

12.2.2026

David Böhm (Austrian Power Grid AG)

Dargebotsabhängigkeit der Q(U)-Regelung von Laufwasserkraftwerken im österreichischen 220-kV-Netz

19. Symposium für Energieinnovationen, 11.2.-13.2.2026, TU Graz

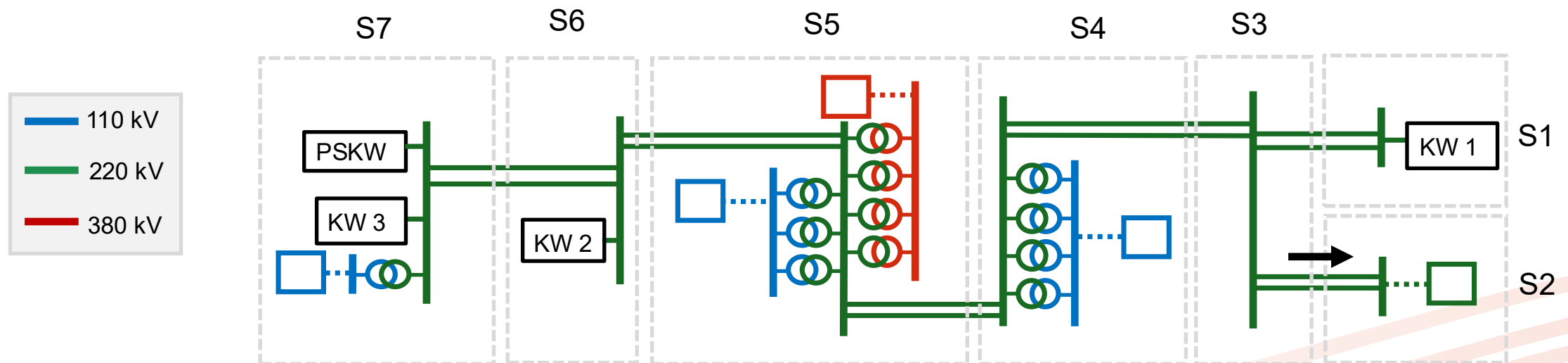


Motivation

- ▶ Netzspannung und Blindleistungsbedarf aufgrund wechselnder Auslastung des Netzes zunehmend veränderlich
- ▶ Starker Anstieg der installierten Kapazität von volatilen Erneuerbaren
- ▶ Laufwasserkraftwerke im österreichischen Übertragungsnetz bergen ein großes Potenzial zur Blindleistungsbereitstellung bei gleichzeitig hoher Verfügbarkeit
- ▶ Fragestellung: Ist die Q(U)-Regelung von Laufwasserkraftwerken dargebotsabhängig?

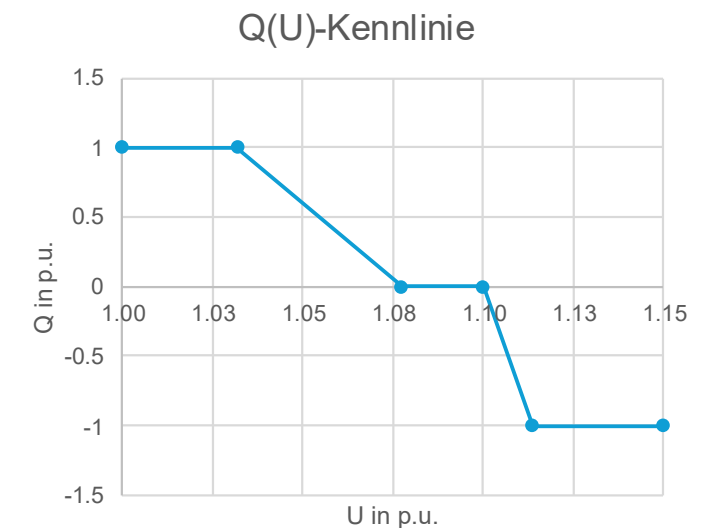
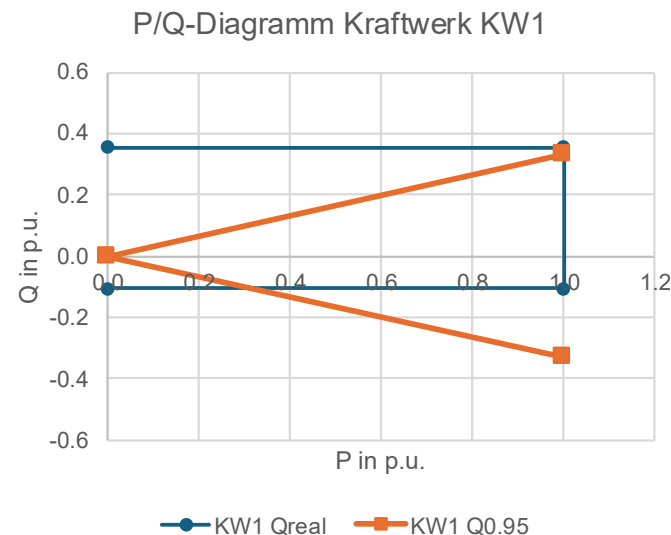
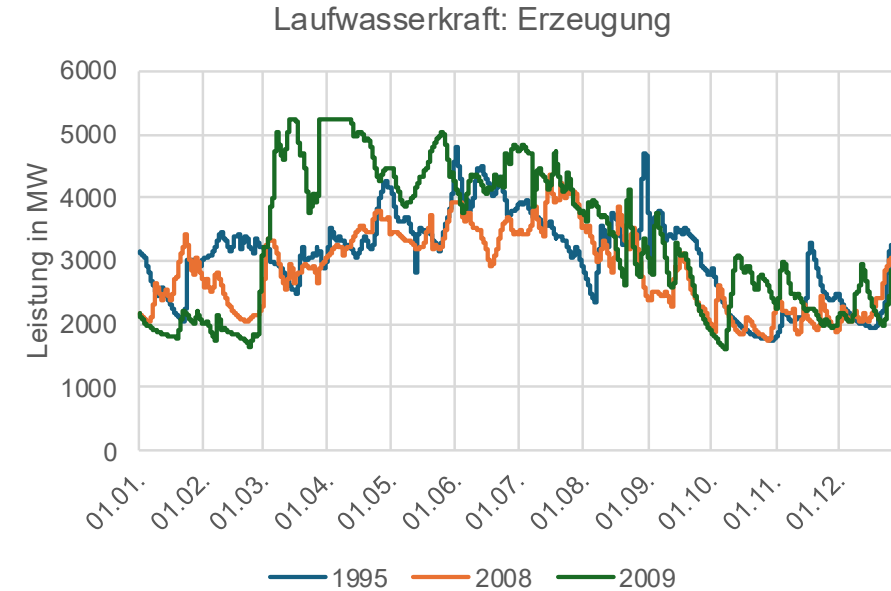
Methodik und betrachtetes Netzgebiet

- ▶ Basis TYNDP 2024, Simulation ganzer Jahre (Stundenintervall)
- ▶ Vergleich der berechneten Spannungen ohne bzw. mit Q(U)-Regelung von Laufwasserkraftwerken
- ▶ Vorgabe: Einhaltung des Spannungsbandes von 1,05 p.u. – 1,10 p.u.



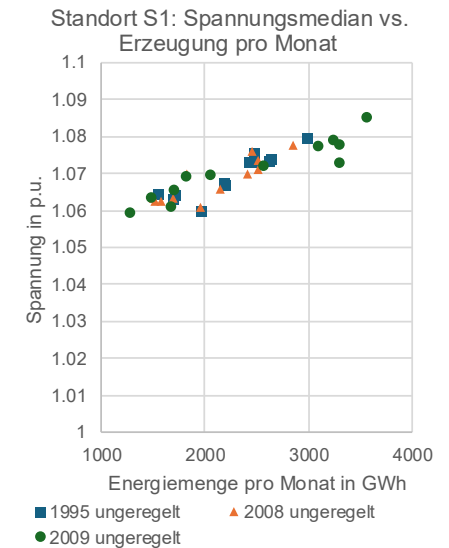
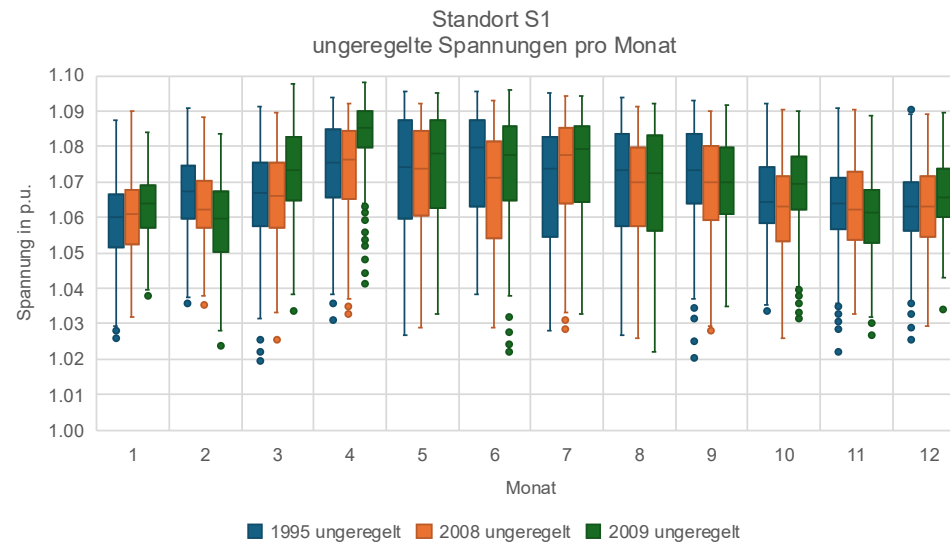
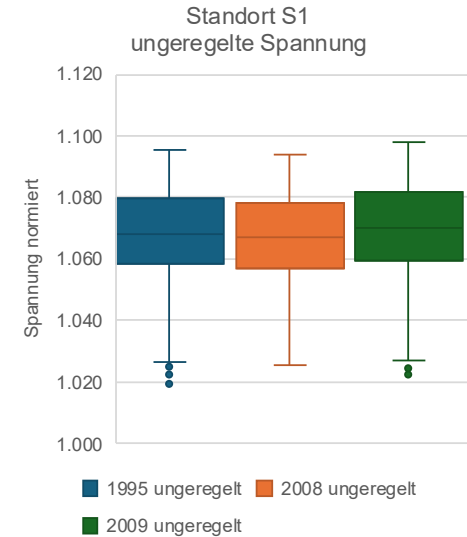
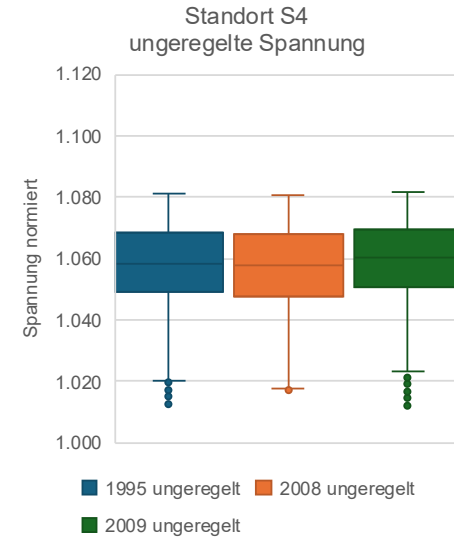
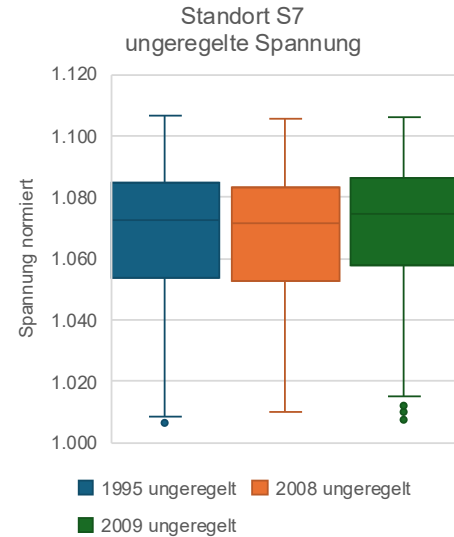
Modellierung der Laufwasserkraftwerke

- ▶ Erzeugungsvariation
 - ▶ Analyse von drei Wetterjahren (TYNDP 2024: 1995, 2008, 2009)
- ▶ Blindleistungsgrenzen
 - ▶ Vergleich von drei Modellen
- ▶ Q(U)-Regelung
 - ▶ Anwendung auf unterschiedliche Laufwasserkraftwerke im Netzgebiet



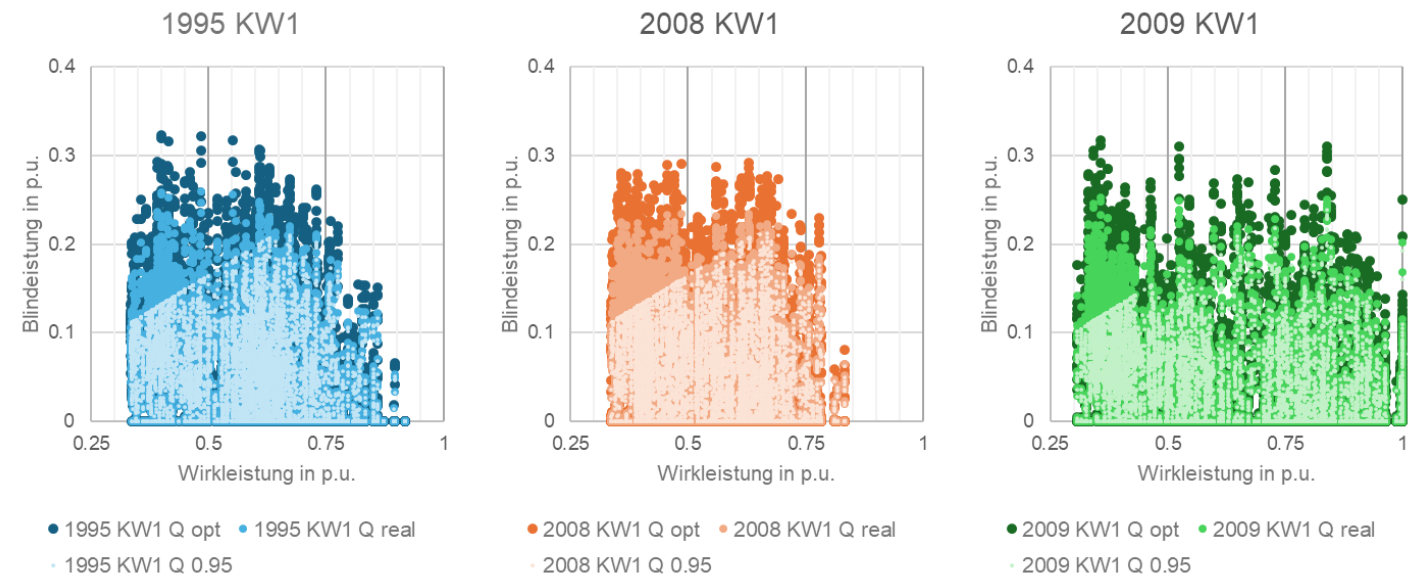
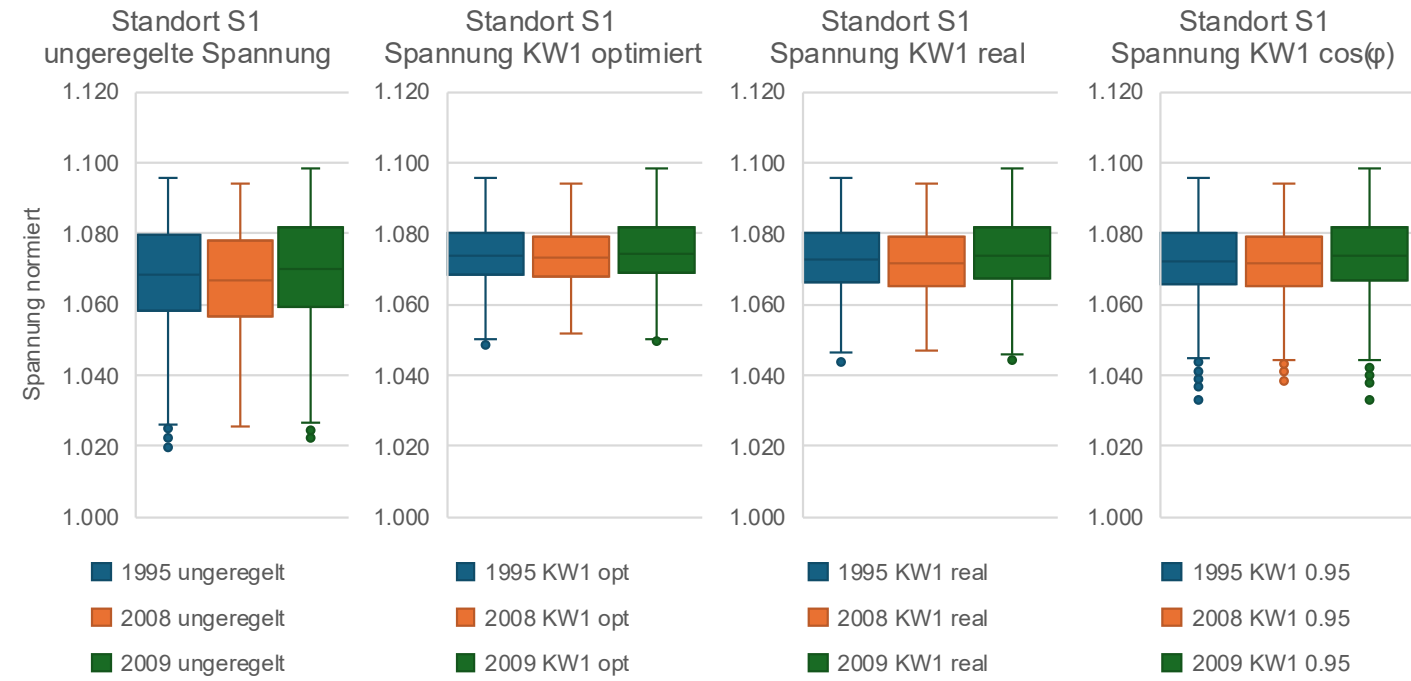
Spannungsniveaus ohne Q(U)-Regelung

- ▶ Spannungsbandverletzungen treten an allen Standorten auf
- ▶ Einfluss der Wetterjahre nur gering
- ▶ Spannungsniveau korreliert mit der Erzeugung



Q(U)-Regelung von Kraftwerk KW1

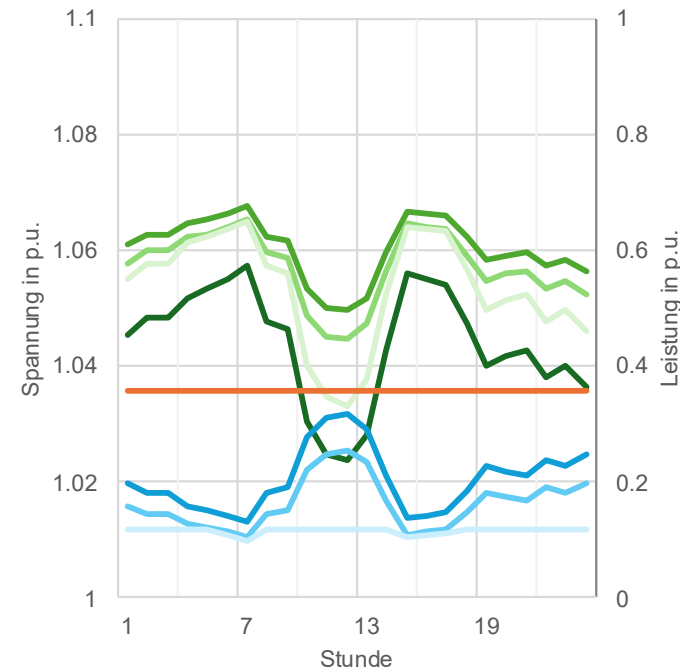
- ▶ Resultierende Spannungsbänder Großteils innerhalb des geforderten Bereichs
- ▶ Verbesserung des Spannungsniveaus bei allen Modellen der Blindleistungsgrenzen
- ▶ Nur Regelung nach $\cos(\varphi) = 0,95$ erreicht die Blindleistungsgrenzen



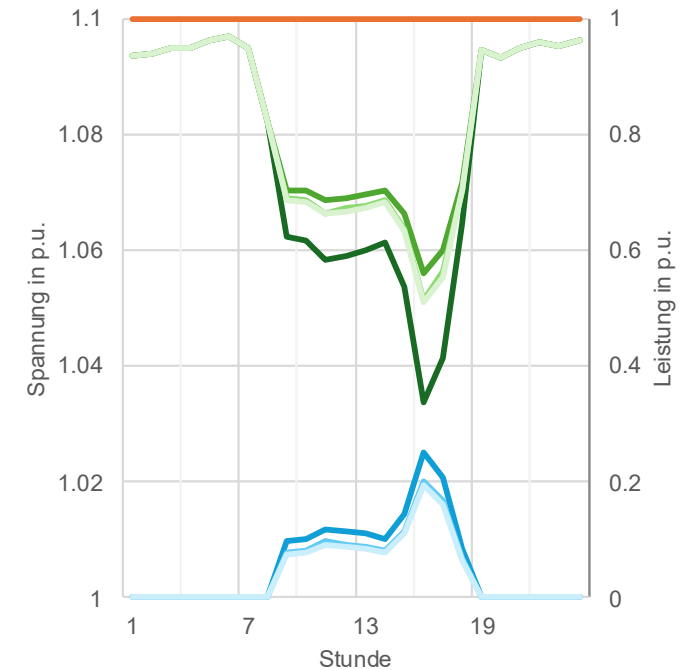
Detailbetrachtung ausgewählter Tage

- ▶ Betrachtung kleiner Zeiträume:
Dargebotsabhängigkeit der Q(U)-Regelung
gegeben
- ▶ Abhängigkeit der Blindleistungseinspeisung
von:
 - ▶ Modell der Blindleistungsgrenzen
 - ▶ Wirkleistungseinspeisung
 - ▶ Gewählte Q(U)-Kennlinie

Standort S1:
Spannung am Tag 59 (18.2.2030)



Standort S1:
Spannung am Tag 90 (31.3.2030)

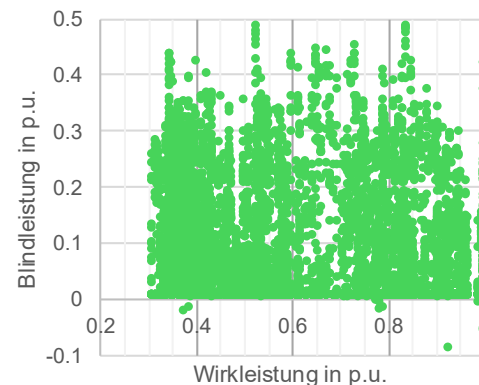


- 2009 KW1 Spg. ungeregelt
- 2009 KW1 Spg. opt
- 2009 KW1 Spg. real
- 2009 KW1 Spg. 0.95
- 2009 KW1 P
- 2009 KW1 Q opt
- 2009 KW1 Q real
- 2009 KW1 Q 0.95

Q(U)-Regelung aller Laufwasserkraftwerke

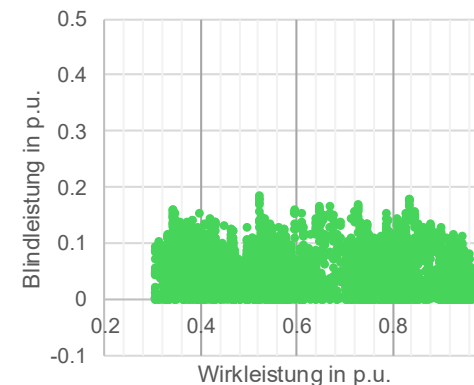
- ▶ Fokus auf:
 - ▶ Wetterjahr 2009
 - ▶ Reale Blindleistungsgrenzen
- ▶ Einhaltung des Spannungsbandes:
 - ▶ Untere Grenze kann nicht vollständig eingehalten werden
- ▶ Lokale Wirksamkeit der Q(U)-Regelung:
 - ▶ Optimales Ergebnis durch breite Anwendung im ganzen Netzmodell

2009 KW3 Q(P)



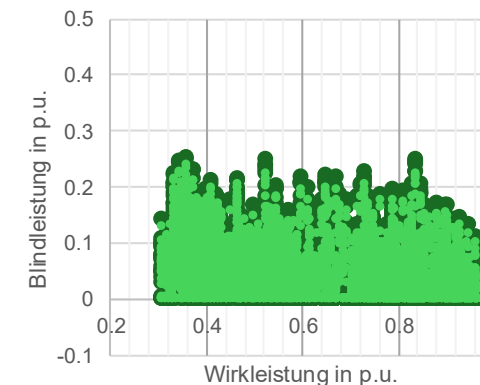
● 2009 KW3 (3KW) Q real

2009 KW2 Q(P)



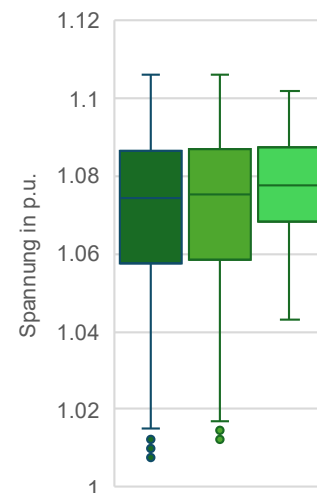
● 2009 KW2 (3KW) Q real

2009 KW1 Q(P)

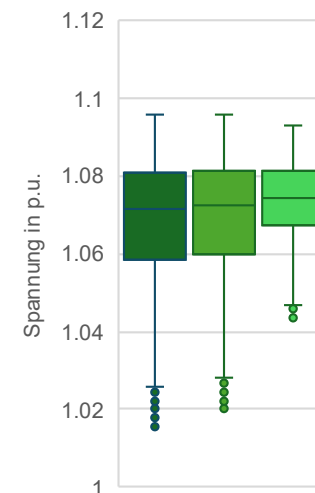


● 2009 KW1 Q real ● 2009 KW1 (3KW) Q real

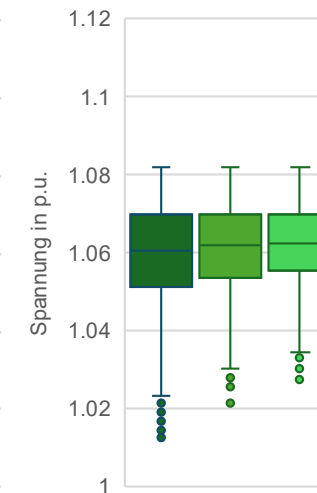
Standort S7



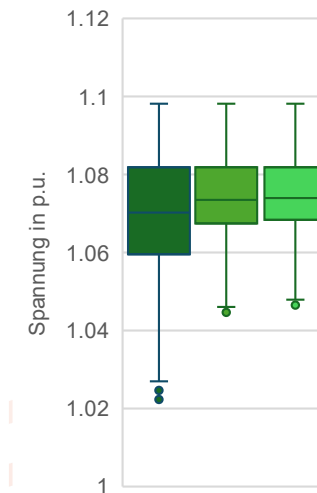
Standort S6



Standort S4



Standort S1



■ 2009 KW1 Spg. unregelt
 ■ 2009 KW1 Spg. real
 ■ 2009 3KW Spg. real



Schlussfolgerungen

- ▶ **Dargebotsabhängigkeit der Q(U)-Regelung**
 - ▶ Kein Einfluss durch Auswahl der Wetterjahre
 - ▶ Abhängigkeiten nur bei Betrachtung kleinerer Zeiträume gegeben
- ▶ **Einfluss der Blindleistungsgrenzen**
 - ▶ Signifikante Unterschiede nur bei geringer Wirkleistungseinspeisung gegeben
- ▶ **Einfluss durch beteiligte Kraftwerke**
 - ▶ Flächendeckender Einsatz der Q(U)-Regelung führt zu optimalen Ergebnissen



UNIVERSITY
OF APPLIED SCIENCES
UPPER AUSTRIA



David Böhm

Austrian Power Grid AG

David.Boehm@apg.at



Stefan Aistleitner

FH Oberösterreich

Stefan.Aistleitner
@students.fh-wels.at



Wilhelm Süßenbacher

FH Oberösterreich

Wilhelm.Suessenbacher@fh-wels.at

