

E-Mobilität und PV-Anlagen

Gefahren erkennen



Foto: SV-Krautgasser



Vortragender



- MMst. Franz Krautgasser
 - Über 30 Jahre Erfahrung als Sachverständiger für Elektro- & Medizintechnik
 - Experte und Vorsitzender in zahlreichen OVE-Normungsausschüssen
 - Vortragender beim OVE für
 - PV-Anlagen
 - E-Mobilität
 - Geräteprüfung

1. Grundlagen Elektromobilität

Funktion Elektrofahrzeug: AC-Laden, Kommunikation Fahrzeug zwischen Ladestation

2. Grundlagen Photovoltaik

Aufbau einer PV-Anlage: Module, Strings, Wechselrichter, DC-Seite und AC-Seite

3. Normen und Regelwerke

4. Prüfen in der Praxis

Voraussetzungen, Sichtprüfung und Messungen, geeignete Prüfgeräte, typische Fehlerquellen

5. Fragen und Diskussion

1

Elektroauto – Aufbau und Funktion

Elektrifizierung – Das Auto wird zumindest teilweise von einem Elektromotor betrieben

- **BEV** – Battery Electric Vehicle: reines Elektrofahrzeug
- **LEV** – Zwei-, drei- und leichte vierrädrige Kraftfahrzeuge
- **Hybrid** – Zumindest 2 Antriebssysteme, z.B. Verbrennungs- und Elektromotor
- **MHEV** – Mild Hybrid Electric Vehicle: 48 V Elektroantrieb + Verbrennungsmotor
- **HEV** – Hybrid Electric Vehicle : 400 – 800 V Elektroantrieb + Verbrennungsmotor
- **PHEV** – Plug-in Hybrid Electric Vehicle: Stecker und Kabel mit Lademöglichkeit
- **FCV** – Fuel Cell Vehicle: Brennstoffzelle + Elektromotor, Wasserstoff als Treibstoff
- **ICE** – Internal Combustion Engine: Antrieb mit Verbrennungsmotor



Anwendung in einem Elektrofahrzeug (EV)

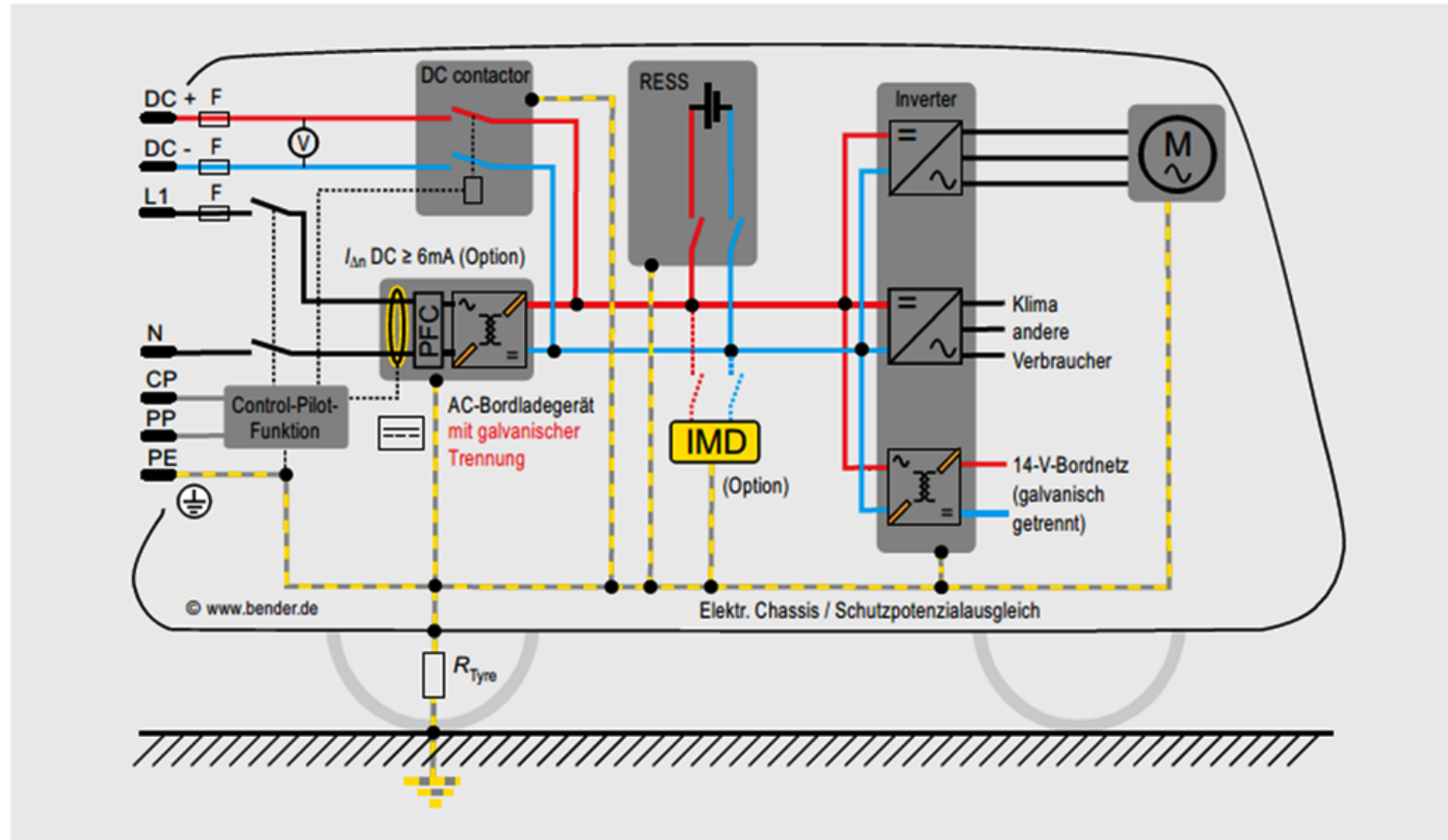


Bild: Fa. Bender

Elektroauto - Aufbau und Funktion

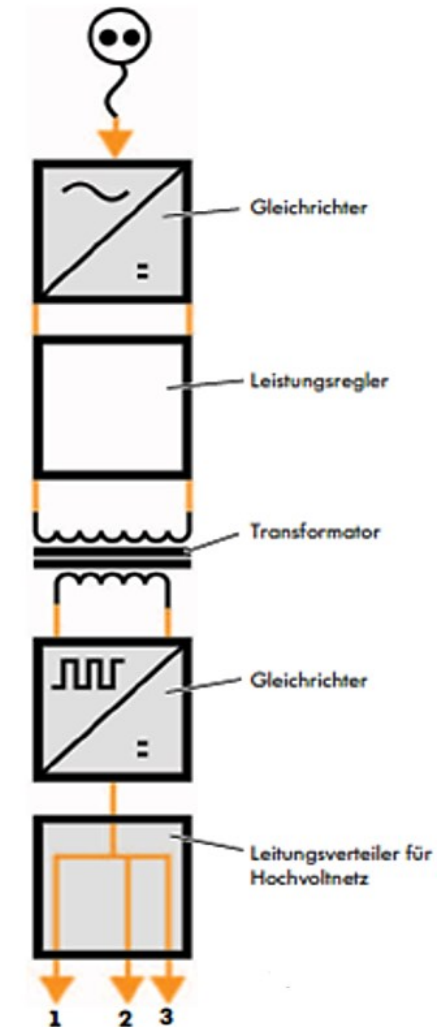
Aufbau Batteriesystem



Quelle: Hyundai Österreich

AC-Ladung – schematischer Aufbau (Beispiel e-Golf)

- Der eingehende Wechselstrom wird im **Gleichrichter** zu Gleichstrom gewandelt
- Mit dem **Leistungsregler** wird der Gleichstrom an die erforderliche Stromstärke mittels einer 100-kHz-Taktfrequenz nach der Vorgabe des Steuergeräts für die Batterieregelung angepasst
- Der **Transformator** passt die erforderliche Spannung an die Ladeanforderung, die das Steuergerät für die Batterieregelung vorgibt, an
- Der getaktete Ladestrom wird nun wieder in Gleichstrom gewandelt und für die Hochvoltbatterie zur Verfügung gestellt
- **Ausgänge:**
 1. Ausgang zur Leistungs- und Steuerelektronik für Elektroantrieb
 2. Ausgang zur Hochvoltheizung (PTC)
 3. Ausgang zum elektrischen Klimakompressor



Quelle: Porsche Österreich

Iso - Fehler im On-board-Ladegerät

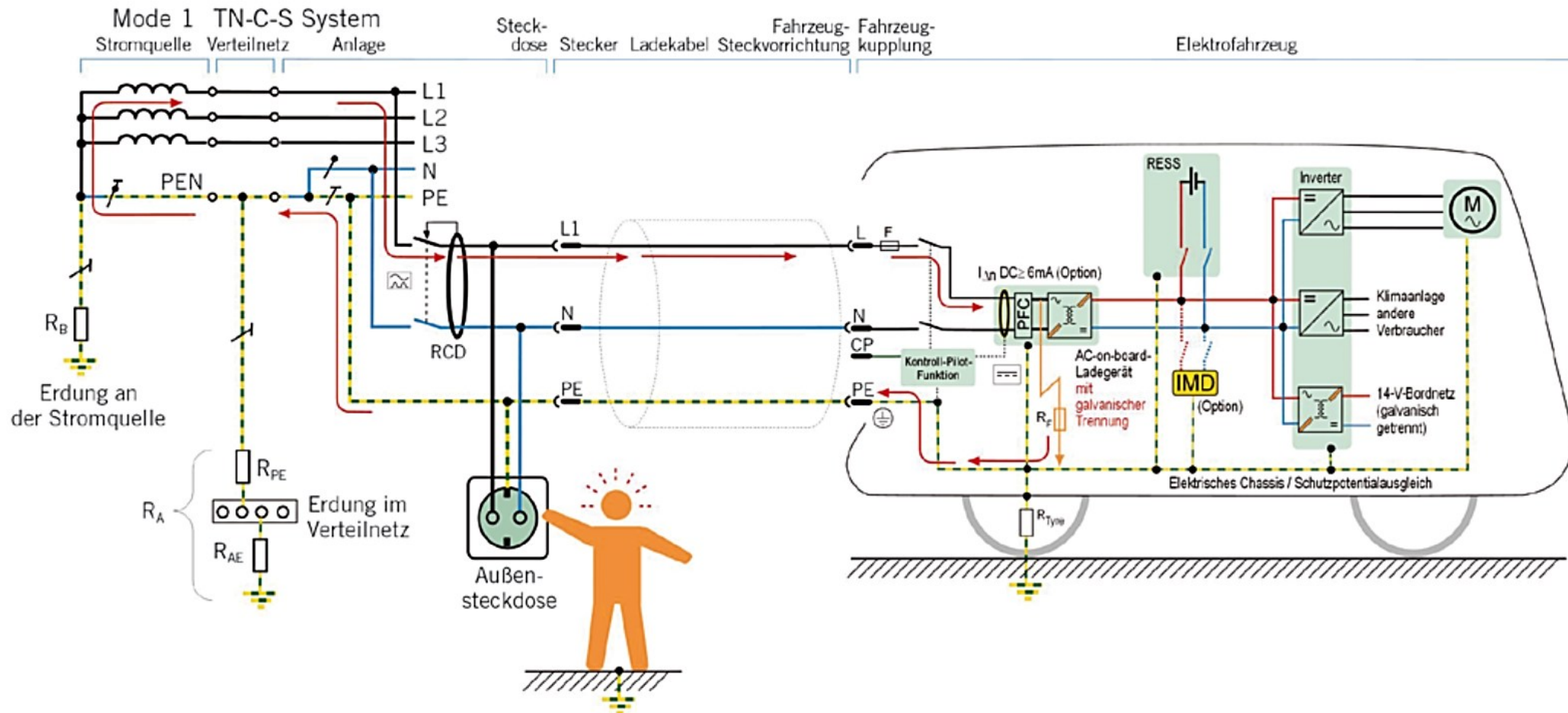


Bild: Fa. Bender

Ladesteckvorrichtungen

Übersicht Lademodus und Steckertypen

Elektroinstallation



In-Cable-Controlbox (ICCB)



ICCB
Wall Box
Ladesäule

Ladestation DC



CCS Typ 1



CCS Typ 2



CHAdeMO

Auto



Bild: PCE, Juice Booster

Weltweit 3 Systeme

IEC 62196-2

In der IEC 62196-2 genormte Systeme

Typ 1



eine Geometrie

Einsatz nur fahrzeugseitig

Ladeleistung bis 7,4 kW Ladestrom bis 32A einphasig

Für den europäischen Markt nicht relevant, da Typ 1 für die dreiphasigen europäischen Netze zu wenig Möglichkeiten bietet.

Typ 2



eine Geometrie

Einsatz fahrzeugseitig und netzseitig

Ladeleistung bis 43,5 kW Ladestrom bis 63A ein- bis dreiphasig

Gleiche Steckergeometrie für DC-Ladung mit dem Combined Charging System. Von der EU-Kommission als einheitlicher Standard für ganz Europa empfohlen.

Typ 3



drei verschiedene Geometrien

Einsatz nur netzseitig

Ladeleistung bis 43,5 kW Ladestrom bis 63A ein-, zwei- und dreiphasig

Teilweise in Frankreich und Italien eingesetzt aufgrund des zusätzlichen Berührungsschutzes durch einen Shutter.

Quelle: Mennekes, http://www.mennekes.de/index.php?id=weltweit_3_systeme

Ladesteckvorrichtungen

Typ 2 Stecker

- Strom: 20A, 32A u. 63A / ein u. dreiphasig
1 mal 140 A DC
- Spannung: 240 – 500 V AC und DC
- P max.: 43,5 kW
- Entwickelt: in Deutschland von Mennekes
- Norm: ICE 61851-f

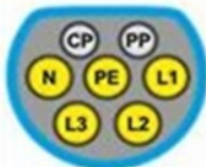


CCS Typ 2 Stecker

- Strom: 200A DC
- Spannung: 1000V DC
- P max.: 250 kW
- Norm: ICE 62196-3
- Lademodus: Mode 4
- Temperaturüberwachung: 2x Pt 1000



Steckerbelegung

	AC ein - bis dreiphasig	max. 500V AC 3 x 63A oder 1 x 80A
	AC ein - bis dreiphasig DC-Low	max. 500V AC/DC 3 x 63A AC oder 1 x 70A AC oder 1 x 80A DC
	DC-Mid	max. 500V DC 1 x 140 A
	DC-High	≥ 500V DC 1 x 200A

Quellen: Mennekes, Phoenix Contact

Ladesteckvorrichtungen

Ziel

IEC 62196-3

Fahrzeugseitig Ladung mit AC und DC (Schnellladen) zu ermöglichen

→ Der europäische Automobilverband ACEA empfiehlt das Combined Charging System

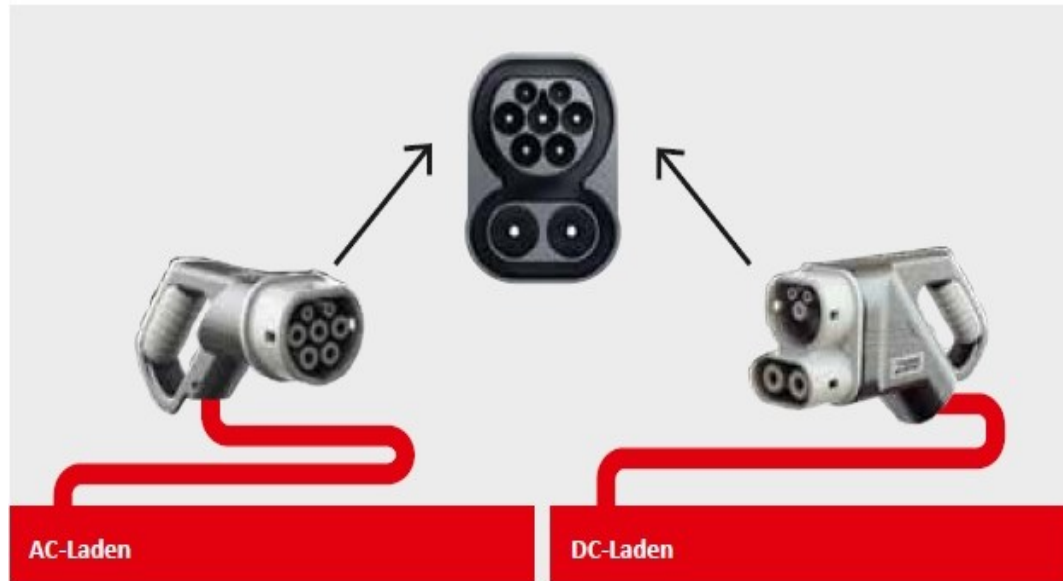


Abbildung 2:
Combined Charging System mit den in Europa verwendeten Steckverbindern des Typ 2 und
Combined Interface 2 für AC- und DC-Laden [Quelle: Phoenix Contact]

CCS HPC ermöglicht Ladeleistungen
von bis zu 500kW (500A x 1kV)

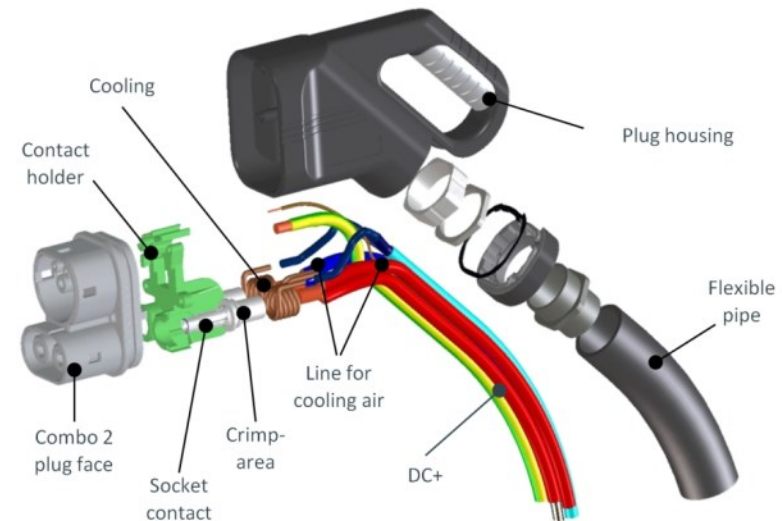
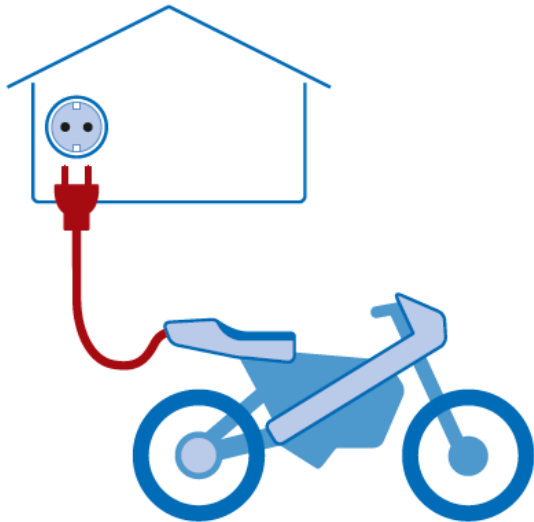


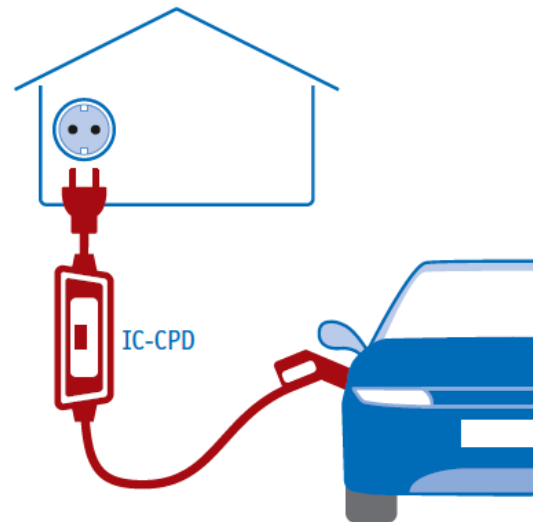
Bild: E/E-Leiter deutscher OEMs auf dem 20. Kongress „Fortschritte in der Automobil-Elektronik“

ÜBERSICHT – KABELGEBUNDENES LADEN NACH DIN EN 61851

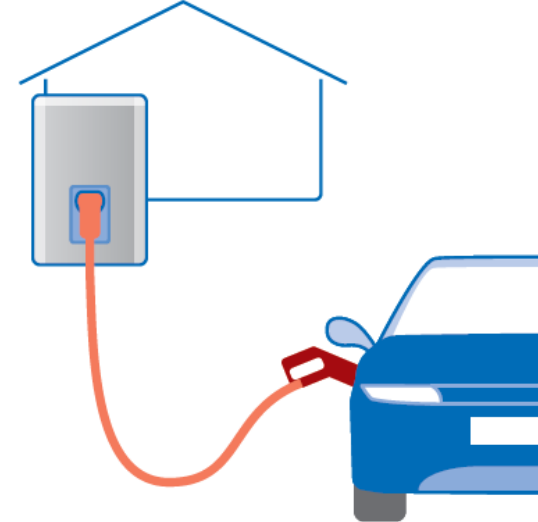
Ladebetriebsart 1



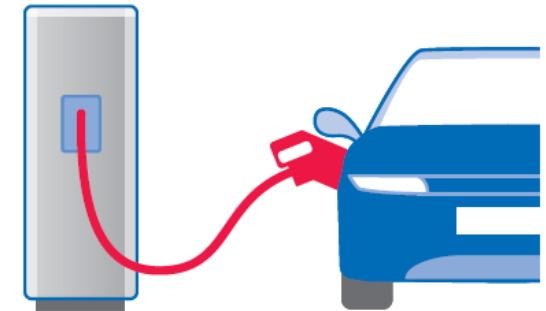
Ladebetriebsart 2



Ladebetriebsart 3



Ladebetriebsart 4



Quelle: Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik

LADEBETRIEBSARTEN NACH DIN EN 61851 – TECHNISCHE DETAILS

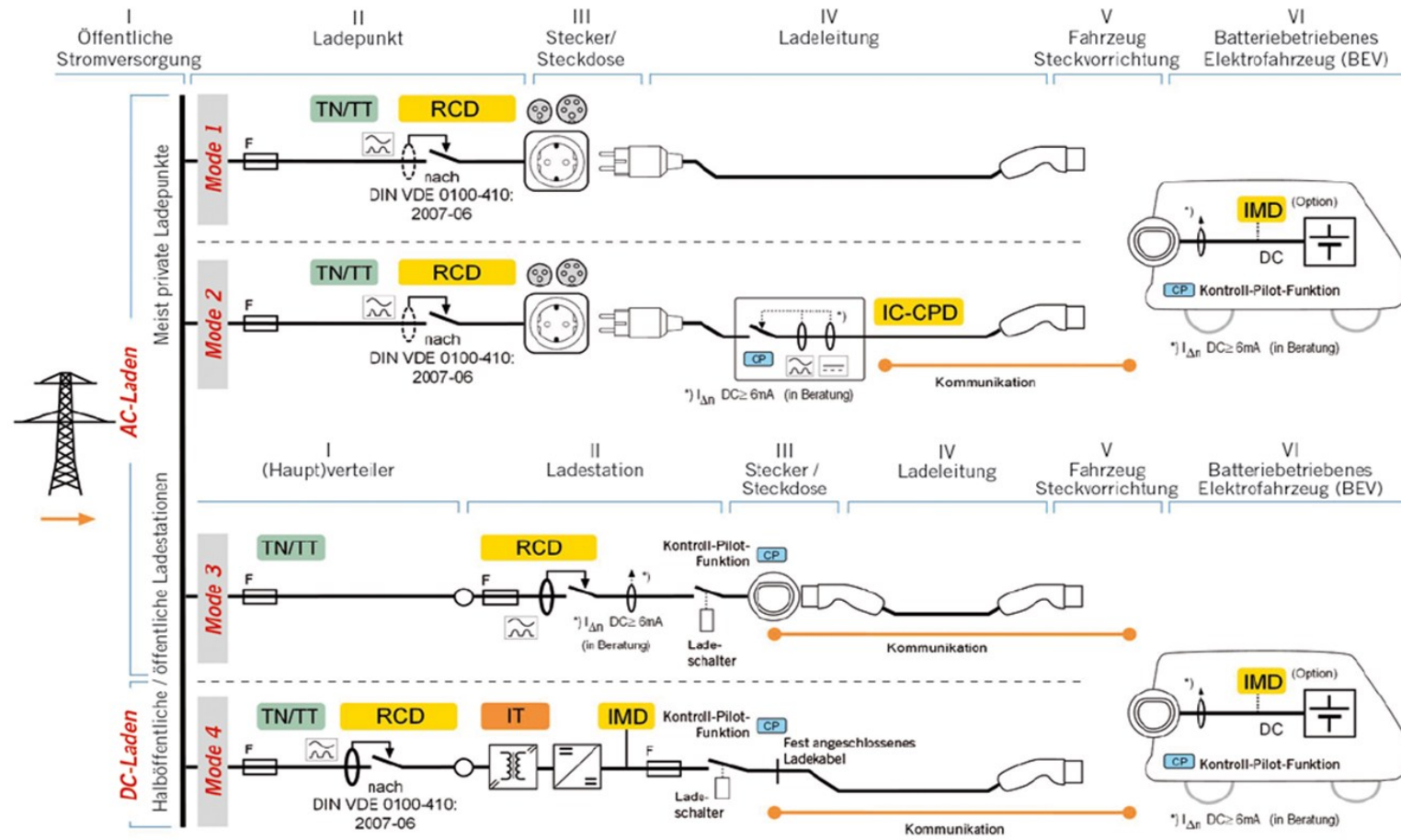
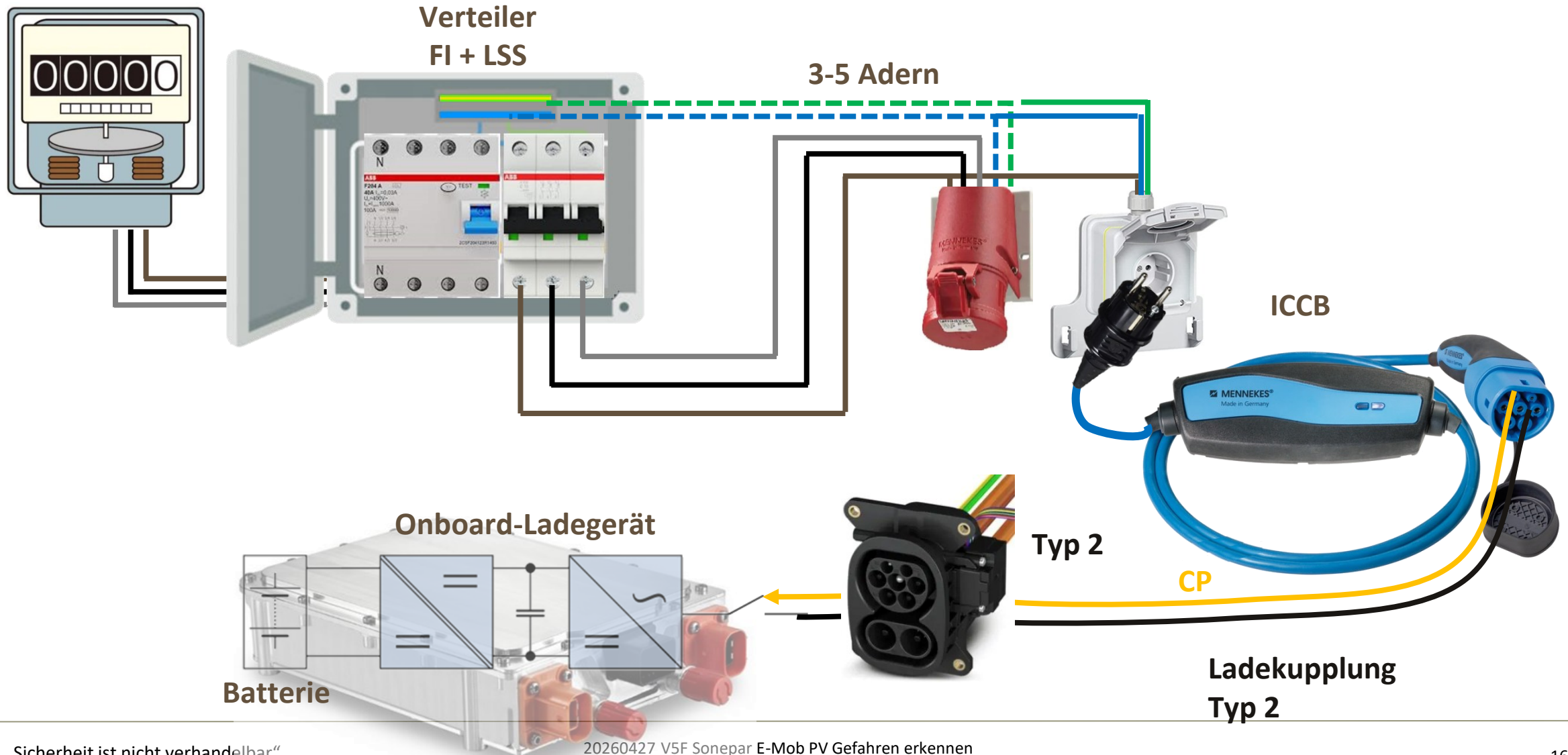
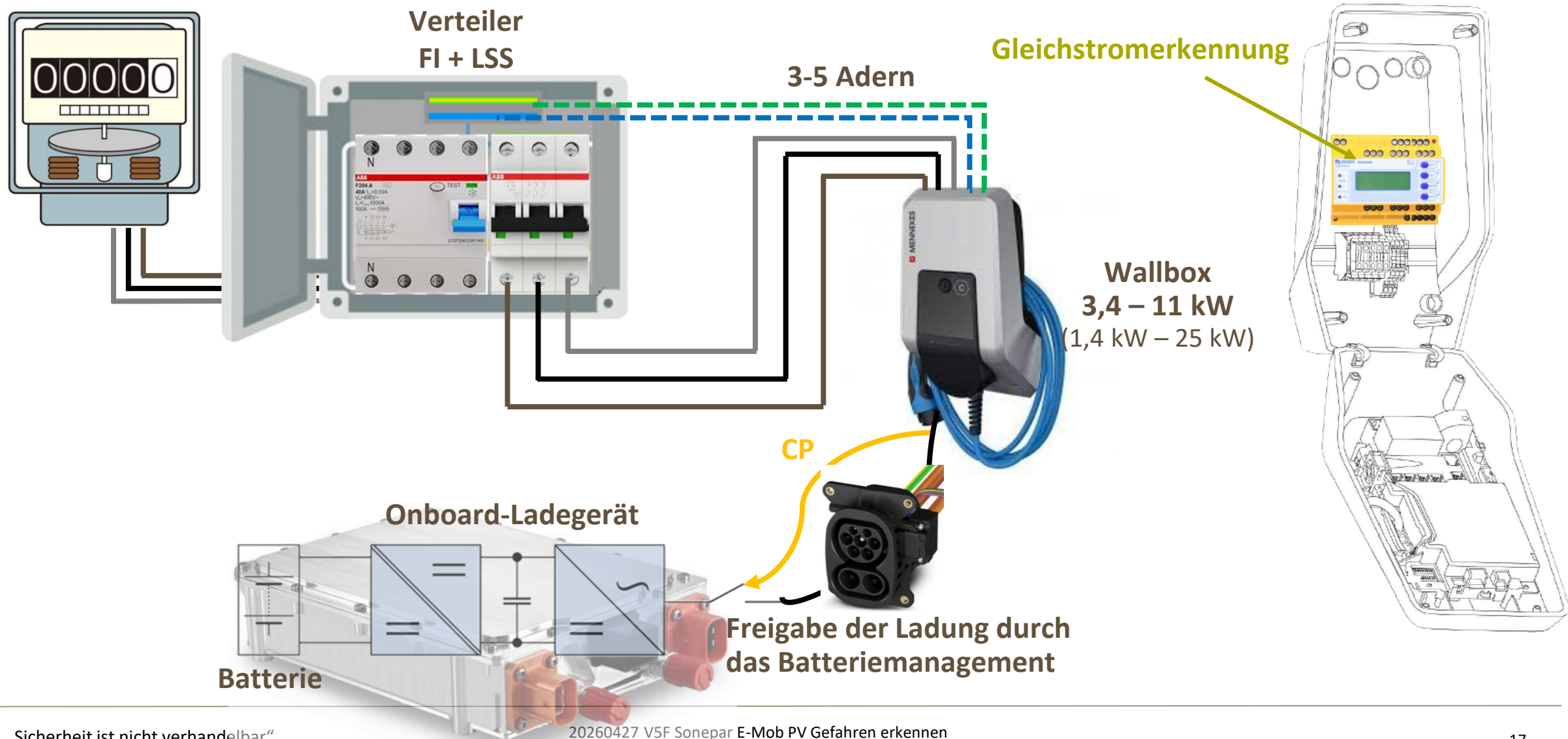


Bild: Fa. Bender

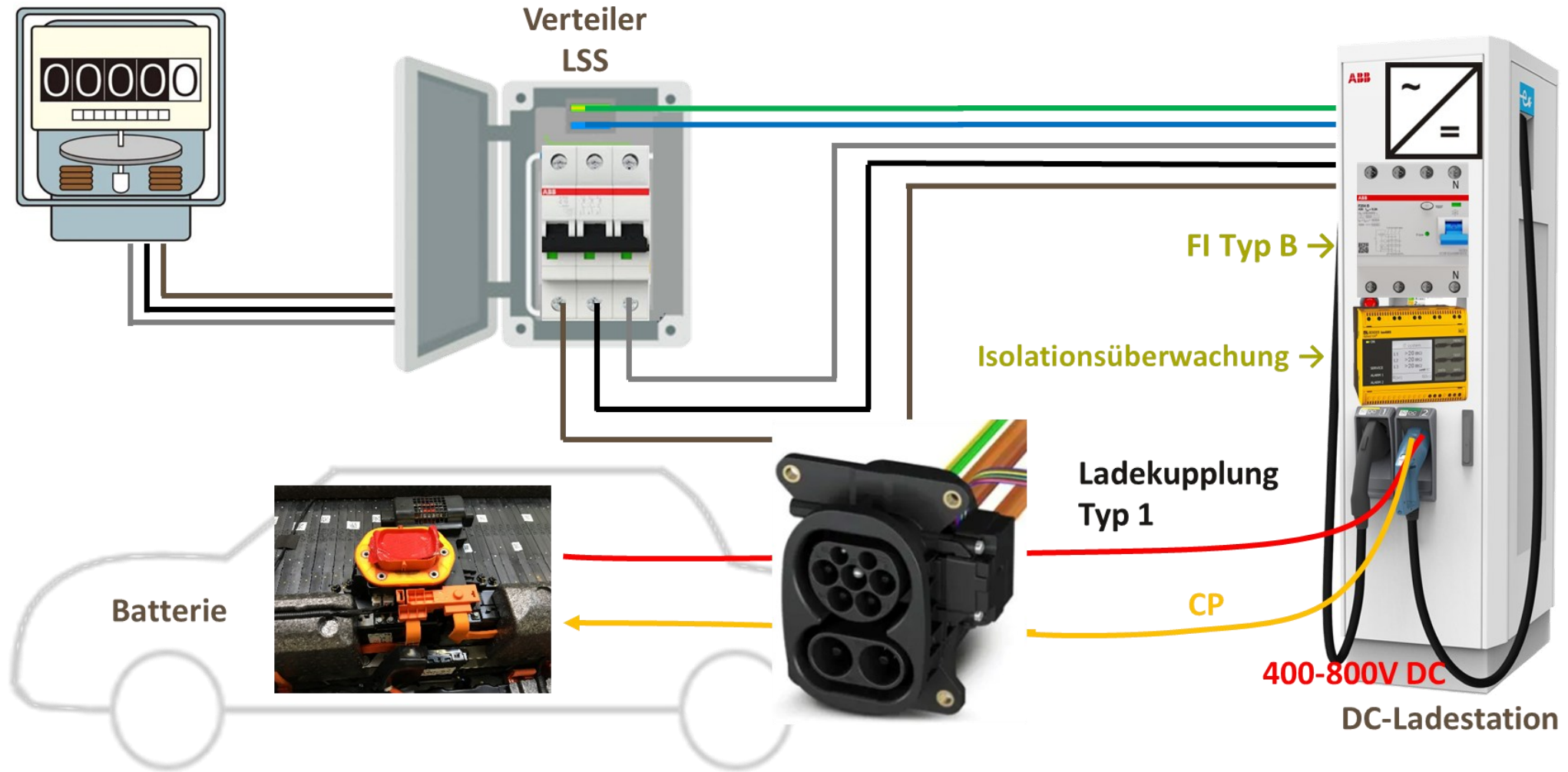
Von der Wand ins Auto



Von der Wand ins Auto



Von der Wand ins Auto



ERMITTLUNG DER MAXIMALEN STROMTRAGFÄHIGKEIT

▪ **PP Kontakt** (Proximity Pilot) dient zur Ermittlung der maximalen Stromtragfähigkeit des Ladekabels – Widerstandswert wird durch die Ladeelektronik ausgewertet



Bild: Widerstand zwischen PP - PE

1500Ω	680Ω	220Ω	100Ω
13A	20A	32A	63A
1,5mm²	2,5mm²	6mm²	16mm²

Quelle: Mennekes

4.1 Proximity Plug (Signal PX)

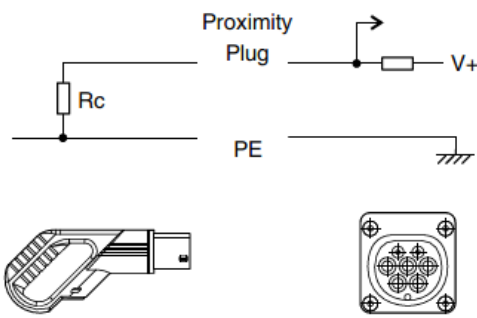


Bild 4-1 Beschaltung Proximity Plug

Die Stromtragfähigkeit wird durch den Widerstand Rc gekennzeichnet. Das Gerät misst über das Signal PX (Proximity Plug) den Widerstandswert und ermittelt dadurch die Stromtragfähigkeit des angeschlossenen Steckers und Kabels. Die Kodierung des zulässigen Stromes zum Widerstandswert ist in der IEC 61851-1 geregelt.

Tabelle 4-1 Kodierung des zulässigen Stromes zum Widerstandswert nach IEC 61851-1

Widerstandswert Rc nach Norm	Widerstandswert gemessen	Resultierende Stromtragfähigkeit	Registerwert für Web-Oberfläche und Modbus
–	< 75 Ω	Fehler	0xFFFF
100 Ω	75 Ω ... 150 Ω	63 (70) A	63
220 Ω	150 Ω ... 330 Ω	32 A	32
680 Ω	330 Ω ... 1000 Ω	20 A	20
1500 Ω	1000 Ω ... 2200 Ω	13 A	13
–	> 2200 Ω	0 A	0

Quelle: Phoenix Contact

CONTROL PILOT

- **CP Kontakt** (Control Pilot) dient zur Kommunikation zwischen Fahrzeug und Ladestation und ist elektrisch durchverdrahtet

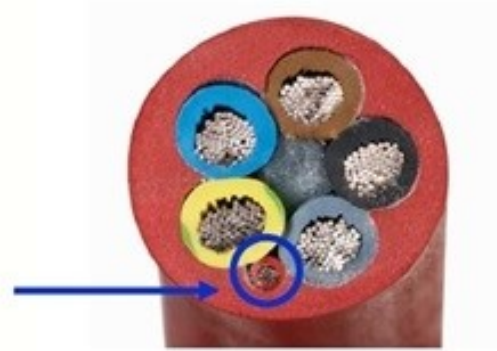
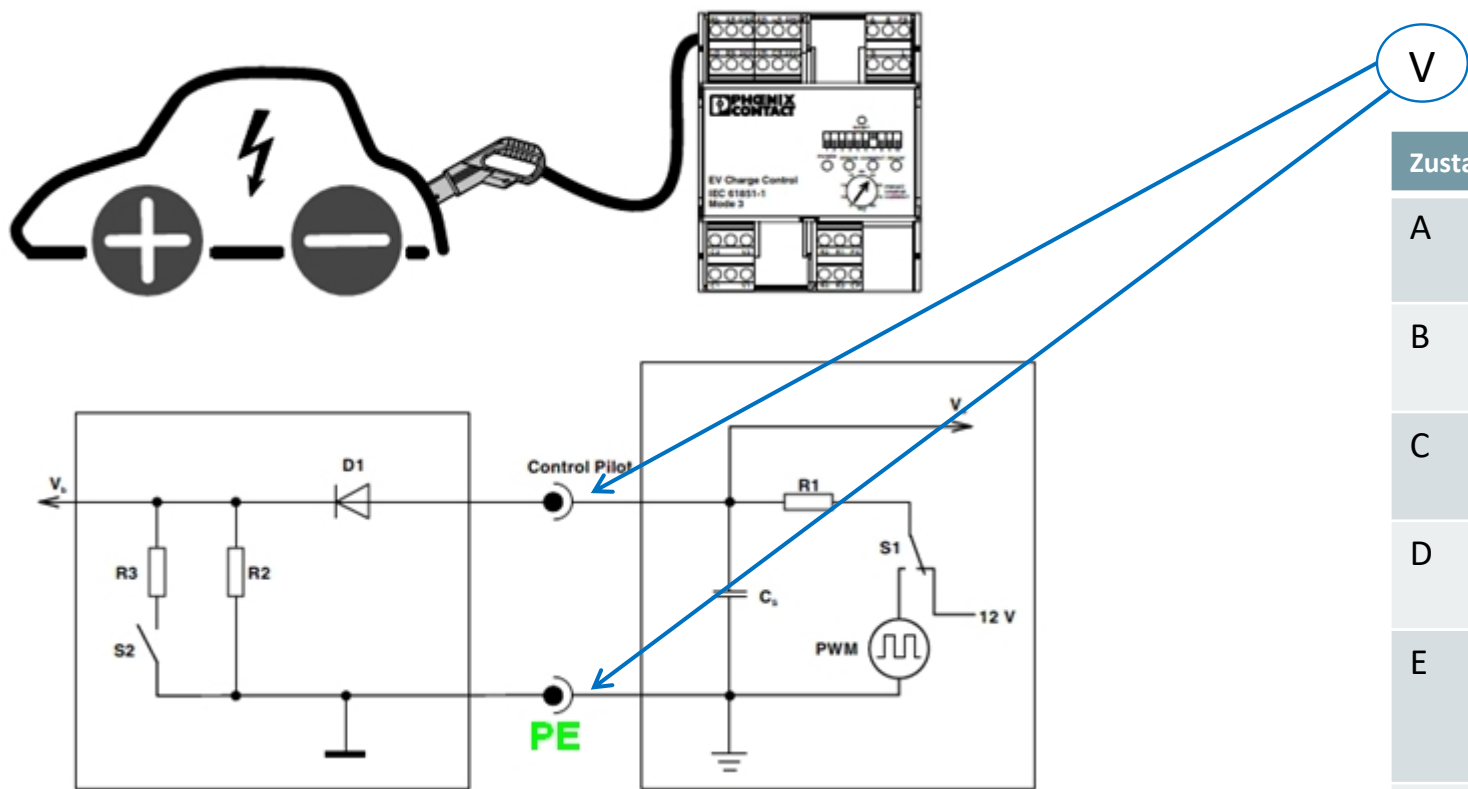


Bild: CP Leiter / H07BQ-F 1x0,5mm²

- Rückführung des CP Signals über den Schutzleiter – Schutzleiterüberwachung
- Kommunikationsübertragung Ladesystem <> Fahrzeug mittels **PWM - Signal**

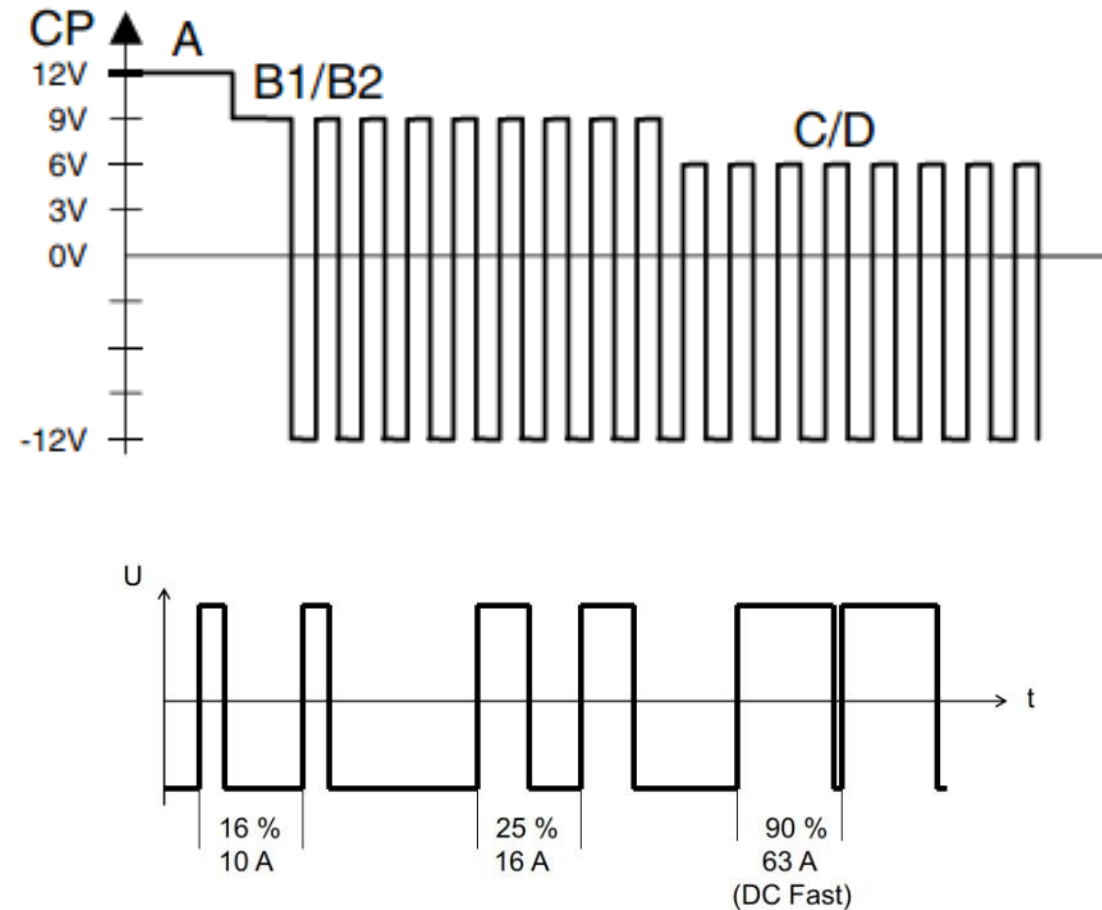
KOMMUNIKATION CP



Zustand	Spannung	Bedeutung
A	+12 V DC	Fahrzeug nicht angeschlossen
B	+9 V DC/+9 V bis -12 V pulsierend	Fahrzeug angeschlossen
C	+6 V bis -12 V pulsierend	Fahrzeug bereit zum Laden ohne Lüftung
D	+3 V bis -12 V pulsierend	Fahrzeug bereit zum Laden mit Lüftung
E	0 V	Netz nicht verfügbar oder Pilotsignal kurzgeschlossen
F	-	Fehler

Quelle: Phoenix Contact

PULSWEITENMODULATION



Quelle: Phoenix Contact

Ladestation Privat bis 22 kW

Stromverteiler, Sicherungskasten und Wechselstrom-Ladestation (AC)



Sicherungskasten mit Fehlerstromschutzschalter und Leitungsschutzschalter



Zuleitung zur AC-Ladestation



AC-Ladestation (Wallbox)



Anschluss teil einer AC-Ladestation

Ladestation Öffentlich bis 350 kW

Stromverteiler, Sicherungskasten und Gleichstromladestation (DC)



Sicherungskasten mit
NH-Sicherungen



Zuleitung zur DC-
Ladestation



DC-Ladestation



Anschlussteil einer
Ladestation mit 4 DC-
Modulen

Ladestation Öffentlich bis 350 kW

Innenleben einer DC-Ladestation



Stromwandler die in Abhängigkeit der Ladeleistung eingeschaltet werden



DC-Zuleitung zum Ladekabel

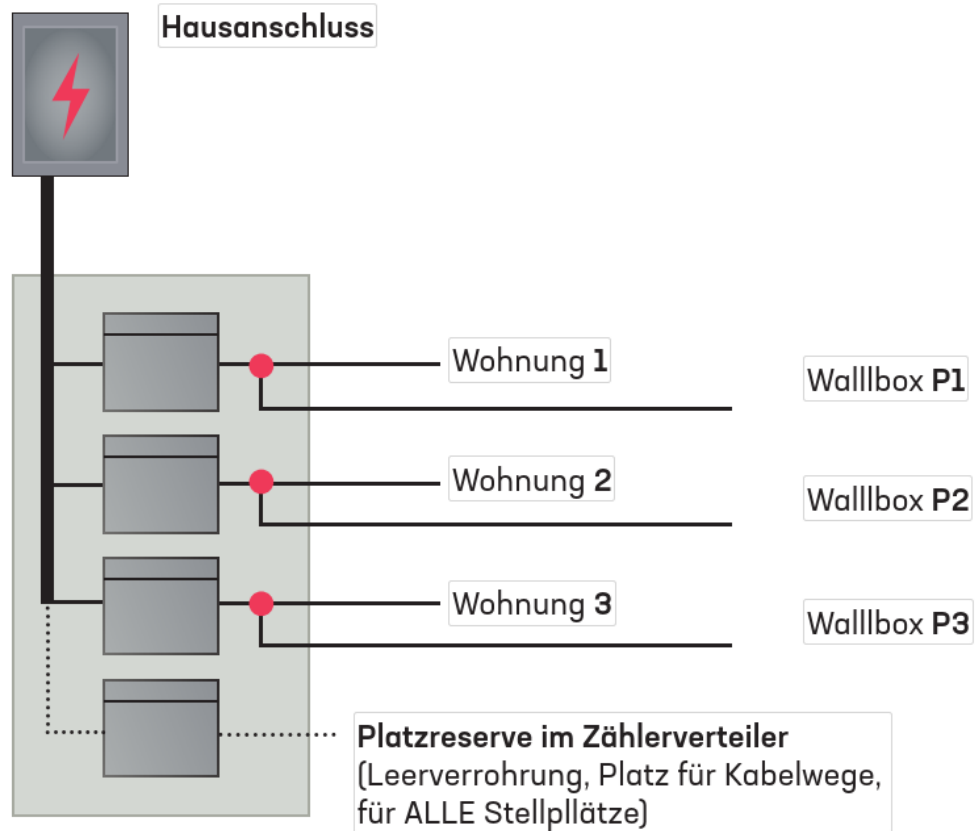


Um Querschnitte zu verringern, muss das Ladekabel gekühlt werden



Kupferschiene und Kühlleitungen sind deutlich erkennbar

FIXER STELLPLATZ



ABRECHNUNGSSYSTEM BZW. KEIN FIXER STELLPLATZ

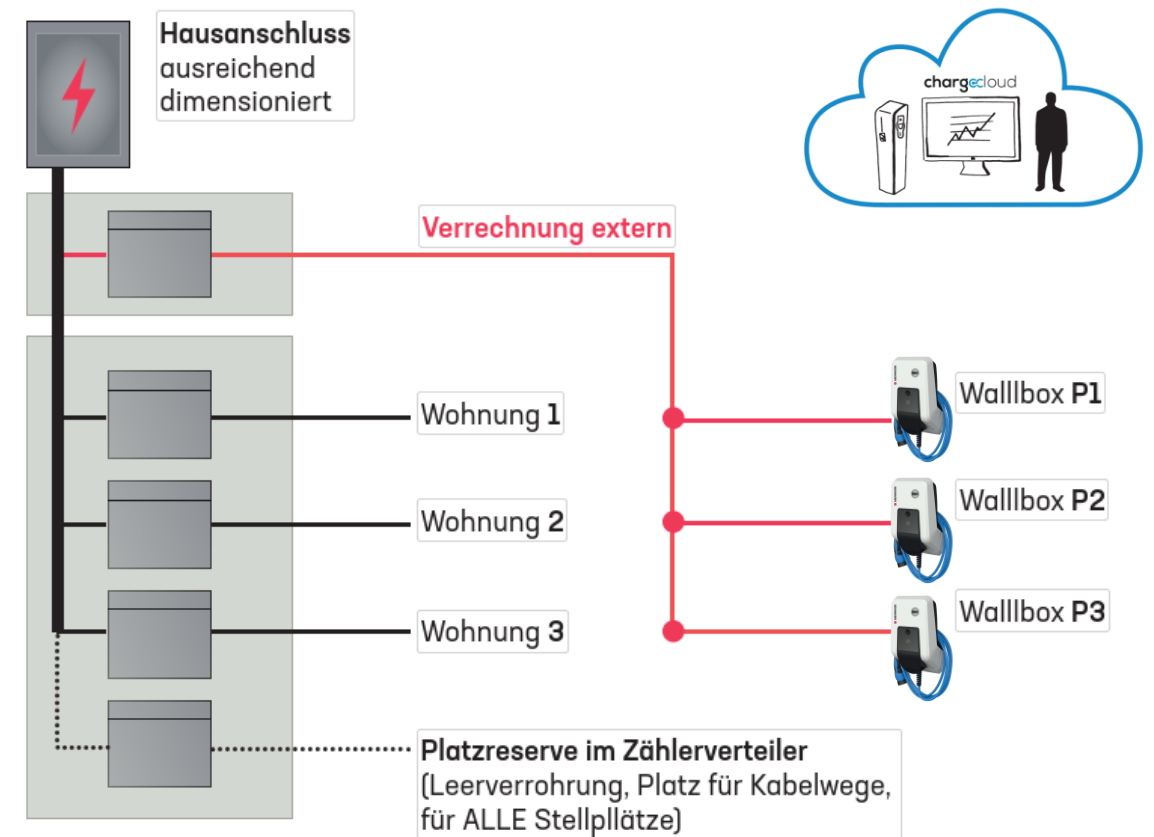
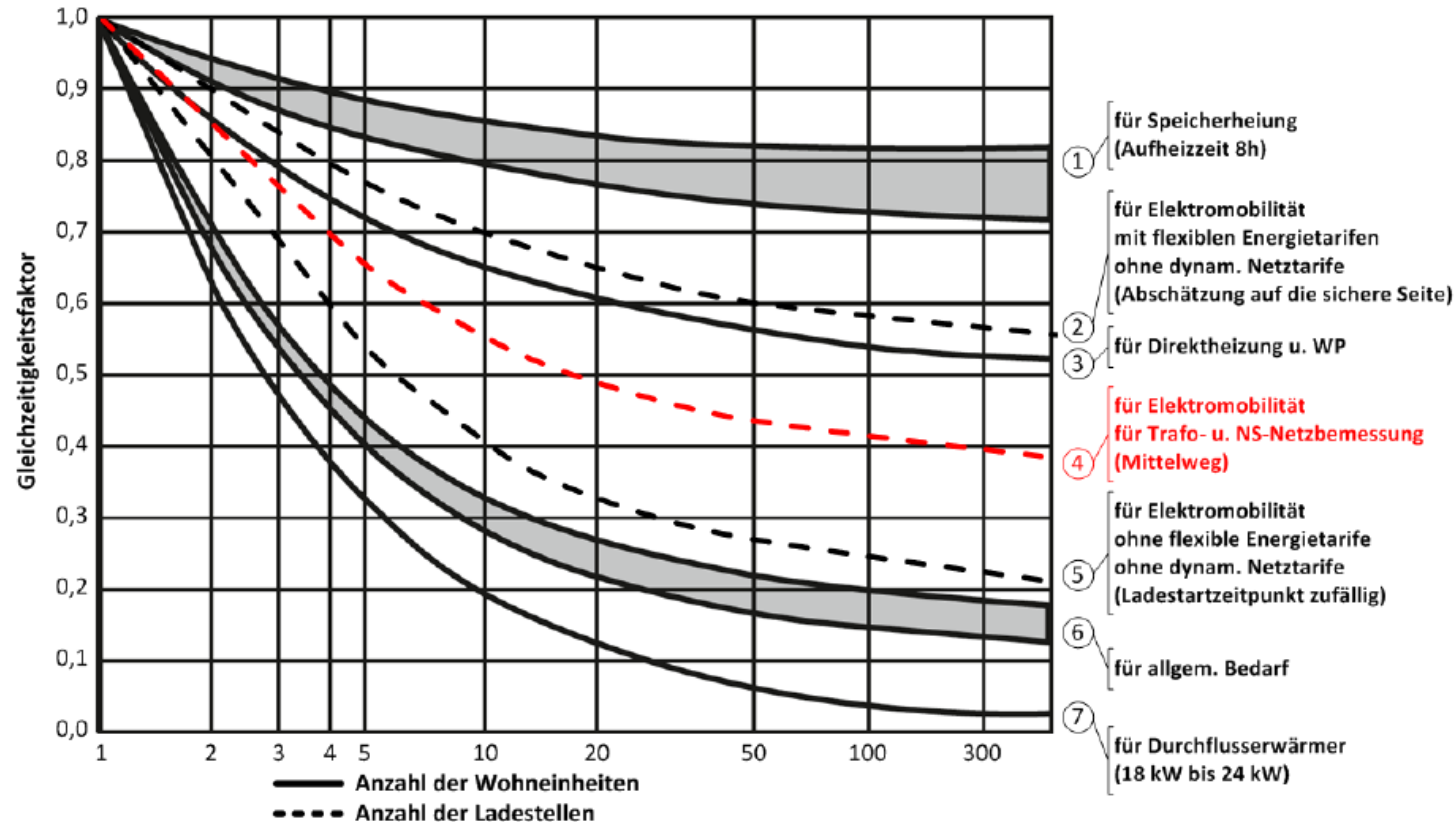


Foto: Fa. Siblik

GLEICHZEITIGKEIT VON WOHN EINHEITEN BZW. LADESTELLEN



KL	Beschreibung	Anwendung
2	E-Mobilität unter Berücksichtigung zukünftiger dynamischer Energietarife mit Smart Metern (bzw. bereits aktuell Doppeltarif)	Dimensionierung des Netzanschlusskabels ab Anschlusspunkt zum Anschlussobjekt und der Hauptleitung ab dem Hausanschlusskasten bis zum Zählerverteiler (Elektriker)
4	E-Mobilität unter Berücksichtigung von Mischeffekten (dynamische Energietarife, teilweise Netztarife mit Leistungspreiskomponente, abgestimmt auf aktuelle Ladeleistungen, von 3,6 kW – 11 kW, P(U) Funktion wirksam)	Für die operative Bemessung von Netzkabeln ab Station bis Verteilerknoten und Trafos Empfehlung des Expertenpools für die Netzplanung
5	E-Mobilität bei rein stochastischem Laden, ohne tarifliche Anreize	Für die Dimensionierung von NS-Zielnetzen wenn in der Zukunft netzdienlich geladen wird

Quelle: oesterreichs energie

2

Grundlagen Photovoltaik

Statische Bemessung

Statik Befestigungssystem!

Dachhaken / Stockschrauben

Modulschienen

Modulklemmen

Gewährleistung Dichtheit!

Statik Objekt!

Bestätigung für ausreichende
Bemessung der Dachkonstruktion

→ Betreiber



Foto: Krautgasser

Modul und String plan

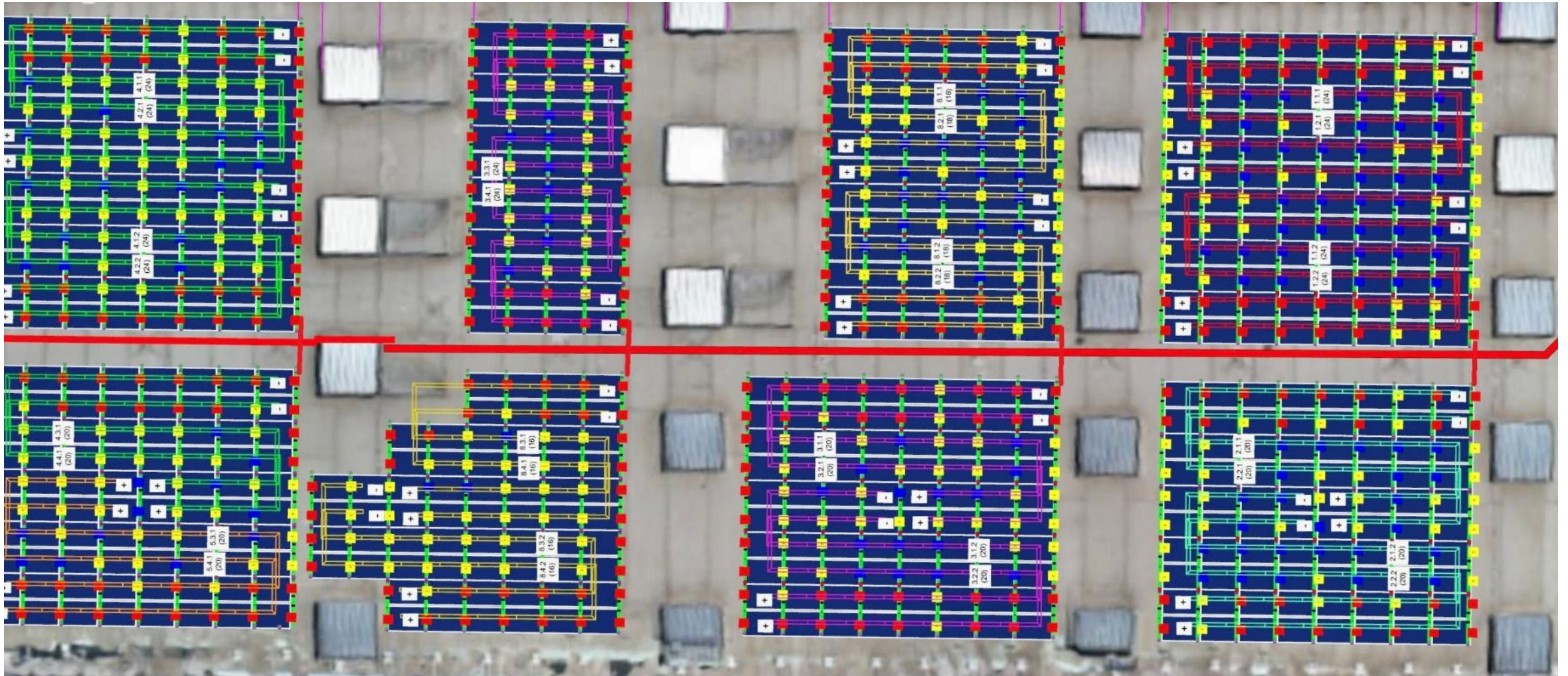
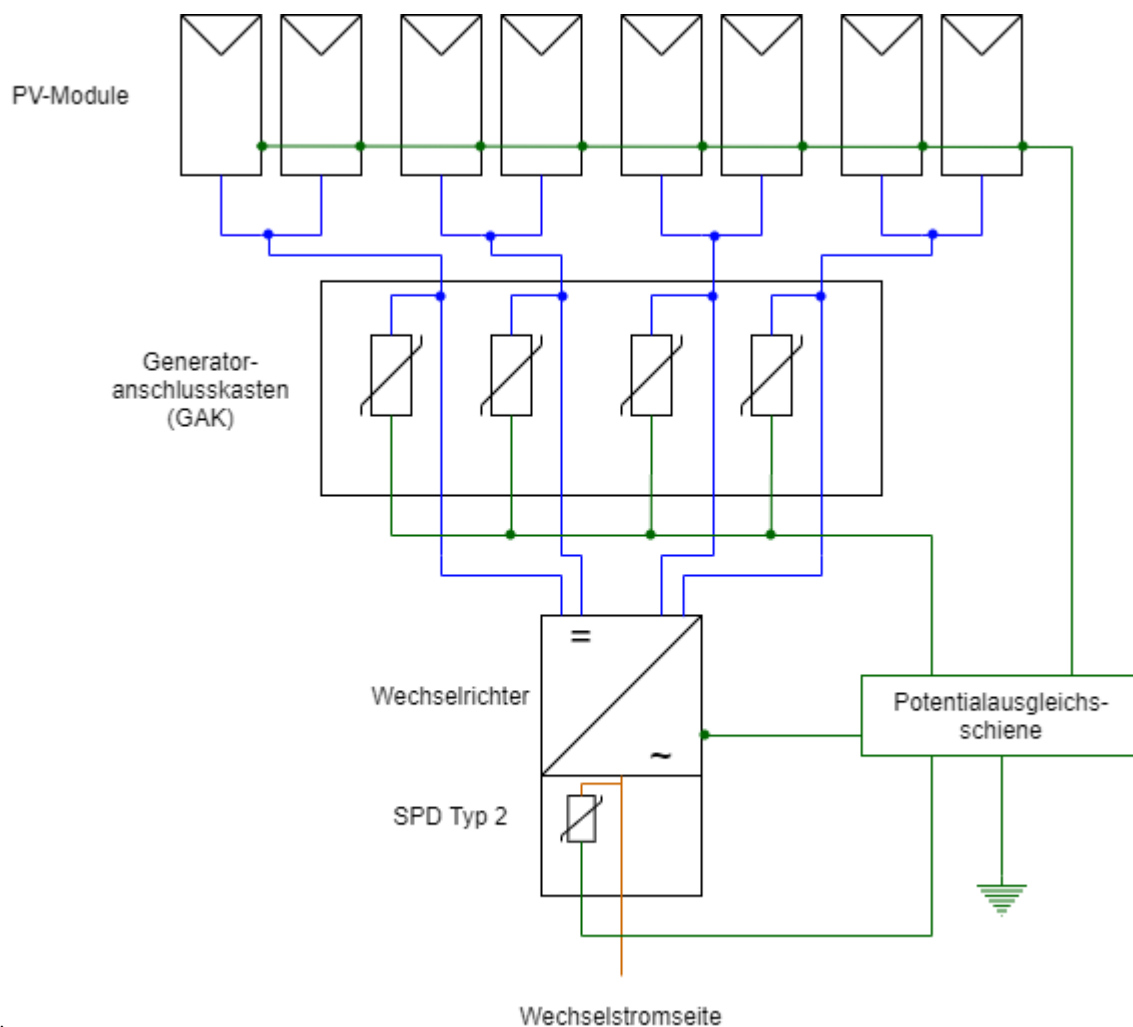


Foto: Selina-PV Wien

Musterplan für Anlagenübersicht mit PV- Wechselrichter (PCE)



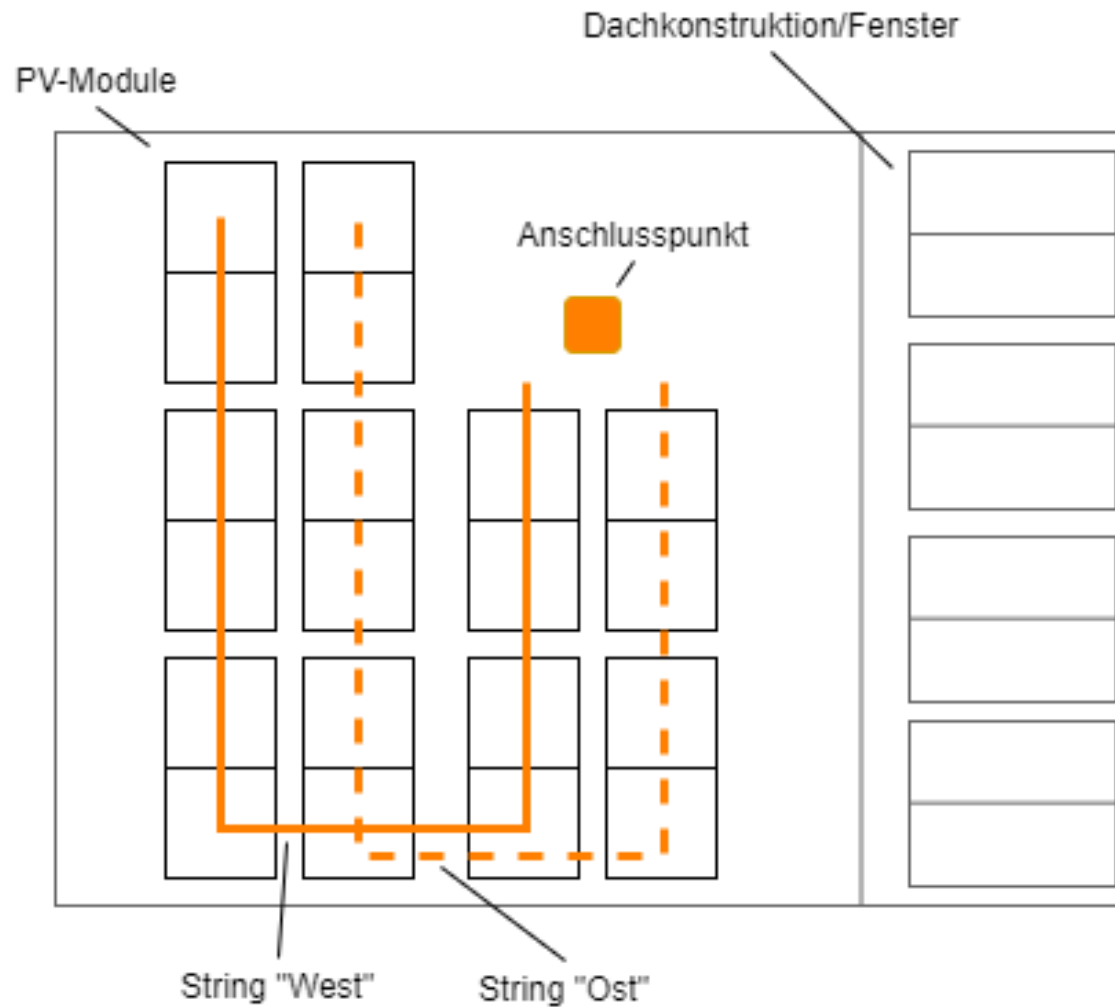
Begriffe aus OVE E 8101 Teil 7

PV-Modul	712.3.1
PV-Strang	712.3.2
PV- Generatorfeld	712.3.3
PV- Anschlussgehäuse (GAK)	712.3.5
PV- Strangkabel/-Leitung	712.3.8
PV-Wechselrichter	712.3.9
Stromrichtgerät PCE Power conversion equipment	712.3.001.AT
PV-Spannung Leerlauf $U_{OC\ STC}$	712.3.14
Maximalspannung Leerlauf $U_{OC\ MAX}$	712.3.15
Kurzschlussstrom $I_{SC\ STC}$	712.3.16
Max. Kurzschlussstrom $I_{SC\ MAX}$	712.3.17
MPPT Maximum Power Point Tracking	712.3.21
Rückstrom Höchstwert $I_{MOD_Max_OCPR}$	712.3.22
LPS Blitzschutzsystem	712.3.23

Grafik: Krautgasser

Musterplan für Strings

Begriffe aus OVE E 8101 Teil 7



PV-Modul	712.3.1
PV-Strang	712.3.2
PV- Generatorfeld	712.3.3
PV- Anschlussgehäuse (GAK)	712.3.5
PV- Strangkabel/-Leitung	712.3.8
PV-Wechselrichter	712.3.9
Stromrichtgerät PCE Power conversion equipment	712.3.001.AT
PV-Spannung Leerlauf $U_{OC\ STC}$	712.3.14
Maximalspannung Leerlauf $U_{OC\ MAX}$	712.3.15
Kurzschlussstrom $I_{SC\ STC}$	712.3.16
Max. Kurzschlussstrom $I_{SC\ MAX}$	712.3.17
MPPT Maximum Power Point Tracking	712.3.21
Rückstrom Höchstwert $I_{MOD_Max_OCPR}$	712.3.22
LPS Blitzschutzsystem	712.3.23

Grafik: Krautgasser

Modulaufbau

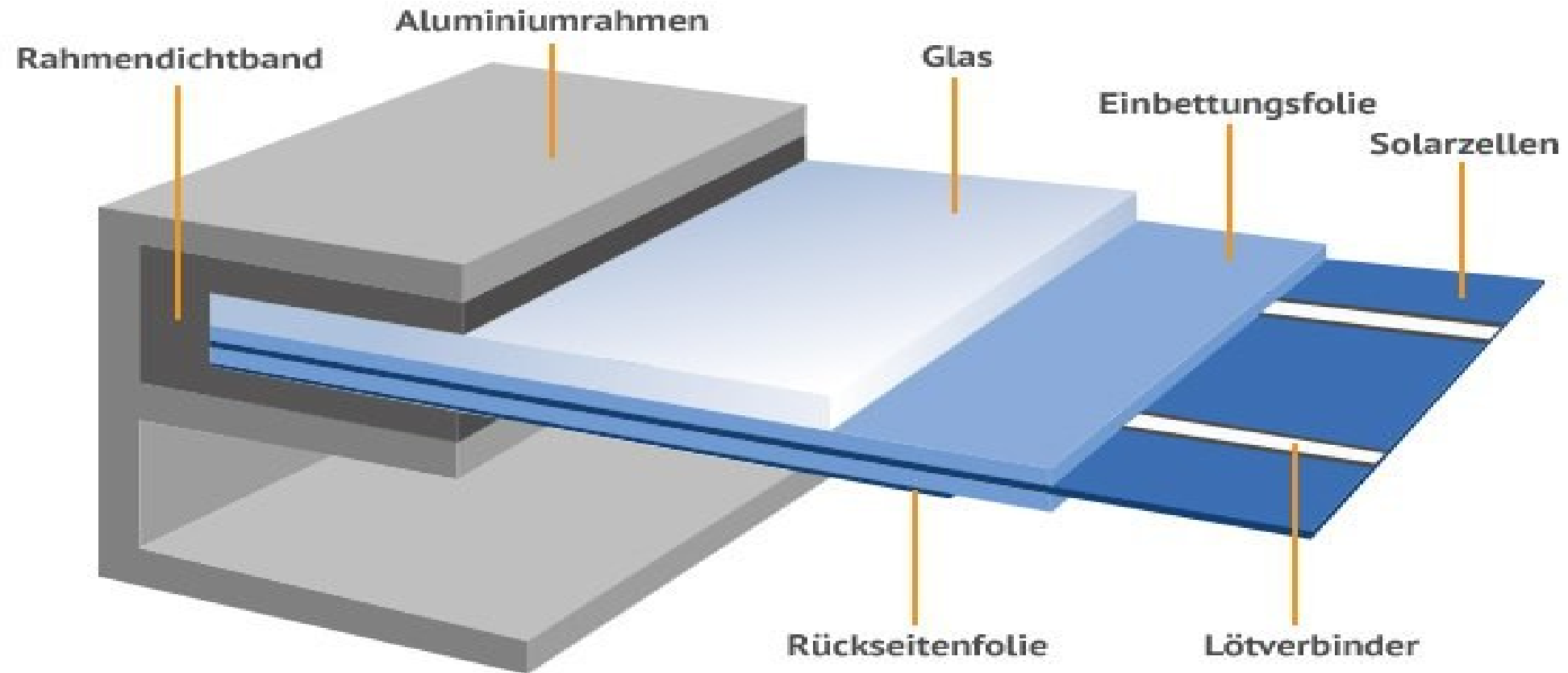


Foto: www.photovoltaikbuero.de

Modulaufbau Glas-Folie PV-Modul

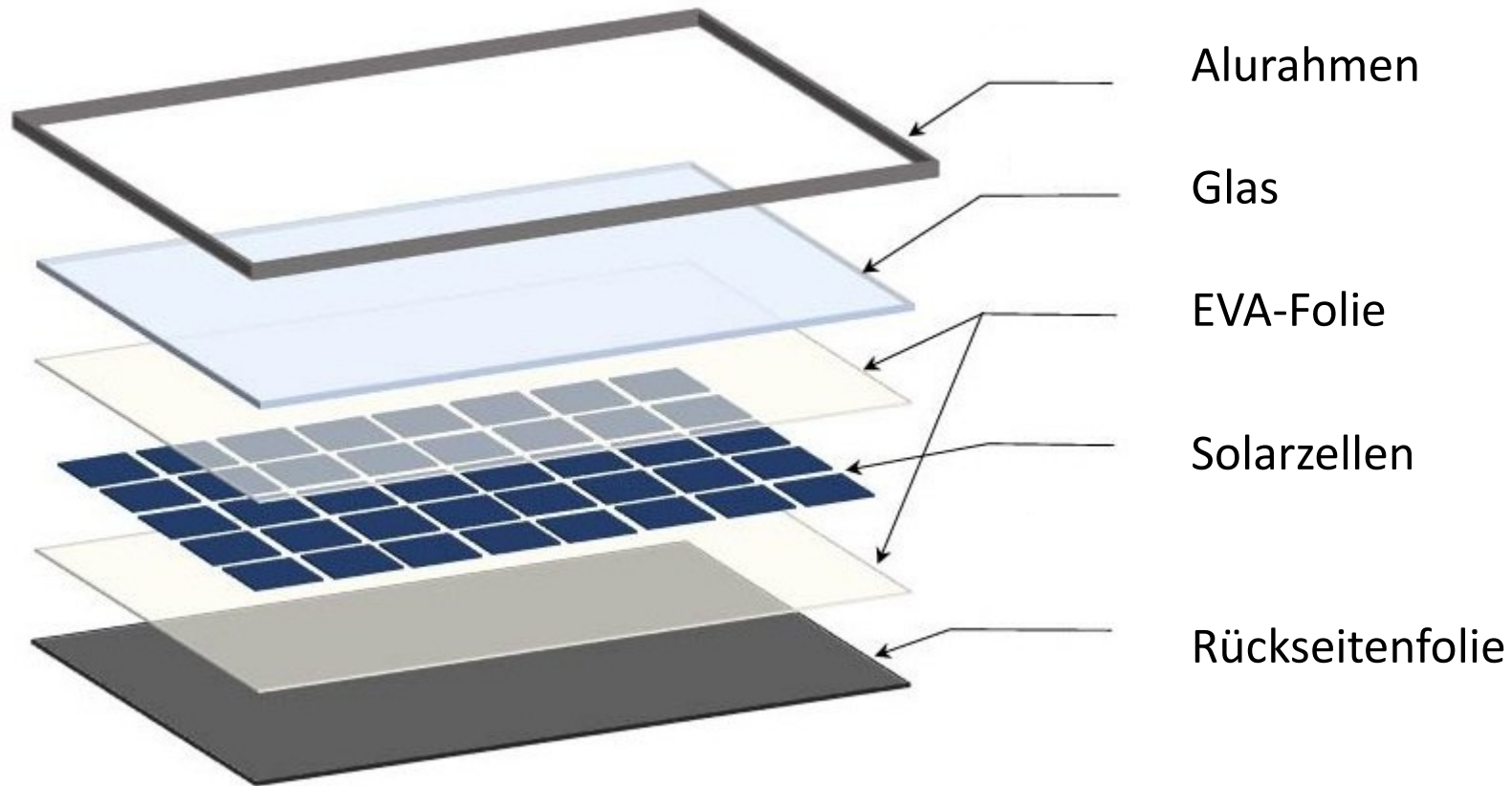


Abbildung: Fraunhofer ISE

Modulaufbau Glas-Glas PV-Modul

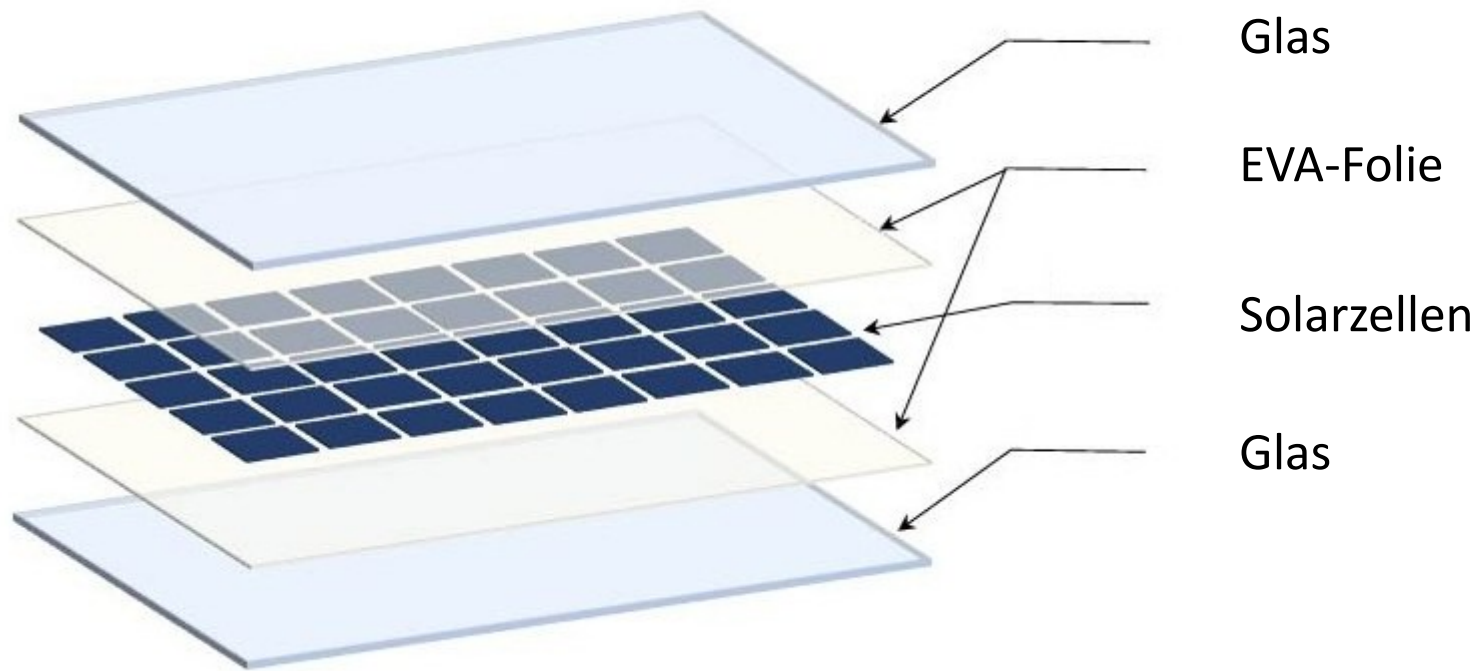


Abbildung: Fraunhofer ISE

Testverfahren STC, NMOT und NOCT

 **Die STC-Werte** dienen als Referenz für die Vergleichbarkeit verschiedener PV-Module. Sie spiegeln jedoch Idealbedingungen wider, die in der Praxis selten erreicht werden.

 **Die NOCT-Werte** basieren auf realitätsnäheren Umgebungsbedingungen (z. B. 800 W/m², 20 °C, Wind) und ermöglichen eine bessere Abschätzung der tatsächlichen Leistungsfähigkeit einer PV-Anlage im Freifeldbetrieb – jedoch im Leerlaufbetrieb des Moduls.

 **Die NMOT-Werte** (Nominal Module Operating Temperature) ergänzen NOCT, berücksichtigen zusätzlich die elektrische Last (MPP-Betrieb) und liefern somit noch realistischere Daten für den praktischen Energieertrag.

 **Für die Planung und Auslegung von PV-Anlagen** sollten daher vor allem **NMOT-Werte** herangezogen werden, während **STC-Werte** primär dem **Produktvergleich** dienen.

Interne Verschaltung von Modulen

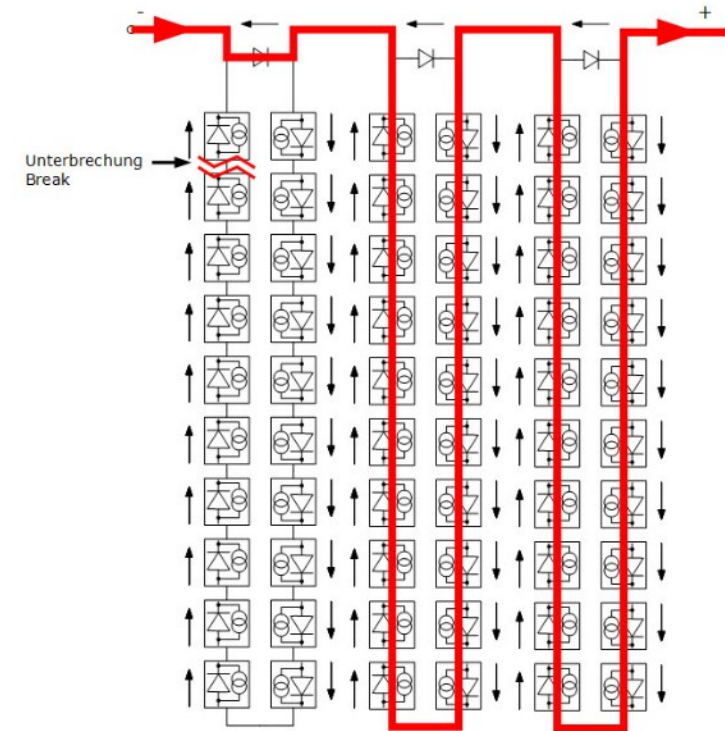
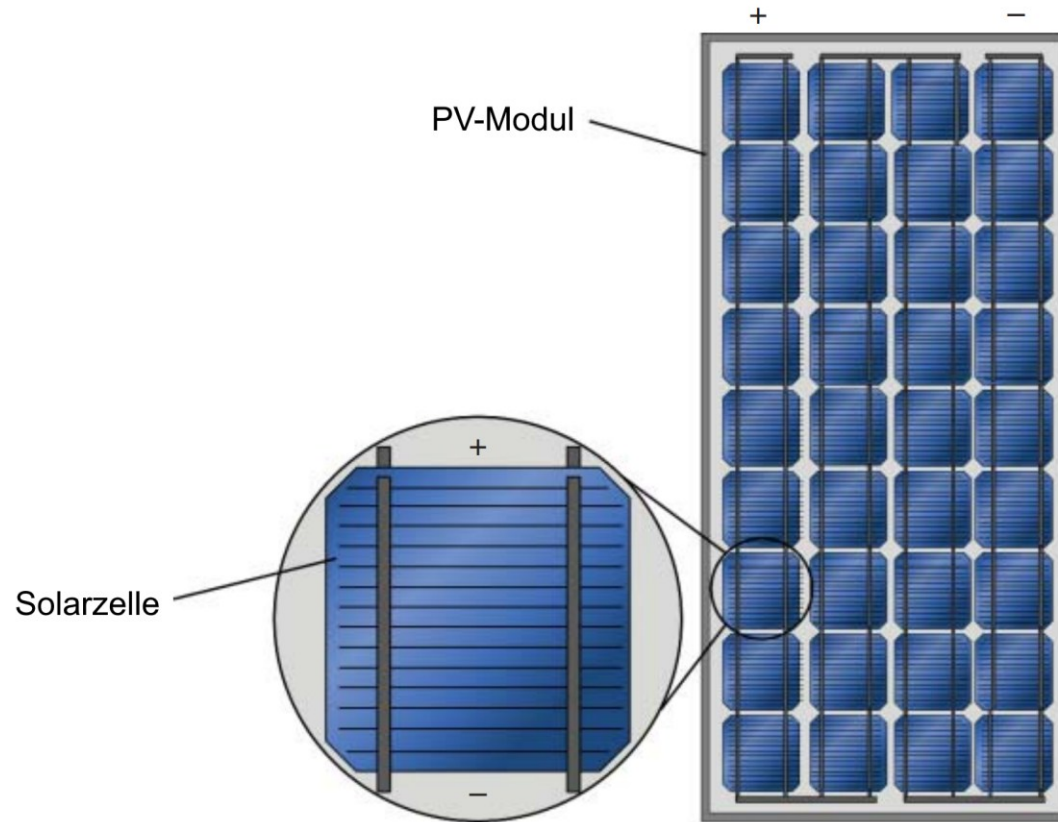


Abbildung: <https://photovoltaikbuero.de>; Mertens, Konrad (2022): Photovoltaik

Erkennung von defekten Bypass-Dioden in PV-Modulen

Kurzgeschlossene Bypass-Diode

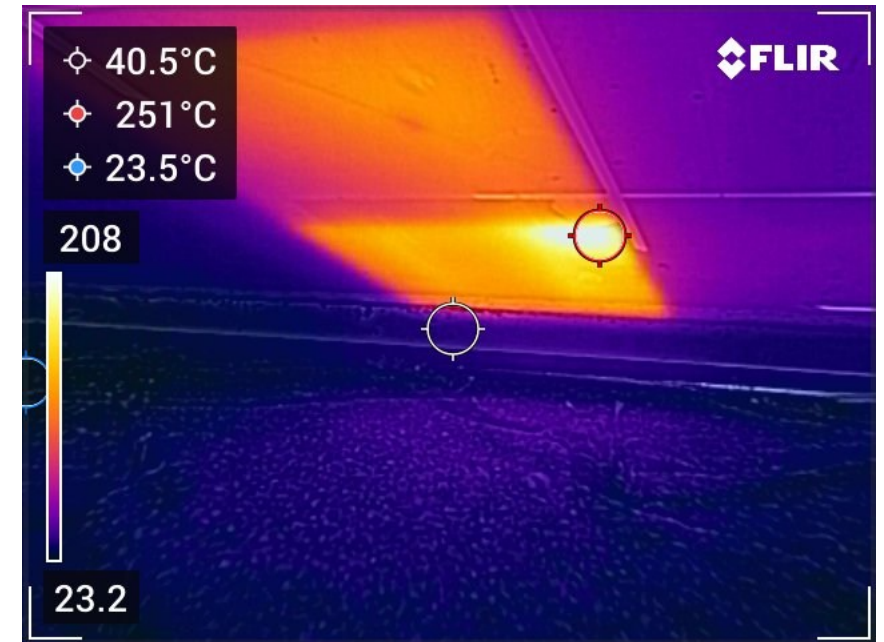
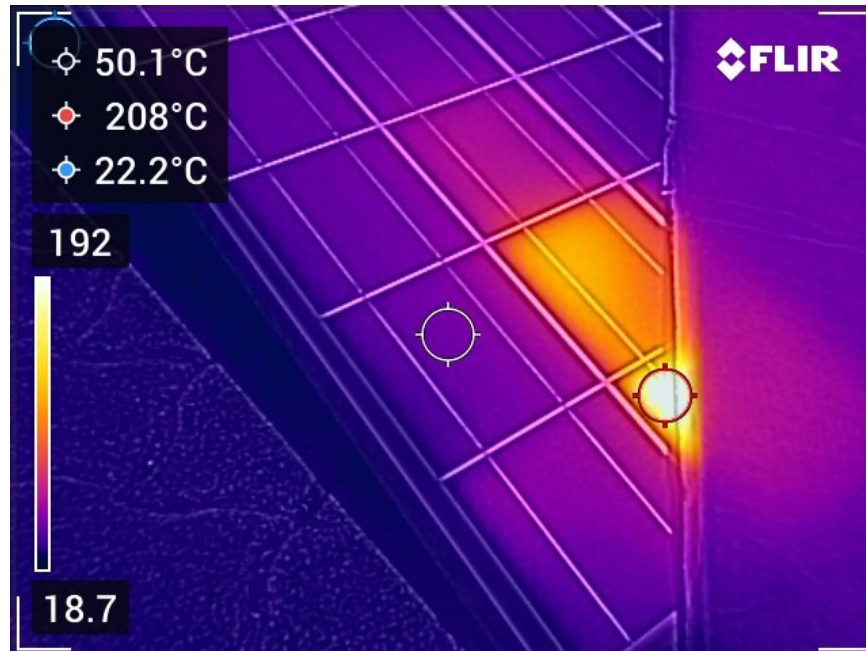
- Überbrückt Modulsegment dauerhaft – auch bei Sonneneinstrahlung
- Typischer Leistungsabfall ca. 1/3 bei 1 defekter Diode
- Thermografie: gleichmäßige Erwärmung eines Drittels
- Spannungsmessung: Leerlaufspannung des Strangs verringert (11–13 V pro Diode)
- Diagnose: Stromfluss in *entgegengesetzter Richtung* (Netzteil umpolen)

Offene (hochohmige) Bypass-Diode

- Keine Überbrückung → Strom muss durch gesperrte Solarzellen
- Hotspots bei Teilverschattung möglich
- Thermografie: punktuelle Überhitzung einzelner Zellen
- Elektrolumineszenz: punktförmige Leuchtmuster bei Kristall-Durchbruch
- Spannungsmessung: unendlicher Widerstand in Durchlassrichtung
- Diagnose: Stromfluss in *normaler Betriebsrichtung* (Netzteil **nicht** umpolen)

Quelle: photovoltaikbuero 65428 Rüsselsheim www.pvbuero.de

Erkennung von defekten Bypass-Dioden in PV-Modulen



Quelle: SV Büro Ingenieur Haidinger Graz

Verschattungen und Materialverträglichkeiten



Foto: SV-Krautgasser

Anschluss der Module

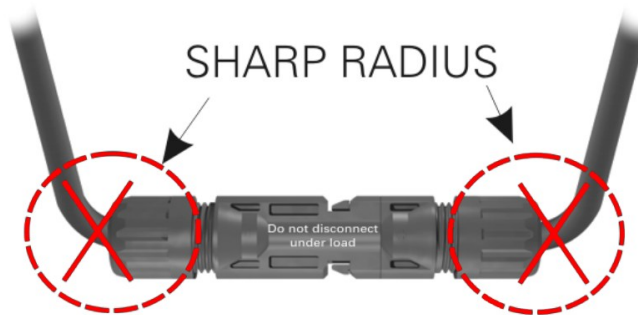


Foto: SV Büro Krautgasser

DC-Verkabelung und DC-Steckverbinder



DC-Steckverbinder



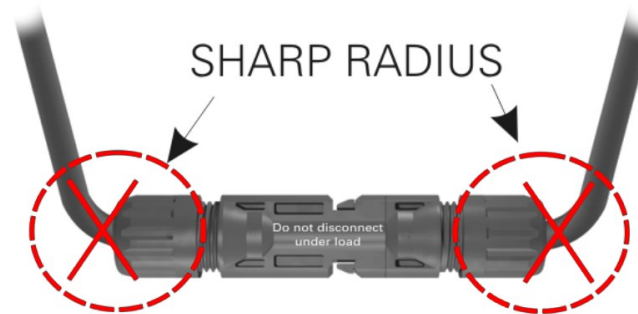
Falsche Leitungsführung



Richtige Leitungsführung

Foto: Stäubli MC, SV - Krautgasser

DC-Steckverbinder



Falsche Leitungsführung



Richtige Leitungsführung

Foto: Stäubli MC, SV - Krautgasser

Wo werden die meisten Fehler gemacht?



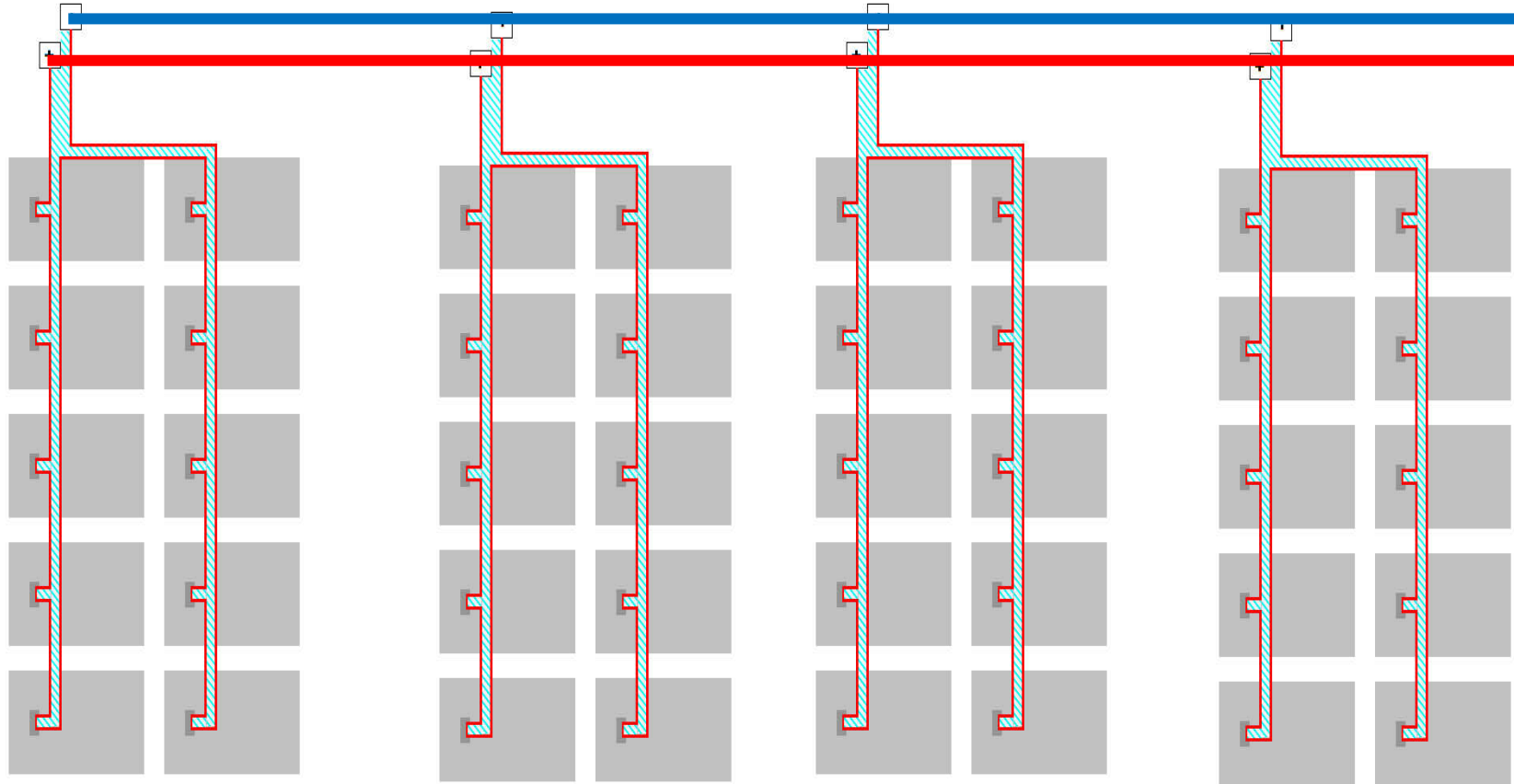
Unterscheidung Steckvorrichtung zu Steckverbinder

Merkmal	MC4-Steckverbinder (DC)	CEE-Steckvorrichtung (AC)
Normative Zuordnung	Verbindungselement gemäß EN 62852	Steckvorrichtung gemäß EN 60309
Verwendungszweck	Dauerhafte, berührungsgeschützte DC-Verbindung an PV-Modulen	Wiederholt trennbare Verbindung im mobilen AC-Bereich
Zulässige Trennung unter Last	Nicht zulässig (nur spannungsfrei trennbar)	Ja, bei entsprechender Ausführung mit Lasttrennfunktion
Bauartmerkmale	Einzelkontakt, IP67, entriegelbar nur mit Werkzeug	Mehrpole, robust, mechanisch verriegelbar, IP44/IP67
Farb- und Codiersystem	Polaritätskodierung (Plus/Minus), herstellerabhängig	Spannungs-/Stromcodiert (z. B. blau 230 V, rot 400 V)
Zugänglichkeit für Laien	Nicht erlaubt – nur für Fachkräfte	Je nach Anwendung zulässig
Typische Anwendung	Modulstrangverbindung (DC) bei PV-Anlagen	Baustellen, Camping, Landwirtschaft (AC-Verteilung)

Gemäß OVE R 11-1 und IEC 60364-7-712 sind DC-Steckverbinder keine trennbaren Betriebsmittel im herkömmlichen Sinn. Die Verwendung als Trennstelle ist unzulässig.

Module – Verschaltung

Überspannungsschutz
Freischalteinrichtung
Wechselrichter



Module können parallel verschaltet werden sowie eine Mischung aus beidem
(z.B. bei Inselanlagen mit kleinen Leistungen)

Werden mehr als 2 Strings
parallel verschaltet, sind
Dioden oder Sicherungen
einzubauen.

Auf die maximale
Spannung achten!
Meistens um die 800 V

Module – Verschaltung

Was bedeutet das im Einsatzfall für die Feuerwehr?

1. **Bei Arbeiten:** über den Wechselrichter oder ein zentraler Schalter das System die Modulspannung auf 1 V oder nahe 0 V ab senken.
2. **Achtung bei Dacharbeit:** Auch wenn String-Anlage aussieht wie „ausgeschaltet“, im Bereich der Modul-Verkabelung (Optimierer-Stecker, Modul-Anschluss) kann noch Restspannung anliegen.
3. **Kennzeichnung & Dokumentation:** Gibt Auskunft, wie die Anlage aufgebaut ist z. B. wie die Modul-verschaltet sind oder eben individuell optimiert.
4. **Dachbrand & Löschzugang:** Wenn das System mit Optimierern ausgestattet ist, kann die Sicherheit für Einsatzkräfte erhöht sein.
5. **Dennoch gilt:** Zwischen dem Blitzschutz, der Erdungen und den Modulen, Leitungen können Spannungen bis zu 1500 Volt auftreten. Daher ist es besonders wichtig, auf gute Schutzmaßnahmen zu achten!
Also auf witterungsbeständige Ausführung, geschlossene Kabelkanäle und sichere Zugangswege achten.

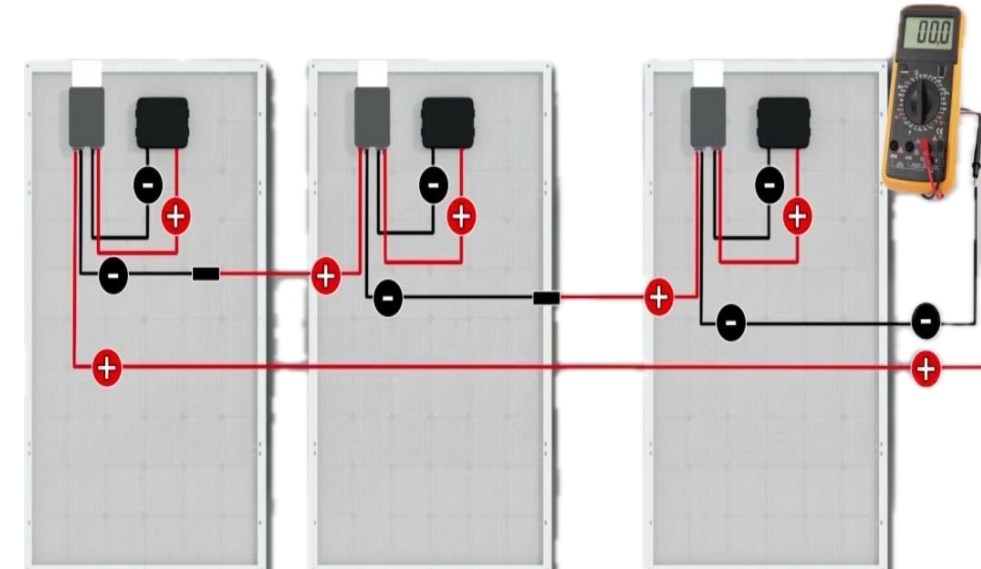
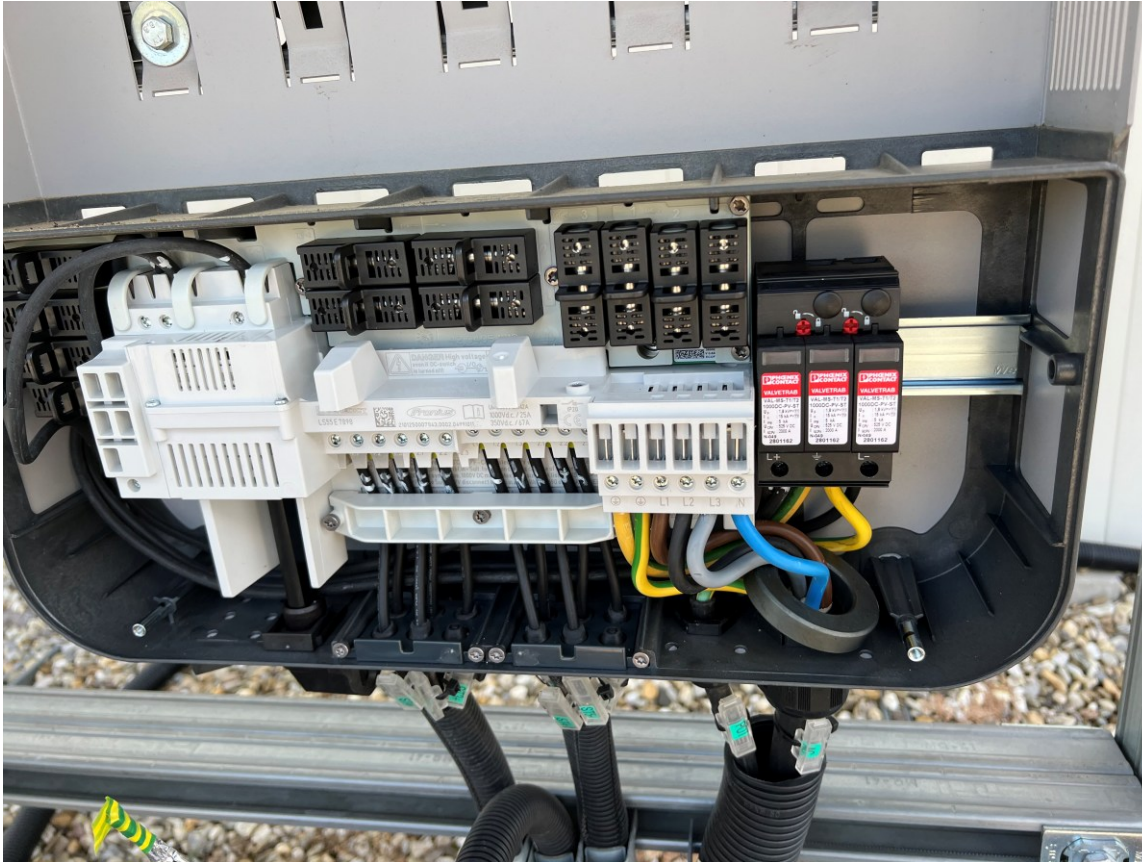
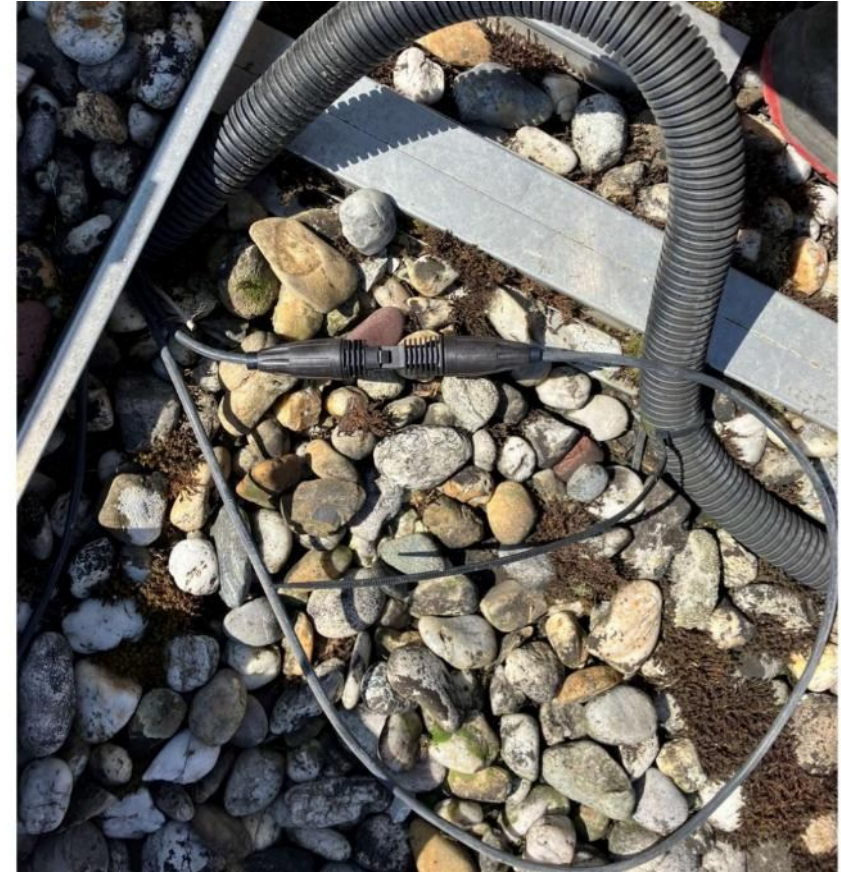


Bild: Huawei

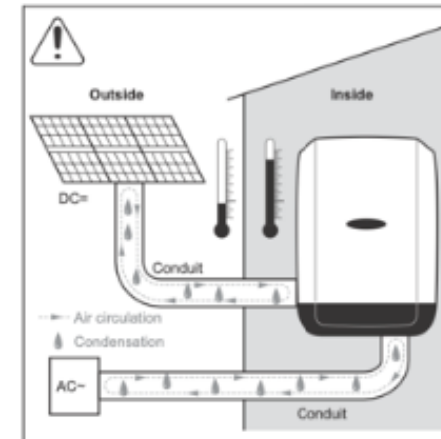
Module – Verschaltung



Leitungsanlagen



Leitungsanlagen

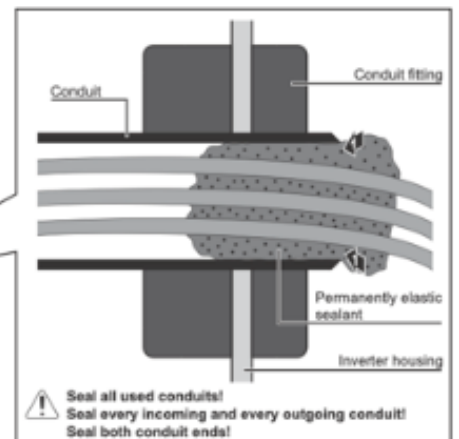
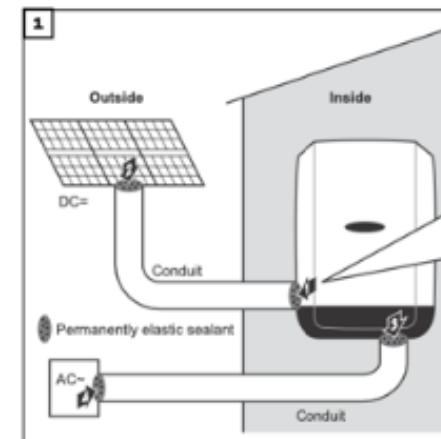


HINWEIS!

Condensation within the conduits can damage the inverter or components of the photovoltaic systems.

To avoid undesirable air circulation and condensation in the conduits,

- ▶ seal all conduits being used with a permanently elastic sealant,
- ▶ seal every incoming and outgoing conduit,
- ▶ seal both conduit ends.



**Seal all used conduits!
Seal every incoming and every outgoing conduit!
Seal both conduit ends!**

Foto: SV-Büro Robert Haidinger 8054 Graz

6. NEIGUNGSWINKEL

- Die Neigungswinkelmessung des PV-Moduls bezieht sich auf den Winkel zwischen dem Modul und der horizontalen Bodenfläche. Für unterschiedliche Projekte gibt es unterschiedliche Montagewinkel. Trina Solar empfiehlt einen Montageneigungswinkel von MINDESTENS 10° oder in Übereinstimmung mit den vor Ort geltenden Regelungen, oder folgen Sie den Empfehlungen erfahrener Monteure von PV-Modulen.
- Der Neigungswinkel des PV-Moduls wird zwischen dem PV-Modul und einer horizontalen Bodenfläche gemessen.
- Auf der nördlichen Halbkugel sollten die PV-Module im Allgemeinen nach Süden zeigen und auf der südlichen nach Norden.
- Zwischen Modulrahmen und der Dach- oder Wandoberfläche ist ein Sicherheitsabstand von mindesten 115 mm (empfohlen) vorzusehen. Werden andere Befestigungsmittel verwendet, kann sich dies auf die UL-Listung oder die Brandschutzklasse auswirken.



Quelle: Trinasolar PV Modul DE_02_PS-M-0525_A_User_Manual_Frame_201706



MVB-036-2022-07

PV-Anlagen

Brandschutztechnische Anforderungen bei Anbringung von PV-Anlagen auf Hallendächern mit Flächen größer 1.800 m² oder bei Objekten mit automatischen Löschanlagen oder mit Sauerstoffreduktionsanlagen

Quelle: BVS – Brandverhütungssstelle für Oö. registrierte Genossenschaft m.b.H.

- Flugbrandbeständigkeit:
Broof T1 Prüfung Brandbeständigkeit:
Es muss eine bestimmte Zeit die dort auftretende Energie aufnehmen können, ohne selbst zu brennen.
- Merkblatt: für die Anbringung von PV-Anlagen auf brennbaren Bedachungen

Modulbrand



Modulbrand

Foto: Modul mit Brandschaden entstanden durch fehlerhafte (offene) Bypassdioden

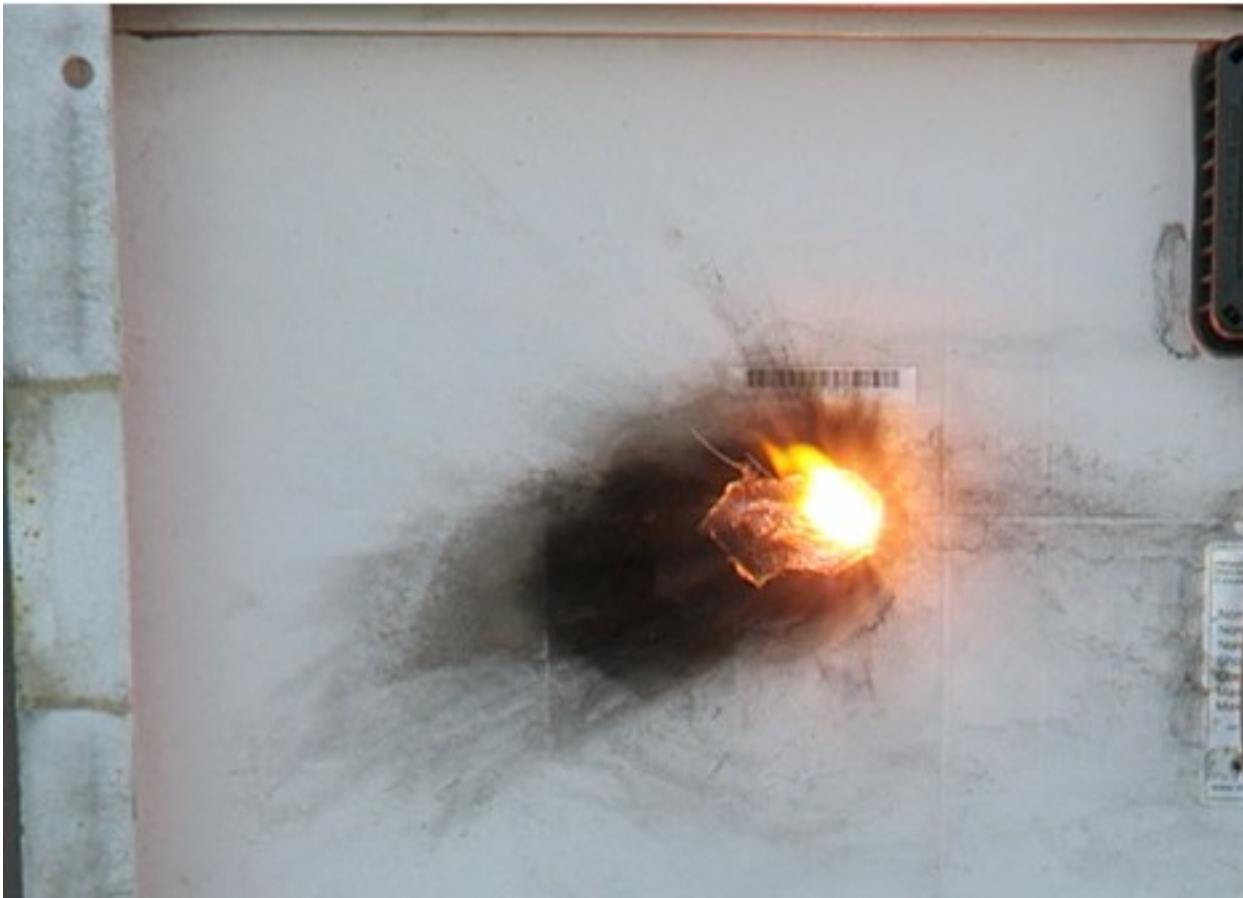
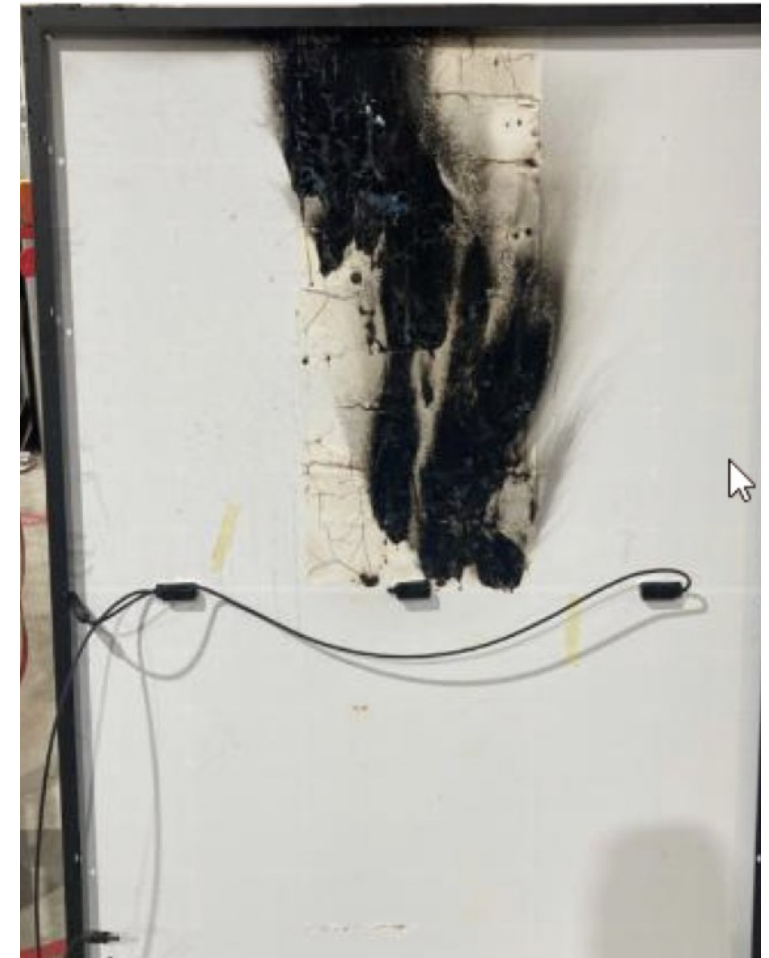
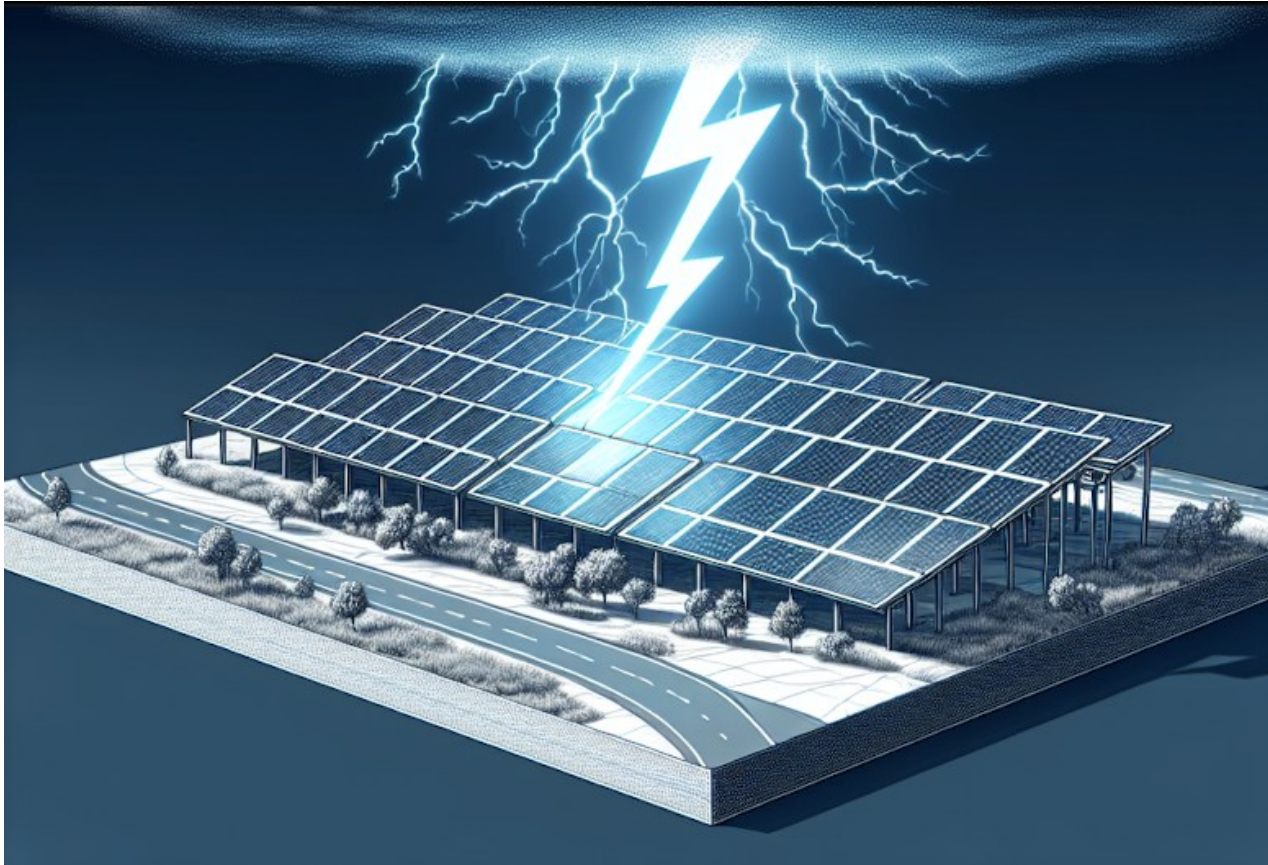


Foto: photovoltaikbüro Ternus & Diehl GbR



Blitz- und Überspannungsschutz



Grafik: Chat GTP 4o

Blitz- und Überspannungsschutz

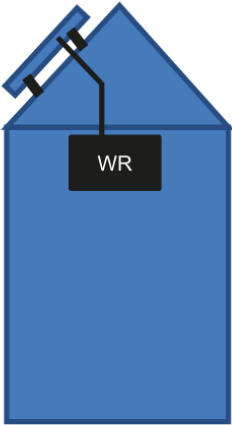
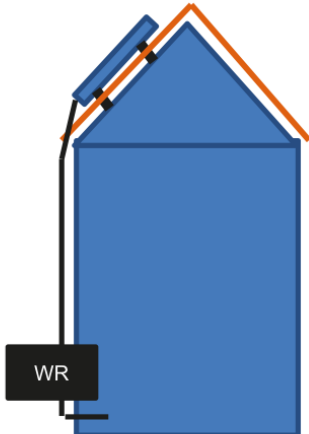
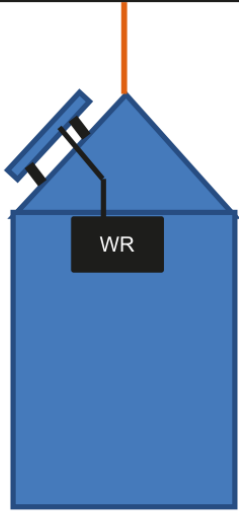
	ohne Blitzschutzanlage	mit Blitzschutzanlage	
Gebäude	Blitzschäden werden akzeptiert	Blitzschäden werden nicht akzeptiert	
PV-Anlage	Blitzschäden werden akzeptiert	Blitzschäden werden akzeptiert Die PV-Anlage ist nicht in den Blitzschutz integriert und somit nicht geschützt.	Blitzschäden werden nicht akzeptiert Die PV-Anlage ist in den Blitzschutz integriert und somit geschützt.
Variante	a) 	b) 	c) 

Foto: VdS 3145 : 2017-11 (02)

Zwei Strategien im äußeren Blitzschutz für PV-Anlagen

Variante B: Schutzbereich durch separate Fangeinrichtungen

Konzept:

Die PV-Anlage wird durch separate Fangeinrichtungen (z. B. Fangstangen oder Blitzschutz) abgeschirmt.

Vorteile:

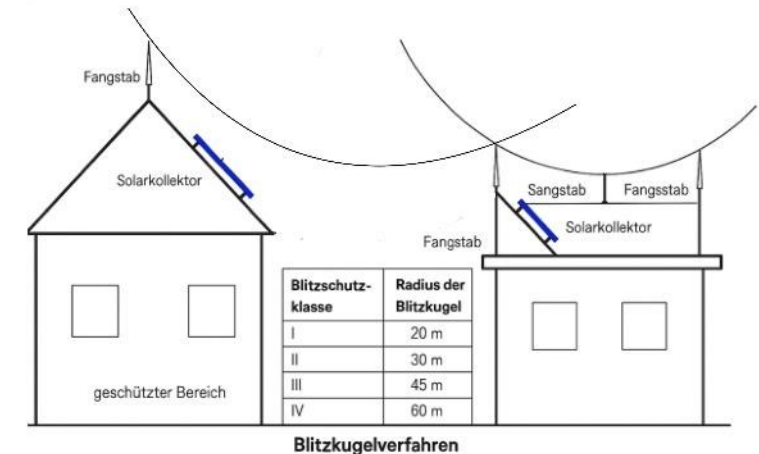
Vermeidung direkter Blitzeinschläge in die Module.

Höherer Schutzgrad für elektronische Komponenten und Brandlast.

Nachteile:

Höherer Planungsaufwand (z. B. durch Einhaltung des Schutzwinkels, Blitzkugelmodell).

Mehrkosten durch zusätzliche Konstruktionen, Statik, möglichen Schattenwurf.



Zwei Strategien im äußeren Blitzschutz für PV-Anlagen

Relevante Normen

- OVE/ÖNORM EN 62305-3:2026 – Schutz baulicher Anlagen und Personen
- OVE-Fachinformation BL03:2023 – Bewertung „alter“ Blitzschutzsysteme
- OVE E 8101:2025 – Elektrische Niederspannungsanlagen
- EN 51643-32:2022 – Überspannungsschutz für PV-Anlagen
- Leitfaden PV-FFA 2021 – Bundesministerium, Bundesinnung

Normative Grundlagen (ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2026):

- **Abschnitt 5.2.5:** Metallkonstruktionen dürfen nur verwendet werden, wenn sie ausreichend dick und durchgehend leitfähig sind

→ PV-Gestelle sind meist nicht dafür ausgelegt, Risiko mechanischer Durchschläge

- **Abschnitt 5.3:** Fangeinrichtungen sollen Schutzbereich vollständig umschließen

→ Aktive Schutzstrategie mit äußerer Ableitung ist bevorzugt

- **Blitzkugelmodell:** Schutzradius je nach Blitzschutzklasse (z. B. 20 m bei LPS I)

Blitz- und Überspannungsschutz

PV-Anlage ohne Blitzschutzsystem

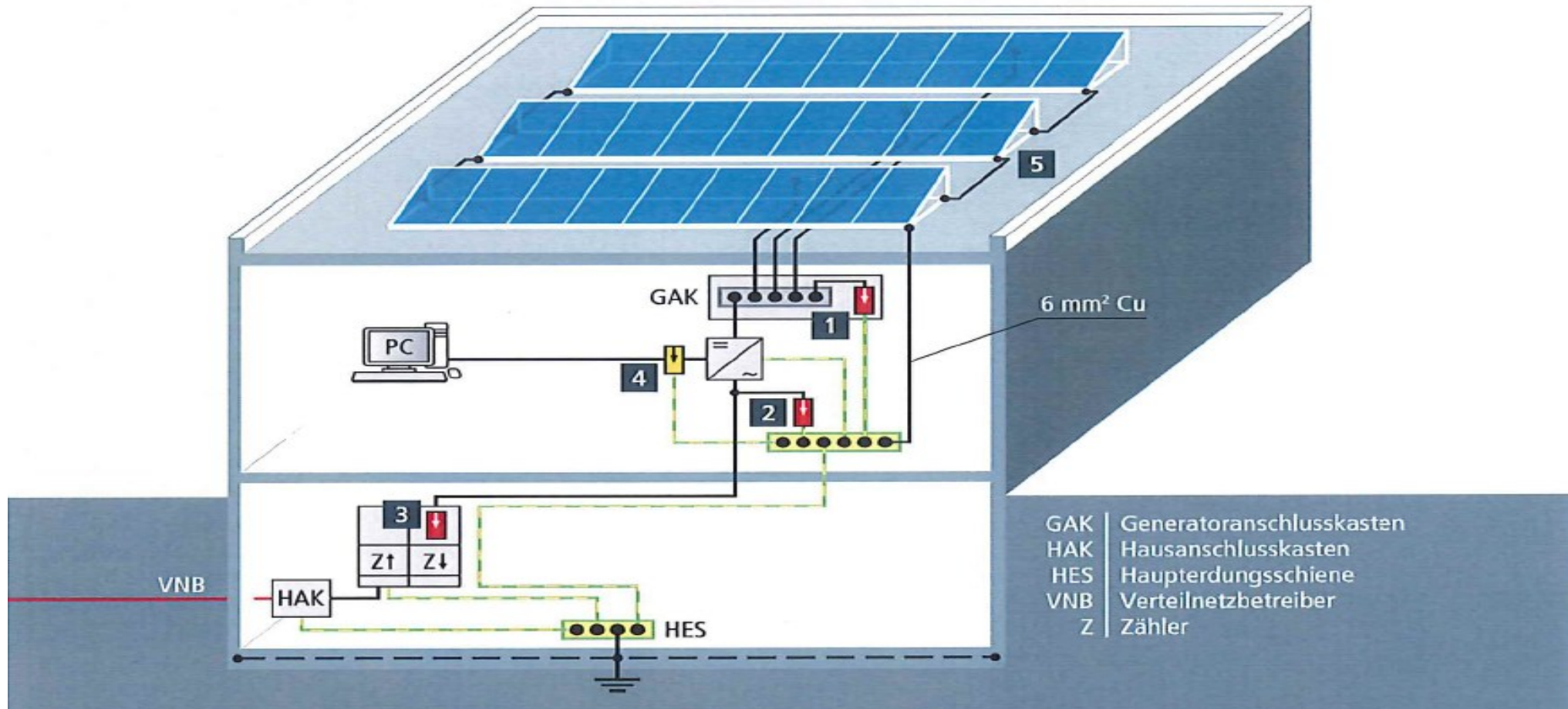


Foto: DEHN Austria GmbH

Blitz- und Überspannungsschutz

PV-Anlage mit Blitzschutzsystem und Einhaltung Trennungsabstand

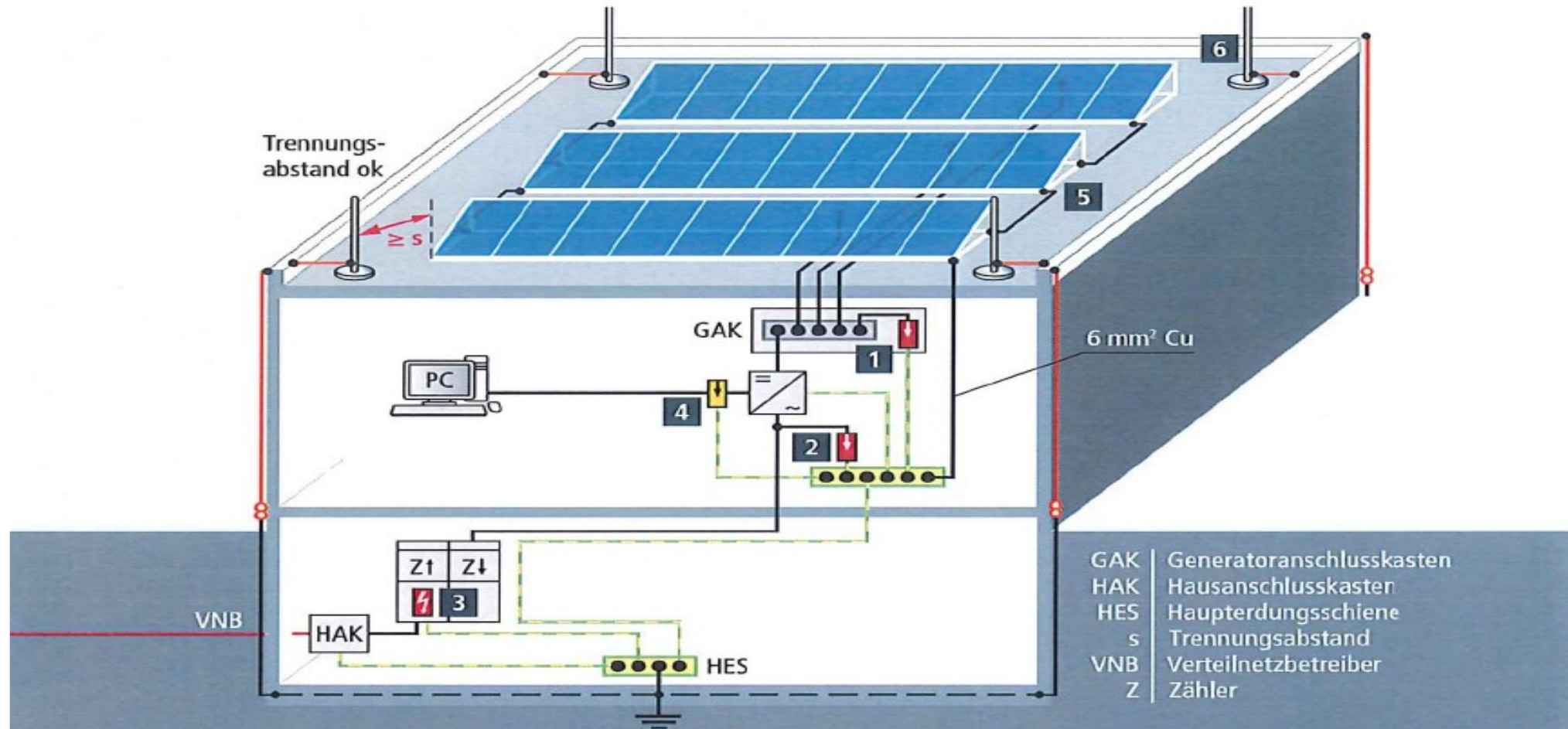


Foto: DEHN Austria GmbH

Blitz- und Überspannungsschutz

PV-Anlage in Blitzschutzsystem direkt eingebunden

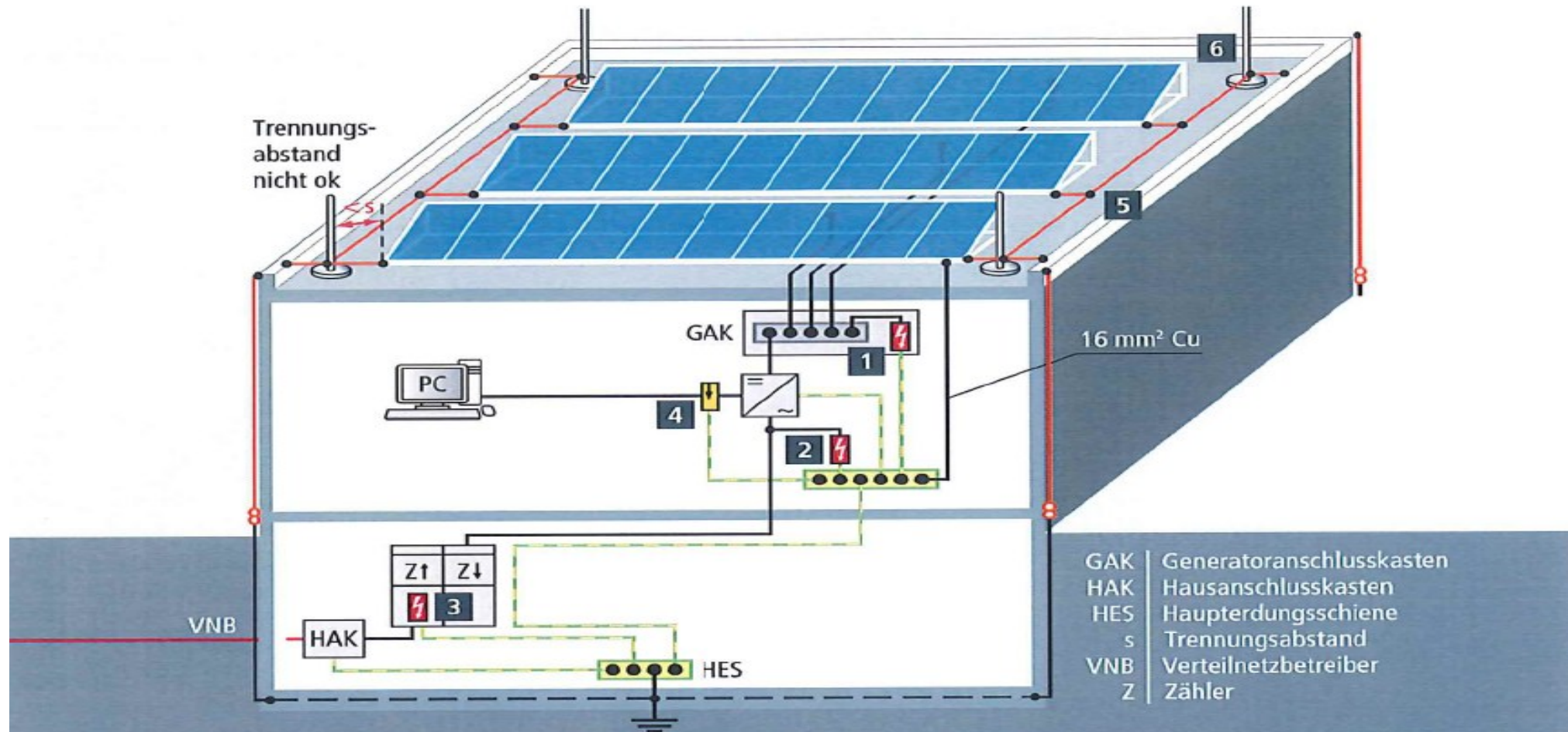


Foto: DEHN Austria GmbH

Anlagenerdungssystem



Foto: SV-Büro Robert Haidinger 8054 Graz

Bauliche Maßnahmen – Kabeltasse

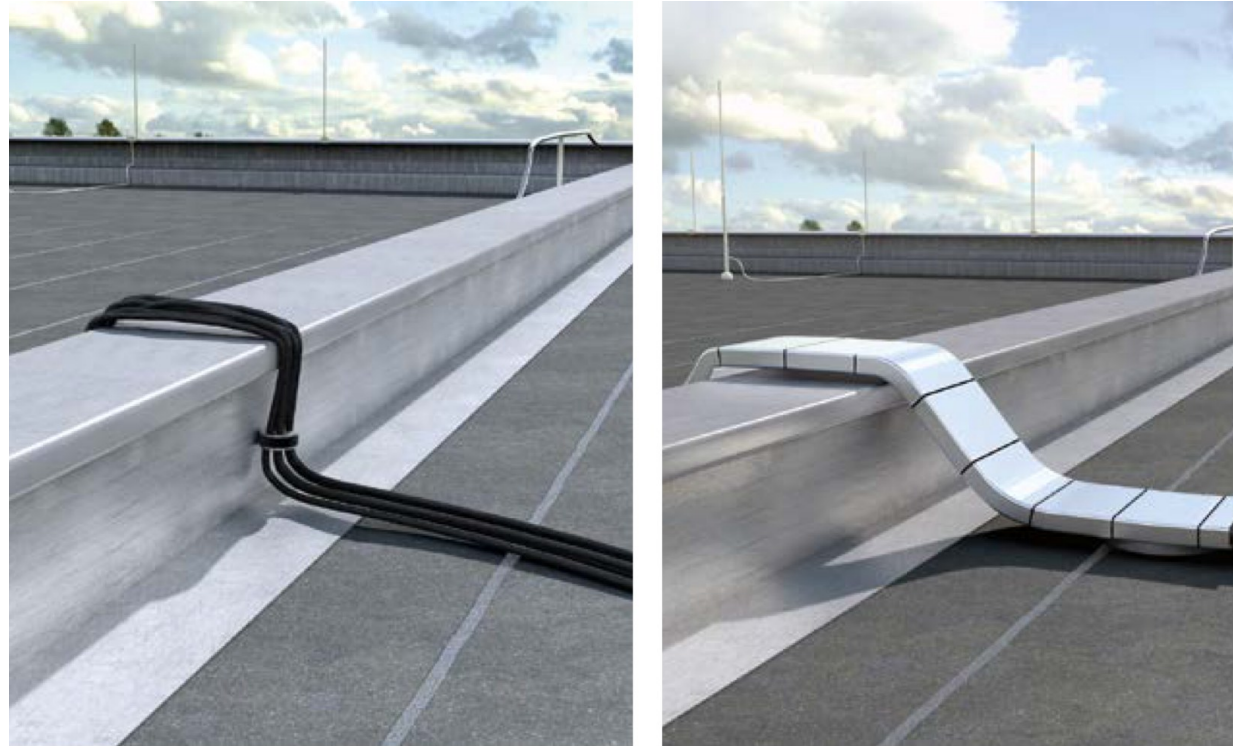


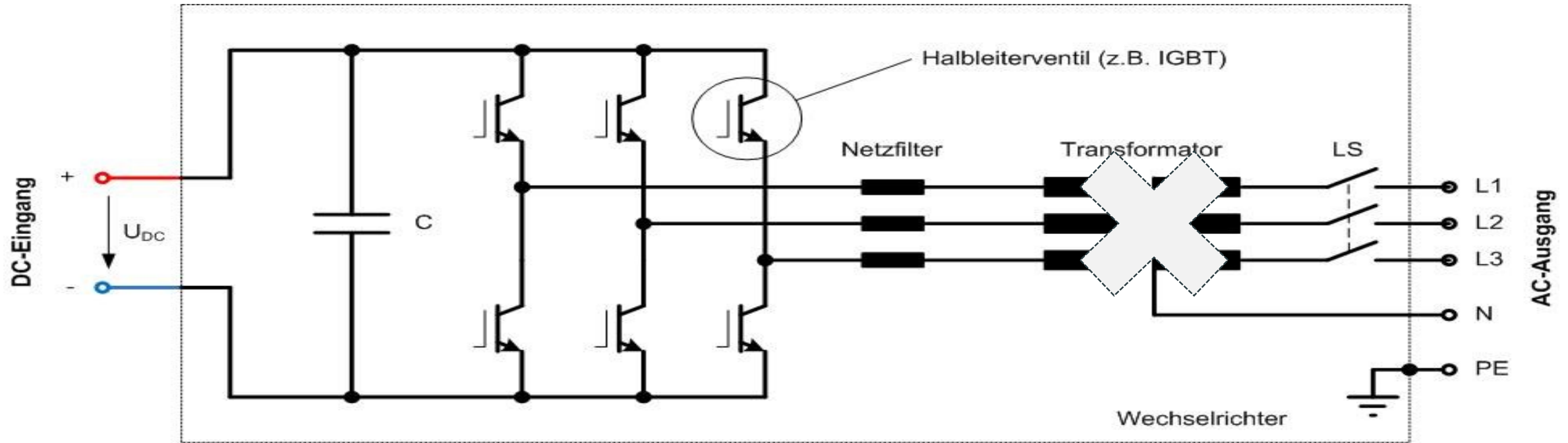
Foto: DGUV Information 203-080

- Aufgabe und Funktionsweise von Wechselrichtern in PV-Anlagen
- Umwandlung von Gleichstrom (DC) in Wechselstrom (AC)
- Überwachung und Steuerung der PV-Anlage
- Wichtige Komponenten und Schutzmechanismen in Wechselrichtern
- MPP-Tracking, Über- und Unterspannungsschutz
- Typen von Wechselrichtern (z. B. String-, Zentral-, und Mikro-Wechselrichter)
- PV - Optimiere
- Notstromversorgung
- AC - Verkabelung
- Erdung, Blitzschutz

Wechselrichter



Wechselrichter



Heutige Technik: Trafolose Wechselrichter!

Foto: SV-Büro Krautgasser

Wechselrichter ohne galvanische Trennung

Es werden Wechselrichter ohne galvanische Trennung eingesetzt

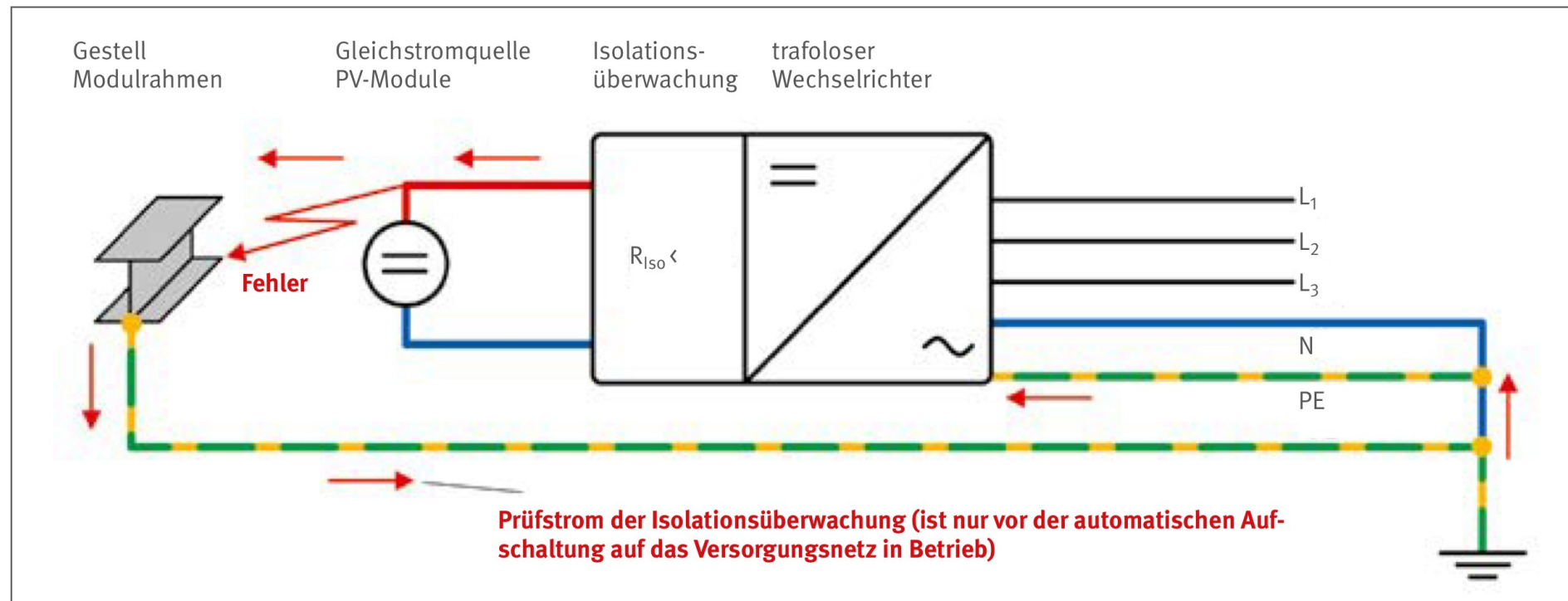


Foto: DGUV Information 203-080

Heutige Technik: Trafolose Wechselrichter!

Wechselrichter ohne galvanische Trennung

Normalbetrieb:

Kapazitive Spannungen bei traflosen Wechselrichtern

- Keine galvanische Trennung zwischen PV-Seite und AC-Netz
- Netzspannung koppelt kapazitiv auf die Module ein
- Unterschiedliche Potenziale zwischen Blitzschutz, Modulrahmen und Potenzialausgleich
- Typische Spannungswerte im Normalbetrieb: ca. 30–120 V
- Spannung verschwindet erst nach Netztrennung

Fehlerfall:

Spannungen im Fehlerfall (1500-V-Systeme)

- Isolationsfehler im DC-String führt zu starker Potenzialverschiebung
- Bei 1500-V-PV-Systemen können Spannungen bis nahe der Systemspannung auftreten
- Höhe hängt vom Fehlerort, Erdung und Schutzmaßnahmen ab
- Notwendig: durchgehender Potenzialausgleich und funktionierende Isolationsüberwachung

Wechselrichter ohne galvanische Trennung

Isolationsüberwachung im Betrieb

- Isolationsmessung nur **vor** der Netzkopplung möglich
- Im Betrieb Fehlererkennung über
 - Ableitströme
 - kapazitive Ströme
 - Potenzialverschiebungen
- Erkennt feuchte Steckverbinder, beschädigte Leitungen, defekte Modulrahmen
- Bei **1500-V-Systemen** im Fehlerfall Potenziale bis nahe der Systemspannung
- Wichtig: durchgehender Potenzialausgleich und intakte Steckverbinder

Wechselrichter



Foto: SV-Büro Krautgasser

AC-Verkabelung



Foto: SV-Büro Robert Haidinger 8054 Graz

Wechselrichter - Netzanschluss

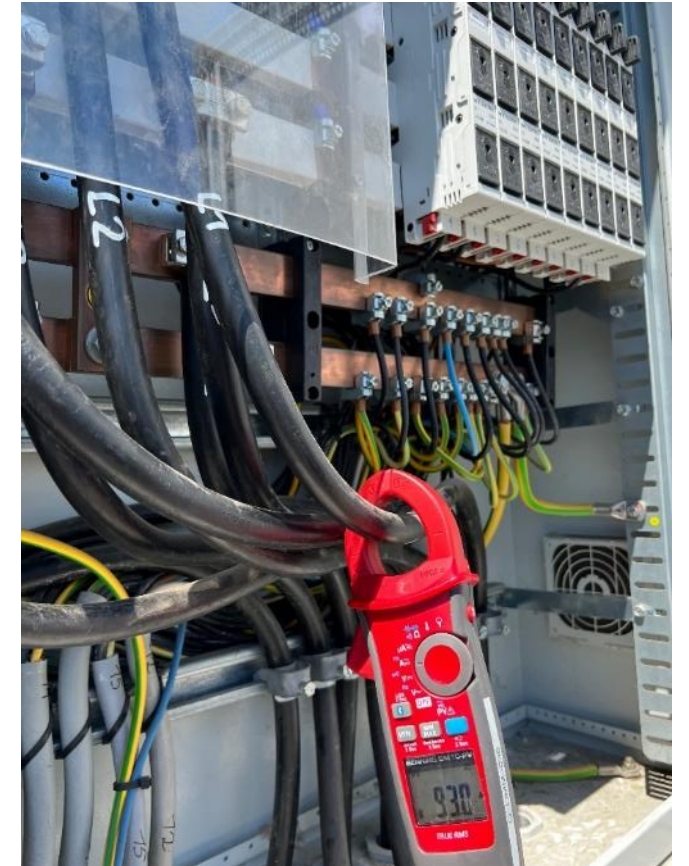


Foto: SV-Büro Krautgasser

3

Normen und Regelwerke

Regelwerke für Elektrotechnik in Österreich

Wichtigste Sicherheitsregel ist der gesunde Menschenverstand und Respekt vor elektrischer Energie.

Detailkenntnisse von Normen (OVE, TAEV, Richtlinien) schützen vor Rechtsfolgen und ermöglichen Freiheitsgrade mit wirtschaftlichem Nutzen.



Foto: F. Krautgasser



- Ab Oktober 2025 ist die OVE 8101:2025 Veröffentlicht

- OVE E 8101 **Teil 1** Allgemeine Grundsätze
- OVE E 8101 **Teil 2** Begriffe
- OVE E 8101 **Teil 3** Allgemeine Merkmale (Netze)
- OVE E 8101 **Teil 4** Schutzmaßnahmen und Vorkehrungen
 - Welche Schutzmaßnahmen sind wo anzuwenden?
 - Ausschaltzeiten und Bedingungen
 - Dreistufiges Schutzkonzept (410.3.001.AT)

- OVE E 8101 **Teil 5** elektrische Betriebsmittel
 - Welche Betriebsmittel wähle ich im speziellen aus, um die Schutzmaßnahmen zu erfüllen? (Welcher Typ FI-Schutzschalter, Schutzleiterquerschnitte, Erdungsanlage)
 - Kabel und Leitungen
 - Allgemeine Bestimmungen zu Umgebungseinflüssen und ähnlichem
- OVE E 8101 **Teil 6** Prüfung
 - Erstprüfung
 - Wiederkehrende Prüfung
 - Anlagendokumentation (ehemals Anlagenbuch) jetzt kurz in Teil 1 beschrieben
 - Dokumentation und Anlagenbuch jetzt in ÖVE/ÖNORM EN 61082-1, ÖVE/ÖNORM E 8390-1 und ÖVE/ÖNORM EN 81346-1

Regelwerke für Elektrotechnik in Österreich

Wer ist für die Sicherheit verantwortlich?

- Der Anlagenbetreiber
- Der Anlagenerrichter
- Der Elektrotechniker

Wer ist der Betreiber und wofür ist er verantwortlich?

- Person oder Gesellschaft die den Vertrag mit dem Stromlieferanten hat.
- Betreiber ist der Anlagenverantwortliche oder dessen Bevollmächtigter, lt. ÖVE/ÖNORM EN 50110-1 3.2.2
- In der **ÖVE-Richtlinie H02** geregelt:
Bedienen und Erhalten des ordnungsgemäßen Zustandes von elektrischen Anlagen durch Laien (Vorgänger R5)
- Bei gewerblicher Nutzung ist eine Anlagengenehmigung erforderlich.

Drei bestimmende Komponenten

Ladeeinrichtung: Wallbox, Ladesäule oder mobile Ladegeräte (ICCB-Kabel)

- a) bestimmt die maximal verfügbare elektrische Leistung
- b) typische Leistungen: 3,7 kW, 11 kW, 22 kW AC oder 50 kW bis über 350 kW DC
- c) begrenzt durch Netzanschluss und Absicherung

Ladekabel

- a) bestimmt den maximal übertragbaren Strom
- b) unterschiedliche Kabeltypen sind für unterschiedliche Ströme ausgelegt (13, 20, 32A)

On-Board-Ladegerät des Fahrzeugs

- a) bestimmt die maximal mögliche AC-Ladeleistung des Fahrzeugs
- b) typische Fahrzeugwerte: 3,7 kW, 7,4 kW, 11 kW oder 22 kW
- c) zusätzlich begrenzt durch Batterietemperatur und Ladezustand

Die tatsächlich nutzbare Ladeleistung ist immer der kleinste Wert aus diesen 3 Komponenten

Wie lange dauert das Laden einer 90 kWh Batterie?

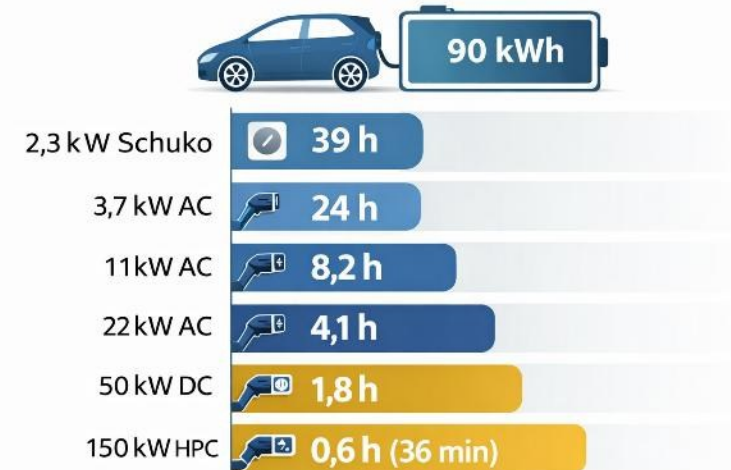


Bild: ChatGPS

Regelwerke für Ladeinfrastruktur in Österreich

Für die Planung, Errichtung und den Betrieb von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge gelten in Österreich mehrere Regelwerke mit unterschiedlichen Aufgaben.

- **OVE E 8101 Errichtungsnorm für elektrische Anlagen**

Zweck: Regelt die sichere Errichtung von elektrischen Niederspannungsanlagen.

- **Bedeutung für Ladeinfrastruktur**

- a) Auswahl und Errichtung der Stromkreise
- b) Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag
- c) Leitungsauswahl und Absicherung
- d) Fehlerstromschutzschalter für Ladepunkte
- e) Anforderungen an Steckvorrichtungen und Ladeeinrichtungen

- **Typischer Abschnitt**

OVE E 8101 Abschnitt 722 Versorgung von Elektrofahrzeugen

Kurz erklärt: Die OVE E 8101 regelt, wie die elektrische Installation gebaut werden muss.

Quelle: OVE E 8101:2025 Errichtungsbestimmungen für elektrische Niederspannungsanlagen



Grundlage ist die Elektrotechnikverordnung 2020 – ETV 2020

- Gemäß § 2 Abs. 2 und 3 kundgemachte elektrotechnische Normen
- OVE E 8101:2025 Elektrische Niederspannungsanlagen
 - Teil - 3 Bestimmung allgemeiner Merkmale
 - Teil - 4-Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen
 - Teil – 5 Auswahl, Montage und Installation elektrischer Betriebsmittel
 - Teil – 6 Prüfungen
 - Teil – 7 Räume und Anlagen besonderer Art
 - 704 Baustellen
 - 705 Landwirtschaftliche Betriebsstätten
 - 708 Caravanplätze, Campingplätze usw.
 - 709 Marinas usw.
 - **722 Stromversorgungen von Elektrofahrzeugen**
- OVE Richtlinie R 30
- ÖVE EN IEC EN 61851

OVE-Richtlinie R 30:2025-03-01

Inhalt

1	Anwendungsbereich	4
2	Normative Verweisungen	4
3	Begriffe	5
4	Anforderungen für den Betrieb und die wiederkehrende Prüfung von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge	7
5	Wiederkehrende Prüfungen, Kontroll- und Prüfintervalle	8
5.1	Allgemein	8
5.2	Kontroll- und Prüfintervalle für Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge	9
6	Weiterführende Informationen.....	13
	Anhang A (normativ) Ergänzende Informationen zum Anwendungsbereich dieser Richtlinie .	14
	Anhang B (informativ) Leitfaden für Sichtkontrollen	15

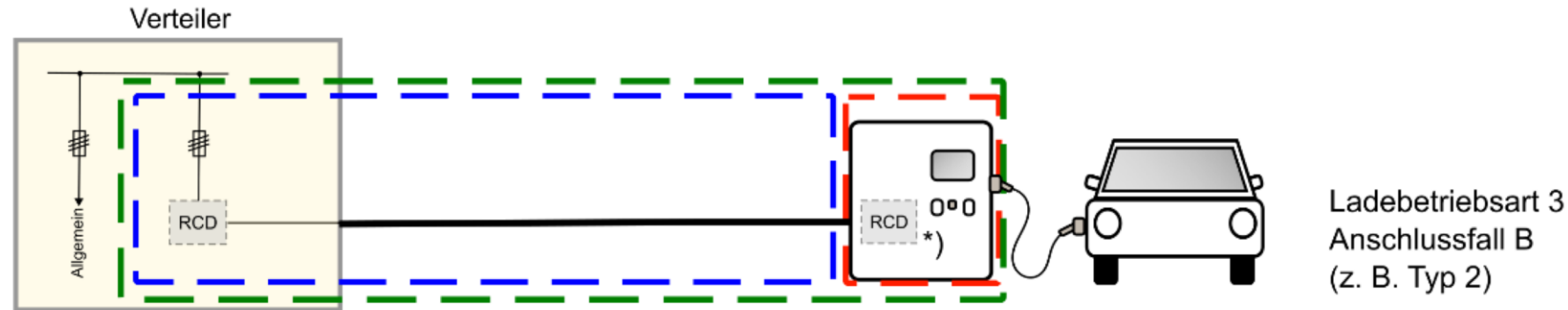
Bild: Quelle R 30:20250301

OVE Richtlinie R 30

Sicherer Betrieb und wiederkehrende Prüfung von Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge

Die Richtlinie behandelt

- a) sicheren Betrieb der Ladeeinrichtung
- b) wiederkehrende Prüfungen
- c) Kontroll- und Wartungsintervalle.



Nicht Bestandteil

- a) Planung und Errichtung der Anlage
- b) kontaktlose Energieübertragungssysteme.

Ladeeinrichtung für Elektrofahrzeuge (Geltungsbereich der OVE-Richtlinie R 30)

Elektrofahrzeug-Ladestation (OVE EN IEC 61851-Reihe)

Versorgungsstromkreis (z. B. Endstromkreis der elektrischen Anlage gemäß OVE E 8101)

Quelle: OVE-Richtlinie R30 Anwendungsbereich.

Bild: Quelle R 30:20250301 Anhang A

TOR-VERTEILERNETZANSCHLUSS-NIEDERSPANNUNG-V1,3



Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen

TOR Verteilernetzanschluss für die Niederspannung (Netzebenen 6 und 7)

Gültig: ab 15.08.2025

Quelle: E- Control TOR-Verteilernetzanschluss-Niederspannung-V1_0

TOR-VERTEILERNETZANSCHLUSS-NIEDERSpannung-V1,3

a) Geltungsbereich

Die TOR regelt den Anschluss von Kundenanlagen im Niederspannungsnetz bis 1 kV. Dazu zählen auch Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge.

Fundstelle: TOR V1.3 Seite 7

b) Meldepflicht von Ladeeinrichtungen

Ladeeinrichtungen über 3,68 kVA müssen beim Verteilernetzbetreiber gemeldet werden.

Fundstelle: TOR V1.3 Seite 10

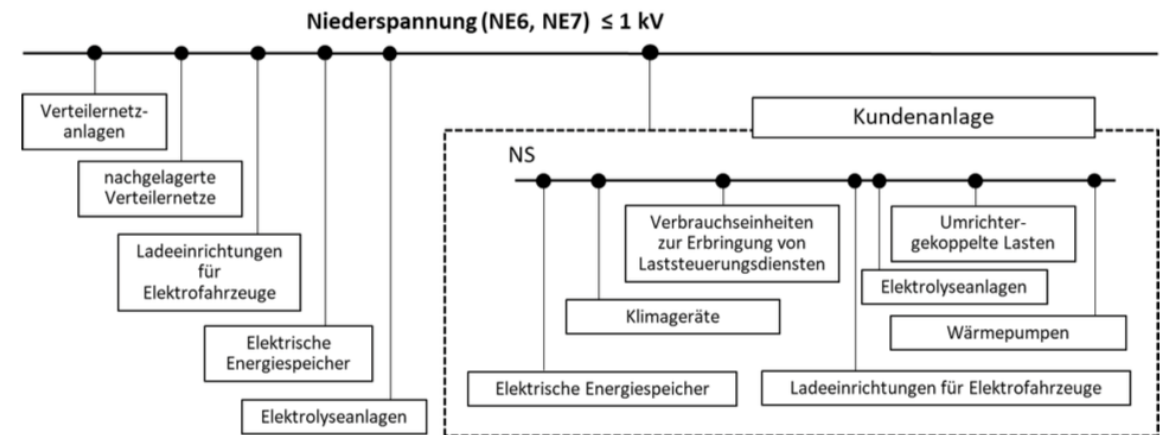


Abbildung 1: Übersicht Anwendungsbereich Niederspannung (NE 6, NE 7)

Regelwerke für Ladeinfrastruktur in Österreich

- **TOR Verteilernetzanschluss**

Technische Anschlussregeln der Netzbetreiber

Zweck: Regeln den Anschluss von elektrischen Anlagen an das öffentliche Stromnetz.

- **Bedeutung für Ladeinfrastruktur**

- a) maximale Anschlussleistungen
- b) Genehmigungspflichten für Ladeanlagen
- c) Anforderungen an Lastmanagement
- d) Netzurückwirkungen
- e) Vorgaben für größere Ladeparks



- **Typischer Abschnitt**

TOR_Verteilernetzanschluss_-_Niederspannung_V1.3

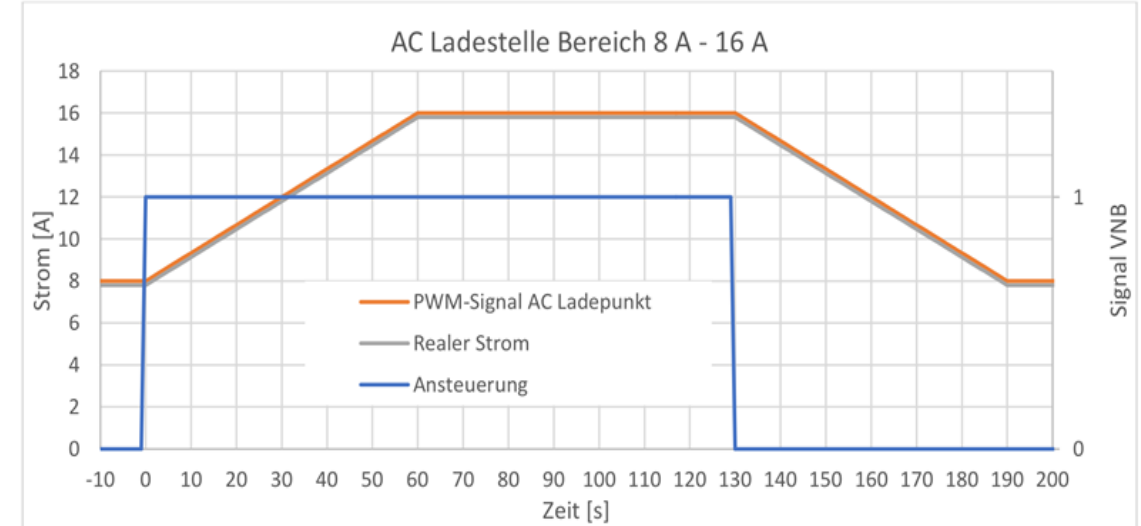
Kurz erklärt: Die TOR regeln, wie Anlagen an das Stromnetz angeschlossen werden dürfen.

Quellen: TOR Erzeuger und TOR Verbraucher der österreichischen Netzbetreiber

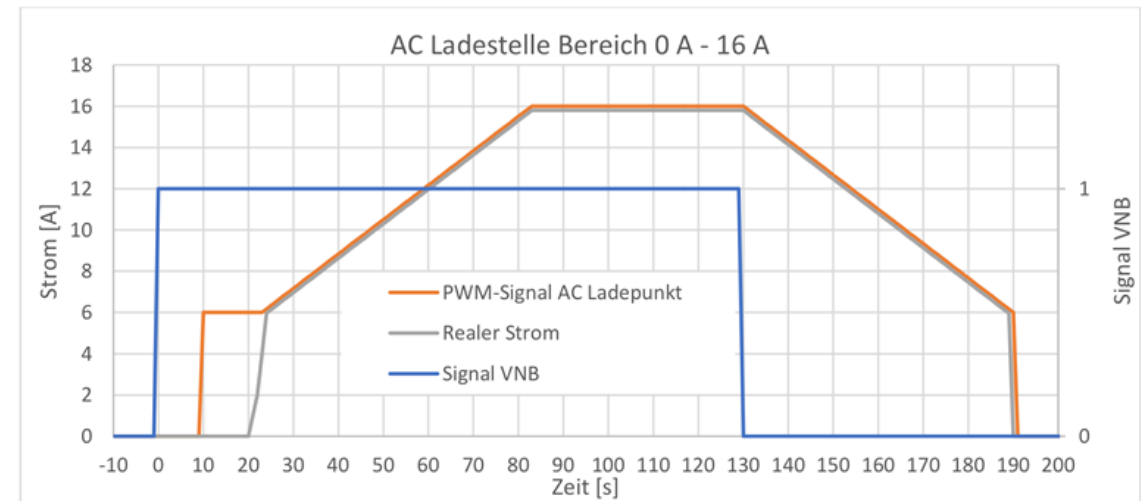
Regelwerke für Ladeinfrastruktur in Österreich

Analog zu den Entwicklungen bei PV-Wechselrichtern werden bei Ladestellen netzdienliche Funktionen eingeführt.

Technische Lösungen dieser PV-Geräte können auch für Ladestation (Charing Device CD) verwendet werden



Reaktionszeit: Rampe startet unverzüglich – max. Zeitverzögerung 5 s



Quelle: oesterreichs energie 20210517_A-CH-CZ_Spezifikation_DE_final

Regelwerke für Ladeinfrastruktur in Österreich

TOR-VERTEILERNETZANSCHLUSS-NIEDERSPANNUNG-V1_0

Datenblatt „Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ (vom Netzbewerber oder seinem Beauftragten auszufüllen)							
Netzbewerber (Netzkunde)	Vorname, Name / Unternehmen _____						
	Straße, Hausnummer _____						
	PLZ, Ort _____						
Betreiber	Vorname, Name / Unternehmen _____						
	Straße, Hausnummer _____						
	PLZ, Ort _____						
Angaben zum Anschlussobjekt	Straße, Hausnummer _____						
	PLZ, Ort _____						
	Standort: ☐ öffentlich ☐ privat Lageplan vorhanden? ☐ ja ☐ nein						
Hersteller	Hersteller/Typ: _____						
Ausführung der Ladeeinrichtung(en) Angaben bezogen auf 400/230V	Ausführungsarten* <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5	
	1	2	3	4	5		
	Anzahl baugleicher Ladepunkte (LP): _____						
	Max. Netzbezugsleistung (kVA) je LP: _____						
	Max. Netzeinspeiseleistung (kVA) je LP: _____						
	Regelbereich der Ladeleistung je LP von (kVA): _____ bis (kVA): _____						
	Art der Ladung <table><tr><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td></tr></table>	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	
	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC		
	Netzanbindung	Wechselstrom <table><tr><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td></tr></table>	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3
		☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	
Drehstrom <table><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>		☐	☐	☐	☐	☐	
☐	☐	☐	☐	☐			
Kommunikationsprotokoll/-standard: _____ ☐ nicht vorh./bekannt							
Dokumentation	Ladeeinrichtung im Übersichtsschaltplan zur Kundenanlage dargestellt? ☐ ja						
Errichter* (eingetragenes Elektroinstallationsunternehmen)	Firmenname _____						
	Straße, Haus Nr. _____						
	PLZ, Ort _____						
	Telefonnummer _____						
	E-Mail Adresse _____						
Bemerkungen	_____						
Der Elektrofachbetrieb bestätigt mit seiner Unterschrift die Richtigkeit der Angaben**							
Ort, Datum _____	Unterschrift Elektrofachbetrieb** _____						

*) Bei mehr als 5 verschiedenen Ausführungen sind weitere Datenblätter zu verwenden.

**) Bei mobilen Ladekabeln (Mode 2 lt. ÖVE/ÖNORM EN 62196) ist die Unterschrift vom Anschlussnehmer zu leisten.

Nachweisdokument „Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge“ (vom Netzbewerber oder seinem Beauftragten auszufüllen)							
Netzbewerber (Netzkunde)	Vorname, Name / Unternehmen _____						
	Straße, Hausnummer _____						
	PLZ, Ort _____						
Betreiber	Vorname, Name / Unternehmen _____						
	Straße, Hausnummer _____						
	PLZ, Ort _____						
Angaben zum Anschlussobjekt	Straße, Hausnummer _____						
	PLZ, Ort _____						
	Standort: ☐ öffentlich ☐ privat Lageplan vorhanden? ☐ ja ☐ nein						
Hersteller	Hersteller/Typ: _____						
Ausführung der Ladeeinrichtung(en) Angaben bezogen auf 400/230V	Ausführungsarten <table><tr><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td></tr></table>	1	2	3	4	5	
	1	2	3	4	5		
	Anzahl baugleicher Ladepunkte (LP): _____						
	Max. Netzbezugsleistung (kVA) je LP: _____						
	Max. Netzeinspeiseleistung (kVA) je LP: _____						
	Regelbereich der Ladeleistung je LP von (kVA): _____ bis (kVA): _____						
	Art der Ladung <table><tr><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td><td>☐ AC ☐ DC</td></tr></table>	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	
	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC	☐ AC ☐ DC		
	Netzanbindung	Wechselstrom <table><tr><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td><td>☐ L1 ☐ L2 ☐ L3</td></tr></table>	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3
		☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	☐ L1 ☐ L2 ☐ L3	
Drehstrom <table><tr><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td><td>☐</td></tr></table>		☐	☐	☐	☐	☐	
☐	☐	☐	☐	☐			
Kommunikationsprotokoll/-standard: _____ ☐ nicht vorh./bekannt							
Dokumentation	Ladeeinrichtung im Übersichtsschaltplan zur Kundenanlage dargestellt? ☐ ja						
Errichter* (eingetragenes Elektroinstallationsunternehmen)	Firmenname _____						
	Straße, Haus Nr. _____						
	PLZ, Ort _____						
	Telefonnummer _____						
	E-Mail Adresse _____						
Bemerkungen	_____						
Bestätigung der vertragskonformen Anlagenerrichtung: Die Ladeeinrichtung erfüllt am Netzanschlusspunkt die Anforderungen der TOR Verteilernetzanschluss sowie des Netzanschlussvertrags. Der Elektrofachbetrieb bestätigt mit seiner Unterschrift die Richtigkeit der Angaben. (Bei mobilen Ladekabeln (Mode 2 lt. ÖVE/ÖNORM EN 62196) ist keine Unterschrift eines Elektrofachbetriebs erforderlich.)							
Ort, Datum _____	Unterschrift Anschlussnehmer _____ Unterschrift Elektrofachbetrieb _____						

Seite 38 und 40

Quelle: E-Control TOR-Verteilernetzanschluss-Niederspannung-V1_0

Regelwerke 3 für Ladeinfrastruktur in Österreich

- **OVE Richtlinie R 37 (Hersteller Bestätigung)**

Prüfrichtlinie für Ladestationen

Zweck: Nachweis, dass Ladestationen die Netzanschlussregeln der TOR erfüllen.

- **Inhalte**

a) Prüfung der Netzverträglichkeit

b) Verhalten bei Spannung und Frequenzabweichungen

c) Steuerbarkeit der Ladeleistung

d) Kommunikation und Lastmanagement

e) Schutzfunktionen

- **Kurz erklärt**

Die OVE R 37 legt fest, welche Prüfungen eine Ladestation bestehen muss, damit sie netzverträglich betrieben werden kann.

- **Wichtiger Punkt:** Ab 1. Juni 2026 müssen neue Ladestationen einen Prüfbericht nach OVE R 37 besitzen.

- **Liste für Zugelassene Ladestationen**

- <https://www.wechselrichterliste.at/ladeeinrichtungen>

Quelle OVE Richtlinie R 37 Prüfanforderungen an Ladeeinrichtungen für Elektrofahrzeuge

OIB-Richtlinien mit Bezug zur Elektromobilität Bauvorschriften 31.12.2025

OIB-Richtlinien mit Bezug zur Elektromobilität

OIB-Richtlinie	Thema der Richtlinie	Bedeutung für Elektromobilität
OIB-Richtlinie 2	Brandschutz	Anforderungen an Garagen, Stellplätze und Brandschutzmaßnahmen bei Ladeeinrichtungen
OIB-Richtlinie 3	Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz	Anforderungen an Lüftung und technische Einrichtungen in Garagen
OIB-Richtlinie 4	Nutzungssicherheit und Barrierefreiheit	Anordnung von Stellplätzen und Ladepunkten, sichere Nutzung von Ladeeinrichtungen
OIB-Richtlinie 6	Energieeinsparung und Wärmeschutz	Leitungsinfrastruktur und Vorbereitung für Ladepunkte in Gebäuden (EPBD-Umsetzung)

OIB-Richtlinie 6 Sie setzt die **EU-Gebäuderichtlinie EPBD** um und regelt:

- a) Vorbereitung von Ladeinfrastruktur in Neubauten
- b) Mindestanzahl von Leitungsinfrastruktur für Stellplätze
- c) Anforderungen bei größeren Renovierungen von Gebäuden
- d) Ladepunkte bei Wohngebäuden und Nichtwohngebäuden.

Quelle: Österreichischer Städtebund

Regelwerke für PV-Anlagen in Österreich

- OVE E 8101 **Teil 7** Anlagen besonderer Art
- OVE E 8101 Teil 7 – 712 Photovoltaik-Anlagen
 - 712.1 Anwendung
 - 712.4 Schutzmaßnahmen
 - 712.5 Auswahl und Installation elektrischer Betriebsmittel
 - 712.6 Prüfung Wiederkehrende Prüfung
- ÖVE / ÖNORM EN 62446-1 2019-05-01 Photovoltaik Netzgekoppelte Systeme
 - Dokumentation, Inbetriebnahme, Prüfungen und Prüfanforderungen
- ÖVE / ÖNORM EN 62446-2 2021-09-01 Photovoltaik Netzgekoppelte Systeme
 - Anforderungen an die Prüfung, Dokumentation und Instandhaltung

Regelwerke für PV-Anlagen in Österreich

- ÖVE/ÖNORM E 8014
 - Fundamenteller und ergänzende Maßnahmen mit Erdung und Potentialausgleich für Einrichtungen der Informationstechnik
- ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 Blitzschutz
- OVE-Richtlinie R 6 Blitz- und Überspannungsschutz
 - R 6-1 Maßnahmen für Fliegende Bauten
 - R 6-2 -1 PV – Anlagen – Blitz- und Überspannungsschutz (übergegangen in OVE E 8101 und EN 51643-32)
 - R 6-2- 2 PV – Anlagen – Auswahl von Überspannungsschutzgeräten
- OVE-Richtlinie R 11-1
 - Teil 1: Anforderungen zum Schutz von Einsatzkräften
 - Teil 3: Blendung durch Photovoltaikanlagen

Regelwerke für PV-Anlagen in Österreich

- OVE IEC 62446-1 und 62446-2
 - Errichtung und Dokumentation
 - Wichtige Begriffe und Definitionen
 - Hauptanforderungen für die Instandhaltung und Prüfverfahren
 - Norm zur Überprüfung und Dokumentation

Regelwerke für PV-Anlagen in Österreich

OVE EN IEC 62446-2 Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Instandhaltung

Dazu gehört die systematische Überprüfung der

- elektrischen Sicherheit,
- mechanischen Sicherheit
- statischen Sicherheit
- Überspannung und Potentialausgleich
- Funktionalität aller Schutzeinrichtungen
- Kontrolle der Systemleistung
- Erstellen von Messprotokoll mit geeigneten Messgeräten

Zu den Prüfverfahren zählen

- elektrische Messungen,
- visuelle Inspektionen und Funktionstests, die dazu beitragen,
- den aktuellen Zustand der Anlage zu dokumentieren und sicherzustellen,
- dass sie die erforderlichen Sicherheitsstandards erfüllt.

Quelle OVE EN IEC 62446-2

Regelwerke für PV-Anlagen in Österreich

- TOR (E-Control Austria)
- TAEV 2020 + Bundeslandbestimmungen
- OVE-Richtlinie R 20
 - Stationäre elektrische Energiespeichersysteme vorgesehen zum Festanschluss an das Niederspannungsnetz
- ÖVE/ÖNORM EN 50438
 - Anforderungen für den Anschluss von Klein-Generatoren an das öffentliche Niederspannungsnetz
- DIN EN IEC 62485 - Folge
 - Sicherheitsanforderungen an Sekundär-Batterien und Batterieanlagen
 - Teil 1: Allgemeine Sicherheitsinformationen
 - Teil 2: Stationäre Batterien

Der Nutzer als Stromlieferant

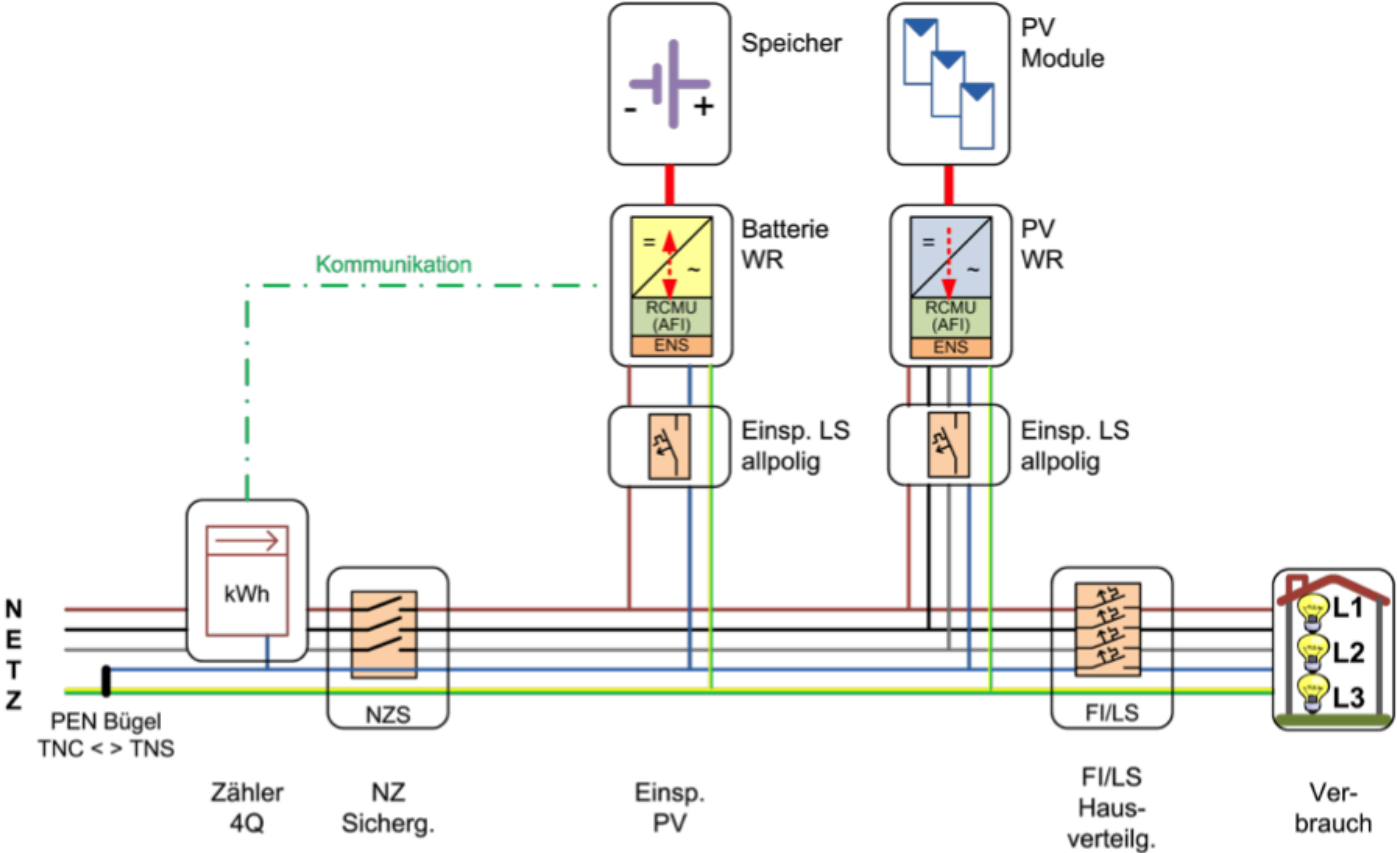


Foto: Österreichs Energie 2014-V1.2 RL-ESS

Grafik: Chat GTP 4o

Regelwerk R 20 vom TN-Netz zu TT-Netz

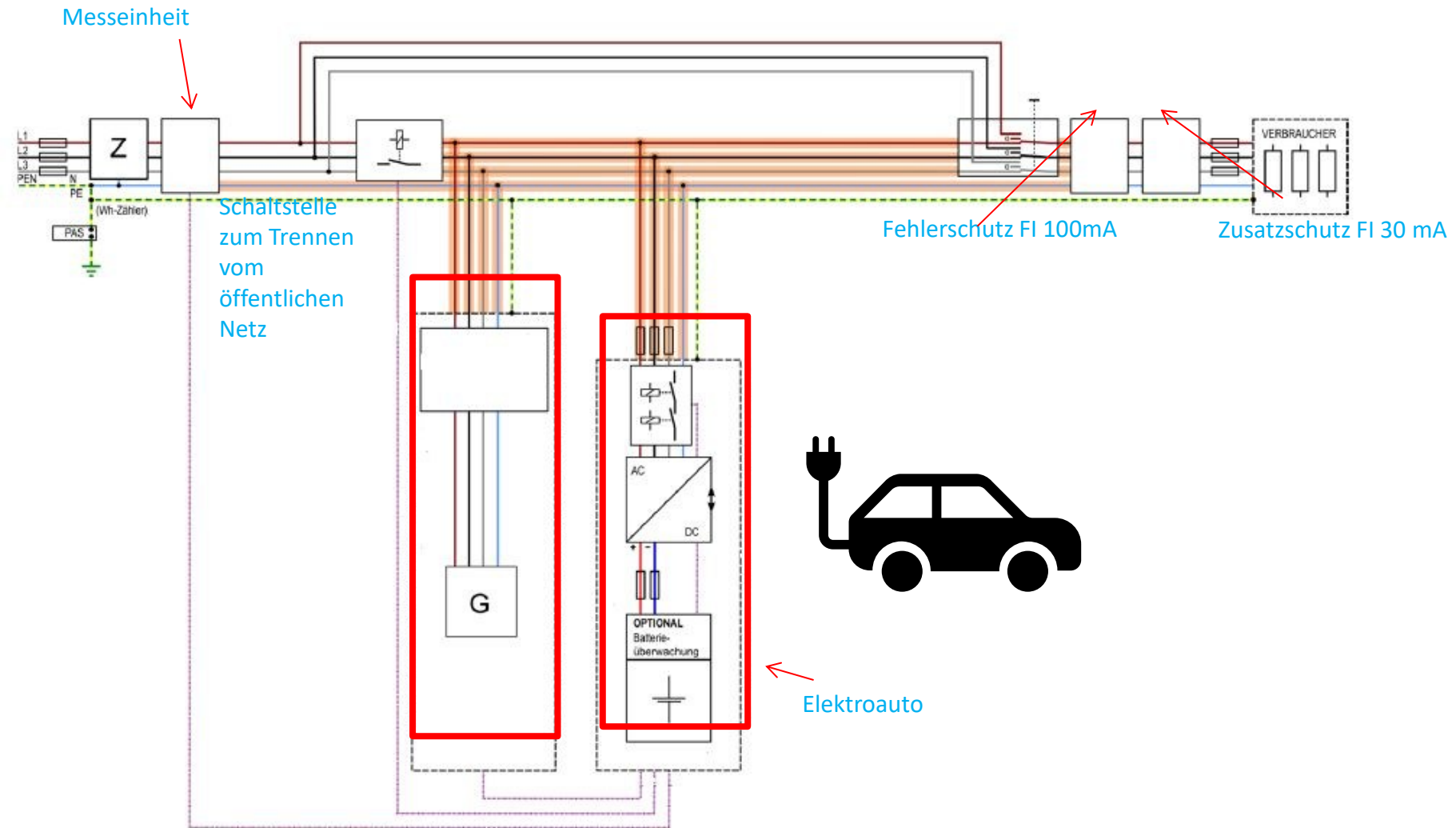
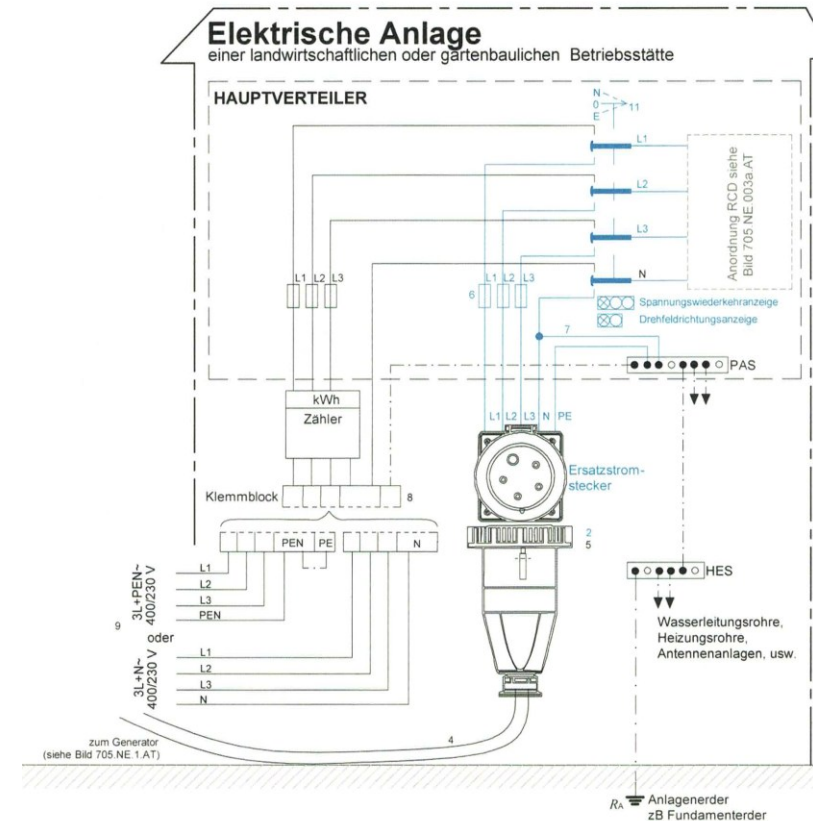
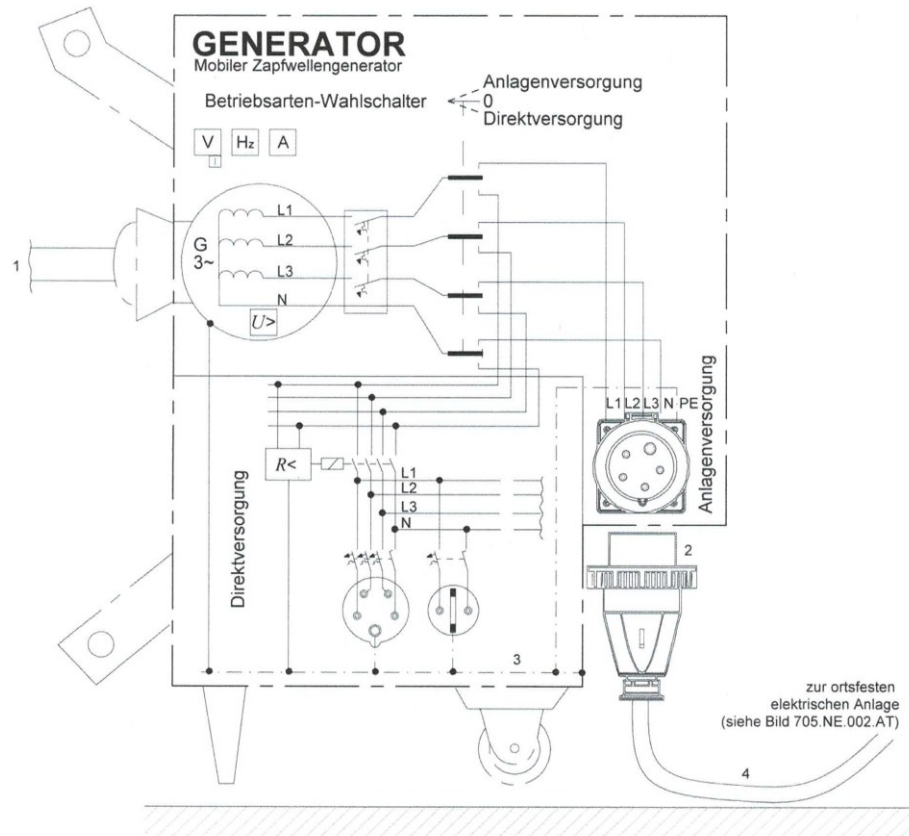


Foto: Systembild für stationäre elektrische Energiespeicher nach VDE-Richtlinie K20

Rückspeisung ins Gebäude (V2B)

Im TN-System ist der Fehlerschutz durch Fehlerstromschutzschaltung sicherzustellen



Quelle: OVE 8101-7-705

OIB RL Begriffsbestimmungen

Die Gebäudeklassen gemäß dem Österreichischen Institut für Bautechnik (OIB) einfach erklärt:

- Gebäudeklasse 1:** Diese Klasse umfasst Gebäude, in denen sich nur wenige Menschen gleichzeitig aufhalten, wie zum Beispiel Einfamilienhäuser oder kleine Wohngebäude.
- Gebäudeklasse 2:** Hierzu gehören Gebäude, in denen sich viele Menschen aufhalten können, wie Bürogebäude, Schulen oder Geschäfte.
- Gebäudeklasse 3:** Diese Klasse bezieht sich auf Gebäude, in denen sich viele Menschen aufhalten und die besondere Sicherheitsanforderungen haben, wie Krankenhäuser oder Versammlungsstätten.
- Gebäudeklasse 4:** Hier sind Gebäude eingeschlossen, die aufgrund ihrer Nutzung besondere Brandschutzanforderungen erfüllen müssen, wie Hochhäuser oder Fabrikgebäude.
- Gebäudeklasse 5:** Die nicht in die Gebäudeklassen 1, 2, 3 oder 4 fallen.

Quelle: OIB-330-003/23

3. Ausbreitung von Feuer und Rauch innerhalb des Bauwerkes

3.1 Brandabschnitte

3.1.1 Für Brandabschnitte in oberirdischen Geschoßen gilt:

Nutzung	Maximale Netto-Grundfläche eines Brandabschnittes	Maximale Längsausdehnung eines Brandabschnittes	Maximale Anzahl von oberirdischen Geschoßen je Brandabschnitt
Wohnnutzung	-	60 m	-
Büronutzung oder büroähnliche Nutzung	1.600 m ²	60 m	4
andere Nutzung ⁽¹⁾	1.200 m ²	60 m	4
(1) Sofern nicht in Punkt 7 abweichend geregelt			

3.4 Schächte, Kanäle, Leitungen und sonstige Einbauten

3.4.5 In Treppenhäusern gemäß Tabellen 2a, 2b und 3 sind Hauptverteiler, **Stockwerksverteiler, Messeinrichtungen von elektrischen Anlagen sowie Wechselrichter von Photovoltaikanlagen** von Trennbauteilen zu begrenzen, wobei die Zugangsöffnungen mit einem Verschluss in EI2 30-S200 oder in EI 30 allseitig dicht angeschlagen zu versehen sind.

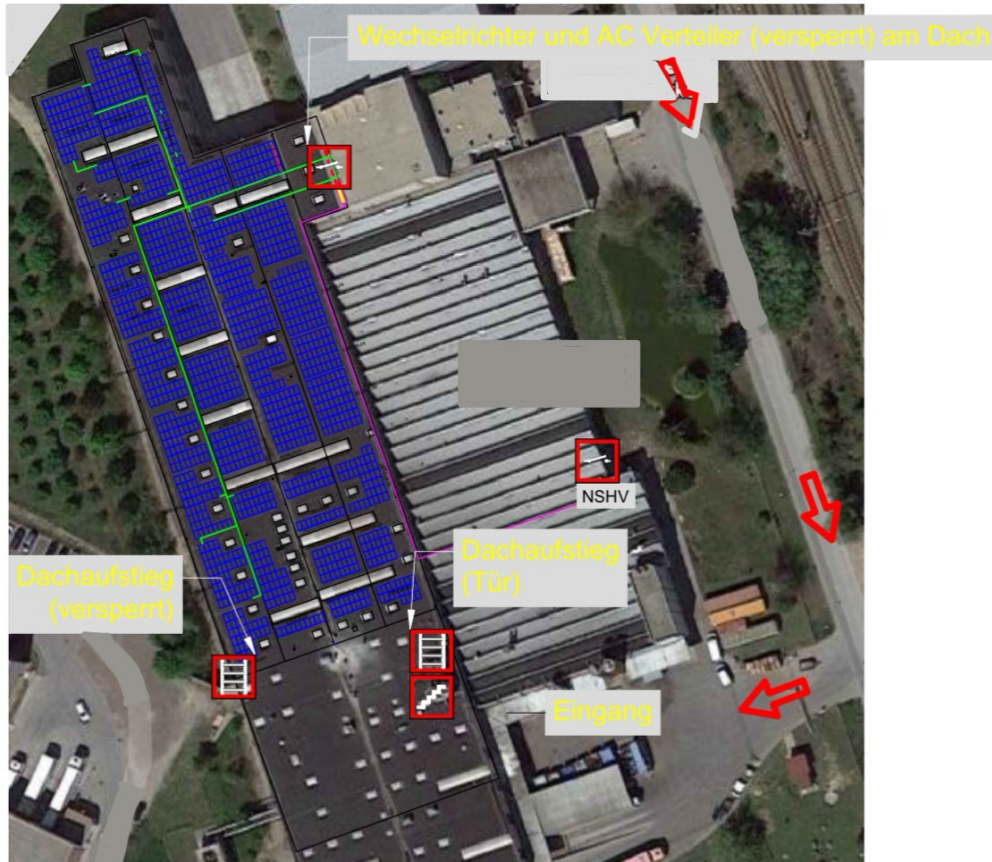
3.11 Photovoltaikanlagen auf Dächern

3.11.1 Für auf Dächern aufgebrachte oder in Dächern integrierte Photovoltaikanlagen bei Gebäuden mit einer Dachfläche von mehr als 1.800 m² müssen folgende Anforderungen eingehalten werden:

- a) Die auf Dächern aufgebrachten oder in Dächern integrierten Photovoltaik-Module müssen BROOF (t1) entsprechen, oder die Oberseite der Photovoltaik-Module muss aus Glas bestehen oder die Klasse A2 erfüllen, wobei ein etwaiger Rahmen in A2 ausgeführt werden muss.
- b) Photovoltaik-Module müssen von der Mitte der brandabschnittsbildenden Wand und zur Nachbargrundstücks- bzw. Bauplatzgrenze – falls die horizontale Brandübertragung nicht durch gleichwertige Maßnahmen begrenzt werden kann – **einen Abstand von mindestens 1 m** haben.
- c) Die Erreichbarkeit der Dachfläche für die Einsatzkräfte der Feuerwehr muss für Löschmaßnahmen gegeben sein. Photovoltaikanlagen müssen zu allenfalls vorhandenen Dachausstiegen, die als Zugang für die Feuerwehr dienen, im Bereich der **Standfläche einen Abstand von mindestens 3 m aufweisen.**

Quelle: OIB-330.2-030/2

TRVB 121 /15 (O) „Brandschutzpläne für den Feuerwehreinsatz“



Standort AC-Verteiler



AC-seitiges Abschalten:
Ausschalten des LS des ENS im PV-AC-Verteiler am Dach.
Damit ist die Anlage AC-Seitig getrennt.

Standort Wechselrichter und Generatoranschlusskasten



DC-seitiges Abschalten:
Durch kippen der Kippschalter an den Wechselrichtern auf OFF (0) wird die Anlage DC-Seitig ausgeschaltet. (3 je WR)
Achtung:
Die DC-Leitungen zwischen den Modulfeldern und den Wechselrichtern sind immer spannungsführend!

DC-Nennleistung: 499,80 kWp
Modulanzahl: 1470 Stück

Kabelführung:

Die DC-Kabeln verlaufen unter den Modulen zum Wechselrichtern. Anschließend laufen die AC-Kabeln zum Verteiler welcher sich direkt daneben befindet und danach weiter zu dem NSHV, welcher sich im Obergeschoss befindet.

AC-Trennstelle:

Im NSHV.
Sobald dort getrennt wird ist die komplette PV-Anlage ausgeschaltet Oder abschaltung der einzelnen Wechselrichter bei dem AC-Verteiler am Dach.

Achtung:

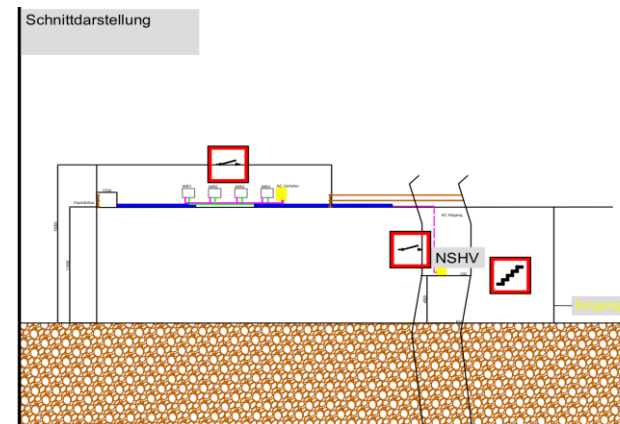
Die DC-Leitungen zwischen den Modulfeldern und den Wechselrichtern sind immer spannungsführend!

Aufstieg PV-Anlage:

Der Aufstieg zur PV-Anlage erfolgt über einen Dachaufstieg auf der Südwest-Seite des Gebäudes. **Alternativ:** Drehleiter der Feuerwehr

Trennstelle	Leiter	Stiege	Feuerwehruzugang
			

Schnittdarstellung



	DC-Leitungen, immer spannungsführend
	AC-Leitungen außen
	AC-Leitungen im Gebäude
	PV-Modul
	AC-Verteiler
	Wechselrichter, Generatoranschlusskasten
	NSHV

Quelle: B&C Brandschutz und Consulting GmbH

4

Prüfen in der Praxis



GRUNDLAGEN SPANNUNGSABFALL

Für Speisepunkt eine eigene Zuleitung vorsehen

- Vom Verteiler zum Anschlusspunkt
- Spannungsabfälle beachten (Bei 230 V entsprechen 15% Spannungsabfall $35 \text{ V} \cdot 16 \text{ A} = 560 \text{ W}$)
- Am Nennstrom der vorgeschalteten Überstrom-Schutzeinrichtung (Sicherung) zu berechnen
- Maximal 4% insgesamt, 3% ab Messeinrichtung (OVE E 8101 Teil 5-52)
- Beispiel: LS 16 A

Für $\Delta U < 4 \%$

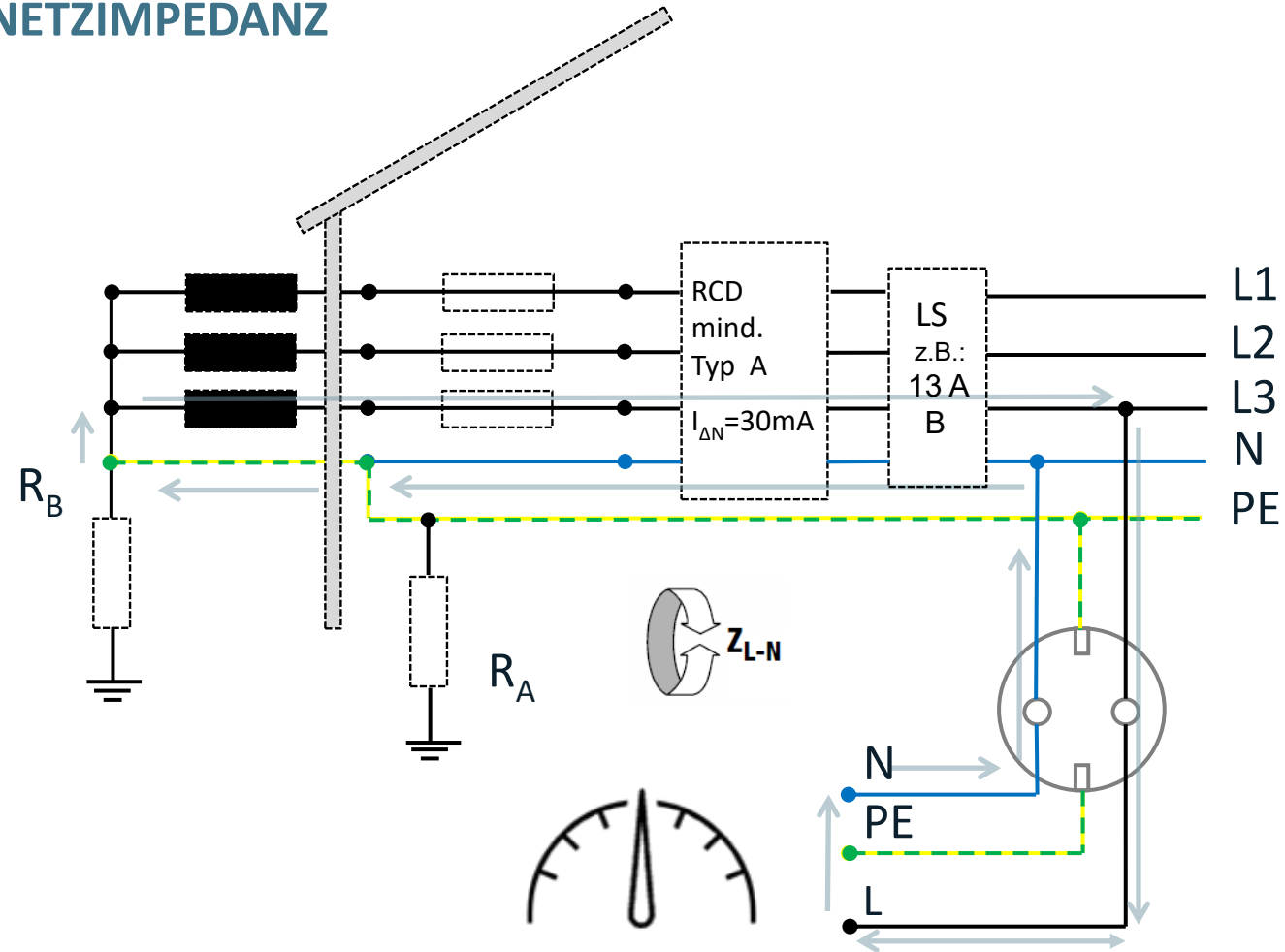
4% von 230 = 9,2 V

$$Z_I = \frac{\Delta U}{I_{\text{Nenn}}} = \frac{9,2 \text{ V}}{16 \text{ A}} = 0,575 \Omega \text{ Netzimpedanz}$$

Berechnung des Mindest-Querschnitts

- Im Gebäude (Verbraucheranlagen) darf der Spannungsabfall max. 3% erreichen
- Der Gesamtspannungsabfall darf 4% nicht übersteigen
- Die Berechnung lt. OVE E 8101-5-52.001.AT

PRÜFUNG SPANNUNGSABFALL - NETZIMPEDANZ



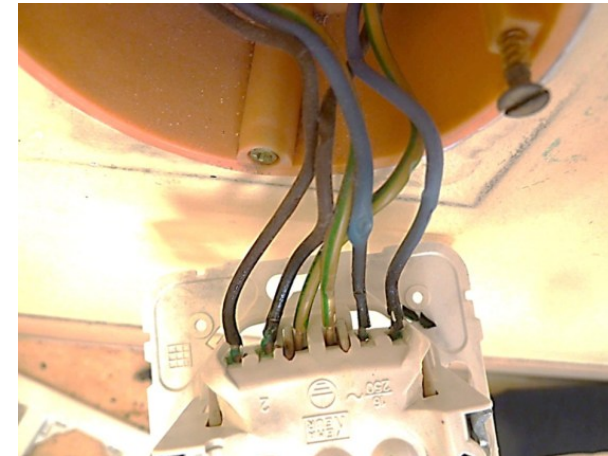
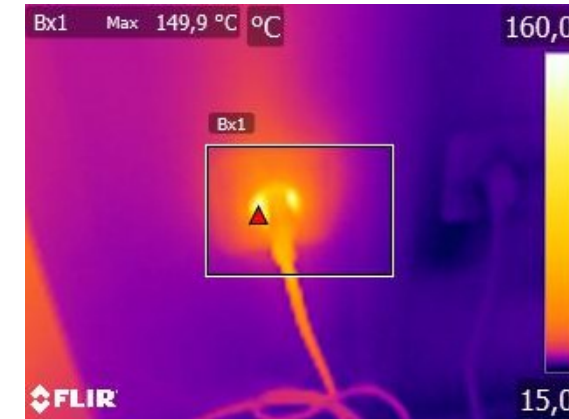
Quelle: F. Krautgasser

Spannungsabfall Z_l

LADEN UND HAUSHALTSSTECKDOSEN



BILDERGALERIE



Fotos: F. Krautgasser

Prüfung Spannungsabfall - Netzimpedanz

- Spannungsabfall – warum?

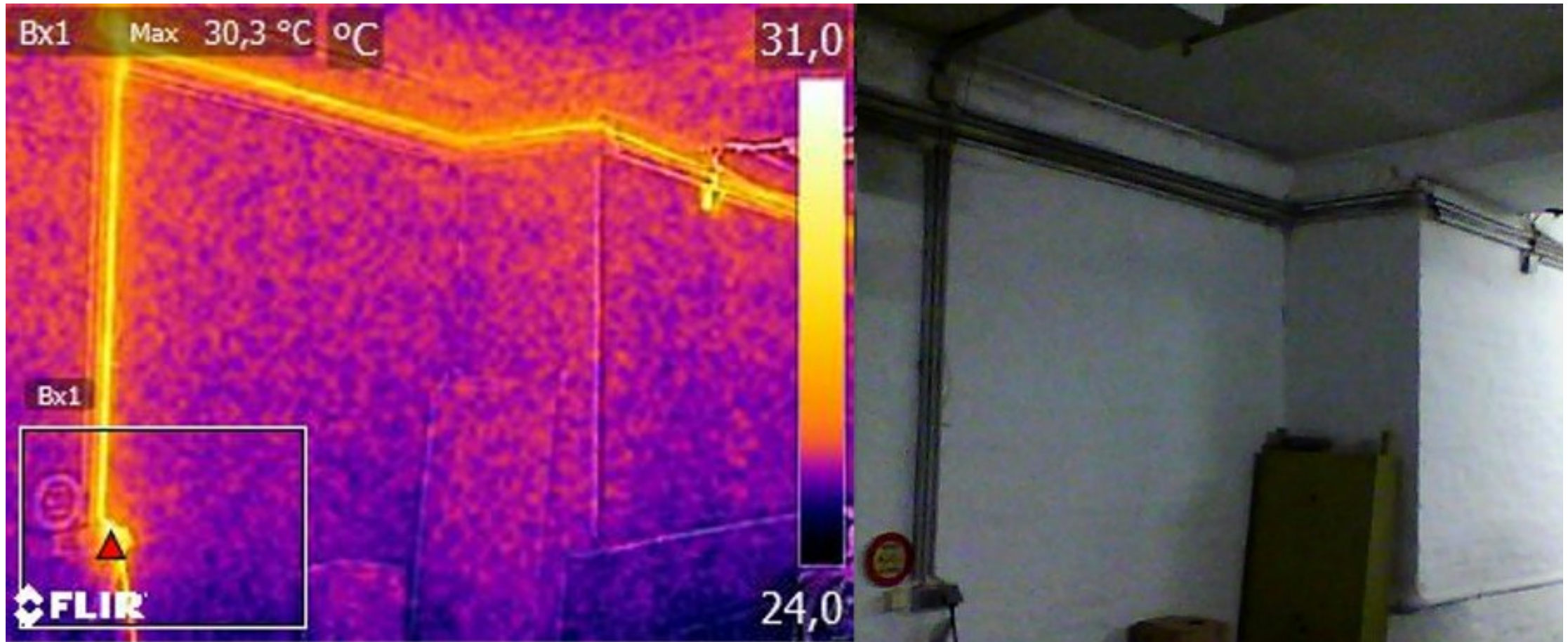


Foto: SV-Büro Krautgasser

Kabel und Leitungen

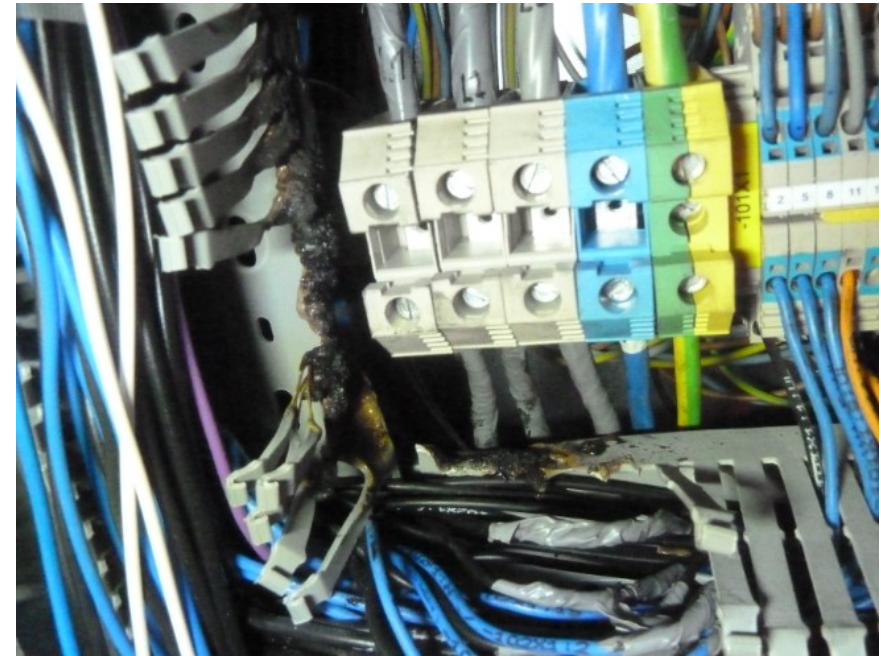
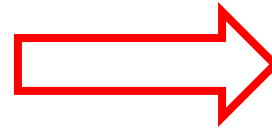
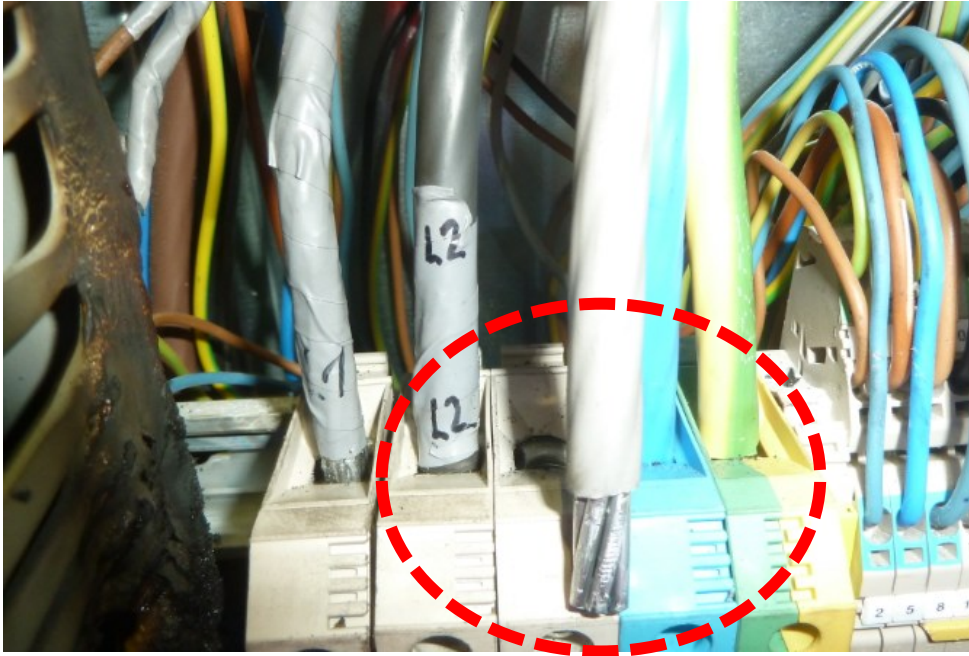
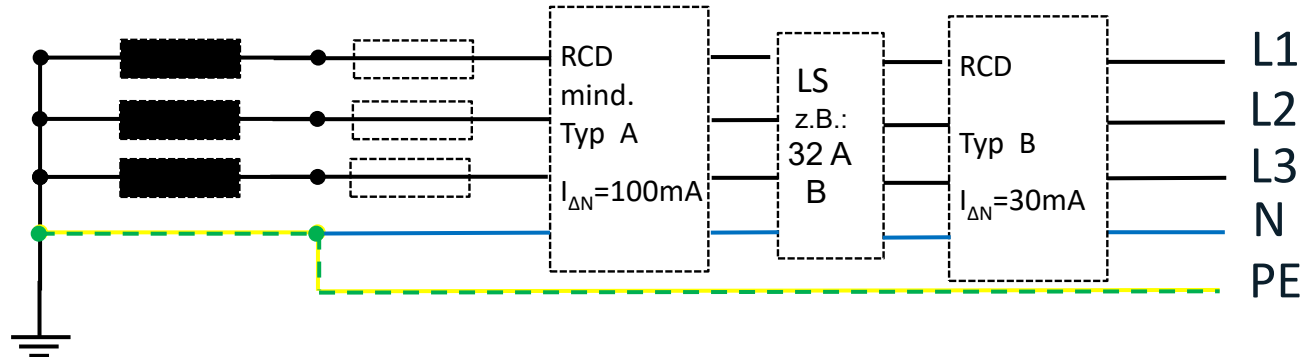
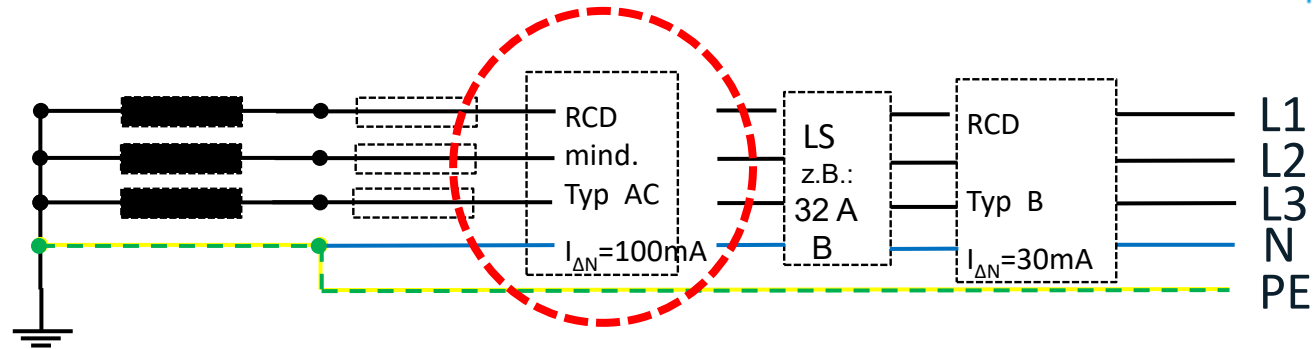
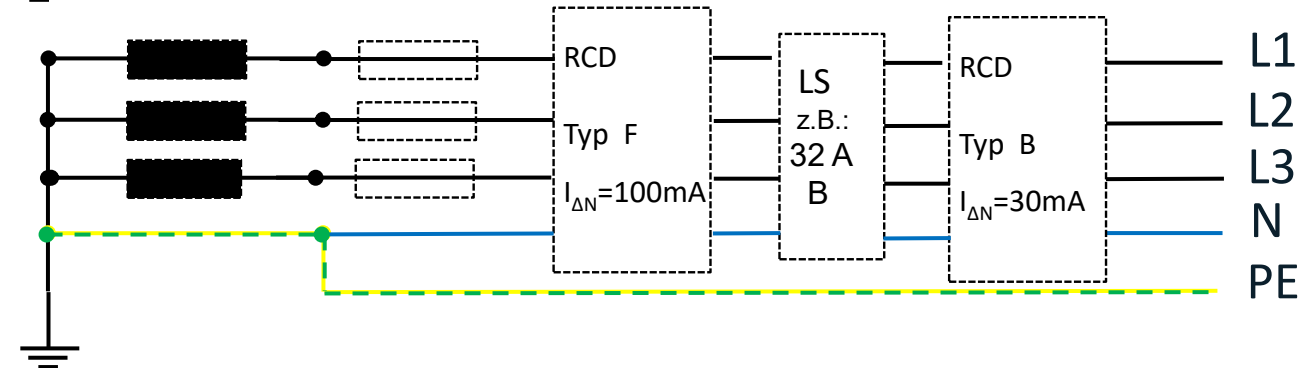


Foto: SV-Büro Krautgasser

FI-KOMBINATIONEN



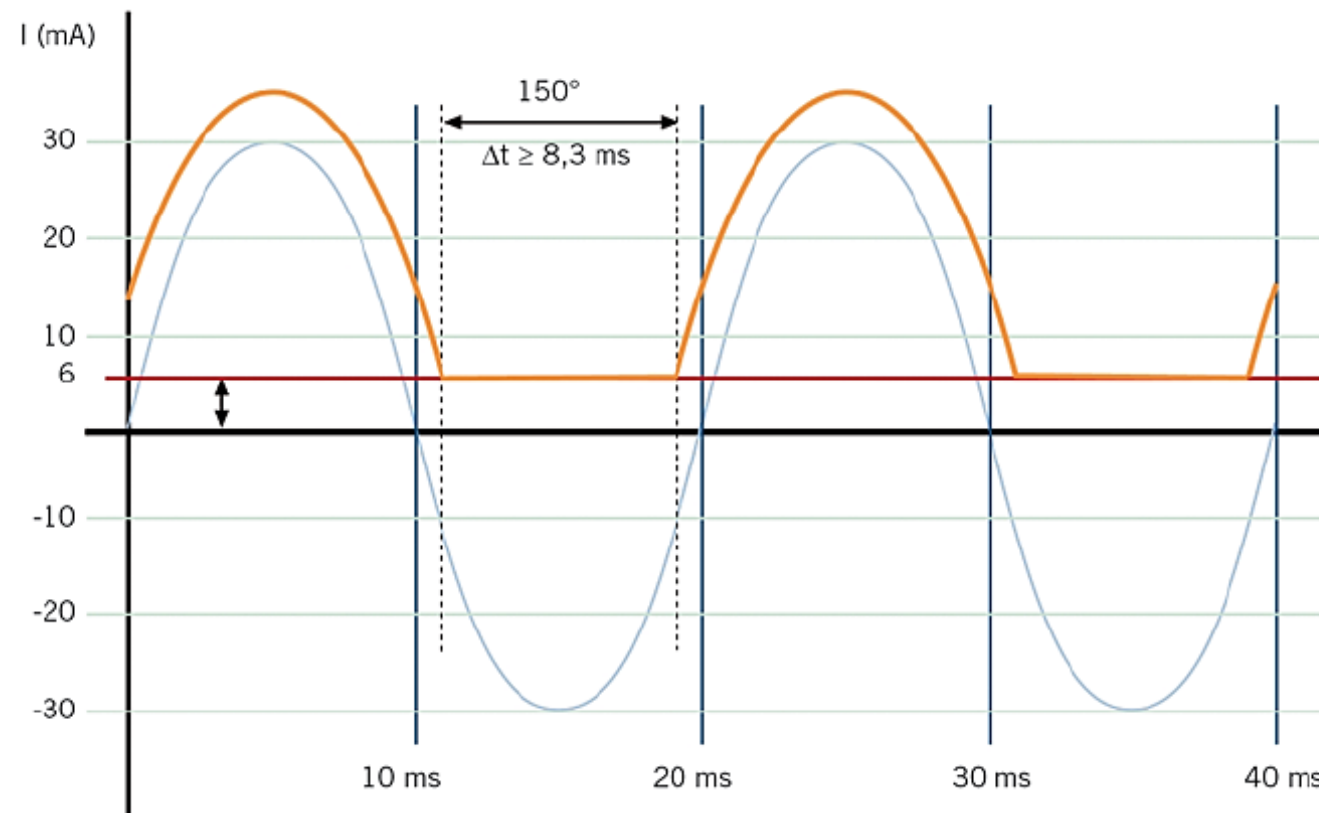
DC 6mA >< 10mA DC



Quelle: F. Krautgasser

FEHLERGLEICHSTROMPROBLEMATIK

Vom EF kommt ein Fehlergleichstrom über das Ladekabel in die Elektroinstallation



Quelle: ABB

FI TYP F – MISCHSTROMSENSITIV

Typ F 

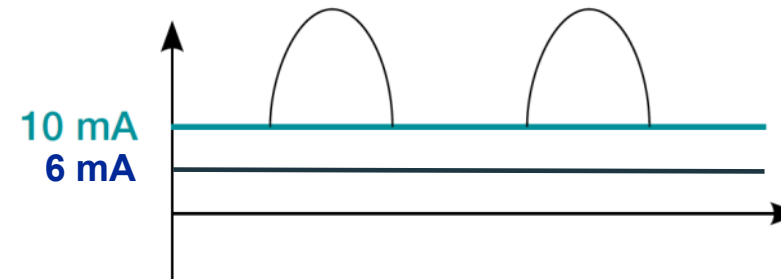
Pulsierender Gleichstrom überlagert mit
glattem Gleichfehlerstrom von 10mA

RCDs Typ F (F steht für Frequenz) können das gleiche wie der Typ A
Zusätzlich dazu:

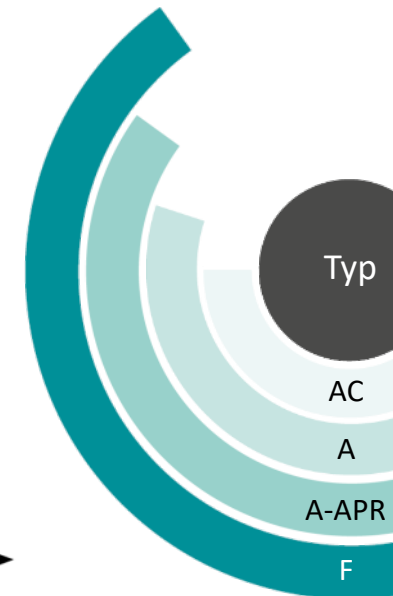
- automatisch kurzzeitverzögert
- erhöhte Stoßstromfestigkeit von 3.000 A
- Mischfrequenzfehlerströme abweichend
von 50...60 Hz, bis 1 kHz

Typ A 

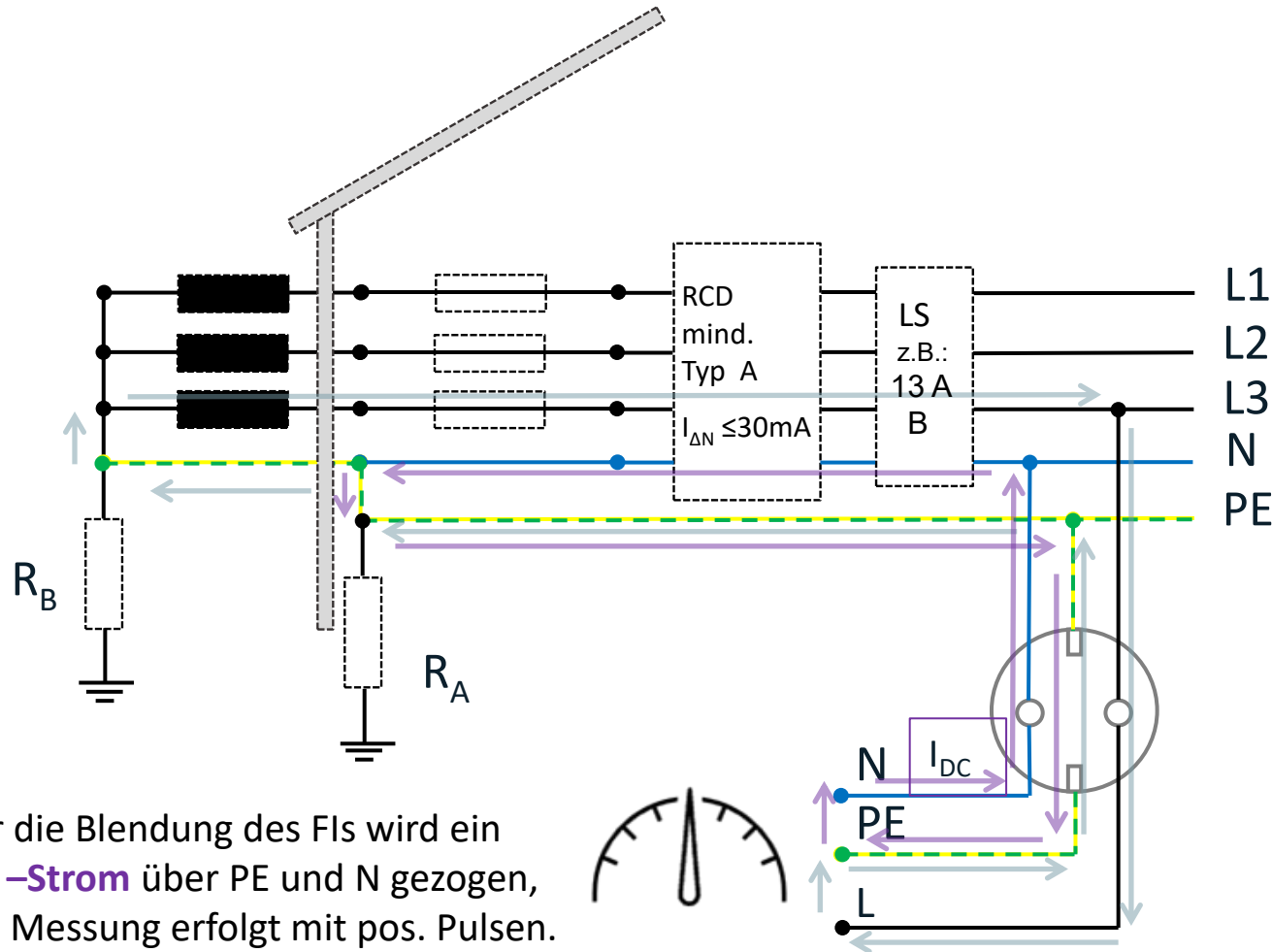
Pulsierender Gleichstrom überlagert mit
glattem Gleichfehlerstrom von 6mA



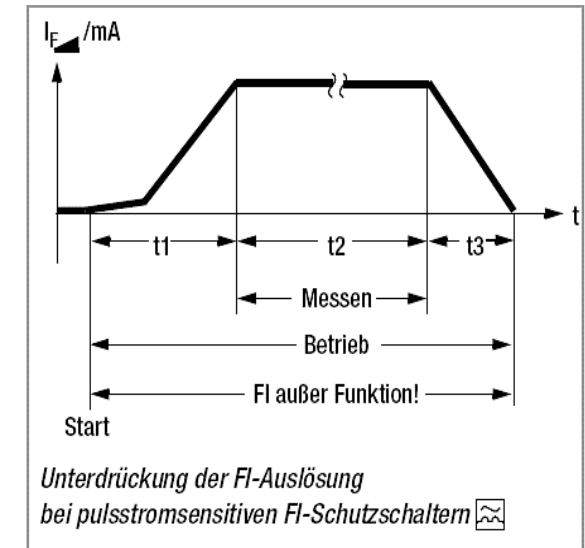
Pulsierender Gleichstrom überlagert mit glattem Gleichfehlerstrom



PRÜFUNG SCHLEIFENIMPEDANZ BEI TN-C-S-NETZ MIT ZUSATZSCHUTZ FI



Für die Blendung des FIs wird ein **DC-Strom** über PE und N gezogen, die Messung erfolgt mit pos. Pulsen.

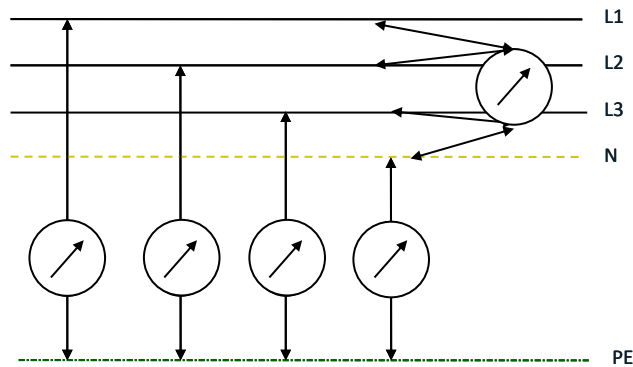


I_{DC} ...FI-Blockierung

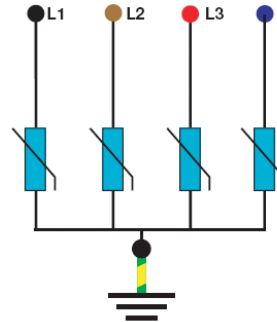
Quelle: F. Krautgasser

PRÜFUNG ISOLATIONSWIDERSTAND - GRUNDLAGEN

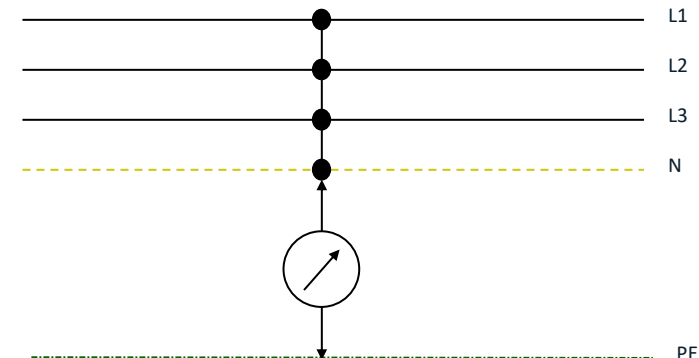
Erstprüfung



Alle Leiter gegeneinander
und gegen Erde/PE



Wiederkehrende Prüfung



L und N Leiter gemeinsam
gegen Erde/PE

Als Erde darf der geerdete Schutzleiter betrachtet werden



Fotos: F. Krautgasser

PRÜFMÖGLICHKEITEN

Erfüllt folgende Funktionen:

- Überprüfung, dass das Fahrzeug ordnungsgemäß angeschlossen ist
- Ständige Überwachung der Unversehrtheit des Schutzleiters
- Einschalten des Systems
- Abschalten des Systems
- Zusätzlich kann eine Erkennung des Bemessungswertes der Stromversorgung durch Festlegung des zusätzlichen Widerstands erreicht werden.

WAS BEDEUTET ELEKTROMOBILITÄT FÜR DIE ELEKTROINSTALLATION?

- Laden über mehrere Stunden
- Laden mit sehr hohen Leistungen
- Rückspeisung in Gebäude und öffentliche Netze mit hoher Leistung
- Stromversorgung in Wochenendhäusern, Almhütten usw.
- Bei jeder Witterung und Feuchtigkeit im Freien
- Vorhandene Installation entspricht u. U. nicht für häufiges Laden mit hohen Leistungen über längere Zeiträume
- Strombezugsrecht des Kunden beachten
- Überspannungsschutz
- Prüfen der Anlage laut OVE E 8101 Teil 6
- EMV Elektromagnetische Verträglichkeit
- Gleichzeitigkeitsfaktor

MESSGERÄTE

Schutzmaßnahmen Prüfgerät



Auto Simulation Box:

Prüfadapter mit Stecker Typ 2, zum Prüfen der Wirksamkeit von Schutzmaßnahmen an E-Ladestationen.

Mit dem Installationstester und der Prüfbox wird eine Simulation von einem angeschlossenen Elektrofahrzeug, sowie Simulation der Strombelastbarkeit von Ladegarnituren gemäß IEC 61851-1, durchgeführt.

Simulation eines Kurzschusses zwischen CP und PE über Drehschalter.



Prüf- und Funktionstester für AC-Ladestationen gemäß IEC 61851-1, VDE 0122-1



Quelle: Gossen Metrawatt GmbH, PROFITEST H+E EXPERT CHECK

- **Fahrzeugsimulation (CP):**
Das Gerät simuliert die Ladebuchse des Elektrofahr- zeugs. Es kann an die Ladesteckdose eines AC-Ladepunkts oder an den Typ 2-Stecker des AC-Ladepunkts angeschlossen werden.
- **Kabelsimulation (PP):**
Das Gerät prüft mit einem automatischen Programmablauf die Werte für ein 13 A-Kabel, 20 A-Kabel, 32 A-Kabel oder 63 A-Kabel. Auch der Fall, dass ein Kabel nicht angeschlossen ist, kann geprüft werden (N.C.).
- **Die Kommunikation (PWM-Signal) kann ausgewertet werden.**
- **Fehlersimulation:**
Mit dem Gerät kann ein Diodentest durchgeführt werden und es können ein Kurzschluss CP-PE (Fehler E) und ein PE-Fehler (Erdungsfehler) geprüft werden.

LADEKABEL TYP 2 AUF SCHUKO

$I_{\max} = 63 \text{ A}$



Schuko-Kupplung

7-poliger Typ 2 Stecker

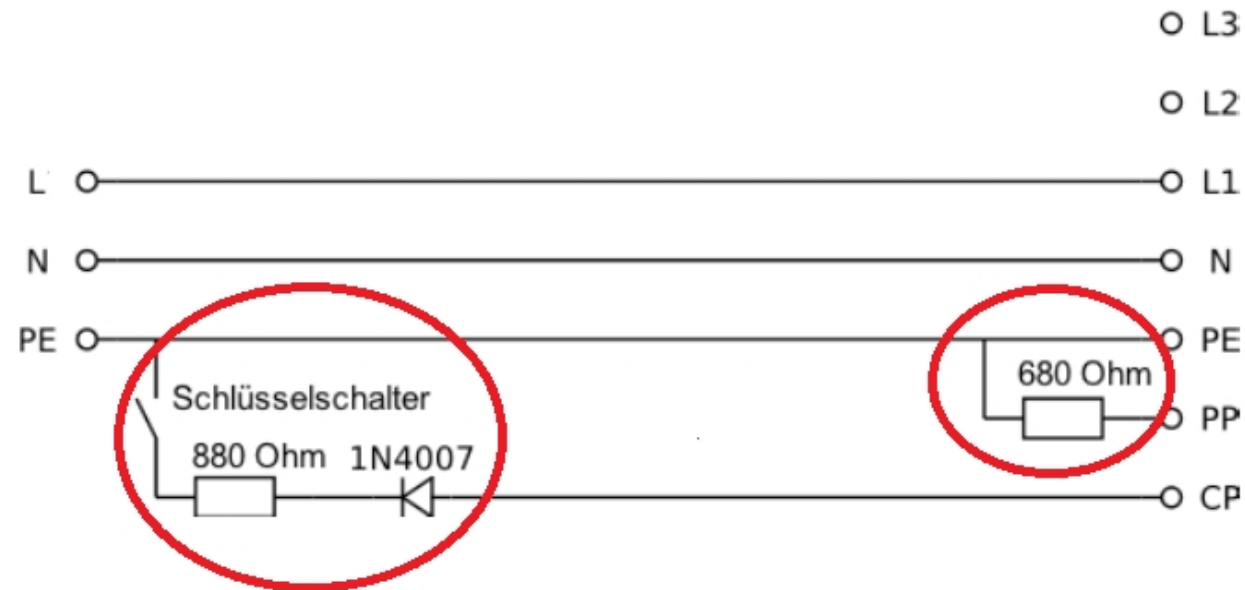


Foto: F. Krautgasser

WIDERSTANDSNENNWERTE UND LADEZUSTÄNDE

Auszug aus DIN EN 61851-1

Strombelastbarkeit der Ladeleitungsgarnitur	Widerstands-nennwert
Kein Kabel	$\infty \Omega$
13 A Kabel	1,5 k Ω
20 A Kabel	680 Ω
32 A Kabel	220 Ω
63 A Kabel	100 Ω

Zustand	Spannung	Bedeutung
A	+12 V DC	Fahrzeug nicht angeschlossen
B	+9 V DC/+9 V bis -12 V pulsierend	Fahrzeug angeschlossen
C	+6 V bis -12 V pulsierend	Fahrzeug bereit zum Laden ohne Lüftung
D	+3 V bis -12 V pulsierend	Fahrzeug bereit zum Laden mit Lüftung
E	0 V	Netz nicht verfügbar oder Pilotsignal kurzgeschlossen
F	-	Fehler

WIDERSTANDSNENNWERTE UND LADEZUSTÄNDE

Auszug aus ÖVE 8101

Messaufgabe	Messverfahren	Grenzwerte
Durchgängigkeit Schutzleiter	Ohmmessung des Schutzleiters	PE < 1,0 Ω PA < 0,1 Ω
Isolationswiderstand des Schutzleiters zu Neutral- und Außenleiter	Messung des Isolationswiderstands	≥ 1,0 MΩ
Wirksamkeit der Fehlerstrom-Schutzeinrichtung	RCD Typ A – pulsierender DC-Messung RCD Typ B – DC-Messung	IΔN ≤ 30 mA (Herstellerangaben beachten)
Wirksamkeit der Schutzeinrichtung bei Kurzschluss	Messung der Netzimpedanz	
Wirksamkeit der Schutzeinrichtung bei Kurzschluss	Messung der Schleifenimpedanz	$Z_S \leq \frac{2 U_0}{3 I_a}$

- Angabe der Prüfmittel bzw. Messgeräte
- Ausbreitungswiderstand der Erdungsanlage (soweit erforderlich)
- Niederohmige Durchgängigkeit der Erdverbindungen und Schutzerdungs- und Potenzialausgleichsleitern
- Schleifenimpedanzen
- Isolationsprüfung der Leitungsanlagen (AC und DC)
- Auslösezeiten und –ströme von Fehlerstromschutzschalter
- Fehlerspannungen
- AC-Freischtaltung / Entkupplungsschutz (Schutzrelais), Drehfeld
- Betriebsspannungen und –ströme
- Ableitströme

PV – Prüfverfahren – Kategorie 1

Spannungsmessung: 0 ... 1000 V DC
Strommessung (direkt): 0 ... 20 A DC
Isolationswiderstandsmessung, Messbereich: 0 ... 20 MO,
Prüfspannungen: 250 V / 500 V / 1000 V DC
Erdschlussmessung: 0 ... 1000 V DC
Prüfung auf Durchgängigkeit des Schutzleiters: 0 ... 10 Ω / > 200 mA
Polaritätsprüfung
Automatische Umrechnung der aktuellen Messwerte auf STC

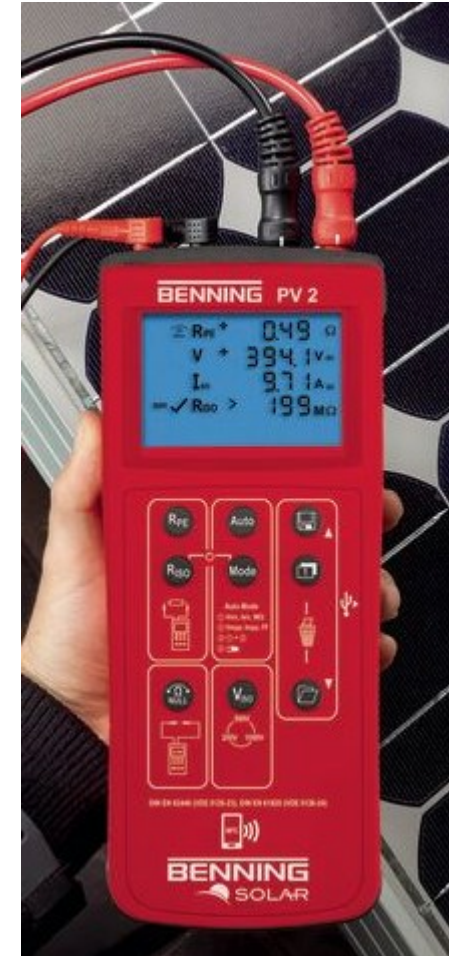


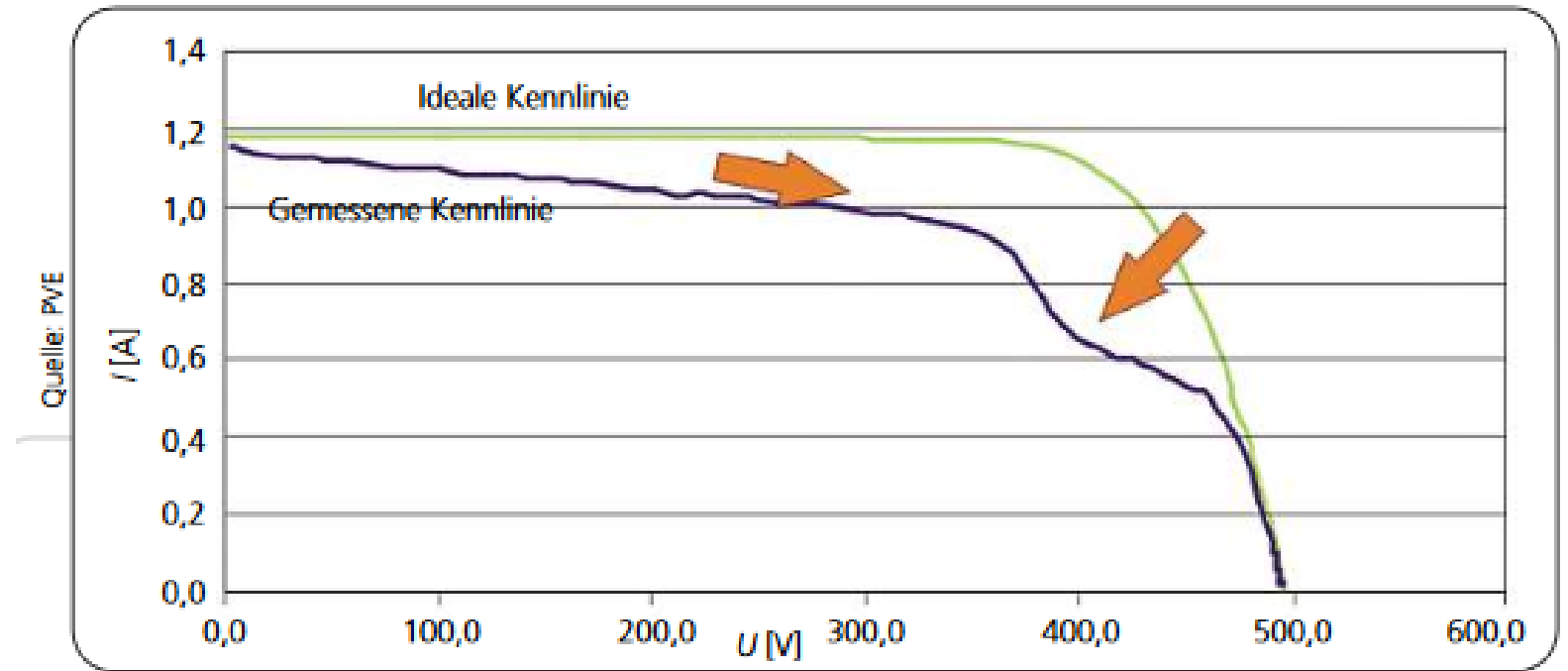
Foto: Gossen Metrawatt Bennig

PV – Prüfverfahren – Kategorie 2

Spannungsmessung: 0 ... 1500 V DC
Strommessung (direkt): 0 ... 40 A DC
Prüfspannungen: 250 V / 500 V / 1000 V DC
Polaritätsprüfung
Automatische Umrechnung der aktuellen
Messwerte auf STC



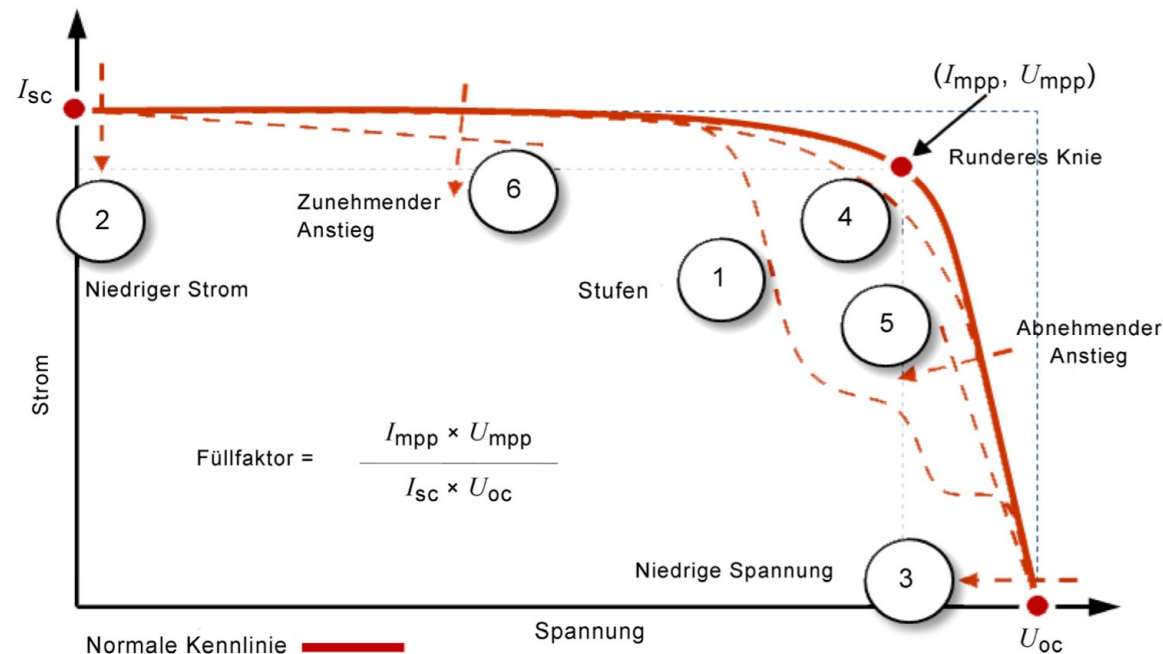
Foto: Gossen Metrawatt Bennig



D.1 Allgemeines

Eine normale I/U-Kennlinie ist glatt und hat drei verschiedene Teile:

- einen „waagerechten Abschnitt“ (leicht fallend);
- einen „abfallenden Abschnitt“ (annähert senkrecht);
- eine Krümmung oder ein „Knie“ zwischen diesen beiden Bereichen der Kurve.



ANMERKUNG Die Nummern 1 bis 6 zeigen die Variationen des Kennlinienverlaufs, die in D.2 bis D.7 beschrieben sind.

Quelle: OVE EN 62446-1:2019

PV – Prüfverfahren – Kategorie 2

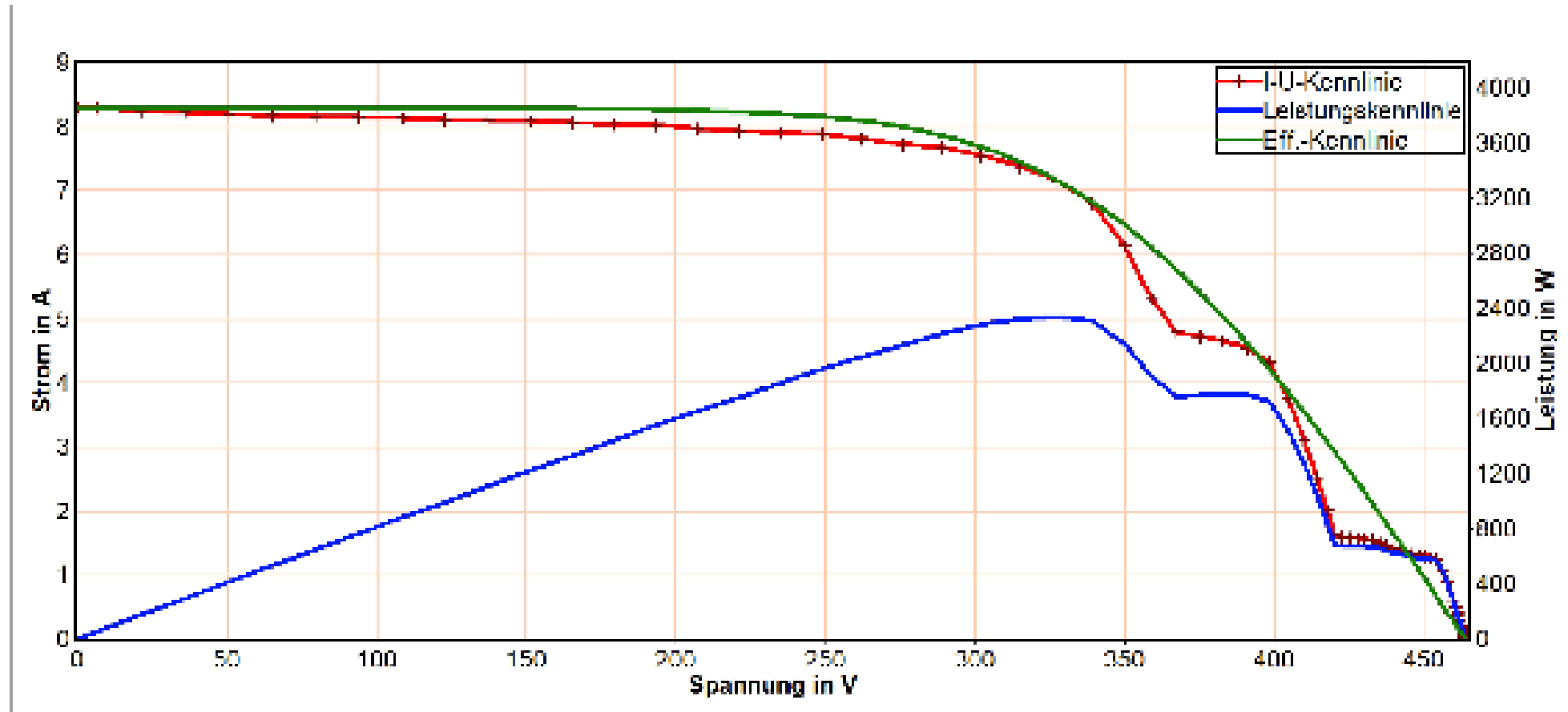


Foto: Krautgasser

PV Elektrolumineszenz Messung



Foto links: Modul mit PID (Potenzial induzierter Degradation) ist ein Effekt, der einige PV-Module mit kristallinen Si-Zellen betrifft und zu schleichenden Leistungseinbußen führt.

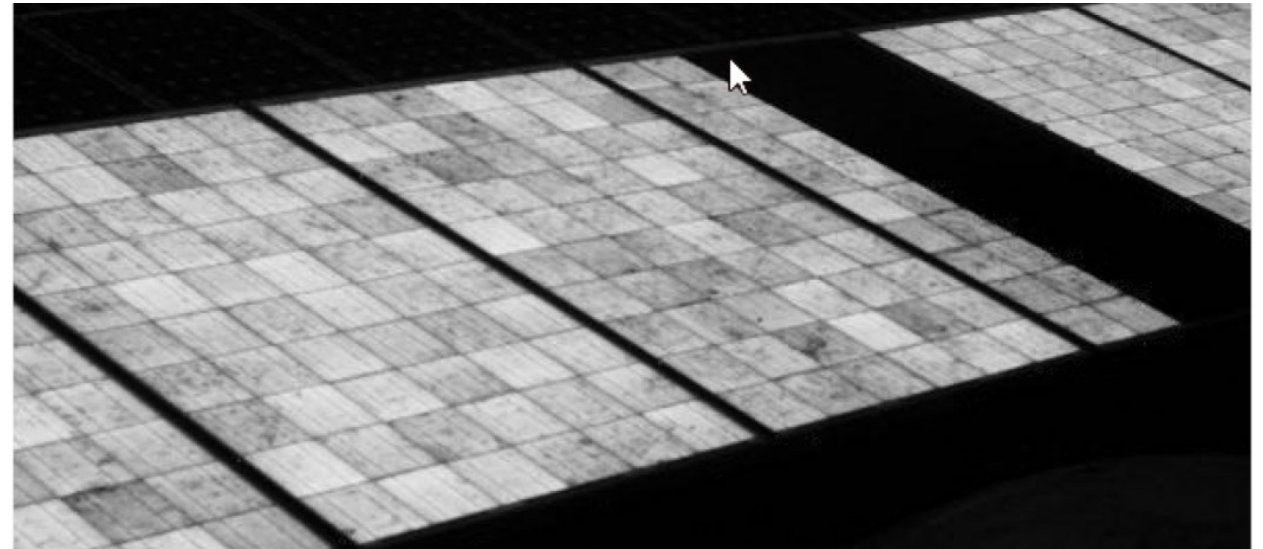


Foto rechts: Zu erkennen das Bypassdioden durch Überspannung kurzgeschlossen oder defekt sind.

Foto: photovoltaikbüro Ternus & Diehl GbR

5

Fragen und Diskussion

- **Diese Präsentation:**

Diese Unterlagen sind für den internen Gebrauch der Kursteilnehmer:innen erstellt worden. Die Weitergabe an Dritte ist mit dem SV-Büro Krautgasser abzustimmen und schriftlich freizugeben.

- **Information:**

Die vorliegende Arbeitsunterlage ist ein Arbeitsbehelf für die Teilnehmer:innen von Weiterbildungsveranstaltungen des Verfassers und ist ausschließlich für diesen Verwendungszweck zusammengestellt.

Obwohl bei der Zusammenstellung mit größtmöglicher Sorgfalt vorgegangen wurde, erhebt dieser Arbeitsbehelf keinen Anspruch auf Vollständigkeit bezogen auf den (sehr umfassenden) Stand der Technik in diesem Fachgebiet.

- **Wichtiger Hinweis:**

Die vorliegende Arbeitsunterlage enthält nicht alle in Österreich anzuwendenden Bestimmungen für die Errichtung und den Betrieb der in Vortag behandelten Themen. Verwenden Sie für Ihre Arbeit unbedingt parallel dazu den vollständigen Originaltext der anerkannten Regeln der Technik in ihrer jeweils gültigen Fassung

Verfasser:

MMst. Franz Krautgasser

Sachverständiger

Elektrotechnik & Medizintechnik

1060 Wien, Liniengasse 4/12

„Sicherheit ist nicht verhandelbar“

Für Fragen und technische Unterstützung sind wir für Sie da!

technik@krautgasser.at

+43 676 510 9525

In Zusammenarbeit mit:

