



Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

# Prüfen des internen NA-Schutzes nach IEC 62109-1, SN EN 50549-10

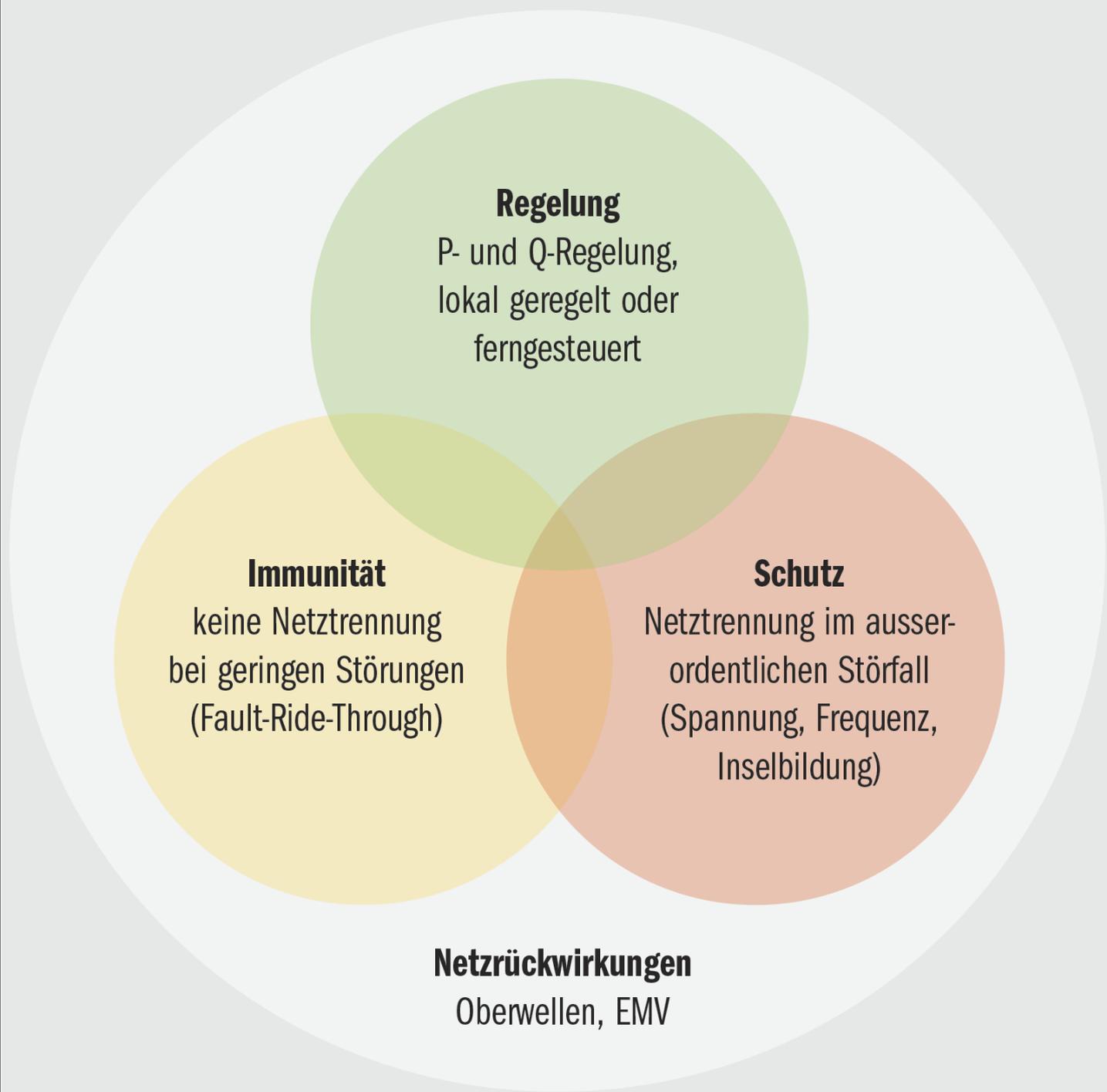
Fachtagung Netzanschluss, 6. Juni 2023, Christof Bucher

► Technik & Informatik, Energie- und Mobilitätsforschung, PV-Labor

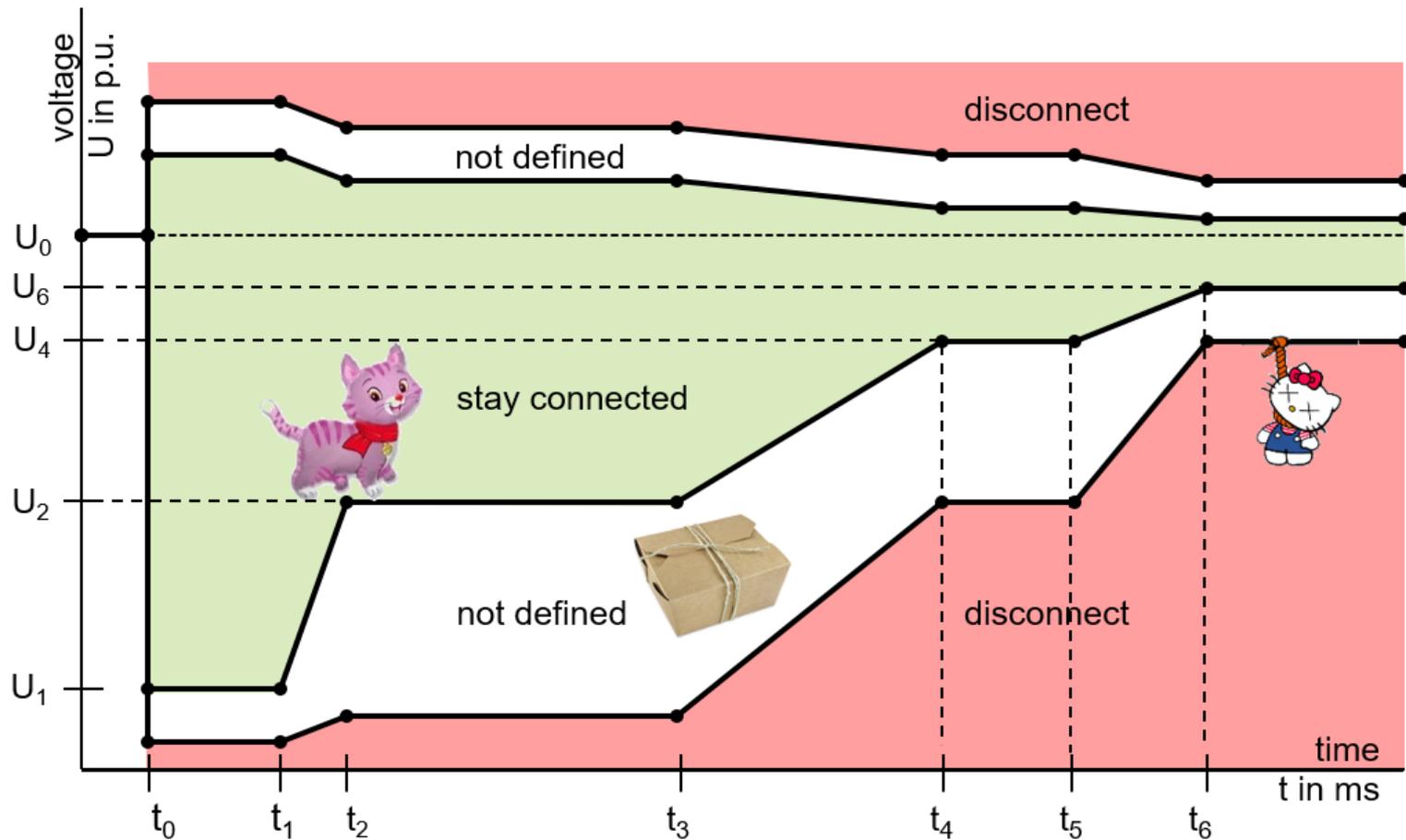
# Inhalt

1. Anforderungen an Wechselrichter
2. **IEC 62109-1**: Sicherheit von Wechselrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen
3. **SN EN 50549-10** Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks - Part 10: Tests for conformity assessment of generating units
4. **IEC 63409-4**: Photovoltaic power generating systems connection with grid - Testing of power conversion equipment  
Part 4: Interface protection and fault ride through

# 1. Anforderungen an Wechselrichter



# NA-Schutz versus Fault Ride Through



- ▶ Schutz und Immunität müssen aufeinander abgestimmt werden.
- ▶ FRT ist nur möglich, wenn die Anlage nicht vom Netz getrennt wird.

## 2. IEC 62109-1: Sicherheit von Wechselrichtern zur Anwendung in photovoltaischen Energiesystemen

# IEC 62109-1: Sicherheitsnorm für PV-Wechselrichter

- ▶ Derzeit in Überarbeitung
- ▶ Über 200 Seiten
- ▶ «alle» Sicherheitsaspekte von PV-Wechselrichtern werden abgedeckt

## NA-Schutz

- ▶ Die Komponenten und deren Sicherheit werden geprüft
- ▶ Die Funktionalität des NA-Schutz wird nicht geprüft

# Themen von IEC 62109-1 (Auswahl aus den Prüfthemen)

- ▶ Wärmeproofungen
- ▶ Prüfung unter Einzelfehlerbedingungen
- ▶ Feuchtigkeitsvorbehandlung
- ▶ Spannungsrückspeisungsschutz
- ▶ Prüfungen der elektrischen Bemessungsdaten
- ▶ Umwelanforderungen und –bedingungen
- ▶ Verschmutzungsgrad Eindringenschutz
- ▶ UV-Bestrahlung
- ▶ Temperatur und Feuchte
- ▶ Schutz gegen elektrischen Schlag
- ▶ Schutz gegen Gefahren durch elektrische Energie
- ▶ Elektrische Prüfungen, die sich auf die Gefahr eines elektrischen Schlages beziehen
- ▶ Schutz gegen mechanische Gefahren
- ▶ Schutz gegen Brandgefahren
- ▶ Begrenzte Stromquellen
- ▶ Kurzschluss- und Überstromschutz
- ▶ Schutz gegen Gefahren durch Schalldruck
- ▶ Schutz gegen Gefahren durch Flüssigkeiten
- ▶ Chemische Gefahren
- ▶ Physikalische Anforderungen
- ▶ Handgriffe und manuelle Betätigungselemente
- ▶ Sichern von Teilen
- ▶ Vorrichtungen für äußere Verbindungen.
- ▶ Innere Verdrahtung und Verbindungen
- ▶ Öffnungen in Gehäusen
- ▶ Polymerwerkstoffe
- ▶ Mechanische Beständigkeit gegen Durchbiegung, Schlag oder Fall
- ▶ Anforderungen an die Dicke von Metallgehäusen
- ▶ Übertemperaturschutzeinrichtung für Motoren
- ▶ Übertemperaturschutzeinrichtungen
- ▶ Sicherungshalter
- ▶ Geräte zur Auswahl der Netzspannung
- ▶ Leiterplatten
- ▶ Software und Firmware mit Sicherheitsfunktionen

# IEC 62109-1 und NA-Schutz

Geprüft wird:

- ▶ Automatischer Selbsttest der Schalter beim WR-Start
- ▶ Kurzschlussleistung (Rückspeisung ins Netz) wird geprüft / gemessen
- ▶ Prüfung, dass der Wechselrichter bei einem Totalversagen (z. B. Brand) nicht “unsicher” wird
- ▶ Funktionale Sicherheit: Überprüfung der Gesamtkette (inkl. Firmware)

Nicht geprüft wird:

- ▶ Prüfung von Spannungs- und Frequenzmessung
- ▶ Prüfung der NA-Schutz-Funktionalität

Letzteres wird in der neuen IEC 63409-Serie geprüft.

### 3. SN EN 50549-10 Requirements for generating plants to be connected in parallel with distribution networks – Part 10: Tests for conformity assessment of generating units

# Scope der Testfunktionen

## 5.8.3.1 General

The procedure of this part applies to the following protection functions:

- ▶ Voltage protection (Undervoltage protection [27] and Overvoltage protection [59]);
- ▶ Overvoltage 10 min mean protection;
- ▶ Frequency protection (Underfrequency protection [81 < ] and Overfrequency protection [81 > ];
- ▶ ROCOF protection.

## 4.3 Requirements for the measuring equipment

► Table 1 — Required sampling rates

Test item	Voltages and currents signals	Set points and reference signals	Other signals (e.g. wind speed, rotational speed, battery state of charge etc.)
5.7.2.3 Verification procedure for flicker and rapid voltage changes	$\geq 3$ kHz	N/A	$\geq 1$ Hz
5.7.2.4 Verification procedure for DC injection	$\geq 3$ kHz	N/A	$\geq 1$ Hz
5.8 Interface protection	$\geq 10$ kHz ( $\geq 1$ kHz for voltage protection tests)	N/A	$\geq 1$ Hz

## 4.4 Configuration range and parameter sets

### 4.4.1 General

Once

- ▶ the protection functions or operational capabilities is verified in a general way,
- ▶ [...]

a statement of conformity according 4.4.2 for a specific technical requirement (e.g. grid code) of a DSO [...] may be issued [...]

## 4.5 EUT Software change requirements

- ▶ [...] each change of software version applied in the equipment under test (EUT),
- ▶ [...]
- ▶ If software changes do potentially affect the results of the assessment, the complete assessment procedure according to this document shall be repeated [...]

## 5.8 Interface protection, 5.8.1 General

- ▶ Aim: [...] to provide evidence of compliance with the requirement of the interface protection [...]
- ▶ [...]
- ▶ Sufficient test points shall be used [..], but as a minimum [...], 0 % or minimum of the setting range, ca. 30 %; ca. 60 %; 100 % or maximum of the setting range.
- ▶ Interface protection as integrated device shall be considered in EUT. For interface protection as dedicated device, tests of parts 5.3 and 5.7 of this standard shall be conducted.

# Allgemeines

- ▶ Vorbereitung: Min. 10 s stabiler Betrieb
- ▶ Jeder Test muss 3x durchgeführt werden
- ▶ Überspannungsschutz wird bei Nominalfrequenz (50 Hz) getestet
- ▶ Es muss jede Phase zu Erde sowie jede Phase zu Phase getestet werden
- ▶ 10-Minuten-Überspannung wird am symmetrischen Netz getestet
- ▶ Frequenztests werden bei Nominalspannung getestet
- ▶ P(f) wird während dem Test deaktiviert

# Test mit Rampe für '>'

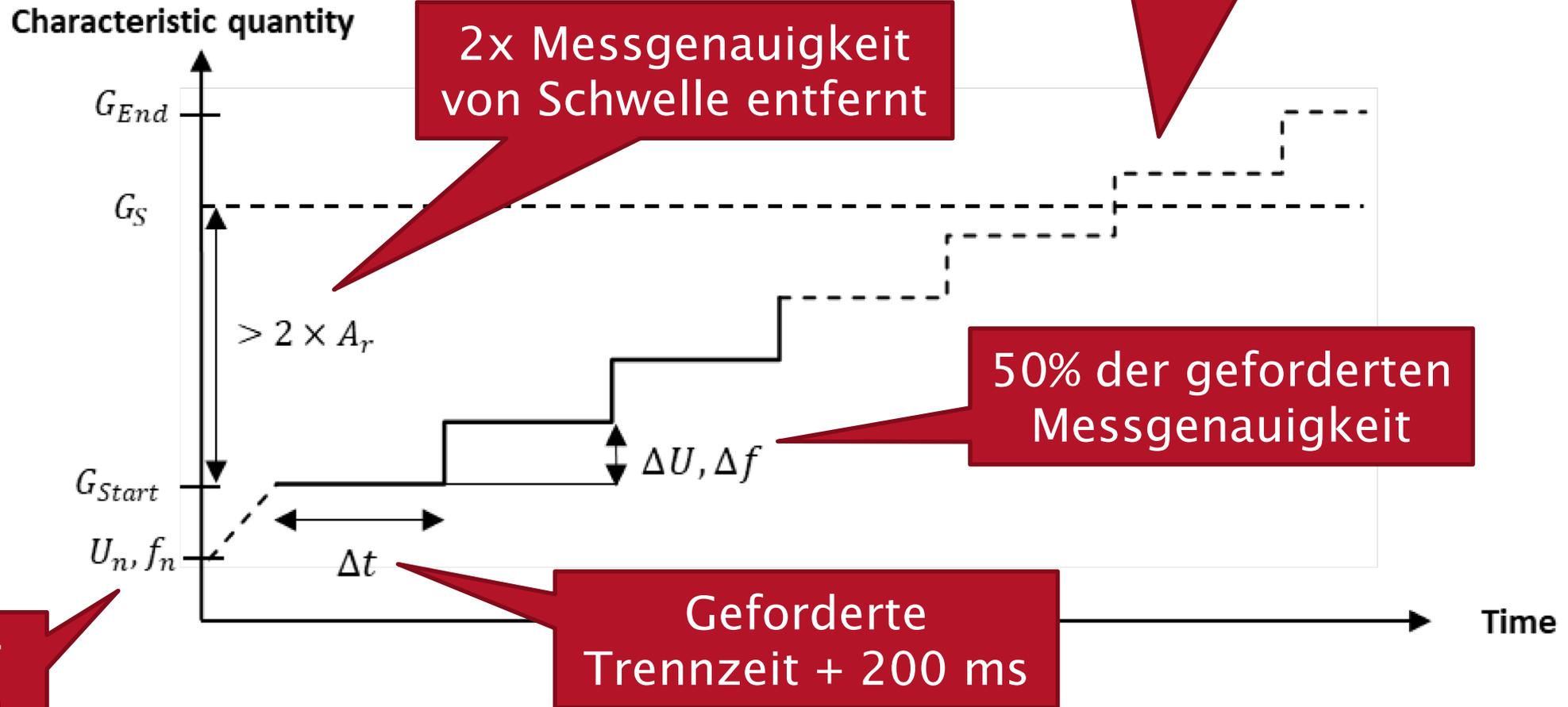


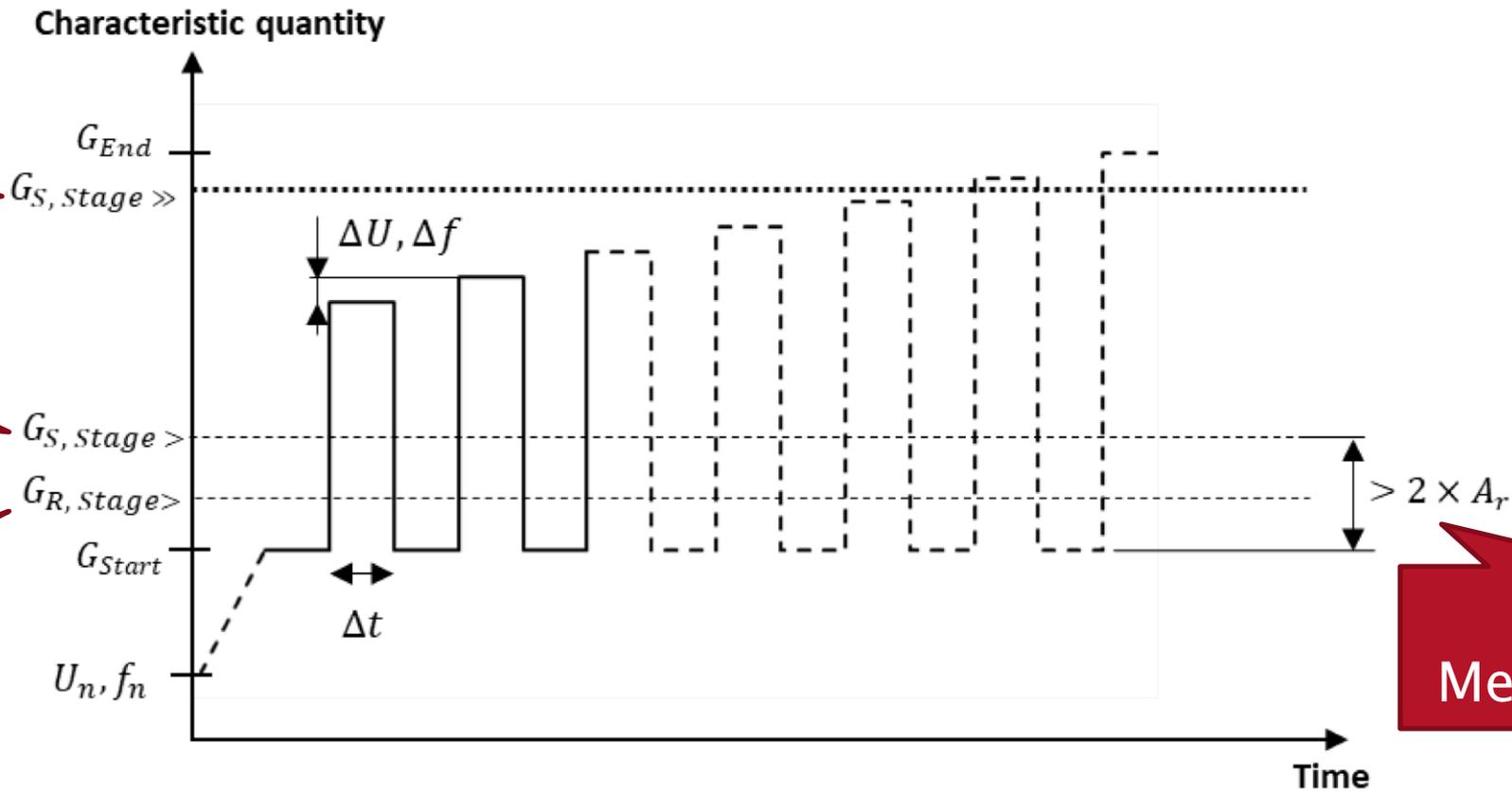
Figure 39 — Ramp signal test ( *Ramp* )

# Test mit pulsierender Rampe für '>>'

Grosse Überspg.

Einfache Überspg.

Reset-Spg.

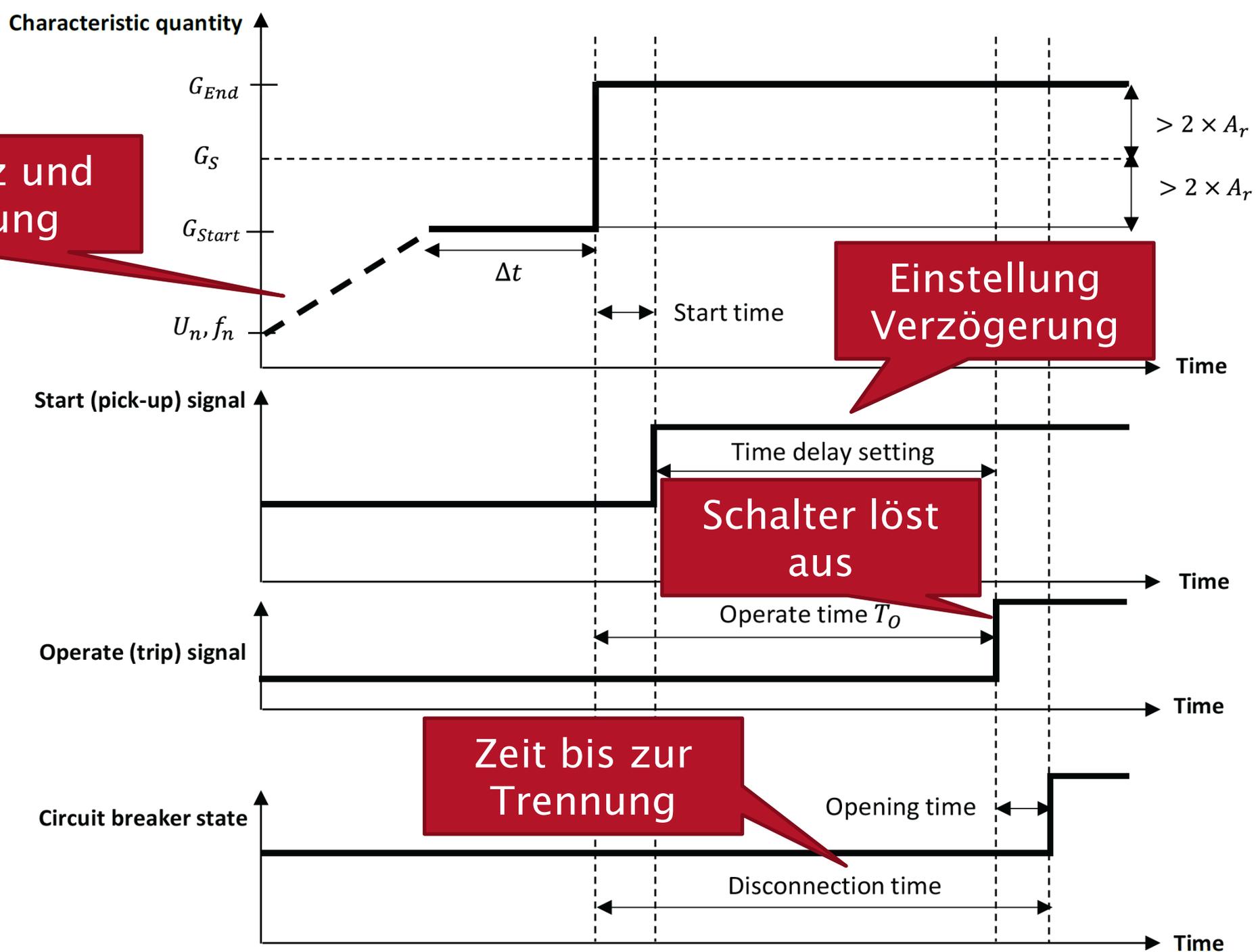


Min 2x Messgenauigkeit

Figure 40 — Pulsed ramp test signal (testing of second stage > > )

# Testen der Zeitverzögerung

Testfrequenz und Testspannung



Test zur Verhinderung einer Fehlauslösung

Verzögerungszeit + 200 ms

Auslösesignal für kurze Zeit (NA-Schutz darf nicht ansprechen)

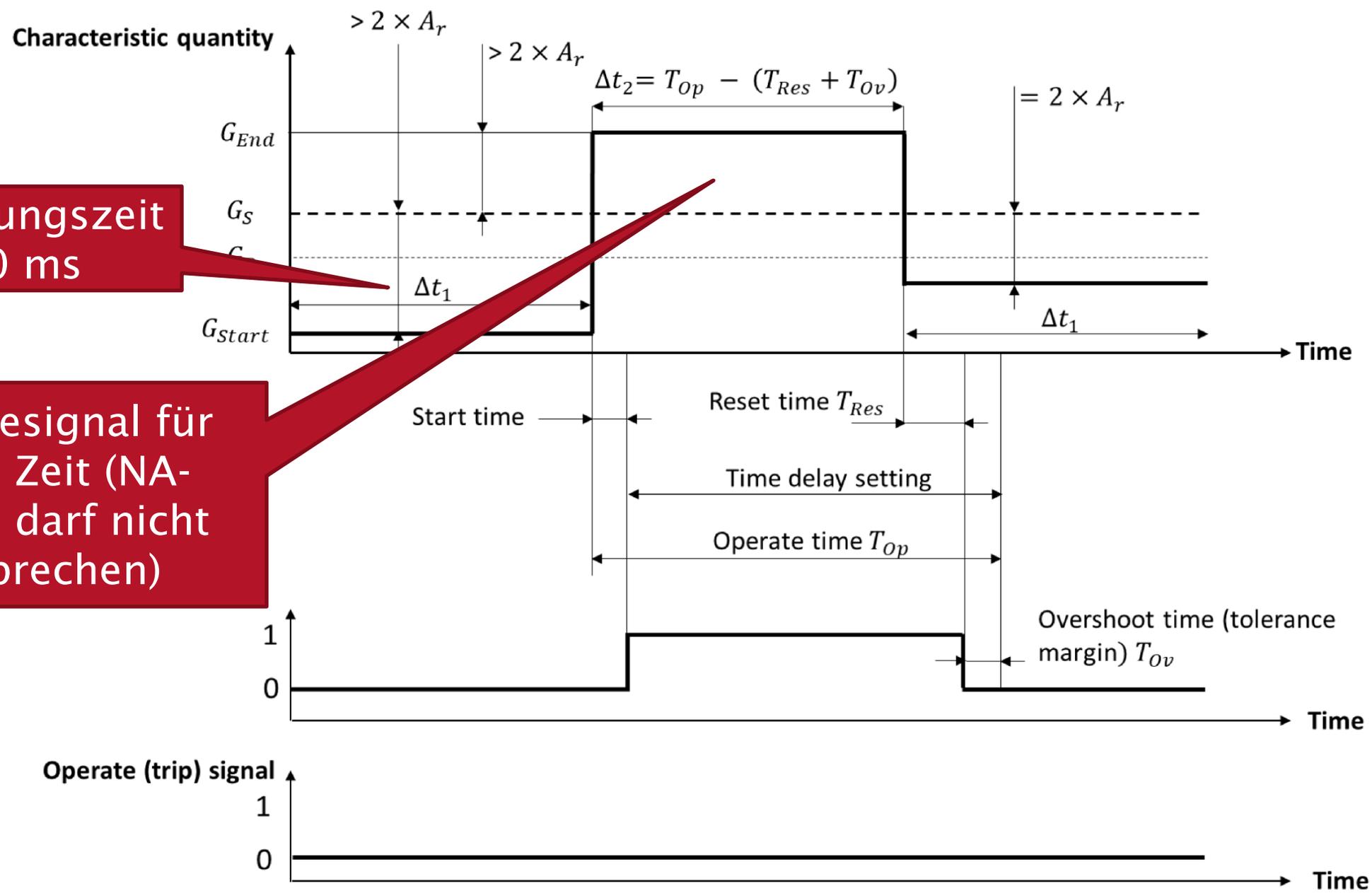


Figure 42 — Non-operation signal test (NOP)

# Testablauf

Rampentests

Pulsierende  
Rampentests

Table 21 — Overvoltage protection stage 1 (>) and 2 (>>) test items (1/2): accuracy of the setting values and time measurements

Test item	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Test signal start voltage	Test signal end voltage	Step remain times
Accuracy of the setting values:						
U > 1	U > / U > >	Ramp	U <sub>L1-N</sub> , U <sub>L2-N</sub> , U <sub>L3-N</sub>	≤ G <sub>S</sub> - 2 × A <sub>r</sub>	≥ G <sub>S</sub> + 2 × A <sub>r</sub>	T <sub>Op</sub> + 200 ms
U > 2	U > / U > >	Ramp	U <sub>L1-N</sub>			
U > 3	U > / U > >	Ramp	U <sub>L2-N</sub>			
U > 4	U > / U > >	Ramp	U <sub>L3-N</sub>			
U > 5	U > / U > >	Ramp	U <sub>L1-L2</sub>			
U > 6	U > / U > >	Ramp	U <sub>L2-L3</sub>			
U > 7	U > / U > >	Ramp	U <sub>L3-L1</sub>			
Time measurements:						
U > 8	U > / U > >	Jump	U <sub>L1-N</sub> , U <sub>L2-N</sub> , U <sub>L3-N</sub>	≤ G <sub>S</sub> - 2 × A <sub>r</sub>	≥ G <sub>S</sub> + 2 × A <sub>r</sub>	T <sub>Op</sub> + 200 ms
U > 9	U > / U > >	Jump	U <sub>L1-N</sub>			
U > 10	U > / U > >	Jump	U <sub>L2-N</sub>			
U > 11	U > / U > >	Jump	U <sub>L3-N</sub>			
U > 12	U > / U > >	Jump	U <sub>L1-L2</sub>			
U > 13	U > / U > >	Jump	U <sub>L2-L3</sub>			
U > 14	U > / U > >	Jump	U <sub>L3-L1</sub>			
<i>Ramp</i> : Ramp signal test <i>Jump</i> : Jump signal test						

Table 22 — Overvoltage protection stage 1 (>) and 2 (>>) test items (2/2): reset time requirement

Test item	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Step 0		Step 1		Step 2	
				Test signal voltage	Step remain time	Test signal voltage	Step remain time	Test signal voltage	Step remain time
U > 15	U > / U >>	NOP	U <sub>L</sub>		10 ms				$T_{Op} + 200\text{ ms}$

NOP : Non-operation signal test

Überspannung 2

Table 23 — Undervoltage protection stage 1 (<) and 2 (<<) test items (1/2): accuracy of the setting values and time measurements

Test item	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Test signal start voltage	Test signal end voltage	Step remain times
Accuracy of the setting values:						
U < 1	U < / U <<	Ramp				$T_{Op} + 200\text{ ms}$
U < 2	U < / U <<	Ramp				
U < 3	U < / U <<	Ramp				
U < 4	U < / U <<	Ramp				
U < 5	U < / U <<	Ramp	UL1-L2			
U < 6	U < / U <<	Ramp	UL2-L3			
U < 7	U < / U <<	Ramp	UL3-L1			

Unterspannung 2

Table 28 — Underfrequency protection stage 1 (<) and 2 (<<) test items (2/2): reset time and reset ratio requirements

Test item	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Step 0		Step 1		Step 2	
				Test signal voltage	Step remain time	Test signal voltage	Step remain time	Test signal voltage	Step remain time
f < 3	f < / f <<	NOP	f grid						$T_{Op} + 200\text{ ms}$

NOP : Non-operation signal test

Unterfrequenz

Table 24 — Undervoltage protection stage 1 (<) and 2 (<<) test items (1/2): accuracy of the setting values and time measurements

Testitem	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Step 0		Step remain time
				Test signal voltage	Step remain time	
U < 15	U < / U <<	NOP	U <sub>L1-L2</sub> , U <sub>L2-L3</sub>		10 ms	$\min\left(\frac{G_S + 2 \times A_r}{G_R + 2 \times A_r}\right) T_{Op} + 200\text{ ms}$

NOP : Non-operation signal test

Unterspannung 1

Table 26 — Overfrequency protection stage 1 (>) and 2 (>>) test items (2/2): reset time and reset ratio requirements

Testitem	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Step 0		Step 1		Step 2	
				Test signal voltage	Step remain time	Test signal voltage	Step remain time	Test signal voltage	Step remain time
f > 3	f > / f >>	NOP	f grid	$\leq G_S - 2 \times A_r$	$T_{Op} + 200\text{ ms}$	$\geq G_S + 2 \times A_r$	$T_{Res} - 10\text{ ms}$	$\min\left(\frac{G_S - 2 \times A_r}{G_R - 2 \times A_r}\right) T_{Op} + 200\text{ ms}$	

Überfrequenz

Table 27 — Underfrequency protection stage 1 (<) and 2 (<<) test items (1/2): accuracy of the setting values and time measurements

Test-item	Protection function	Test signal	Characteristic quantity	Test signal start voltage	Test signal end voltage	Step remain times
Accuracy of the setting values:						
f < 1	f < / f <<	Ramp	f grid			$T_{Op} + 200\text{ ms}$
Time measurements:						
f < 2	f < / f <<	Jump	f grid			$T_{Op} + 200\text{ ms}$

Ramp : Ramp signal test  
Jump : Jump signal test

# 4. IEC 63409-4: Photovoltaic power generating systems connection with grid - Testing of power conversion equipment

## Part 4: Interface protection and fault ride through





Berner Fachhochschule  
Haute école spécialisée bernoise  
Bern University of Applied Sciences

# Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Fachtagung Netzanschluss, 6. Juni 2023, Christof Bucher

► Technik & Informatik, Energie- und Mobilitätsforschung, PV-Labor