

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Häufige Mängel bei der Abnahmekontrolle



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Themenübersicht



- Wartungsschalter AC / DC
- DC-Steckverbinder
- Strombelastbarkeit der Leiter
- Bypass

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Wartungsschalter AC

7.12.5.3 **Errichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen**

7.12.5.3.7 **Einrichtungen zum Trennen und Schalten**

- .1 Zum Durchführen von Wartungsarbeiten am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechsellspannungsseite angeordnet werden.



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Wartungsschalter AC



7.12.5.3 **Errichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen**

7.12.5.3.7 **Einrichtungen zum Trennen und Schalten**

- .1 Zum Durchführen von **Wartungsarbeiten** am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechselspannungsseite angeordnet werden.

Welche Artikel der Norm müssen berücksichtigt werden bei einem Wartungsschalter?

- NIN 4.6.3 Schalter für Wartungsarbeiten
- NIN 5.3.7.3 Einrichtungen zum Schalten für Wartungsarbeiten
- NIN 5.5.1.7 Zusatzanforderungen für EEA im Parallelbetrieb zum Netz
- ESTI 219.1017 Weisung EEA im Parallelbetrieb zum Netz (oder Inselbetrieb)
- SUVA CE93-9.D Informationsschrift «Der Revisionsschalter»

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Wartungsschalter AC



Zusammenfassend (Grund-Anforderungen):

- Abschliessbar oder dauernd unter der Kontrolle
- In der Nähe des Eingriffsorts angebracht
- Im Hauptstromkreis eingebaut
- Müssen den vollen Laststrom schalten können
- Müssen handbetätigt sein
- «0», «Aus» oder «Offen» eindeutig erkennbar
- GWS mit (min.) 3 persönlichen Vorhängeschlössern
- Leicht und Gefahrlos zugänglich
- In Schwarz oder Grau (Rot = Not-Halt / Not-Aus)
- Die Zufuhr aller Energien zum System unterbrechen
- Allpolig (3L + N)

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Wartungsschalter DC

7.12.5.3 **Errichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen**

7.12.5.3.7 **Einrichtungen zum Trennen und Schalten**

- .1 Zum Durchführen von Wartungsarbeiten am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechsellspannungsseite angeordnet werden.



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

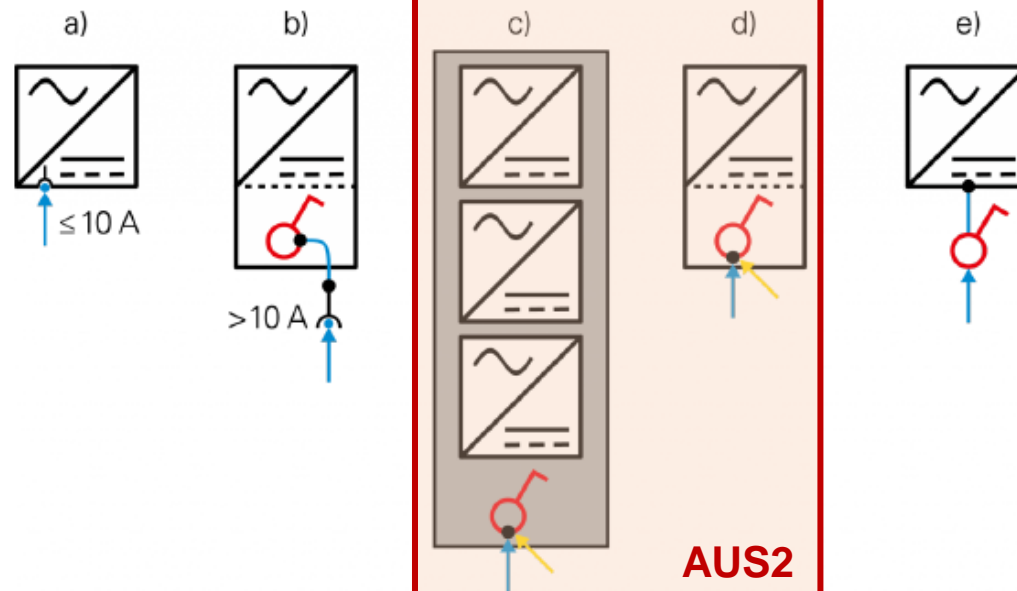
Wartungsschalter DC

7.12.5.3 Errichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen

7.12.5.3.7 Einrichtungen zum Trennen und Schalten

- .1 Zum Durchführen von Wartungsarbeiten am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechselspannungsseite angeordnet werden.
[NIN 4.6.3](#) und [NIN 5.3.7.3](#)

Ⓢ Auf die Anordnung eines separaten, externen DC-Schalters kann verzichtet werden, falls:



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Wartungsschalter DC



Arbeiten unter Spannung – **Reminder**

- Bewilligung
 - Jede Arbeit unter Spannung muss vom Anlageverantwortlichen schriftlich bewilligt werden
 - Das eingesetzte Personal muss über die mögliche Gefahrensituation schriftlich instruiert werden
- Arbeitsmethode
 - Arbeiten auf Abstand, Arbeiten auf Kontakt, Arbeiten auf Potenzial
- Voraussetzungen an das Personal
 - Mindestens zwei Personen müssen eingesetzt werden (keine Lehrlinge)
 - Beide verfügen über eine gültigen Erste-Hilfe-Ausbildung (BLS-AED-SRC)
 - Spezialausbildung (zweitägiger Grundkurs / Wiederholungskurs alle 2 Jahre)
- Voraussetzungen an den Arbeitsplatz
 - Sicherheitsrelevante Bedingungen müssen erfüllt sein (genügend Platz, Witterungsschutz etc.)
 - Persönliche Schutzausrüstung ist Pflicht
- Voraussetzungen an die Arbeitsmittel
 - Werkzeuge, Messgeräte und Hilfsmittel müssen der höchst möglichen Spannung angepasst sein

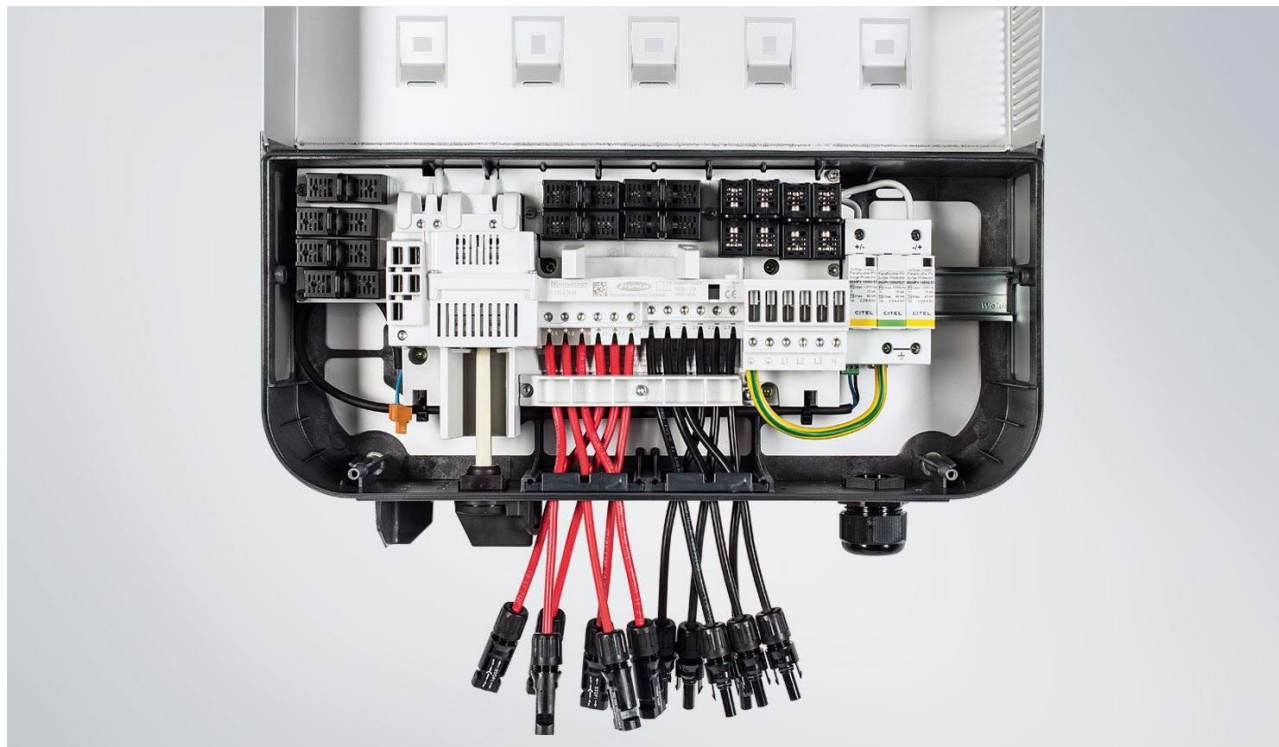
ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Wartungsschalter DC

7.12.5.3 **Errichtungen zum Trennen, Schalten, Steuern und Überwachen**

7.12.5.3.7 **Einrichtungen zum Trennen und Schalten**

- .1 Zum Durchführen von Wartungsarbeiten am PV-Wechselrichter müssen Einrichtungen zum Trennen des PV-Wechselrichters auf der Gleichspannungsseite und der Wechselspannungsseite angeordnet werden.



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

DC-Steckverbinder



Multi-Contact
«MC4»



Multi-Contact
«MC4 Evo 2»



Phoenix Contact
«Sunclix»



Weidmüller
«PV-Stick»

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

DC-Steckverbinder

7.12.5.2.6

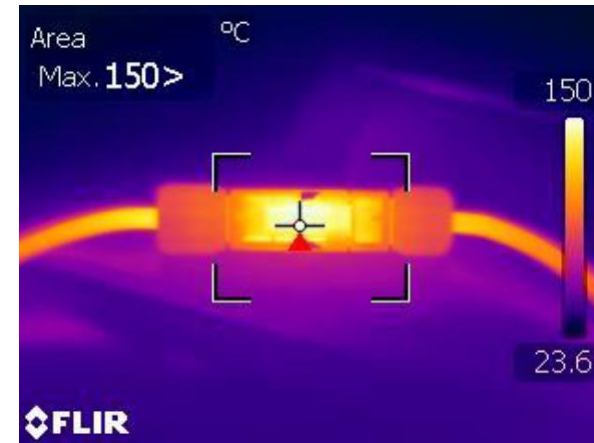
Elektrische Verbindungen

Werden Steckverbindung für DC Verbindungen verwendet, dürfen nur kompatible Steckverbinder vom selben Hersteller oder Steckverbinder verwendet werden, für welche die Hersteller die Kompatibilität gewährleisten.

Um Überhitzungen durch hohe Übergangswiderstände (DC!) zu vermeiden, dürfen nur Verbindungen und Klemmen eingesetzt werden, welche für solche Zwecke geeignet sind (z.B. für DC-Anwendungen geeignete Federzugklemmen und/oder für DC-Anwendungen geeignete Steckverbindungen).



Bildquelle: Untersuchung BFH Kreuzverbindungen



Bildquelle: Untersuchung BFH Kreuzverbindungen

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

DC-Steckverbinder



Advanced Contact Technology

Multi-Contact

MC

STÄUBLI GROUP

Generelle Stellungnahme der Firma Multi-Contact zu Fremdsteckungen

Auf Grund der hohen Anforderungen an Sicherheit und Zuverlässigkeit von PV-Anlagen distanziert sich die Firma Multi-Contact von Fremdsteckungen von MC PV-Steckern mit Produkten anderer Hersteller.

Nicht von MC hergestellte Steckverbindungen, die mit MC Elementen steckbar erscheinen und von den Herstellern manchmal auch als „MC-kompatibel“ bezeichnet werden, entsprechen nicht den Anforderungen für eine sichere, langzeitstabile elektrische Verbindung und dürfen aus Sicherheitsgründen nicht mit MC-Elementen gesteckt werden. MC übernimmt daher keine Haftung, falls diese von MC nicht freigegebenen Steckverbindungen mit MC-Elementen gesteckt werden und deshalb Schäden entstehen.

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Strombelastbarkeit der Leiter



7.12.5.2 Leitungen

7.12.5.2.1 Allgemeines und Arten von Leitungen

.1 Schutz gegen Überhitzung

Anmerkung:

Die Strombelastbarkeit dieser Leitungen muss für den maximal auftretenden Strom ausgelegt werden. Dieser berechnet sich z.B. für das DC-Hauptkabel wie folgt:

$$I_{G\ SC\ STC} = I_{M\ SC\ STC} \cdot n \cdot 1,25$$

n = gesamte Anzahl parallel geschalteter Stränge

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Strombelastbarkeit der Leiter

ELECTRISCHE PARAMETER BEI STC					
TYP	JAM60S10 -320/PR	JAM60S10 -325/PR	JAM60S10 -330/PR	JAM60S10 -335/PR	JAM60S10 -340/PR
Maximale Nennleistung(Pmax) [W]	320	325	330	335	340
Leerlaufspannung(Voc) [V]	40.27	40.56	40.84	41.12	41.36
Spannung bei maximaler Leistung(Vmp) [V]	33.62	33.87	34.13	34.36	34.63
Kurzschlussstrom(Isc) [A]	10.16	10.23	10.30	10.38	10.46
Strom beiMaximaleleistung(Imp) [A]	9.52	9.60	9.67	9.75	9.82
Moduleffizienz [%]	19.0	19.3	19.6	19.9	20.2
Leistungstoleranz	0~+5W				
Temperaturkoeffizient von Isc(α_Isc)	+0.051%/°C				
Temperaturkoeffizient von Voc(β_Voc)	-0.289%/°C				
Temperaturkoeffizient von Pmax(γ_Pmp)	-0.350%/°C				
STC	Bestrahlungsstärke 1000W/m², Zelltemperatur 25°C, AM1.5G				

$$I_{G,SC,STC,MAX} = I_{m,SC,STC} \times n \times 1.25$$

$$10.30A \times 2 \times 1.25A = \underline{25.75A}$$

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Strombelastbarkeit der Leiter

$$I = \frac{\text{Betriebsstrom} \cdot \text{Gleichzeitigkeitsfaktor}}{\text{Häufung} \cdot \text{Temperaturfaktor}} = \frac{I_B \cdot k_G}{k_H \cdot k_T}$$

25.75A

1.0

0.80 bei 1 String
0.65 bei 2 String
0.57 bei 3 String
...

0.58 bei 70°C
1.00 bei 30°C

ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Strombelastbarkeit der Leiter

20:08 So. 15. Sep.
100%

Gesucht ist:

Strom

40 A

Umrechnungsfaktor

0.65

Referenz

26 A

Querschnitt

4 mm²

0.65

Häufung

1

Temperatur

1

parallele Leiter

Unter den folgenden Voraussetzungen:

für den Betriebsstrom

25.75 A

Parallele Leiter

1

2

3

4

Zulässige Leitertemperatur

70 °C

90 °C

Kabelart

einadrig

mehradrig

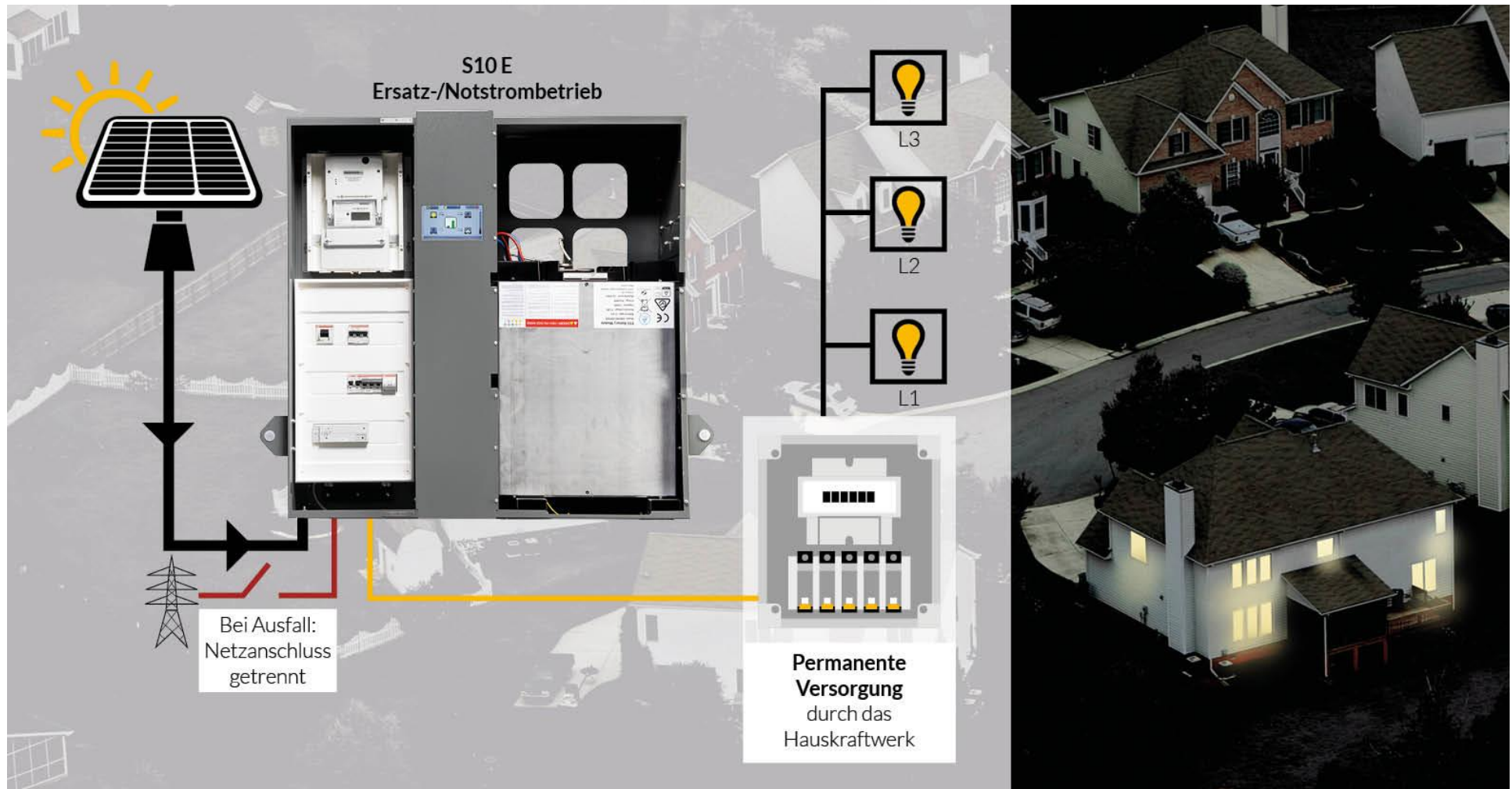
Verlegeart	Temperatur		Häufung	
Verlegeart	A2	B2	C	D
Querschnitt	Strombelastbarkeit			
1.5 mm ²	12 A	14.3 A	15.6 A	16.3 A
2.5 mm ²	16.3 A	19.5 A	21.5 A	21.5 A
4 mm ²	21.5 A	26 A	29.3 A	28 A
6 mm ²	27.3 A	33.2 A	37.7 A	34.5 A
10 mm ²	37.1 A	44.9 A	52 A	46.2 A
16 mm ²	49.4 A	59.2 A	69.6 A	59.2 A

energiecheck

17

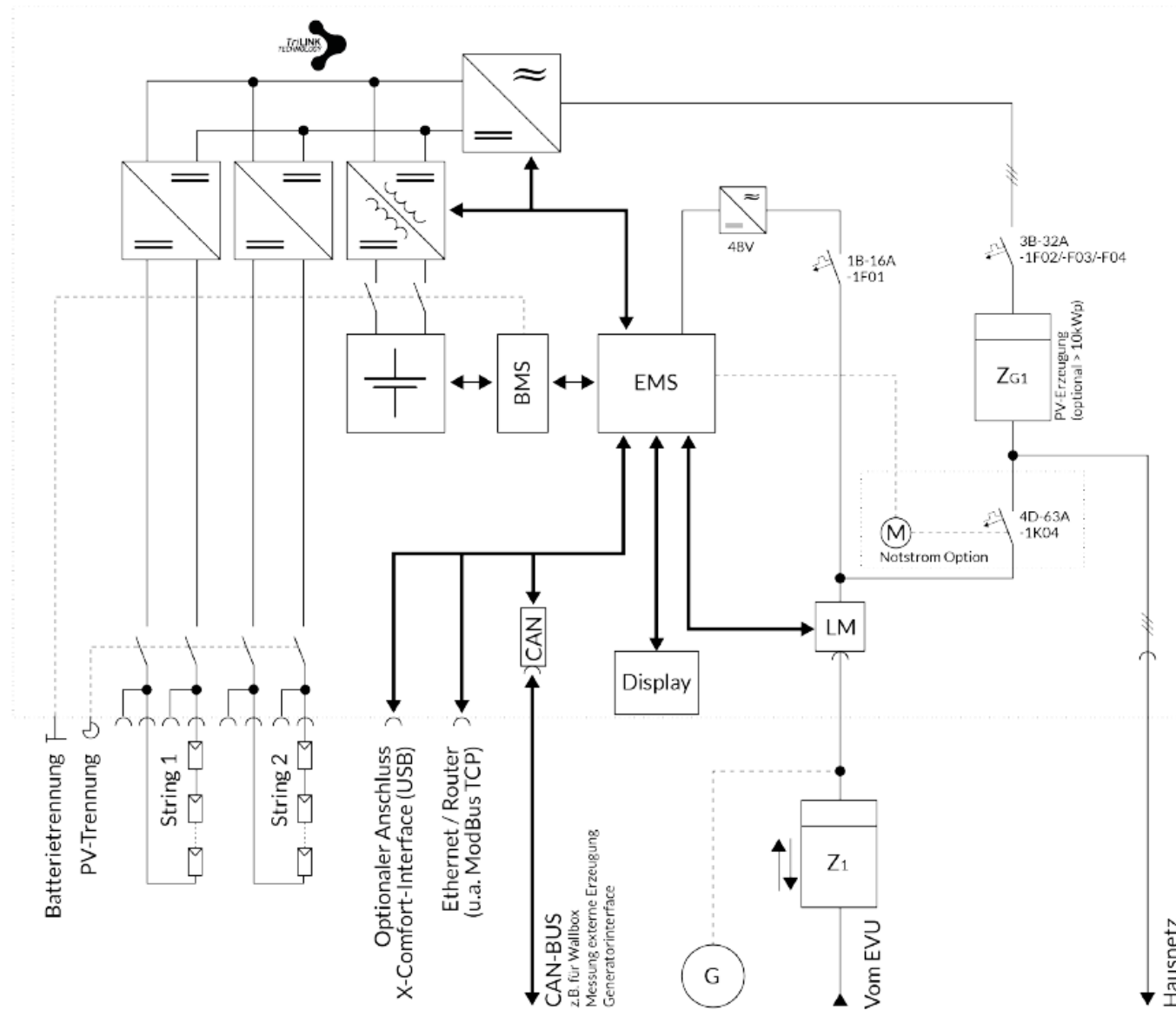
ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Bypass



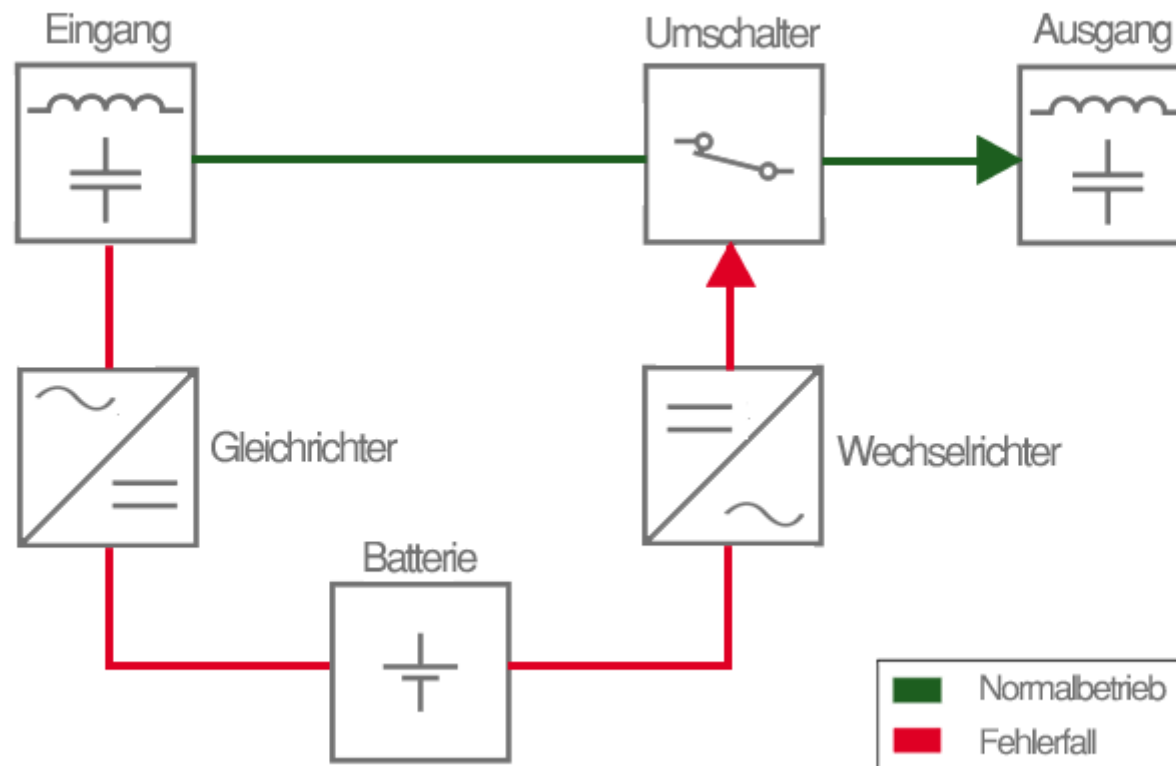
ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Bypass



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

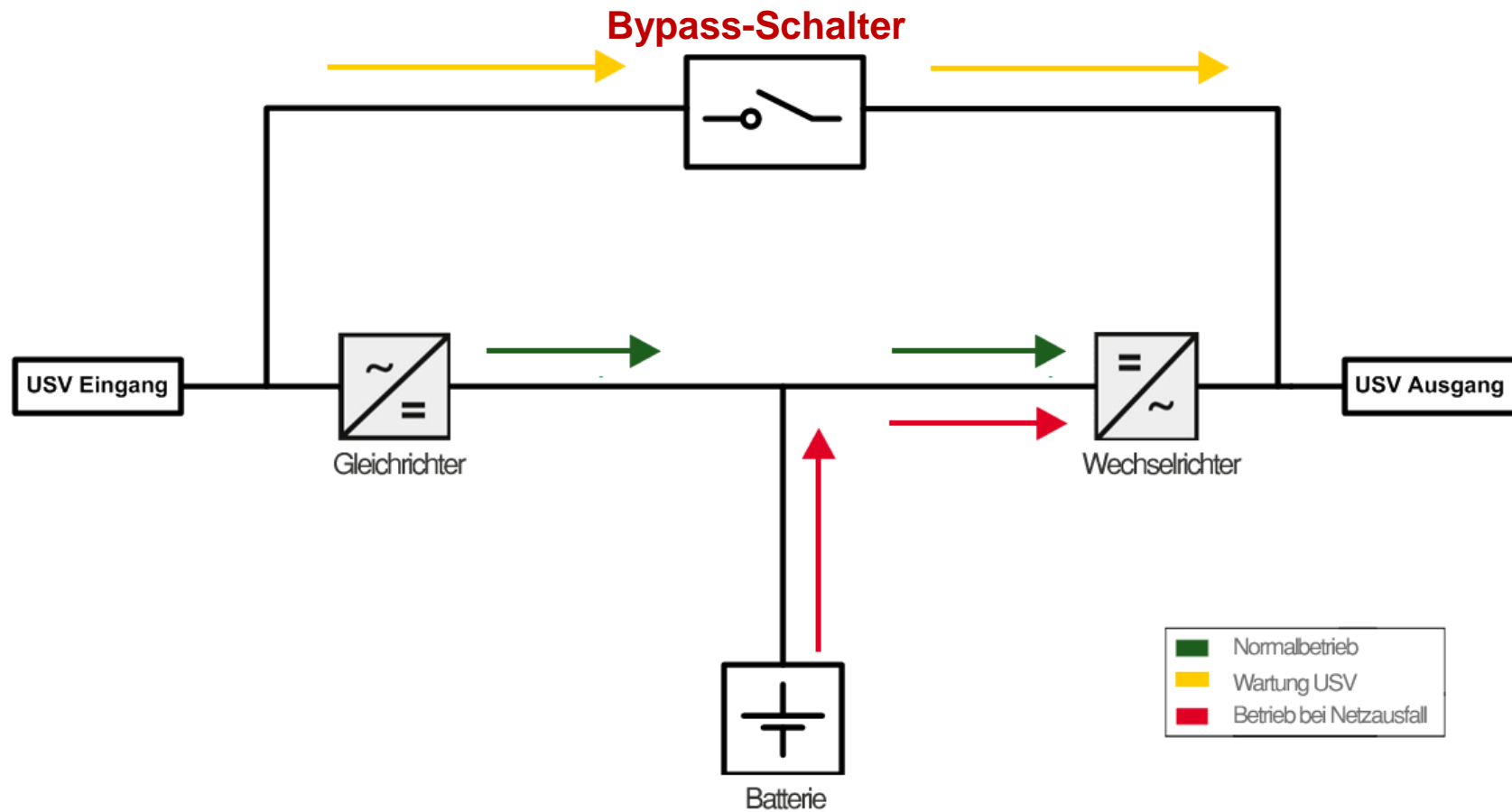
Bypass



*Umschaltzeiten von 4 bis 10 Millisekunden. Priorität: Niedrig

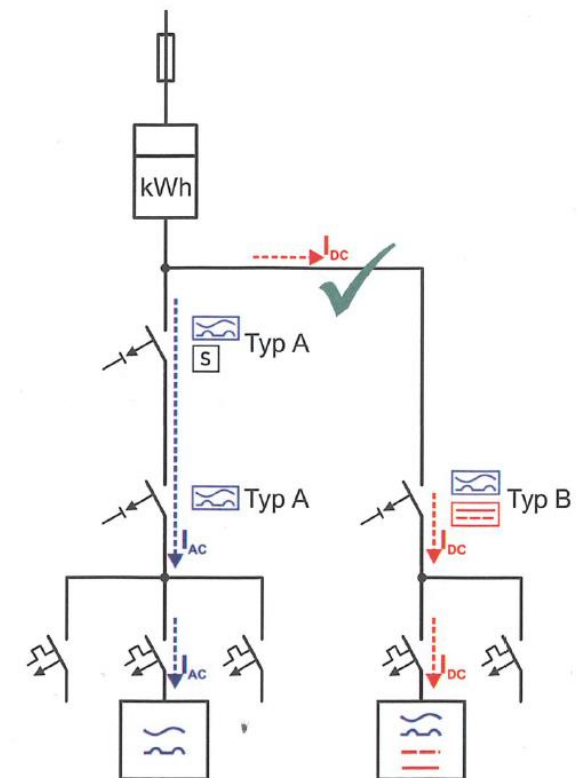
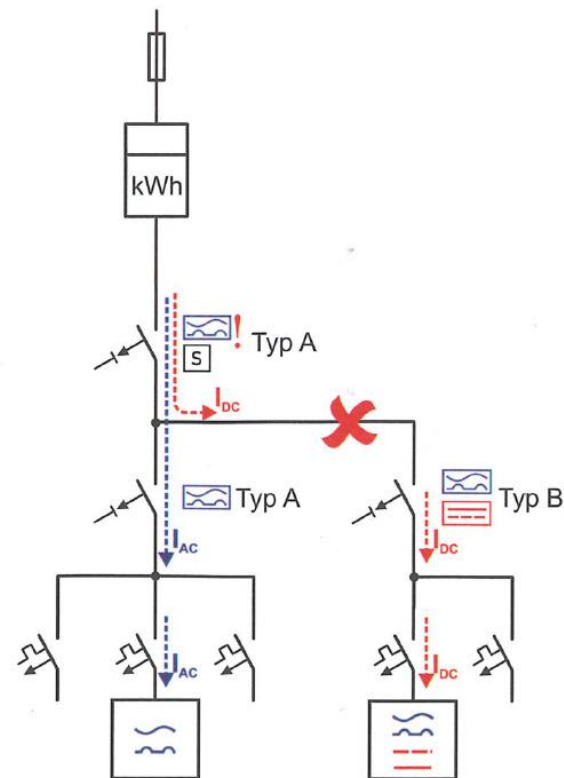
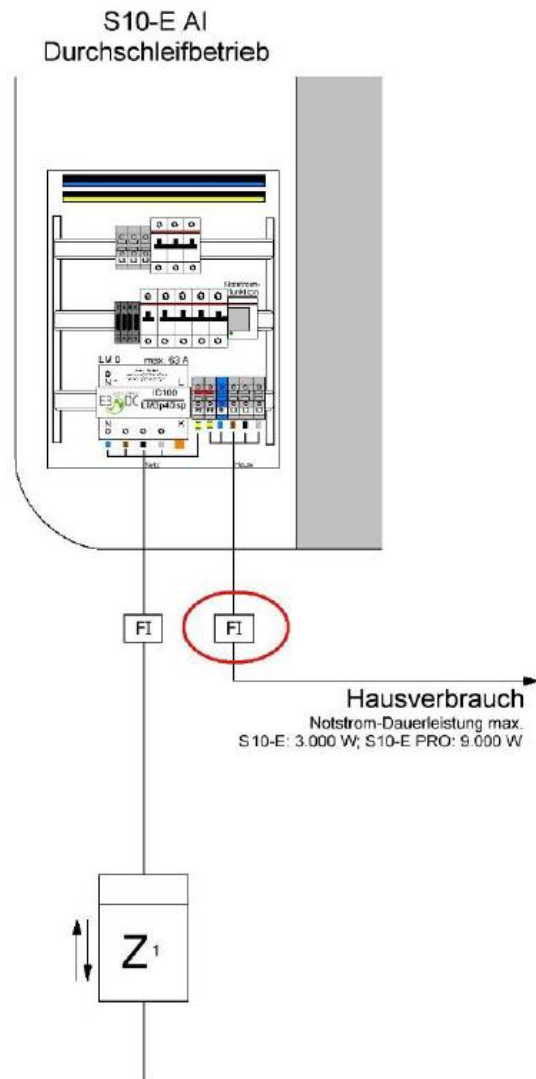
ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Bypass



ERFA Photovoltaik: Qualitätssicherung

Bypass



Stefan Providoli

- Elektro-Sicherheitsberater / -Inspektor
- Fachperson äusserer / innerer Blitzschutz VKF / VSEI
- Sachverständiger / Gutachter Photovoltaik TÜV
- Mitglied CES TK82 „Photovoltaische Solarenergie-Systeme“

stefan.providoli@energiecheck-bern.ch

031 524 88 88 / 079 590 53 00

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

energiecheck bern ag, Wasserwerkstrasse 21, 3000 Bern 13