



Experten
für globale
Energie-
lösungen

groupe 

Leistungsbegrenzung PV-Anlagen

Verhältnis AC- zu DC-Leistung optimal wählen

25.11.2021
Peter Cuony
Leiter Smart Grid Solutions
peter.cuony@groupe-e.ch



groupe 

Themen

- Einleitung
- Leistungsbegrenzung bei PV-Anlagen
- Dimensionierung Wechselrichter heute
- Dimensionierung Wechselrichter in Zukunft



groupe e

Die verschiedenen Leistungen einer PV-Anlage

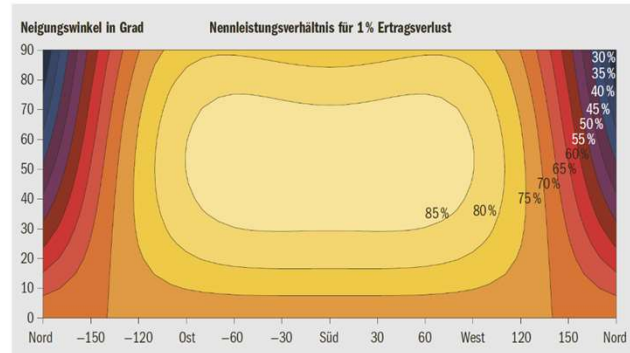
P_{DC} : Generatorleistung (DC) (in kWp): Summe der Leistungen der PV-Module

P_{AC} : Maximale AC-Leistung (in kVA): Summe der Leistungen der Wechselrichter

Max. Einspeiseleistung (in kW): Max. Wirkleistung, die ins Verteilnetz zurückgespiessen wird.

Nennleistungsverhältnis (NLV): P_{AC}/P_{DC}

Typische Dimensionierung: 9kVA WR für eine 10kWp Generatorleistung: NLV = 0.90



Quelle: Ch. Bucher, Photovoltaikanlagen, Faktorverlag, Zürich, November 2021

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

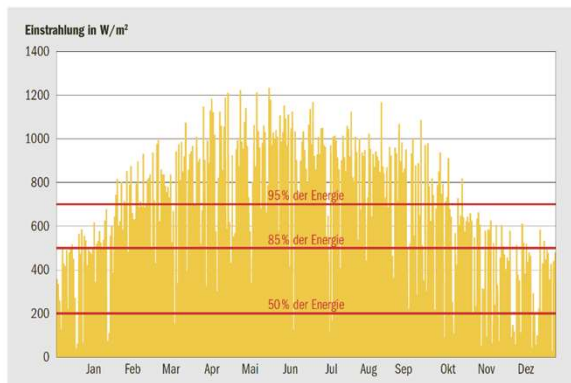
3



groupe e

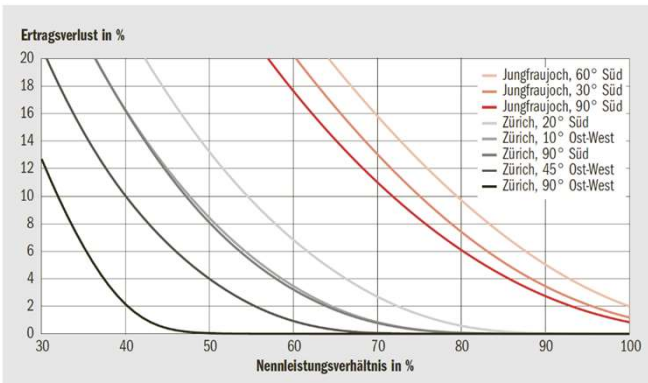
Ertragsverlust bei Limitierung der WR-Leistung

- Optimale NLV Zürich 20° Süd: >0.8
- Optimale NLV Zürich 10° Ost-West: >0.7



25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen



Quelle: Ch. Bucher, Photovoltaikanlagen, Faktorverlag, Zürich, November 2021

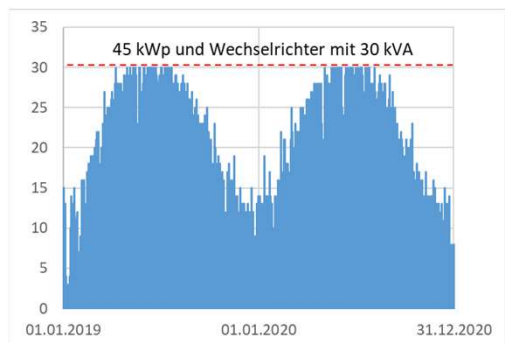
4



2 Beispiele aus der Praxis

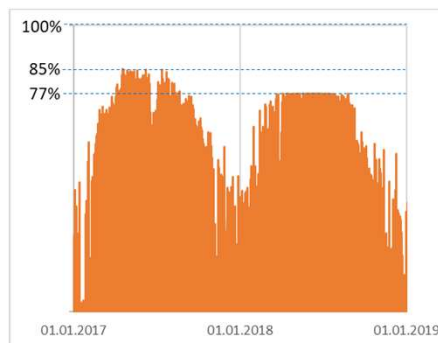
groupe e

Couvet Ost-West 30°



AC/DC = 0.67;
14h/Jahr am Limit; Ertragsverlust ~ 0%

Payerne Süd 15°



AC/DC = 0.85; Produktionsverlust = 0%
AC/DC = 0.77; Produktionsverlust = 0.28%

Bei gut ausgerichteten Anlagen keine Produktionsverluste bis AC/DC = 0.8
Bei Abweichung von der optimalen Ausrichtung kann tiefer ausgelegt werden

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

5



groupe e

Umfrage: Wie dimensionieren Installateure die Wechselrichter (WR)?

- a) Einfache Faustregel (z.B: Generatorleistung * 0.9 = Wechselrichterleistung)
- b) Simulationstool vom WR-Hersteller (z.B: Fronius confi....)
- c) WR-Unabhängiges Simulationstool (z.B. Pvplan....)
- d) Partner (Grosshändler, Elektriker, ...) macht die WR-dimensionierung.

Anteil der Antworten
im Saal:

- ☐ ~30%
- ☐ ~30%
- ☐ ~30%
- ☐ ~10%

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

6



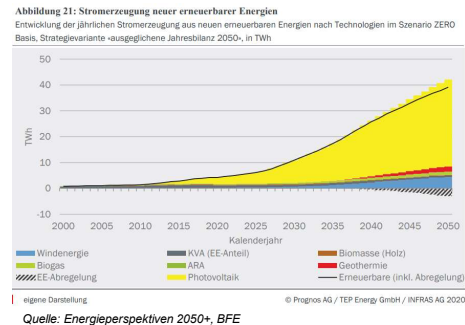
groupe e

Was kommt auf uns zu?

- 40-50 GW_p Fotovoltaik, aber das Stromnetz ist für 10-15 GW ausgelegt

Was machen wir?

- Der VNB macht:
 - Netzoptimierung
 - Netzverstärkung
 - Netzausbau
- Für ein effizientes System brauchen wir auch:
 - Spannungshaltung mit Blindleistung der WR
 - Leistungsbegrenzung der Fotovoltaik



25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

7

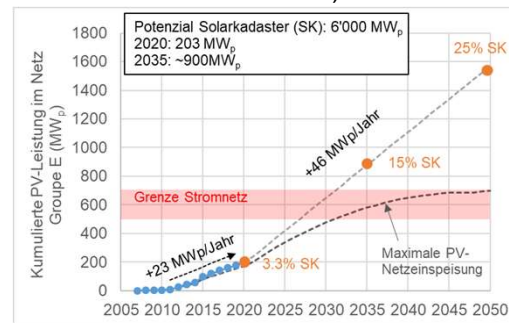
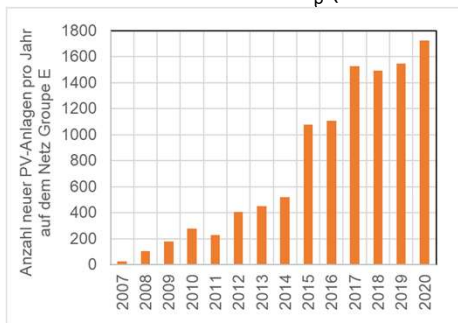


groupe e

Entwicklung PV bei Groupe E und Szenarien

2020: +1700 neue PV-Anlagen pro Jahr, + 23MW_p PV-Leistung pro Jahr

Szenario 2035: 900MW_p (PV-Produktion ~40% des Stromverbrauchs)

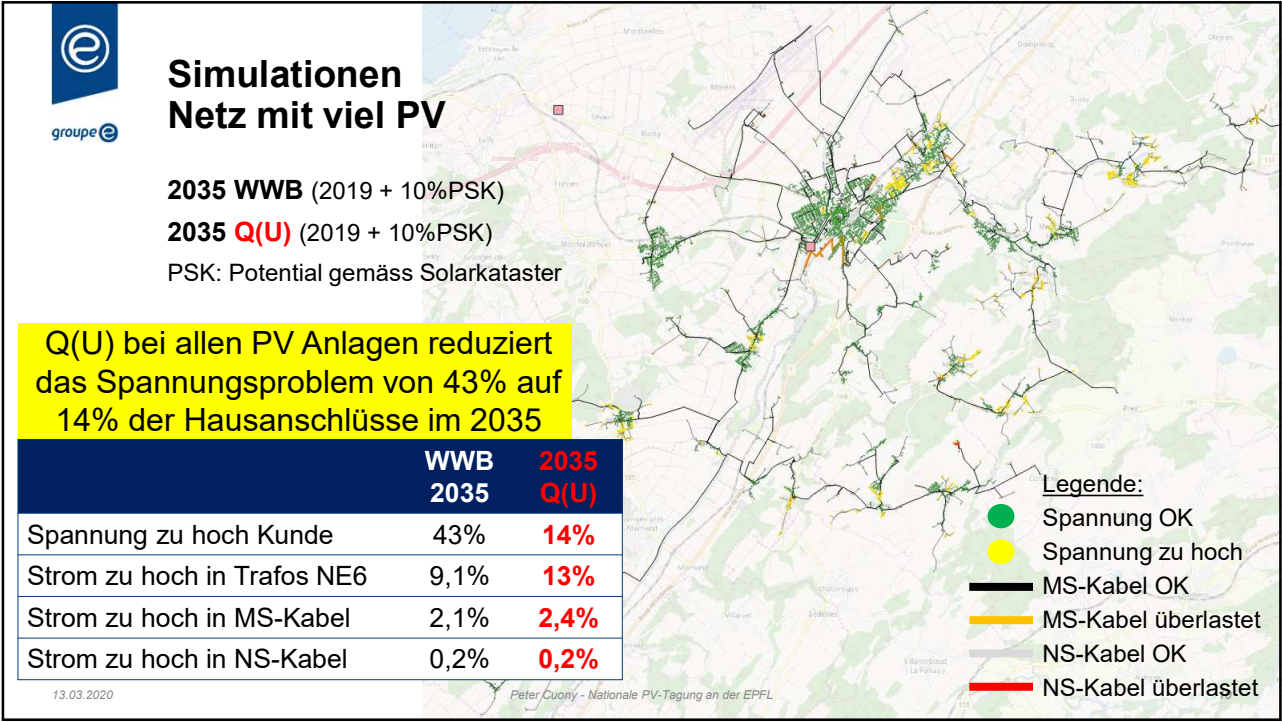
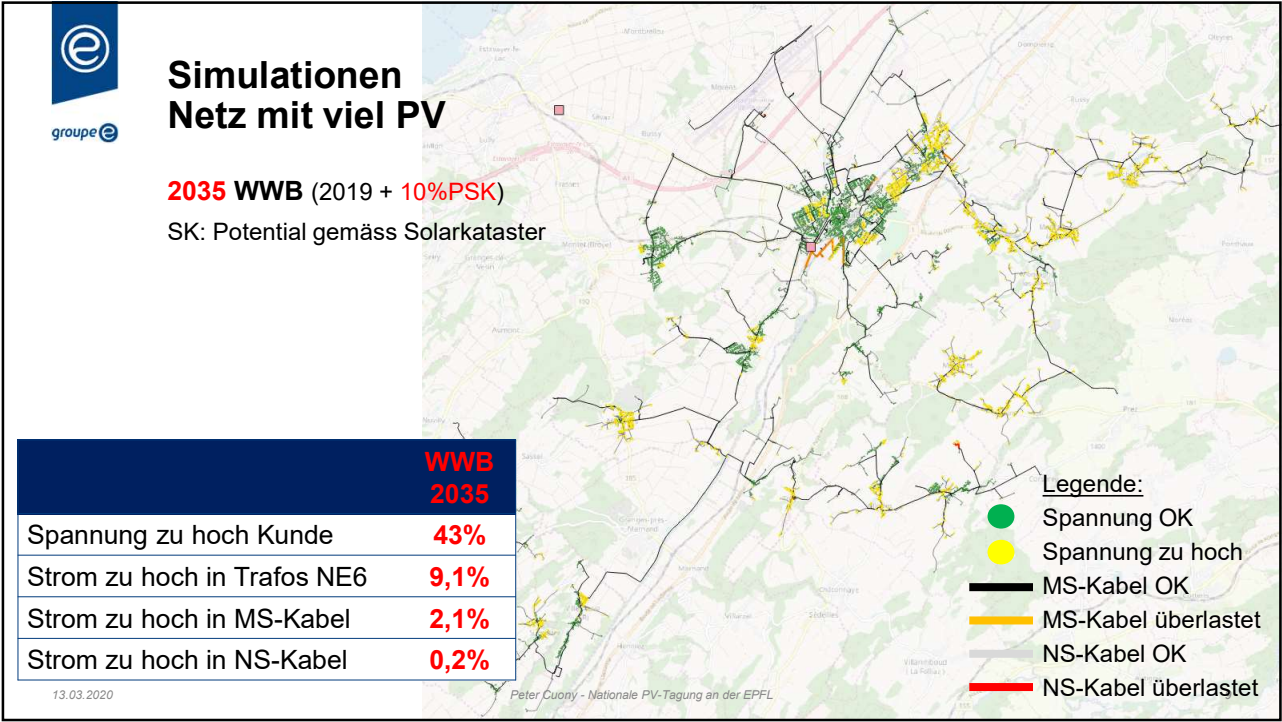


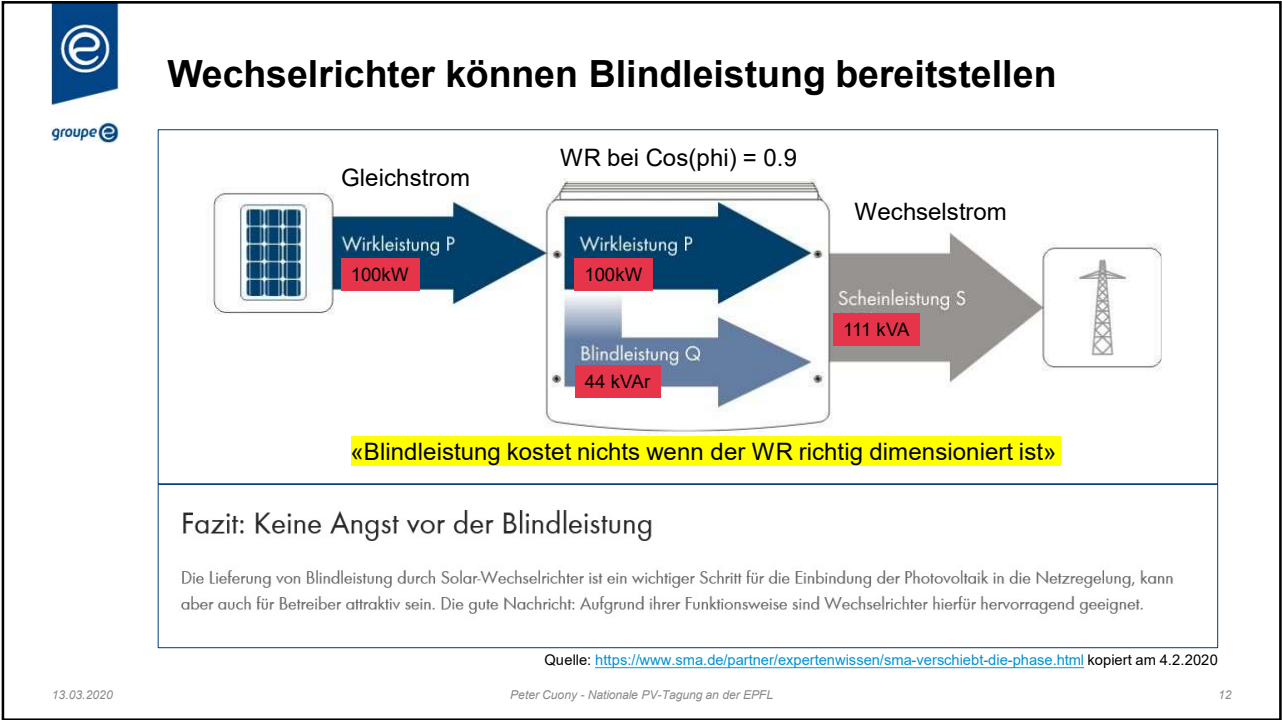
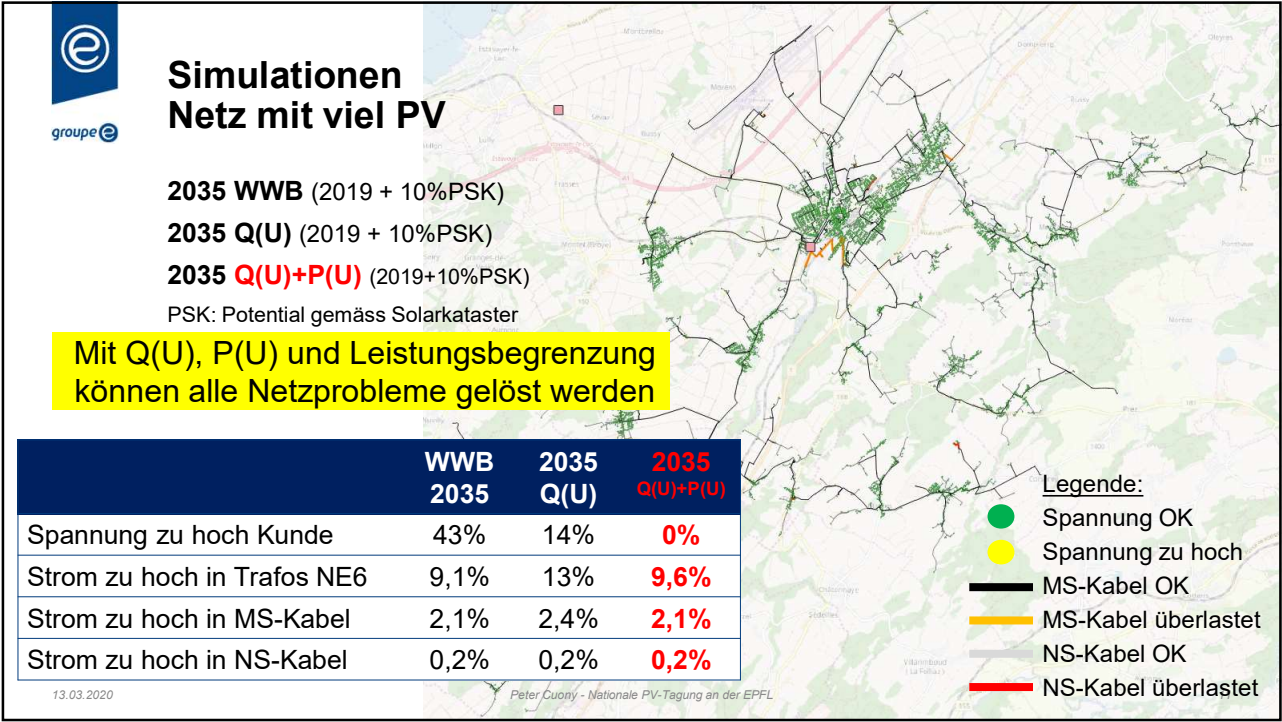
- Jedes Jahr gibt es mehr Niederspannungsnetze wo die Produktionsspitze höher ist als die Verbrauchsspitze
- Schon heute wird Solarstrom in einigen Stunden in die Hochspannungsnetze zurückgespiessen.
- Wie teuer dürfen die Stromnetze werden für die Integration der Photovoltaik?

13.03.2020

Peter Cuony - Nationale PV-Tagung an der EPFL

8

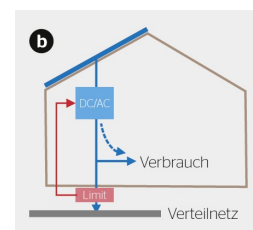
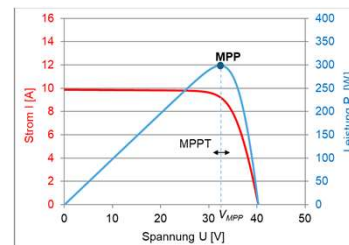






Leistungsbegrenzung (auch Leistungsbeschränkung; -limitierung; -reduktion)

- Im Normalbetrieb, verändert der WR die Spannung auf dem Generator ständig um sicherzustellen dass die der Generator die maximale Leistung produziert (MPPT: maximum power point tracker)
- Der WR kann jederzeit die Leistung reduzieren, indem er die Spannung auf dem Generator erhöht, weg vom der Spannung wo die maximale Leistung erzeugt wird.
- Bei einer fixen Leistungsbeschränkung reduziert der WR die Spannung immer dann wenn die fix definierte Leistungsgrenze erreicht wird.
- Bei einer dynamischen Leistungsbeschränkung reduziert der WR die Leistung in Bezug auf eine sich verändernde Grösse (z.B. maximale Einspeiseleistung, die auch vom Verbrauch abhängig ist)



Quelle: <https://www.bulletin.ch/de/news-detail/limitierung-als-loesung.html>

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbegrenzung PV-Anlagen

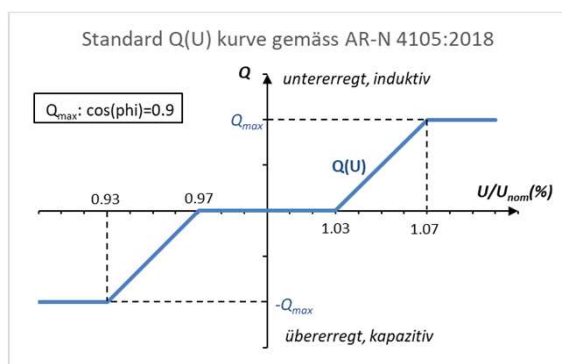
13



Zukünftige Aufgaben von Wechselrichter

Blindleistung zur Spannungshaltung

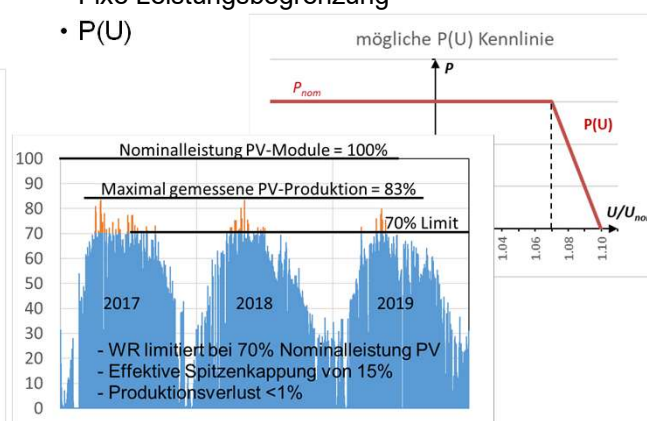
- Früher: $\cos\phi = \text{fix}$ (z.B. 0.9)
- Zukunft: $Q(U)$ -Kurve**



Keine Produktionsverluste

Leistungsbegrenzung

- Fixe Leistungsbegrenzung
- $P(U)$



Geringe Produktionsverluste

13.03.2020

Peter Cuony - Nationale PV-Tagung an der EPFL

14



groupe e

Dimensionierung der WR mit Blindleistung

Nennleistungsverhältnis (NLV)

- Das optimale NLV hängt vom Standort, der Orientierung und der Neigung ab.

Leistungsbegrenzung

- Wenn eine tiefere NLV verlangt wird, dann kann gegebenenfalls auch der WR kleiner dimensioniert werden. Die Leistungsbegrenzung soll aber mit den Parametern im WR gemacht werden.

Blindleistung

- Blindleistung muss bei der WR-Auslegung berücksichtigt werden. Bei $\cos\phi=0.9$ oder $Q(U)$ muss der WR 10% stärker ausgelegt werden.

Auslegung von Hand, mit Software, oder durch Partner. Die Parameter müssen bekannt sein und berücksichtigt werden.

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

15



groupe e

Dimensionierung WR – Ein Beispiel

- $17kW_p$ Indachanlage 30° Süd
- VNB erlaubt eine maximale Einspeisung von 12.5 kW und verlangt $Q(U)$
- Welchen Wechselrichter wählt der Installateur?

Mögliche Antworten:

- Optimales $NLV \sim 0.8$: $17 \times 0.8 = 13.6kW$
- VNB Limitierung bei 12.5kW
- +10% für $Q(U)$ = 13.9kW
- => Symo15, mit Parametrierung von $Q(U)$ und maximaler Wirkleistung von 12.5kW

Beispiel verfügbare WR:

Fronius Symo 8.2-3-M

Fronius Symo 10.0-3-M

Fronius Symo 12.5-3-M

Fronius Symo 15.0-3-M

Fronius Symo 17.5-3-M

Fronius Symo 20.0-3-M

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

16



groupe e

Fazit

- Photovoltaik ist eine Herausforderung für das Verteilnetz
- Blindleistung und Wirkleistungsbegrenzung sind wichtige Elemente für ein effizientes System
- Heute sollen gut ausgerichtete Anlagen auf $NLV=0.8-0.9$ ausgelegt werden.
- Wenn die Einspeise- oder Produktionsleistung vom VNB begrenzt ist dann kann das NLV auch tiefer ausgelegt werden
- Bei Blindleistungsanforderungen müssen die WR 10% stärker ausgelegt werden ($NLV=0.9-1.0$)

13.03.2020

Peter Cuony - Nationale PV-Tagung an der EPFL

17



groupe e



25.11.2021



groupe e

WIR TEILEN MEHR ALS ENERGIE

25.11.2021

Peter Cuony - Solar Update - Leistungsbeschränkung PV-Anlagen

19