

POTENTIAL DER WIRKLEISTUNGSBEGRENZUNG ZUR ERHÖHUNG DER ERZEUGUNGS-AUFNAHME FÄHIGKEIT IN VERTEILERNETZEN

Benoît Bletterie, **Serdar Kadam**, Werner Friedl, Roland Bründlinger

Inhalt

- Möglichkeiten der Wirkleistungsbegrenzung bzw. –abregelung
- Vergleich für ausgewählte Länder
- Detailbetrachtungen für einen Netzabschnitt
- Ausblick und Zusammenfassung

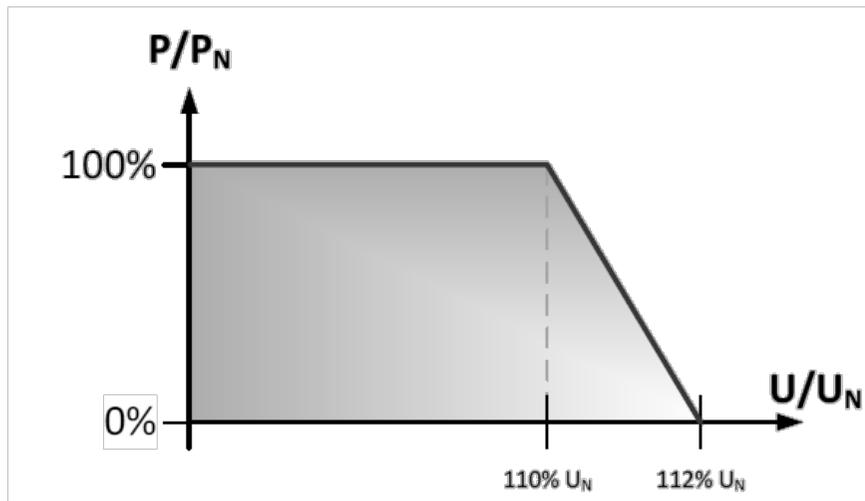
Inhalt

- Möglichkeiten der Wirkleistungsbegrenzung bzw. –abregelung
- Vergleich für ausgewählte Länder
- Detailbetrachtungen für einen Netzabschnitt
- Ausblick und Zusammenfassung

Möglichkeiten der spannungsgeführten Abregelung

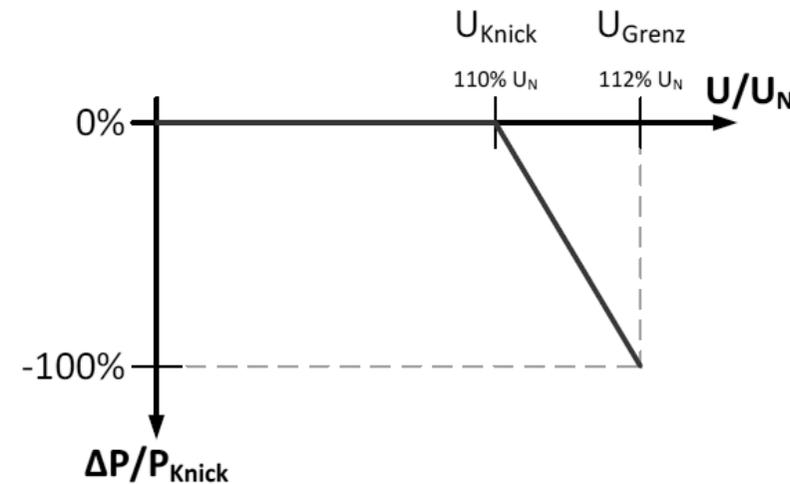
„Deckelung“

- „Erlaubte Einspeisefläche“
- Abregelung bei geringer Einspeiseleistung nur bei Abschaltgrenze



Ausgehend von der Momentanleistung

- Sobald Überspannungen auftreten erfolgt eine Abregelung der Momentanleistung
- Auch bei sehr geringer Einspeiseleistung



beide Bilder: e-control.at - Konsultationsentwurf TOR Teil D4 "Parallelbetrieb von Erzeugungsanlagen mit dem Verteilernetz"

Abschätzung des Minderertrags - Wirkleistungsbegrenzung

- Trade-off: Planbarkeit vs. energetische Ausbeute
- Wie kann der Minderertrag verglichen werden?
- Wie kann die Aufnahmefähigkeit in Netzen erhöht werden?

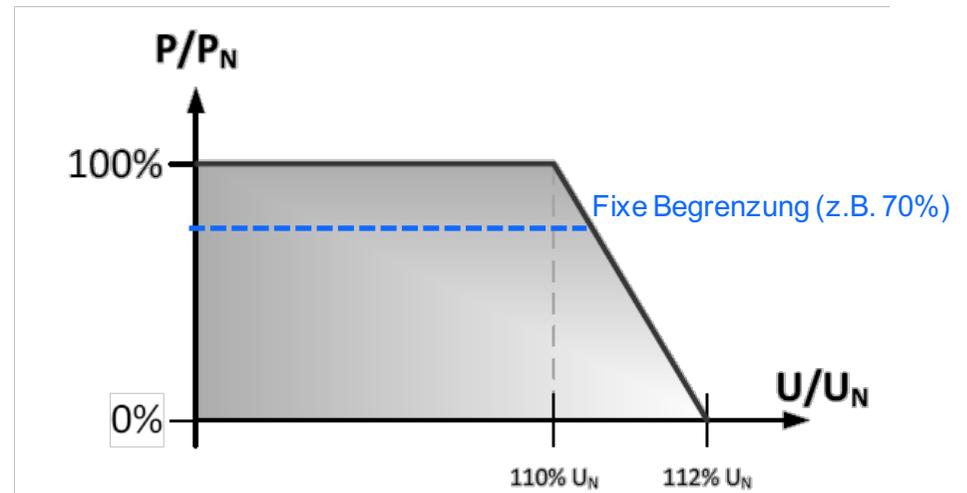


Bild: e-control.at eigene Bearbeitung

Vor- und Nachteile Wirkleistungsbegrenzung vs. P(U)

Maßnahme	Vorteile	Nachteile
Fixe Begrenzung (z.B. 70% der Nennleistung)	<ul style="list-style-type: none"> - Fair (Wirkleistungsbegrenzung im selben Umfang bei allen Erzeugungsanlagen) - Wirksamkeit einfach zu bestimmen → einfache Netzplanung - Entgangener Ertrag leicht zu ermitteln → transparent und vorhersagbar für alle Stakeholder - Umsetzung in Erzeugungsanlagen einfach (Produkte haben diese Feature) 	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht optimal: die Leistung wird immer auf 70% begrenzt, auch wenn es nicht notwendig ist → Höhere Ertragsverluste - Wesentlich mehr Energie wird nicht eingespeist
P(U)-Regelung	<ul style="list-style-type: none"> - Weniger suboptimal: die Leistung wird überwiegend dort reduziert wo es tatsächlich notwendig ist und am effektivsten ist - Relativ einfache Umsetzung (Produkte haben dieses Feature) - Ohne Kommunikation - Abregelung bezogen auf Bemessungsleistung führt zu geringsten Betriebsstunden der P(U)-Regelung 	<ul style="list-style-type: none"> - Nicht fair: Anlagen am Strangende müssen öfter und mehr reduzieren - Netzabhängig → komplexere Netzplanung - Entgangener Ertrag kaum messbar → „Worst-Case“ notwendig - Unsicherheiten durch Änderungen im Netz (zusätzliche Erzeugungsanlagen bzw. Lastverhalten)

Inhalt

- Möglichkeiten der Wirkleistungsbegrenzung bzw. –abregelung
- Vergleich für ausgewählte Länder
- Detailbetrachtungen für einen Netzabschnitt
- Ausblick und Zusammenfassung

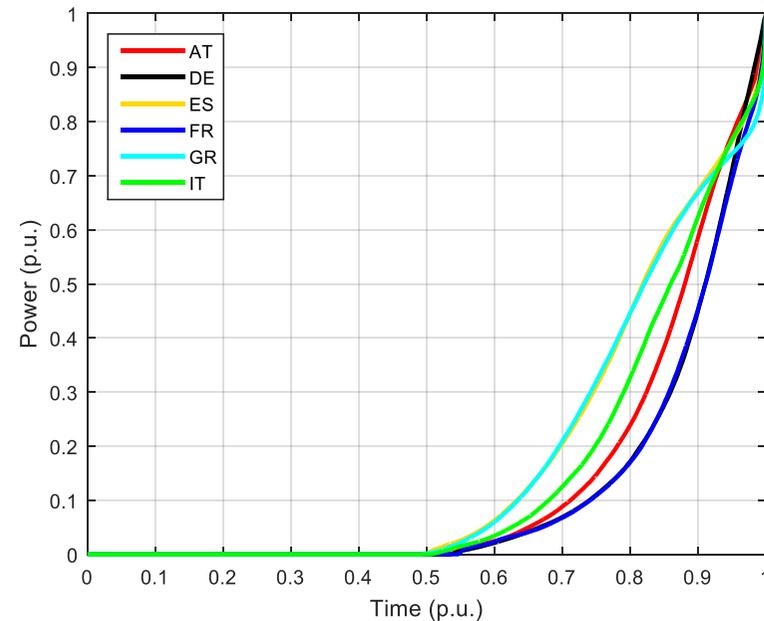
Vergleich der Jahresdauerlinien unterschiedlicher Regionen

- 6 Anlagen aus 6 Ländern
 - Gemessene 5-Min Werte

- Über das Jahr betrachtet treten hohe Leistungen generell eher selten auf

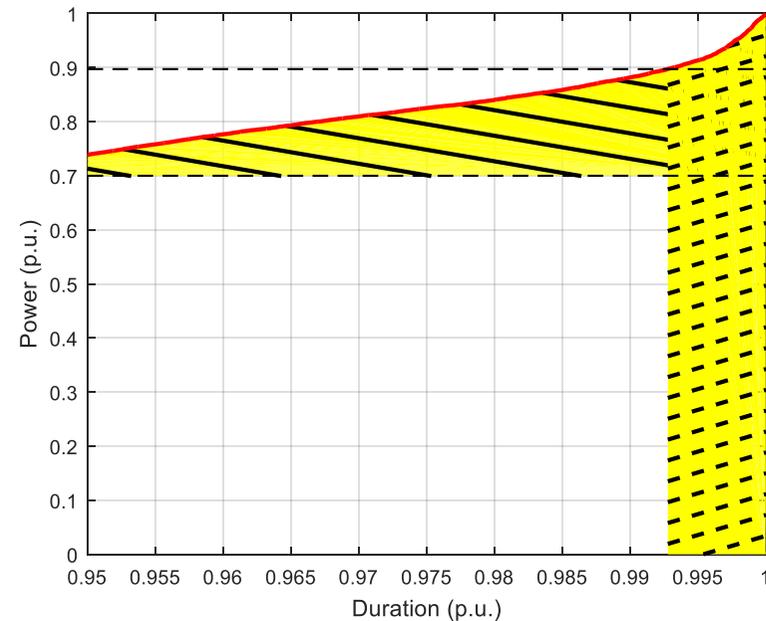
- Auslegung des Netzes auf PV-Spitzenleistung?

- Begrenzung der Hosting Capacity aufgrund dieser Spitzen?



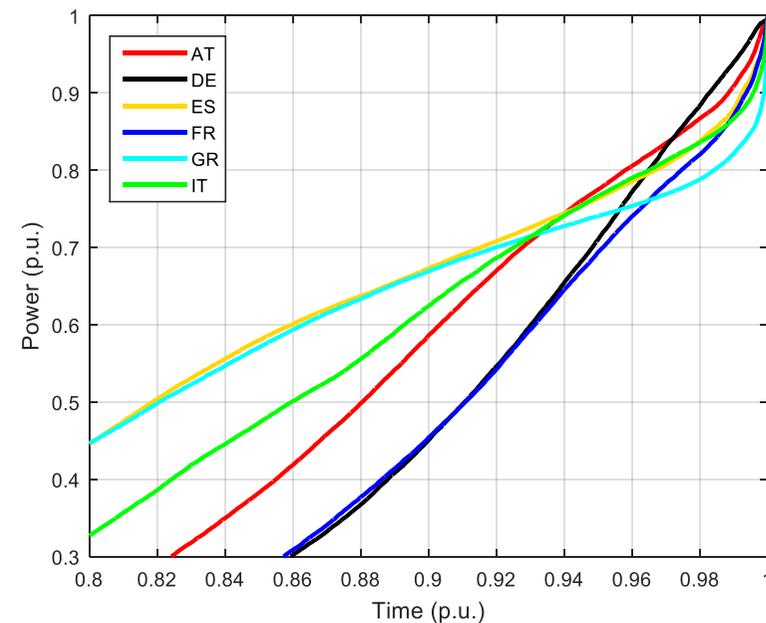
Möglicher Ansatz für eine Worst-Case Abschätzung

- Ermittlung des Minderertrags bei einer Wirkleistungsbegrenzung
- Annahme: $P(U)$ regelt die gleiche Energiemenge ab
- Umlegung des Minderertrags auf Betriebsstunden



Umlegung der begrenzten Wirkleistung auf eine Dauer

- Die Hosting Capacity kann durch eine Begrenzung bzw. Abregelung der Wirkleistung erhöht werden
- Wirkleistungsbegrenzung auf z.B. 70%
 - Aufnahmefähigkeit steigt um:
 - ca. 42% (ausgehend von Pmax)
 - ca. 20% (0.85 x Pmax)
- Aufnahmefähigkeit mit P(U)-Regelung geringer



Land	AT	DE	ES	FR	GR	IT
Ertrag (kWh/kWp)	1208	1022	1593	1001	1566	1347
Etrag (P>0,70 p.u.) (%)	6.4	6.7	4.3	4.8	2.9	4.8
Dauer (h)	81	70	74	50	51	71
Pred (p.u.)	0.91	0.95	0.89	0.90	0.84	0.88
ΔAufnahmefähigkeit (%)	9	5	12	11	18	14

Inhalt

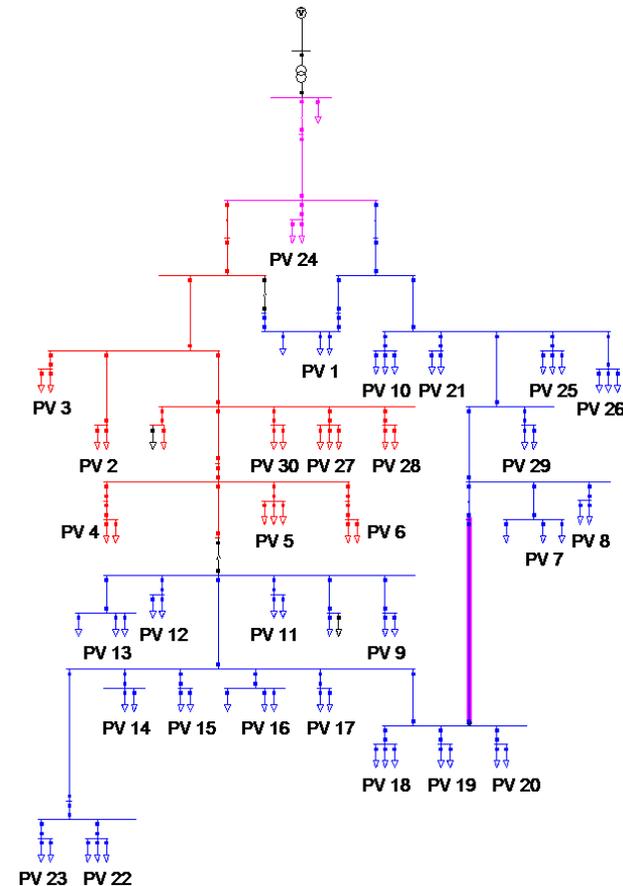
- Möglichkeiten der Wirkleistungsbegrenzung bzw. –abregelung
- Vergleich für ausgewählte Länder
- **Detailbetrachtungen für einen Netzabschnitt**
- Ausblick und Zusammenfassung

Durchgeführte Simulationen

Durchgeführte Simulationen

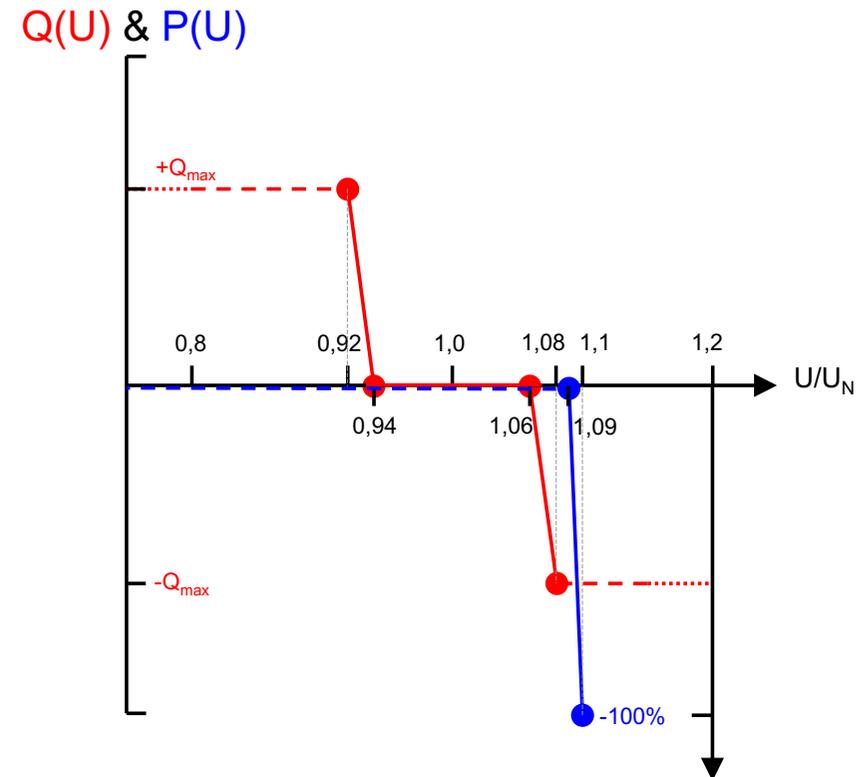
- Netzabschnitt mit 2 Strängen
- Nicht simulierte Stränge als Ersatzlast am Transformator
- Unsymmetrische Lastprofile
- 30 x 3kWp einphasige PV-Anlagen
 - Gleichzeitigkeitsfaktor 1 (worst case)

Übersicht Netzabschnitt



Regelungsansatz

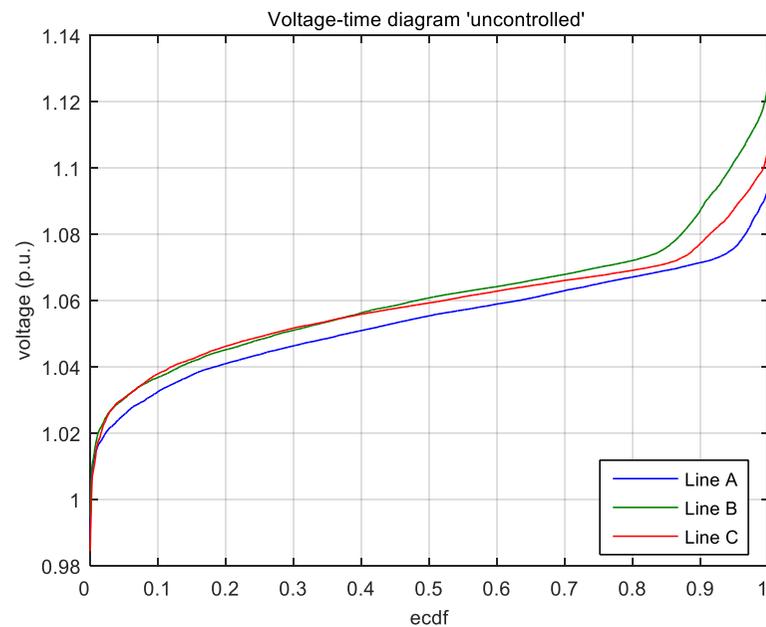
- Blind- und Wirkleistungsregelung um Spannung in einem zulässigen Bereich zu halten
- Alle Anlagen erhalten selbe Kennlinie
- Szenarien
 - Sonnig / wechselhaft / bewölkt
 - Montag / Freitag / Sonntag
 - Sommer / Winter
 - =18 Tage – Hochrechnung auf ein Jahr



Auswirkungen auf Spannungsverhältnisse

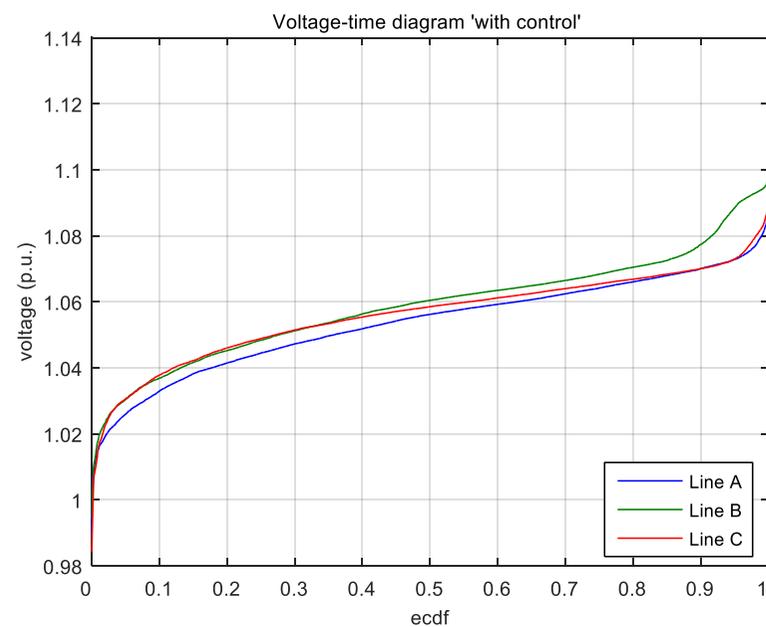
Referenz (Energienmenge)

- Spannungen unzulässig hoch
- Würde zu Netztrennungen führen



Q&P(U)-Regelung

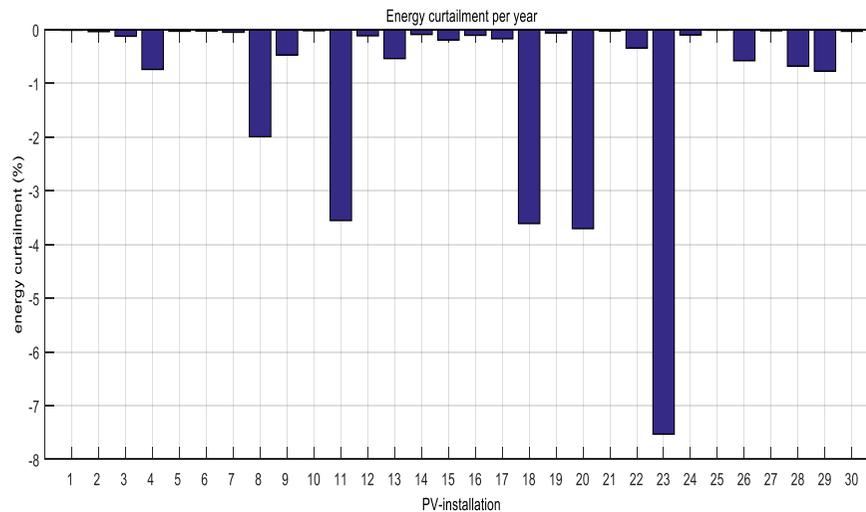
- Höchste Spannung vorgebbar
- Netztrennung kann verhindert werden



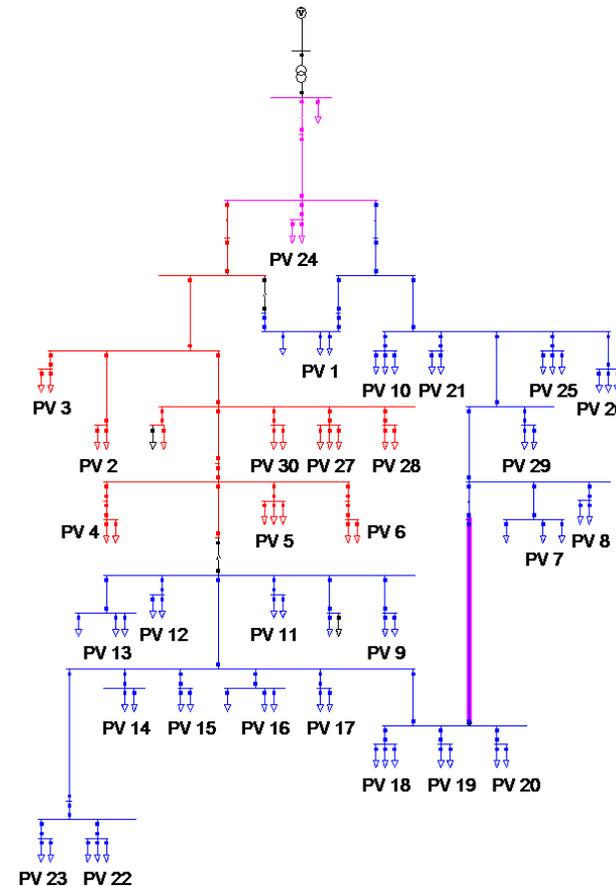
Auswirkungen auf PV-Anlagen (1)

Anlagen unterschiedlich stark betroffen

- Einflussfaktoren
 - Nähe zu anderen Einspeisern
 - Einspeisung auf selbe Phase
 - Gleichzeitigkeit Last/Erzeugung



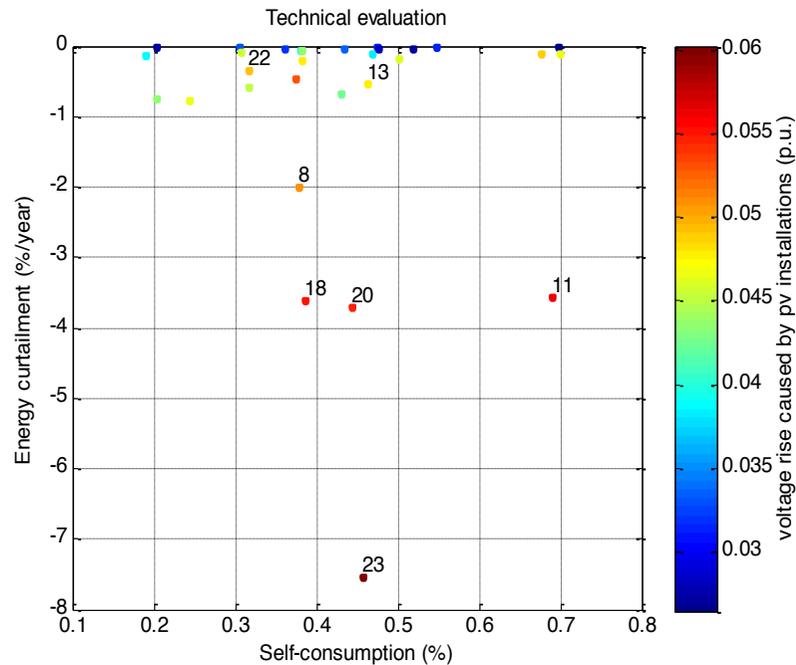
Übersicht Netzabschnitt



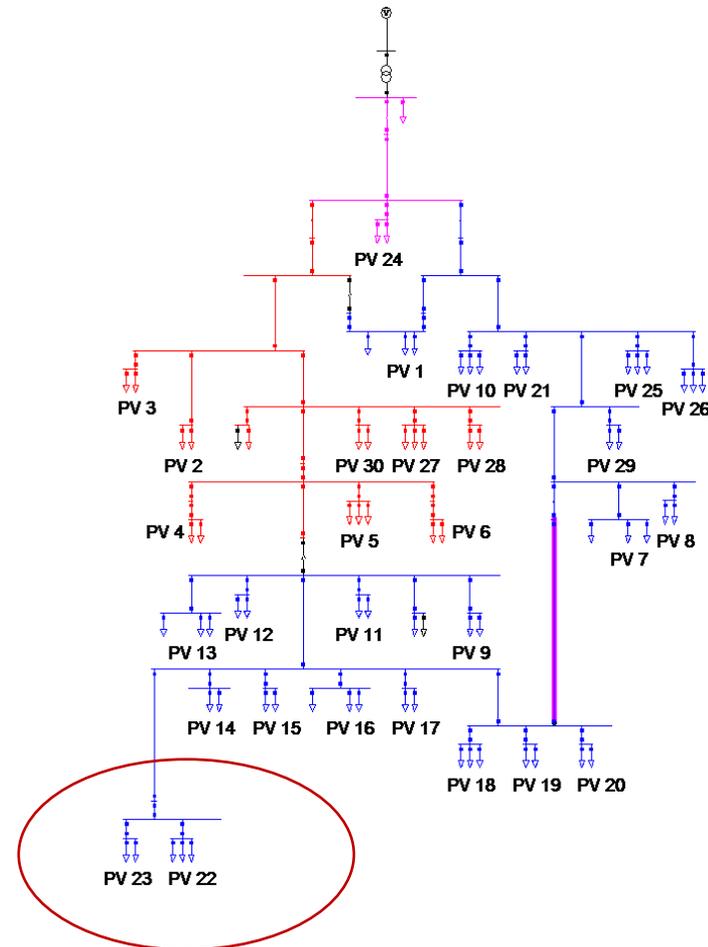
Auswirkungen auf PV-Anlagen (2)

Eigenverbrauch (3phasig)

- Hausanschlussleitungen (16mm²) 30m lang (PV22) bzw. 40m lang (PV23)



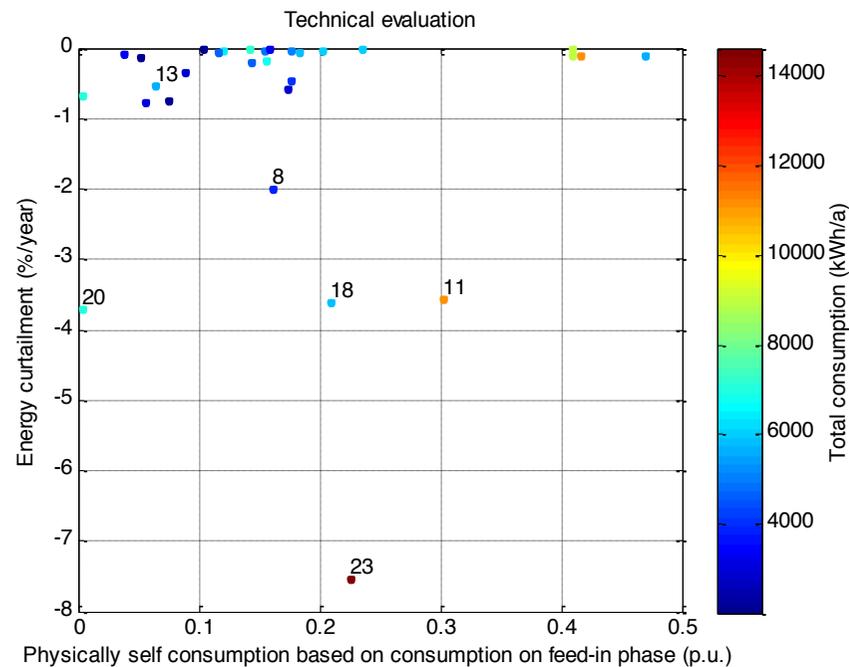
Übersicht Netzabschnitt



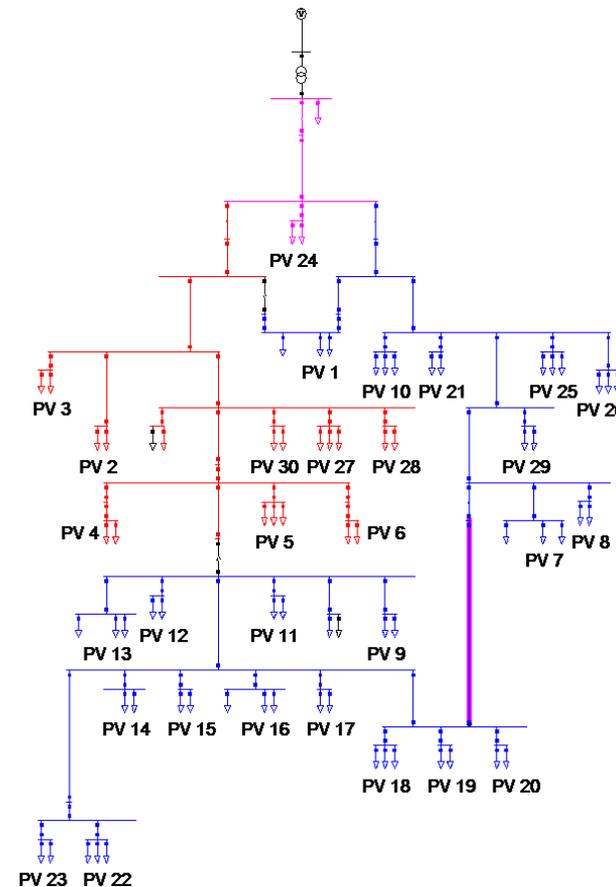
Auswirkungen auf PV-Anlagen (3)

Eigenverbrauch (1-phasig)

- = Tatsächlicher Eigenverbrauch der erzeugten Leistung
- Entscheidend für Spannungsanhebung



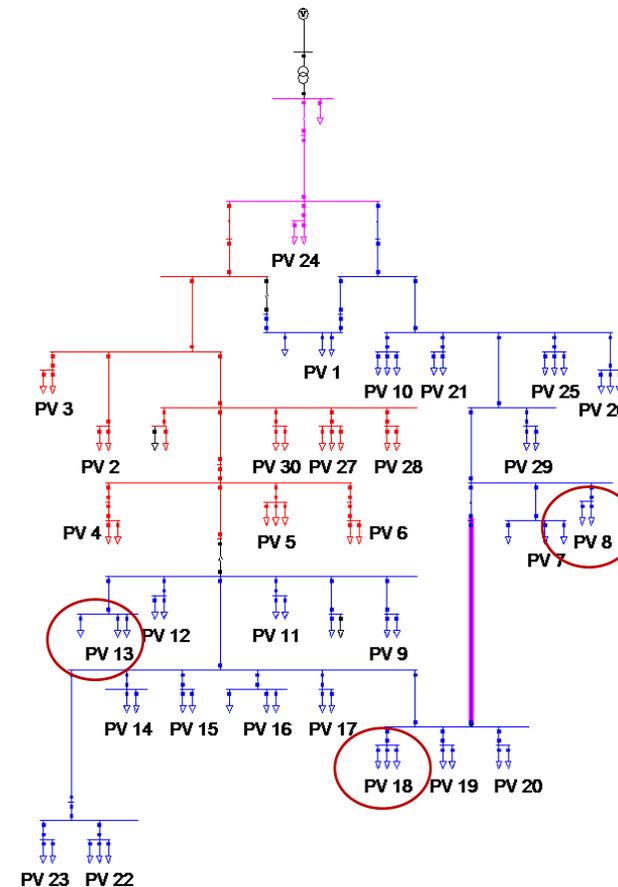
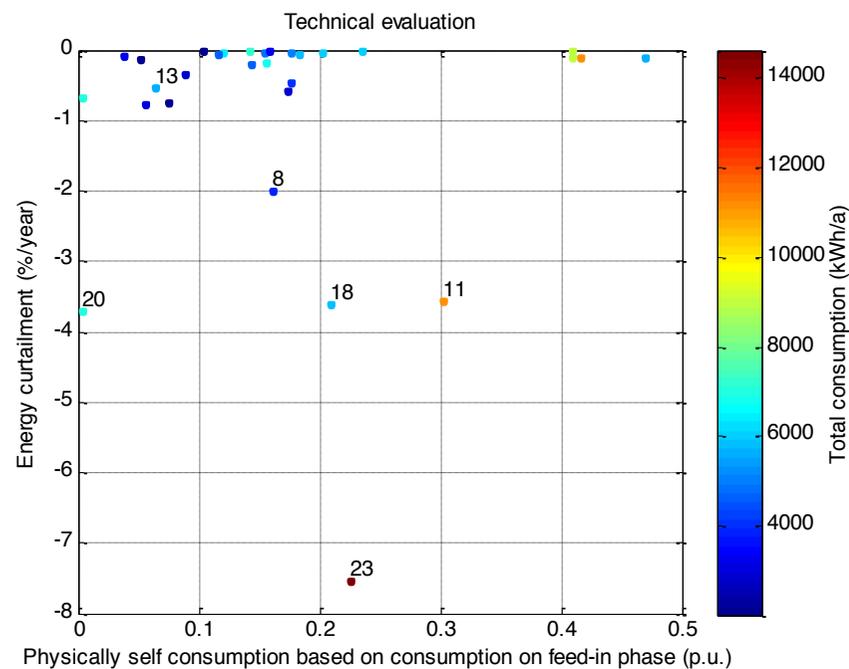
Übersicht Netzabschnitt



Auswirkungen auf PV-Anlagen (4)

Minderertrag Verbrauchsabhängig Übersicht Netzabschnitt

- Minderertrag nicht zwingend am Strangende am höchsten!
- Lokale Lastsituation ausschlaggebend!



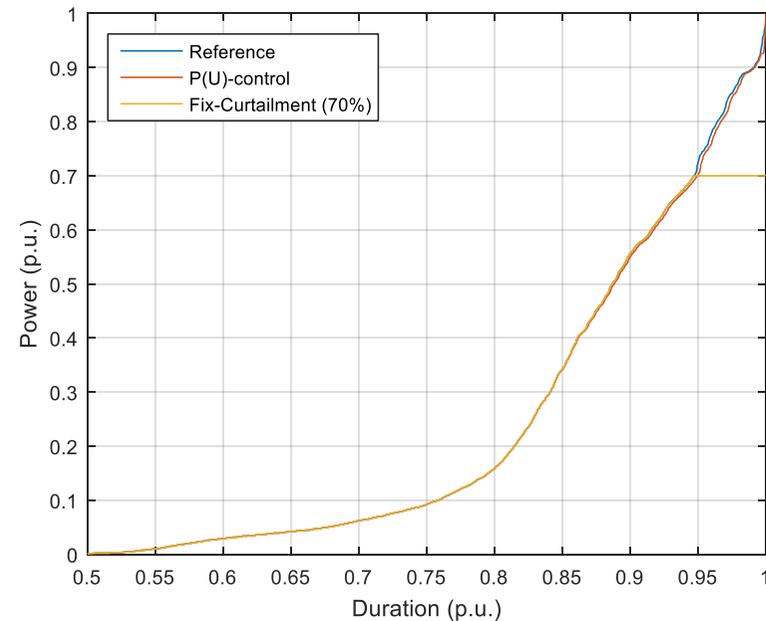
Vergleich Wirkleistungsbegrenzung und P(U)-Regelung

- Wie wird die eingespeiste Energie im Netzabschnitt beeinflusst?

- Minderertrag Wirkleistungsbegrenzung: knapp 6%

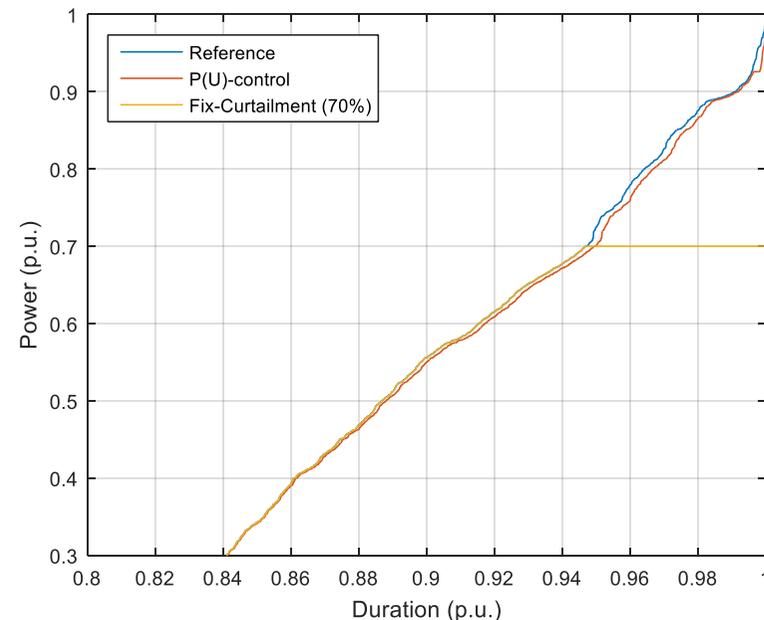
- Minderertrag P(U)-Regelung: ca. 1%

- Bei gleicher installierter Leistung konnte 5% mehr Energie eingespeist werden.



Minderertrag im Netzabschnitt mit Q+P(U)-Regelung

- Spannungsgeführte Abregelung bedeutet keine Reduktion auf 0 W!
- Spitzenleistungen werden bei hohem Verbrauch nicht gekappt!
- Aber, auch Leistungen unter 70% P_{max} werden in geringem Maß abgeregelt
- Minderertrag durch fixe Wirkleistungsbegrenzung meist vermeidbar



Inhalt

- Möglichkeiten der Wirkleistungsbegrenzung bzw. –abregelung
- Vergleich für ausgewählte Länder
- Detailbetrachtungen für einen Netzabschnitt
- **Ausblick und Zusammenfassung**

Ausblick und Zusammenfassung

- Wie können die Vorteile der Begrenzung und Abregelung der Wirkleistung kombiniert werden?
 - Auswirkungen einer P(U)-Regelung schwer vorhersagbar
 - Leitungsüberlastung kann mit P(U)-Regelung nicht verhindert werden
 - P(U)-Regelung verhindert „hard-curtailment“ - Spannungsgrenzen
 - Als Notmaßnahme P(U)-Regelung sehr sinnvoll



AIT Austrian Institute of Technology

your ingenious partner

Serdar Kadam

Energy Department

Electric Energy Systems

+43 664 8251298 | serdar.kadam@ait.ac.at

www.ait.ac.at