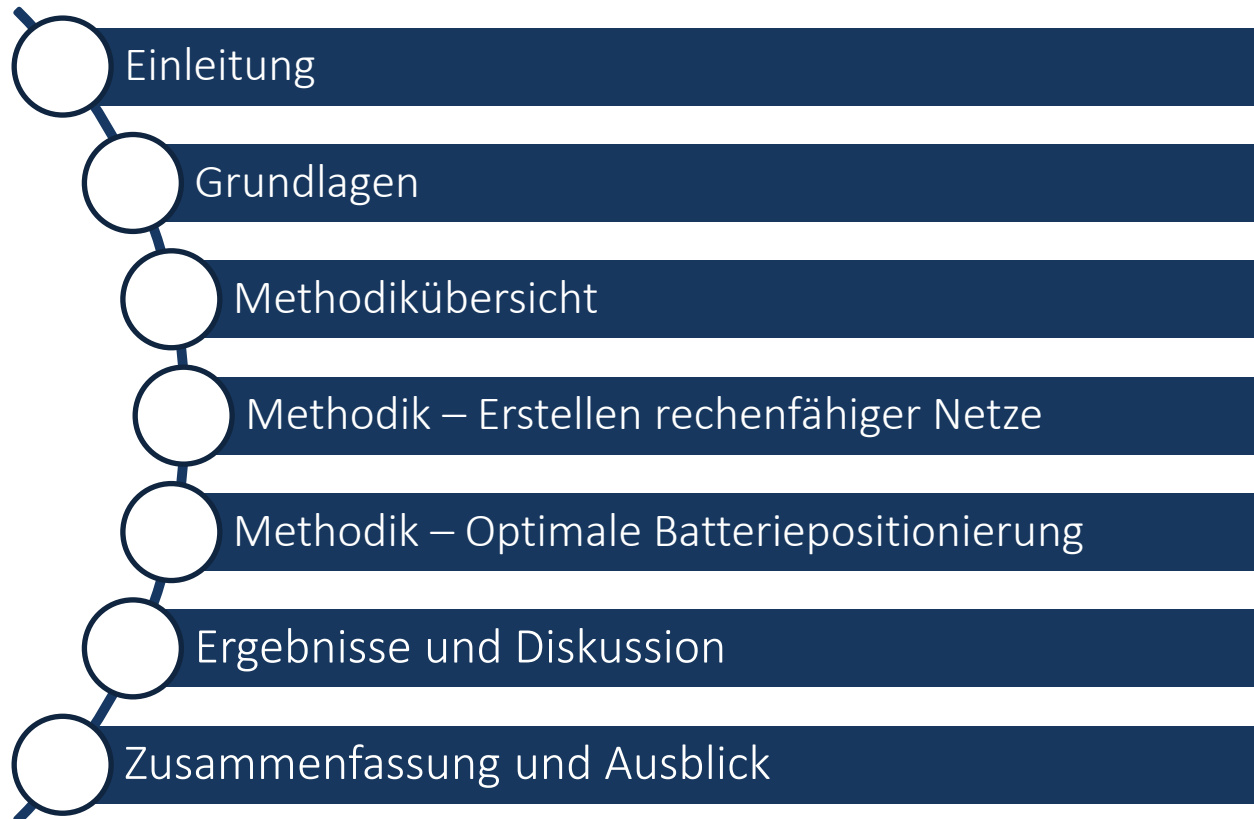

Optimale Positionierung von Großbatterien in Verteilnetzen

Matthias Resch

Berlin, 19.03.2015





Projekthintergrund

SmartPowerFlow¹: Optimierung von Netzerweiterung versus Energiespeicher auf der Verteilnetzebene

Motivation

Einsatz von Großbatterien als Alternative zu Netzausbau bei steigender Anzahl von EE-Anlagen

Ziel

Technisch-wirtschaftlich optimale Positionierung von Großbatterien in Verteilnetzen

Gesetzliche Vorgaben zur Sicherung der Netzstabilität

„Betreiber von Energieversorgungsnetzen sind verpflichtet, ein sicheres, zuverlässiges und leistungsfähiges Energieversorgungsnetz diskriminierungsfrei zu betreiben...“ (EnWG)



Motivation

Haftung bei Fahrlässigkeit

Garantiert durch Einhaltung der

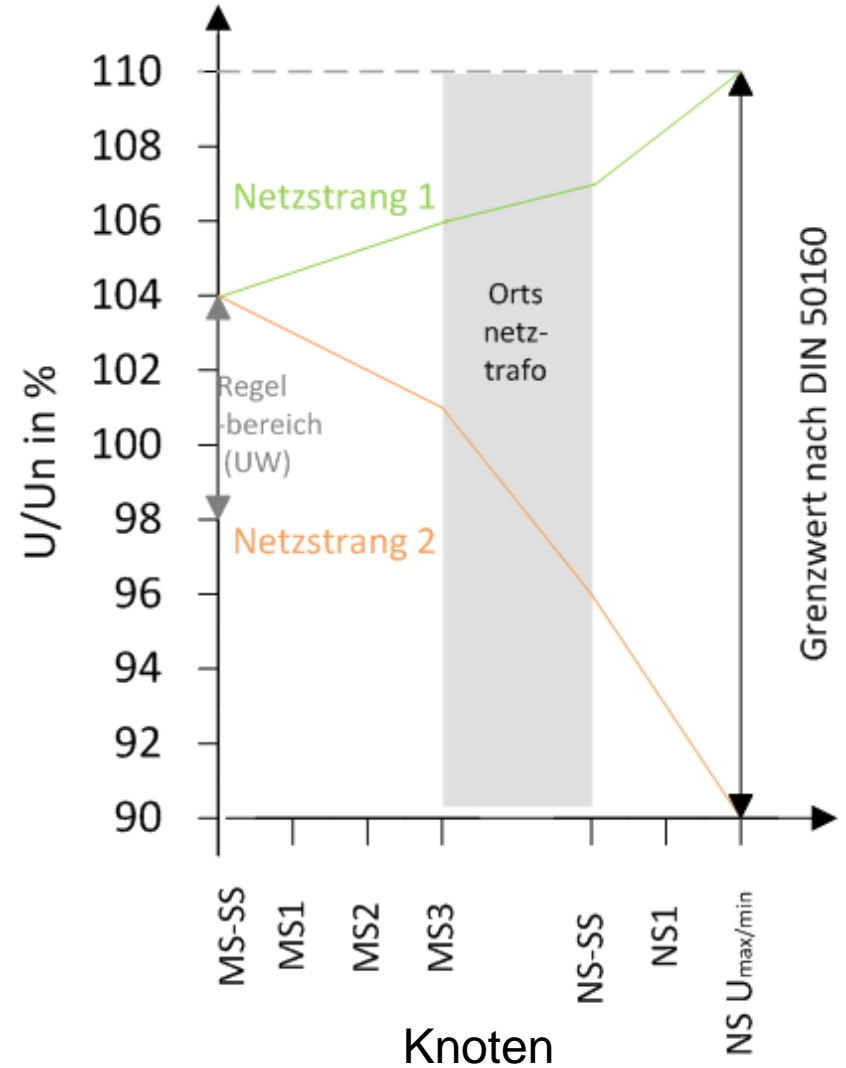
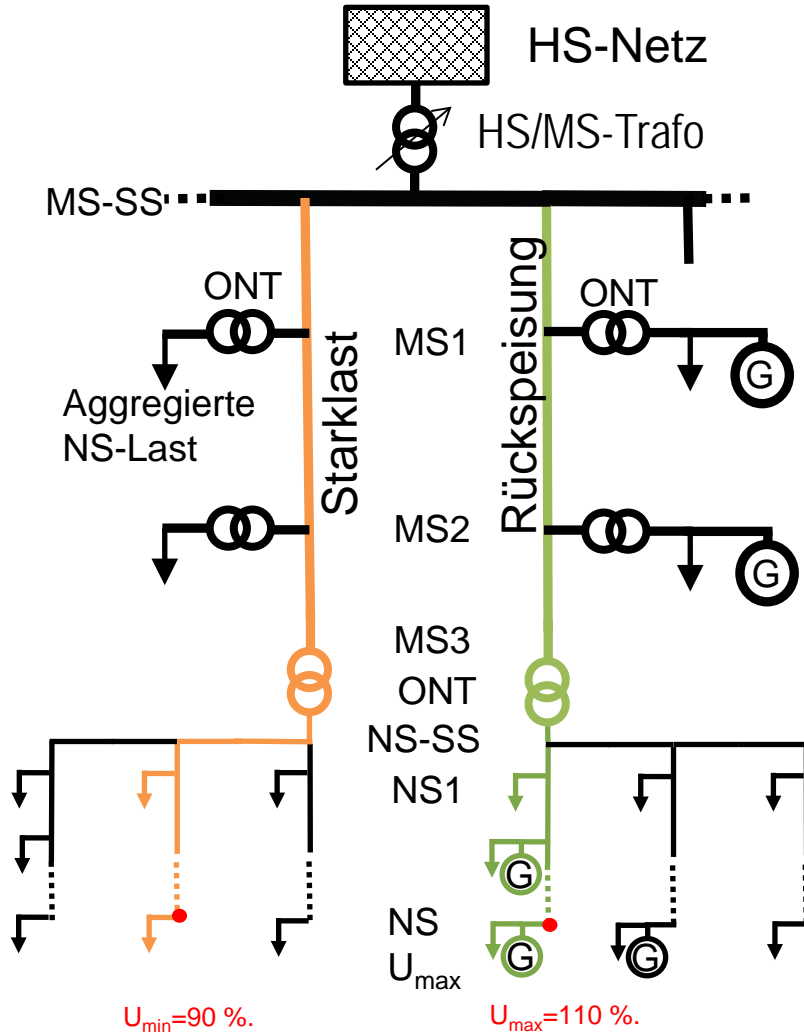
- Allgemein anerkannten Regeln der Technik
- Normen und Richtlinien

Spannungshaltung

Spannung: $U_N \pm 10\%$
(DIN EN 50160)

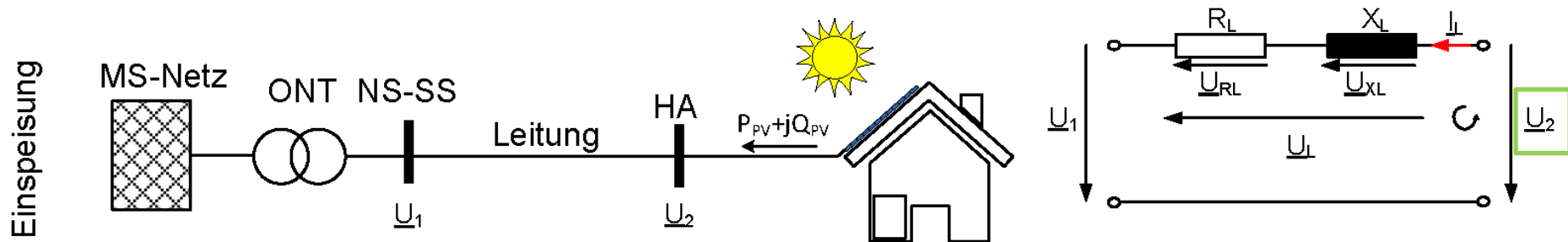
Thermische Betriebsmittelbelastung

- Normen der Betriebsmittel
- (n-1)-Planungsgrundsatz



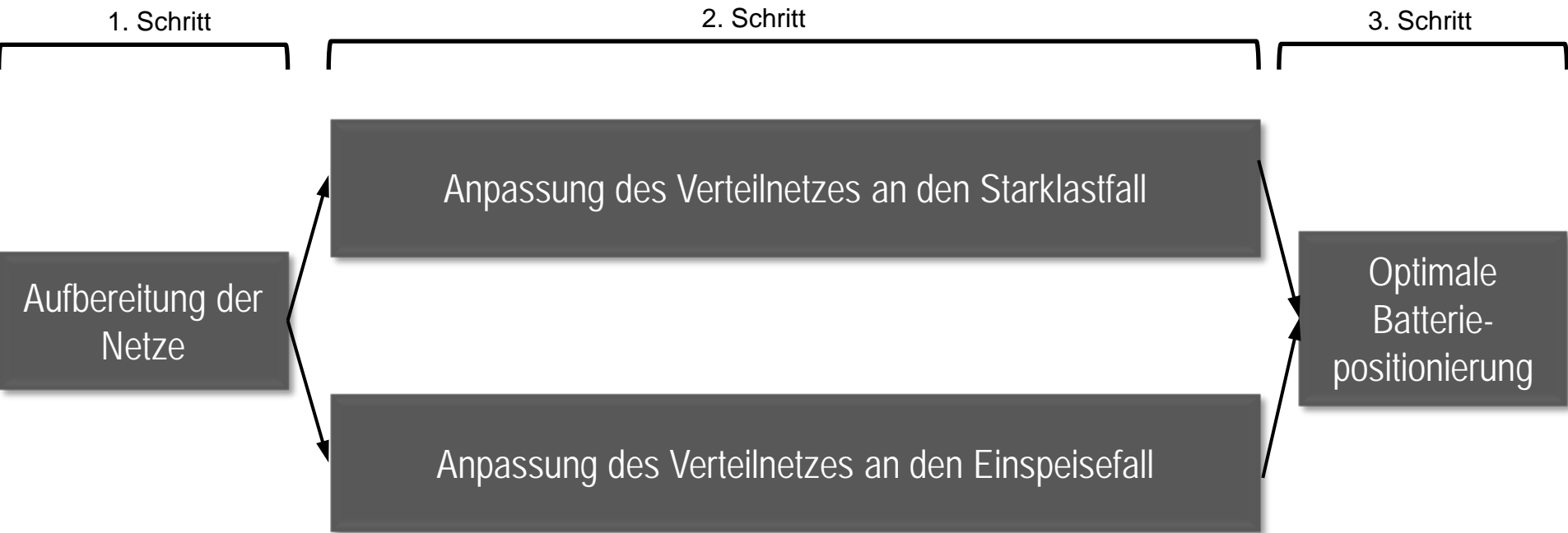
Ziel

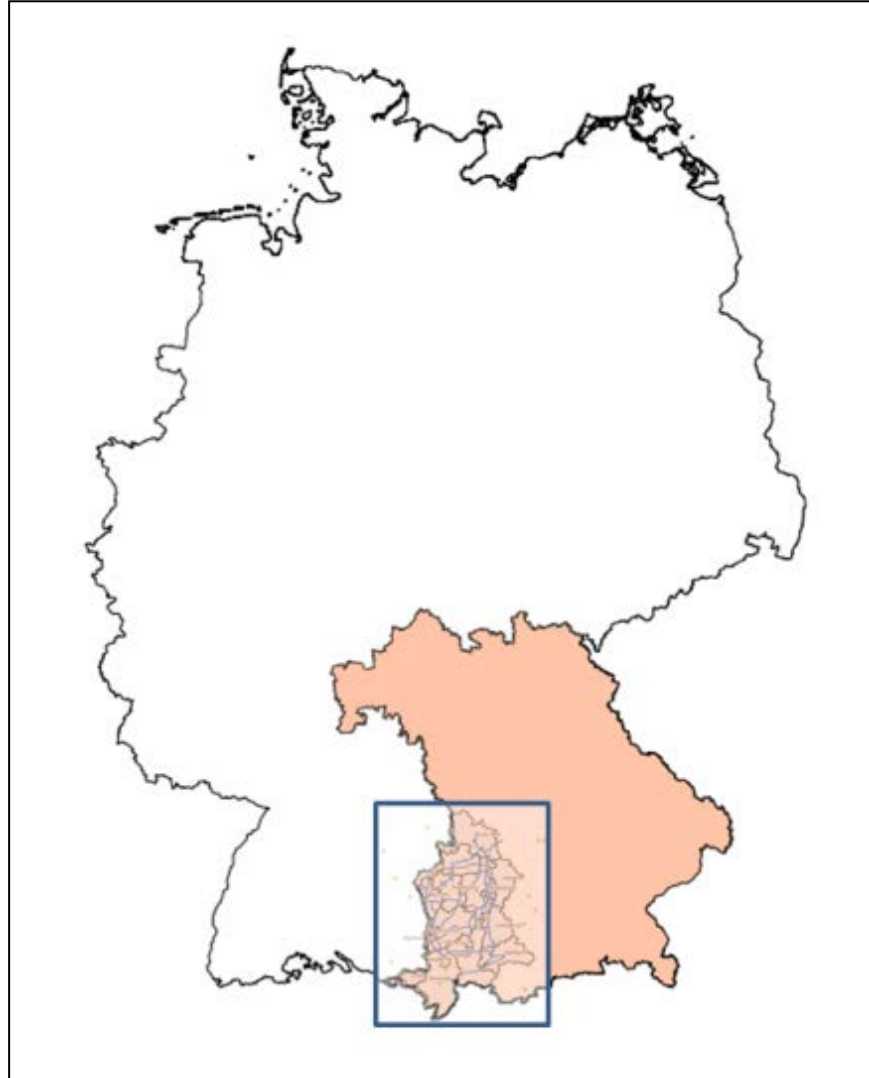
Einhaltung der Spannungsgrenzen am Hausanschluss -> \underline{U}_2 beeinflussen



Praktische Umsetzung

- Leitungsausbau
- Scheinleistung des Transformators erhöhen
- Wechselrichter (P/Q-Regelung)
- Energiespeicher
- Regelbare ONT
- Demand-Side-Management





Methodik – Erstellen rechenfähiger Netze

Daten- grundlage

- 11 MS-Netze mit aggregierten Ortsnetzen
- 80 detaillierte Ortsnetze (vorausgewählte Batteriestandorte)
- Jahresverbraucherdaten von 9 Dörfern (3.588 H0-Profile, 302 L0-Profile, 580 G0-Profile)
- 15-Minuten-Messwerte am UW zu P, Q und Spannung an der MS-Sammelschiene

Verteilnetze erstellen

- Integration der detaillierten Ortsnetze in die überlagerten MS-Netze (=Verteilnetze)
- Wirk- und Blindleistung der Erzeuger/Lasten müssen je nach Szenario angepasst werden

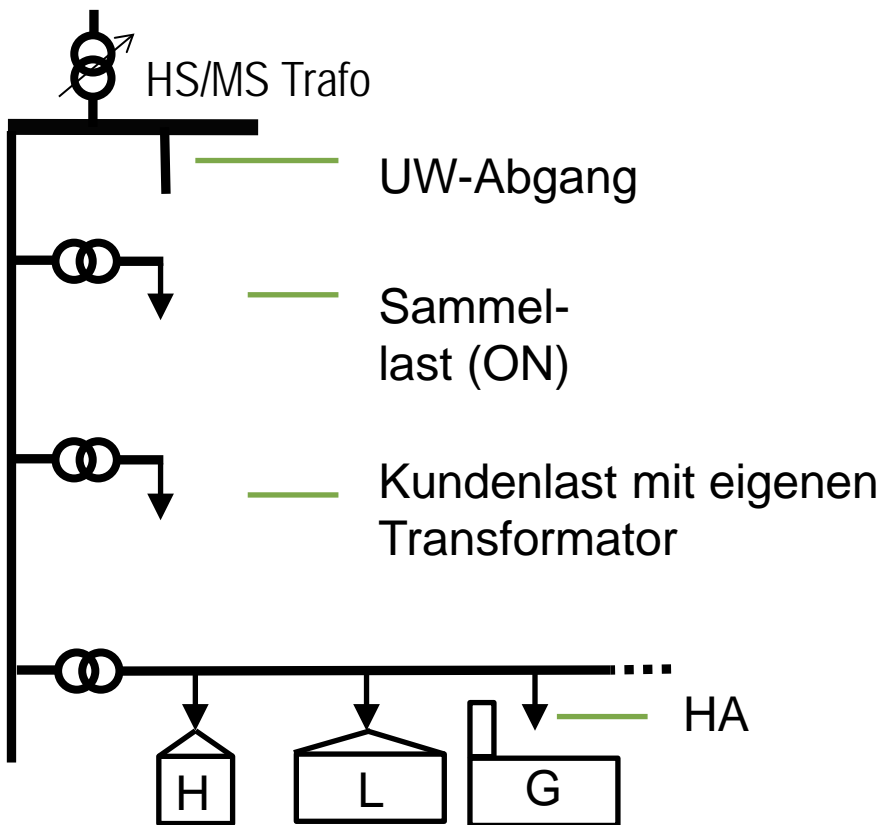
Spitzenlasten berechnen

- Histogramme und Klassenbildung für verschiedene Profile (G0, L0)
- Gewichtetes Mittel der Jahreserzeugung für jede Klasse der Profile G0 und L0
- Spitzenlastberechnung anhand der VDEW-Standardlastprofile

Ziel: Statische Lastflussberechnungen der realen Netzsituation

Einspeiser: Feste Wirk- und Blindleistung für Starklast- und Rückspeisefall

Lasten: Feste Parameter für HA-Lasten und Kundenlasten; Sammellasten je nach UW-Messwert



P, Q, I pro UW-Abgang
U pro Sammelschiene
15-min Werte / 1 Jahr

Messwerte
(Sollwert)

Rückspeisung: $S_{ON} = x_{RS} * S_{n, Trafo}$
Starklast: $S_{ON} = x_{SL} * S_{n, Trafo}$

variable
Parameter x

Rückspeisung: $S_{KUN} = 0,2 * S_{n, Trafo}$
Starklast: $S_{KUN} = 0,4 * S_{n, Trafo}$

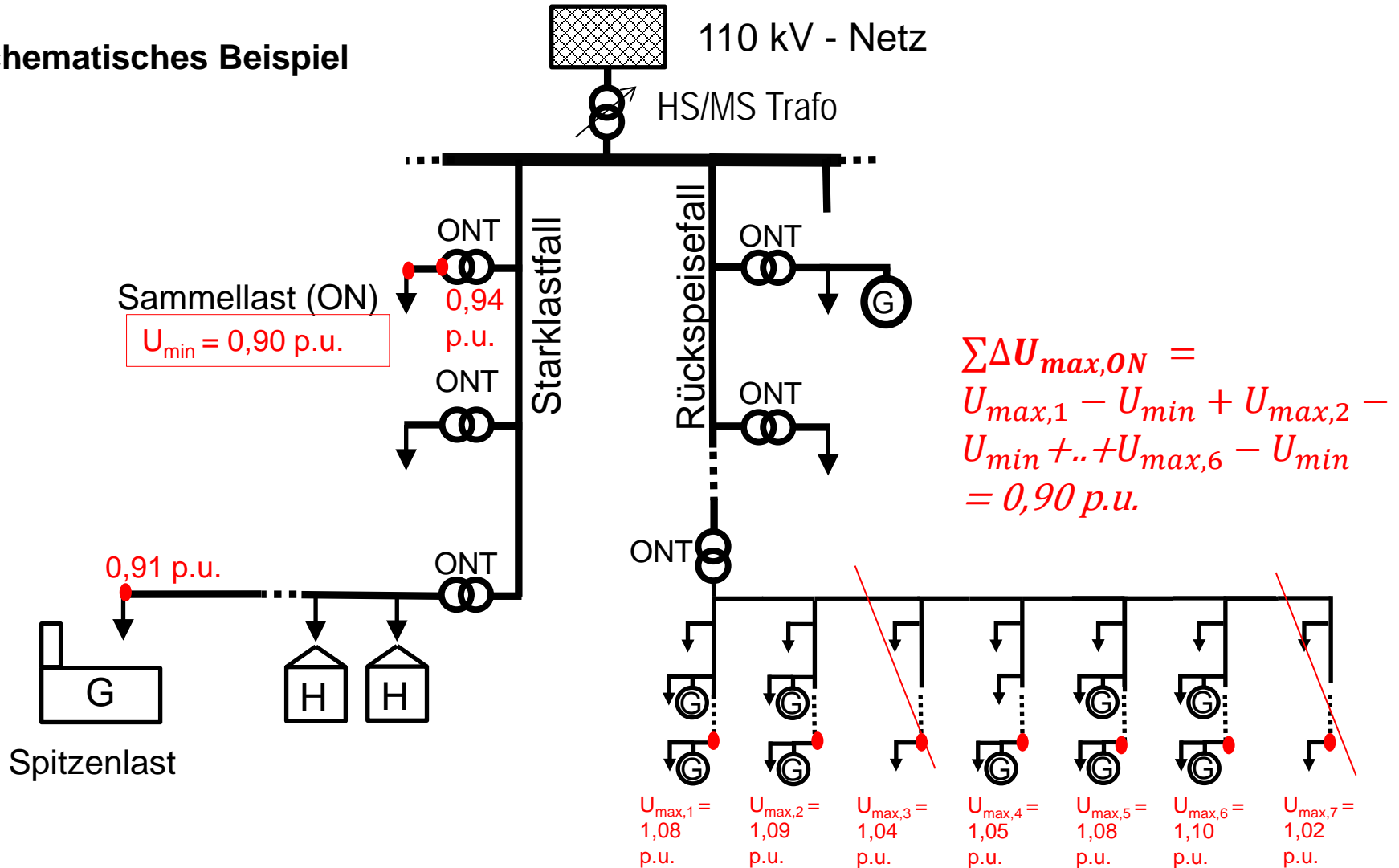
fixer
Parameter

Rückspeisung: $S_{ON} = 0,1 * S_{HAS}$
Starklast: $S_{ON} = 1 * S_{HAS}$

fixe
Parameter

Wo muss ein gegebenes Batteriesystem in einem gegebenen Netzgebiet installiert werden, um maximale Netzausbaukosten zu verhindern?

Schematisches Beispiel



Zielfunktion für optimalen Standort

Ortsnetz mit maximalen $\sum \Delta U_{max,ON}$ (technisch-wirtschaftliches Kriterium)

Nebenbedingung

Nötige Spannungsdifferenz zur Berücksichtigung von NS-Strängen $\Delta U_G > 15 \%$

Annahme

Spannungsabsenkung an NS-Sammelknoten um 4 %

Realisierung

MATLAB-Programm

Ergebnis

Rangliste der 80 untersuchten potenziellen Batteriestandorte

Methodik begünstigt:

ONT mit hohem ΔU_{max} je Abgang

ONT mit vielen Abgängen

Rang	Station	$\sum \Delta U_{\max, ON}$	U_{\min}	$U_{\max,1}$	$U_{\max,2}$	$U_{\max,3}$	$U_{\max,4}$	$U_{\max,5}$	$U_{\max,6}$	$U_{\max,7}$	$U_{\max,8}$
-	-	in %	in %	in %	in %	in %	in %	in %	in %	in %	in %
1	ONS1	159	85	107	106	107	110	109	107	108	0
2	ONS2	156	85	106	106	107	107	106	112	107	0
3	ONS3	146	85	105	105	106	106	107	106	106	
4	ONS4	142	87	106	105	105	104	104	104	104	106
5	ONS5	133	88	103	106	108	104	103	104	106	103

Fragestellung

Tritt ein maximaler Leistungsbezug und ein maximal auftretenden Rückspeisung an verschiedenen MS-Strängen zeitgleich ein?

Methodik

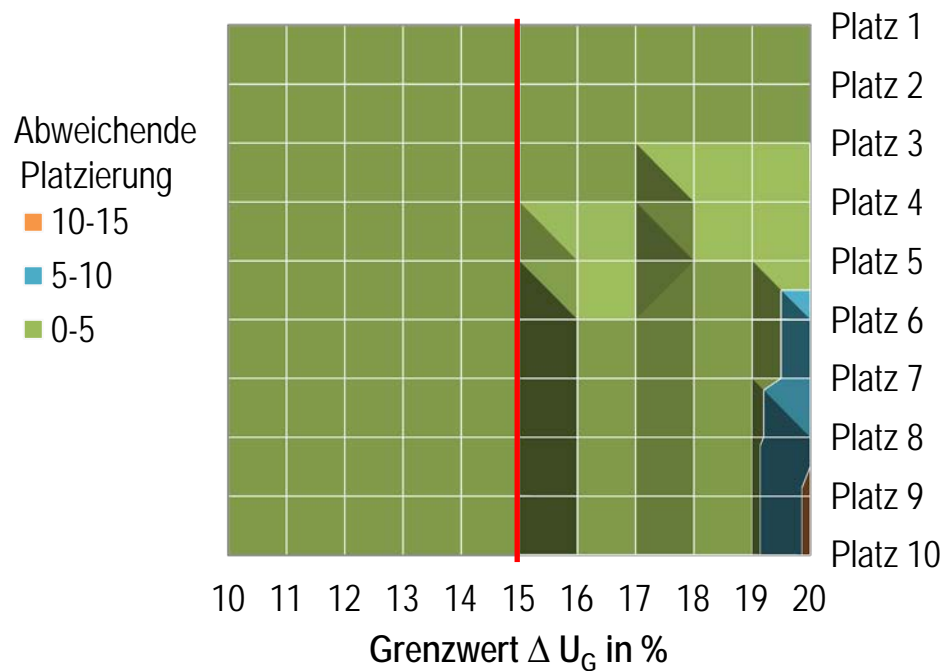
Parameter ΔP quantifiziert die Abweichung der tatsächlich auftretenden Leistungen an einen Strang zu den angenommenen (niedrige Werte -> hohe Übereinstimmung Realität zu Worst Case)

ΔP in %	0-20	21-40	41-60	61-80	81-100	>100%	Summe
Anzahl Stränge	19	5	14	13	20	22	93
Anzahl Stränge in %	20	5	15	14	22	24	100

Ergebnis

In 20% aller untersuchten MS-Stränge treffen Worst-Case-Annahmen zu.

Parametervariation/ Sensitivitätsuntersuchung der Nebenbedingung



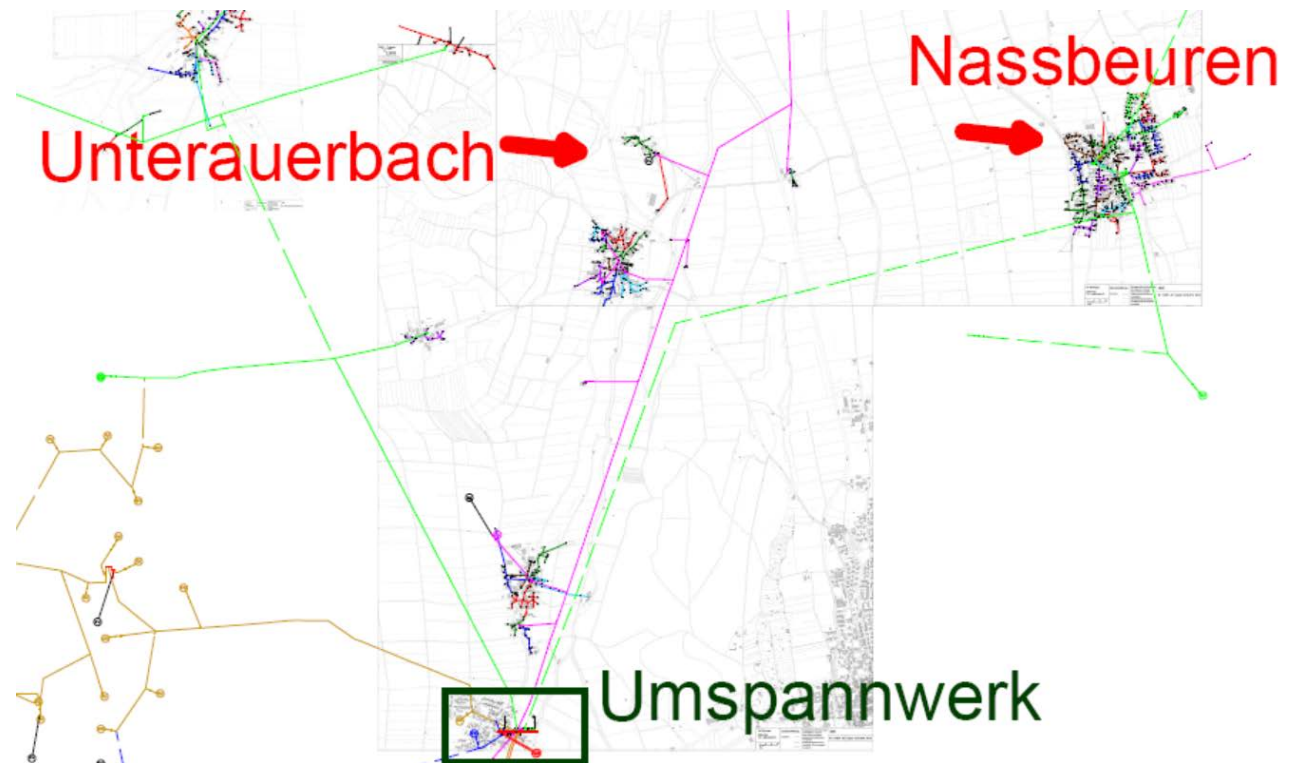
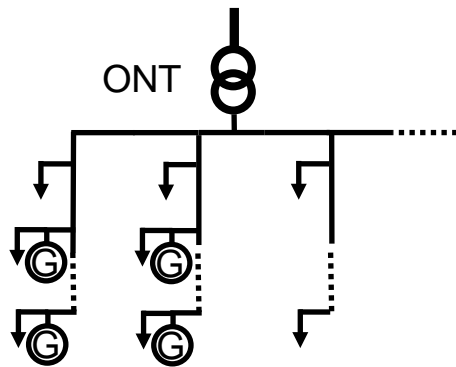
Ergebnisse:

- Top10 der Rangliste nicht sehr sensibel
- Je höher der Grenzwert, desto mehr Rangänderungen

Auswertungskriterien der Top5 Standorte

- PV-Durchdringung im Ortsnetz

- Lage im MS-Strang
- Niedrigste auftretende Spannung



Kriterium 1

Das Ortsnetz befindet sich in der zweiten Hälfte eines MS-Stranges, an dem viele PV-Anlagen angeschlossen sind.

Kriterium 2

Im Ortsnetz übersteigt die angeschlossene PV-Leistung die Hälfte der Bemessungsscheinleistung des Ortsnetztransformators und ist über mindestens der Hälfte der NS-Stränge verteilt.

Kriterium 3

Im parallelen MS-Strang muss mindestens eine niedrigere Knotenspannung in einem Ortsnetz anliegen.

Zusammenfassung

- ✓ Untersuchung von 11 Verteilnetzen und 80 potenzielle Batteriestandorte
- ✓ Entwicklung einer Methodik zur Berechnung von Spitzenlasten aus Jahresverbrauchsdaten
- ✓ Entwicklung eines Suchalgorithmus zur wirtschaftlich-technischen optimalen Standortbestimmung
- ✓ Ableitung allgemeiner Kriterien zur Ermittlung geeigneter Batteriestandorte

Ausblick

- ✓ Modellierung des Betriebsverhaltens des Batteriesystems für verschiedene Geschäftsmodelle, um deren Auswirkung auf das Netz zu prognostizieren.
- ✓ Technisch-wirtschaftlicher Vergleich des eingesetzten Batteriesystems mit einem konventionellen Netzausbau
- ✓ Evaluierung der entwickelten Simulationsmodelle anhand einer einjährigen Messkampagne; Inbetriebnahme: Frühling 2015

**Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit!**



Reiner Lemoine
Gründer der Reiner Lemoine Stiftung

Matthias Resch
Matthias.resch@rl.institut.de



Definition von Netzstabilität:

Die Netzstabilität eines elektrischen Stromnetzes ist dadurch gekennzeichnet, dass das Stromnetz in einem normalen Betriebszustand stabil arbeitet und nach einer Störung in diesen stabilen Netzzustand zurückkehrt.

Quelle: Kundur

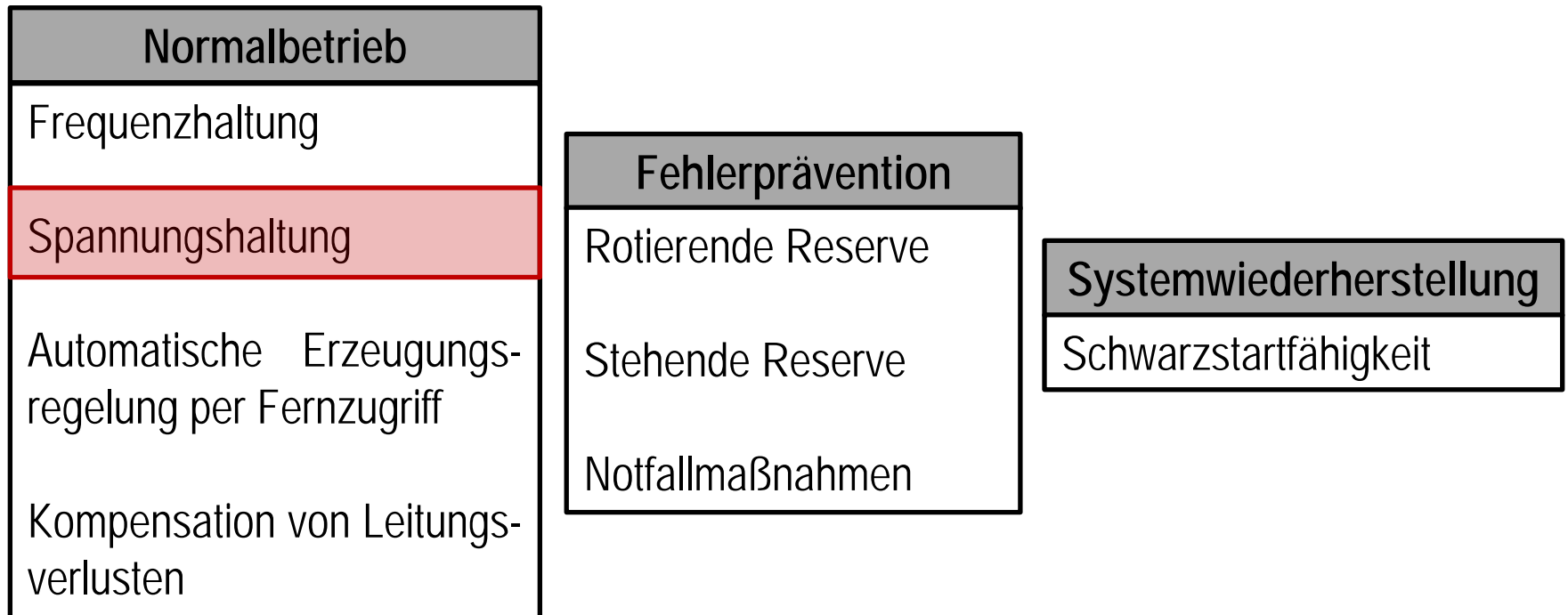
Negative Auswirkung auf Netzstabilität:

- Kabelschäden durch Baggerarbeiten,
- Last nicht exakt prognostizierbar,
- Schalthandlungen im Netz, etc.

Zusätzliche Probleme durch Erneuerbare Energieanlagen:

- Lokale Spannungsanhebung durch dezentrale Einspeiseanlagen,
- Anstieg des Bedarfs an Regelenergie,
- Zunahme an Netzengpässen, etc.

Systemdienstleistungen - Aufteilung nach Stabilitätskriterien



Quelle: EURELECTRIC

