



MOREPV2GRID: MORE FUNCTIONALITIES FOR INCREASED INTEGRATION OF PV INTO GRID ERHÖHUNG DER AUFNAHMEKAPAZITÄT FÜR VERTEILTE PV DURCH LOKALE SPANNUNGSREGELUNG

ZIEL: MEHR PV IM NETZ

/ Erhöhung der integrierbaren PV-Anlagendichte in Niederspannungsnetzen

ANSATZ: INTELLIGENTE PV-WECHSELRICHTER MIT LOKALER REGELUNG

/ Lokal autonome Wirk- und Blindleistungsregelung zur Spannungshaltung

RANDBEDINGUNGEN: LOKAL, STABIL UND BEDARFSORIENTIERT

/ Lokale Autonomie, keine Kommunikationsinfrastruktur
/ Gewährleistung der Stabilität paralleler Anlagen
/ Vorrangig Blindleistungsaustausch, nachrangig Begrenzung der Wirkleistung
/ Bedarfsorientierte Aktivierung (Minimierung von Blindarbeit, Netzverlusten und Ertrags-einbußen)
/ Schutzfunktionen bleiben unberührt

METHODIK: KONZEPT, SIMULATION, LABORVERSUCH, FELDTTEST

/ Problemanalyse und Lösungskonzeption mittels detaillierter, zeitlich hochaufgelöster Simulationen mit Vierleitermodellen
/ Implementierung in Hard- und Software, Laborversuche mit hoher Dynamik
/ Validierung mittels mehrmonatiger Feldtestreihe in einem Abschnitt von Netz Oberösterreich

PROBLEM: EINSPEISEBEDINGTE SPANNUNGSANHEBUNG

/ Die Ausgangssituation zeigt großen Einfluss sowohl unsymmetrischer (einphasiger) Einspeiser als auch unsymmetrischer Lasten auf die Unsymmetrie der Phasenspannungen.

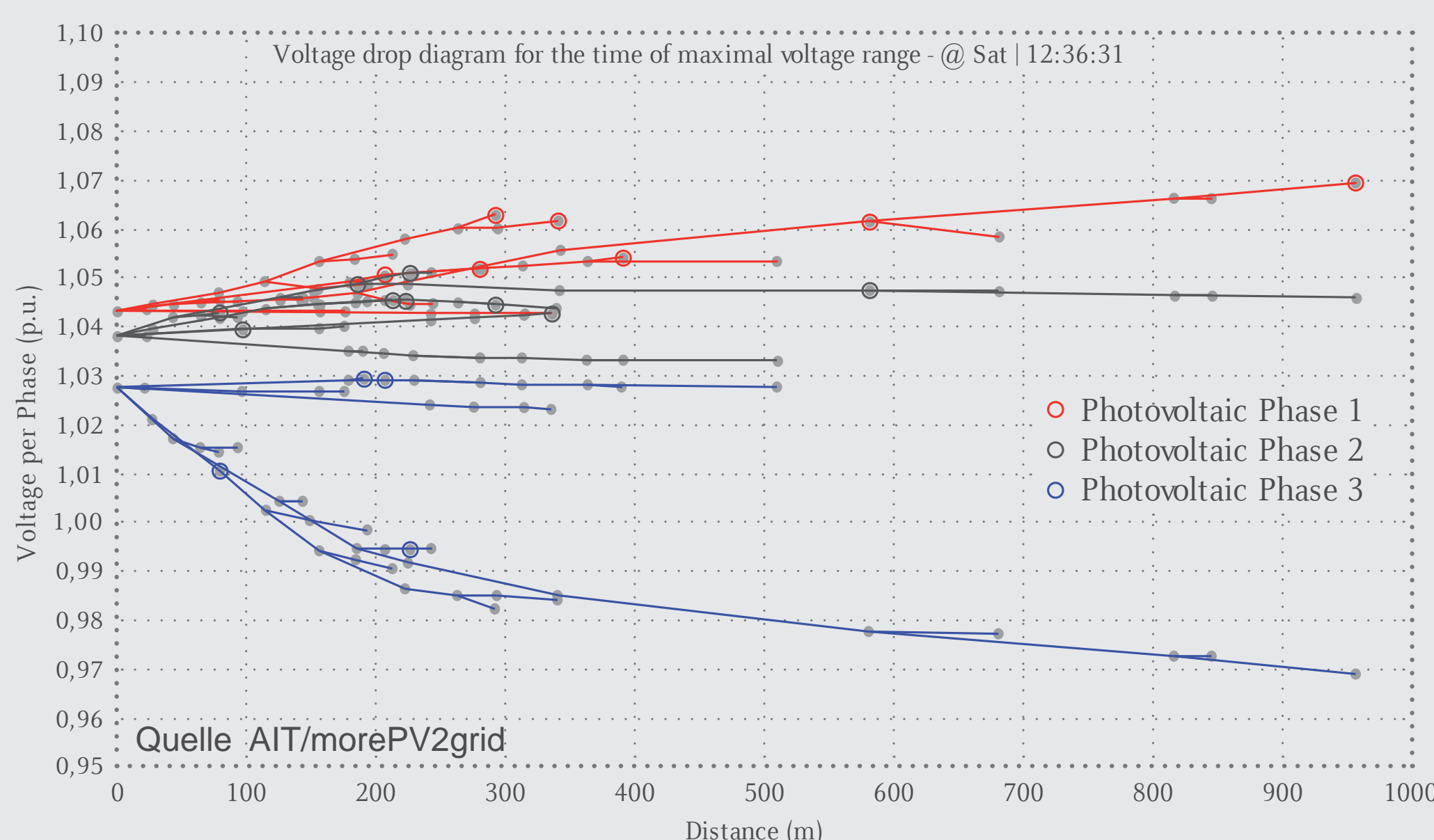


Abb. 1: Spannungsdiagramm bei hoher Spannung im Netz

BEISPIEL PROBLEMLÖSUNGSBEITRAG: FUNKTIONEN Q(U) & P(U)

/ Blindleistungsregelung – im Sinne der Bedarfsorientierung als Q(U) – ermöglicht vorrangig eine Reduktion der Spannungsanhebung. Ihre Wirkung ist jedoch begrenzt. Schutzabschaltungen können nicht ausgeschlossen werden.

/ Mit einer komplementären, spannungsabhängigen Wirkleistungsregelung P(U) kann ein Erreichen der Abschaltgrenzen völlig ausgeschlossen werden. Bereits mit kurzen und geringen Reduktionen kann der durchgehende Betrieb einer hohen PV-Dichte ermöglicht werden. Ein plötzliches Abschalten und Wiederhochfahren bzw. eine Folge davon wird verhindert.

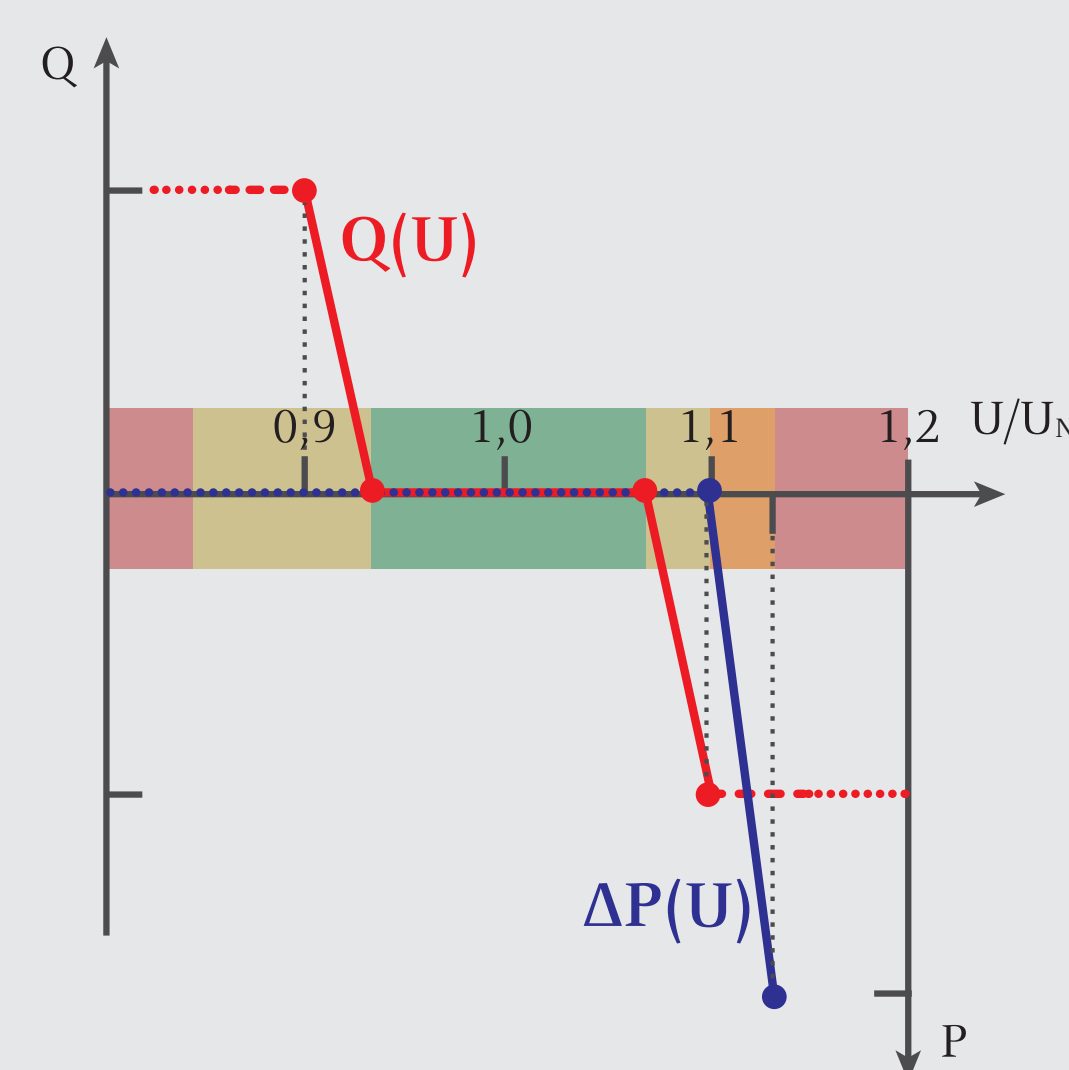


Abb. 2: Kombinierte Q(U)- und P(U)-Regelung

VOM LABOR INS FELD: VALIDIERUNG

/ Laborversuche: Besonderes Augenmerk auf dynamische Tests der spannungsabhängigen Funktionen unter Berücksichtigung unterschiedlicher Anschlusskonstellationen an einzelnen Phasen und Knoten sowie von unterschiedlichen Regelungsparametern (z.B. Zeitverhalten).

/ Feldtestreihe: Auswahl eines Niederspannungsstrangs mit hoher PV-Dichte (inkl. Strangverlängerung und Neubau zweier Anlagen) für mehrmonatige Überprüfung einzelner Testfälle unter realen Bedingungen.

ERKENNTNISSE: FUNKTIONAL, STABIL UND WIRKSAM

/ Funktionalität gegeben, Randbedingungen erfüllt
/ Stabilität netzparalleler Anlagen in einem weiten Bereich sinnvoller Einstellmöglichkeiten
/ Wirksamkeit Blindleistungsregelung
/ Spannungsanhebung zwischen 20 % und 80 % technisch sinnvoll kompensierbar
/ Wirksamkeit Wirkleistungsoptimierung
/ Einspeisebedingtes Überschreiten eines definierten Spannungswertes ausgeschlossen

WIRKSAMKEIT: BEISPIEL P&Q(U)-REGELUNG

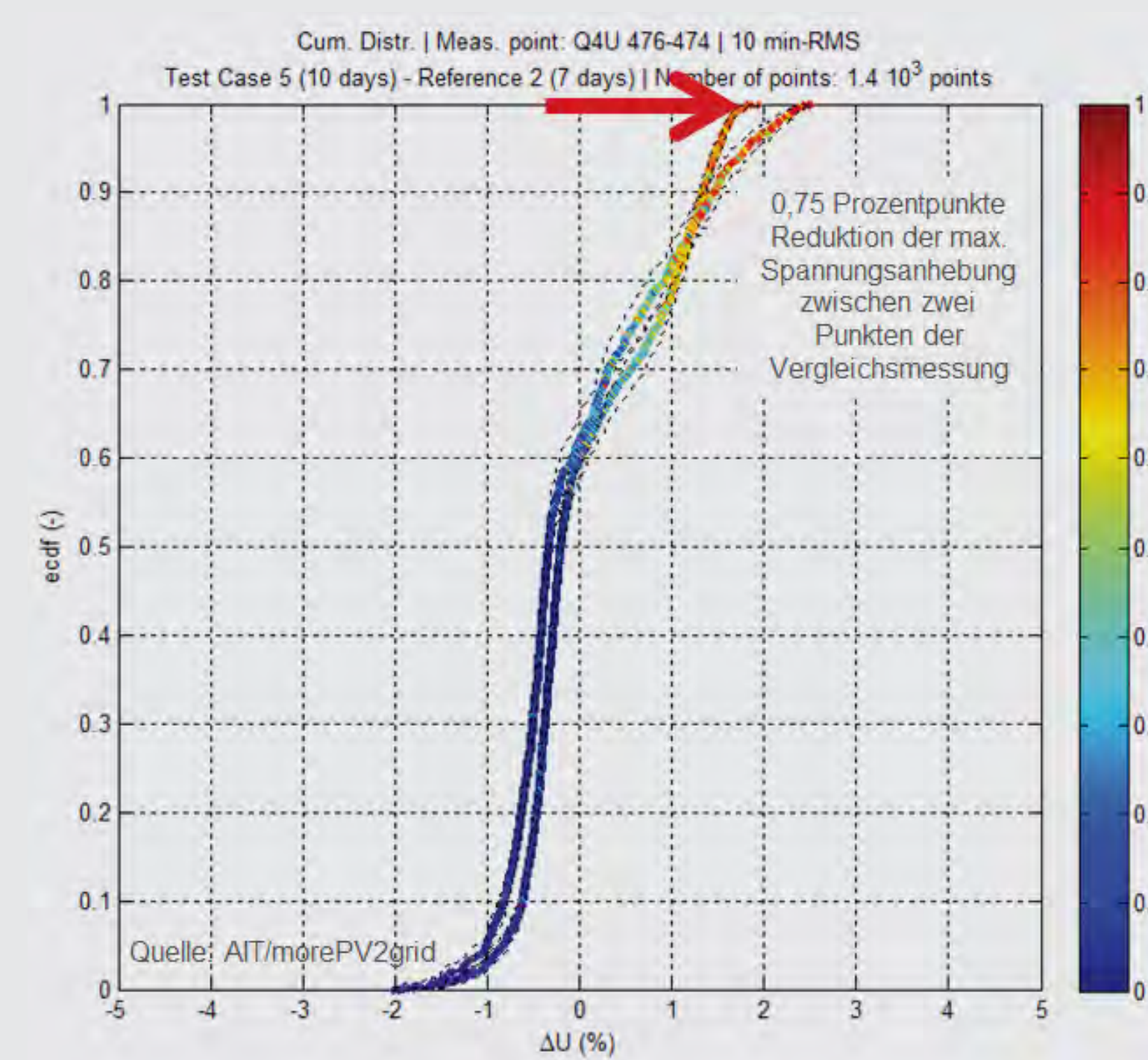


Abb. 3: Kumulierte Häufigkeitsverteilungen (cdf) des Spannungsunterschiedes zwischen einem Referenzfall und einem Testfall P&Q(U)

/ Reduktion der max. Spannungsanhebung im betrachteten Strang von 4,9 % ohne Regelung um 2,25 Prozentpunkte auf 2,65 % mittels P&Q(U)
/ 2/3 des Effekts durch Blindleistungsregelung Q(U)
/ 1/3 des Effekts durch Wirkleistungsreduktion P(U)

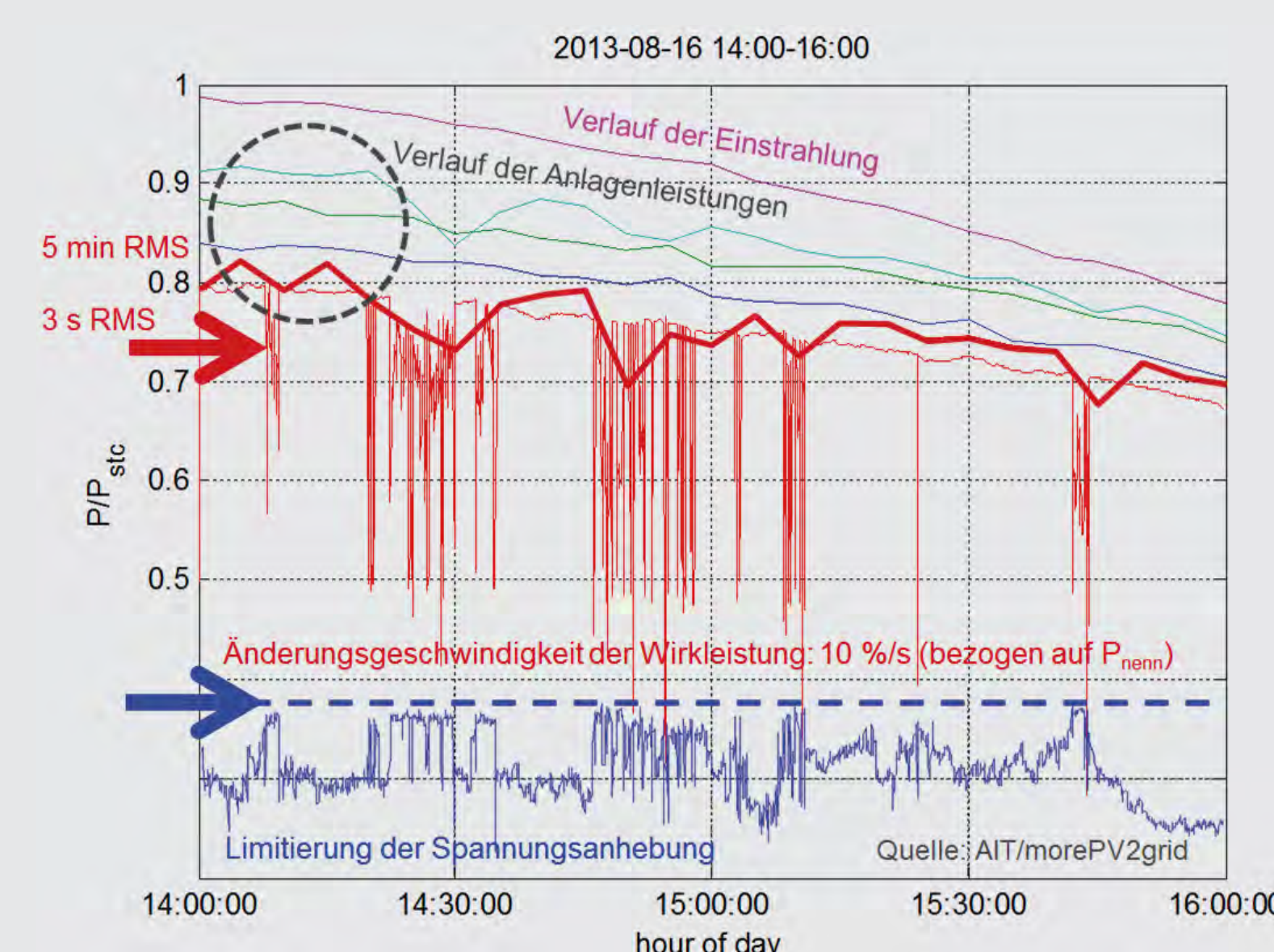


Abb. 4: Zuverlässige Begrenzung der Spannungsanhebung durch P(U)

DETAILBETRACHTUNG P(U):

/ Stufenlose Regelung
/ Punktuelle Eingriffe
/ Nicht eingespeiste Energie gering
(hier ca. 2,5 % innerhalb von 2 kritischen Stunden)

EMPFEHLUNGEN UND AUSBLICK

/ Einsatz der lokalen Regelungsvarianten zu empfehlen
/ Lokale Q-Regelungen bereits in den Regelwerken; lokale P-Regelungen unstandardisiert
/ „Smart Grid“ auch ohne Kommunikation praxistauglich, jedenfalls als Rückfallebene
/ Mit Fernsteuerung weitere Optimierung möglich (vgl. Projekt DG DemoNet – Smart LV Grid)
/ Organisatorische Herausforderungen
/ Berücksichtigung des Spannungsbandgewinns bei Netzplanung und Anschlussbeurteilung
/ Einfache Handhabung durch Vereinbarung standardmäßiger Einstellungen
/ Rechtlich-regulatorische Deckung einer „Anschlusszusage mit Ertragsverlust“

VERGLEICH ZWISCHEN VERSCHIEDENEN REGELUNGSMODI

REGELUNGSART	COSφ(P)	Q(U)	Q(U) & P(U)
WIRKSAMKEIT (REDUZIERUNG DER SPANNUNGSANHEBUNG)	++ sehr wirksam: / Alle Anlagen tragen gleichzeitig bei / Anlagen in Nebensträngen helfen über die Traforeaktanz mit - undifferenzierte senkende Wirkung	+ weniger wirksam als cosφ(P) (nur Anlagen, die auch eine erhöhte Spannung messen helfen mit). + Stützung bei Unterspannung (sofern PV-Einspeisung vorhanden)	+++ Wirksamkeit der Blindleistungsregelung wie bei Q(U). Durch P(U) Spannungsanhebungen über einen wählbaren Grenzwert unmöglich. + Stützung bei Unterspannung (sofern PV-Einspeisung vorhanden)
EINFLUSS AUF BLINDLEISTUNGS-HAUSHALT UND NETZVERLUSTE	- teilweise unnötiger Blindleistungsbezug (geringer als bei cosφ) - erhöhte Netzverluste	+ kein unnötiger Blindleistungsbezug + keine unnötige Erhöhung der Netzverluste	+ kein unnötiger Blindleistungsbezug + keine unnötige Erhöhung der Netzverluste
KOMPLEXITÄT DER PARAMETRIERUNG (NETZPLANUNG)	+ einfach - Dimensionierung des Wechselrichters sollte berücksichtigt werden	- komplexere Parametrierung; Kompromiss Wirksamkeit / Blindleistungsbezug	- komplexere Parametrierung; Kompromiss Wirksamkeit / Blindleistungsbezug / Wirkleistungsbegrenzung



Das Projekt morePV2grid wurde aus Mitteln des Klima- & Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „NEUE ENERGIEN 2020“ durchgeführt.



Christoph WINTER
Fronius International GmbH
Froniusplatz 1 / 4600 Wels / Austria
winter.christoph@fronius.com
www.fronius.com