

PID-VERMEIDUNG BEIM BETRIEB VON ZENTRALWECHSELRICHTERN



PID Vermeidung entsprechend dem Stand der Technik: GFDI

PID Vermeidung mit dem Float Controller

Erfahrungen mit PID in Kundenanlagen

Erfahrungen mit PID bei String Wechselrichtern

PID Vermeidung entsprechend dem Stand der Technik: GFDI

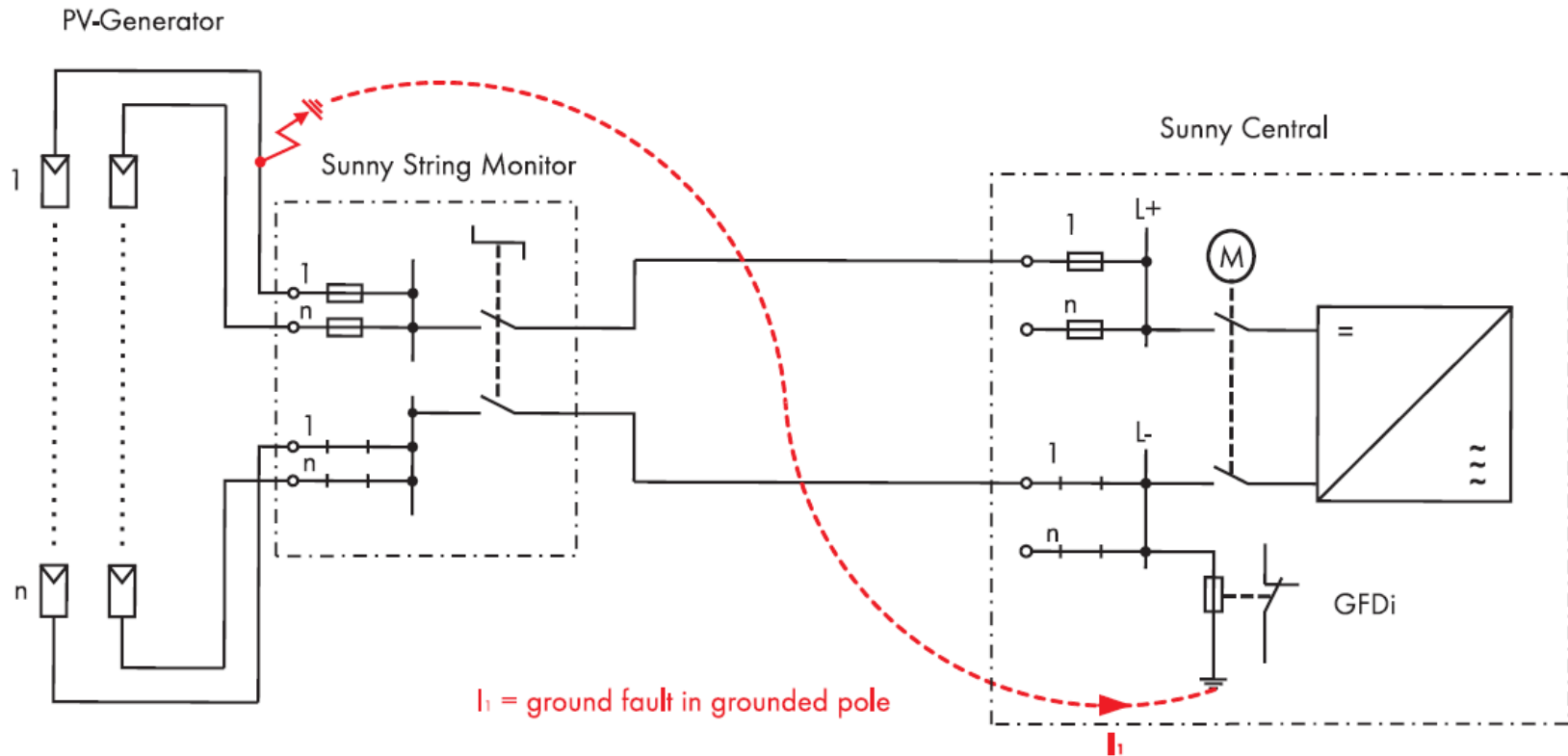
PID Vermeidung mit dem Float Controller

Erfahrungen mit PID in Kundenanlagen

Erfahrungen mit PID bei String Wechselrichtern

PID-VERMEIDUNG ENTSPRECHEND DEM STAND DER TECHNIK: GFDI

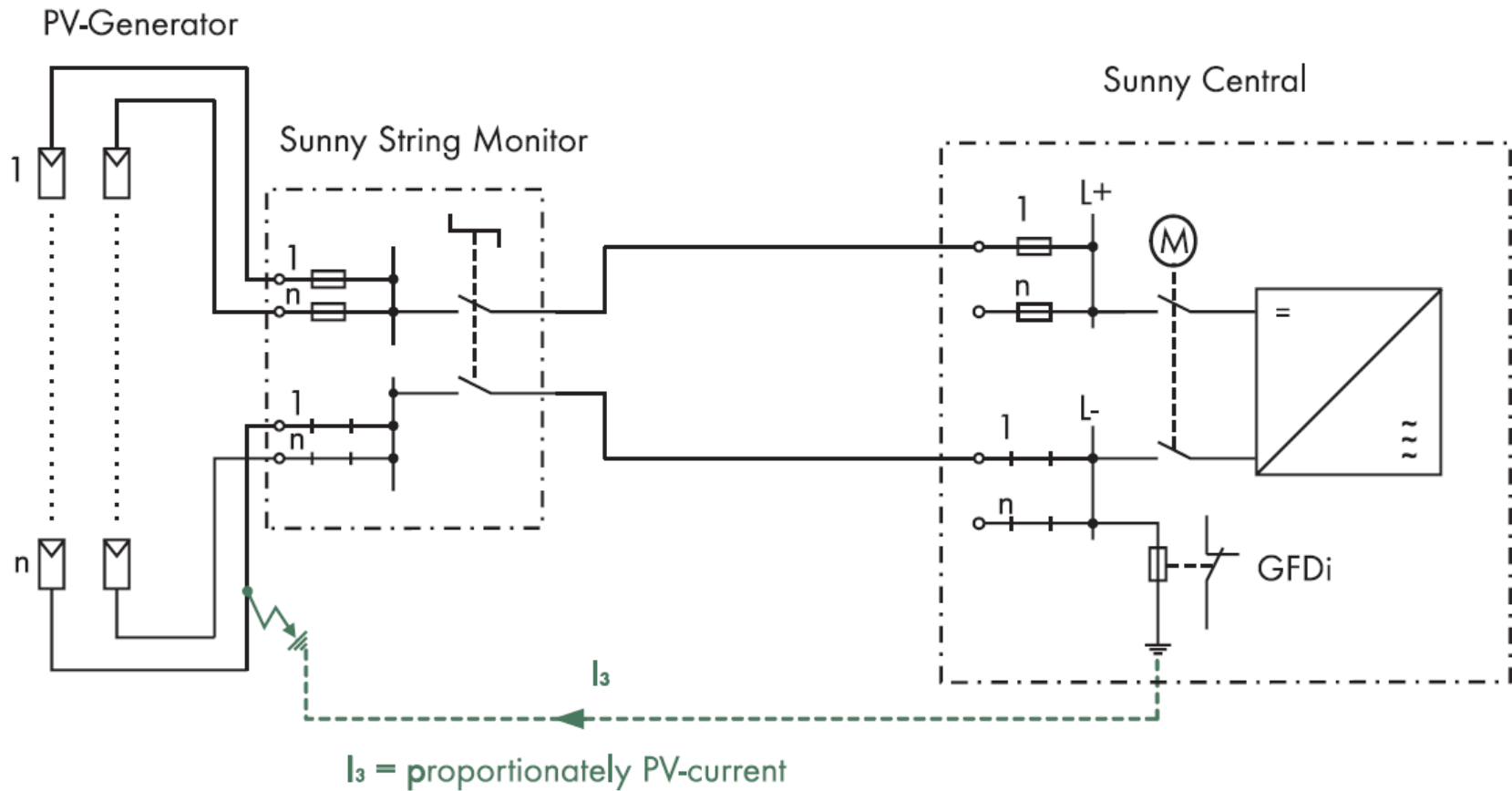
Vorteil: PV-Generator ist geerdet \Rightarrow PID tritt sicher nicht auf



$R_{\text{Earth}} \ll R_{\text{Load}} \rightarrow \text{GFDI fällt}$

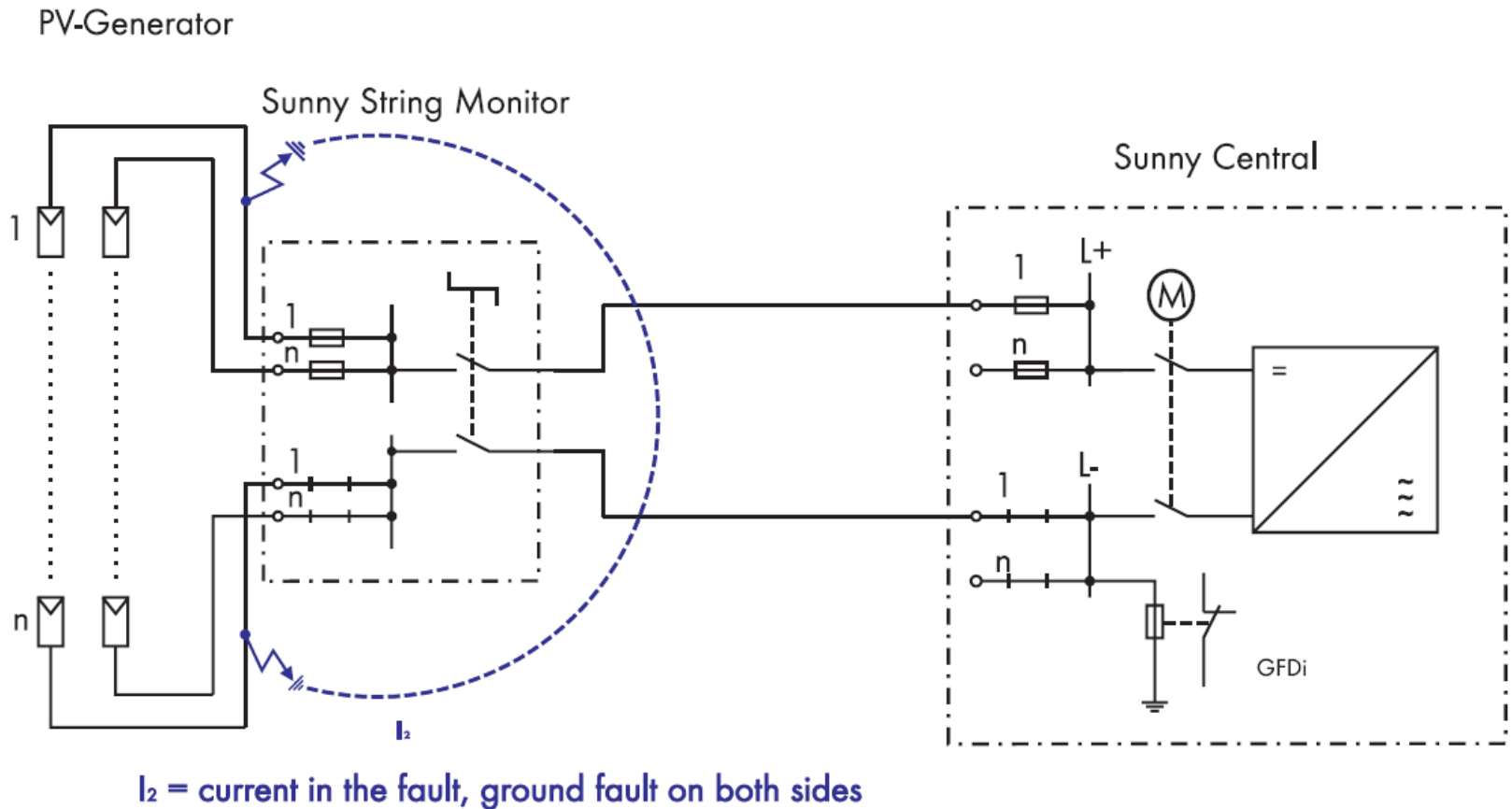
GFDI: NACHTEIL

Nachteil: Erdschlüsse am geerdeten Pol werden u.U. nicht erkannt



$R_{\text{Earth}} \gg R_{\text{Cable}} \rightarrow \text{GFDI fällt nicht}$

GFDI: NACHTEIL



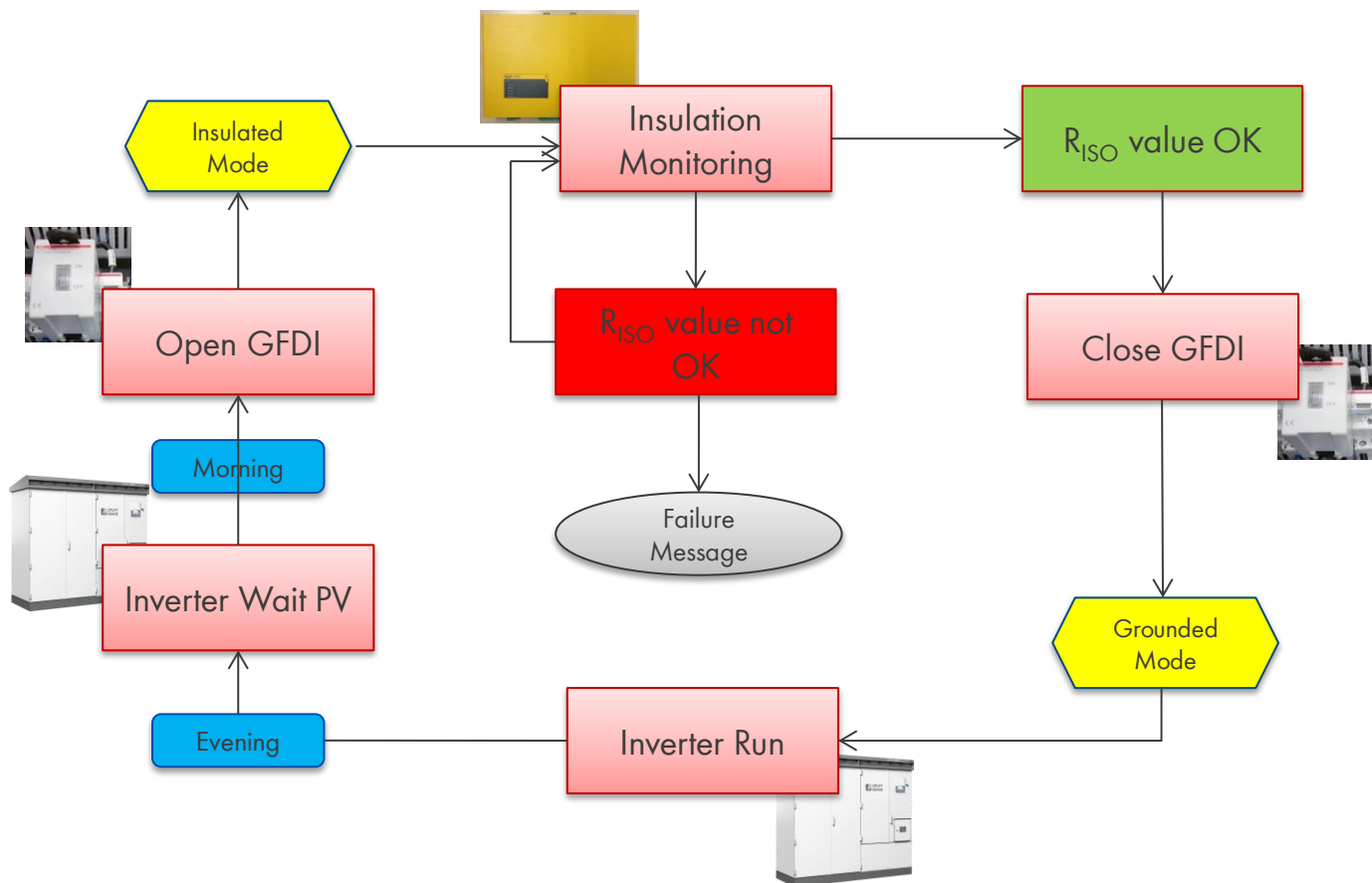
$R_{\text{Earth_GF+_GF-}}$ vs. $R_{\text{Earth_GF+_GFDI}}$? GFDI fällt nicht, ein Feuer kann entstehen

VERMEIDUNG GEFÄHRLICHER ZUSTÄNDE MIT „REMOTE GFDI“



Funktionsweise:

Automatische R_{ISO} Messung an jedem Tag, um Doppelfehler zu vermeiden
Diese Variante heißt bei SMA „remote GFDI“ und hat sich in der Praxis bewährt



NEC 2014

Verfahren „Remote GFDI“ ist in Abschnitt 690.5 gefordert

IEC/TS 62548

Verfahren „Remote GFDI“ ist ausdrücklich gefordert.

UL 62109-2

Norm in Diskussion: Aufgrund der Erfahrungen in den USA mit Bränden, die durch die oben beschriebene Problematik verursacht wurden, ist damit zu rechnen, dass das Feature „Remote GFDI“ in Zukunft gefordert wird.

Der GFDI ist eine bewährtes und zukunftsfähige Lösung zur Vermeidung von PID

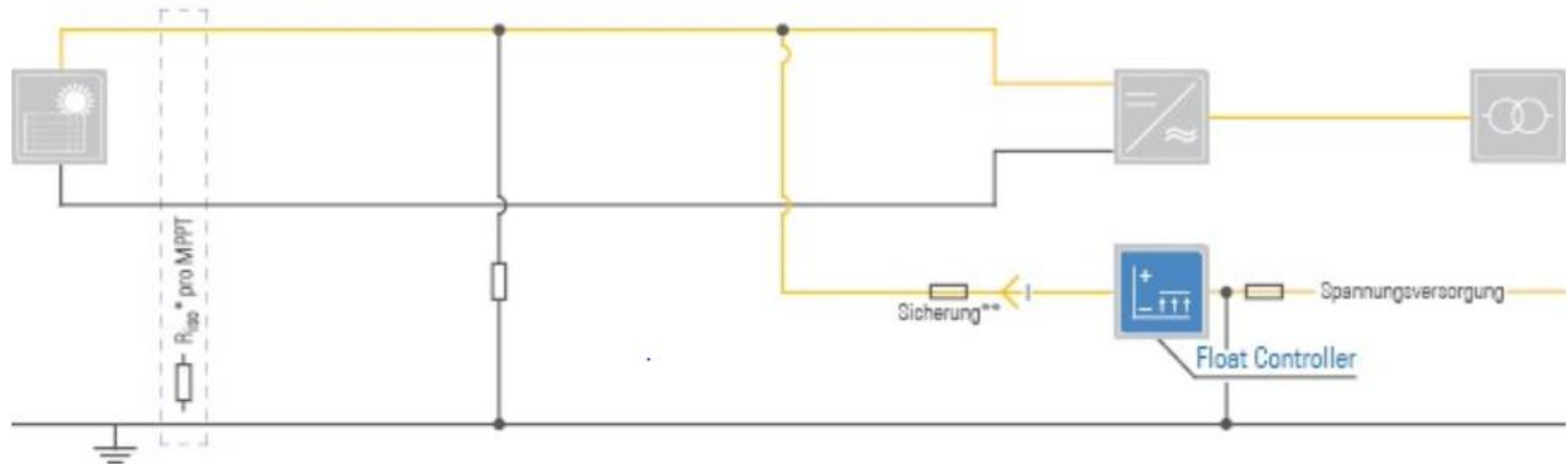
PID Vermeidung entsprechend dem Stand der Technik: GFDI

PID Vermeidung mit dem Float Controller

Erfahrungen mit PID in Kundenanlagen

Erfahrungen mit PID bei String Wechselrichtern

Konfigurationsbeispiel Single MPPT



Vorteile

- Saubere Potentialeinstellung
- Keine harte Erdung eines Pols

Nachteile

- Für sehr große Anlagen nur bedingt geeignet
- Akzeptanz als normgerechte Isolationsmessung unklar

ERFAHRUNGEN MIT DEM FLOAT CONTROLLER IN EINER SMA ANLAGE



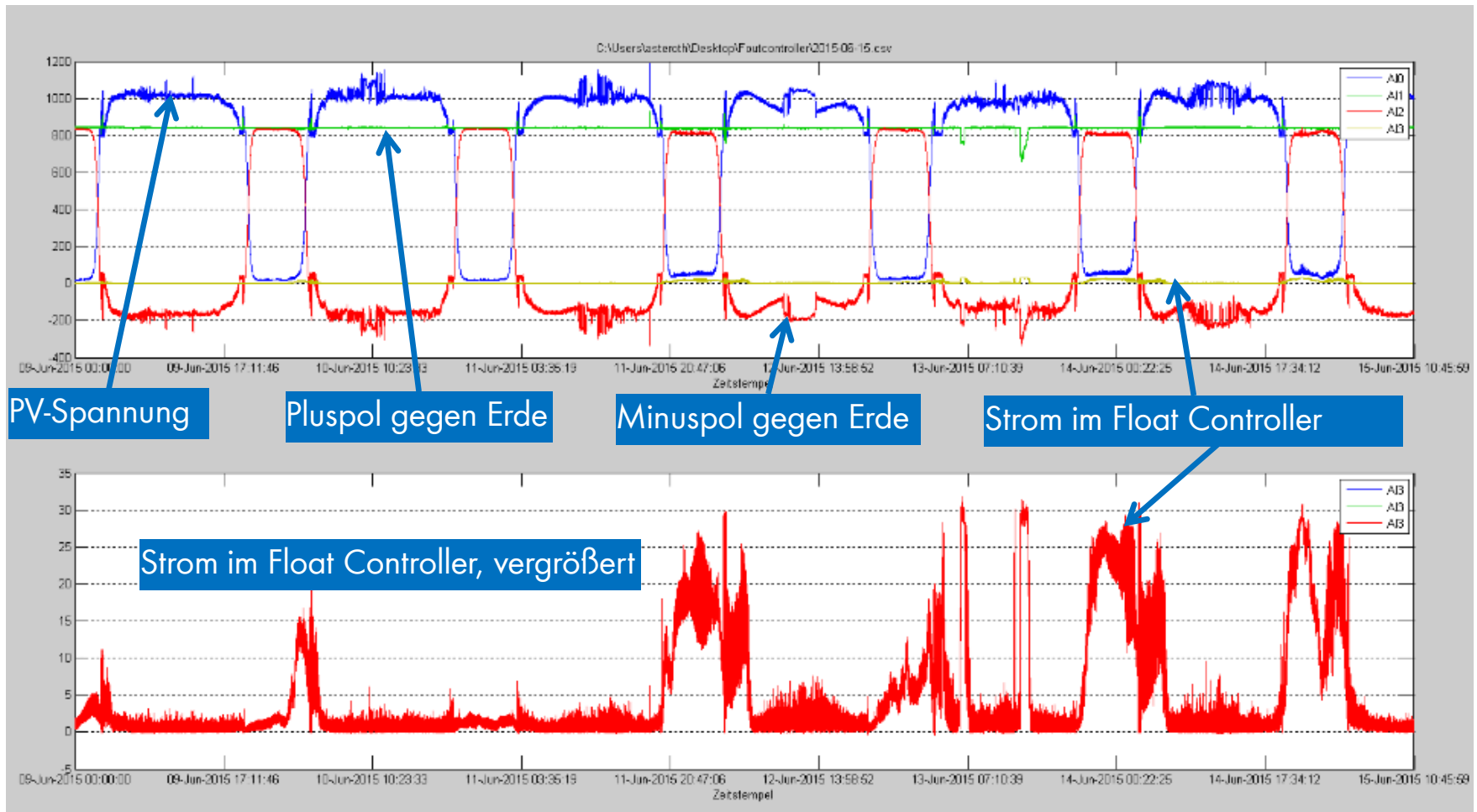
Daten:

- > 3,2 MW_{peak}
- > Wechselrichter: SC2500 (maximale PV-Spannung 1500 V-DC)
- > Betrieb seit 14. Januar 2015.

Erfahrungen:

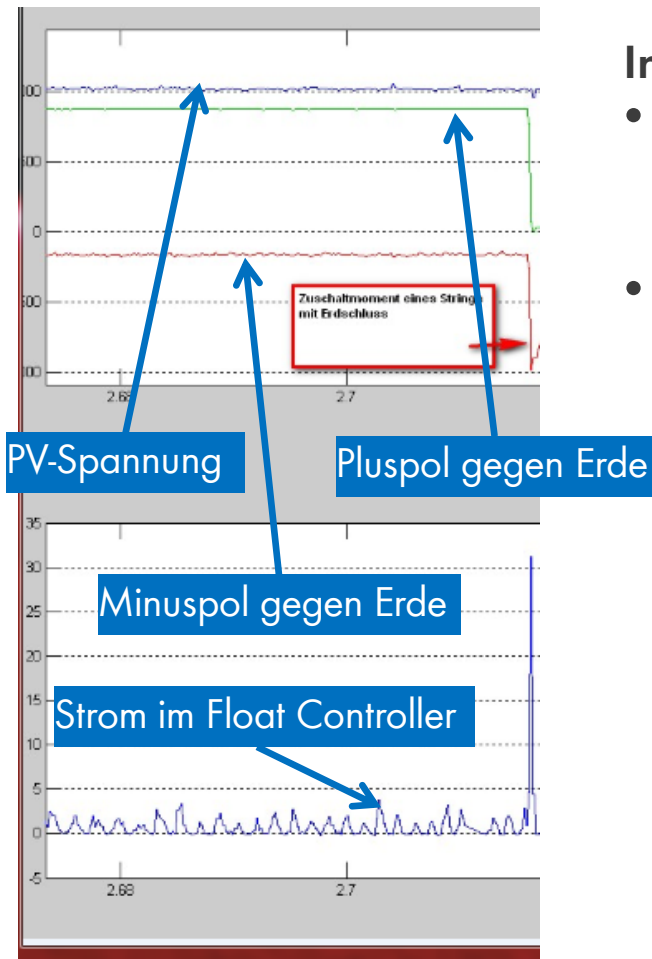
- > Float Controller arbeitet entsprechend seiner Spezifikation
- > Es kommt gelegentlich zu Situationen, bei denen die 30 mA Grenze des Float Controller überschritten wird.
- > Daher ist eine 70 mA Version geplant und wird in der Anlage demnächst nachgerüstet.

PID VERMEIDUNG MIT FLOAT CONTROLLER MESSERGEBNISSE



- Spannung des Pluspols gegen Erde bleibt stabil (FC regelt aus)
- Je nach Wetterlage wird der Maximalstrom von 30 mA erreicht. Die Spannung des Pluspols sinkt dann entsprechend ab

PID VERMEIDUNG MIT FLOAT CONTROLLER VERHALTEN IM FEHLERFALL



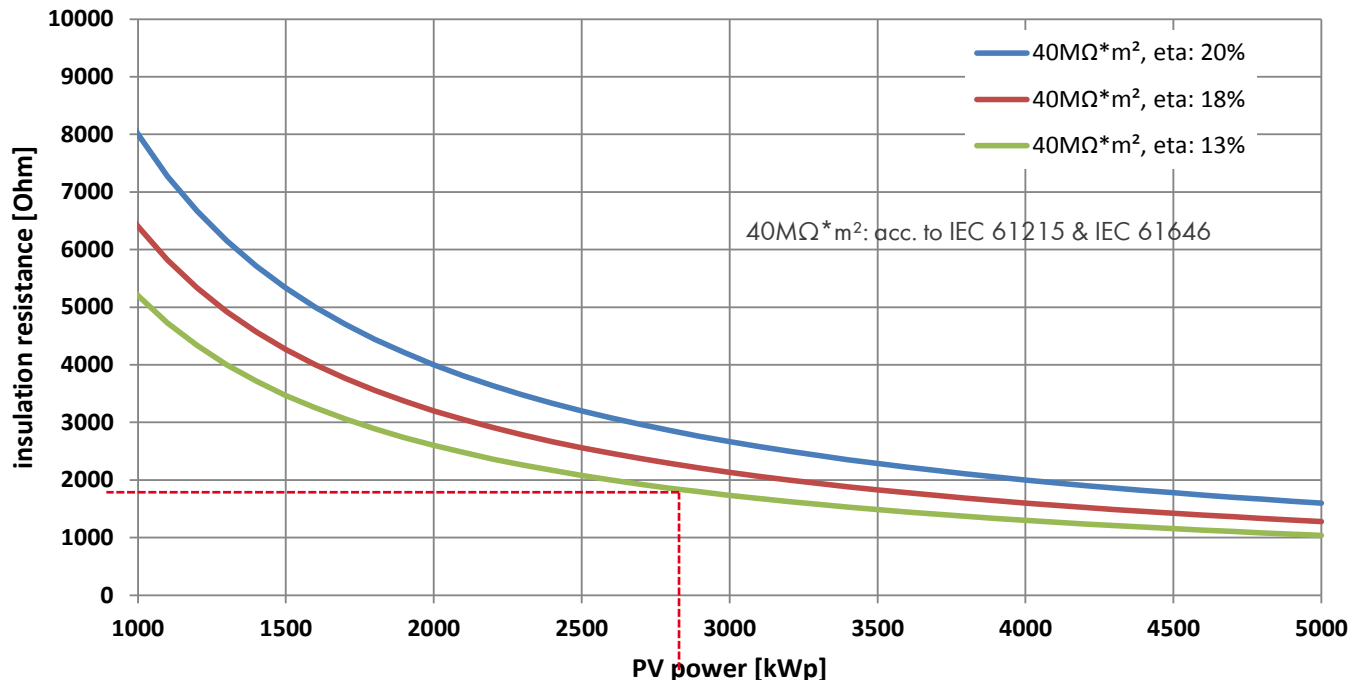
Interpretation:

- Das plötzlich Absinken der Plusspannung gegen Erde ist verursacht durch das Zuschalten eines defekten Strings (String hatte am Pluspol einen Erdschluss).
- Die Spannung Pluspol gegen Erde bricht zusammen. Der Float Controller versucht dagegen zu regeln. Der Strom im FC steigt auf 30 mA an
Wenn der Strom 30 mA beträgt, und trotzdem die Spannung des Pluspols gegen Erde kleiner 600 V wird, schaltet das Gerät ab

EINSCHUB: ISOLATIONSWIDERSTAND FÜR GROßE PV-ANLAGEN



- > Isolationswiderstand nimmt mit der Anlagengröße ab
- > In der Grafik werden drei Anlagen mit unterschiedlicher Modultechnologie verglichen



40MΩ*m² ist der min. Wert, der in IEC 61215 erlaubt ist

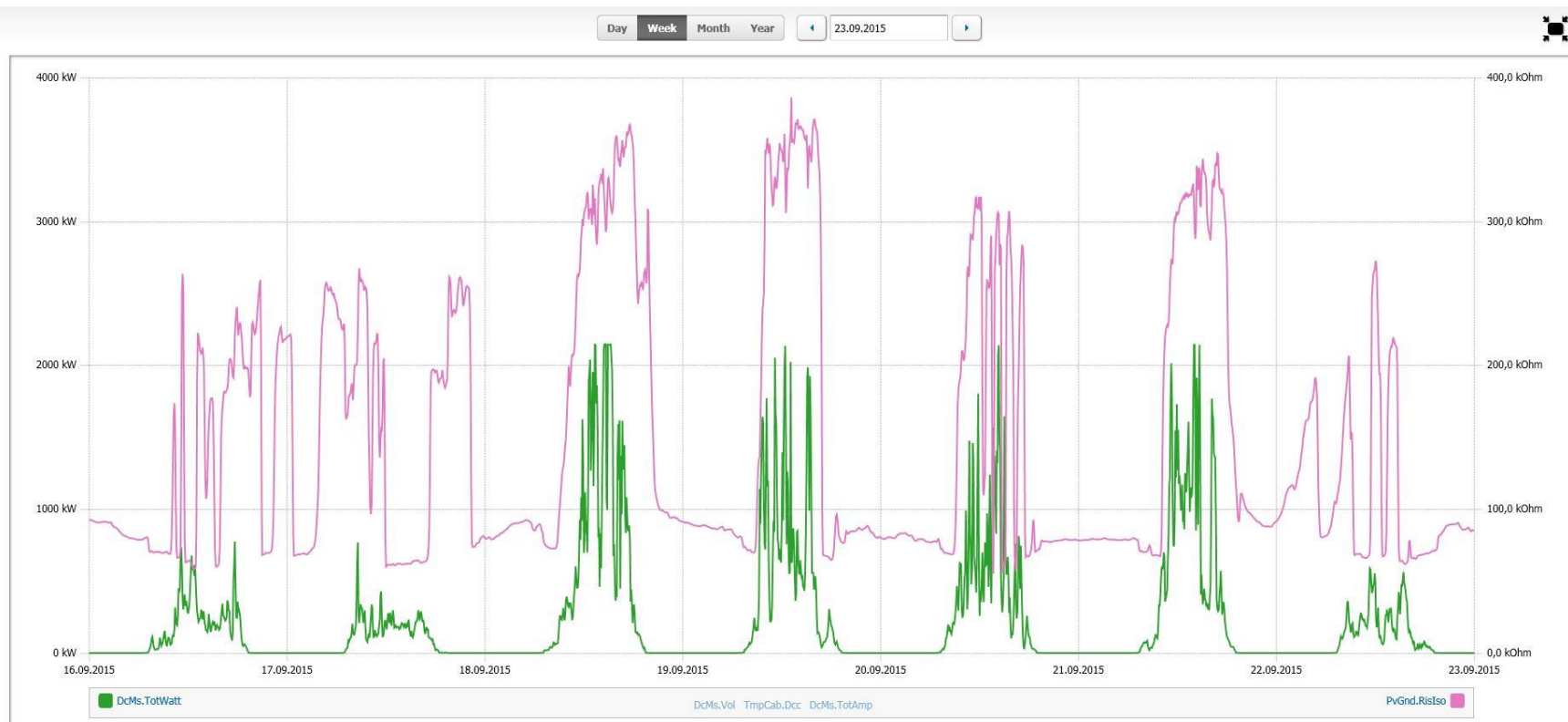
> Zusammenfassung:

In Anlagen > 2,7 MWp kann der Isolationswiderstand unter 2kΩ fallen, ohne dass der Hersteller gegen eine Norm verstößt. 1kΩ als minimal zulässiger Isolationswiderstand ist aktuell für die IEC 62548 gültig. Der Isolationswiderstand ist in Diskussion. 3kΩ ist zukünftig möglich

EINSCHUB: ISOLATIONSWIDERSTAND FÜR GROßE PV-ANLAGEN



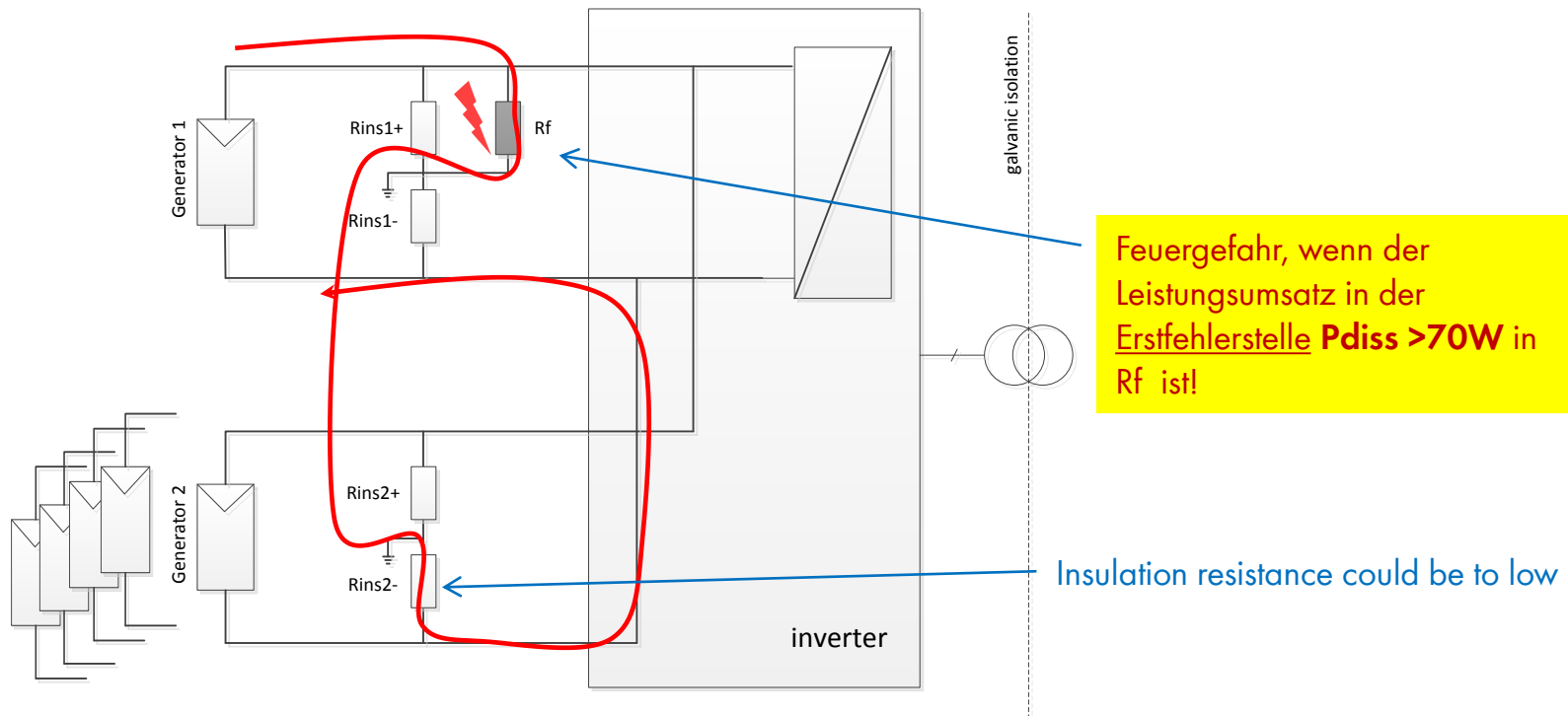
- > Welche Werte treten tatsächlich auf?
- > Im Beispiel sieht man eine Woche mit unterschiedlichen Witterungsverhältnissen. Die Anlage wird mit einem SC 2200 betrieben und hat eine DC Leistung von nominal 2,87 MW



> Tatsächliche Isolationswiderstände sind deutlich größer als normativ in der IEC 61215 gefordert. Nur dann kann ein Float Controller in großen Anlagen funktionieren.

WAS BEGRENZT DEN MINIMALEN ISOLATIONSWIDERSTAND NACH UNTEN?

- > In großen PV Anlagen ist der Fehlerstrom bei einem ersten Fehler durch den minimalen Isolationswiderstand determiniert
- > Nur wenn R_{in1} sehr klein ist kann es bei einem Erstfehler zum Brand kommen.



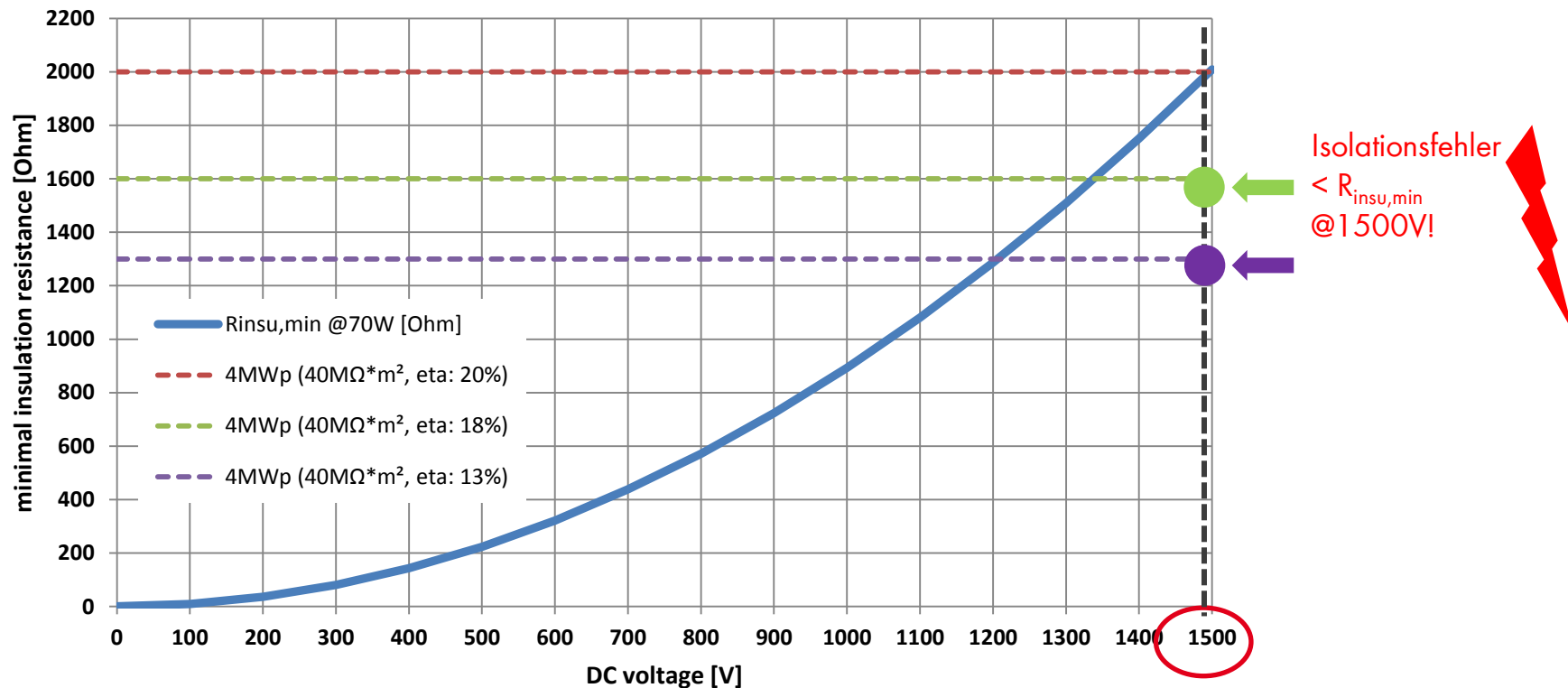
Zusammenfassung:

Minimal erlaubter Isolationswiderstand ist so normiert worden, dass ein Erstfehler nicht zum Brand führen kann. Dabei gibt es unterschiedliche Ansichten zur maximalen Leistung in der Fehlerstelle. Es spricht viel dafür, dass sich 70 W durchsetzen werden.

WELCHE ROLLE SPIELT DIE DC-SPANNUNG?



- > Die beiliegende Kurve (Beispielgenerator mit 4 MWp) zeigt den minimalen Isolationswiderstand für $P_{\text{diss}} < 70\text{W}$ (Grenze zur Feuergefahr) als eine Funktion der DC-Nominalspannung
- > Wenn der gesamte Isolationswiderstand **unter** $R_{\text{insu,min}}$ fällt \rightarrow Feuergefahr bei einem Erstfehler



Der Isolationswiderstand für ein 1500V PV Feld sollte über 2kΩ sein. Dazu müssen die Module besser sein als IEC 61215 vorschreibt. Das ist auch realistisch.

SCHLUSSFOLGERUNGEN FÜR UNTERSCHIEDLICHE ARCHITEKTUREN



GFDI:

- > Kein PID
- > Der Isolationswiderstand begrenzt die maximale Generatorgröße kaum.
- > Relativ hohe Brandgefahr, weil ein Fehler erst bei 5 A (entspricht 7,5 kW bei 1500 V Anlagen) abgeschaltet wird.

Isolierte Anlage:

- > PID kann bei empfindlichen Modulen auftreten
- > Bei Modulen hergestellt entsprechend IEC 61215 wird die maximale Generatorgröße heute schon erreicht. Allerdings sind reale Module sehr viel besser.
- > Geringe Brandgefahr wenn der minimale Isolationswiderstand durch regelmäßige Überwachung $> 2\text{k}\Omega$ ist

Float Controller:

- > Kein PID
- > Bei Modulen hergestellt entsprechend IEC 61215 hat ein FC, entsprechend den Erfahrungen bei SMA mit 30 mA einen zu geringen Strom. 70 mA Maximalstrom verbessert die Situation um den Faktor 2,3
- > Geringe Brandgefahr wenn der minimale Isolationswiderstand durch regelmäßige Überwachung $> 2\text{k}\Omega$ ist

Entscheidung für eine Technologie hängt stark von den Isolationsparametern der Solarmodule und von deren Empfindlichkeit für PID ab

CRD (Change Requirement Decision) der UL1741

- Isolationsfehler müssen durch den Wechselrichter optisch oder akustisch angezeigt werden
- Mindesten einmal innerhalb von 24 h muss der Isolationszustand der Anlage überprüft werden

IEC 62109-2

- Solarwechselrichter müssen über ein Isolationsüberwachungsgerät verfügen, wenn sie in isolierten oder funktional geerdeten Systemen verwendet werden.
- Isolationswiderstand muss vor dem Start des Einspeisebetriebs gemessen werden
- Eine genaue Messung ist z.Z. nicht möglich. Messergebnis hängt von den Potentialverhältnissen ab

Im Moment: Parallelbetrieb Isolationsüberwachung und FC
Möglichkeit: Float Controller auch als Isolationsüberwachung, wenn die Messgenauigkeit erhöht wird

PID Vermeidung entsprechend dem Stand der Technik: GFDI

PID Vermeidung mit dem Float Controller

Erfahrungen mit PID in Kundenanlagen

Erfahrungen mit PID bei String Wechselrichtern

USA:

- > Die Mehrzahl der Anlagen wurde in der Vergangenheit mit GFDI ausgestattet
- > Neuanlagen sind in der Regel mit „Remote GFDI“ versehen.
- > Isolierte Anlagen in kleineren Stückzahlen
- > Keine Probleme mit PID bekannt

Europa:

- > In der Regel werden die Anlagen isoliert aufgebaut
- > Es gab einige Anlagen, die auf Grund von PID mit GFDI nachgerüstet wurden
- > Remote GFDI wurde auf Kundenwunsch in Europa erstmals eingesetzt

Südasien:

- > Es wird fast zu 100 % die Lösung mit „Remote GFDI“ eingesetzt
- > Einige Modulhersteller geben Ihre PV-Module in tropischen Klimazonen nur für Anlagen frei, die PID ausschließen

**PID scheint für trockene Klimazonen gelöst zu sein.
In tropischen Klimazonen gibt es Unsicherheiten bzw. in einigen Fällen auch Probleme mit PID.
Zur Zeit wird eine Lösung mit „Remote GFDI“ in der Regel bevorzugt.**



PID Vermeidung entsprechend dem Stand der Technik: GFDI



PID Vermeidung mit dem Float Controller



Erfahrungen mit PID in Kundenanlagen



Erfahrungen mit PID bei String Wechselrichtern

Situation

- > Geräte gut geeignet für PID freie Module
- > Erdung des Systems ist über das Netz bestimmt. Eine zusätzliche Erdung des Generators im Betrieb ist nicht möglich.
- > Wenn sich Module als PID empfindlich herausstellen, wird eine Regeneration in der Nacht empfohlen.
- > Zur Regeneration wird das Potential des PV-Generators in der Nacht gegen Erde verschoben.

Erfahrungen:

- > Die Anzahl der PID empfindlichen Solargeneratoren nimmt ab.
- > Es gibt Modulhersteller, die eine Schädigung des Solargenerators befürchten, wenn ein Regenerationspotential in jeder Nacht in voller Höhe angelegt wird.
- > SMA empfiehlt daher Regenerationsmechanismen, die nur eine Regeneration vornehmen, wenn es notwendig ist.
⇒ Messwerterfassung, ob PID vorliegt. Dann gezielte Regeneration.
- > Wenn Blindleistung in der Nacht erforderlich ist, muss der PV-Generator in der Nacht vom Wechselrichter getrennt werden, wenn gleichzeitig regeneriert werden soll.

ENERGY
THAT
CHANGES

