



- Wenn nur eine Spannungsebene ausgewählt ist, bleibt das Feld „subnet des nachgelagerten Netz“ frei



# Beschreibung des SimBench Datenformats

- Datenstruktur verfolgt objektorientierten Ansatz
- Bestandteile des Datensatzes werden als einzelne Objekte mit Attributen betrachtet, d.h. alle betrachtete Elemente eines elektrischen Netzes werden in je einer Tabelle beschrieben (→ elementbasierter Ansatz)
- Datenhaltung in einem zeilenorientierten, relationalen Datenbankformat
  - Jede Zeile ein Objekt
  - Jede Spalte ein Attribut
- „Types“ beschreiben detaillierte Parameter einer Gruppe von Anlagen
- „Profiles“ sind zeitabhängige Skalierungsfaktoren
- Es gelten die folgenden Konventionen und Annahmen:
  - Spannungen: Außenleiterspannung dreiphasig symmetrisch
  - Ströme: Strangströme
  - Leistungswerte sind 3-phasig angegeben
  - Die Netzfrequenz beträgt 50 Hz

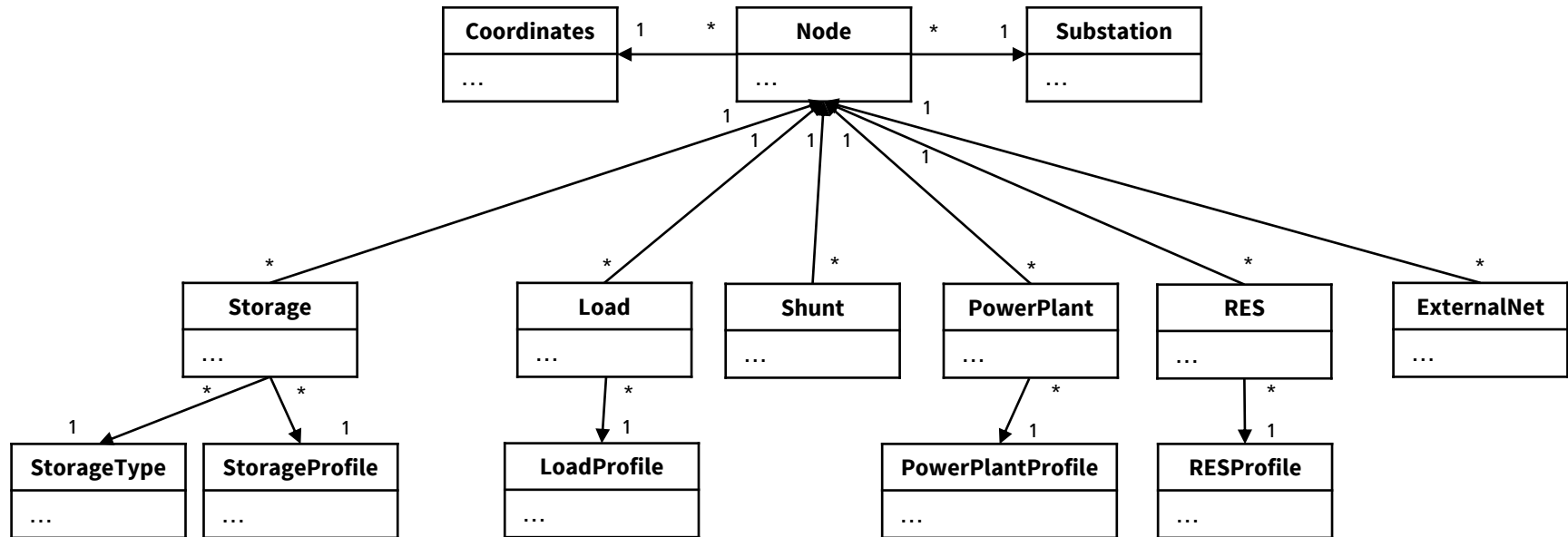


# Übersicht der Tabellen des SimBench Datenformats

Elementklasse	Zählfeilsystem	Element	Typ	Zeitprofil	Weiteres
Knoten		Node			
Querzweige	Erzeuger	ExternalNet			
		PowerPlant		PowerPlantProfile	
		RES		RESProfile	
	Verbraucher	Load		LoadProfile	
		Storage	StorageType	StorageProfile	
		Shunt			
Kanten		Line	LineType, DCLineType		
		Transformer	TransformerType		
		Transformer3W	Transformer3WType		
		Switch			
Weiteres					Measurement
					Substation
					Coordinates



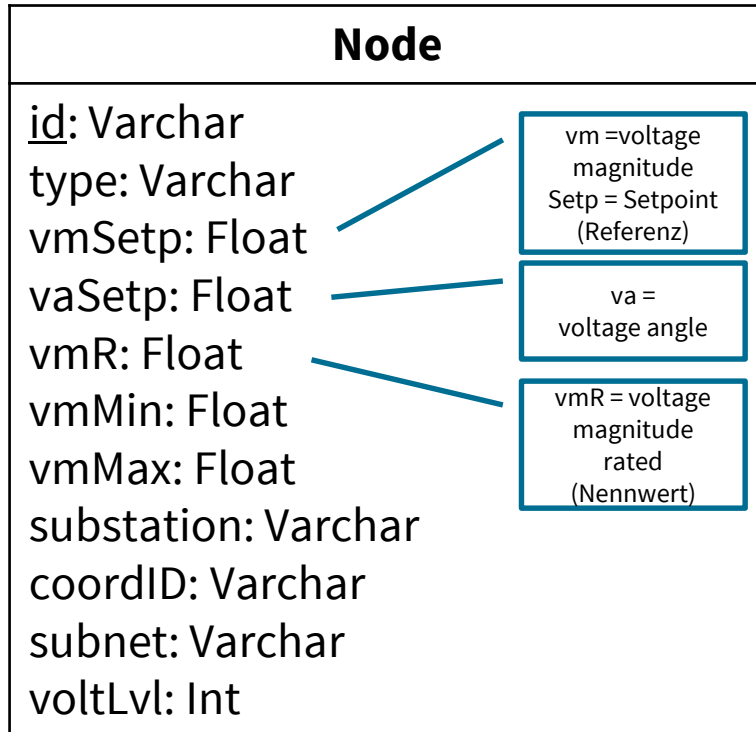
# Fremdbeziehungen Knoten und Querelemente



# KNOTEN



# Modellklasse „Node“



Node	
<u>EHV Bus 850</u>	[: -
double busbar	[: -
1.0	[: p.u.
0.0	[: °
220	[: kV
0.9	[: p.u.
1.1	[: p.u.
EHV_HV_substation_4	[: -
coord_4559	[: -
EHV1_HV2	[: -
1	[: -



# Modellklasse „Substation“

Substation
<u>id</u> : Varchar
subnet: Varchar
voltLvl: Int

Substation	
EHV_HV_substation_4	[: -
EHV1_HV2	[: -
2	[: -



# Modellklasse „Coordinates“

Coordinates
<u>id</u> : Varchar
x: Float
y: Float
subnet: Varchar
voltLvl: Int

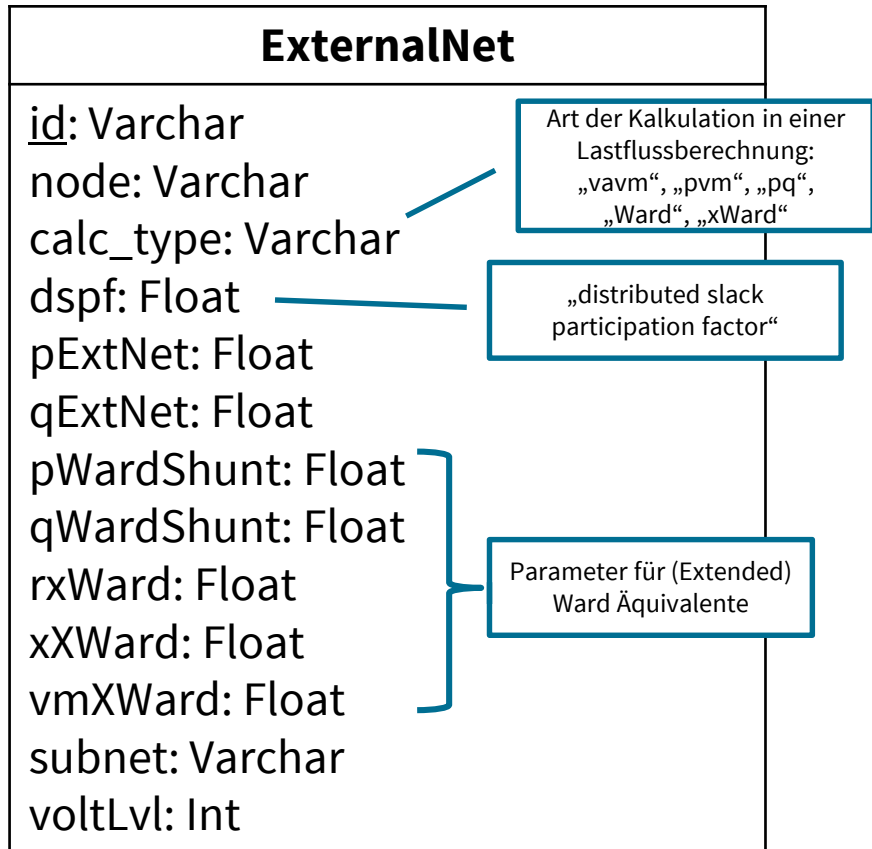
Coordinates	
Coord_1	[: -
9.75309	[: -
52.399	[: -
HV2_MV1.201	[: -
3	[: -



# QUERELEMENTE



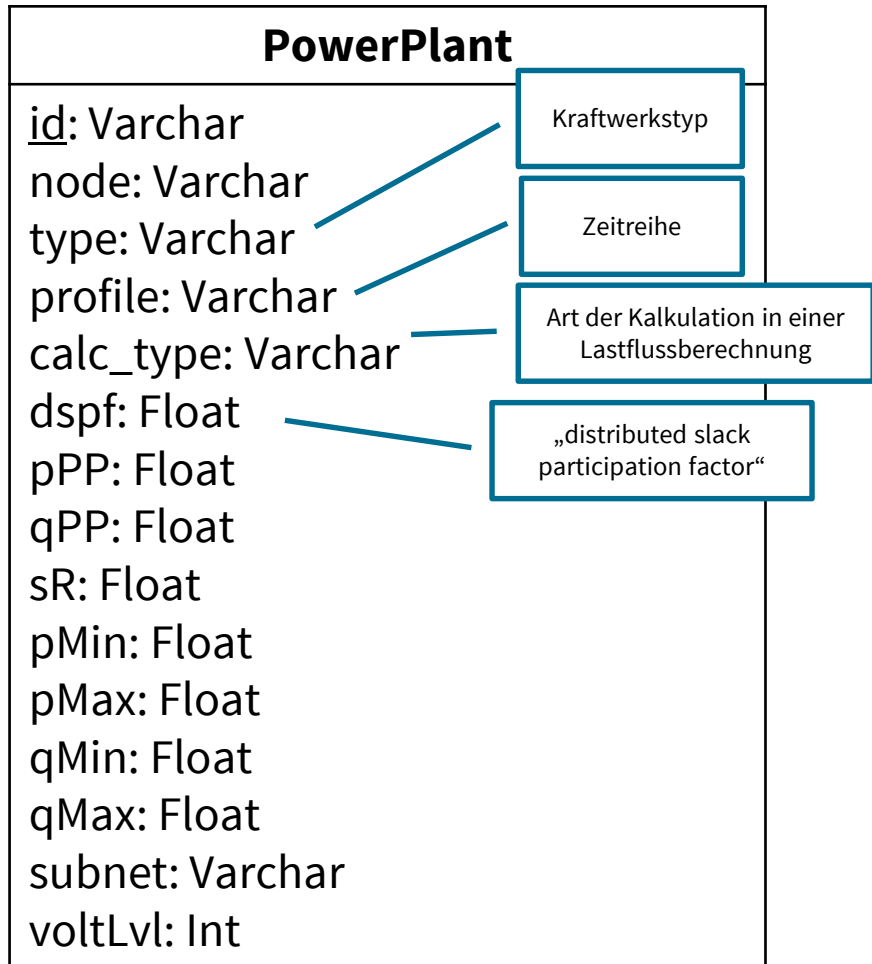
# Modellklasse „ExternalNet“



ExternalNet	
<u>EHV Ext_grid 5</u>	[]: -
EHV Bus 849	[]: -
vavm	[]: -
1.0	[]: p.u.
NULL	[]: MW
NULL	[]: MVar
NULL	[]: MW
NULL	[]: MVar
NULL	[]: Ω
NULL	[]: Ω
NULL	[]: p.u.
HV2_EHV1_eq	[]: -
1	[]: -



# Modellklasse „PowerPlant“



PowerPlant	
<u>PP_5</u>	[]: -
Expl_12_1	[]: -
hard coal	[]: -
coal profile 1	[]: -
pvm	[]: -
0.3	[]: -
100	[]: MW
30	[]: MVar
500	[]: MVA
25	[]: MW
500	[]: MW
-100	[]: MVar
100	[]: MVar
HV2	[]: -
1	[]: -



# Modellklasse „PowerPlantProfile“

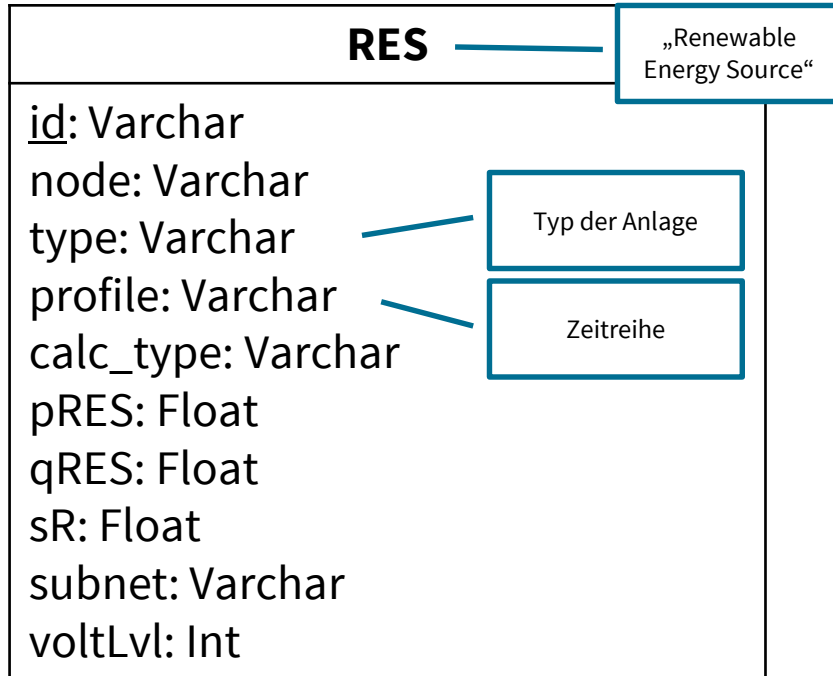
PowerPlantProfile
<u>time</u> : Varchar / Date
ID1: Varchar/Float
ID2: Varchar/Float
...

PowerPlantProfile	
<u>01.01.2016 00:00:00</u>	[: -
0.15	[: p.u.
0.2	[: p.u.
...	...

- Die Modellklassen „RESProfile“, „LoadProfile“ und „StorageProfile“ sind analog aufgebaut



# Modellklasse „RES“



RES	
<u>MV2 Sgen 1</u>	[]: -
MV2 Bus 1	[]: -
PV	[]: -
PV3	[]: -
pq	[]: -
1.25	[]: MW
0.61	[]: MVA
1.7	[]: MVA
MV2	[]: -
5	[]: -



# Modellklasse „Load“

Load
<u>id</u> : Varchar
node: Varchar
profile: Varchar
pLoad: Float
qLoad: Float
sR: Float
subnet: Varchar
voltLvl: Int

Load	
<u>HV2 Load 1</u>	[: -
HV2 Bus 2	[: -
mv_suburb	[: -
32.75	[: MW
12.94	[: MVAr
35.22	[: MVA
HV2_MV2.201_eq	[: -
3	[: -



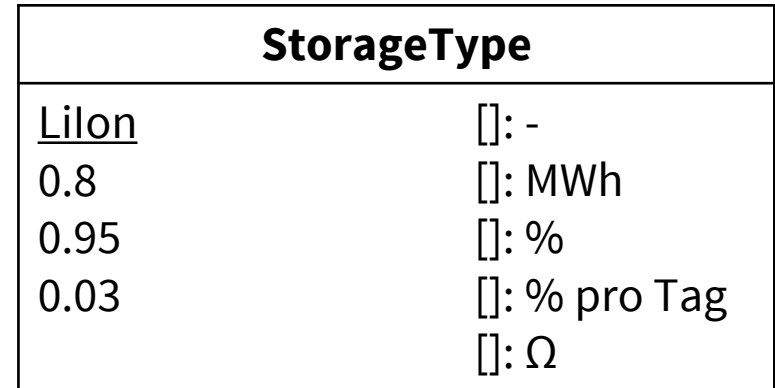
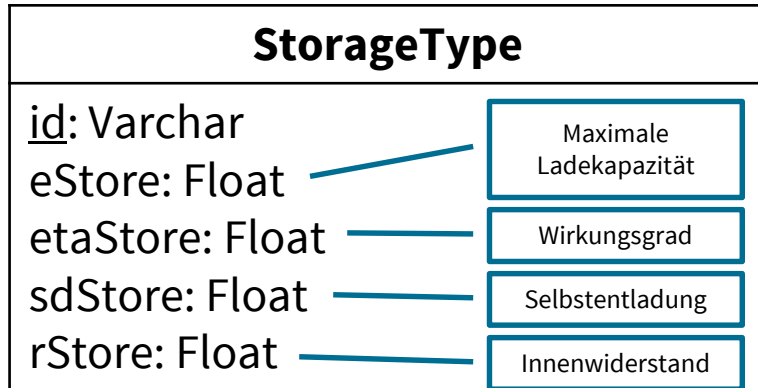
# Modellklasse „Storage“

Storage
<u>id</u> : Varchar
node: Varchar
type: Varchar
profile: Varchar
pStor: Float
qStor: Float
chargeLevel: Float
sR: Float
pMin: Float
pMax: Float
qMin: Float
qMax: Float
subnet: Varchar
voltLvl: Int

Storage	
<u>Stor_1</u>	[: -
Expl_1	[: -
Type1	[: -
Profile1	[: -
0.005	[: MW
-0.00045	[: MVar
85.2	[: %
0.02	[: MVA
-0.02	[: MW
0.02	[: MW
-0.02	[: MVar
0.02	[: MVar
LV3	[: -
7	[: -



# Modellklasse „StorageType“



# Modellklasse „Shunt“

Shunt	
<u>id</u> : Varchar	
node: Varchar	
p0: Float	} Leistung bei vm = vmR
q0: Float	
vmR: Float	
Step: Int	
subnet: Varchar	
voltLvl: Int	

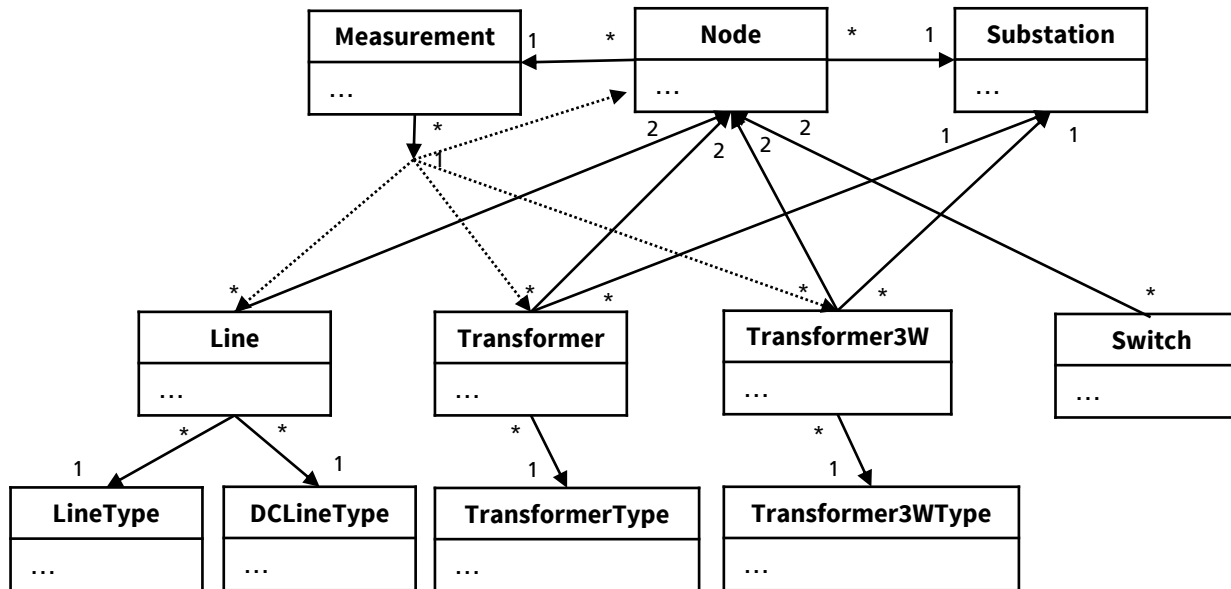
Shunt	
<u>Shunt1</u>	[: -
Expl_11	[: -
-1.5	[: MW
15	[: MVA
20	[: kV
1	[: -
MV1	[: -
5	[: -



# KANTENELEMENTE



# Fremdbeziehungen Knoten und Kantenelemente



# Modellklasse „Line“

Line
<u>id</u> : Varchar
nodeA: Varchar
nodeB: Varchar
type: Varchar
length: Float
loadingMax: Float
subnet: Varchar
voltLvl: Int

Line	
<u>HV2 Line 1</u>	[: -
HV2 Bus 164	[: -
HV2 Bus 165	[: -
Al/St_265/35	[: -
4.68	[: km
100	[: %
HV2	[: -
3	[: -



# Modellklasse „LineType“

LineType
<u>id</u> : Varchar
r: Float
x: Float
b: Float
iMax: Float

LineType	
<u>NAYY 4x150SE 0.6/1kV</u>	[: -
0.21	[: $\Omega/\text{km}$
0.08	[: $\Omega/\text{km}$
260.75	[: $\mu\text{S}/\text{km}$
270	[: A



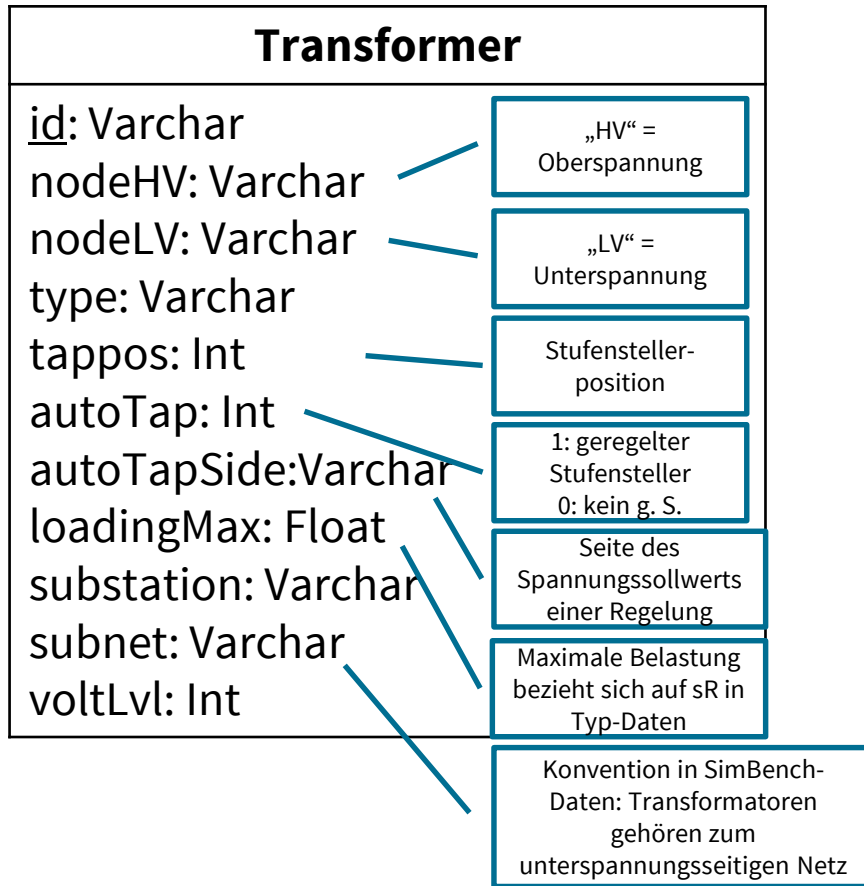
# Modellklasse „DCLineType“

DCLineType	
id: Varchar	
pDCLine: Float	
relPLosses: Float	Leistungfluss-abhängige Wirk-leistungsverluste
fixPLosses: Float	Konstante Wirk-leistungsverluste
pMax: Float	
qMinA: Float	
qMinB: Float	
qMaxA: Float	
qMaxB: Float	

DCLineType	
Typ DC1	[: -
0.7	[: MW
1.2	[: %
0.025	[: MW
1.2	[: MW
0	[: MVar
0.5	[: MVar
0	[: MVar
0.5	[: MVar



# Modellklasse „Transformer“



Transformer	
HV2 Trafo 1	[]: -
EHV Bus 2992	[]: -
HV2 Bus 163	[]: -
200MVA_220/110	[]: -
0	[]: -
1	[]: -
LV	[]: -
50	[]: %
EHV_HV_substation_4	[]: -
HV2	[]: -
2	[]: -



# Modellklasse „TransformerType“

TransformerType	
id: Varchar	Nennspannung der Anschlüsse
sR: Float	
vmHV: Float	Phasenverschiebung
vmLV: Float	
va0: Float	Kurzschlussspannung
vmImp: Float	
pCu: Float	Kupfer- und Eisenverluste
pFe: Float	
iNoLoad: Float	Leerlaufstrom
tapable: Int	
tapside: Varchar	1: stufbar 0: nicht stufbar
dVm: Float	
dVa: Float	Parameter des Stufenstellers
tapNeutr: Int	
tapMin: Int	
tapMax: Int	

TransformerType	
<u>63 MVA 110/10 kV YNd5</u>	[: -
63	[: MVA
110	[: kV
10	[: kV
150	[: °
18	[: %
201.6	[: kW
22	[: kW
0.04	[: %
1	[: -
hv	[: -
1.5	[: p.u./Stufe
0	[: °/Stufe
0	[: -
-9	[: -
9	[: -



# Modellklasse „Transformer3W“

Transformer3W
<u>id</u> : Varchar
nodeHV: Varchar
nodeMV: Varchar
nodeLV: Varchar
type: Varchar
tapposHV: Int
tapposMV: Int
tapposLV: Int
autoTap: Int
autoTapSide: Int
loadingMax: Float
substation: Varchar
subnet: Varchar
voltLvl: Int

Transformer3W	
<u>Trafo1</u>	[]: -
Expl_11	[]: -
Expl_12	[]: -
Expl_13	[]: -
Tr3WType_1	[]: -
5	[]: -
NULL	[]: -
NULL	[]: -
1	[]: -
LV	[]: -
100	[]: %
HV2_MV3_Substation	[]: -
MV3	[]: -
3	[]: -



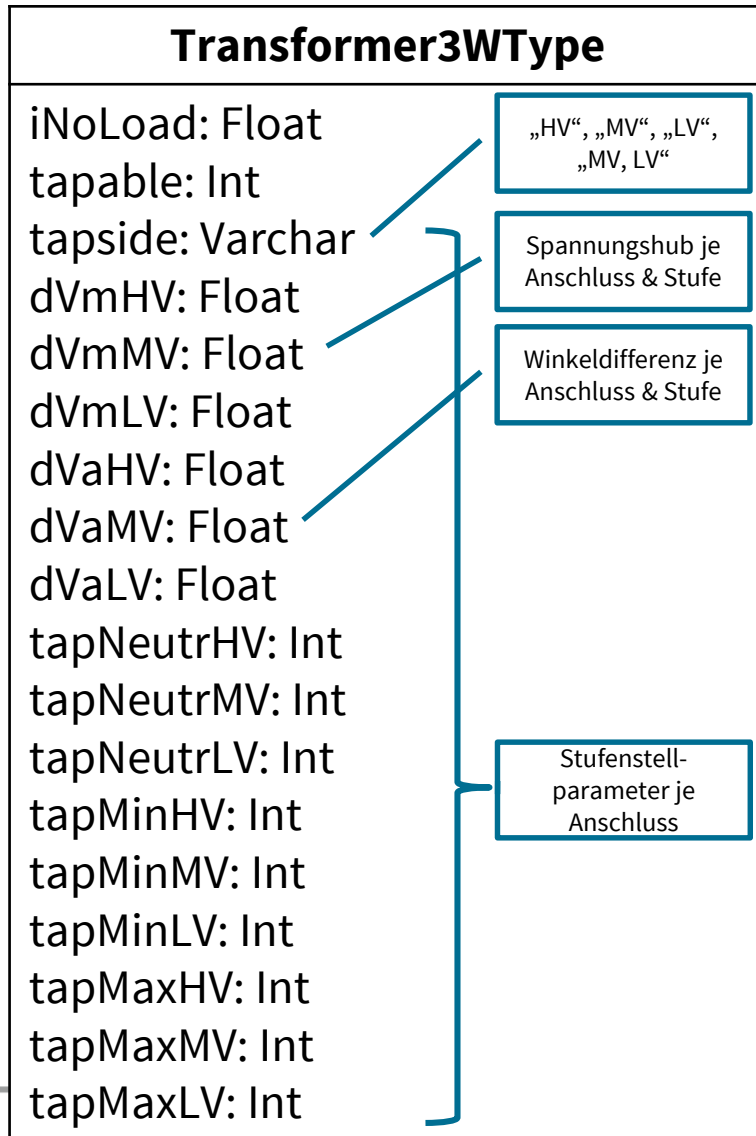
# Modellklasse „Transformer3WType“ (1/2)

Transformer3WType	
<u>id</u> : Varchar	Nennleistung Anschlüsse
sRHV: Float	
sRMV: Float	Nennspannung der Anschlüsse
sRLV: Float	
vmHV: Float	Phasenver- schiebung zw. Anschlüssen
vmMV: Float	
vmLV: Float	
vaHVMV: Float	
vaHVLV: Float	
vmImpHVMV: Float	
vmImpHVLV: Float	
vmImpMVLV: Float	
pCuHV: Float	
pCuMV: Float	
pCuLV: Float	
pFe: Float	
<i>Fortsetzung auf der nächsten Folie</i>	

Transformer3WType	
<u>Tr3WType 1</u>	[: -
63	[: MVA
40	[: MVA
31.5	[: MVA
110	[: kV
20	[: kV
10	[: kV
30	[: °
60	[: °
12	[: %
10	[: %
10	[: %
15	[: kW
15	[: kW
15	[: kW
0	[: kW

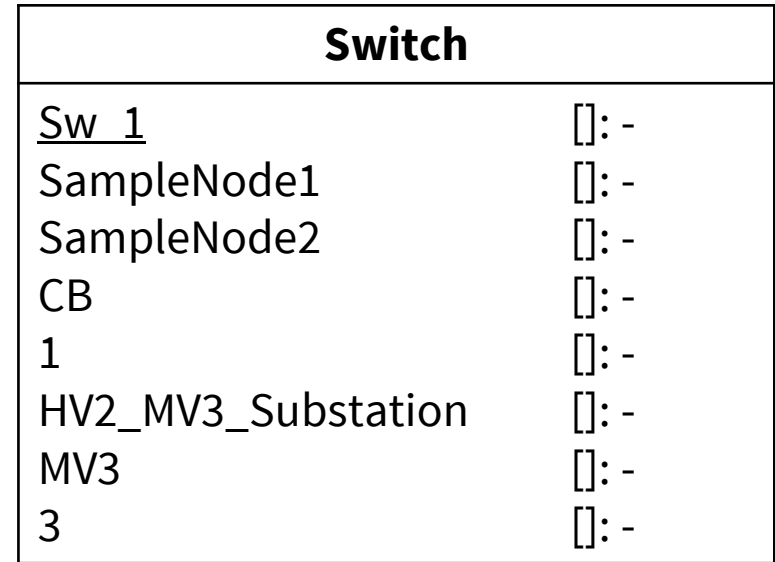
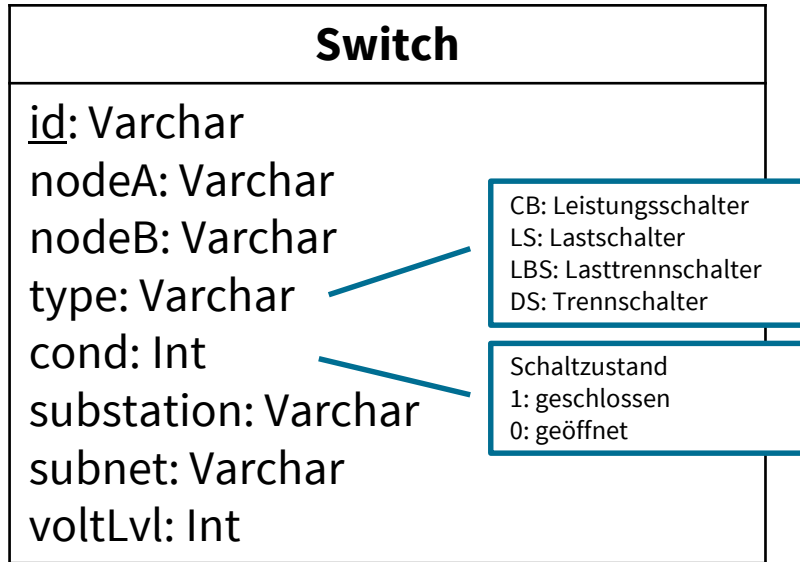


# Modellklasse „Transformer3WType“ (2/2)



Transformer3WType	
3	[]: %
1	[]: -
„HV“	[]: -
1.0	[]: p.u./Stufe
1.5	[]: p.u./Stufe
2.5	[]: p.u./Stufe
0	[]: °/Stufe
0	[]: °/Stufe
0	[]: °/Stufe
0	[]: -
0	[]: -
0	[]: -
-10	[]: -
-5	[]: -
-3	[]: -
12	[]: -
5	[]: -
10	[]: -

# Modellklasse „Switch“



# Modellklasse „Measurement“

Measurement	
<u>id</u> : Varchar	
element1: Varchar	
element2: Varchar	Im Falle einer Knotenmessung „NULL“
variable: Varchar	
value: Float	
stdDev: Float	Standardabweichung
Subnet: Varchar	
voltLvl: Float	

Measurement	
<u>Meas 1</u>	[: -
HV2 Bus 6	[: -
NULL	[: -
p	[: p, q, i oder (o.) v
3.5	[: MW, MVAR, A o. p.u.
0.01	[: %
HV2	[: -
3	[: -



# Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Universität Kassel,  
Konsortialführung

TU Dortmund

RWTH Aachen

Fraunhofer IEE

## **Kontakt** für die **Universität Kassel**

Fachbereich Elektrotechnik/Informatik

Fachgebiet Energiemanagement und Betrieb elektrischer Netze (e<sup>2</sup>n)

Wilhelmshöher Allee 73

D-34121 Kassel, Germany

M.Sc. Steffen Meinecke

Fon: +49 561 804 6084

steffen.meinecke@uni-kassel.de

