

Massnahmen gegen Netzengpässe: Stromnetzanalyse bei hohem PV-Zubau

24. Schweizer Photovoltaik-Tagung, 31. März – 1. April 2026, Bern

Lasse Halle¹, David Joss¹, Christof Bucher¹

¹Labor für Photovoltaiksysteme, Berner Fachhochschule BFH, Burgdorf, lasse.halle@bfh.ch

Der starke Photovoltaikzubau stellt Niederspannungsnetze vor neue Herausforderungen. Anhand hochaufgelöster Lastflussanalysen wurden zwei Netzgebiete in Basel-Stadt untersucht und der heutige Zustand mit einem Zukunftsszenario verglichen. Die Ergebnisse zeigen, dass bei hohem PV-Zubau lokale Spannungsprobleme und thermische Überlastungen auftreten können. Untersucht wurden verschiedene Massnahmen wie Einspeiselimiteerungen, Batteriespeicher, Blindleistungsregelung und Transformatoranpassungen zur gezielten Entlastung des Verteilnetzes.

PV-Zubau Basel-Stadt

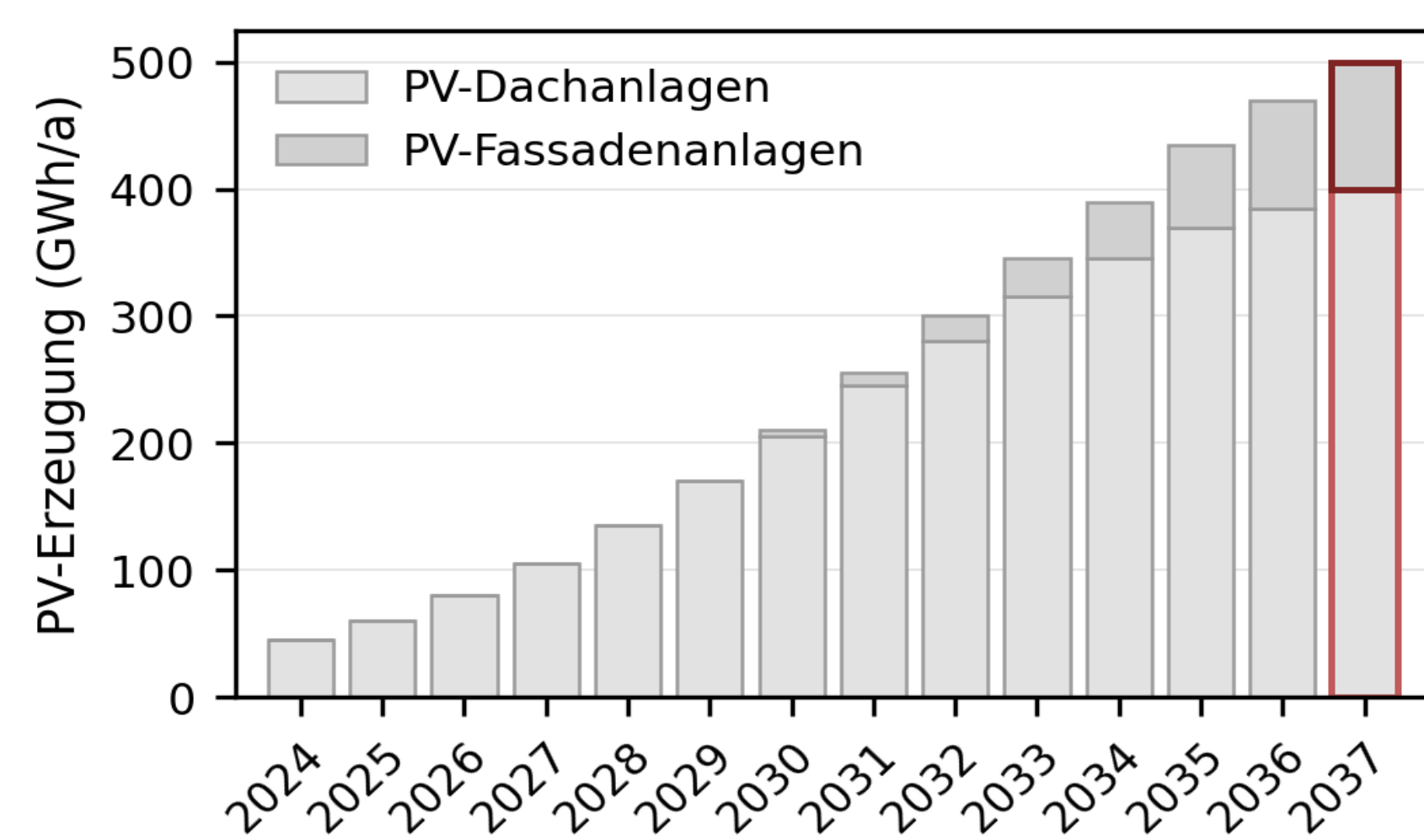


Abbildung 1: Prognose des PV-Zubaus von 2024 bis 2037 der "Solaroffensive" für den Kanton Basel-Stadt

Maximale Auslastung 2037

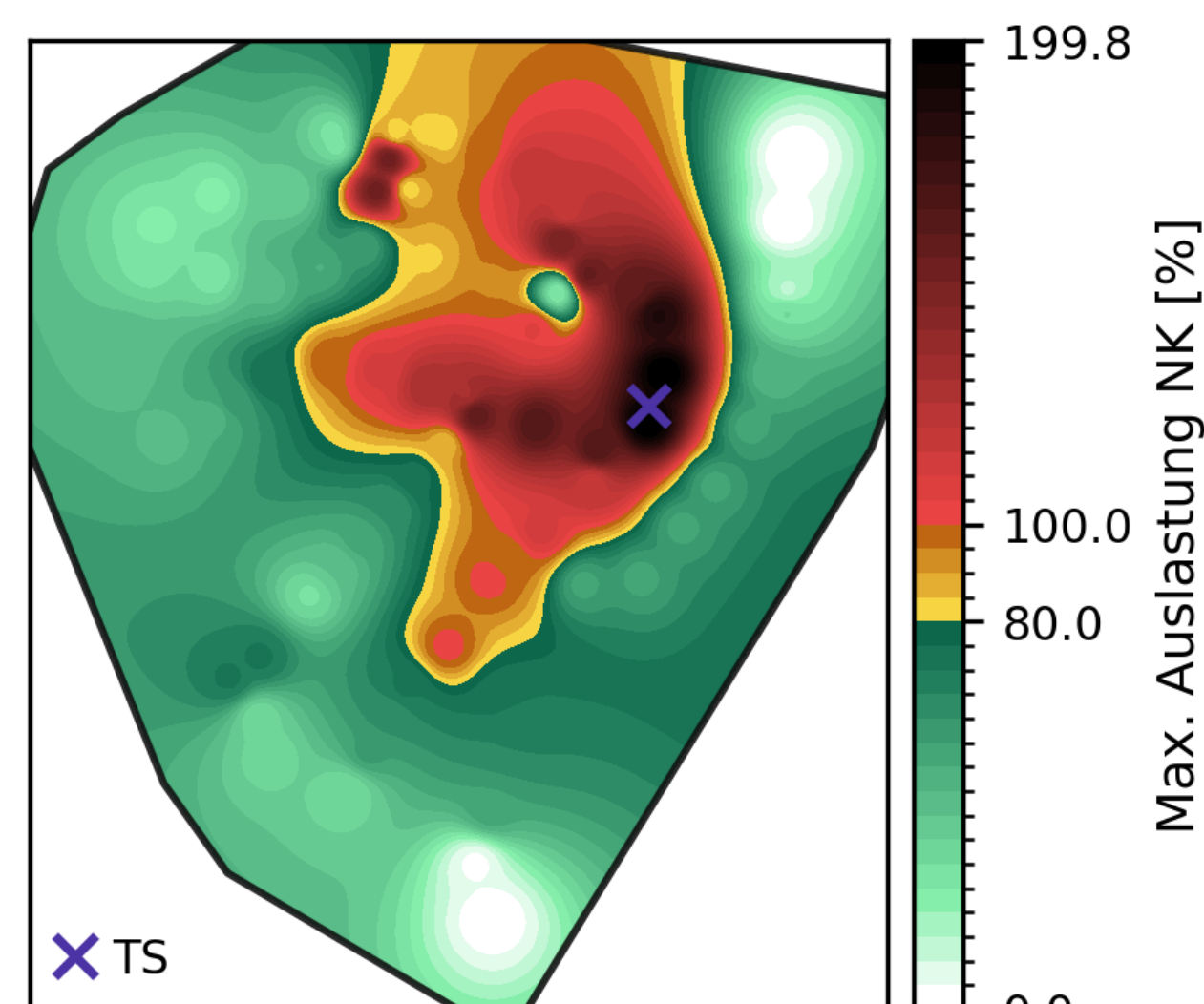


Abbildung 3: Karte der maximalen Auslastung der Netzkomponenten ohne Massnahmen über das Jahr 2037, Transformationsstation (TS) [1]

Maximale Spannung 2037

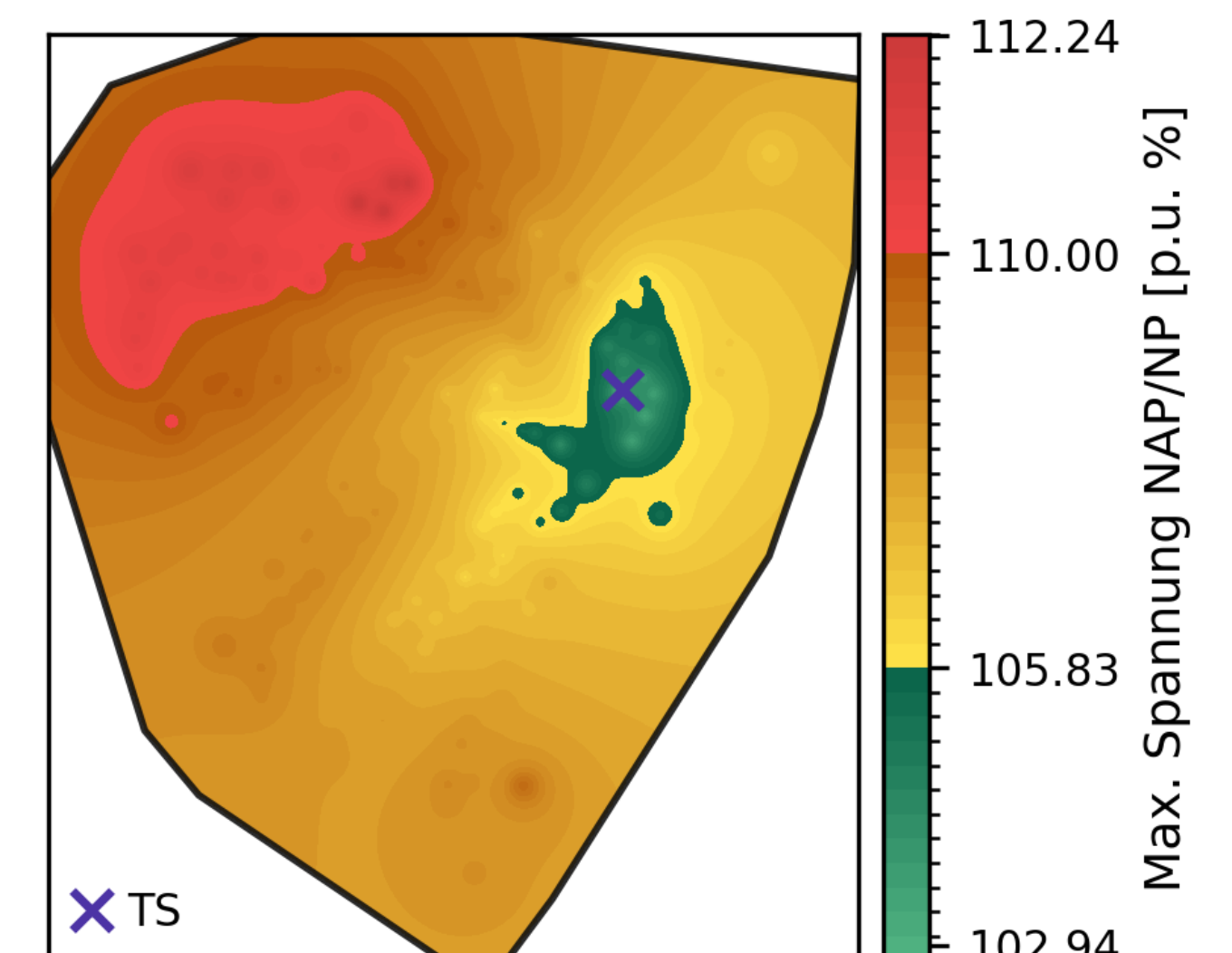


Abbildung 4: Karte der maximalen Spannung der Netzkomponenten ohne Massnahmen über das Jahr 2037, Transformationsstation (TS) [1]

Methodischer Simulationsaufbau

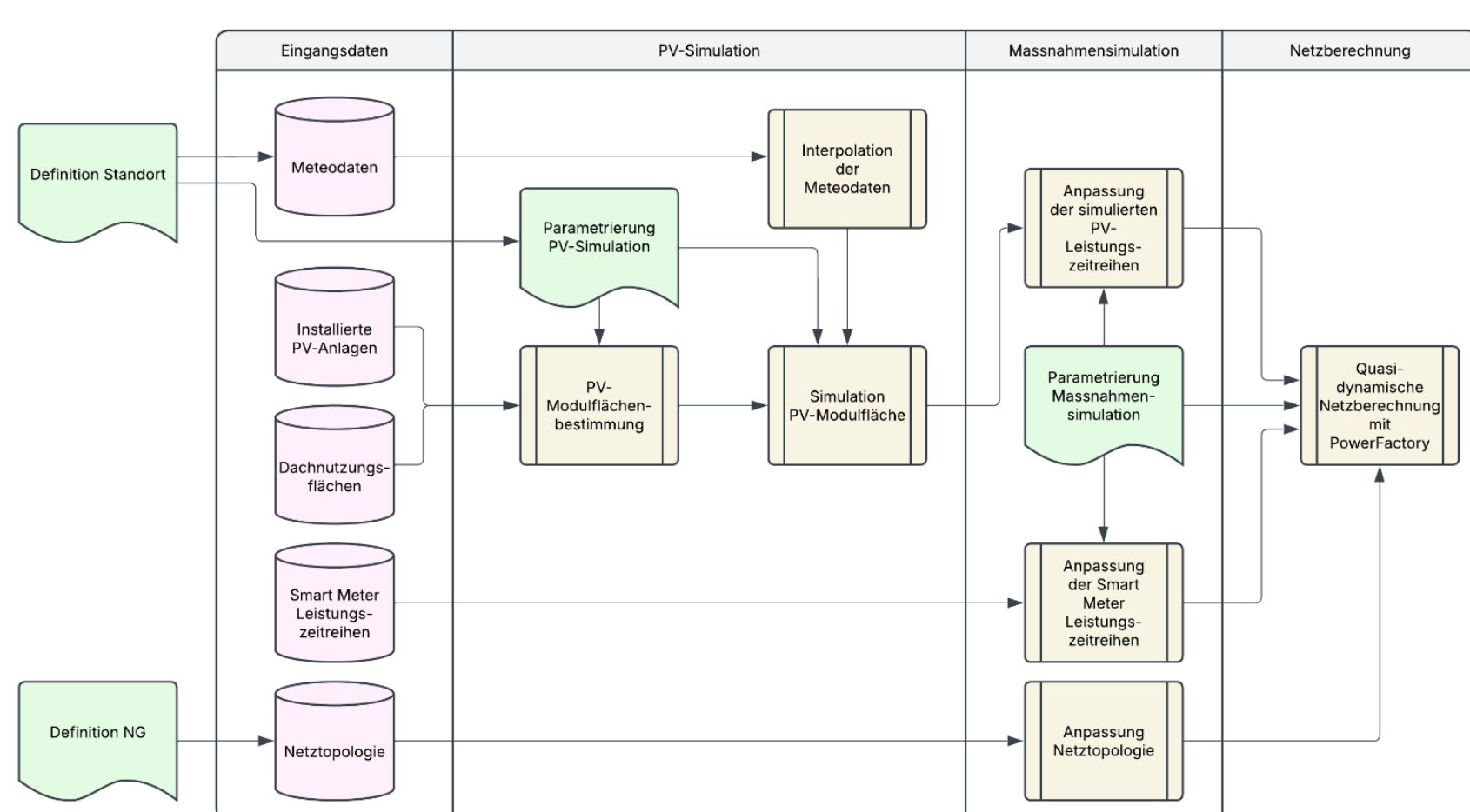


Abbildung 2: Simulationsaufbau mit Unterteilung in Eingangsdaten, PV-Simulation, Massnahmensimulation sowie der Netzberechnung für eine Jahressimulation mit 15-Minuten Auflösung [1]

Resultate

- **Heute unkritisch:** Im aktuellen Netzbetrieb treten keine Grenzwertverletzungen auf.
- **2037 kritisch:** Hoher PV-Zubau ohne Massnahmen führt zu thermischen Überlastungen (siehe Abb. 3) und Spannungsüberhöhungen (siehe Abb. 4).
- Spannungs- und Auslastungsprobleme erfordern unterschiedliche Massnahmen
- **Hoher Ausbaubedarf ohne Massnahmen:** Ohne Gegenmassnahmen wären Netzverstärkungen von rund 30 % der gesamten Kabellänge erforderlich.
- **Einspeiselimiteerung wirkt stark:** Eine Begrenzung auf 30–40 % der DC-Nennleistung vermeiden thermische Grenzwertverletzungen, verursachen jedoch bei 40 % rund 18 % Energieverlust der jährlichen PV-Erzeugung.
- **Batteriespeicher nur mit guter Regelung wirksam:** Der Nutzen hängt stark von der eingesetzten Steuerungsstrategie ab (siehe Abb. 5).
- **Kombinierte Massnahmen am effektivsten:** Die wirksamste Entlastung ergibt sich aus der Kombination mehrerer technischer Massnahmen (siehe Abb. 5).

Massnahmenwirkung

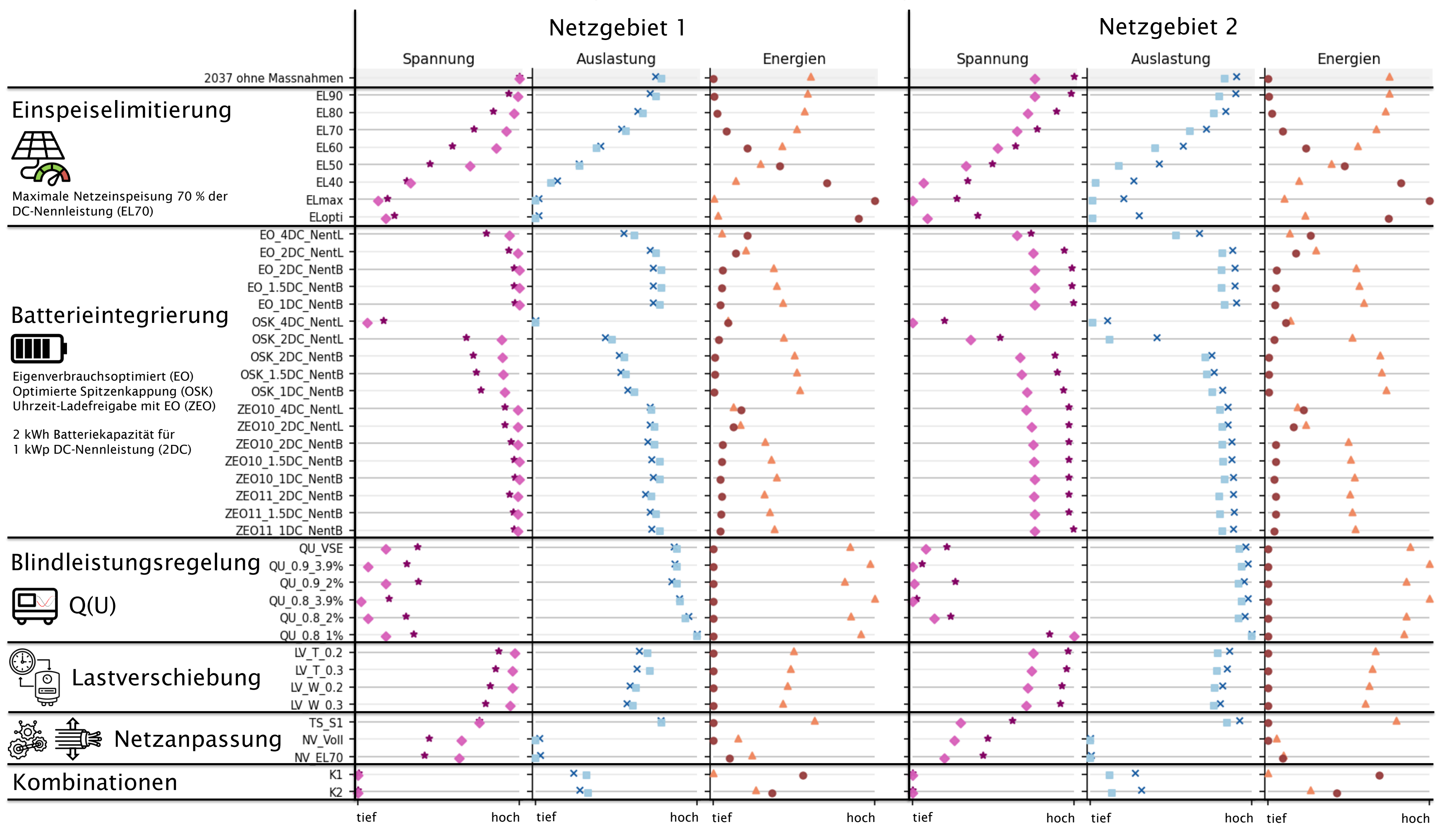


Abbildung 5: Normierter Vergleich zentraler Auswertungsgrössen zur Bewertung der Massnahmenwirkungen für zwei Netzgebiete, dargestellt für alle untersuchten Massnahmen und den Referenzfall ohne Massnahmen im Jahr 2037 [1]

Legende Massnahmenbezeichnung:
 ELx = Einspeiselimiteerung auf x % der PV-Nennleistung; ELmax = maximale Limitierung, ELOpti = optimierte anlagenspezifische Einspeiselimiteerung
 OSK = optimale Spitzenkappung, EO = eigenverbrauchsoptimiert, ZEOx = zeitverzögerte Eigenverbrauchsoptimierung Laden ab x Uhr
 1DC / 1.5DC / 2DC / 4DC = Batteriekapazität in kWh/kWp; NentB / NentL = Netzentladung blockiert / limitiert
 QU = QU-Regelung; QU_VSE gemäss VSE, QU_cosφ_Statik mit cos φ = max. 0.8/0.9 und Statik = 1/2/3.9 %
 LV = Lastverschiebung (T = Tag, W = Woche; 0.2/0.3 = 20/30 % verschiebbare Energie im Zeitfenster)
 TS_S1 = Trafostufe Übersetzungsverhältnis; NV = Netzverstärkung; K1/K2 = konservative bzw. progressive Massnahmenkombination

Dank

Diese Untersuchungen wurden in Zusammenarbeit mit den Industriellen Werken Basel (IWB) durchgeführt und finanziell unterstützt.



Referenzen

[1] L. Halle, "Simulation der Auswirkungen von Photovoltaik im Verteilnetz," Master-Thesis, Labor für Photovoltaiksysteme, Berner Fachhochschule BFH, Burgdorf, Switzerland, 2026. Betreuung: Prof. Dr. C. Bucher and D. Joss.