

Untersuchung des Blindleistungshaushaltes der Netzgesellschaft Düsseldorf

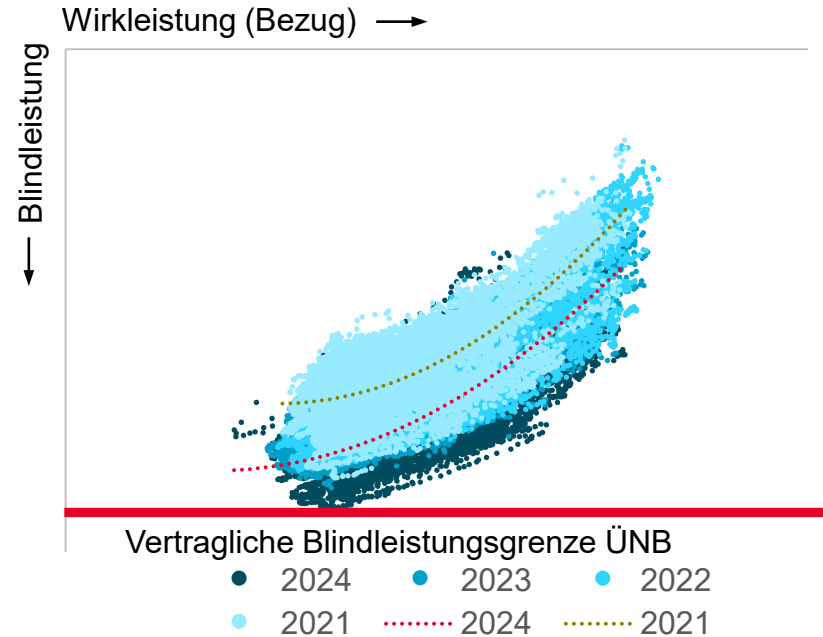
19. Symposium Energieinnovation Graz

Nadine Burgert, Prof. Dr. David Echternacht, Dr. Kevin
Neumann, Heinz Heßling, Pascal Gebauer, Peter Aymanns

Hintergrund und Motivation

- Netzgesellschaft Düsseldorf mbH betreibt elektrische Netze der Nieder-, Mittel- und Hochspannung in Düsseldorf
- Vertragliche Grenze des gepoolten Blindleistungsaustausches an Kuppelstellen zu Übertragungsnetz
- In letzten Jahren zunehmend kapazitives Verhalten zu beobachten
- Bei weiterer Fortschreibung droht Verletzung der Grenzwerte
- Detaillierte Untersuchung des Blindleistungshaushaltes

Aggregierte „P/Q-Wolke“ für Kuppelstellen zum Übertragungsnetz



Stromnetz in Düsseldorf

- Landeshauptstadt von NRW mit knapp 658.000 Einwohnern
- Stromnetz mit über 470.000 Entnahmestellen
- Jahreshöchstlast von 483 MW
- Geographische Fläche von 217 km²
- Gaskraftwerk Lausward mit 826 MW elektrischer Leistung in 110 kV-Netz eingebunden (größter Block 595 MW)

Stromkreislängen [km]

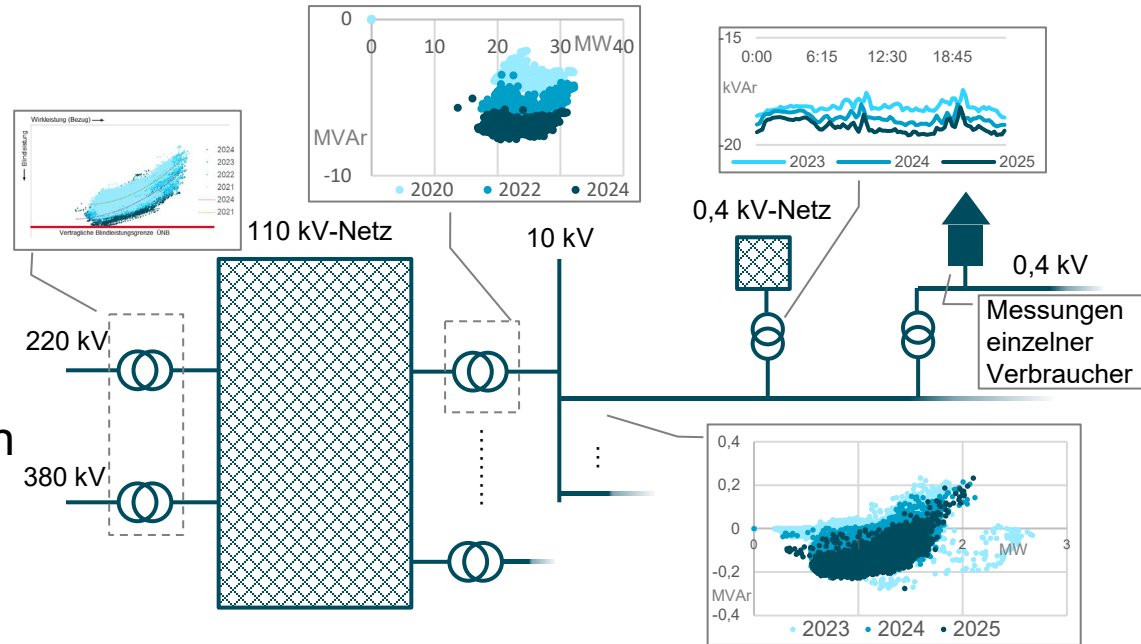
	HS	MS	NS
Kabel	128	2.825	3.687
Freileitung	32	0	41



Methodik

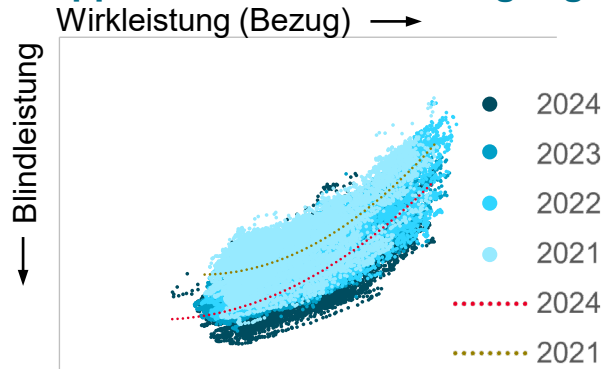
- Untersuchung aller Netzebenen (2 bis 7) basierend auf verfügbaren realen Messwerten
- Untersuchung des Mittelspannungsnetzes basierend auf Abgangsmessungen aus UWs
- Einbeziehung von stationären und temporären Messungen in Netzebene 6 sowie Messungen einzelner Verbraucher aus Netzebene 7

Übersicht Methodik

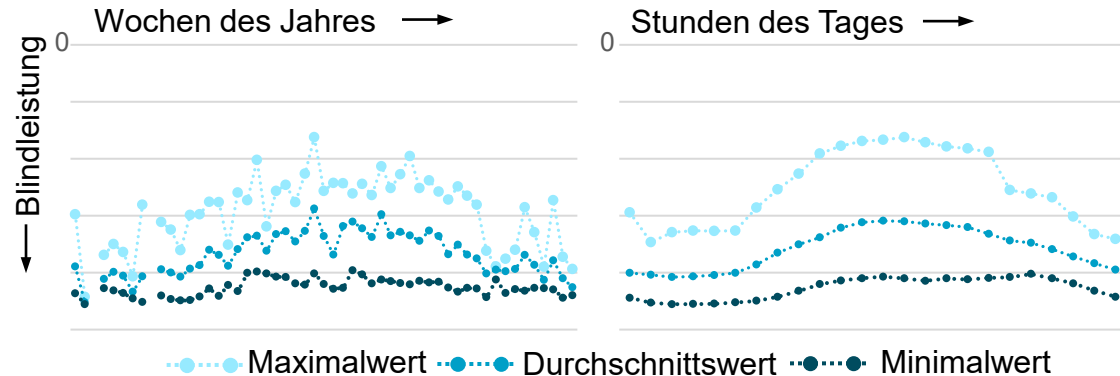


Umspannebene Höchstspannung/Hochspannung

Aggregierte „P/Q-Wolke“ für Kuppelstellen zum Übertragungsnetz



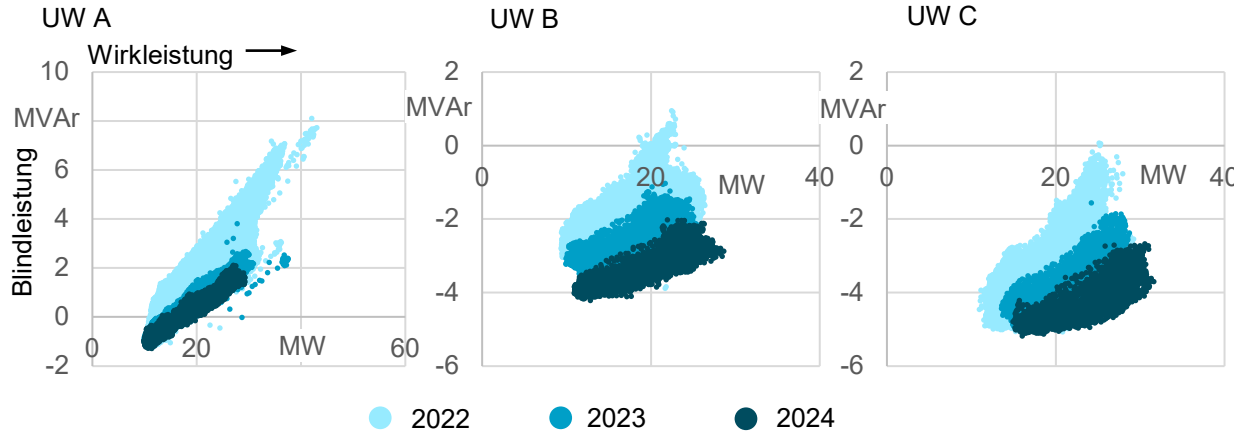
Aggregierte Blindleistung an Kuppelstellen zum Übertragungsnetz im Jahr 2024 auf Wochen bzw. Stundenbasis



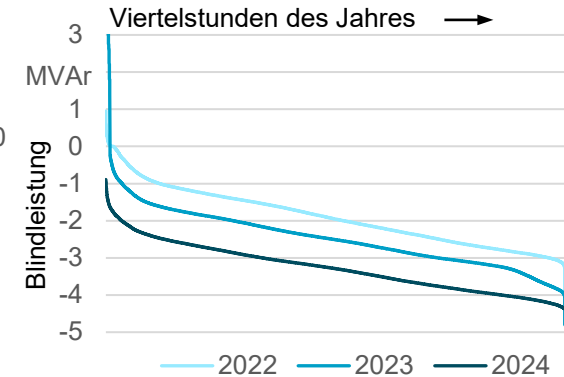
- Blindleistung bei Kraftwerkseinsatz „Lausward“ durch Spannungsregelung unkritisch (obige Grafiken enthalten nur Viertelstunden ohne Kraftwerkseinspeisung)
- Zunehmend kapazitives Verhalten nicht durch Änderungen der Auslastung oder Stromkreislängen im 110 kV-Kabelnetz erklärbar (in 2024 durch Netzoptimierung sogar Wegfall von 4 km Kabel, Reduktion der kapazitiven Ladeleistung um ca. 4 MVar)

Umspannebene Hochspannung/Mittelspannung

Aggregierte P/Q Wolke 110/10 kV Transformatoren exemplarischer Umspannwerke



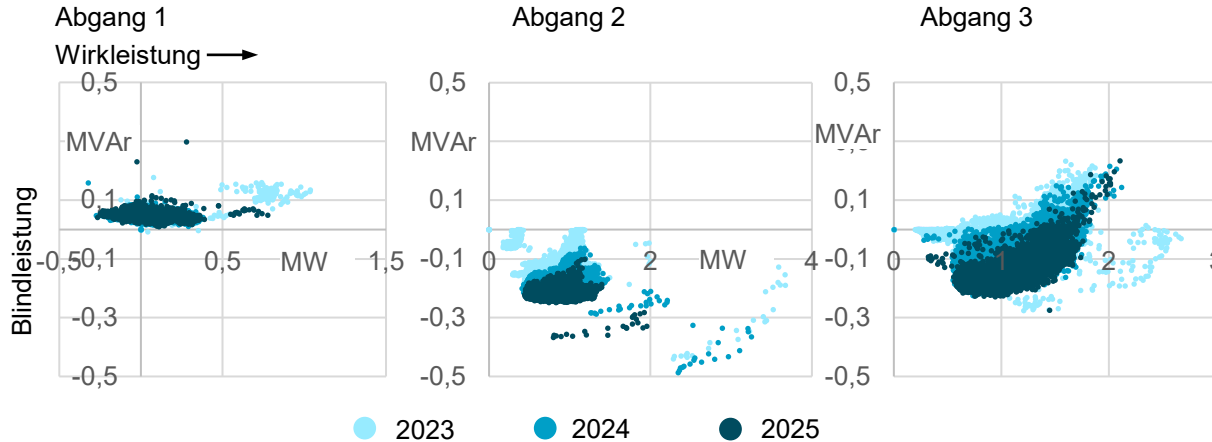
Jahresdauerlinie Blindleistung 110/10 kV Transformatoren UW B



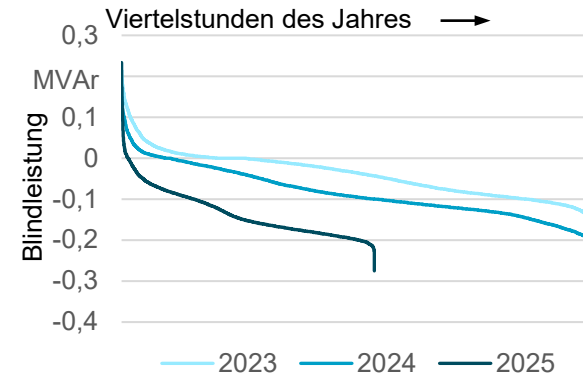
- Viele Umspannwerke mit zunehmend kapazitivem Blindleistungsverhalten
- Ursachen für geänderten Blindleistungshaushalt auch in unterlagerten Netzebenen
- Änderungen teilweise auch durch Wegfall von motorischen Lasten (Wegfall Industrie)
- Einzelne Umspannwerke ohne kapazitives Verhalten

Mittelspannungsebene

P/Q-Wolke ausgewählter Mittelspannungsabgänge Umspannwerk UW C



Jahresdauerlinie Blindleistung UW C Abgang 3

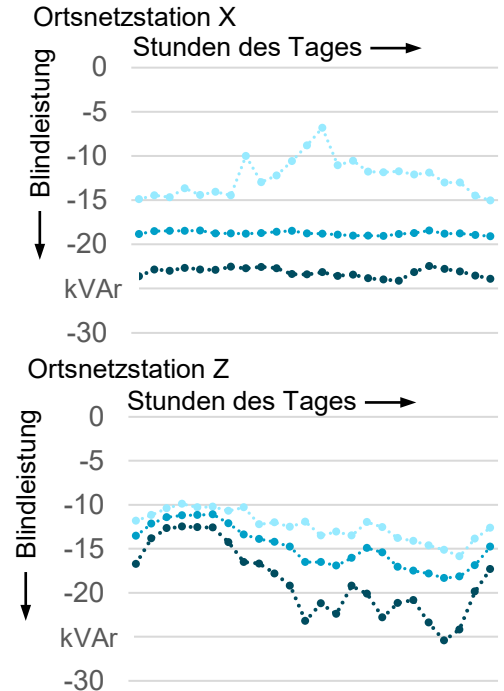


- Heterogenes Verhalten der Mittelspannungsabgänge und zunehmend kapazitives Verhalten meist bei Abgängen mit großer Anzahl unterlagerter Netzstationen
- Analyse des zeitlichen Verlaufes zeigt Abhängigkeit von Tageszeit
- Kein nennenswerter Einfluss durch dezentrale Erzeugung (80 MW PV in 2024)

Umspannebene Mittelspannung/Niederspannung

- Da insbesondere Mittelspannungsabgänge mit großer Anzahl unterlagerter Netzstationen zunehmend kapazitives Verhalten aufweisen, erfolgt Analyse unterlagerter Niederspannungsnetze
- Verwendung historischer Messwerte festinstallierter Messgeräte an Ortsnetztransformatoren sowie zusätzlicher wochenweise ausgebrachter temporärer Messtechnik
- Betrachtete Netze alle kapazitives Verhalten
- An Ortsnetzstationen mit Messwerthistorie über mehrere Jahre tendenziell kapazitivere Entwicklung über Zeit
- Verhalten durch Netzkunden verursacht

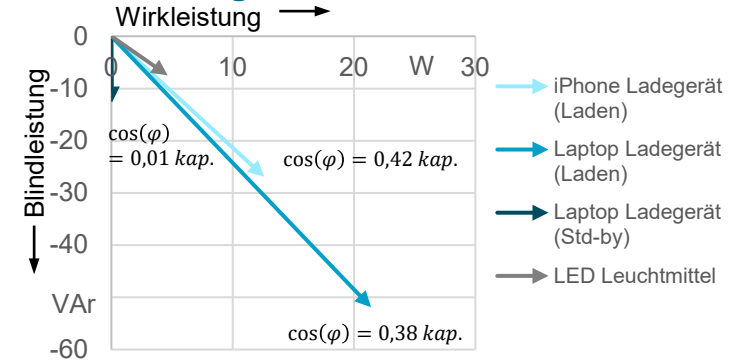
Blindleistung Stationen X und Z auf Stundenbasis



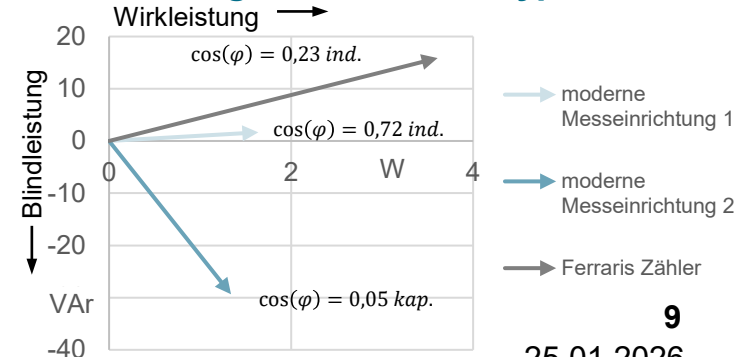
Niederspannungsebene

- Analysen in einzelnen Niederspannungsabgängen nicht möglich, da keine Abgangsmesswerte oder TAF 10 Werte
- Messtechnische Untersuchung einzelner Verbraucher sowie leerlaufender Stromzähler
- Untersuchte Verbraucher weisen alle kapazitives Verhalten auf
- Messung an E-PKW zeigt ebenfalls kapazitives Verhalten ($\cos(\varphi) = 0,95 \text{ kap.}$) (2024 30 MW installierte Leistung an Ladeinfrastruktur)
- Ersatz von Ferrariszählern durch moderne Messeinrichtung ebenfalls kapazitiver

Blindleistungsbedarf Verbraucher



Blindleistungsbedarf Zählertypen



Zusammenfassung und Ausblick

- Analysen und Ergebnisse zeigen unterschiedliche Effekte, die zunehmend kapazitives Verhalten verursachen
- Insbesondere haben auch die unterlagerten Mittel- und Niederspannungsnetze einen Einfluss bzw. die zunehmend kapazitiven Netznutzer
- Moderne Messeinrichtungen (mMe) /iMSys (Smart Meter) verhalten sich kapazitiver
- Bei Ausbau von 50.000 Ferrariszähler und Einbau von 70.000 mMe zwischen 2022 und 2024 zusätzliche kapazitive Blindleistung von 2,5 MVAR
- Mehrwert der messtechnischen Erfassung auf Abgangsebene verdeutlicht
- Zukünftig Verwendung von TAF 10 iMSys Daten zur Analyse von Netzkunden
- Messtechnische Analyse weiterer Verbraucher und mMe/iMSys geplant
- Ableitung optimaler Gegenmaßnahmen

Fragen?

Prof. Dr. David Echternacht
david.echternacht@hs-duesseldorf.de