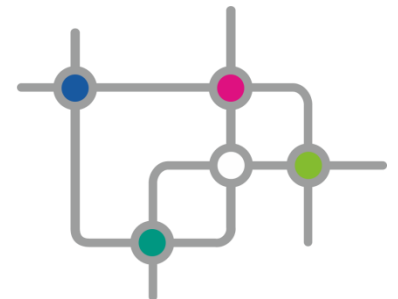


# Erarbeitung von Evaluierungsvorgehen

Fraunhofer IEE & e<sup>2</sup>n, Universität Kassel

---

**Sim**Bench



# Inhaltsverzeichnis

- Übersicht Anwendungsfälle
- Evaluierungsschwerpunkte
- Verschmelzung Anwendungsfälle und Evaluierungsfokusse
- Ableitung von Evaluierungsthemen aus den Anwendungsfällen und den Evaluierungsaufgaben
- Beispiel einer Evaluierung zur Benchmark-Netz-Erstellung
- Workshop: Erarbeitung von Evaluierungsvorgehen mit Anwendungsbezug
- Zusammentragen der Ergebnisse und Diskussion im Plenum

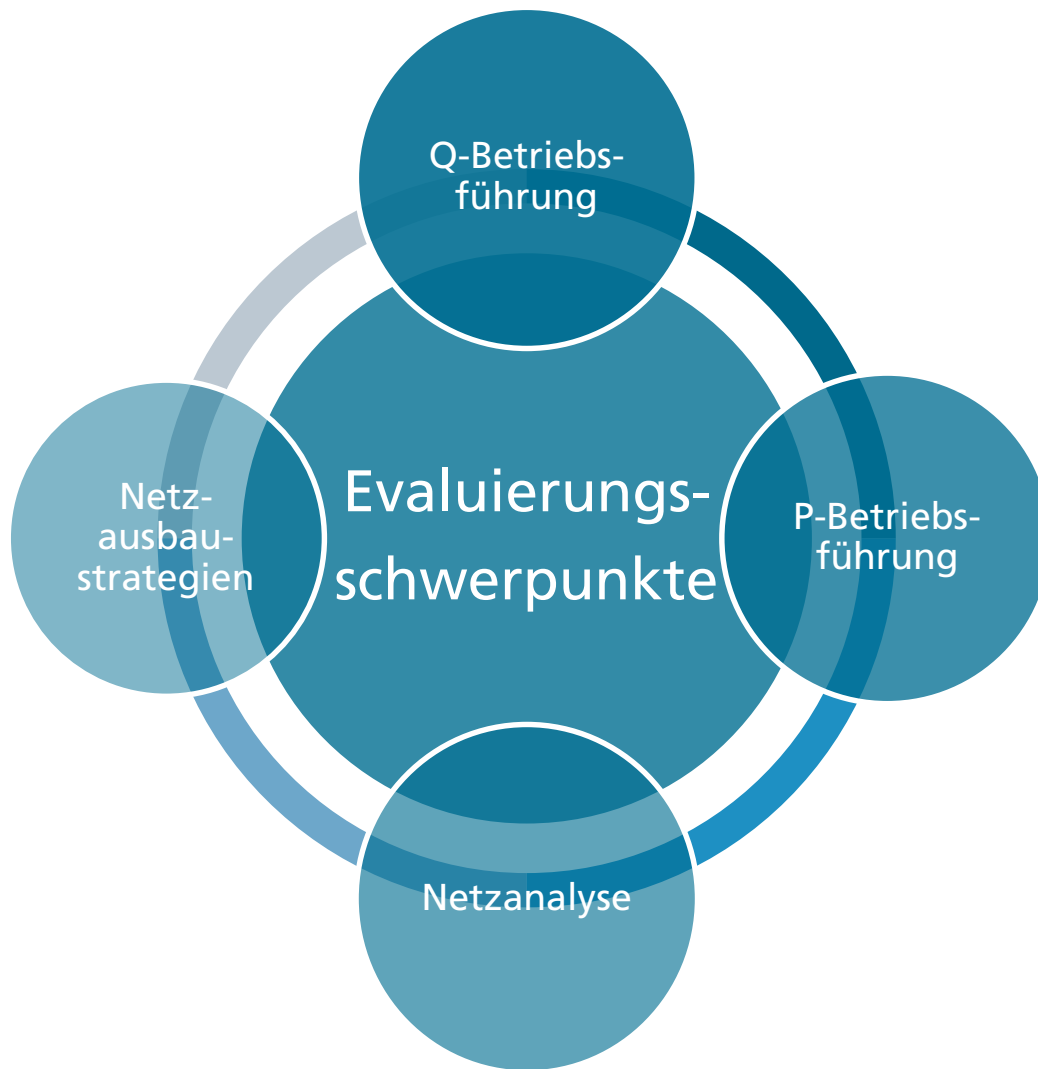


# Übersicht Anwendungsfälle

ÜNB	VNB	Plan	Sim
Abruf/ Dimensionierung von Q & P	Spannungshaltung & Blindleistungsregelung	Dynamisches Verteilnetzmodell	Kurzschlussstromberechnung neuer Schalterregelungen
Ausfallsimulation & Netzwiederherstellung	Netzverlustminimierung	Konventionelle Netzausbauplanung (+Smart Market/Grid)	Einbindung neuer Anlagen- und Speichermodelle
Frequenzstabilitätsbewertung	Spitzenkappung & Abregelungsanfragen	Spannungsebenenübergreifende Netzausbauplanung	Beschleunigte/modifizierte Lastflussberechnung
Redispatchsimulation	Netzautomatisierung mit Reglern	Systemdienstleistungen	Netzsimulation mit verschiedenen Softwaretools
Spannungs-Q-Optimierung	Inselnetzbetrieb	Zeitreihenbasierte Untersuchungen	Probabilistischer Lastfluss
Topologieoptimierung	Netzrekonfiguration	Hochspannungsgleichstromübertragung	State Estimation
Spannungsstabilitätsprüfung	Lokales Engpassmanagement	Einsatz von rONT	



# Evaluierungsschwerpunkte



## Q-Betriebsführung:

- NS-HS + übergreifend

## P-Betriebsführung:

- Redispatch
- Frequenzstabilität
- Spitzenkappung

## Netzausbaustrategien:

- NS, MS, HS, HÖS
- Spannungsebenen-übergreifend
- Aut. Tools zur Abschätzung

## Netzanalyse:

- Topologieuntersuchung und Netzclustering
- N-1 Untersuchung
- Kurzschlussstrom/ Schutzauslegung
- Netzverlustoptimierung
- Jahressimulation
- Zuverlässigkeitsberechnung
- Optimierte Wiederversorgung
- Zustandschätzung

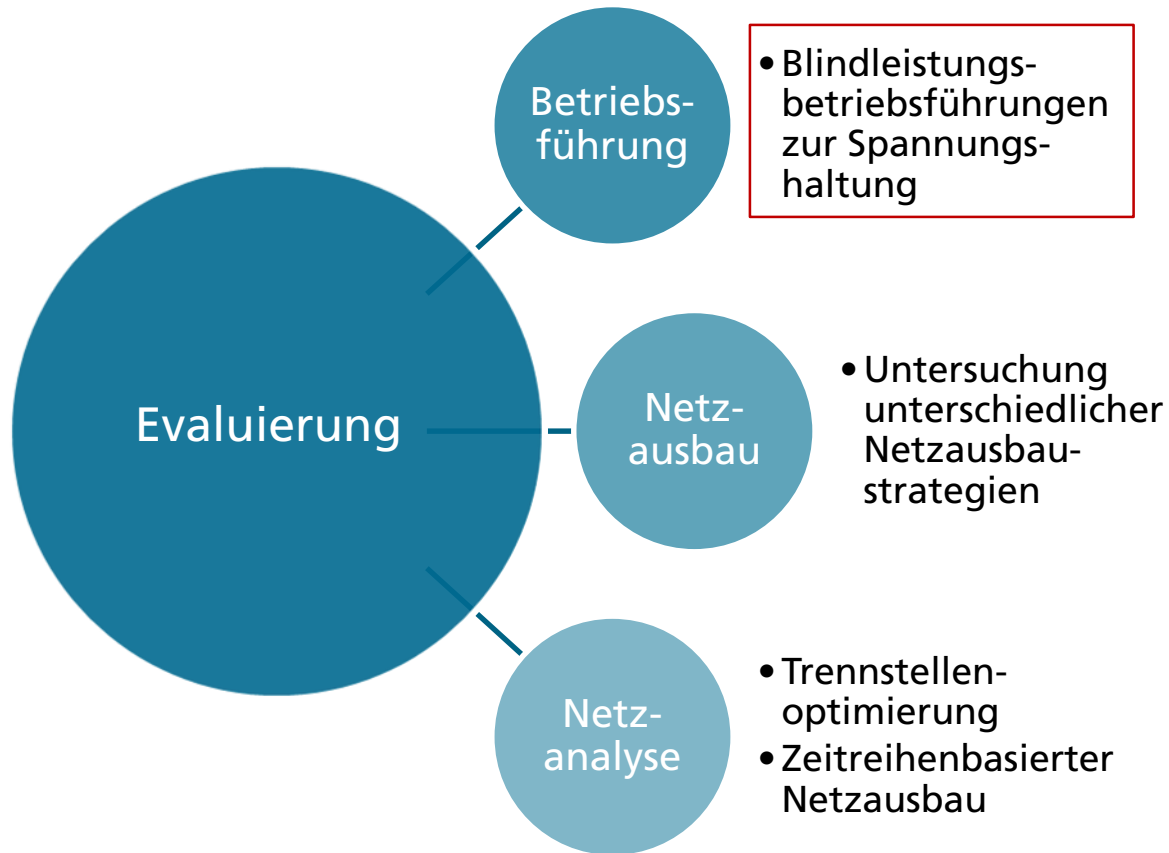


# Verschmelzung Anwendungsfälle und Evaluierungsschwerpunkte

Evaluierungsfokus	Anwendungsfälle
Blindleistungsbetriebsführungen	ÜNB 1, 3, 7, 8, VNB 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Wirkleistungsbetriebsführungen	ÜNB 2, 3, 5, 6, 7 VNB 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15
Netzausbaustrategien	ÜNB 4, Plan 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 Sim 1, 3, 5, 6
Netzanalyse	ÜNB 9, 10 Sim 2, 3



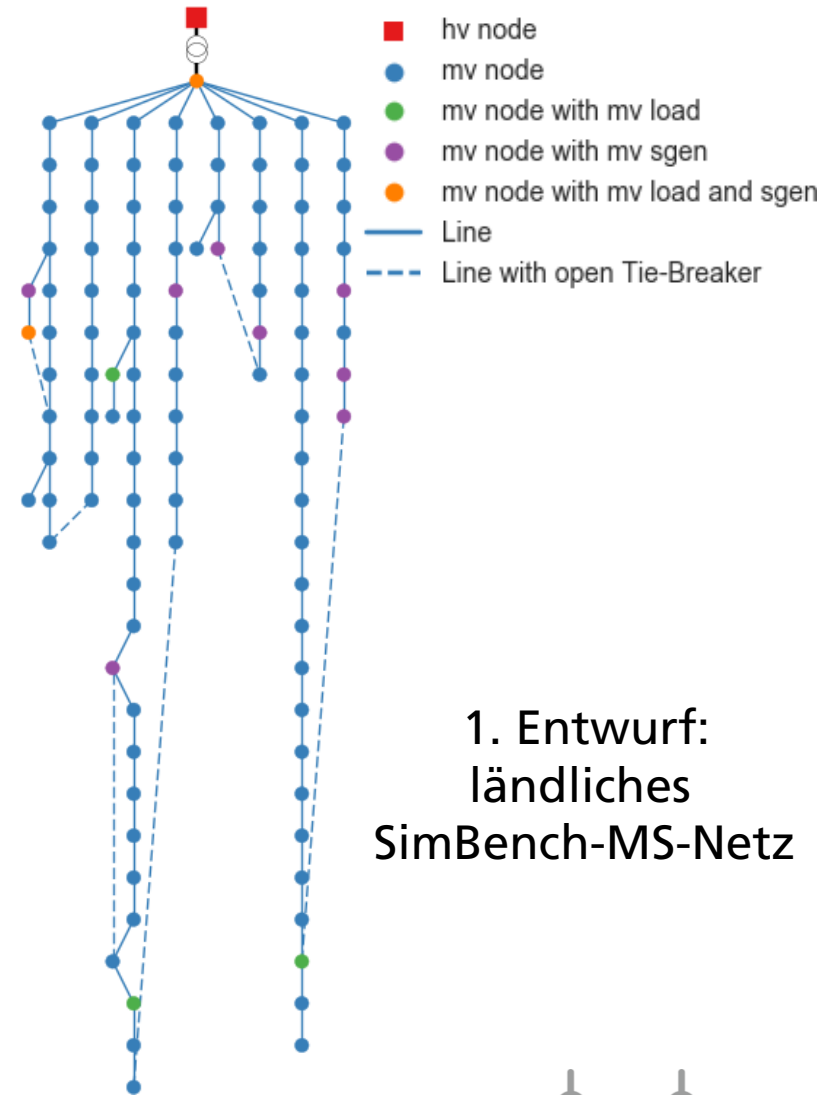
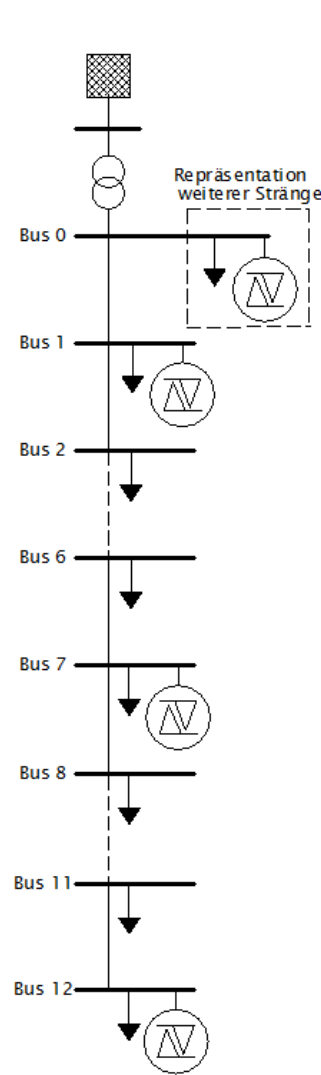
# Ableitung von Evaluierungsthemen aus den Anwendungsfällen und den Evaluierungsaufgaben



# Evaluierungsbeispiel: Verwendete Netztopologie

Zur Analyse der Einflüsse der Erzeugerposition auf die Spannungshaltung durch verschiedene Regler wird eine vereinfachte Netzstruktur verwendet (Einfachstrang).

Vereinfachte Netzstruktur



1. Entwurf:  
ländliches  
SimBench-MS-Netz



# Evaluierungsbeispiel: Beurteilungskriterium von Betriebsführungen

Ziel-Priorisierung:

1. Einhaltung von Spannungs- und Betriebsmittelgrenzen
2. Minimale Abregelung der Wirkleistung
3. Verringerung der Netzverluste

Aufstellung einer Kostenfunktion zur Beurteilung der Ergebnisgüte:

$$Cost = k_U * (\Sigma U_{Verletzung}[pu])^2 + k_L * (\Sigma Leitung\overlastung[\%])^2 + k_T * (\Sigma Trafo\overlastung[\%])^2 + k_A \Sigma Abregelung[kW] + \Sigma Verluste[kW]$$





# Evaluierungsbeispiel: Übersicht verwendeter Regler

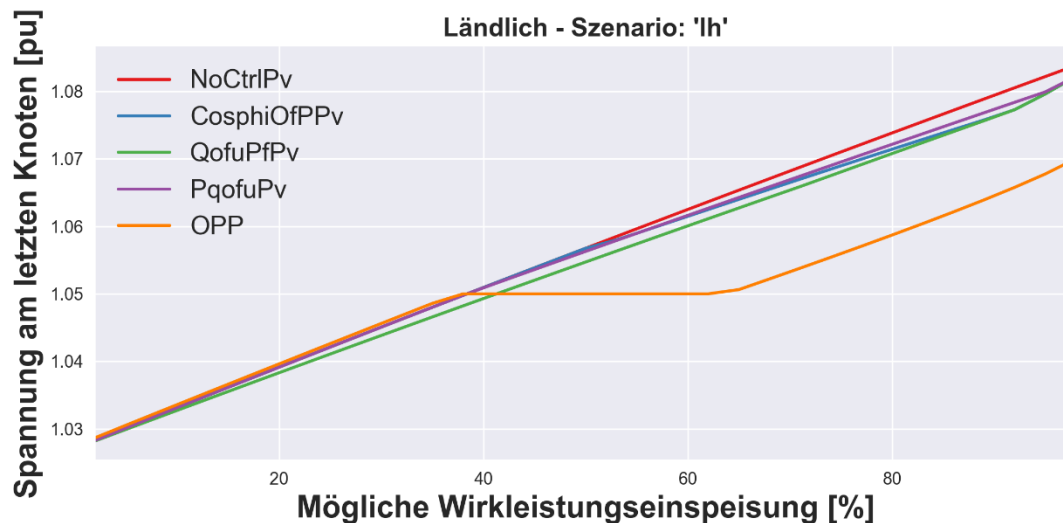
- **ohne Regelung** ->  $\cos(\phi)=1$
- **Cos(phi)(P)**: ab 50% Wirkleistung linear ansteigende  $Q/Q_{max}$ -Einspeisung
- **Q(U)**: spannungsabhängige  $Q$ -Einspeisung zum Überspannungsschutz
- **PQ(U)**: ergänzt  $Q(U)$  um Totband und Wirkleistungsabregelung im Überspannungsbereich
- **OPP**: Optimal Powerflow (zentrale Betriebsführung)



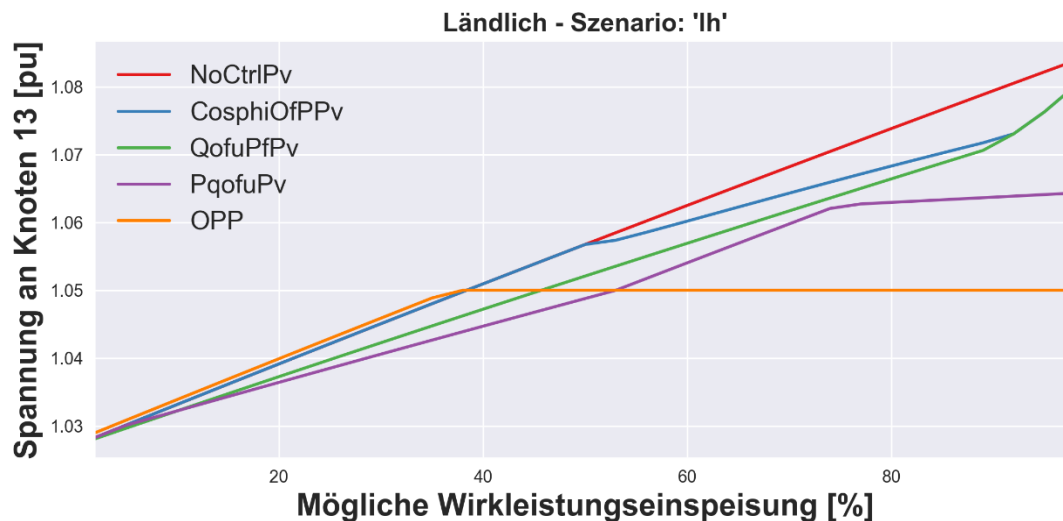
		Last	DEA
lh	P	-0.35	1
	Q	0.05	0

# Evaluierungsbeispiel: Ergebnisse - Spannungen

Erzeuger an  
Knoten 7  
regelbar



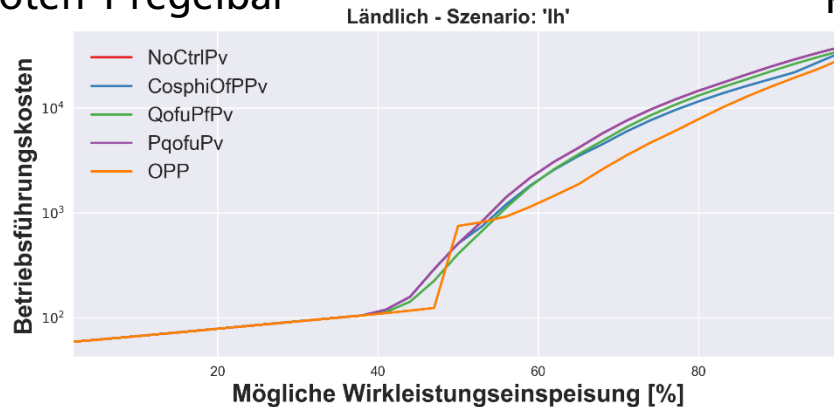
Erzeuger an  
Knoten 12  
regelbar



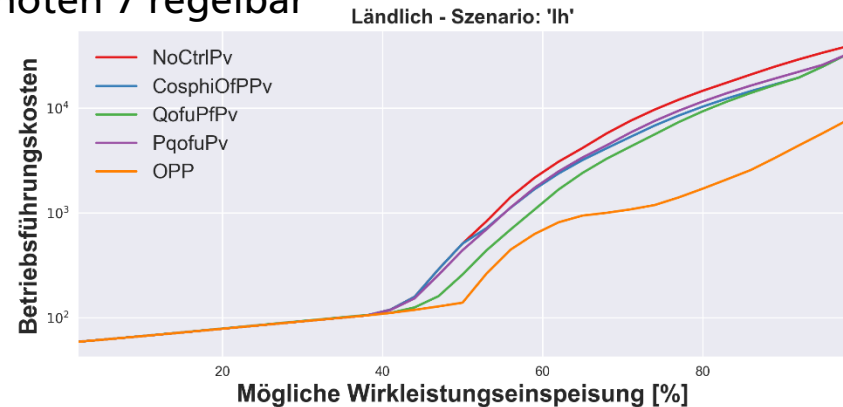
		Last	DEA
lh	P	-0.35	1
	Q	0.05	0

# Evaluierungsbeispiel: Ergebnisse – Betriebsführungskosten

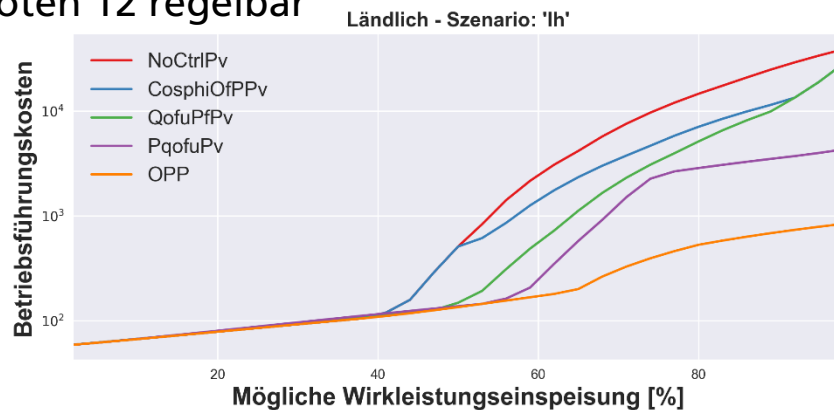
Erzeuger an  
Knoten 1 regelbar



Erzeuger an  
Knoten 7 regelbar



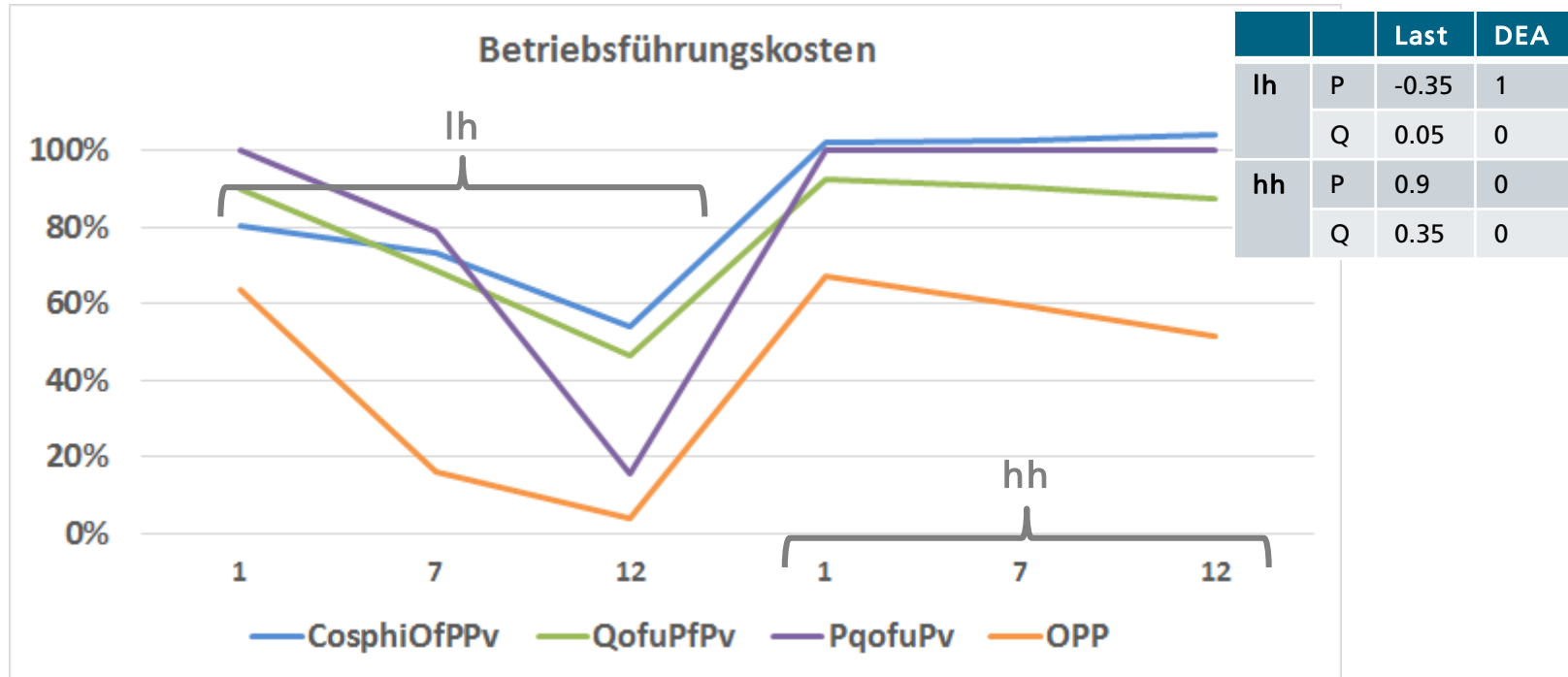
Erzeuger an  
Knoten 12 regelbar



- Regelbare Erzeuger an Knoten 1 und 12 können unterschiedliche Regler-Vorteile deutlich machen, Knoten 7 zeigt jedoch nur ein Mischung



# Evaluierungsbsp: Kostenvergleich gegenüber „ohne Regelung“

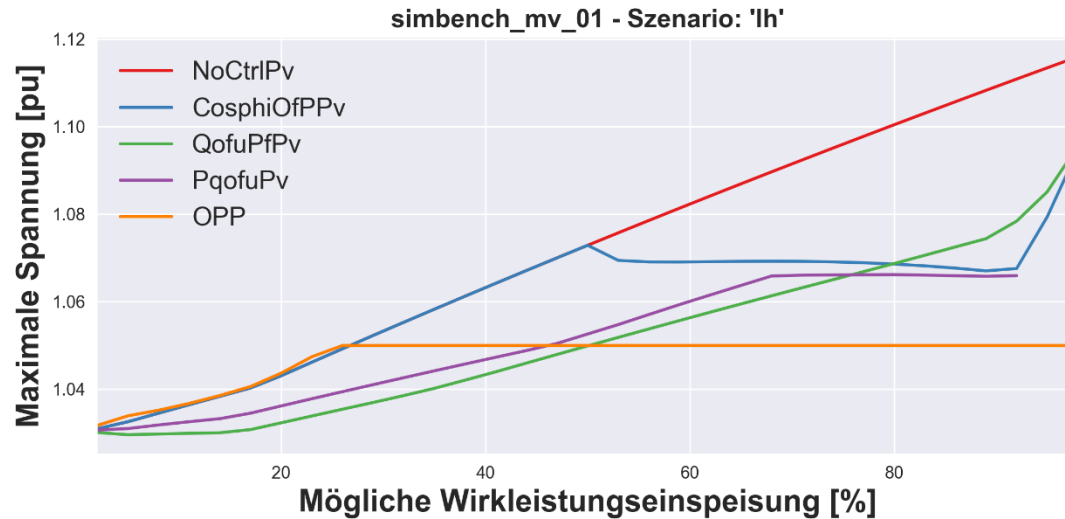


ohne Regelung	Cos(phi)(P)	Q(U)	PQ(U)	OPP
ungeeignet	Kann im „lh“-Fall trafonah besondere Vorteile haben – sonst nachteilig	Vorteile im „hh“-Fall, da immer aktiv (kein Totband)	Gut geeignet. Für den „lh“-Fall abregelungsfähig	Als Optimum konzipiert und zentral geregelt

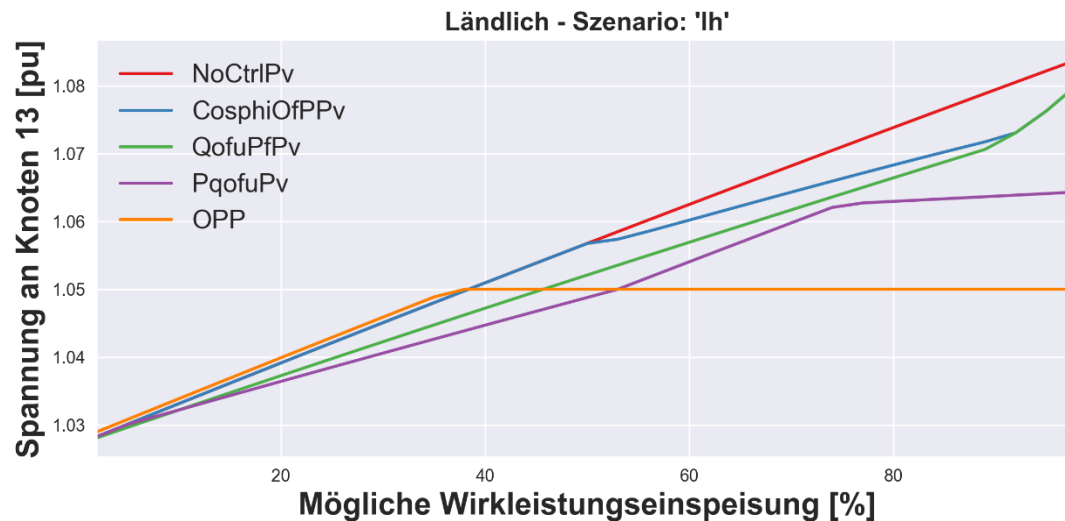


# Evaluierungsbeispiel: vereinfachte Netzstruktur & SimBench-Netz

ländliches  
SimBench-  
MS-Netz



Vereinfachte  
Netzstruktur



# Workshop: Erarbeitung von Evaluierungsvorgehen mit Anwendungsbezug

