



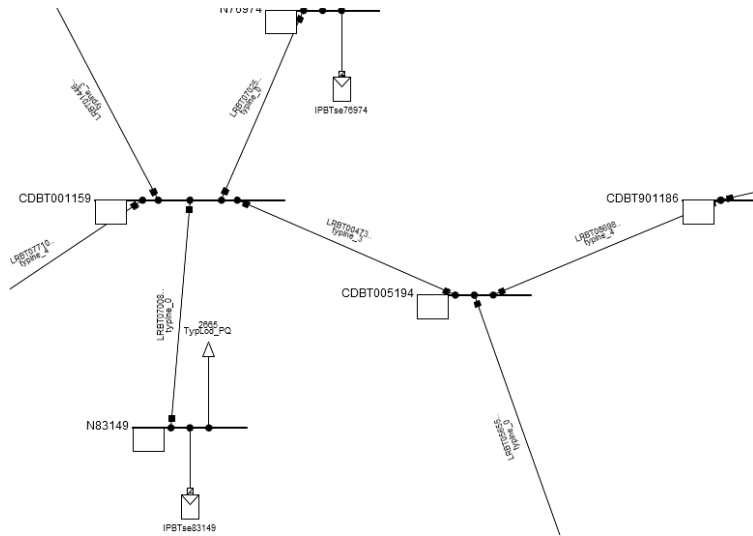
Demonstration NA-Schutz von mehreren PV-Wechselrichtern

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

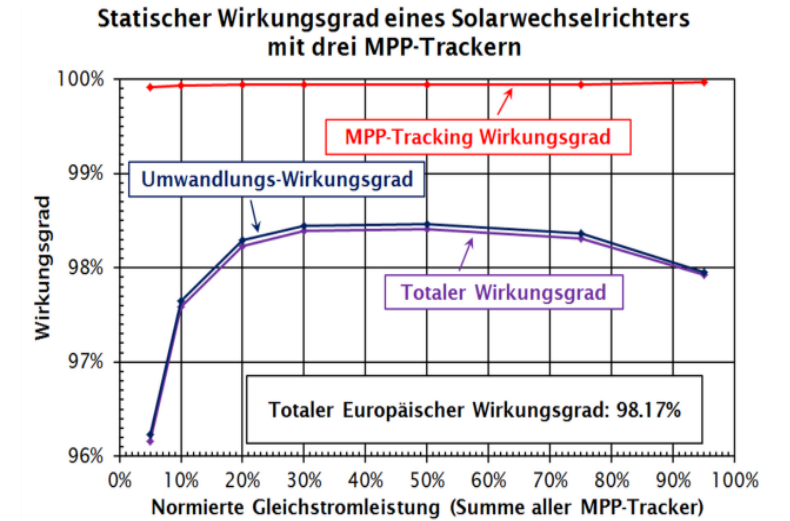
Wechselrichter-Labor



Netzanschluss von Wechselrichtern



Elektromagnetische Verträglichkeit



Wirkungsgradmessungen

Wechselrichter-Labor

PV-Anlage
Netznach-
bildungen
Elektronische
Lasten
...

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

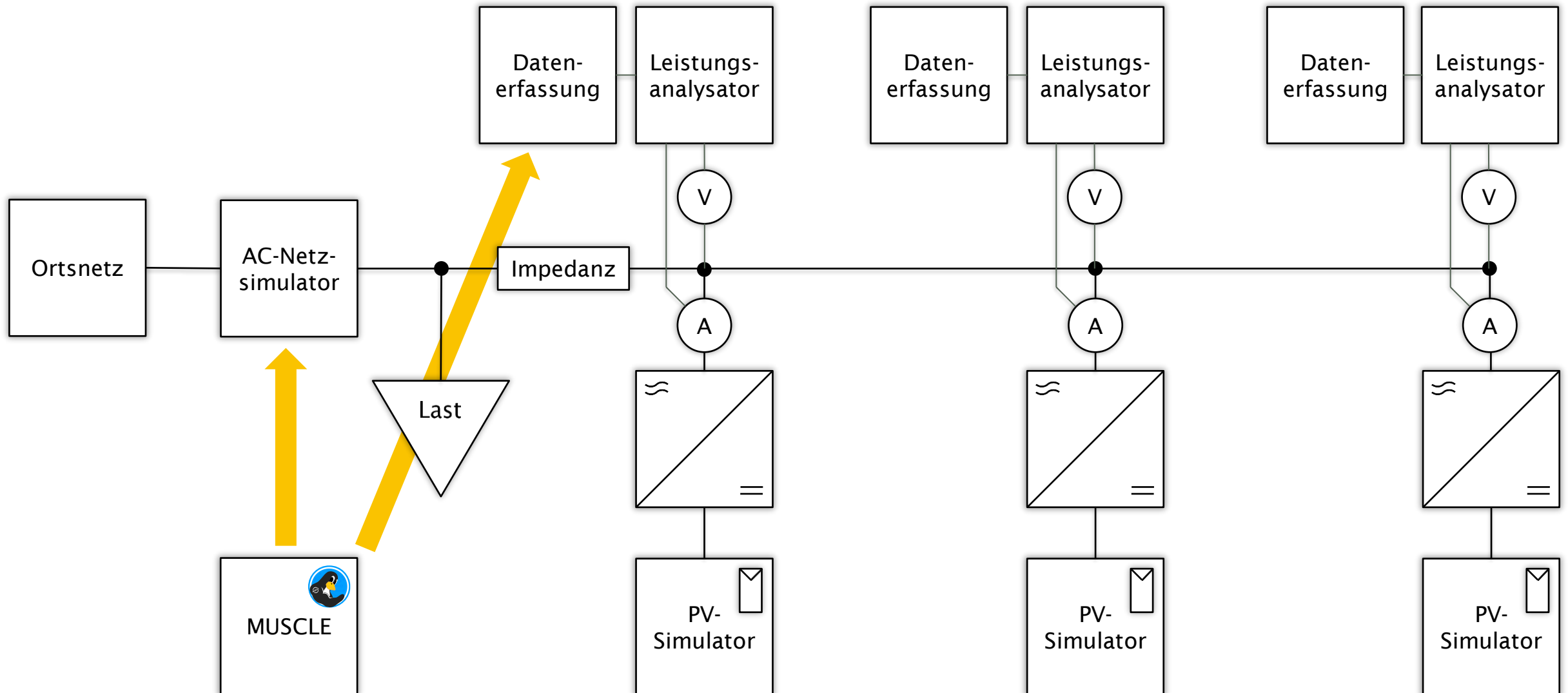


PV-Simulator
3 x 15 kW
(1000V, 16A)

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

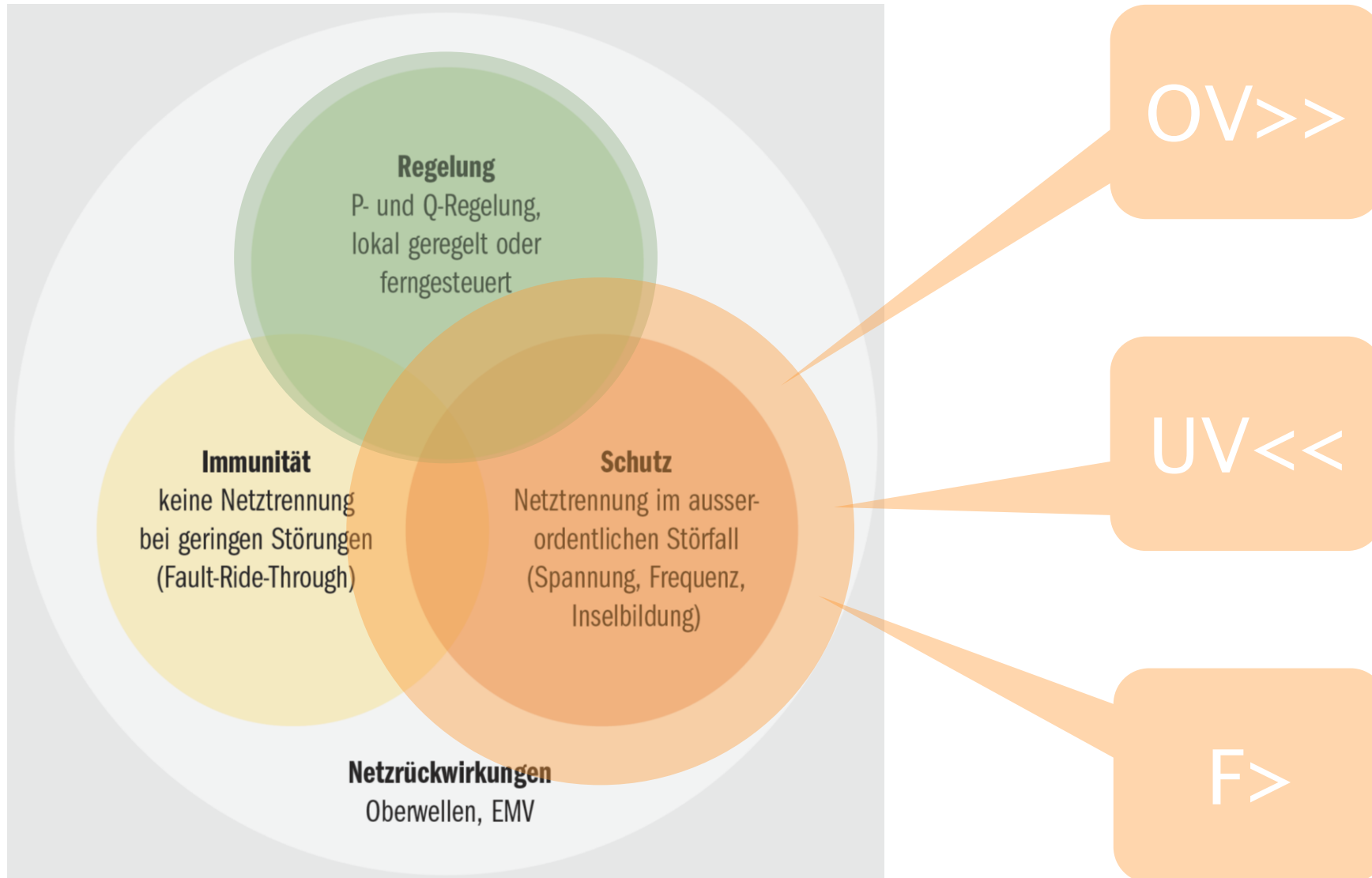
PV-Simulator
100 kW
(810V, 150 A)

Demonstrations-Anlage



Demonstration

Demonstration



Verhalten der Wechselrichter bei Überspannung

Verhalten der Wechselrichter bei Überspannung

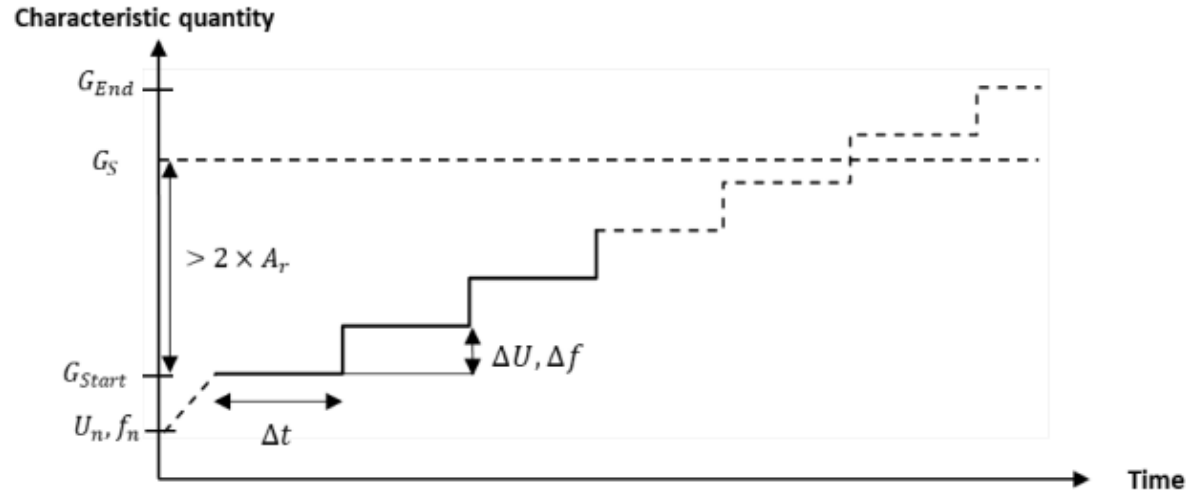


Figure 39 — Ramp signal test (*Ramp*)

- ▶ 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

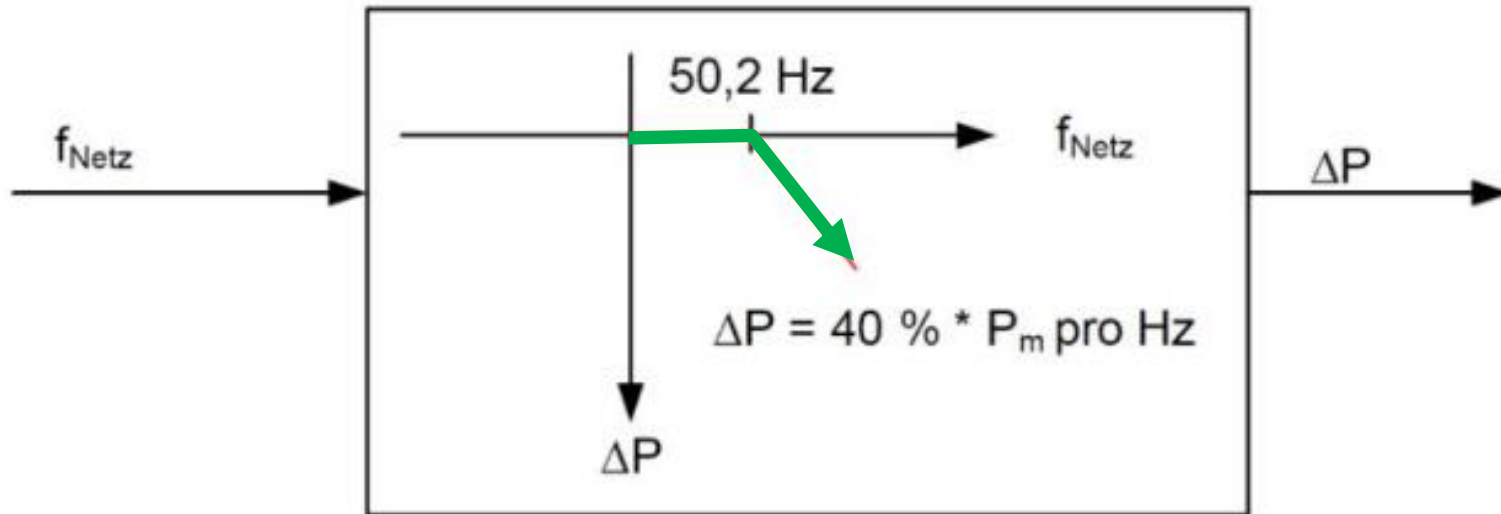
Schutzfunktionen	Empfohlene Einstellwerte			
	im externen NA-Schutzrelais		im Stromrichter (Wechselrichter)	
Spannungssteigerungsschutz $U >>$	$1,20 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$	$1,20 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$
Spannungssteigerungsschutz $U >$ (gleitender 10min-Mittelwert)	$1,10 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$	$1,10 - 1,15 U_n$	$\leq 100 \text{ ms}$
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 ms	$0,45 U_n$	300 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

