



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Normierung Netzanschluss von PV- Wechselrichtern: Verhalten sie sich so, wie sie sollten?

► Berner Fachhochschule, PV-Labor | Fachtagung Netzanschluss | 31.5.2022 | Christof Bucher

Inhalte

1. Fundamente Netzanschluss: Regelung, Immunität und Schutz
2. Anforderungen: Übersicht über Normen und Regeln
3. Überprüfung der Anforderungen: Normen

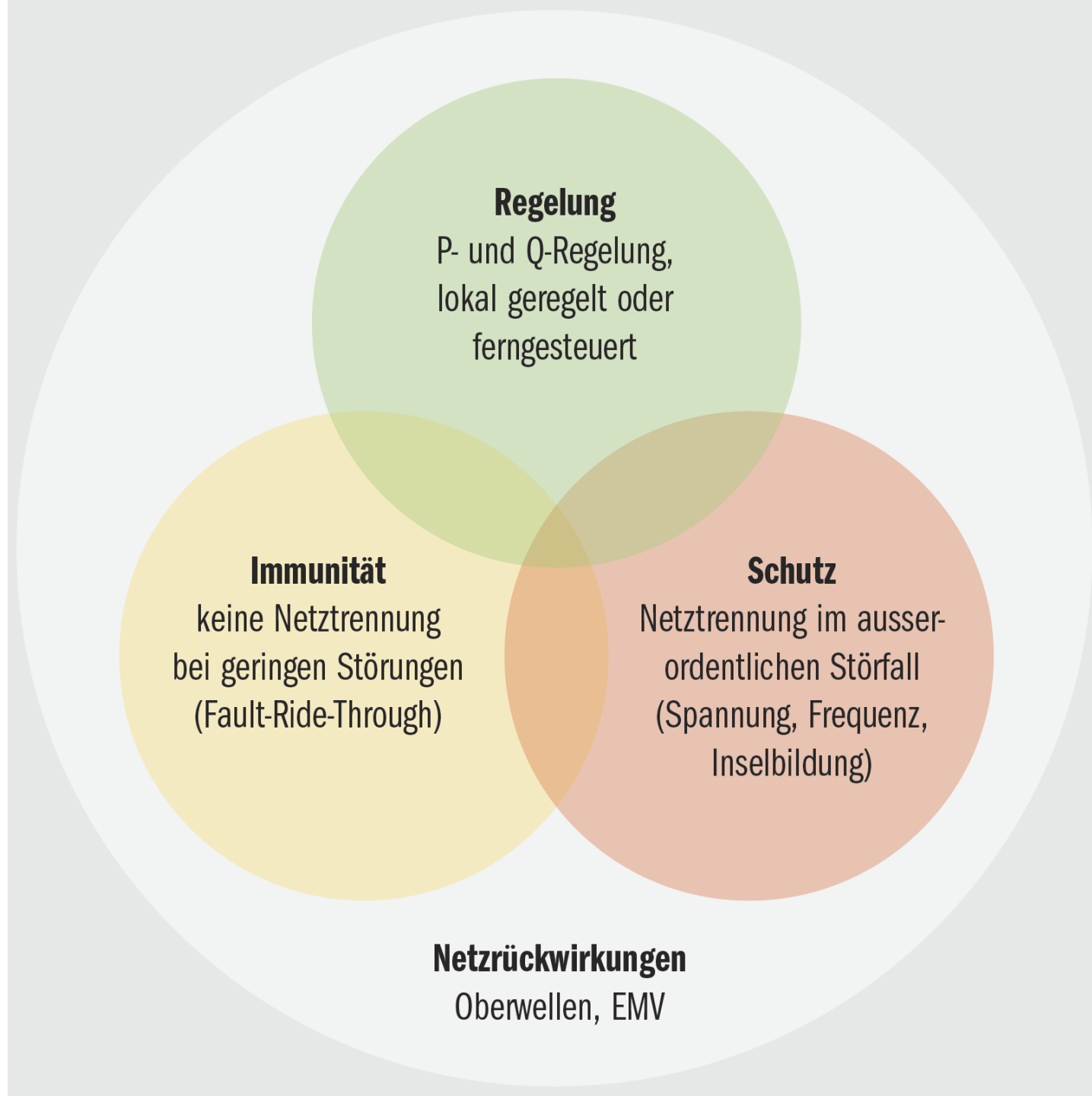
Abkürzungen:

- ▶ WR: Wechselrichter
- ▶ PVA: Photovoltaikanlage
- ▶ VNB: Verteilnetzbetreiber
- ▶ FRT: Fault Ride Through

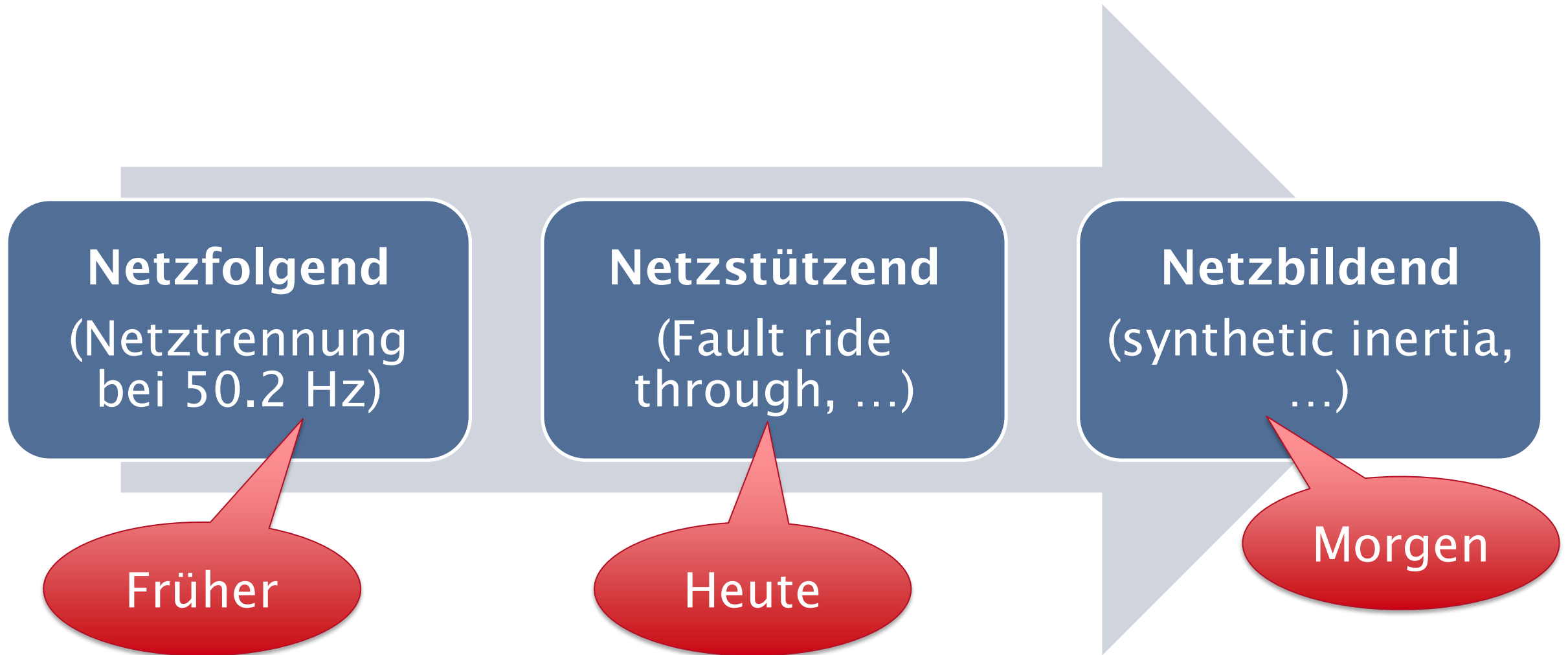
Fundamente Netzanschluss: Regelung, Immunität und Schutz

Fundamente des Netzanschlusses

- ▶ Die drei Elemente müssen aufeinander abgestimmt sein
- ▶ Wenn 1 von 3 systematisch versagt, hat «das Netz» ein Problem.



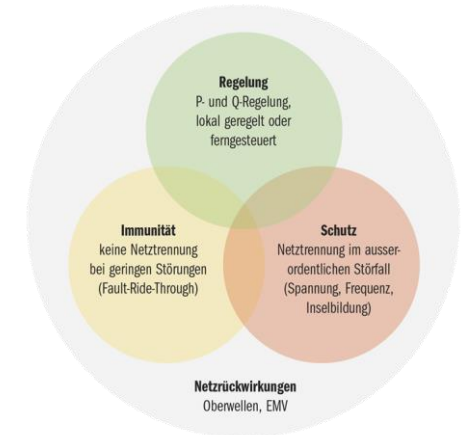
Anforderung an den Wechselrichter im Lauf der Zeit



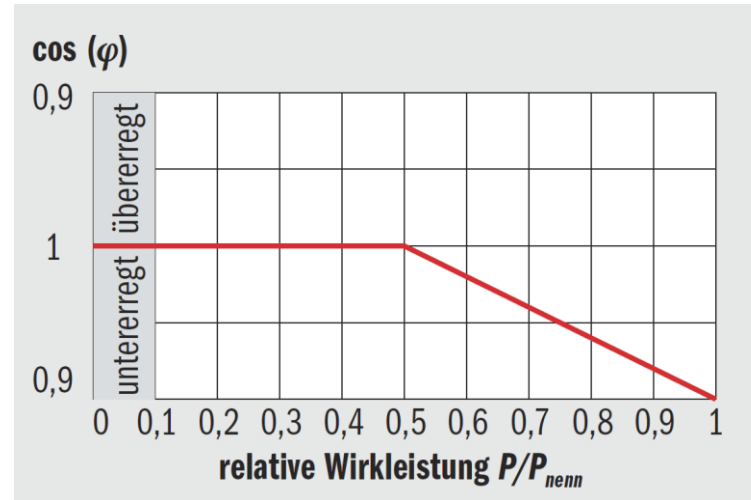
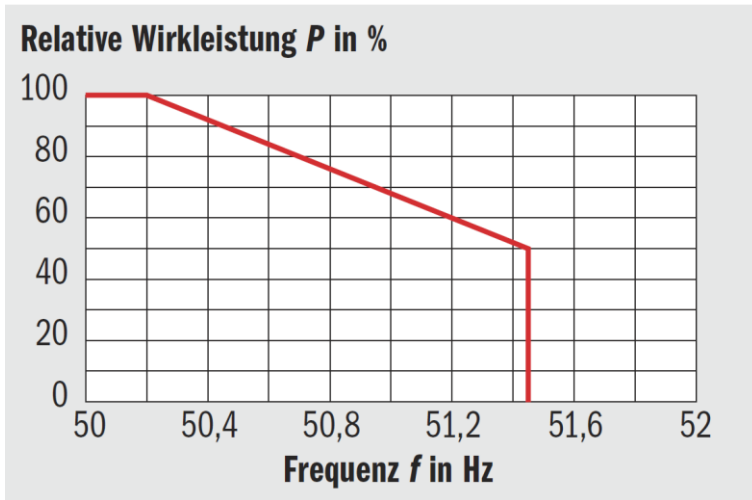
Regelung

Bewegen sich die Netzparameter im Normbereich und im angrenzenden gestörten Bereich, muss der Wechselrichter das Netz mit aktiven Regelungsfunktionen unterstützen (insb. Blind- und Wirkleistungsregelung).

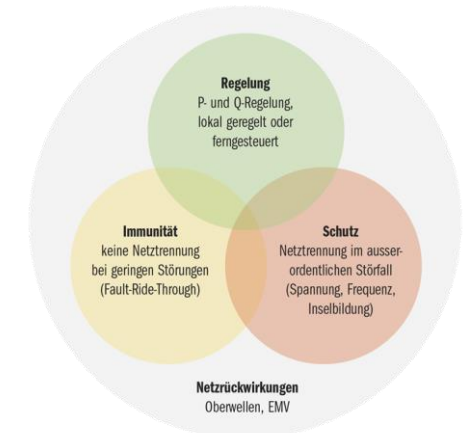
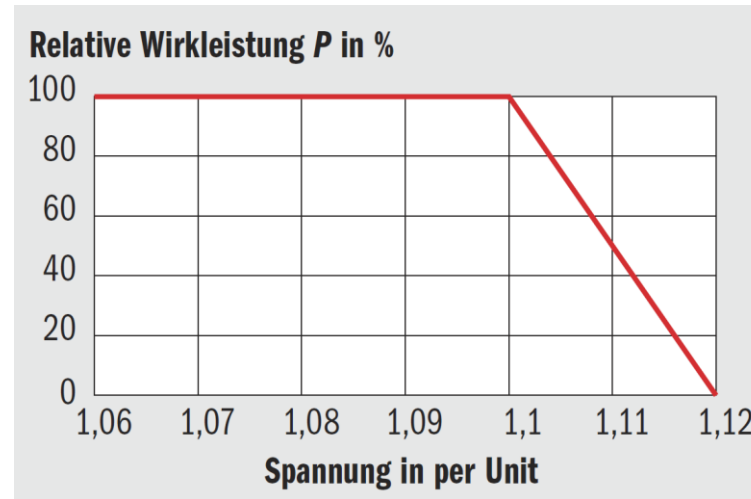
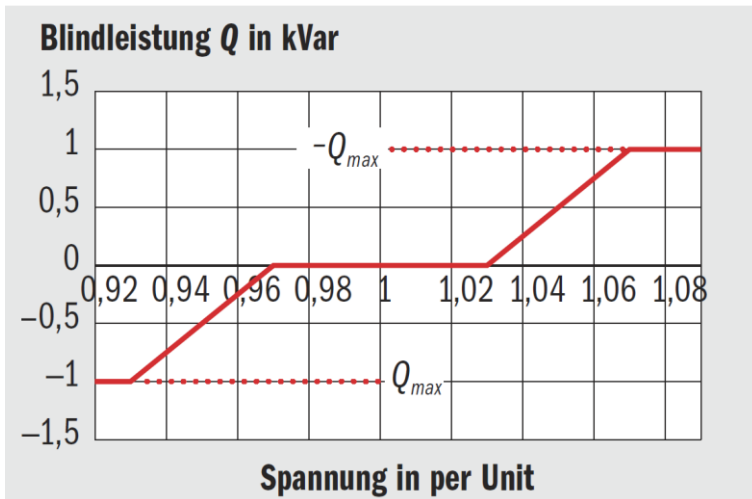
- ▶ **Frequenz:** Relevant für den Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB, Swissgrid)
- ▶ **Spannung:** Relevant für die Verteilnetzbetreiber (VNB)



Regelung: Vier Beispiele



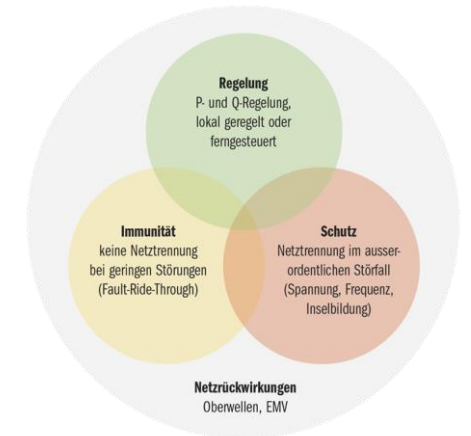
- ▶ $P(f)$
- ▶ $Q(U)$
- ▶ $\text{Cos}(\text{phi}) (P)$
- ▶ $P(U)$



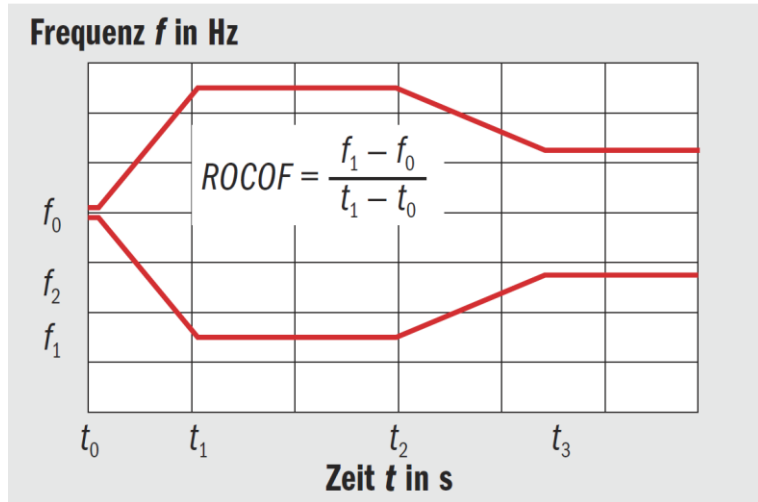
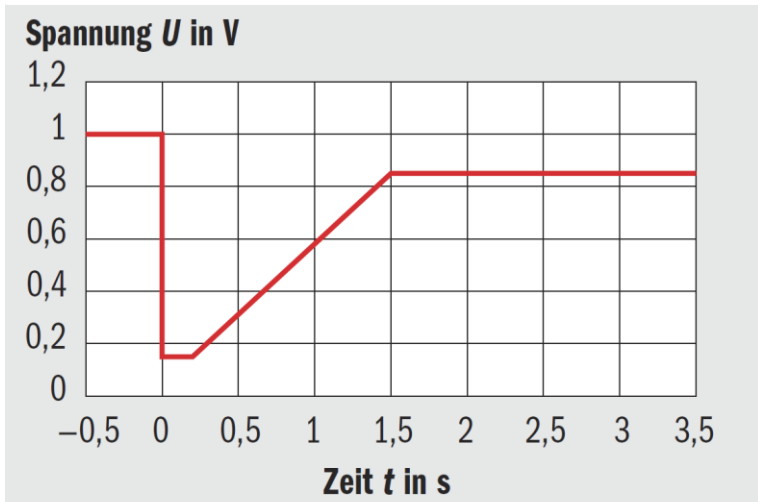
Immunität gegen Störungen

Bei geringen Netzstörungen darf sich der Wechselrichter nicht vom Netz trennen, um die Systemstabilität des Verbundnetzes zu unterstützen.

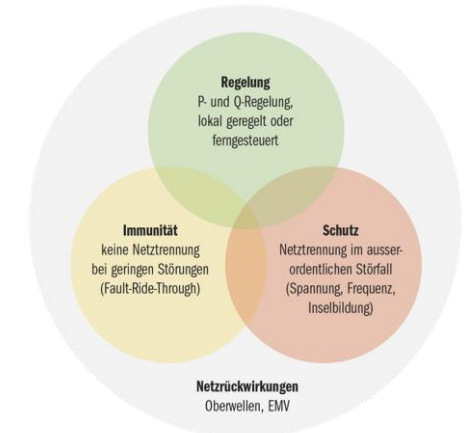
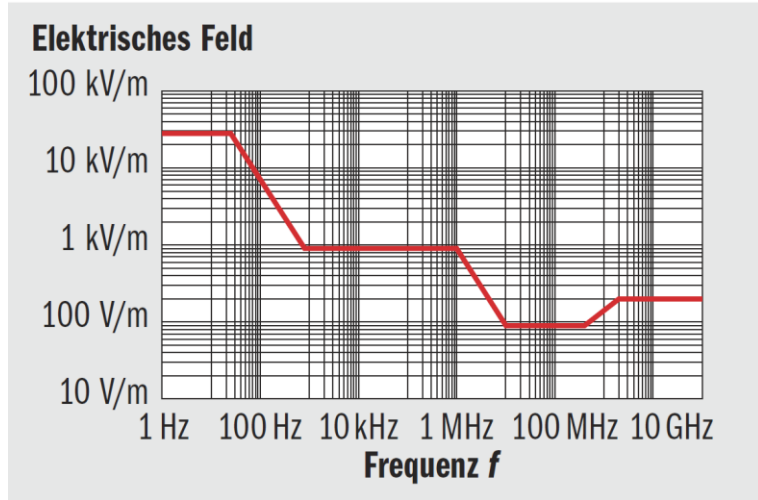
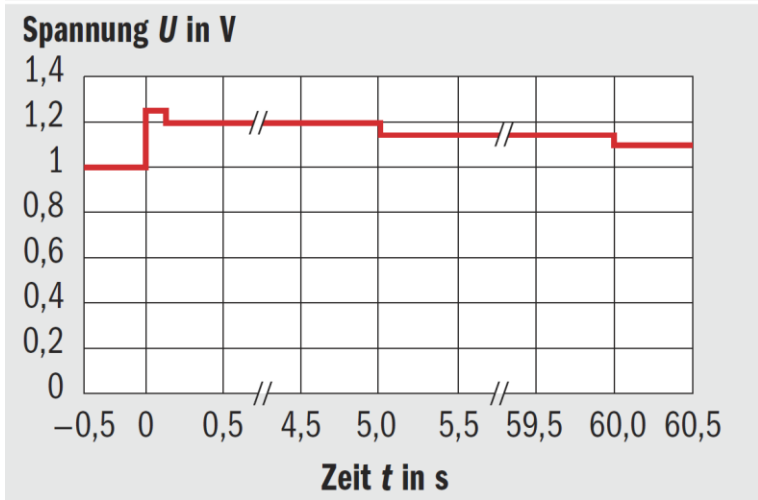
- ▶ Relevant für den Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB, Swissgrid)
- ▶ Weniger relevant für die Verteilnetzbetreiber (VNB)



Immunität gegen Störungen: Vier Beispiele



- ▶ UVRT
- ▶ OVRT
- ▶ ROCOF RT
- ▶ EMV



Schutz vor Störungen / Fehler im Netz

Bei grossen Netzstörungen muss sich der Wechselrichter vom Netz trennen.

- ▶ NA-Schutz

Schutzfunktionen im WR

IEC 62786-1: Distributed energy resources connection with the grid

- ▶ Passiv:
 - ▶ Grosse Über- oder Unterspannungen
 - ▶ Grosse Über- oder Unterfrequenzen
- ▶ Aktiv:
 - ▶ Netzausfall («Anti-Islanding»)

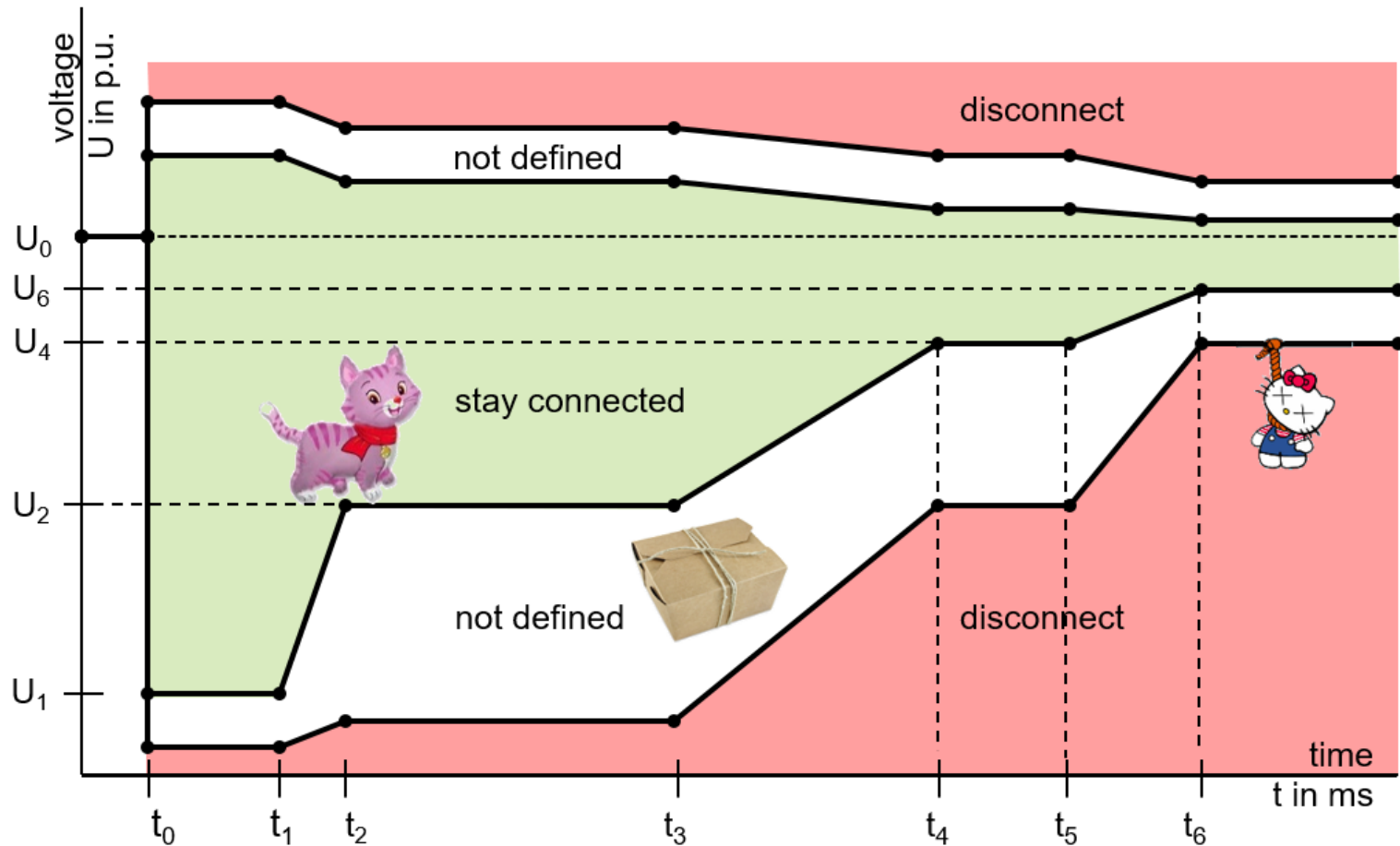
Type	Function	Normative reference
Passive	Phase under voltage protection	IEC 60255-127
	Positive sequence under voltage protection	
	Phase over voltage protection	
	Residual/zero-sequence over voltage protection	
	Negative sequence/unbalance over voltage protection	
	Under frequency protection	IEC 60255-181
	Over frequency protection	
	Rate of change of frequency protection	
	Instantaneous phase overcurrent protection	IEC 60255-151
	Time delayed phase overcurrent protection	
	Instantaneous earth fault protection	
	Time delayed earth fault protection	
	Negative sequence overcurrent or current unbalance protection	
	Phase undercurrent protection	
Voltage-dependent overcurrent protection	IEC 60255-167(To be published)	
Directional current protection		
Vector shift protection	N/A	
Active	Anti-islanding detection	IEC 62116

Schutz: Ja – aber für wen?

- ▶ Übertragungsnetz und Inselnetz: Schutz = nicht vom Netz trennen
 - ▶ Verteilnetz: Schutz = vom Netz trennen
- Ein Widerspruch!
- ▶ Micro Grids: Umstellung der Parameter. Ein Micro-Grid mit Anti-Islanding funktioniert nicht.
 - ▶ NA-Schutz: Schutz primär für Verteilnetz. Verhindert kein Blackout, kann dieses sogar begünstigen.
 - ▶ Immunität, Inselnetzfähigkeit: Schutz primär für Verbundnetz. Kann für sicheres Arbeiten am NS-Netz kritisch sein.

Fazit: NA-Schutz und Fault Ride Through müssen korrekt aufeinander abgestimmt sein.

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.

Anforderungen: Übersicht über Normen und Regeln

Wer macht Vorgaben zum Netzanschluss?

1

- Europäisches Verbundnetz (ENTSO-E)

2

- Schweizer Übertragungsnetz (Swissgrid)

3

- Schweizer Verteilnetze (VNB), unterstützt durch VSE

4

- Installateure, unterstützt durch Swissolar

5

- Betreiber:innen von PV-Anlagen

Wer macht Vorgaben zum Netzanschluss?

RfG

- Vorgaben für das europäische Verbundnetz
- Requirements for Generators (RfG)

IEC

- Diverse Normen (insb. Produktnormen)
- Nur wenige Systemnormen, z. B. IEC TS 62786-x: Distributed energy resources connection with the grid (in der Schweiz nicht anwendbar)

SNEN

- Europäische und schweizerische Normen
- SNEN 50549: Anforderungen für zum Parallelbetrieb mit einem Verteilnetz vorgesehene Erzeugungsanlagen

CH

- Ländereinstellungen Schweiz (Swissgrid, VSE, Swissolar)
- ESTI-Weisungen (z. B. ESTI Nr. 220)

Branche

- Werkvorschriften (verbindlich)
- Branchenempfehlungen (z. B. NA/EEA-NE7 – CH 2020) (nicht verbindlich, aber mit «verbindlichem Charakter»)

Europäische Norm (EN) vs. Internationale Norm (IEC)

Cenelec (EN resp. SN EN)

- ▶ In der Schweiz automatisch verbindlich
- ▶ Anforderungen: EN 50549-1
- ▶ Prüfung (alle EEA): EN 50549-10
- ▶ 1 Dokument für alle Technologien und alle Funktionen (EN 50549-10)

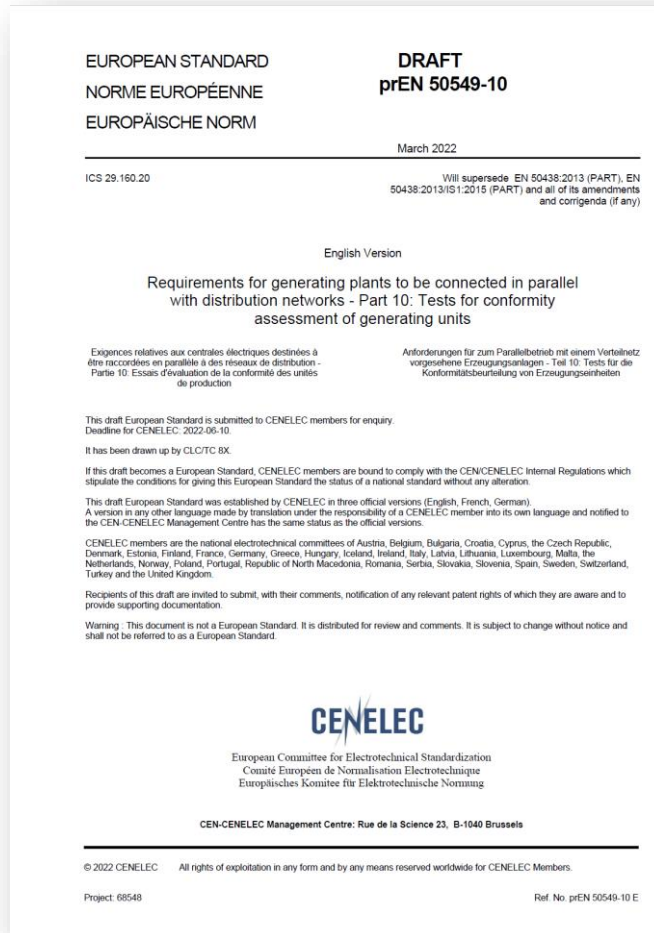
- ▶ Heute relevant

IEC

- ▶ In der Schweiz nicht automatisch verbindlich
- ▶ Anforderungen: IEC 62786-x
- ▶ Prüfung (nur PV): IEC 63409-x
- ▶ 1 Dokument pro Technologie (z. B. PV) und pro Funktion (z. B. «Power Control»)

- ▶ Heute noch nicht relevant. Wird künftig viele Netzanschlussnormen prägen

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

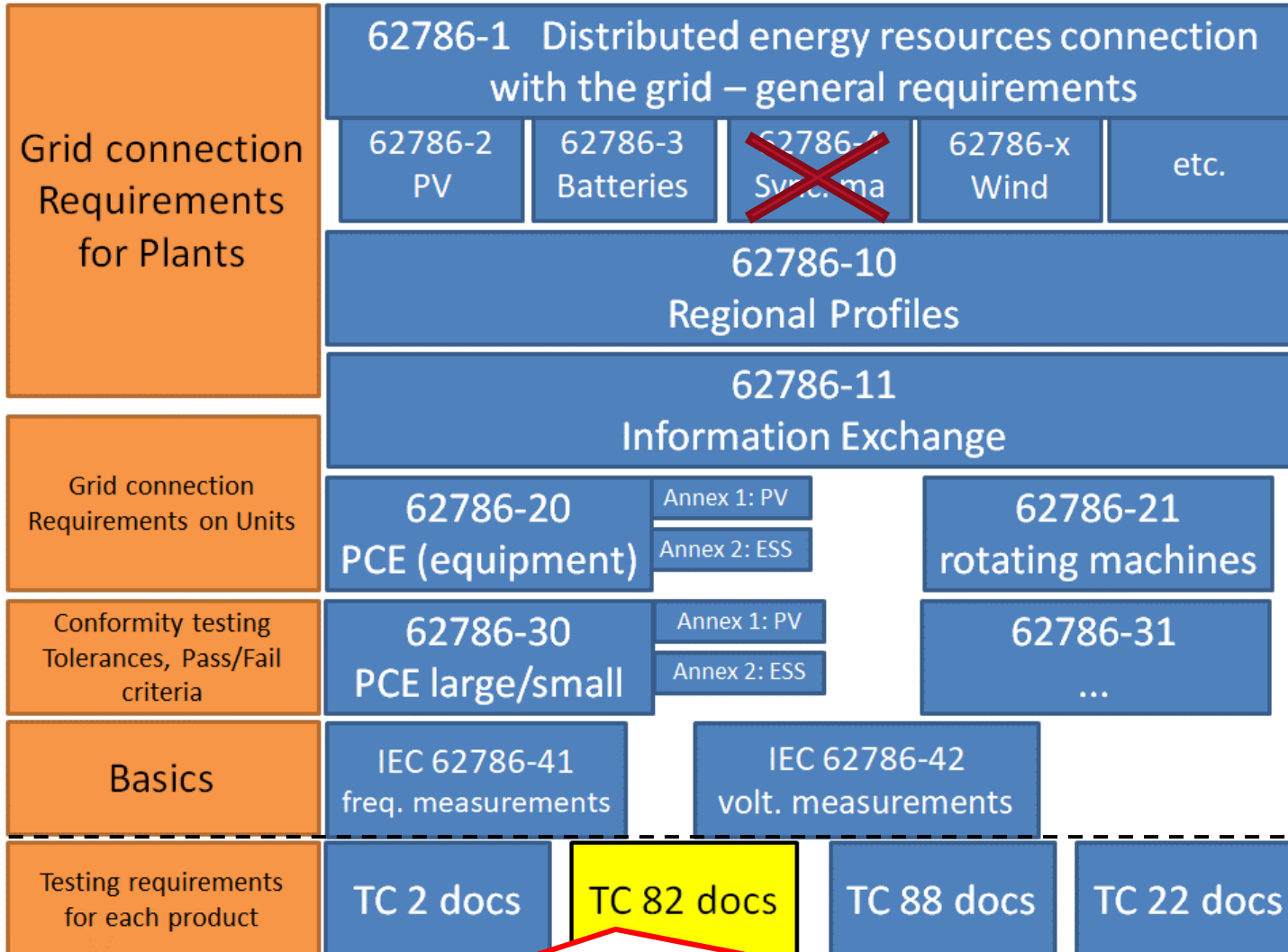


Inhalte (Beispiele):

- ▶ Immunity to disturbances
- ▶ Rate of change of frequency (ROCOF), Phase Jump
- ▶ FRT, OVRT, UVRT
- ▶ Active response to frequency deviation
- ▶ Power specification and response to voltage variations
- ▶ Voltage related active power reduction, P(U)
- ▶ EMC
- ▶ Interface protection
- ▶ ...

Requirements: Anforderungen an den Netzanschluss

Authorized structure (by SMB) of grid connection requirements for DER



Requirements for generating plants:

- Power control functions
- Grid protection & support
- Interoperability and configurability by applying information exchange

Requirements for generating unit or units including information exchange.

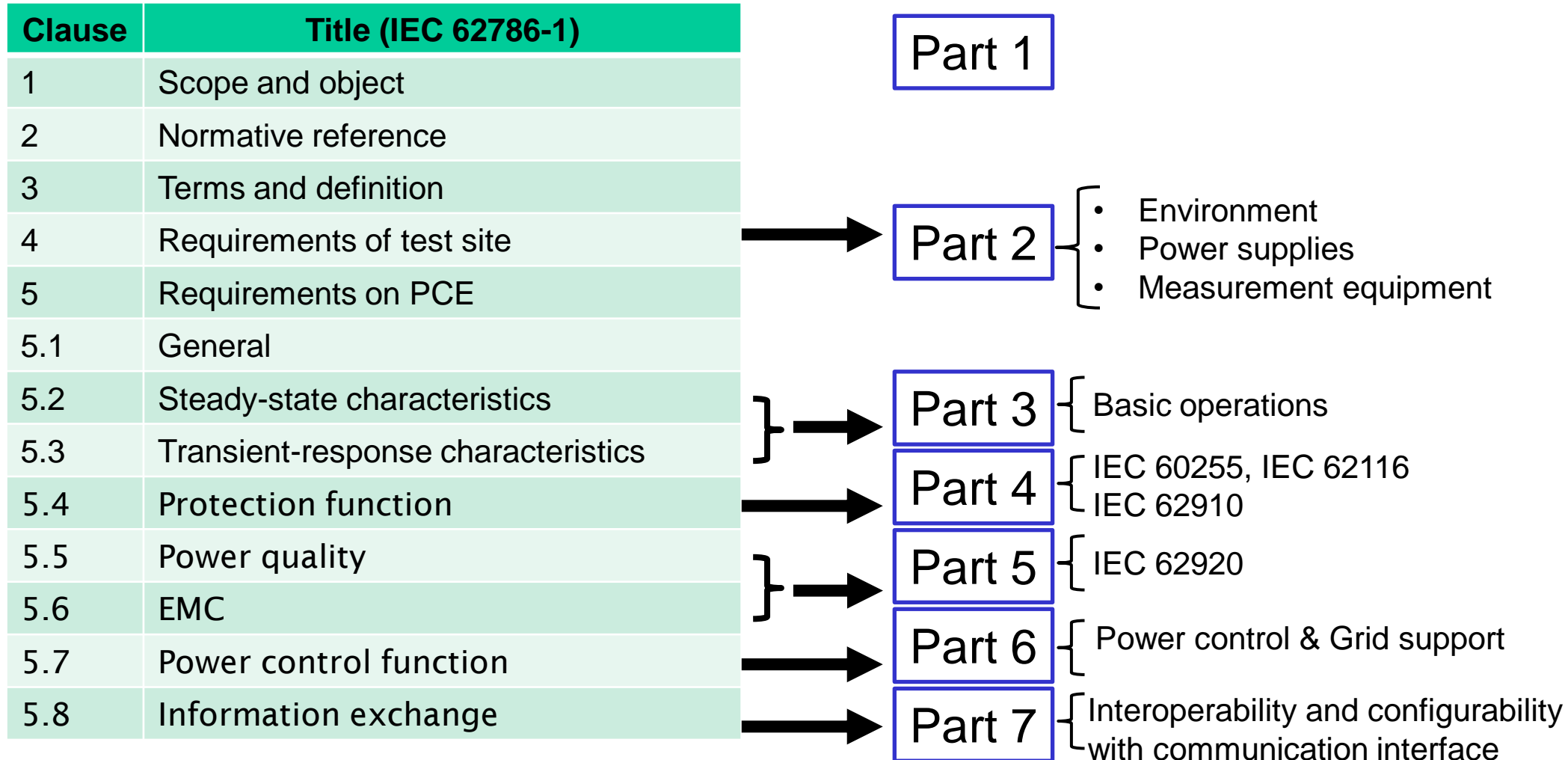
PCE: Power Conversion Equipment

Requirements on measurement performance.

Each TC specifies test methods for the assessment of performance.

Matching IEC 62786-1 and IEC 63409-x

IEC 63409-x: Photovoltaic Power Generating Systems Connection with the Grid – Testing of Power Conversion Equipment



IEC 63409-x: Photovoltaic Power Generating Systems Connection with the Grid – Testing of Power Conversion Equipment

- ▶ Part 1: Overall description of conformity assessment for grid connection
- ▶ Part 2: Test environment
- ▶ Part 3: Basic operations
- ▶ Part 4: Interface protection and fault ride through
- ▶ Part 5: EMC
- ▶ Part 6: Power control functions and grid support
- ▶ Part 7: Information exchange

Fazit

- ▶ Anforderungen an den Netzanschluss sind seit langem vorgegeben und teilweise standardisiert
- ▶ Die Prüfung der Anforderungen war bisher Ländersache und wird neu / künftig mit zwei Normen abgedeckt werden:
 - ▶ SN EN 50549-10
 - ▶ IEC 63409-1/2/3/4/5/6/7
- ▶ NA-Schutz: Ist ein Wechselrichter nach EN 50549-10 geprüft, so ist auch sein NA-Schutz geprüft.



Berner Fachhochschule
Haute école spécialisée bernoise
Bern University of Applied Sciences

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!