



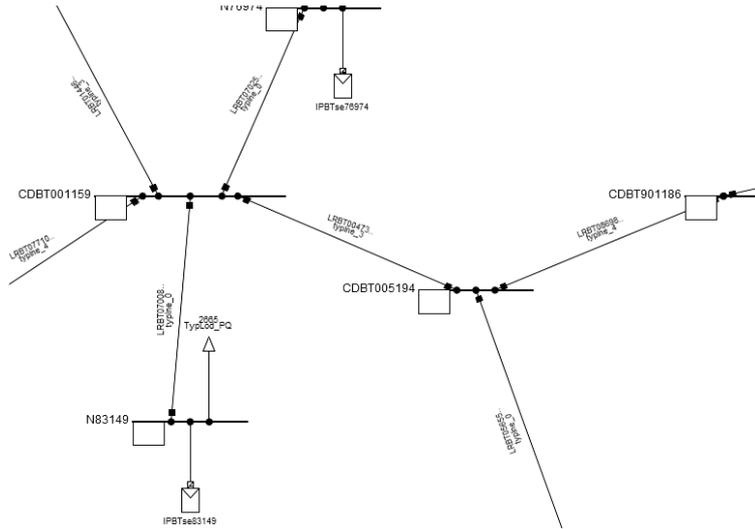
# Demonstration NA-Schutz von mehreren PV-Wechselrichtern

# Inhalte

1. Wechselrichter-Labor
2. Demonstrationsanlage
3. Verhalten der Wechselrichter bei Überspannung
4. Netztrennung bei Unterspannung
5. Abregelung und Netztrennung der Wechselrichter bei Überfrequenz

# Wechselrichter-Labor

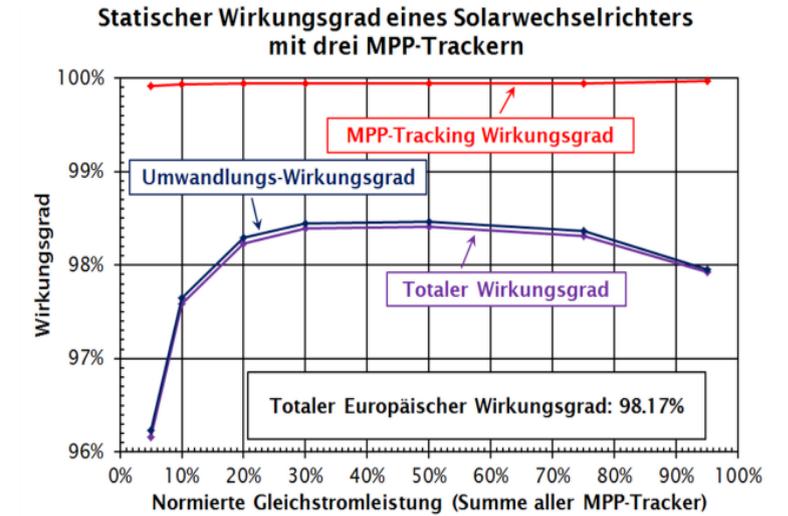
# Wechselrichter-Labor



Netzanschluss von Wechselrichtern



Elektromagnetische Verträglichkeit



Wirkungsgradmessungen

# Wechselrichter-Labor

PV-Anlage  
Netznach-  
bildungen  
Elektronische  
Lasten  
...

MLPE-Racks  
15 x 3.3 kW  
(330V, 75A)

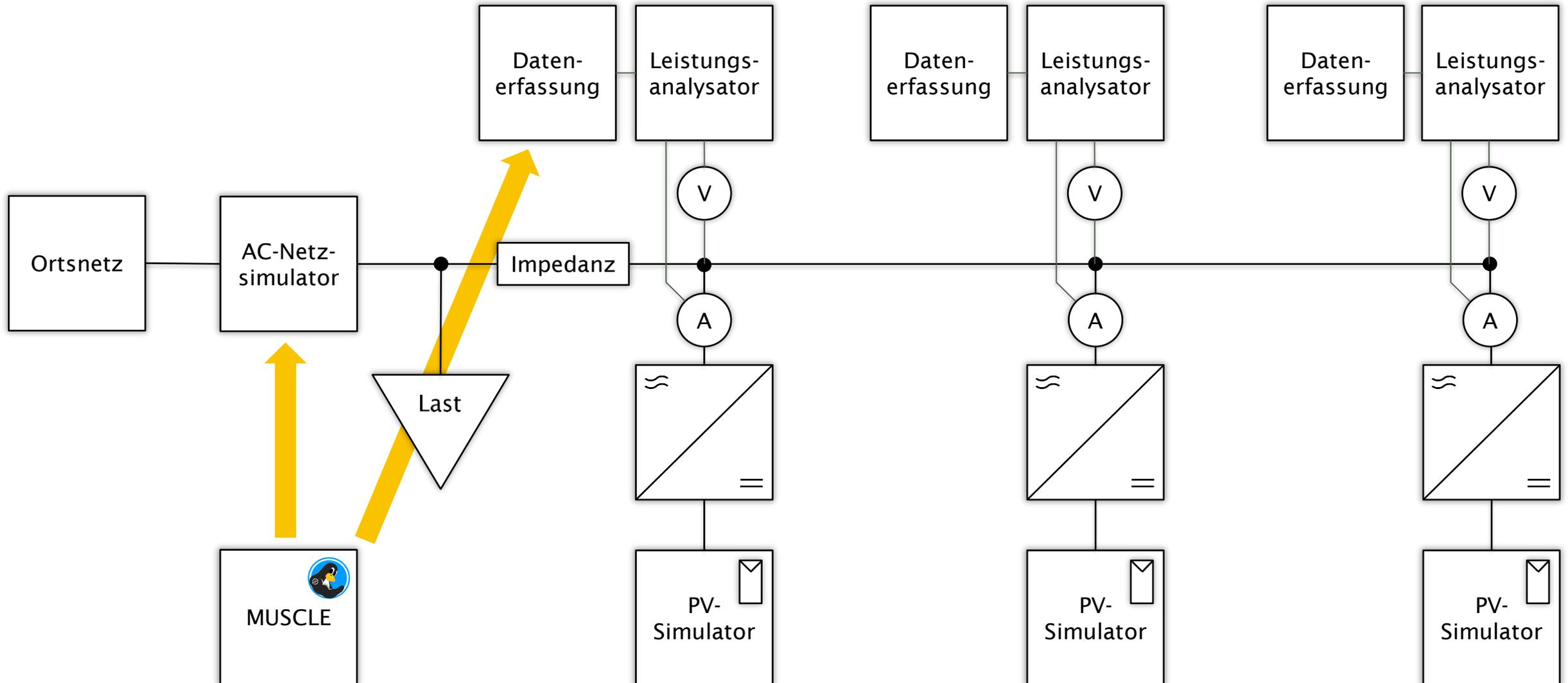
PV-Simulator  
3 x 15 kW  
(1000V, 16A)

AC-Simulator  
15 kW  
(270V, 65A)

PV-Simulator  
100 kW  
(810V, 150 A)

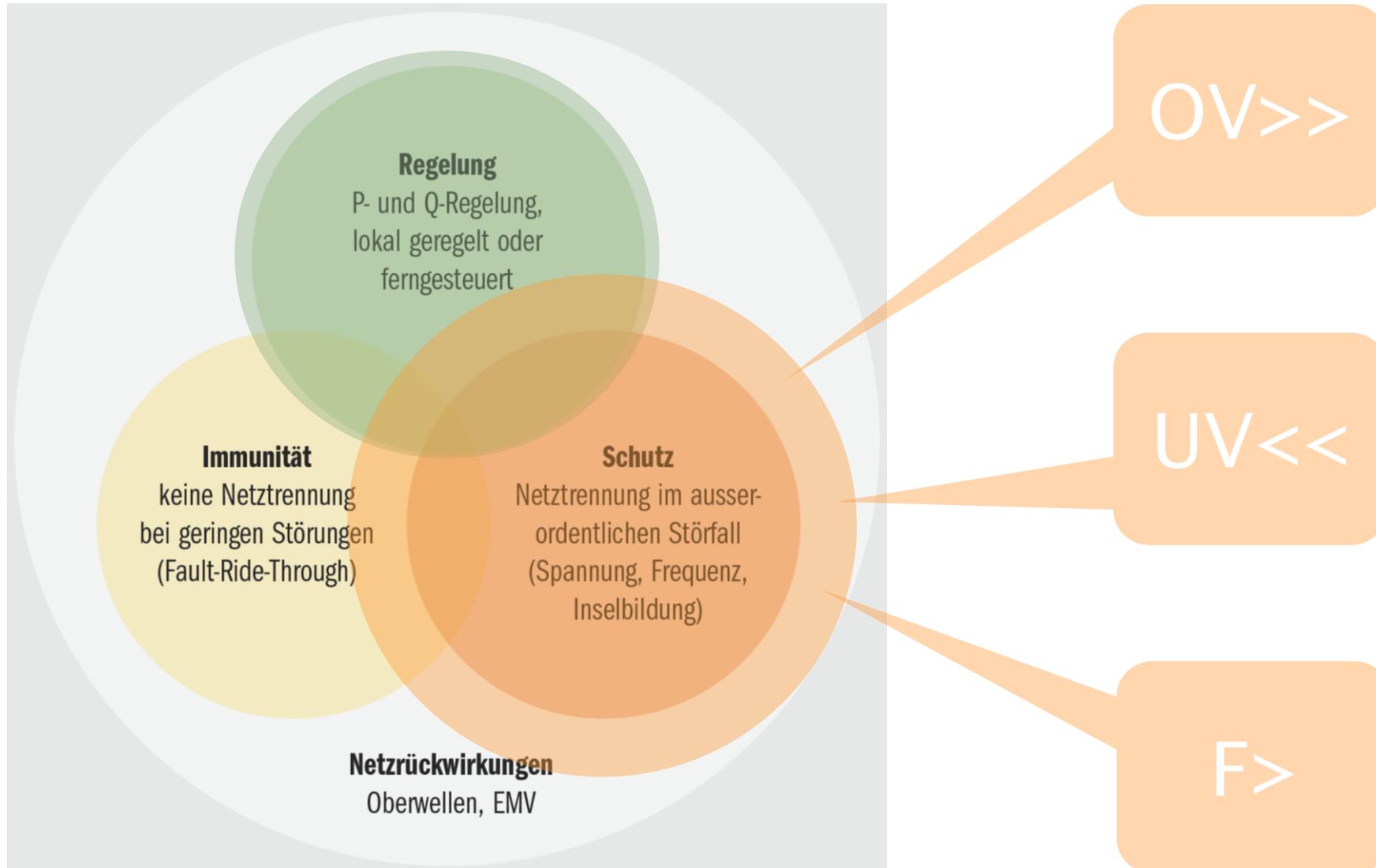


# Demonstrations-Anlage



# Demonstration

# Demonstration



# Verhalten der Wechselrichter bei Überspannung

# Verhalten der Wechselrichter bei Überspannung

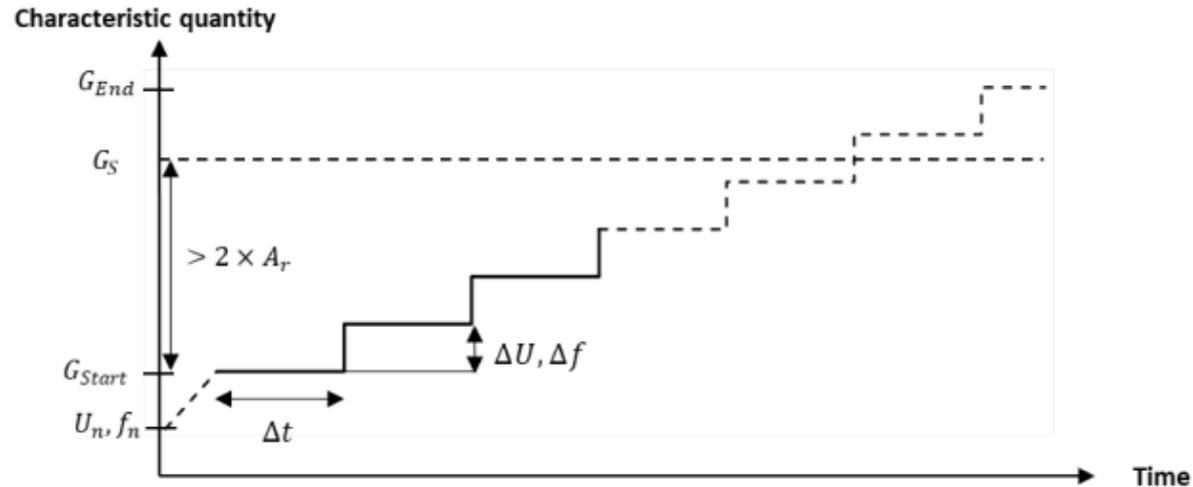


Figure 39 — Ramp signal test (*Ramp*)

- ▶ Test zur Netztrennung bei hoher Überspannung
- ▶ Rampentest zur Bestimmung des Auslösewertes nach EN 50549-10
- ▶ Test bei  $P_{DC} > 0.9 * P_n$
- ▶ Grenzwerte für Spannungssteigerungsschutz  $U_{>>}$ 
  - ▶ Empfehlung für Stromrichter gemäss NA/EEA-NE7-CH 2020
  - ▶ Vgl. Tabelle (Typ 2, B)

Schutzfunktionen	Empfohlene Einstellwerte			
	im externen NA-Schutzrelais		im Stromrichter (Wechselrichter)	
Spannungssteigerungsschutz $U_{>>}$	$1,20 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$	$1,20 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$
Spannungssteigerungsschutz $U_{>}$ (gleitender 10min-Mittelwert)	$1,10 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$	$1,10 - 1,15 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$

Empfehlungen: Schutzeinstellungen Beispiel A2.2 PVA > 30 kVA und  $\leq 250 \text{ kVA}$  (Quelle: NA/EEA-NE7-CH 2020)

# Netztrennung bei Unterspannung

# Netztrennung bei Unterspannung

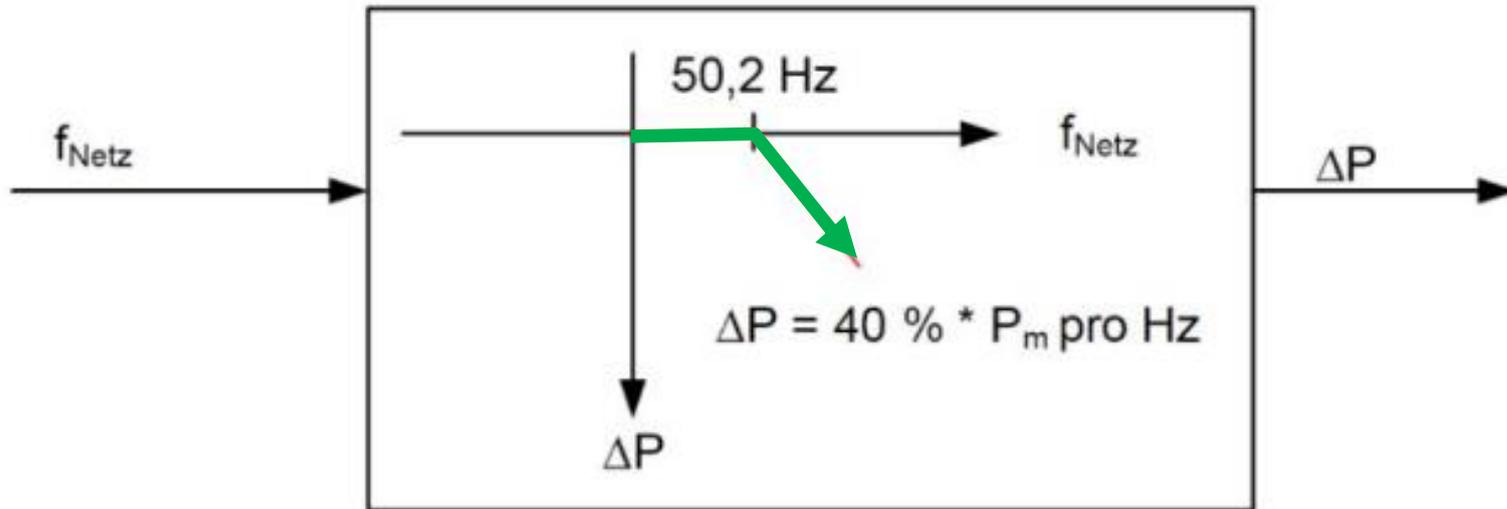
Schutzfunktionen	Empfohlene Einstellwerte			
	im externen NA-Schutzrelais		im Stromrichter (Wechselrichter)	
Spannungssteigerungsschutz $U >>$	$1,20 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$	$1,20 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$
Spannungssteigerungsschutz $U >$ (gleitender 10min-Mittelwert)	$1,10 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$	$1,10 - 1,15 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$
Spannungsrückgangsschutz $U <$	$0,8 U_n$	$1,5 \text{ s}$	$0,8 U_n$	$1,5 \text{ s}$
Spannungsrückgangsschutz $U <<$	$0,45 U_n$	$300 \text{ ms}$	$0,45 U_n$	$300 \text{ ms}$
Frequenzrückgangsschutz $f <$	$47,5 \text{ Hz}$	$\leq 100 \text{ ms}$	$47,5 \text{ Hz}$	$\leq 100 \text{ ms}$
Frequenzsteigerungsschutz $f >$	$51,5 \text{ Hz}$	$\leq 100 \text{ ms}$	$51,5 \text{ Hz}$	$\leq 100 \text{ ms}$
Inselnetzerkennung	aktiv, sofern verfügbar		Aktiv, innerhalb 5s	
FRT-Funktionalität	-	-	Aktiv Einhalten $u(t)$ -Kurve Typ EEA Typ 2	
Blindstromeinspeisung bei FRT	-	-	Ohne eingeschränkte dynamische Netzstützung	
Blindleistungsregelung $\cos \phi$	-	-	Vorgabe VNB (Default $\cos \phi = 1$ )	
Fernsteuerung	-	-	Vorgabe VNB	

Empfehlungen: Schutzeinstellungen Beispiel A2.2 PVA > 30 kVA und  $\leq 250 \text{ kVA}$  (Quelle: NA/EEA-NE7-CH 2020)

- ▶ Schutz muss EN 60255-127 entsprechen
- ▶ Auswertung von Effektivwert oder Amplitude der Grundschiwingung zulässig
- ▶ Grenzwerte für Spannungsrückgangsschutz  $U <$  und  $U <<$  Empfehlung für Stromrichter gemäss NA/EEA-NE7-CH 2020
  - ▶ Vgl. Tabelle
- ▶ Verhalten bei Wiedereinschaltung parametrierbar
  - ▶ Standardeinstellungen Schweiz
  - ▶ Gradient:  $10 \% * P_{\max} / \text{min}$
  - ▶ 1-10 min Zufallsverzögerung

# Verhalten der Wechselrichter bei Überfrequenz

# Verhalten der Wechselrichter bei Überfrequenz



Detaillierte Angaben zur Leistungsreduktion bei Überfrequenz für PV-Anlagen in der Schweiz (Quelle: NA/EEA-NE7-CH 2020)

- ▶ Wirkleistungsanpassung der EEAs abhängig von Momentanwerten bei/nach Überschreiten des Schwellwertes
- ▶ Gradient, Statik und Reaktionszeit sind durch VNB vorgegeben (Schweiz: NA/EEA-NE7-CH 2020)
  - ▶ Gradient:  $40 \% * P_m \text{ pro Hz}$
  - ▶ Statik:  $5 \%$
  - ▶ Reaktionszeit initiales Ansprechen:  $t \leq 2 \text{ s}$
- ▶ Andere Schutzeinstellungen haben Vorrang



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

# Danke für Ihre Aufmerksamkeit

► Berner Fachhochschule, PV-Labor | Fachtagung Netzanschluss | 6.6.2023 | David Joss



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

## ► Kontakt

David Joss

+41 31 848 54 52

david.joss@bfh.ch

bfh.ch/pvlab

