



Siemens PTI

Stresstest im Niederspannungsnetz

VDE Symposium Netzleittechnik / Informationstechnik

Görlitz, Sachsen – 14. und 15.06.2023

Siemens PTI

Einleitung und Motivation

Zuverlässigkeit, Sicherheit und Effizienz von Stromnetzen optimieren mit unserem technischen Planungs- und Beratungsangebot



Netzanalyse & -auslegung



Netzschutz, -regelung & -betrieb



Spannungsqualität



Dynamische & transiente Vorgänge



Systemkopplung & Netzanschlussregeln



Netzsimulationsmodelle & Datenqualität

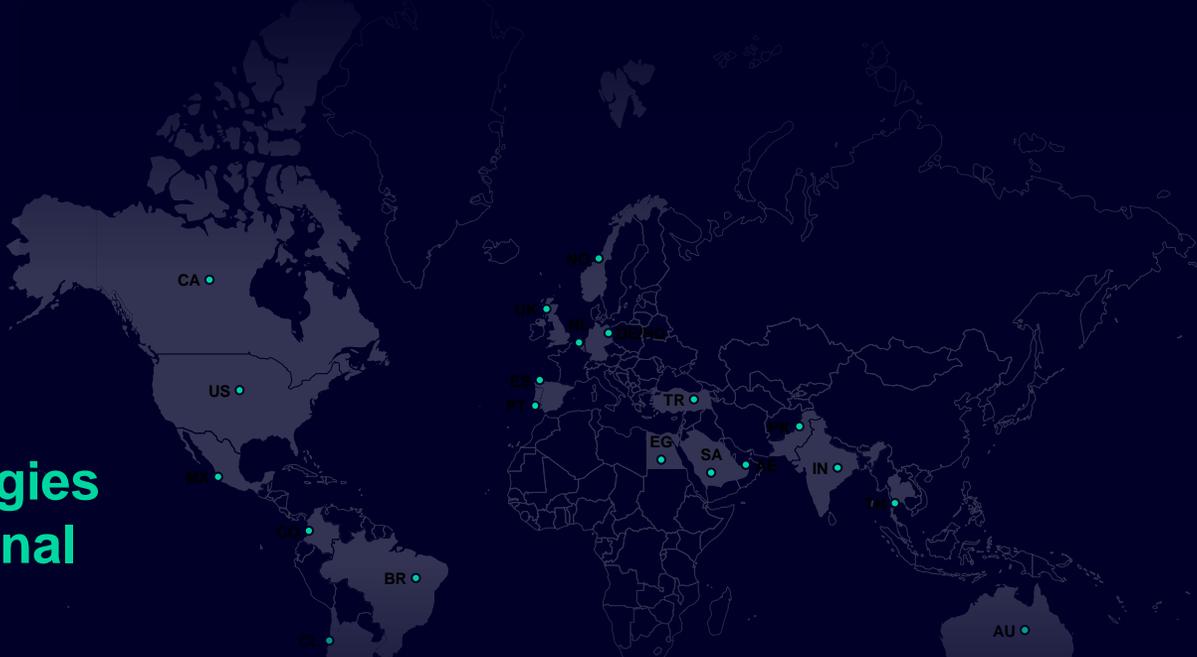


Echtzeitsimulation & -tests

Power Technologies International

Wir unterstützen Energieversorger, Industrie und Gewerbe weltweit bei ihren Herausforderungen in der Energiewende

Power Technologies International



Sektorübergreifende Planung der Energieversorgung für **Regierungsbehörden**



Dekarbonisierungs- und Energieeffizienz-Strategien für **Smart Cities**



Digitalisierungsstrategien und Cyber-security Services für **Energieversorger**



Smart-Infrastructure-Entwicklungspläne



Power Quality Analytics für die **industrielle** Energieversorgung



~20
Standorte weltweit



200+
Experten

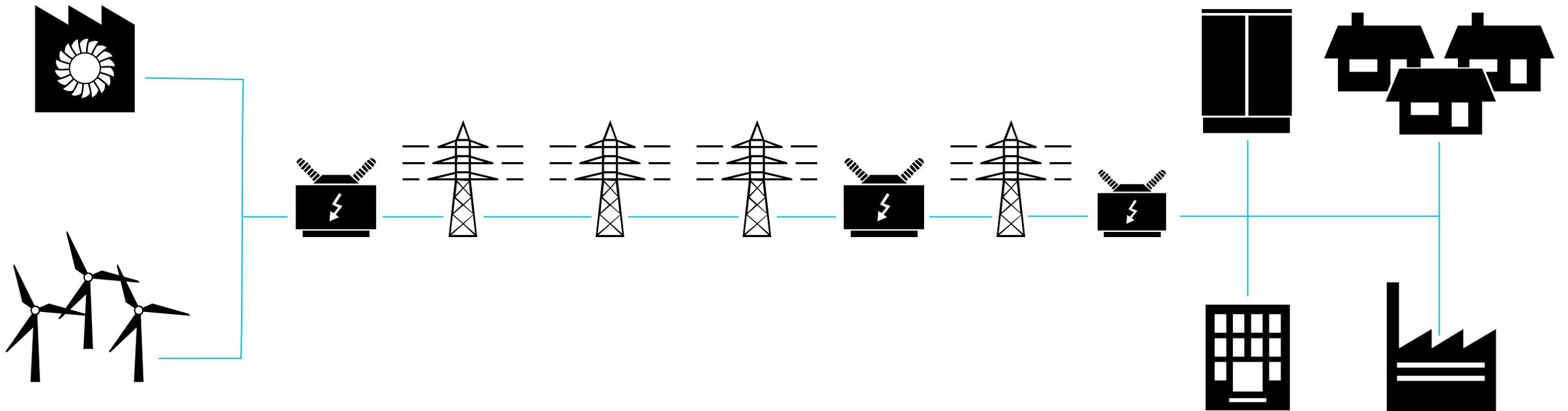


1,800+
Projekte pro Jahr

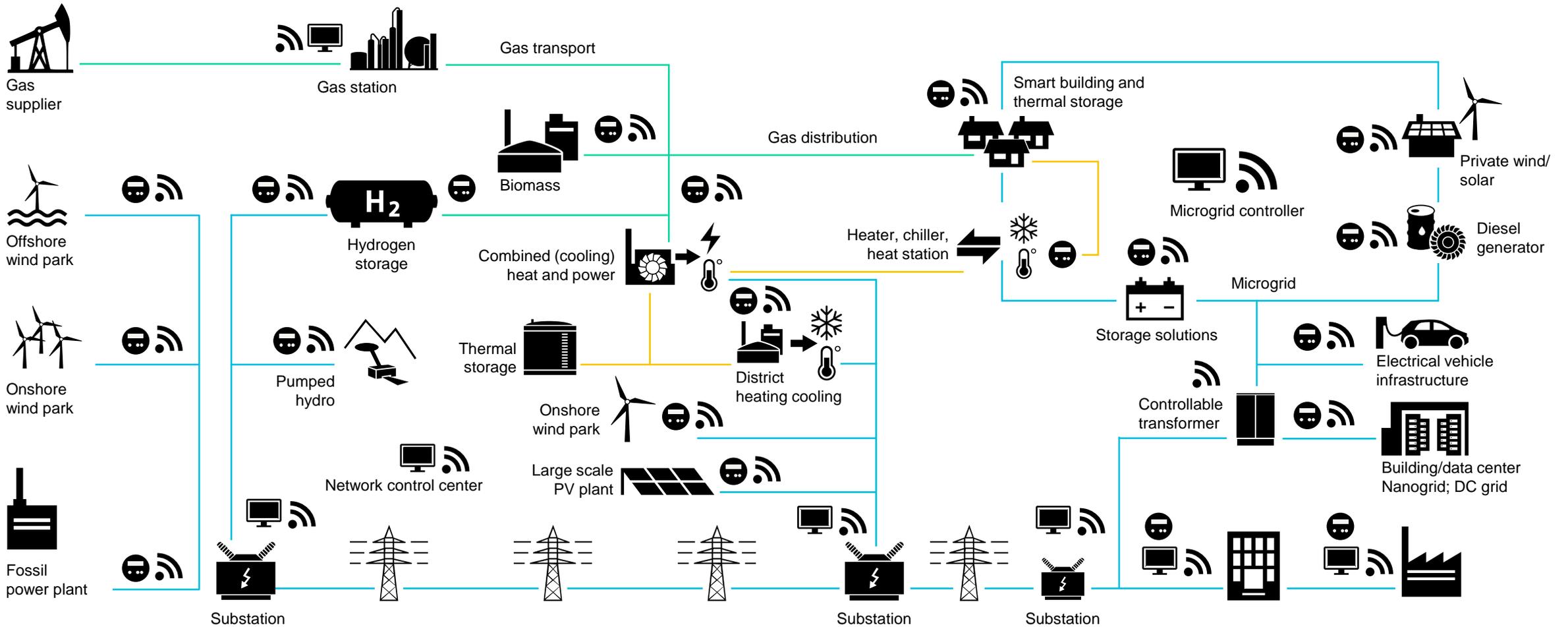
Dies ist nur ein kleiner Auszug des PTI-Consulting-Beratungsleistungen.

● PTI-Standorte

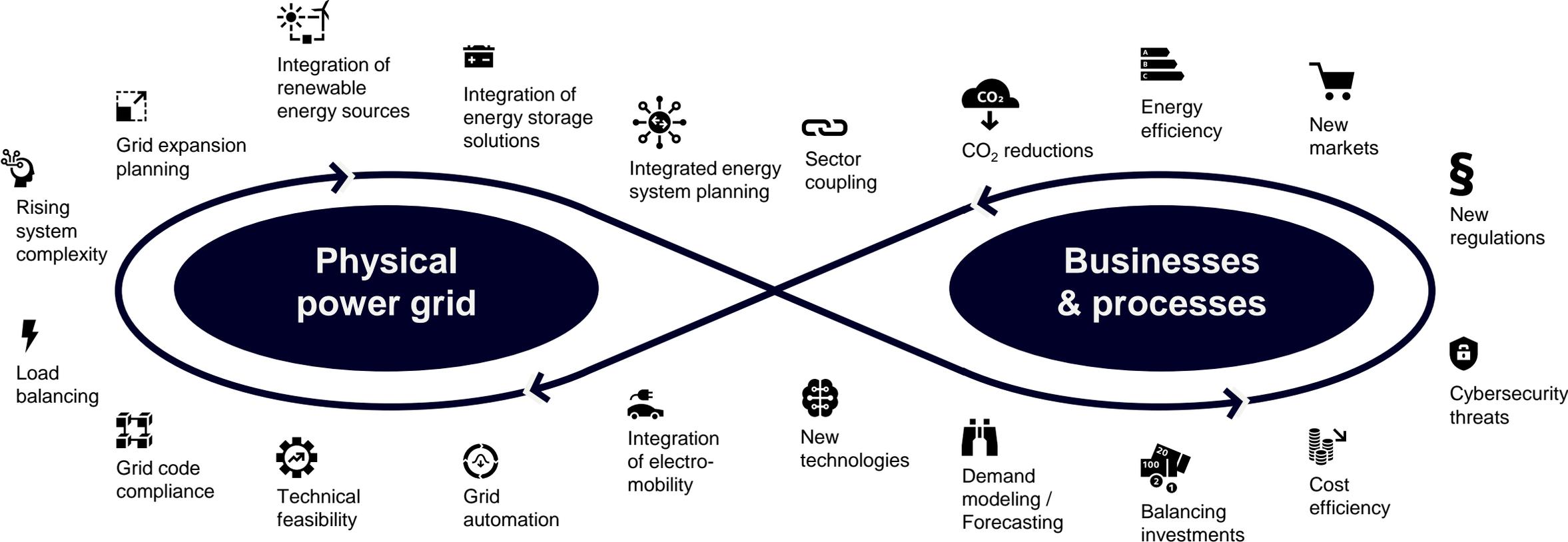
Vom zentralisierten, unidirektionalen Netz ...



... zum dezentralen und bidirektionalen Energieausgleich



Die Energiesysteme, aber auch die Geschäftsmodelle, Prozesse und Netzplanungsmethoden müssen sich weiterentwickeln

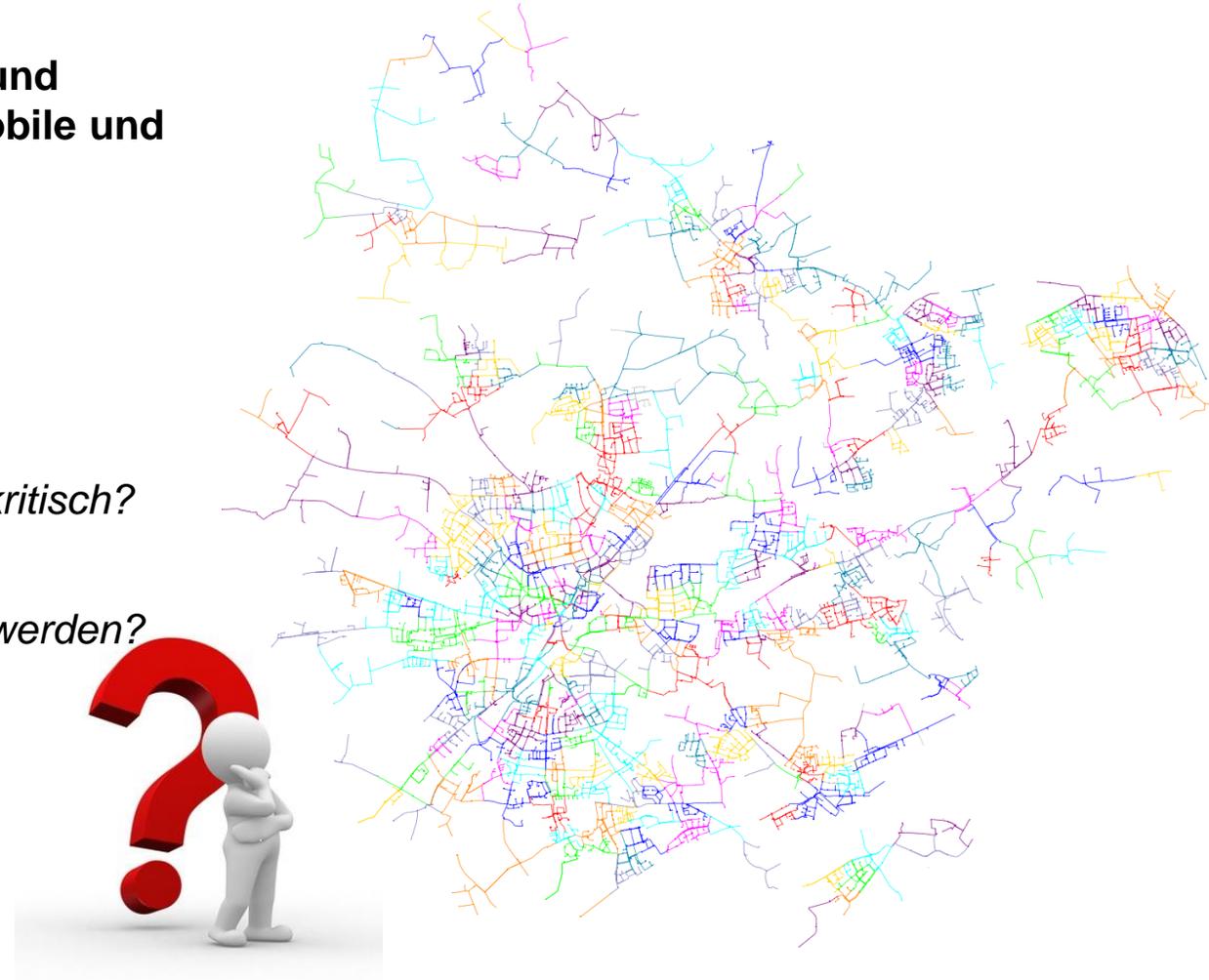


Stresstest im Niederspannungsnetz

Veranlassung

Dynamische Lastzunahmen als Folge der Wärme- und Verkehrswende durch Ladeinfrastrukturen für Elektromobile und durch Wärmepumpen

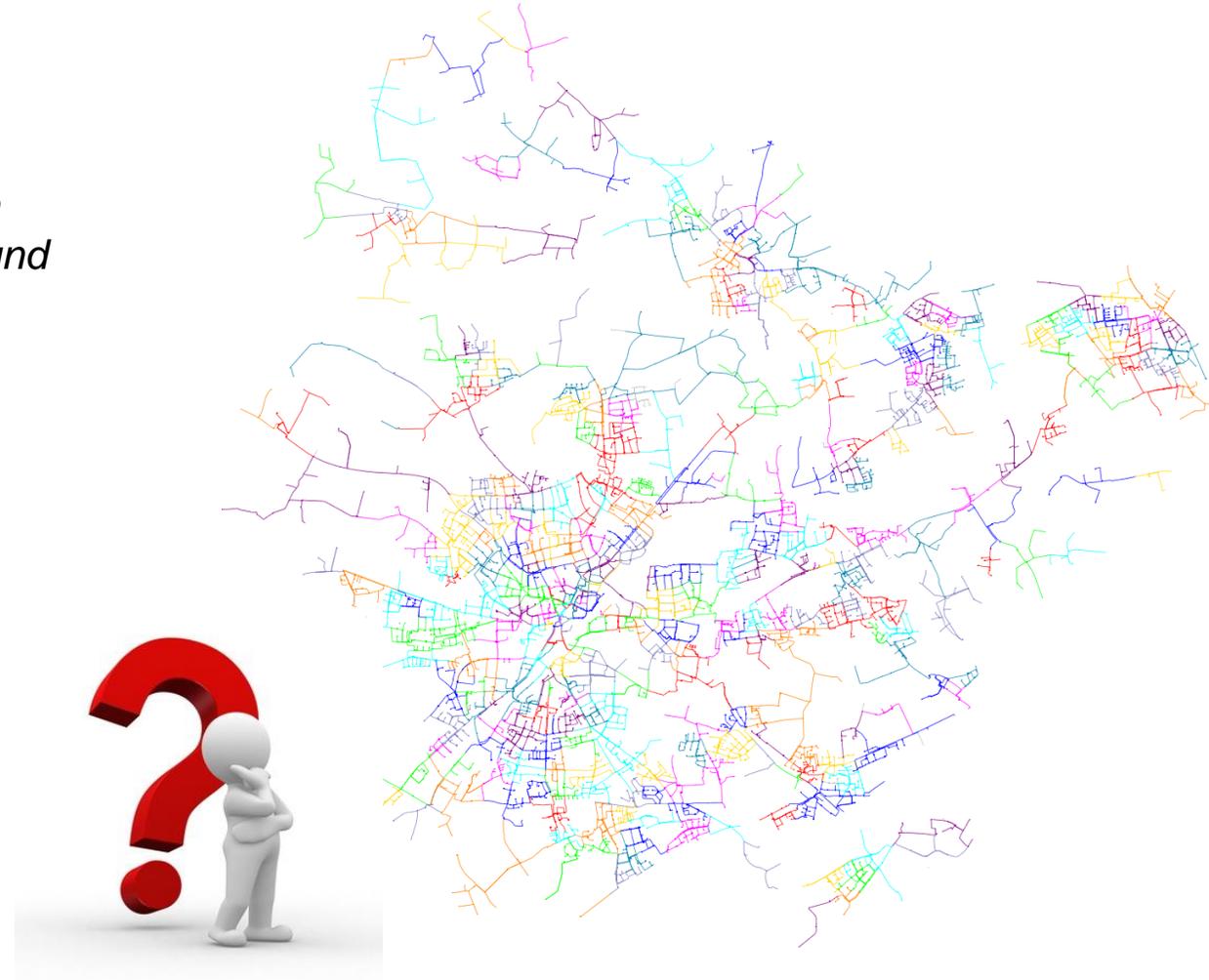
- Erste Engpässe treten in den NS-Netzen auf
 - Grundsätzliche Fragestellungen:
 - *In welchen Netzen treten die Engpässe zuerst auf?*
 - *Welche Betriebsmittel werden in diesen Netzen zuerst kritisch?*
 - *Wie „stark“ müssen die Netze ausgebaut werden?*
 - *Ab wann muss ein skalierbares Regelkonzept etabliert werden?*
- Die großen Mengengerüste erfordern eine Strategie um den Herausforderungen gerecht zu werden



Stresstest im Niederspannungsnetz

Vorgehensweise in 4 Schritten

- (1) Nachbildung von 10 repräsentativen Netzen*
- (2) Stresstest für 10 repräsentative Netze*
- (3) Kalibrierung eines Prognosetools aus den Ergebnissen des Stresstests auf Grundlage von Netzstrukturdaten und Anwendung auf alle Netze*
- (4) Priorisierte Betrachtung der kritischen Netze*



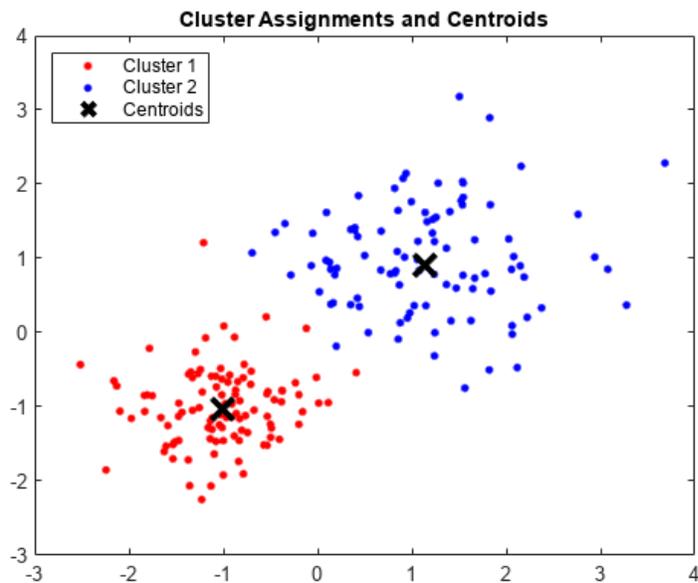
Siemens PTI

Nachbildung von 10 repräsentativen Netzen

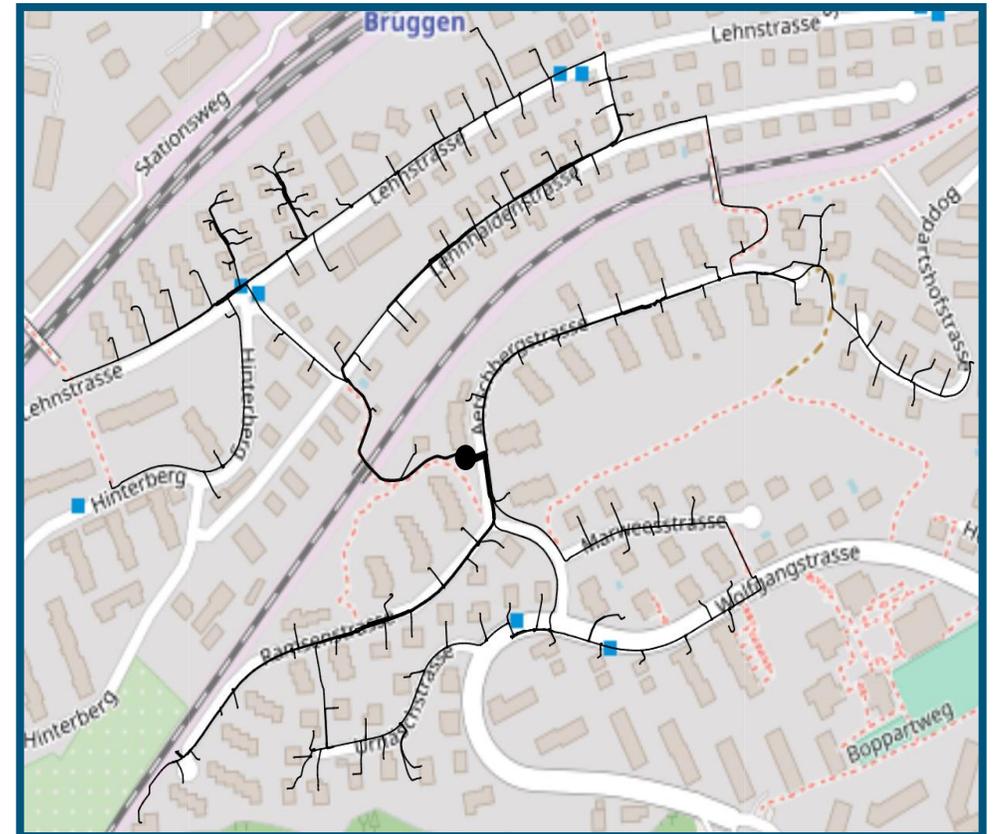
Stresstest im Niederspannungsnetz

(1) Nachbildung von 10 repräsentativen Netzen

- Nachbildung der Netzgeografie und des Knoten-Kanten-Modells über **Shape-Export aus dem GIS**
- Ableitung der Lastdaten aus dem **Abrechnungssystem**
- Datenaufbereitung über eigene Tools
- Auswahl der Netze durch z.B. Clustering.



Quelle: <https://de.mathworks.com/help/stats/kmeans.html>



Stresstest im Niederspannungsnetz

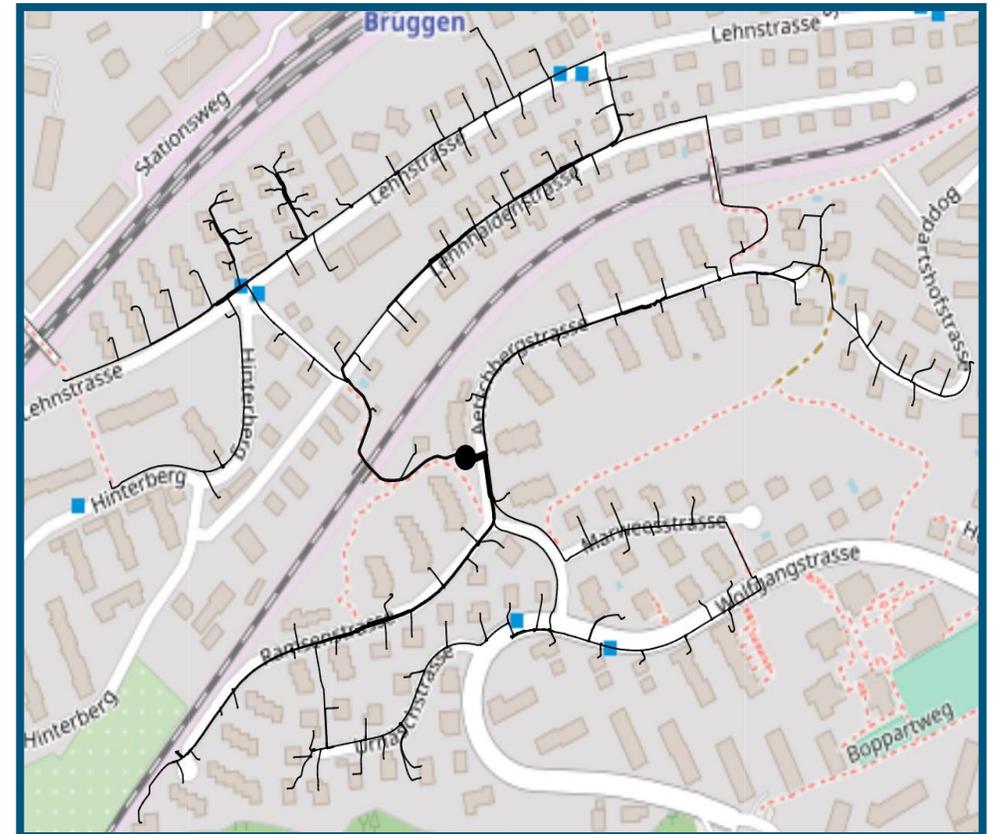
(1) Nachbildung von 10 repräsentativen Netzen

Shape-Export aus dem GIS

- Leitungen des NS-Netzes mit HA-Leitungen, Leitungstypen und -querschnitten
- Standort der MS/NS-Station mit installiertem Trafo und max. Schleppzeigermessung
(Trafogröße und Schleppzeigermessung können separat übermittelt werden, falls nicht im GIS vorhanden)
- Standorte der Kabelverteiler mit Information der offenen Trennstellen
(Trennstellen können separat übermittelt werden, falls nicht im GIS vorhanden)
- Standorte der Hausanschlüsse mit eindeutiger Referenzierung zum Abrechnungssystem

Abrechnungssystem

- Anzahl der Wohneinheiten und ggf. Verbrauchsdaten mit eindeutiger Referenzierung zu den Hausanschlüssen aus dem Shape-Export



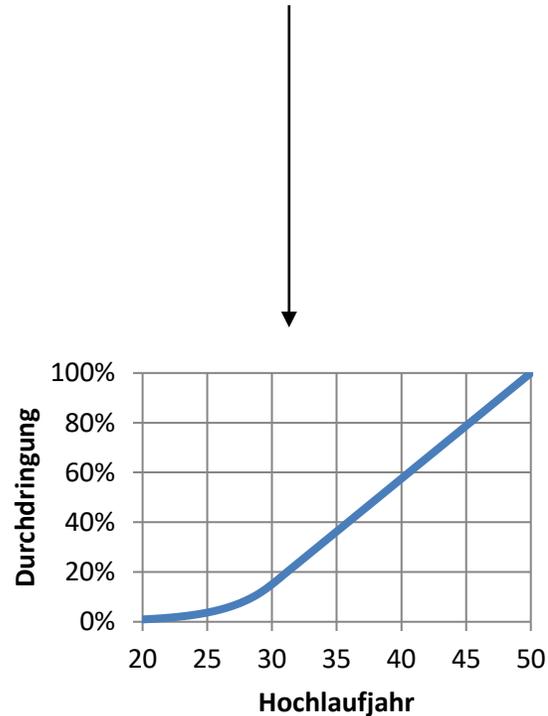
Siemens PTI

Stresstest für 10 repräsentative Netze

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- C# – Eigenentwicklung
- Wahlweise Simulation des **Hochlaufs** der Netzdurchdringung mit **Elektrofahrzeugen** und/oder **Wärmepumpen** bis 2050



Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: 2030 **Elektrofahrzeuge** **Wärmepumpen**

Anzahl Wohneinheiten: 321

Anzahl Hausanschlüsse: 235 (1,37 WE/HA)

Efz / Wohneinheit: 1,43

Durchdringungsfaktor EFZ: 15,00 % (69 # EFZ (Gesamt))

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: 23,4 % (16 # EFZ (Trafo))

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: 29,2 % (20 # EFZ (Netz))

Potential WP Leistung in 2050: 919 kW

Summe WP Leistung in 2050: 918,75 kW

mittlere Leistung einer WP: 3,5 kW

Durchdringungsfaktor WP: 33,33 % (245 kW WP (Trafo), 306 kW WP (Netz))

Ladeleistungen im NS-Netz

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

Verteilung der Wärmepumpen im NS-Netz

# WE/HA	Anzahl WP
1	1 WP
2	1,37 WP
3	1,66 WP

Reihenuntersuchung

Startjahr: 2018, Schrittweite: 2, Endjahr: 2050

Protokoll Reihenuntersuchung: []

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden

Anzahl Berechnungen: 100

Auslastungen Trafo: < 80 % < 100 % > 100 %

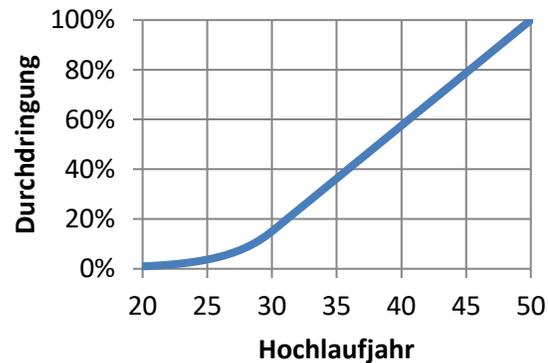
Auslastungen Netz: < 80 % < 100 % > 100 %

Spannungsband: > 95 % > 90 % < 90 %

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- C# – Eigenentwicklung
- Wahlweise Simulation des Hochlaufs der Netzdurchdringung mit Elektrofahrzeugen und/oder Wärmepumpen bis 2050
- Es werden jeweils 100 Lastflussberechnungen in 2 Jahresschritten mit stochastischer Verteilung der Ladeinfrastrukturen und/oder Wärmepumpen durchgeführt (Monte-Carlo-Simulation)



Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: 2030

Anzahl Wohneinheiten: 321

Anzahl Hausanschlüsse: 235

Efz / Wohneinheit: 1,43

Durchdringungsfaktor EFZ: 15,00 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: 23,4 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: 29,2 %

Elektrofahrzeuge: 1,37 WE/HA

Wärmepumpen:

- Potential WP Leistung in 2050: 919 kW
- Summe WP Leistung in 2050: 918,75 kW
- mittlere Leistung einer WP: 3,5 kW
- Durchdringungsfaktor WP: 33,33 %
- 245 kW WP (Trafo)
- 306 kW WP (Netz)

Ladeleistungen im NS-Netz

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

Verteilung der Wärmepumpen im NS-Netz

# WE/HA	Anzahl WP
1	1 WP
2	1,37 WP
3	1,66 WP

Reihenuntersuchung

Startjahr: 2018 | Schrittweite: 2 | Endjahr: 2050

Protokoll Reihenuntersuchung: ...

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden

Anzahl Berechnungen: 100

Auslastungen Trafo: < 80 % < 100 % > 100 %

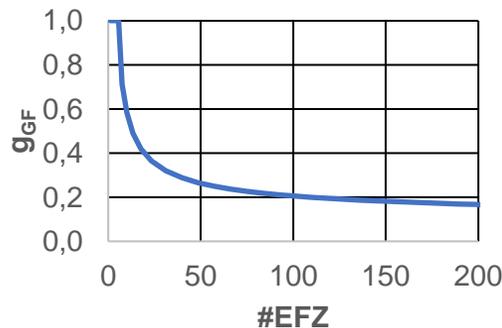
Auslastungen Netz: < 80 % < 100 % > 100 %

Spannungsband: > 95 % > 90 % < 90 %

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- C# – Eigenentwicklung
- Wahlweise Simulation des Hochlaufs der Netzdurchdringung mit Elektrofahrzeugen und/oder Wärmepumpen bis 2050
- Es werden jeweils 100 Lastflussberechnungen in 2 Jahresschritten mit stochastischer Verteilung der Ladeinfrastrukturen und/oder Wärmepumpen durchgeführt (Monte-Carlo-Simulation)
 - Automatische Anpassung der Gleichzeitigkeitsfaktoren an die Kollektivgröße



Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: 2030

Anzahl Wohneinheiten: 321

Anzahl Hausanschlüsse: 235

Efz / Wohneinheit: 1,43

Durchdringungsfaktor EFZ: 15,00 % (69 # EFZ (Gesamt))

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: 23,4 % (16 # EFZ (Trafo))

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: 29,2 % (20 # EFZ (Netz))

Elektrofahrzeuge: 1,37 WE/HA

Wärmepumpen: Potential WP Leistung in 2050: 919 kW, Summe WP Leistung in 2050: 918,75 kW

mittlere Leistung einer WP: 3,5 kW

Durchdringungsfaktor WP: 33,33 % (245 kW WP (Trafo), 306 kW WP (Netz))

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

# WE/HA	Anzahl WP
1	1 WP
2	1,37 WP
3	1,66 WP

Reihenuntersuchung (Startjahr: 2018, Schrittweite: 2, Endjahr: 2050)

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden (Anzahl Berechnungen: 100)

Auslastungen Trafo: < 80 % < 100 % > 100 %

Auslastungen Netz: < 80 % < 100 % > 100 %

Spannungsband: > 95 % > 90 % < 90 %

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- C# – Eigenentwicklung
- Wahlweise Simulation des Hochlaufs der Netzdurchdringung mit Elektrofahrzeugen und/oder Wärmepumpen bis 2050
- Es werden jeweils 100 Lastflussberechnungen in 2 Jahresschritten mit stochastischer Verteilung der Ladeinfrastrukturen und/oder Wärmepumpen durchgeführt (Monte-Carlo-Simulation)
 - Automatische Anpassung der Gleichzeitigkeitsfaktoren an die Kollektivgröße
 - Lademix, Ladeleistungen und WP-Leistungen in Abhängigkeit der Anzahl Wohneinheiten pro Hausanschluss werden vorgegeben

Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: 2030

Anzahl Wohneinheiten: 321

Anzahl Hausanschlüsse: 235

Efz / Wohneinheit: 1,43

Durchdringungsfaktor EFZ: 15,00 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: 23,4 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: 29,2 %

Elektrofahrzeuge: 1,37 WE/HA

Wärmepumpen: Potential WP Leistung in 2050: 919 kW, Summe WP Leistung in 2050: 918,75 kW

mittlere Leistung einer WP: 3,5 kW

Durchdringungsfaktor WP: 33,33 %

Ladeleistungen im NS-Netz

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

Verteilung der Wärmepumpen im NS-Netz

# WE/HA	Anzahl WP
1	1 WP
2	1,37 WP
3	1,66 WP

Reihenuntersuchung: Startjahr: 2018, Schrittweite: 2, Endjahr: 2050

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden: Anzahl Berechnungen: 100

Auslastungen Trafo: < 80 % < 100 % > 100 %

Auslastungen Netz: < 80 % < 100 % > 100 %

Spannungsband: > 95 % > 90 % < 90 %

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- C# – Eigenentwicklung
- Wahlweise Simulation des Hochlaufs der Netzdurchdringung mit Elektrofahrzeugen und/oder Wärmepumpen bis 2050
- Es werden jeweils 100 Lastflussberechnungen in 2 Jahresschritten mit stochastischer Verteilung der Ladeinfrastrukturen und/oder Wärmepumpen durchgeführt (Monte-Carlo-Simulation)
 - Automatische Anpassung der Gleichzeitigkeitsfaktoren an die Kollektivgröße
 - Lademix, Ladeleistungen und WP-Leistungen in Abhängigkeit der Anzahl Wohneinheiten pro Hausanschluss werden vorgegeben
 - Planungskriterien werden vorgegeben

Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: 2030

Anzahl Wohneinheiten: 321

Anzahl Hausanschlüsse: 235

Efz / Wohneinheit: 1,43

Durchdringungsfaktor EFZ: 15,00 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: 23,4 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: 29,2 %

Elektrofahrzeuge: 1,37 WE/HA

Wärmepumpen: Potential WP Leistung in 2050: 919 kW, Summe WP Leistung in 2050: 918,75 kW

mittlere Leistung einer WP: 3,5 kW

Durchdringungsfaktor WP: 33,33 %

Verteilung der Wärmepumpen im NS-Netz:

# WE/HA	Anzahl WP
1	1 WP
2	1,37 WP
3	1,66 WP

Ladeleistungen im NS-Netz:

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

Reihenuntersuchung: Startjahr 2018, Schrittweite 2, Endjahr 2050

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden: Anzahl Berechnungen 100

Auslastungen Trafo < 80 % < 100 % > 100 %

Auslastungen Netz < 80 % < 100 % > 100 %

Spannungsband > 95 % > 90 % < 90 %

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- C# – Eigenentwicklung
- Wahlweise Simulation des Hochlaufs der Netzdurchdringung mit Elektrofahrzeugen und/oder Wärmepumpen bis 2050
- Es werden jeweils 100 Lastflussberechnungen in 2 Jahresschritten mit stochastischer Verteilung der Ladeinfrastrukturen und/oder Wärmepumpen durchgeführt (Monte-Carlo-Simulation)
 - Automatische Anpassung der Gleichzeitigkeitsfaktoren an die Kollektivgröße
 - Lademix, Ladeleistungen und WP-Leistungen in Abhängigkeit der Anzahl Wohneinheiten pro Hausanschluss werden vorgegeben
 - Planungskriterien werden vorgegeben
- Stresstest auch für PV-Anlagen durchführbar

Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: 2030

Anzahl Wohneinheiten: 321

Anzahl Hausanschlüsse: 235

Efz / Wohneinheit: 1,43

Durchdringungsfaktor EFZ: 15,00 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: 23,4 %

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: 29,2 %

Elektrofahrzeuge: 1,37 WE/HA

Wärmepumpen: Potential WP Leistung in 2050: 919 kW, Summe WP Leistung in 2050: 918,75 kW

mittlere Leistung einer WP: 3,5 kW

Durchdringungsfaktor WP: 33,33 %

Verteilung der Wärmepumpen im NS-Netz:

# WE/HA	Anzahl WP
1	1 WP
2	1,37 WP
3	1,66 WP

Ladeleistungen im NS-Netz:

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

Reihenuntersuchung: Startjahr 2018, Schrittweite 2, Endjahr 2050

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden: Anzahl Berechnungen 100

Auslastungen Trafo < 80 % < 100 % > 100 %

Auslastungen Netz < 80 % < 100 % > 100 %

Spannungsband > 95 % > 90 % < 90 %

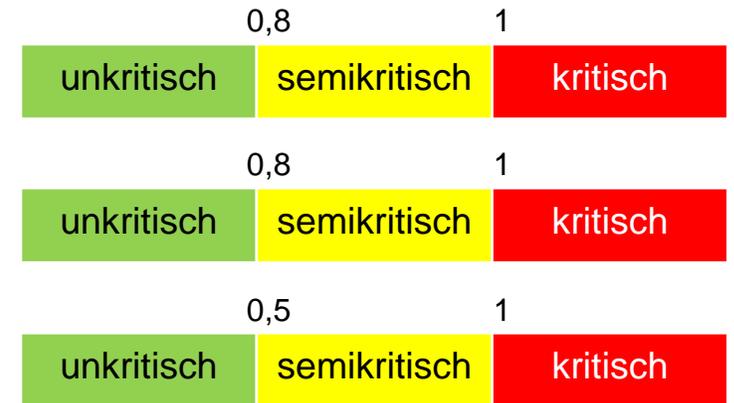
Stresstest im Niederspannungsnetz

Planungskriterien und Kritikalität

• Planungskriterien



• Kritikalität



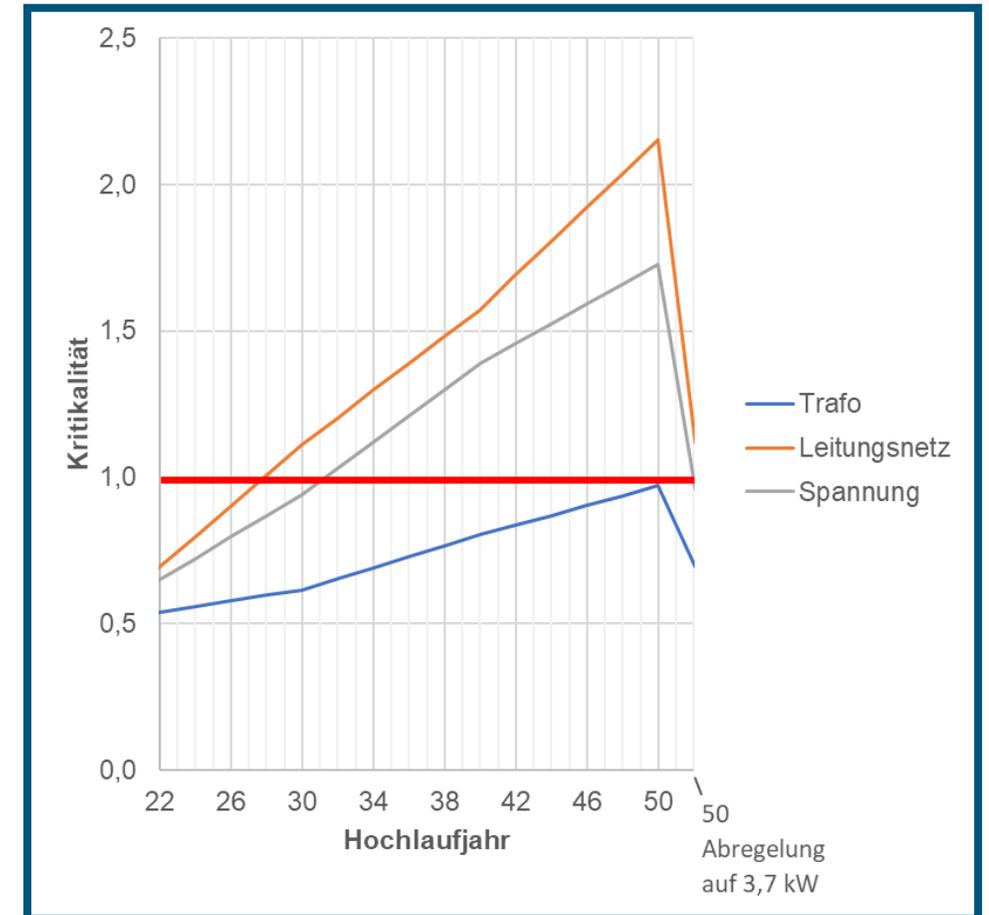
- Transformatorauslastung
- Netzauslastung
- Spannungsfall

- Einführung des Begriffs „Kritikalität“ für eine kompakte Ergebnisdarstellung bei weiteren Untersuchungen

Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

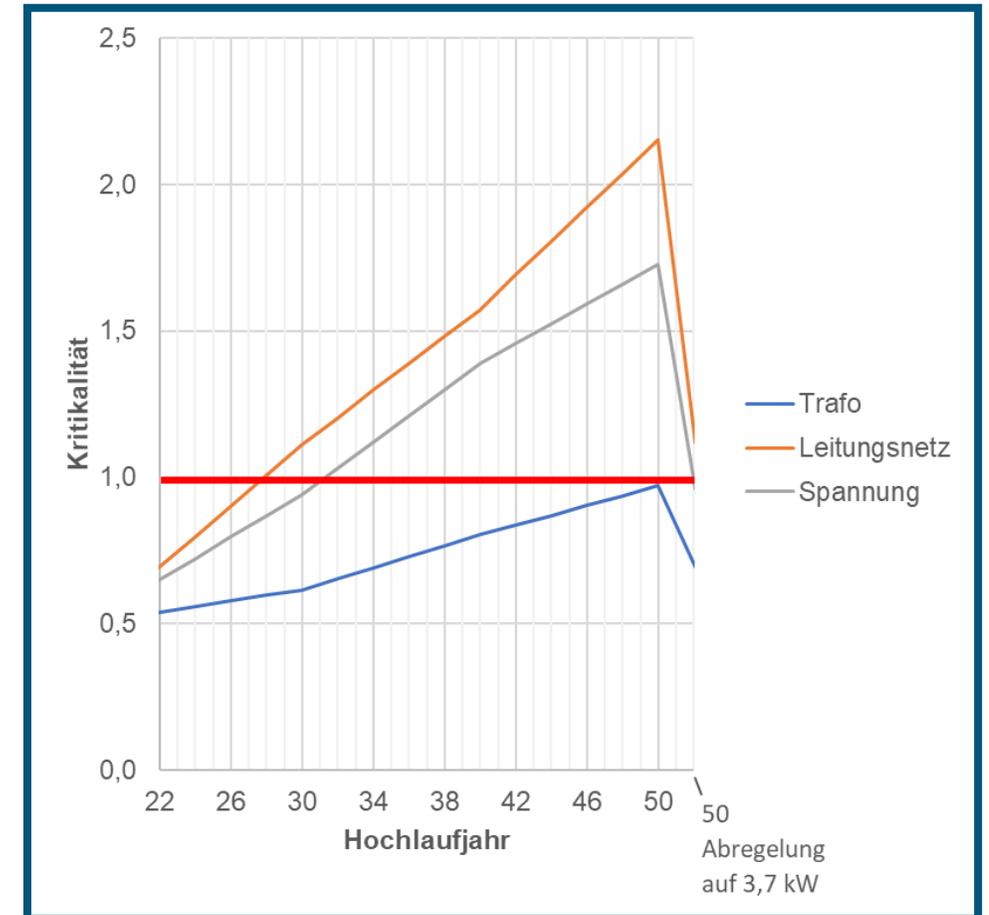
- Ergebnis des Stresstests am Beispiel Elektromobilität
 - Ermittlung des kritischen Hochlaufjahrs
→ 2028
 - Ermittlung der Verhältnisse bei Abregelung aller Ladeinfrastrukturen bei Volldurchdringung im Jahr 2050
→ wie 2032



Stresstest im Niederspannungsnetz

(2) Stresstest für 10 repräsentative Netze

- Ergebnis des Stresstests am Beispiel Elektromobilität
 - Ermittlung des kritischen Hochlaufjahrs
→ 2028
 - Ermittlung der Verhältnisse bei Abregelung aller Ladeinfrastrukturen bei Volldurchdringung im Jahr 2050
→ wie 2032
- Ableitung von Zielnetzvorgaben aus den Ergebnissen der 10 repräsentativen Netze:
 - Netze müssen bis 2032 bei unregelter Ladung funktionieren
 - Netze müssen bei Volldurchdringung und Abregelung aller Ladeinfrastrukturen auf 3,7 kW im Jahr 2050 funktionieren



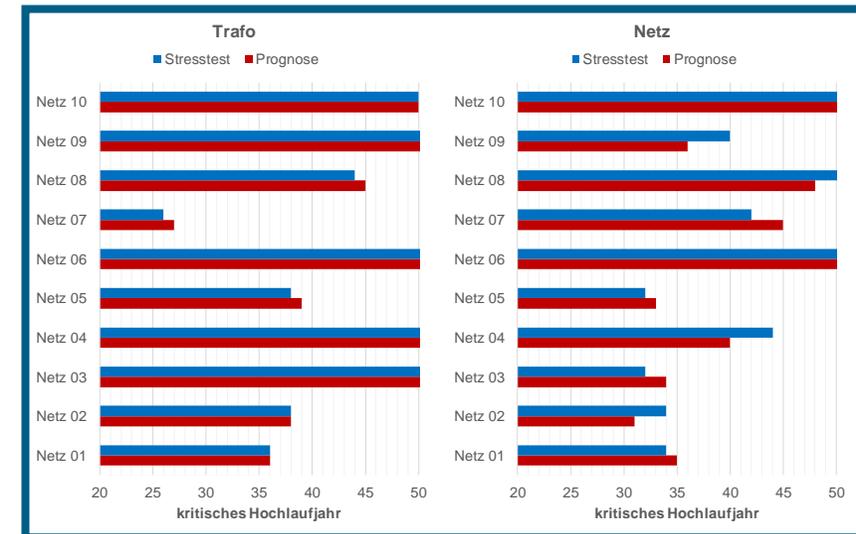
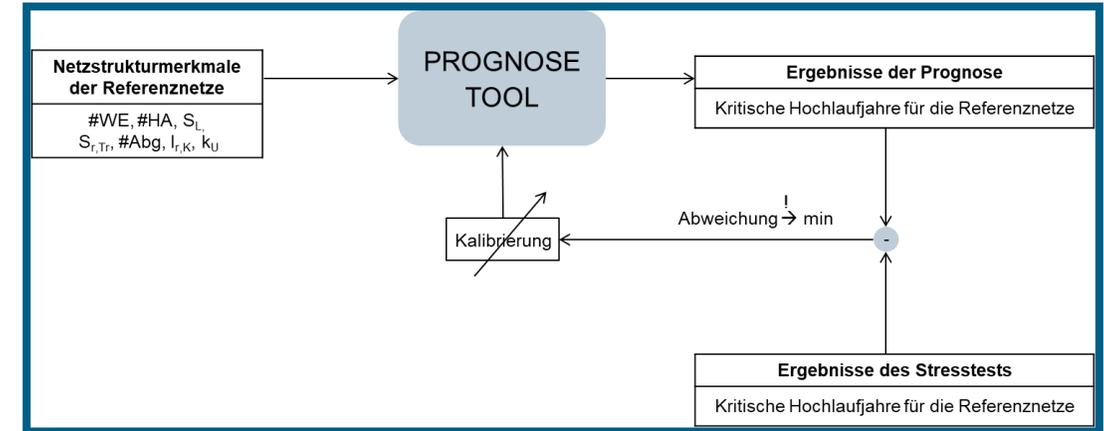
Siemens PTI

Kalibrierung eines Prognosetools

Stresstest im Niederspannungsnetz

(3) Kalibrierung eines Prognosetools

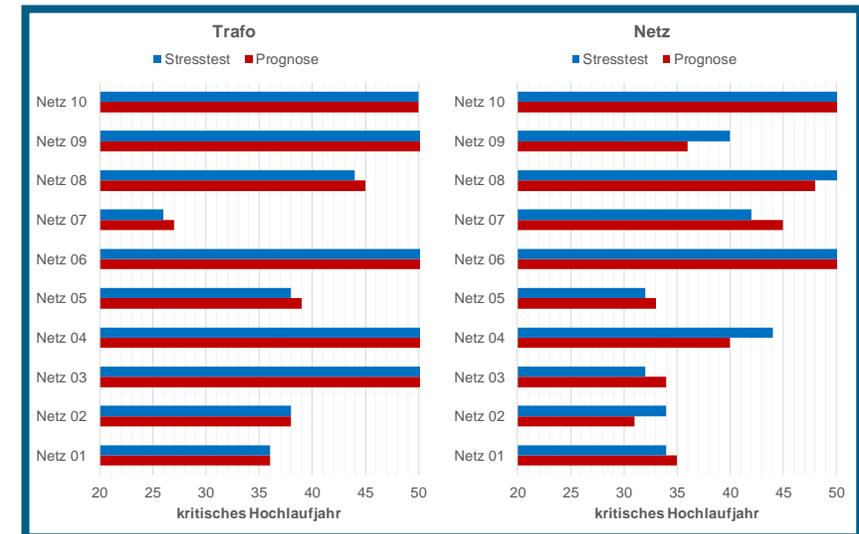
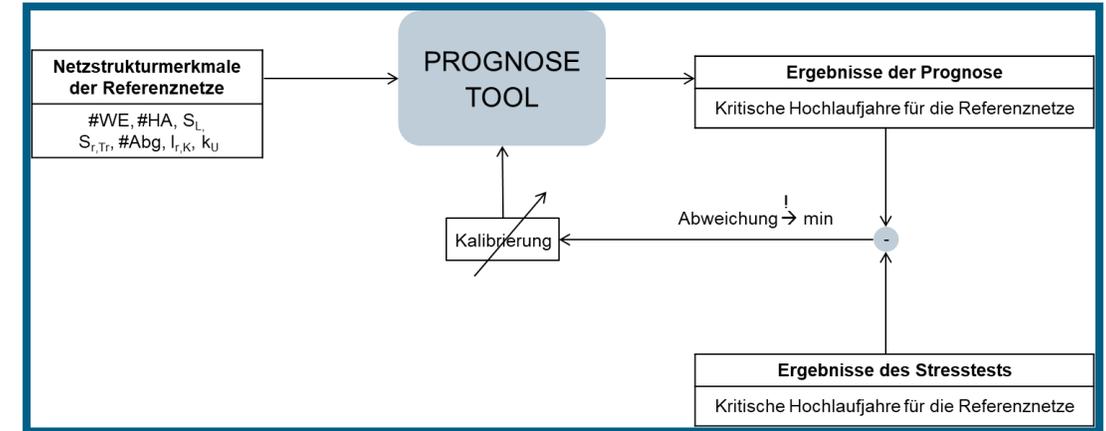
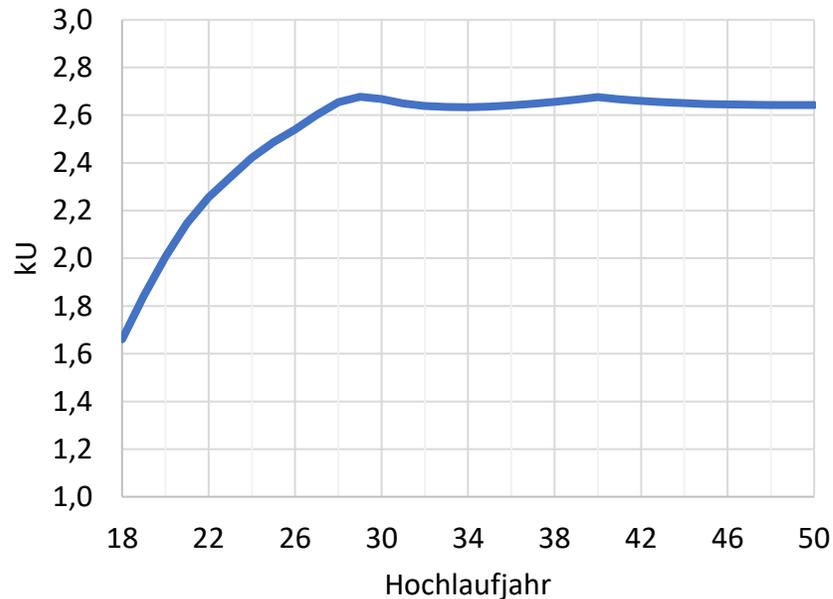
- Notwendige Netzstrukturmerkmale:
 - #WE: Anzahl der Wohneinheiten
 - #HA: Anzahl der Hausanschlüsse
 - #Abg: Anzahl der Abgänge von der NSHV
 - $S_{r,T}$: Bemessungsleistung des ON-Trafos
 - $I_{r,K}$: Bemessungsstrom der Standardabgangskabel
 - S_L : heutige Last
 - k_U : **heutiger Unsymmetriefaktor**
(maximaler Abgangsstrom zu mittlerem Abgangsstrom)
 - WP_A : Wärmepumpenaffinititätsfaktor
(bei Berücksichtigung von WP, Wert zwischen 0 und 1, gibt an welcher Anteil im Netz im Jahr 2050 mit einer WP ausgestattet ist)
- Implementierung in Excel VBA



Stresstest im Niederspannungsnetz

(3) Kalibrierung eines Prognosetools

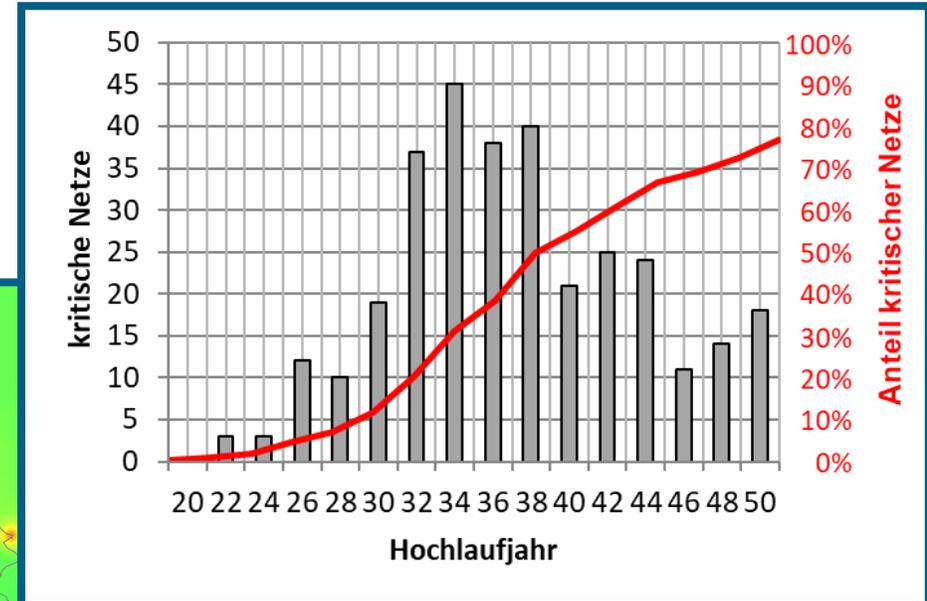
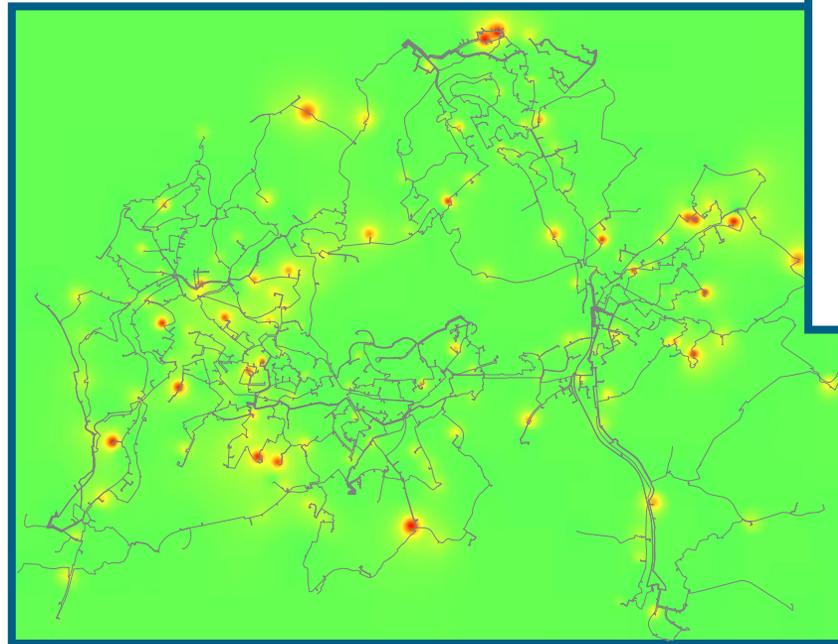
- k_U ist ein Faktor zur Nachbildung der unsymmetrischen Auslastung der Abgangskabel (Verhältnis maximaler Abgangsstrom zu mittlerem Abgangsstrom).
- Dieser wurde als Mittelwert über die 10 repräsentativen Netze in Abhängigkeit vom Hochlaufjahr aus den Stresstest-Untersuchungen bestimmt.



Stresstest im Niederspannungsnetz

(3) Kalibrierung eines Prognosetools / Anwendung auf alle Netze

- Ergebnisse
 - Übersicht über alle Netze



Stresstest im Niederspannungsnetz

(3) Kalibrierung eines Prognosetools / Anwendung auf alle Netze

- Ergebnisse

- Übersicht über alle Netze
- Priorisierte Liste der kritischen Stationen
- Kritische Leistungen, ab denen mit Problemen zu rechnen ist (Bewertung ohne Berechnung)

ONS	#WE	#HA	Vorlast kVA	#Abg.	k_U	Ir A	SrT kVA	WP Affinität	Grenzzahl Trafo	Grenzzahl Netz	kritisches Jahr	P_WP Trafo	P_WP Netz	P_EFZ Trafo	P_EFZ Netz
N 1338	211	118	182	7	1,47	200	250	0,5	23	32	23	8 kW	102 kW	66 kW	820 kW
1078	27	22	208	4	1,90	200	250	0,5	28	23	23	9 kW	1 kW	43 kW	9 kW
N 1328	62	34	181	5	1,65	160	250	0,5	27	23	23	15 kW	2 kW	70 kW	20 kW
930	223	179	529	11	1,90	200	630	0,5	27	23	23	59 kW	9 kW	274 kW	77 kW
411	252	214	353	8	1,90	200	630	0,5	34	23	23	156 kW	11 kW	1367 kW	88 kW
586	136	118	277	6	1,90	200	630	0,5	46	23	23	180 kW	6 kW	2050 kW	47 kW
1277	106	36	125	5	1,90	200	160	0,5	24	30	24	6 kW	31 kW	35 kW	229 kW
1238	101	65	209	7	1,90	200	250	0,5	24	30	24	9 kW	46 kW	42 kW	273 kW
690	371	154	543	12	1,90	200	630	0,5	25	24	24	46 kW	23 kW	228 kW	139 kW
1143	104	72	220	5	1,90	200	400	0,5	36	24	24	65 kW	8 kW	750 kW	45 kW
1130	126	85	203	5	1,90	200	400	0,5	36	24	24	77 kW	9 kW	903 kW	55 kW
1074	128	67	430	9	1,90	200	630	0,5	36	24	24	83 kW	10 kW	862 kW	52 kW
592	347	34	471	10	1,90	200	630	0,5	34	24	24	89 kW	13 kW	643 kW	54 kW
N 1038	160	103	442	9	1,75	200	630	0,5	34	24	24	103 kW	15 kW	823 kW	69 kW
1038	137	82	412	9	1,90	200	630	0,5	37	24	24	108 kW	12 kW	1043 kW	58 kW
1026	4	2	49	1	1,90	200	125	0,5	86	25	25	11 kW	0 kW	158 kW	2 kW
736	32	10	381	8	1,90	200	630	0,5	86	25	25	66 kW	3 kW	1030 kW	14 kW
776	42	17	333	7	1,90	200	630	0,5	86	25	25	92 kW	4 kW	1539 kW	20 kW
903	589	63	416	10	1,90	200	630	0,5	33	25	25	138 kW	34 kW	953 kW	118 kW
578	216	117	319	8	1,90	200	630	0,5	38	25	25	163 kW	27 kW	1737 kW	115 kW
1274	107	68	291	7	1,90	200	630	0,5	52	25	25	174 kW	16 kW	1936 kW	59 kW
1213	153	38	204	5	1,90	200	630	0,5	65	25	25	196 kW	12 kW	2685 kW	55 kW
N 1113	88	48	150	6	1,86	160	630	0,5	78	25	25	231 kW	11 kW	3125 kW	47 kW
1292	372	48	282	7	1,90	200	630	0,5	47	25	25	239 kW	25 kW	1995 kW	75 kW
1070	101	68	166	5	1,90	200	250	0,5	25	26	25	15 kW	15 kW	72 kW	74 kW
1053	91	53	189	10	1,90	200	250	0,5	25	44	25	16 kW	101 kW	62 kW	1123 kW
505	100	60	430	13	1,90	200	500	0,5	25	34	25	18 kW	61 kW	69 kW	526 kW
961	5	2	384	8	1,90	200	630	0,5	86	26	26	13 kW	1 kW	182 kW	3 kW
728	61	43	155	4	1,90	200	400	0,5	54	26	26	85 kW	10 kW	1209 kW	45 kW

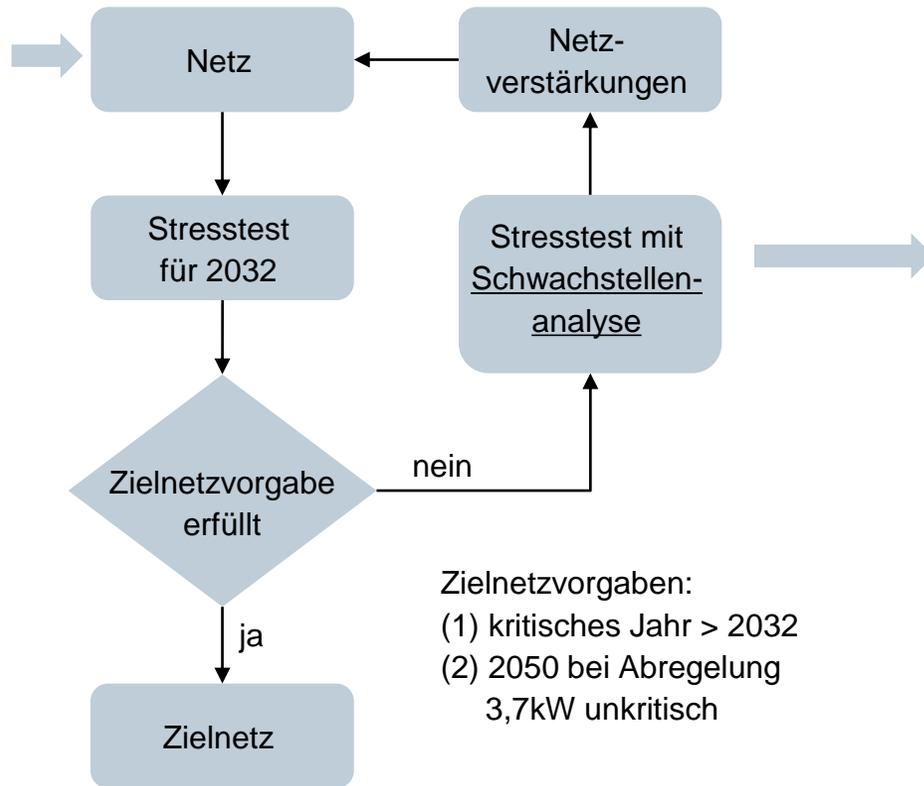
Siemens PTI

Schwachstellenanalyse der potentiell kritischen Netze

Stresstest im Niederspannungsnetz

(4) Schwachstellenanalyse der potentiell kritischen Netze

ONS	#WE	#HA	Vorlast kVA	#Abg. k_U	Ir A	SrT kVA	WP Affinität	Grenzzahr Trafo	Grenzzahr Netz	kritisches Jahr	
N 1338	211	118	182	7	1,47	200	250	0,5	23	32	23
1078	27	22	208	4	1,90	200	250	0,5	28	23	23
N 1328	62	34	181	5	1,65	160	250	0,5	27	23	23
930	223	179	529	11	1,90	200	630	0,5	27	23	23
411	252	214	353	8	1,90	200	630	0,5	34	23	23
586	136	118	277	6	1,90	200	630	0,5	46	23	23
1277	106	36	125	5	1,90	200	160	0,5	24	30	24
1238	101	65	209	7	1,90	200	250	0,5	24	30	24
690	371	154	543	12	1,90	200	630	0,5	25	24	24
1143	104	72	220	5	1,90	200	400	0,5	36	24	24
1130	126	85	203	5	1,90	200	400	0,5	36	24	24
1074	128	67	430	9	1,90	200	630	0,5	36	24	24
N 592	347	34	471	10	1,90	200	630	0,5	34	24	24
N 1038	160	103	442	9	1,75	200	630	0,5	34	24	24
1038	137	82	412	9	1,90	200	630	0,5	37	24	24
1026	4	2	49	1	1,90	200	125	0,5	86	25	25
736	32	10	381	8	1,90	200	630	0,5	86	25	25
776	42	17	333	7	1,90	200	630	0,5	86	25	25
903	589	63	416	10	1,90	200	630	0,5	33	25	25
578	216	117	319	8	1,90	200	630	0,5	38	25	25
1274	107	68	291	7	1,90	200	630	0,5	52	25	25
1213	153	38	204	5	1,90	200	630	0,5	65	25	25
N 1113	88	48	150	6	1,86	160	630	0,5	78	25	25
1292	372	48	282	7	1,90	200	630	0,5	47	25	25
1070	101	68	166	5	1,90	200	250	0,5	25	26	25
1053	91	53	189	10	1,90	200	250	0,5	25	44	25
505	100	60	430	13	1,90	200	500	0,5	25	34	25
961	5	2	384	8	1,90	200	630	0,5	86	26	26
728	61	43	155	4	1,90	200	400	0,5	54	26	26



Stresstest Niederspannung

Betrachtungsjahr: Elektrofahrzeuge

Anzahl Wohneinheiten:

Anzahl Hausanschlüsse: WE/HA

Efz / Wohneinheit:

Durchdringungsfaktor EFZ: % # EFZ (Gesamt)

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Trafo: % # EFZ (Trafo)

Gleichzeitigkeitsfaktor Ladung Netz: % # EFZ (Netz)

Ladeleistungen im NS-Netz

Anteil in %	Leistung in kW
10,00 %	3,70 kW
60,00 %	11,00 kW
30,00 %	22,00 kW

Reihenuntersuchung

Lastfluss-Zeitsimulation verwenden

Anzahl Berechnungen:

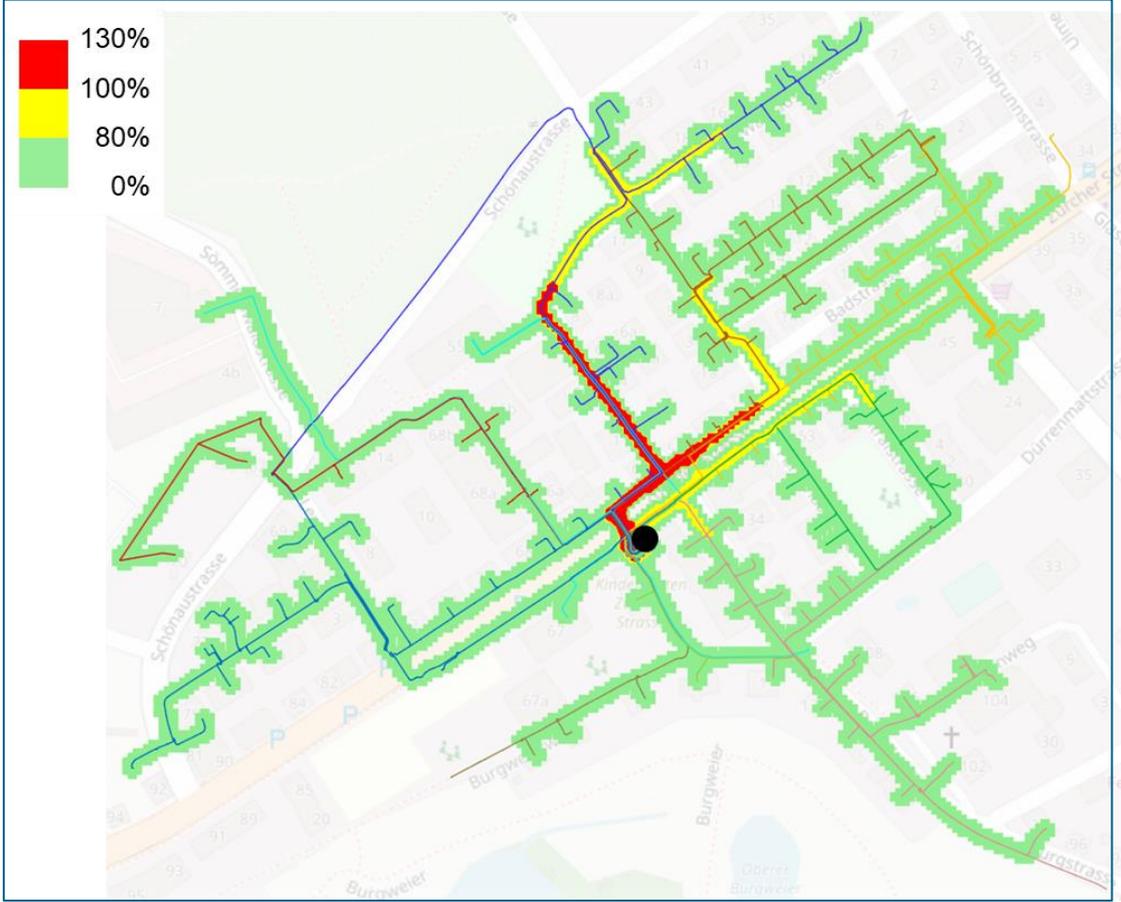
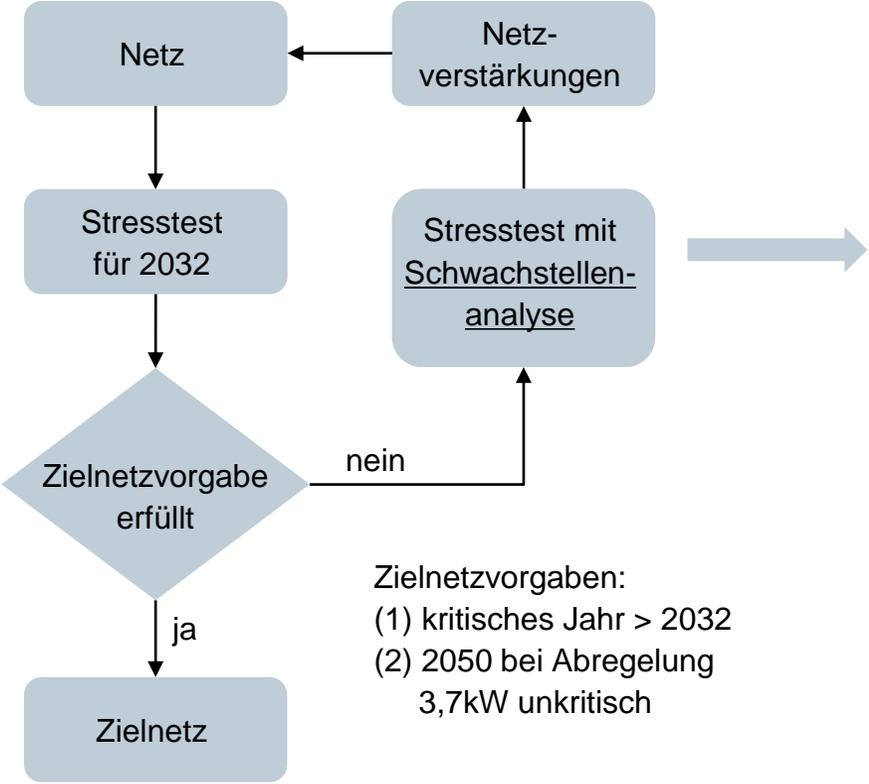
Auslastungen Trafo < % < % > %

Auslastungen Netz < % < % > %

Spannungsband > % > % < %

Stresstest im Niederspannungsnetz

(4) Schwachstellenanalyse der potentiell kritischen Netze



Siemens PTI

Wie kann Siemens PTI zur
Lösung beitragen?

Stresstest im Niederspannungsnetz

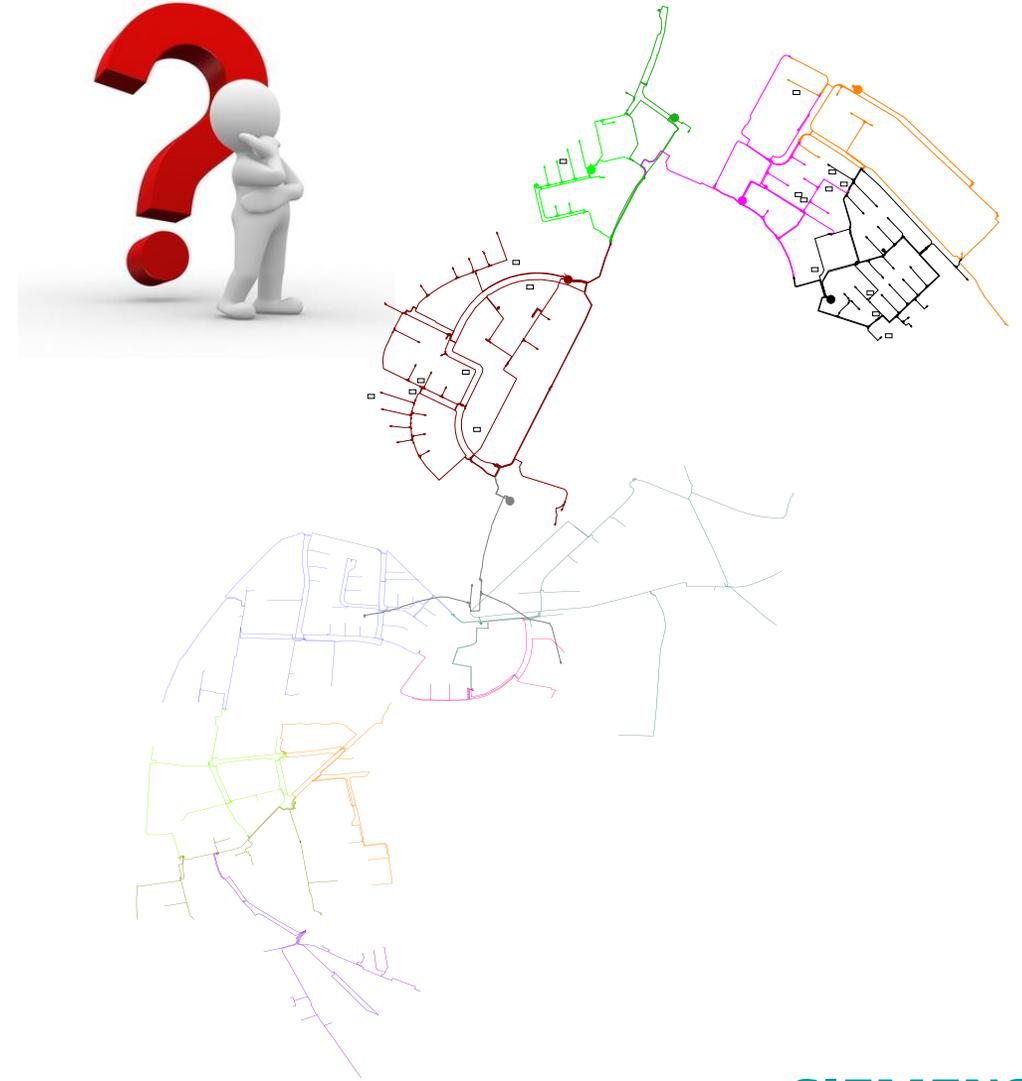
Überblick

- Erster Ansatz aus 2018 wurde stetig weiterentwickelt und erweitert
- Bisher wurden mehr als 30 Projekte durchgeführt, z.B.:
 - Bochum
 - Buchholz
 - Duisburg
 - Ludwigsburg
 - St. Gallen (CH)
 - Hanau
 - Herne
 - Emden
 - Herten
 - Rüsselsheim
 - Saarbrücken
 - Karlsruhe
 - Neunkirchen
 - ...
 - Homburg
 - Remscheid

Stress Test for E-Mobility

Forecasting tool based on
network structure characteristics

SIEMENS
Ingenuity for Life



PTI Consulting

A strong partner for reliable and efficient power grids

Analysis

Grid studies for short, medium and long-term planning

Optimization

Analysis of optimized voltage control concepts

Consulting

Expert advice on grid planning, taking into account strong decentralized feed-in

Allocation

Determination of the best installation locations for voltage control and voltage measurement equipment

Economics

Cost-optimized selection of control equipment

Coordination

Coordination of the various voltage control devices



PTI Consulting

A strong partner for reliable and efficient power grids

Strong experience



secures success:
~1,800 international projects per year

Large team



of consulting experts:
Proven processes and rapid results

World leading



PSS® software ensuring simulation
and modeling accuracy

Local support



by regional offices in project
execution and beyond

Renowned experts



innovating technologies and
technical standards

Knowledge base



for digitalization and innovative
energy system solutions

Ensured profitability



of investments through strategic
business advisory

Vendor-neutrality



for independent decision making
and facile integration

Long-term partnerships



for continuity and direct access
to dedicated consultants

Disclaimer

© Siemens 2023

Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Die Informationen in diesem Dokument enthalten lediglich allgemeine Beschreibungen bzw. Leistungsmerkmale, welche im konkreten Anwendungsfall nicht immer in der beschriebenen Form zutreffen bzw. welche sich durch Weiterentwicklung der Produkte ändern können. Die gewünschten Leistungsmerkmale sind nur dann verbindlich, wenn sie bei Vertragsschluss ausdrücklich vereinbart werden.

Alle Produktbezeichnungen können Marken oder sonstige Rechte der Siemens AG, ihrer verbundenen Unternehmen oder dritter Gesellschaften sein, deren Benutzung durch Dritte für ihre eigenen Zwecke die Rechte der jeweiligen Inhaber verletzen kann.

Kontakt

Published by Siemens Smart Infrastructure

Dr. James Garzón-Real

Smart Infrastructure

Grid Software

Distribution & Decentral Systems

SI GSW PTI DDS

Dynamostr. 4

68165 Mannheim

Mobil + 49 (152) 3467 4429

E-mail james.garzon-real@siemens.com

[siemens.com/power-technologies](https://www.siemens.com/power-technologies)