

# morePV2grid: Spannungsregelung mittels PV-Wechselrichter – Ergebnisse aus einem Feldtest

Christoph Winter

Fronius International GmbH  
Sparte Solarelektronik  
Froniusplatz 1  
4600 Wels

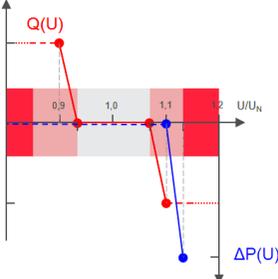
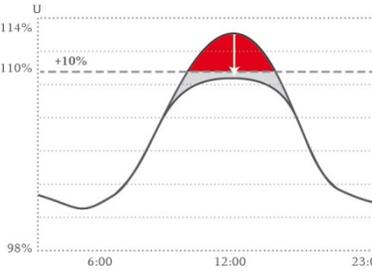


**WIR HABEN DREI SPARTEN  
UND EINE LEIDENSCHAFT:  
GRENZEN VERSCHIEBEN.**

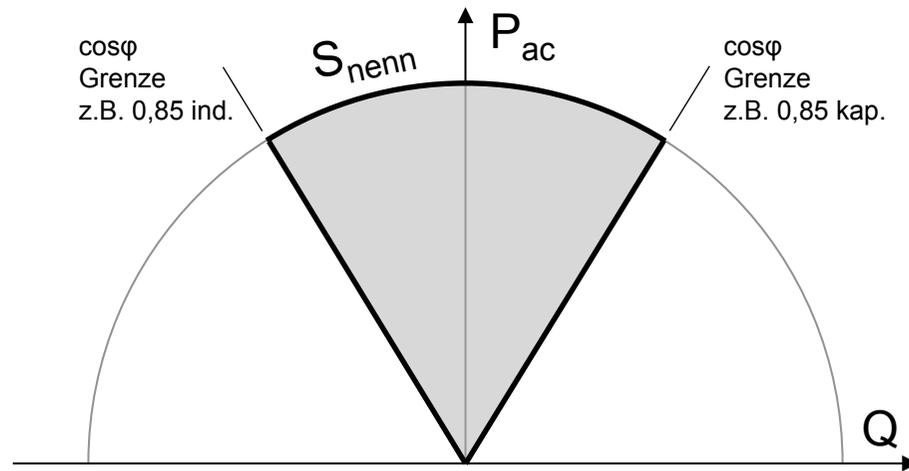
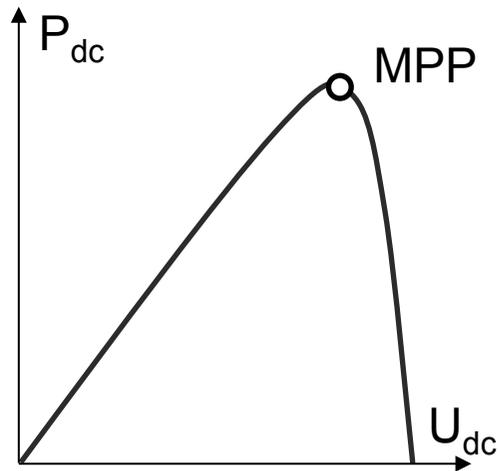
# Inhalt

- / Projektübersicht morePV2grid**
- / Was ein PV-Wechselrichter kann**
- / Problem und Problemlösungsbeitrag durch PV-Wechselrichter**
- / Regelung von Wirk- und Blindleistung: lokal autonom**
- / Bestätigung von Funktionalität und Wirksamkeit: Simulation, Labortest, Feldtest**
- / Schlussfolgerungen**
- / Handlungsempfehlungen und Ausblick**

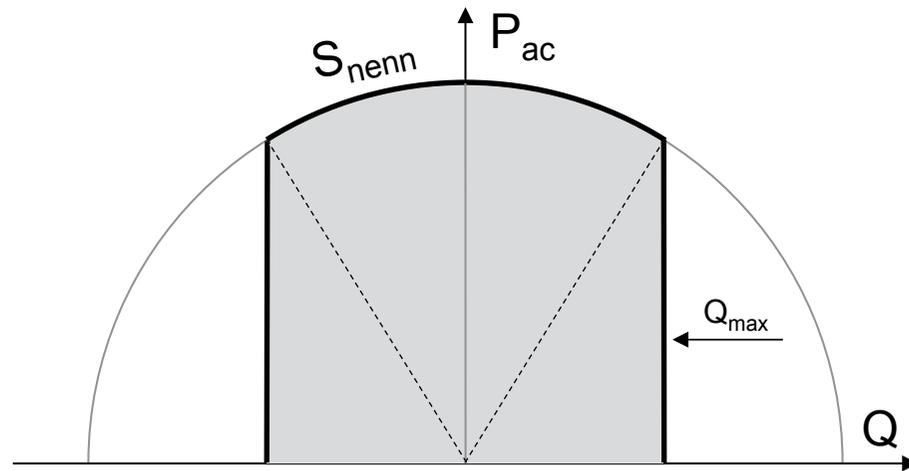
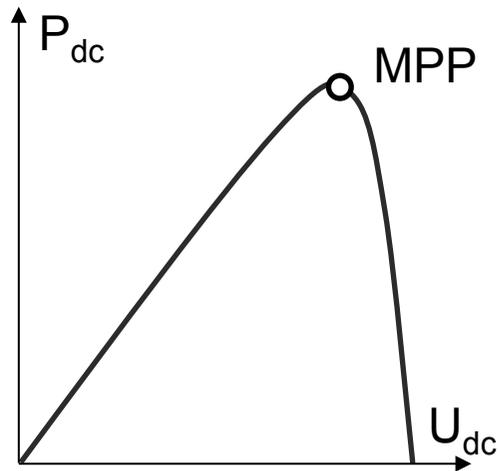
# Projektübersicht: morePV2grid

Struktur	Konzept	Ergebnisse	Verwertung
			
<ul style="list-style-type: none"><li>/ Kooperatives Forschungs- und Demonstrationsprojekt</li><li>/ Konsortium aus Industrie, Forschung und Netzbetrieb</li><li>/ Forschungsförderung durch Klima- und Energiefonds</li><li>/ Gesamtbudget: 0,5 Mio Euro</li><li>/ Laufzeit: 2010-2013</li></ul>	<p>Intelligente Wechselrichter unterstützen aktiv die <b>Spannungshaltung</b> im elektrischen Netz</p> <ul style="list-style-type: none"><li>/ durch <b>optimierte, lokale Regelung von Wirk- und Blindleistung</b></li><li>/ und ohne übergeordnete Kommunikationstechnik.</li></ul>	<p>Erprobung der Konzepte mittels Versuchsreihen</p> <ul style="list-style-type: none"><li>/ in einem realen Netzgebiet</li><li>/ mit regelbaren Fronius Wechselrichtern</li></ul> <p>Mit Blindleistungsregelung kann die mögliche Einspeiseleistung um 20 bis 80 % erhöht werden.</p> <p>Mit Wirkleistungsoptimierung ist noch viel mehr möglich.</p>	<ul style="list-style-type: none"><li>/ Deutliche Erhöhung der netzverträglichen Dichte an PV-Anlagen</li><li>/ Optimierung von Regelungsstrategien gemeinsam mit Netzbetrieb</li><li>/ Smart-Grid-Funktionalitäten auch ohne Kommunikation wirksam realisierbar</li></ul>

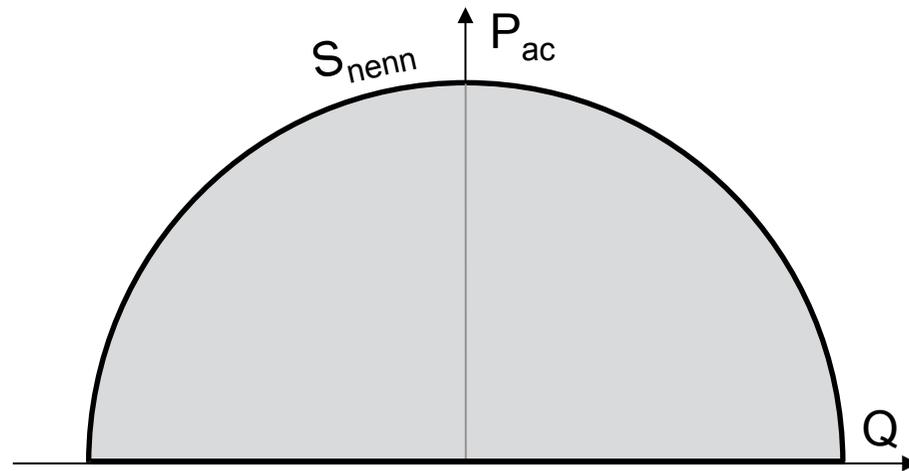
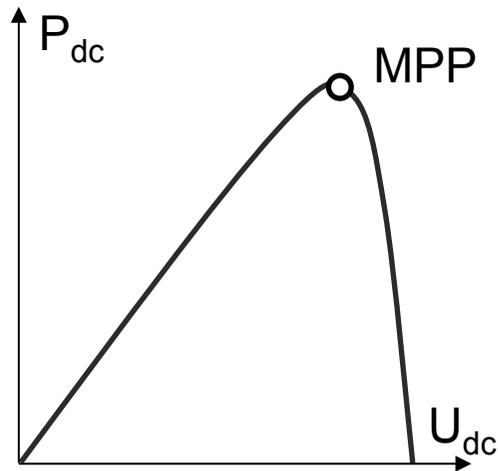
# Was ein PV-Wechselrichter kann: Betriebsbereiche (1)



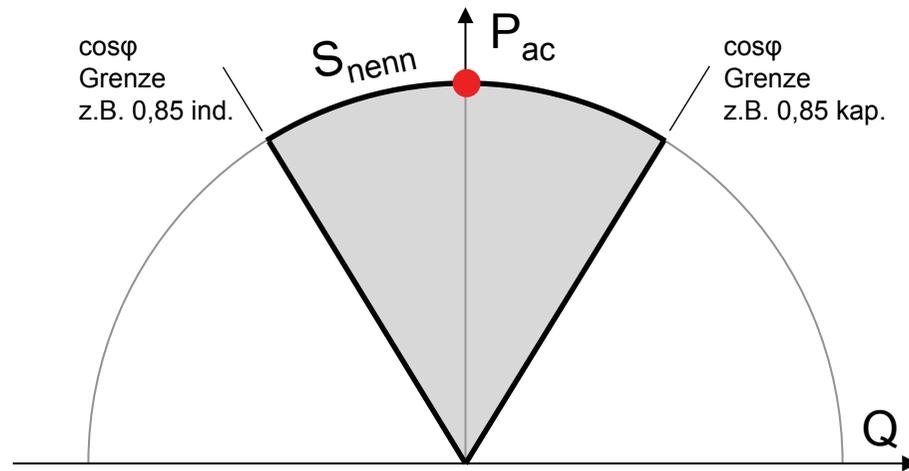
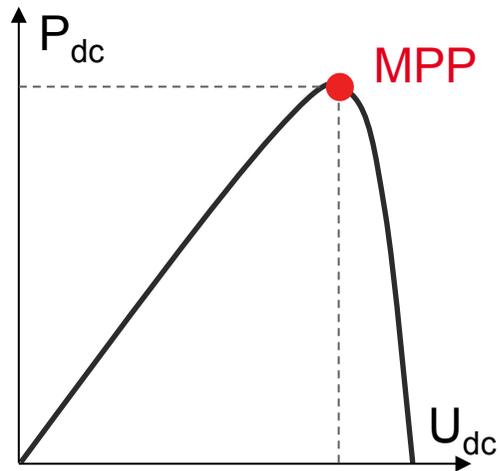
## Was ein PV-Wechselrichter kann: Betriebsbereiche (2)



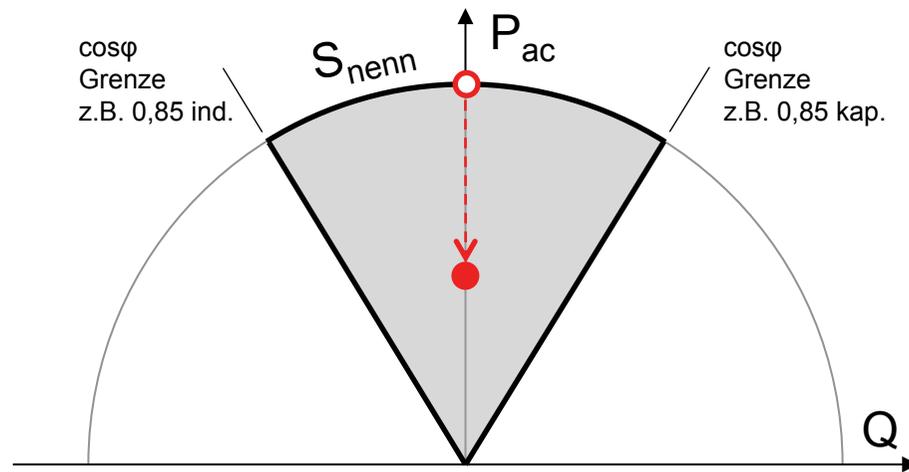
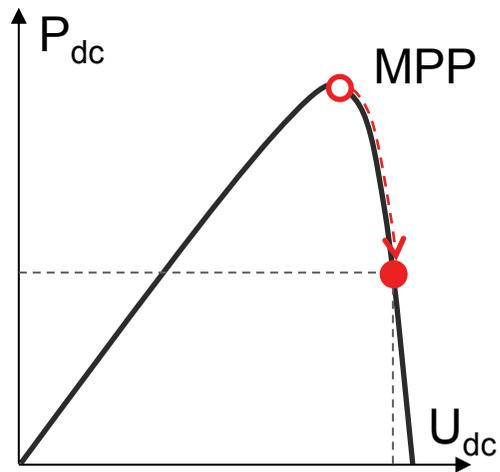
## Was ein PV-Wechselrichter kann: Betriebsbereiche (3)



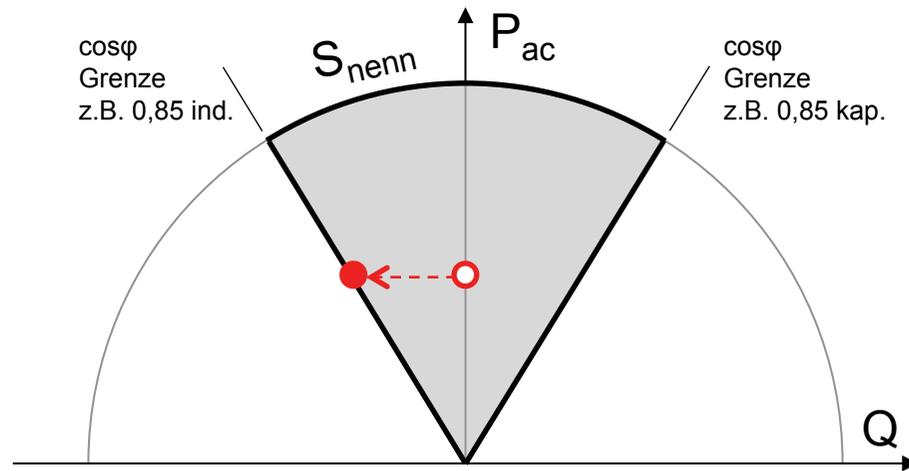
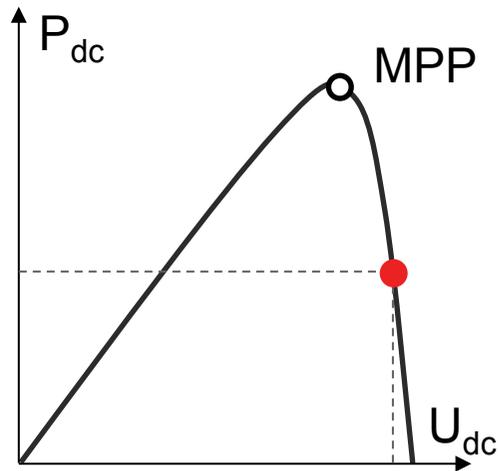
# Was ein PV-Wechselrichter kann: Wirkleistung (1)



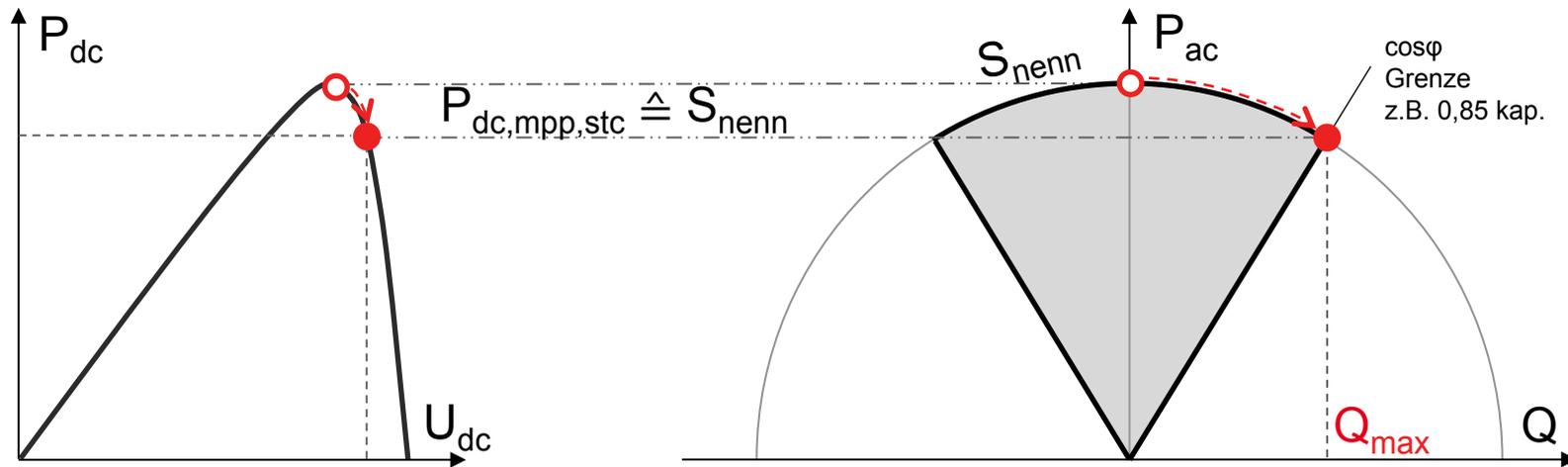
## Was ein PV-Wechselrichter kann: Wirkleistung (2)



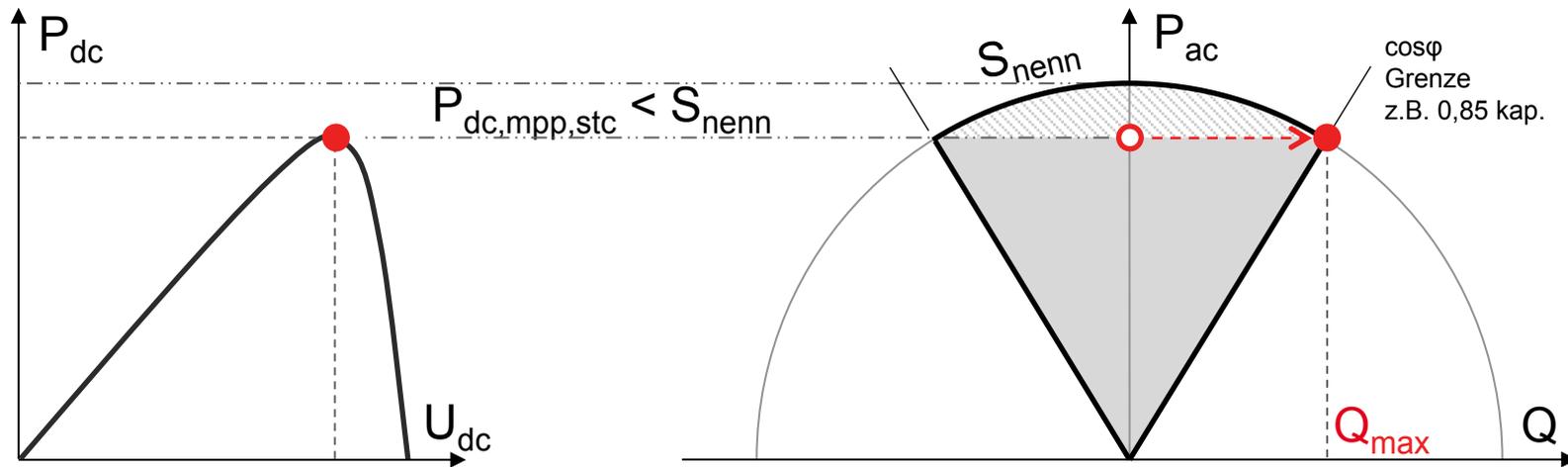
# Was ein PV-Wechselrichter kann: Blindleistung (1)



## Was ein PV-Wechselrichter kann: Blindleistung (2)

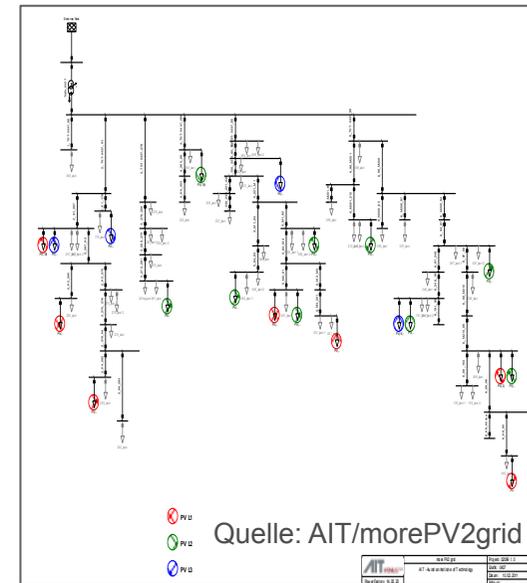
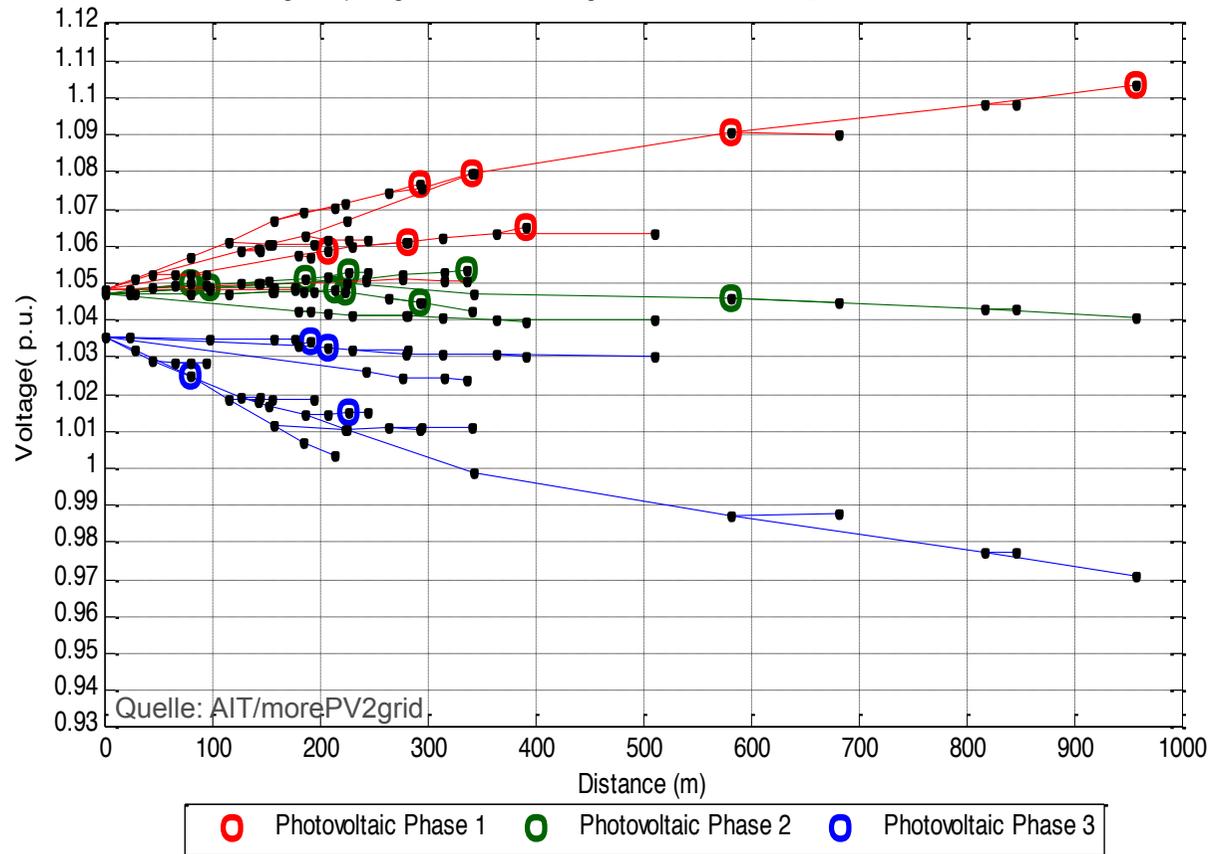


## Was ein PV-Wechselrichter kann: Blindleistung (3)



# Problem: Spannungshaltung im Niederspannungsnetz

Voltage drop diagram for Over-Voltage critical node - 0437\_090 - @ Sun | 13:16:23



# Problemlösungsbeitrag durch PV-Wechselrichter

## / Zieldefinition

/ Erhöhung der integrierbaren PV-Anlagendichte in Niederspannungsnetzen

## / Maßnahmen

/ Einsatz von Wirk- und Blindleistungsregelung zur Unterstützung der Spannungshaltung

## / Randbedingungen

/ Lokale Autonomie (keine Kommunikationsinfrastruktur)

/ Gewährleistung der Stabilität

/ Vorrangig Blindleistungsaustausch mit einem Leistungsfaktor von minimal 0,85

/ Nachrangig Begrenzung der Wirkleistung

/ Bedarfsorientierte Aktivierung (Minimierung von Blindarbeit, Netzverlusten und Ertragseinbußen)

/ Schutzfunktionen bleiben unberührt

# Regelung von Wirk- und Blindleistung: lokal autonom

## / Beispiele für Regelungsmechanismen

/  $\cos(\varphi) = \text{konstant}$

/  $\cos(\varphi) = f(P)$

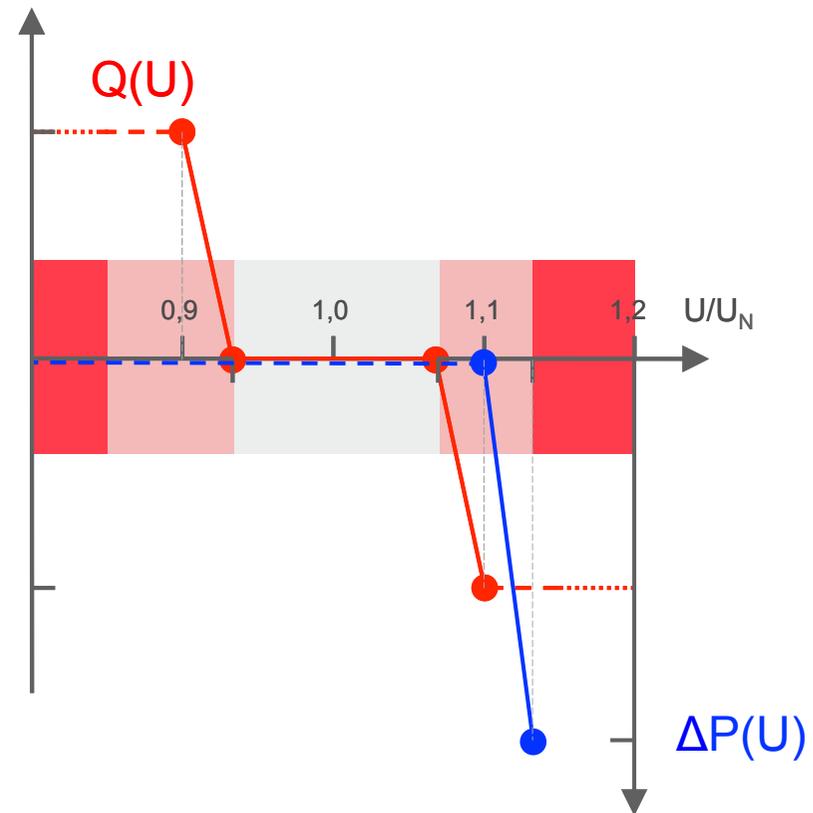
/  $Q = f(U)$

/ Kombinationen

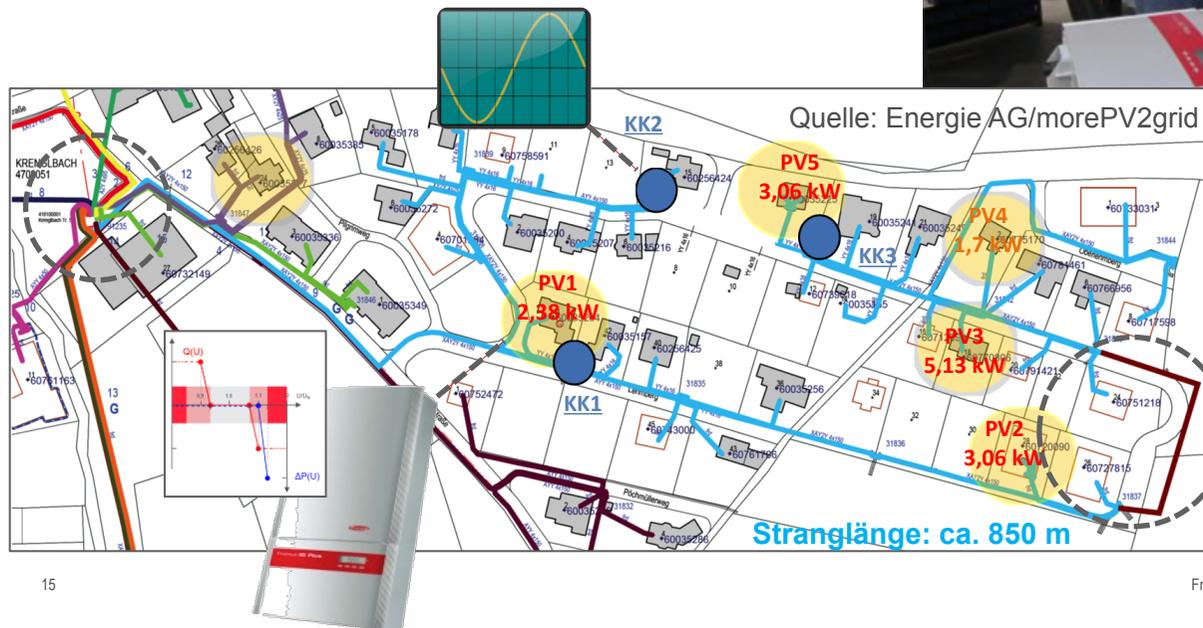
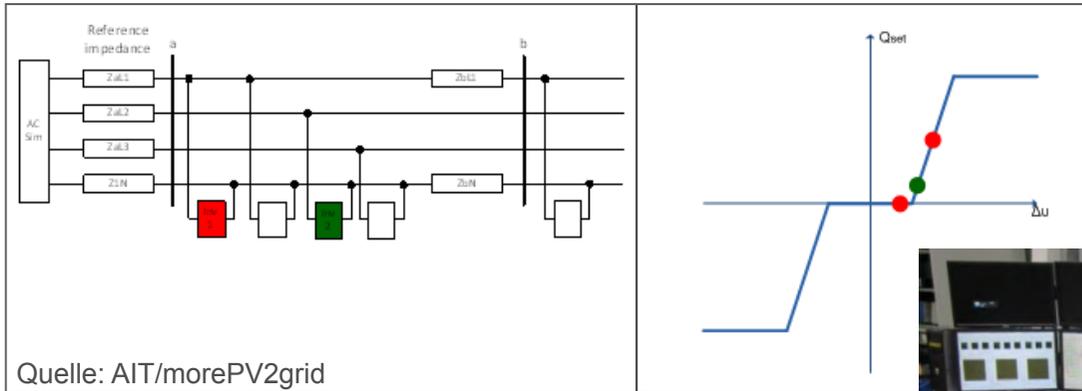
$Q = f(U)$

&

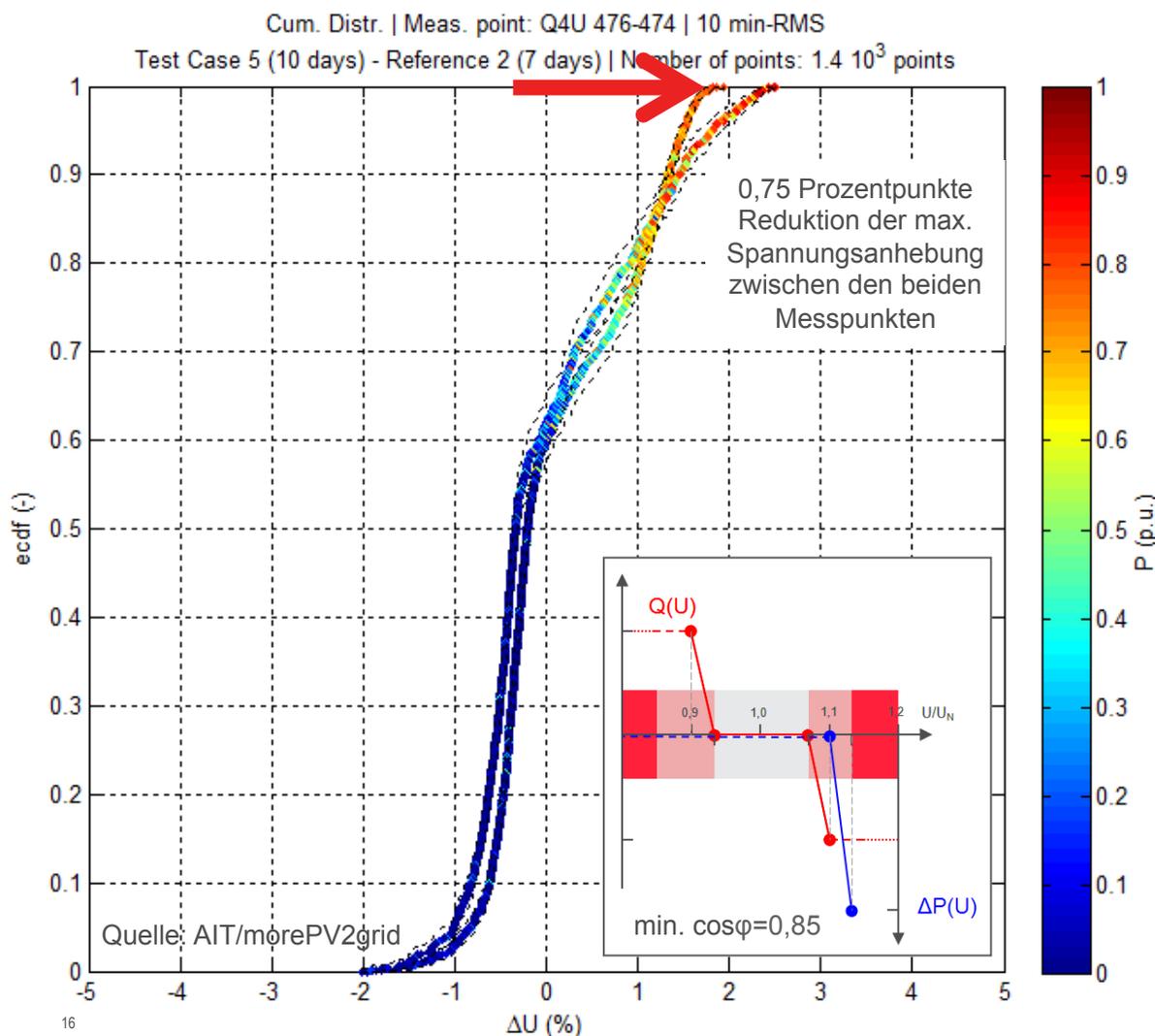
$P = f(U)$



# Analyseschritte: Simulation, Labortest, Feldtest

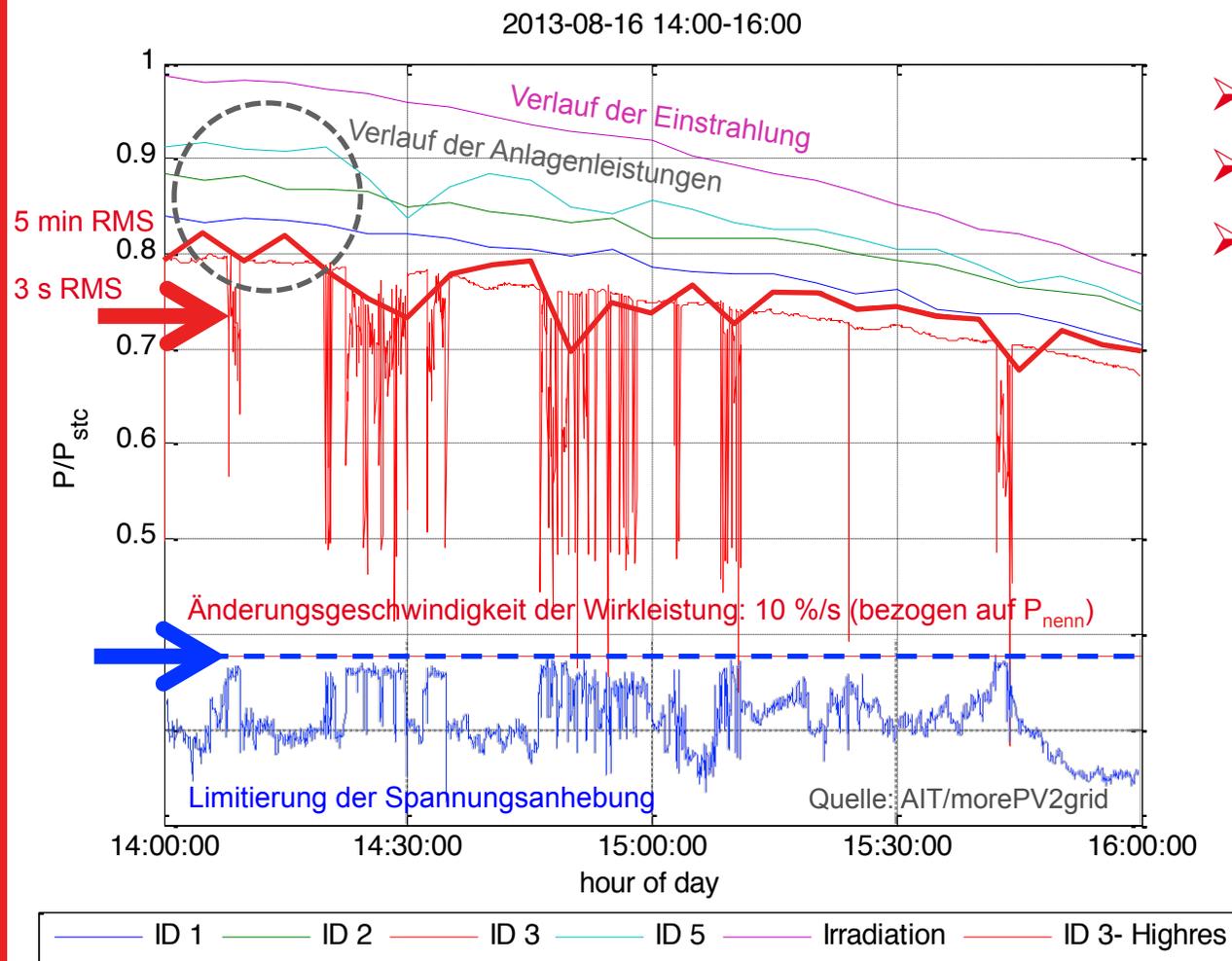


# Bestätigung der Wirksamkeit: Beispiel P&Q(U)-Regelung



- 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 Blindleistungregelung Q(U)
- 1/3 des Effekts durch Wirkleistungsreduktion P(U)

# Effekt der spannungsabh. Wirkleistungsreduktion P(U)



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

# Schlussfolgerungen

## / Funktionalität gegeben, Randbedingungen erfüllt

- / Lokal autonome Unterstützung der Spannungshaltung durch PV-Wechselrichter
- / Stabilität netzparalleler Anlagen in einem weiten Bereich sinnvoller Einstellmöglichkeiten
- / Vorrangig Blindleistungsaustausch, nachrangig Begrenzung der Wirkleistung
- / Bedarfsorientierte Aktivierung
- / Schutzfunktionen bleiben unberührt

## / Wirksamkeit Q-Regelung

- / Spannungsanhebung zwischen 20 % und 80 % technisch sinnvoll kompensierbar
- / Anlagenbetreiber: Dimensionierung auf Scheinleistung

## / Wirksamkeit P-Regelung

- / Einspeisebedingtes Überschreiten eines definierten Spannungswertes ausgeschlossen
- / Anlagenbetreiber: „Anschlusszusage mit Ertragsverlust“

## Handlungsempfehlungen 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“



### / Weiterer Untersuchungsbedarf

- / Analyse der Vor- und Nachteile unterschiedlicher Q-Regelungen, z.B. Q(U) versus  $\cos\phi(P)$
- / ...





**GRENZEN VERSCHIEBEN**

