

# PADCON PID Workshop

## PID – Sicher erkennen und erfolgreich heilen

Dipl.- Ing. (FH) Benjamin Sandrock

E-Mail: [benjamin.sandrock@suncycle.de](mailto:benjamin.sandrock@suncycle.de)

Telefon: +49 3643 830023

Internet: [www.suncycle.de](http://www.suncycle.de)



# Inhaltsverzeichnis

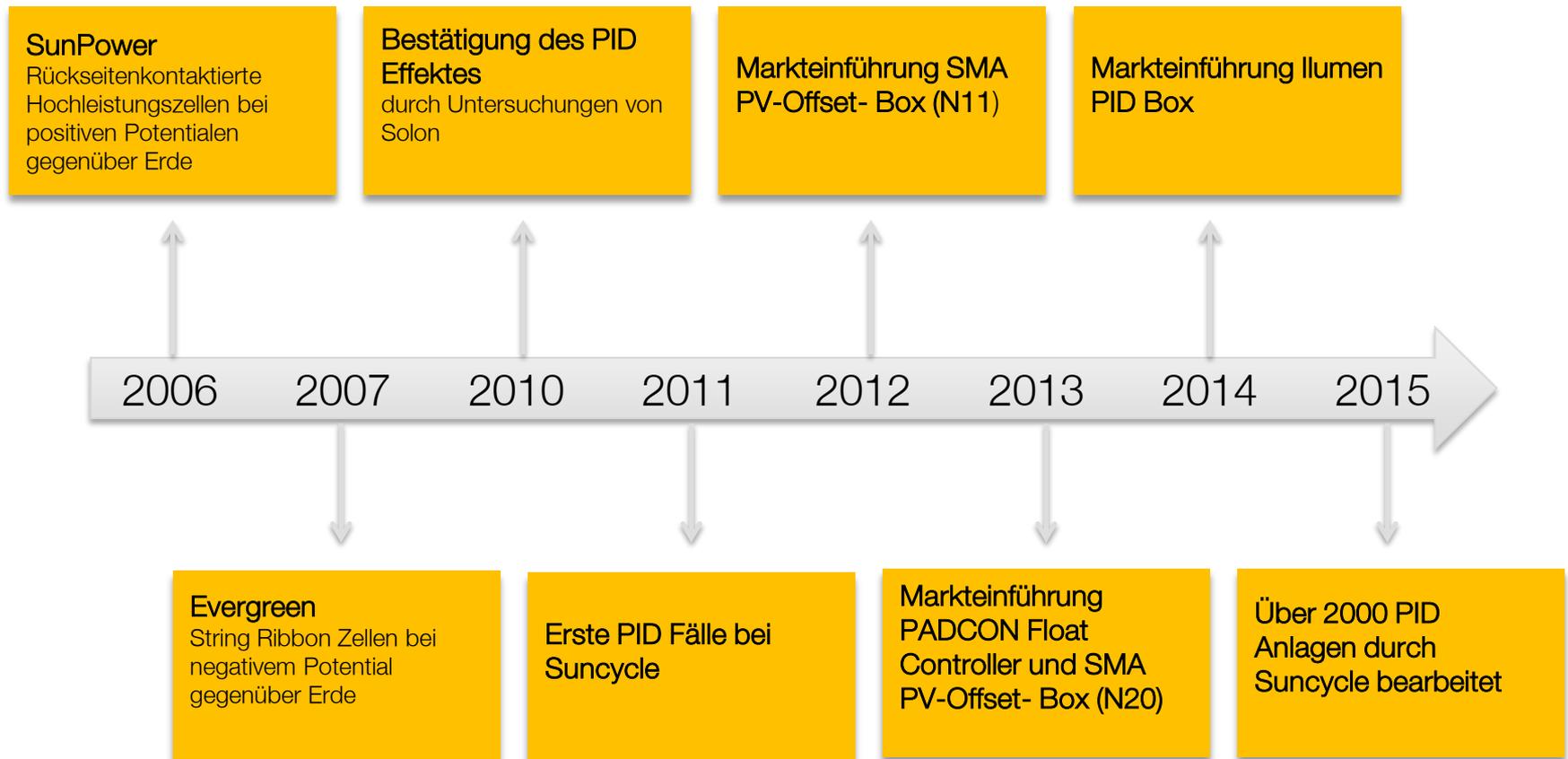
- ☀ PID Historie und Definition
- ☀ Erkennung von PID
  - ☀ Vorstellung verschiedener Messmethoden
  - ☀ Beispiele
- ☀ Lösungsansätze bei PID betroffenen Anlagen
- ☀ Heilung von PID
  - ☀ Betrachtung unterschiedlicher Maßnahmen
  - ☀ Beispiele

# Suncycle Fact Sheet

- ☀ Entstanden 2007 aus dem Rückrufprojekt eines großen Premium-Herstellers
- ☀ Know-How entlang der gesamten Wertschöpfungskette mit Schwerpunkten in After-Market-Prozessen, Anlagenaufbau, Qualitätskontrolle, Wartung/Service für Hersteller / Betreiber / Projektierer / Versicherungen
- ☀ Erweitertes Serviceangebot im Bereich O&M mit mobilen Überprüfungen vor Ort
- ☀ 80 hochqualifizierte Mitarbeiter in Service und Engineering plus namhafte Servicepartner mit Standorten in EU, Australien, Fernost
- ☀ Gründung einer Niederlassung in USA in 2015
- ☀ Unternehmensziel ist die internationale Marktführerschaft als herstellerunabhängiger PV-Servicespezialist

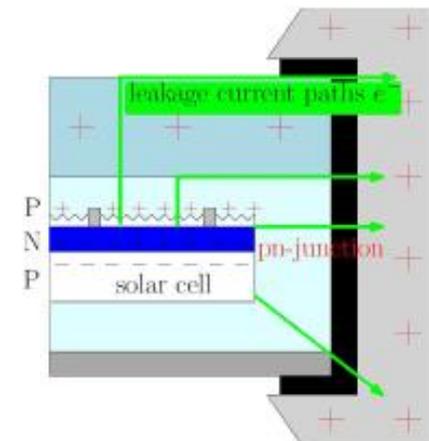
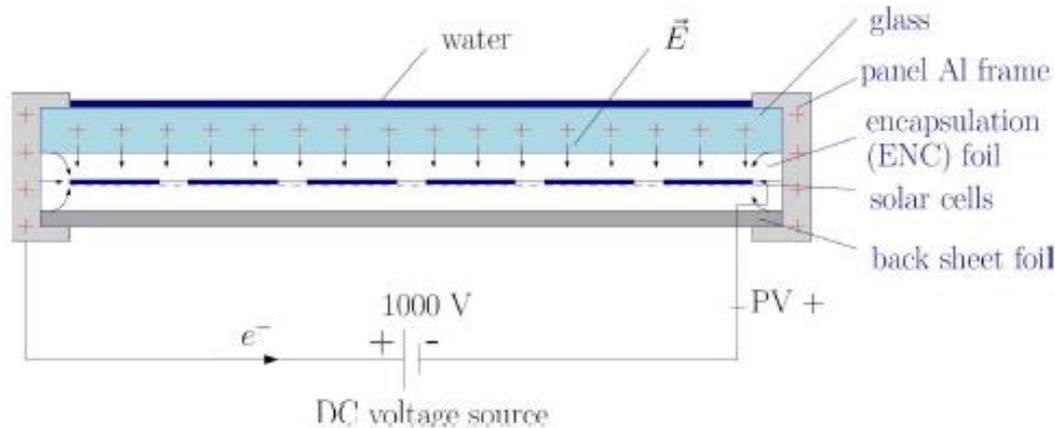


# PID - ein junges Thema



# PID – Definition

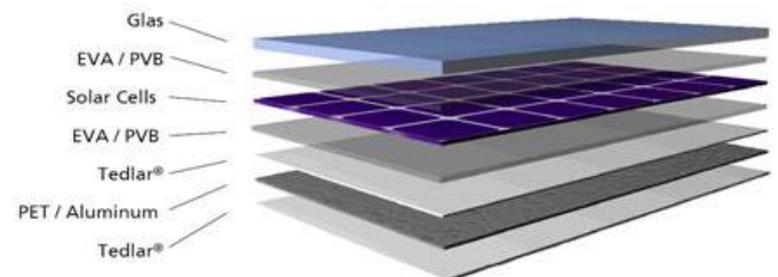
- ☀ Leistungsdegradation von Modulen
  - ☀ durch negative Potentiale gegenüber der Erde (p-Typ)
  - ☀ durch positive Potentiale gegenüber der Erde (n-Typ)
- ☀ Leckströme fließen von den Modulklemmen über die Glasoberfläche zur Zelle



Quelle: <http://www.solon.com/>

## Ursachen liegen im System- und Moduldesign

- ☀ Wechselrichtertopologie
- ☀ Stringlänge
- ☀ Erdungskonzept
- ☀ Umwelteinflüsse am Standort
- ☀ Moduldeckglas
- ☀ EVA-Einbettungsmaterial
- ☀ Solarzellen Antireflexschicht
- ☀ Basismaterial



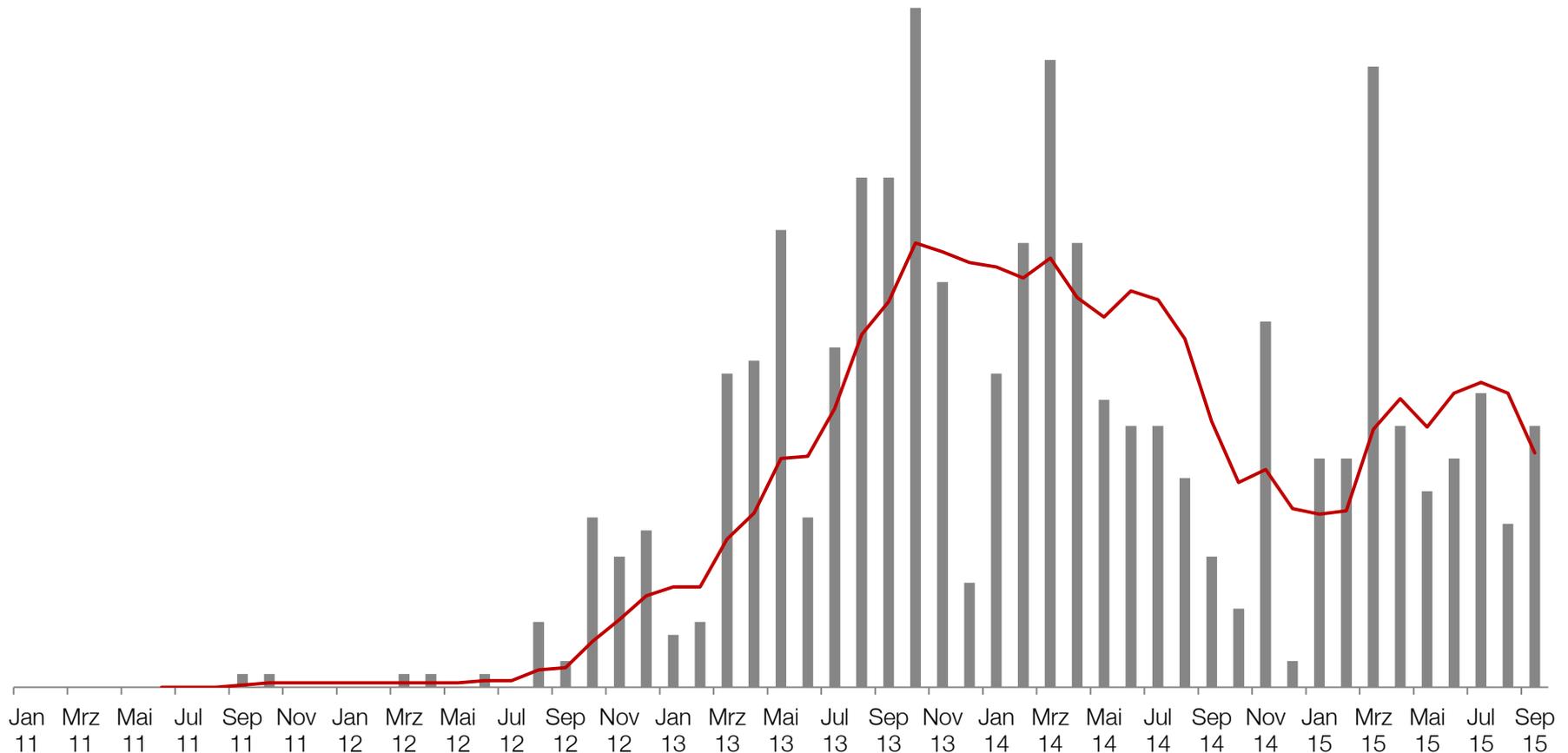
## Begünstigende Faktoren für den PID - Effekt

- ☀ Große Stringlängen und folglich hohe Potentialdifferenz (Stringsparnungen)
- ☀ Hohe Umgebungstemperatur
- ☀ Hohe Einstrahlung
- ☀ Hohe Luftfeuchtigkeit
- ☀ Leitfähige Ablagerungen auf Moduloberflächen  
(z.B. Salznebel in Küstennähe)
- ☀ Moduldesign und verwendete Materialien  
(Glas, EVA, Zellen)



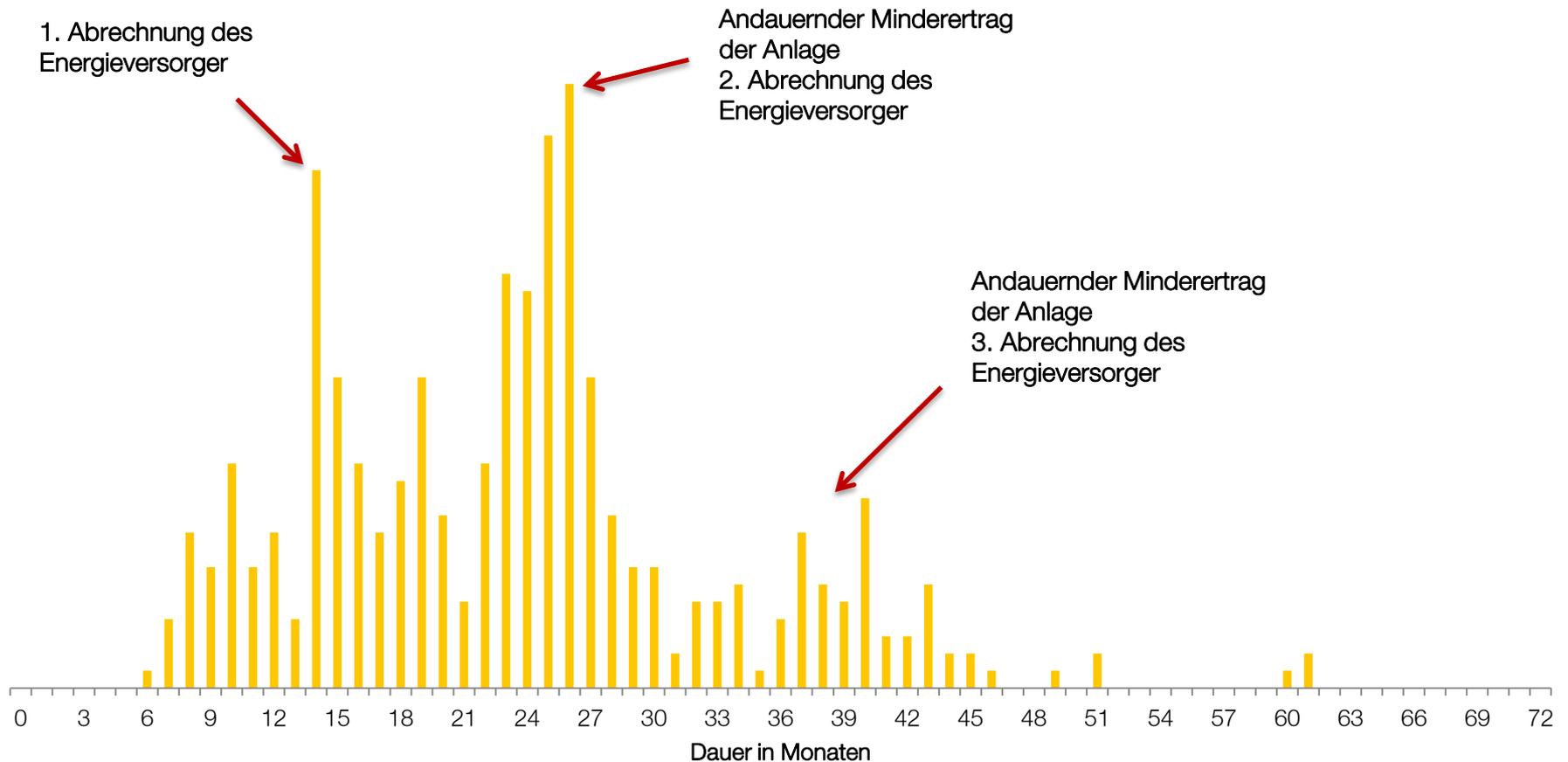
# Befinden wir uns vor oder hinter der PID - Welle?

## PID – Zeitliche Entwicklung der Reklamationen bei Suncycle Häufigkeitsverteilung Eingang Reklamation 2011 - heute

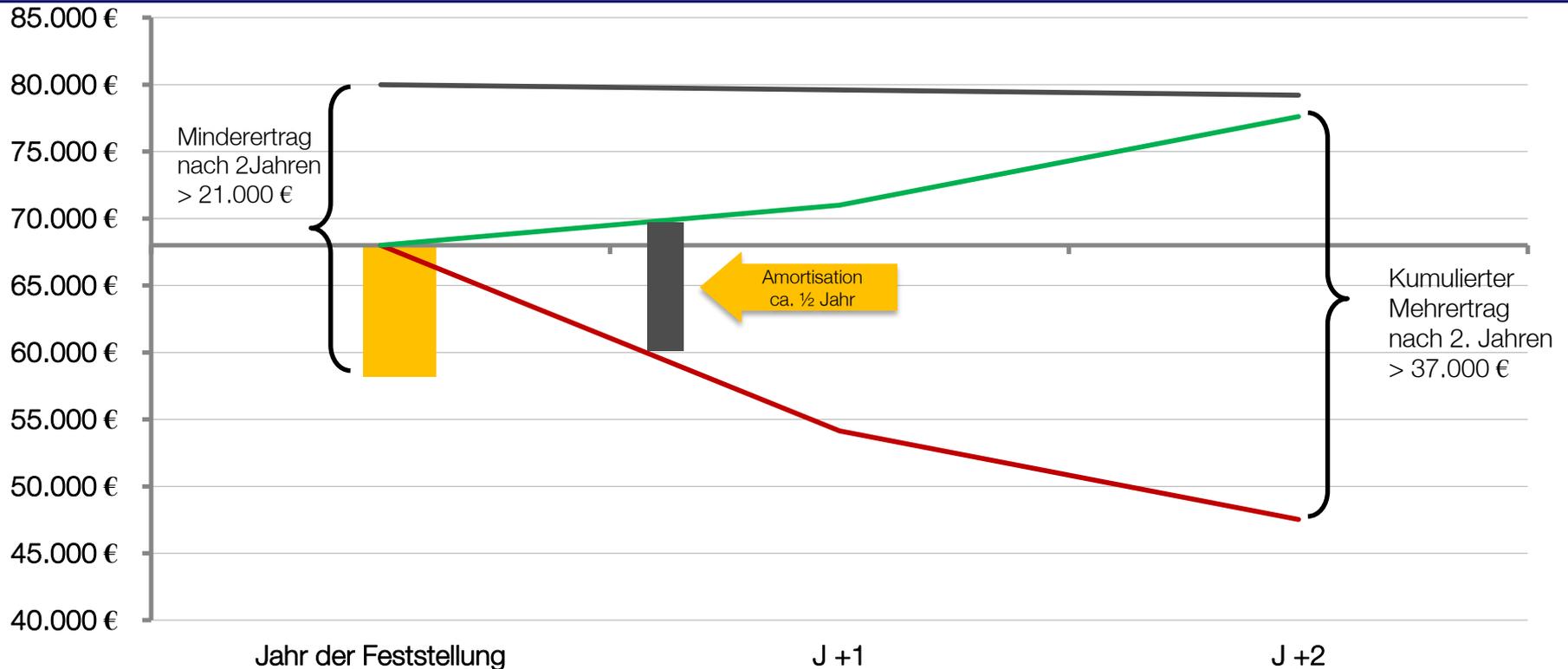


# Reklamationen treten nach dem 1. und 2. Betriebsjahr auf

## Dauer ab Inbetriebnahme der Anlage bis zur Reklamation



# Regenerationsmaßnahmen führen schnell zu einem wirtschaftlichen Vorteil

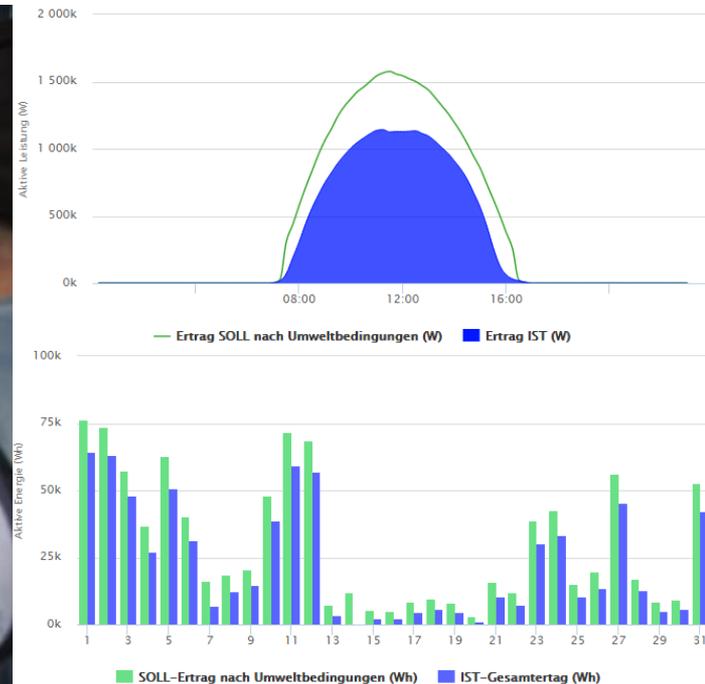


Anlagengröße: 300 kWp  
 Inbetriebnahme: Oktober 2010  
 Feststellung Degradation: nach 2. Betriebsjahr  
 Festgestellte Degradation: 30 %  
 Investition Maßnahme: 9750,00 €

■ Kosten der Massnahme  
 — Umsatzverlauf SOLL  
 — Umsatzverlauf ohne Massnahmen  
 — Umsatzverlauf mit Offset-Box

# Einfache, jedoch unsichere Maßnahmen zur PID - Erkennung

- ☀ Fortlaufende Kontrolle des Anlagenenertrags
- ☀ Messung und Vergleich der Modul- / Stringleerlaufspannungen

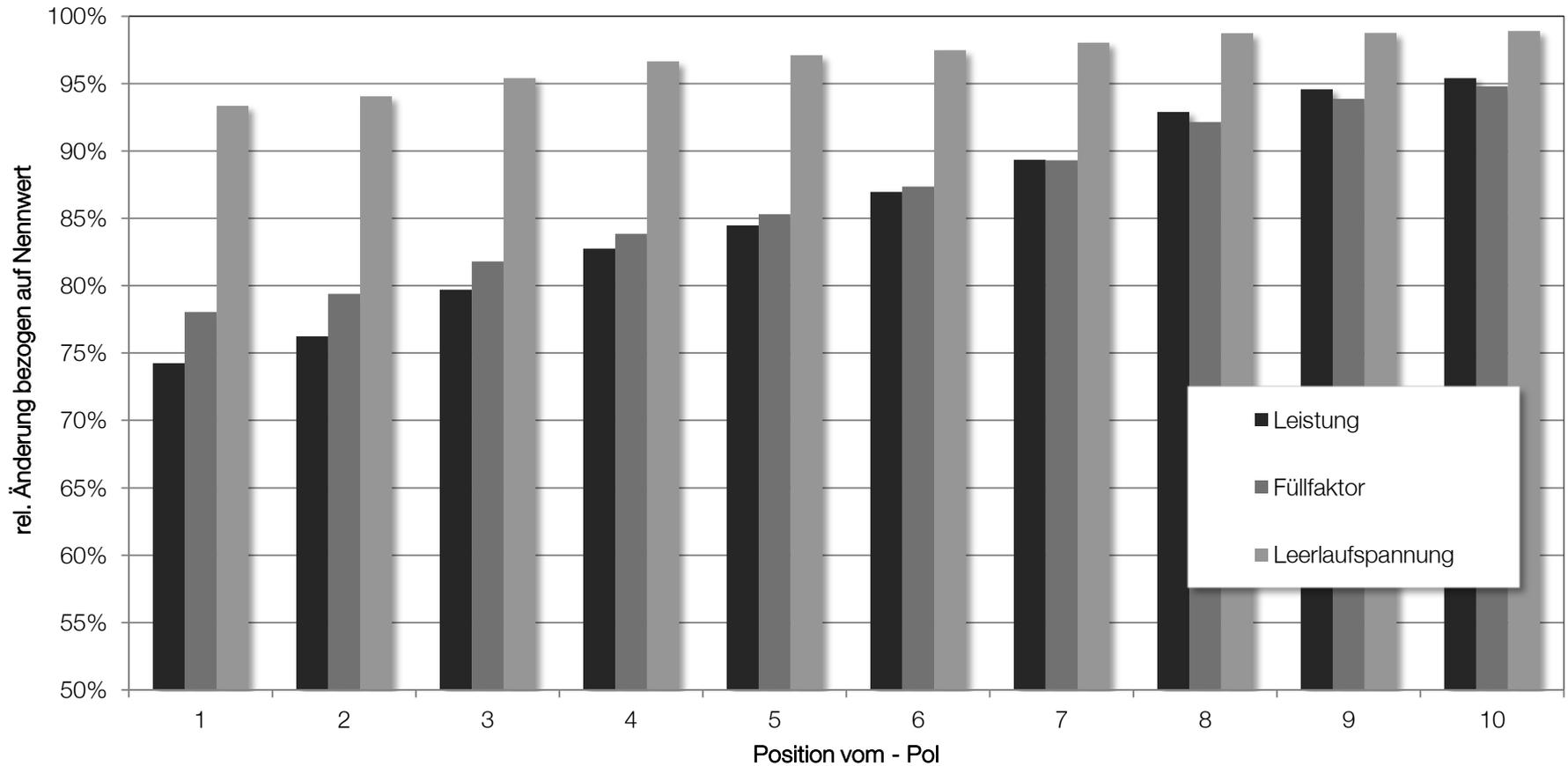


# Sichere PID Erkennung durch modernste Messtechnik

- ☀️ Messung der Leistung
  - ☀️ Kennlinienmessungen On-Site auf Stringebene
  - ☀️ Flash Messung On-Site / Labor auf Modulebene
- ☀️ Infrarot Thermographie
- ☀️ Elektrolumineszenz Untersuchung
- ☀️ IR-Untersuchung mittels Fluggeräte

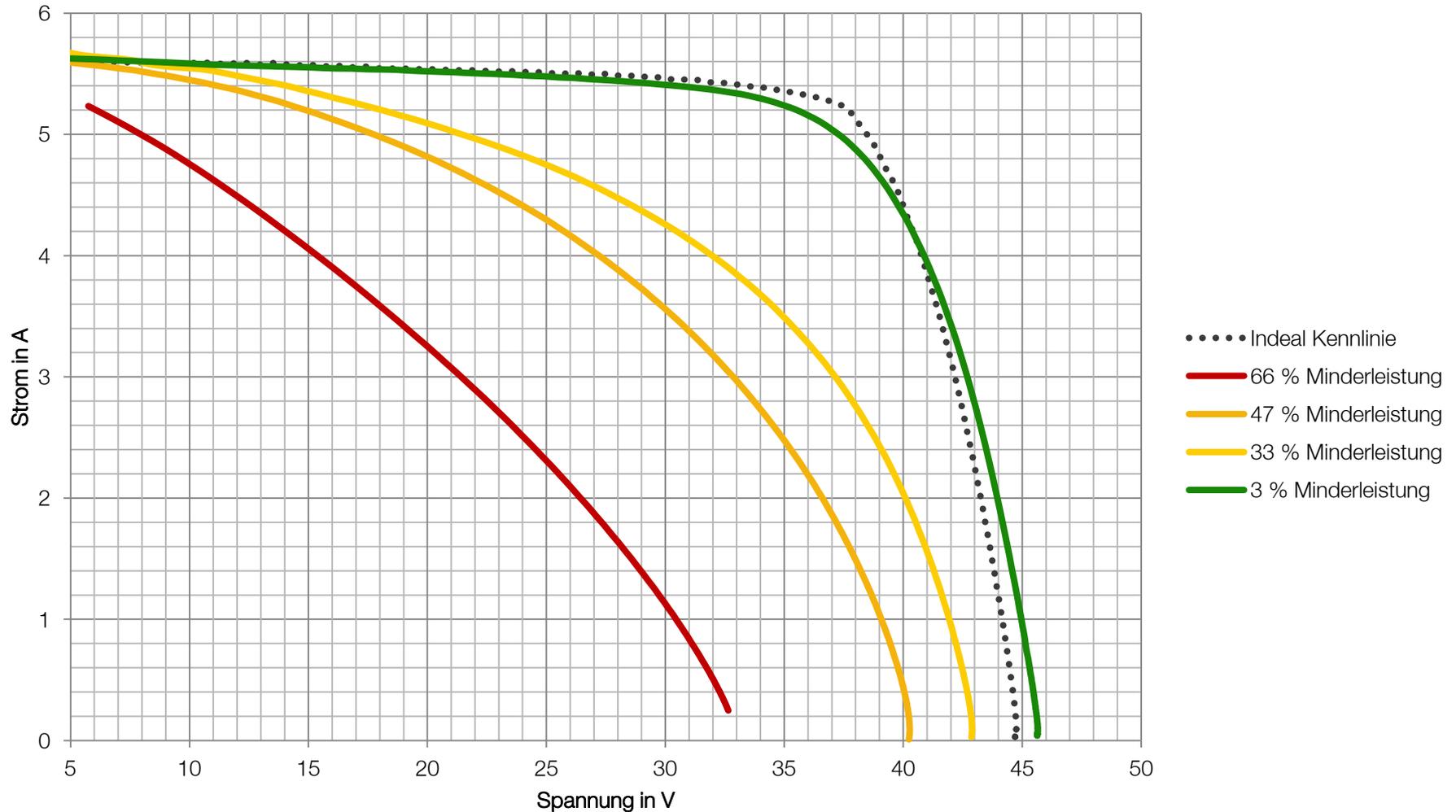


# Einflüsse verschiedener Messwerte



Mittelwerte von Kennlinienmessungen an über 5000 Modulen

# STC-Leistungskennlinien zeigen die Auswirkung von PID



# Die Leistungsverteilung einzelner Module lässt deutliche Rückschlüsse zu

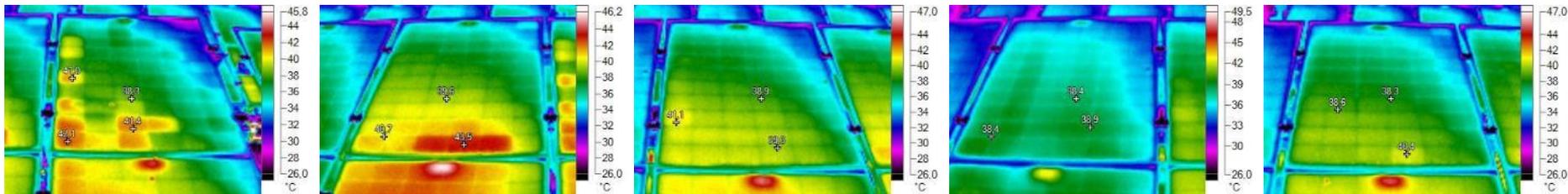
- ☀️ Abweichung von der Nennleistung in Abhängigkeit von der Modulposition

|               |    | String |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---------------|----|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|               |    | 1      | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   |
| Modulposition | 1  | -77%   | -72% | -33% | -54% | -33% | -77% | -72% | -32% | -33% | -32% | -12% | -51% | -52% | -68% | -14% |
|               | 2  | -35%   | -59% | -49% | -35% | -49% | -35% | -59% | -31% | -49% | -31% | -66% | -34% | -18% | -39% | -52% |
|               | 3  | -31%   | -21% | -31% | -12% | -31% | -31% | -21% | -49% | -31% | -49% | -55% | -24% | -56% | -5%  | -28% |
|               | 4  | -12%   | -23% | -69% | -19% | -69% | -12% | -23% | -44% | -69% | -44% | -27% | -27% | -80% | -13% | -57% |
|               | 5  | -9%    | -20% | -23% | -41% | -23% | -9%  | -20% | -30% | -23% | -30% | -11% | -17% | -23% | -65% | -27% |
|               | 6  | -16%   | -22% | -22% | -9%  | -22% | -16% | -22% | -46% | -22% | -46% | -46% | -21% | -26% | -20% | -35% |
|               | 7  | -12%   | -16% | -11% | -11% | -11% | -12% | -16% | -34% | -11% | -34% | -31% | -3%  | -12% | -20% | -10% |
|               | 8  | -16%   | -14% | -30% | -9%  | -30% | -16% | -14% | -21% | -30% | -21% | -18% | -15% | -20% | -11% | -12% |
|               | 9  | -9%    | -6%  | -27% | -6%  | -27% | -9%  | -6%  | -15% | -27% | -15% | -3%  | -2%  | -5%  | -13% | -8%  |
|               | 10 | -2%    | -10% | -6%  | 1%   | -8%  | -7%  | -7%  | 0%   | -4%  | -2%  | -2%  | -1%  | -1%  | -3%  | -9%  |

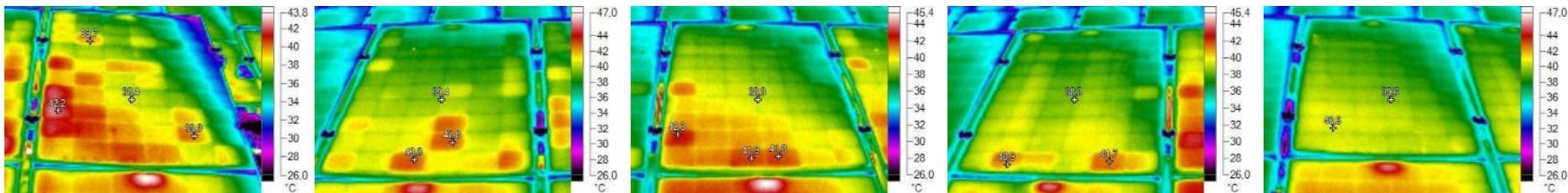
# Infrarot Thermographie ist ein erster Hinweis

## ☀ Infrarot Thermographie

String 1



String 2

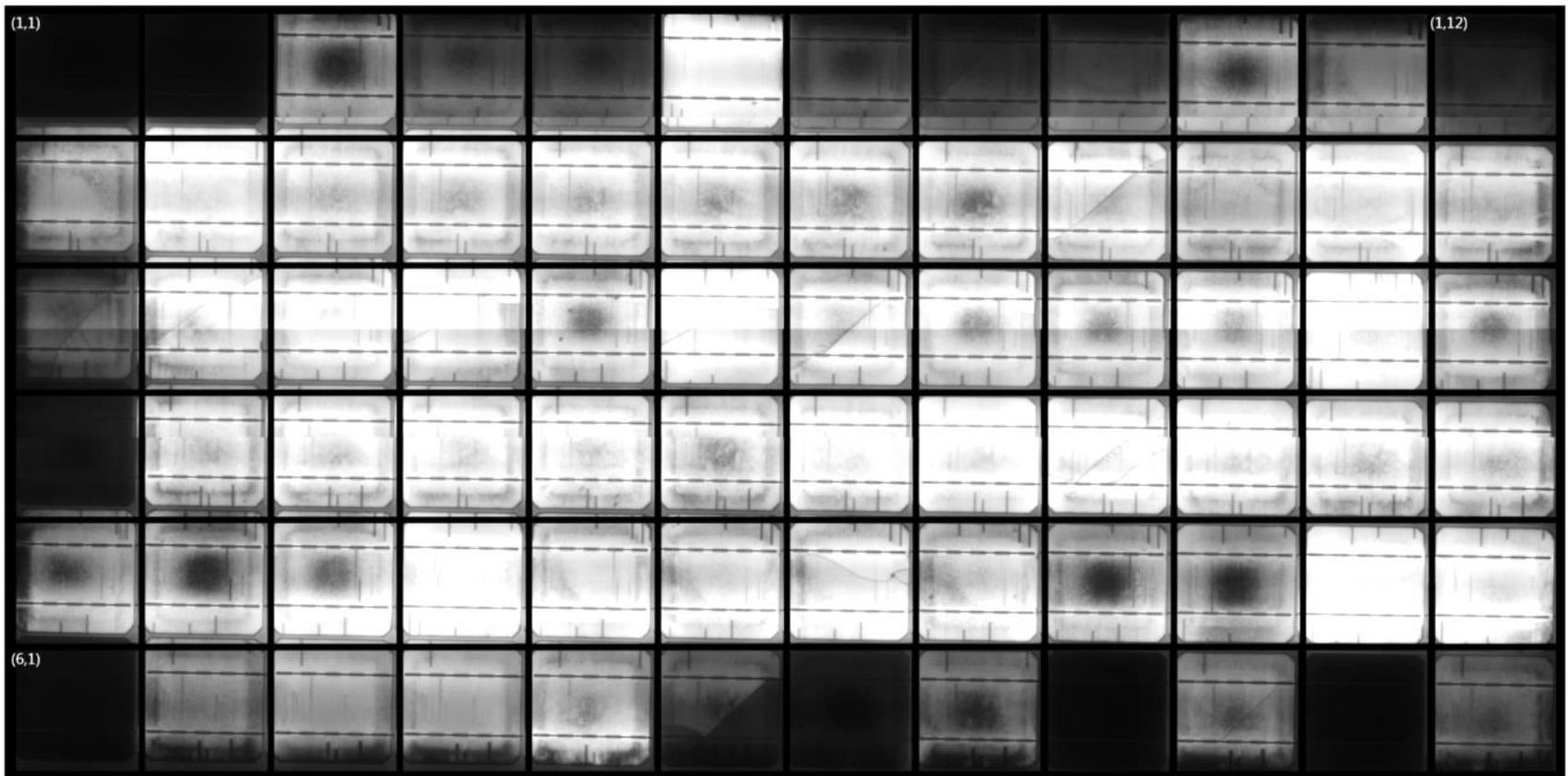


Modul 1 – 5 von zwei Strängen



# Erkennung von PID

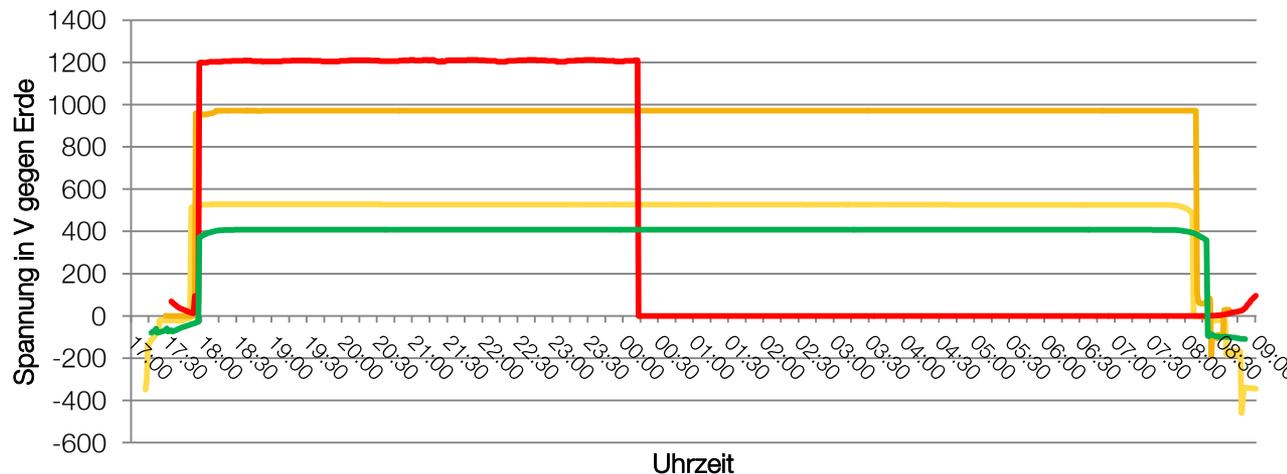
## ☀️ Elektrolumineszenz Bildaufnahmen



# PID - Regeneration

## Methoden

- ☀️ Wechselrichter mit anderer Topologie und Potentialverteilung
- ☀️ Erdung bei Trafo-Wechselrichtern
- ☀️ Nächtliche positive Offsetspannung



- PVO Box (550 V) am 15.02.2016
- PVO Box (1000 V) am 16.02.2016
- ILLUMEN (1250 V) am 18.02.2016
- PADCON (420 V) am 19.02.2016

# PID - Regeneration

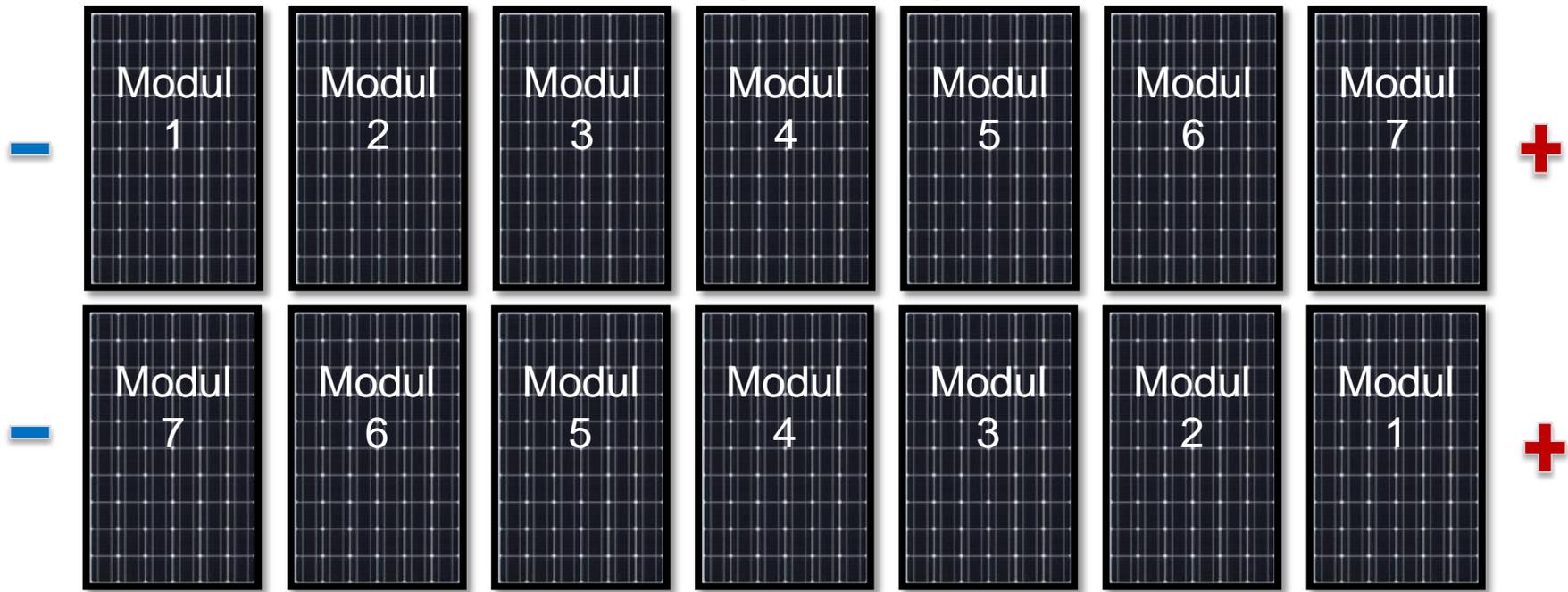
Off-Site Heilung durch dauerhafte Offsetspannungen



# PID - Regeneration beschleunigen

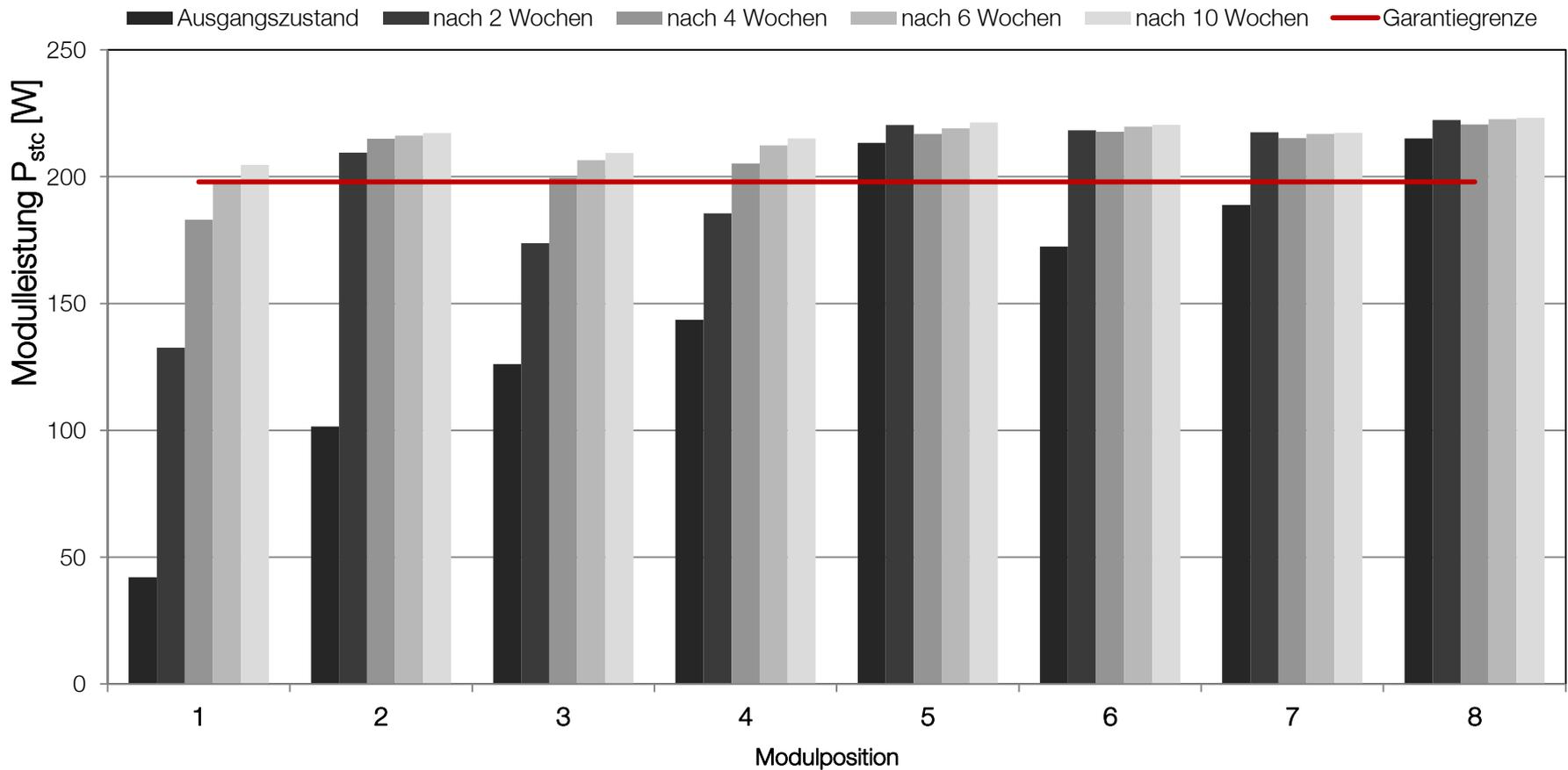
## Unterstützende Maßnahme

- ☀ Änderung der Strangverschaltung mit Umkehr der Potentiale zur beschleunigten Regeneration



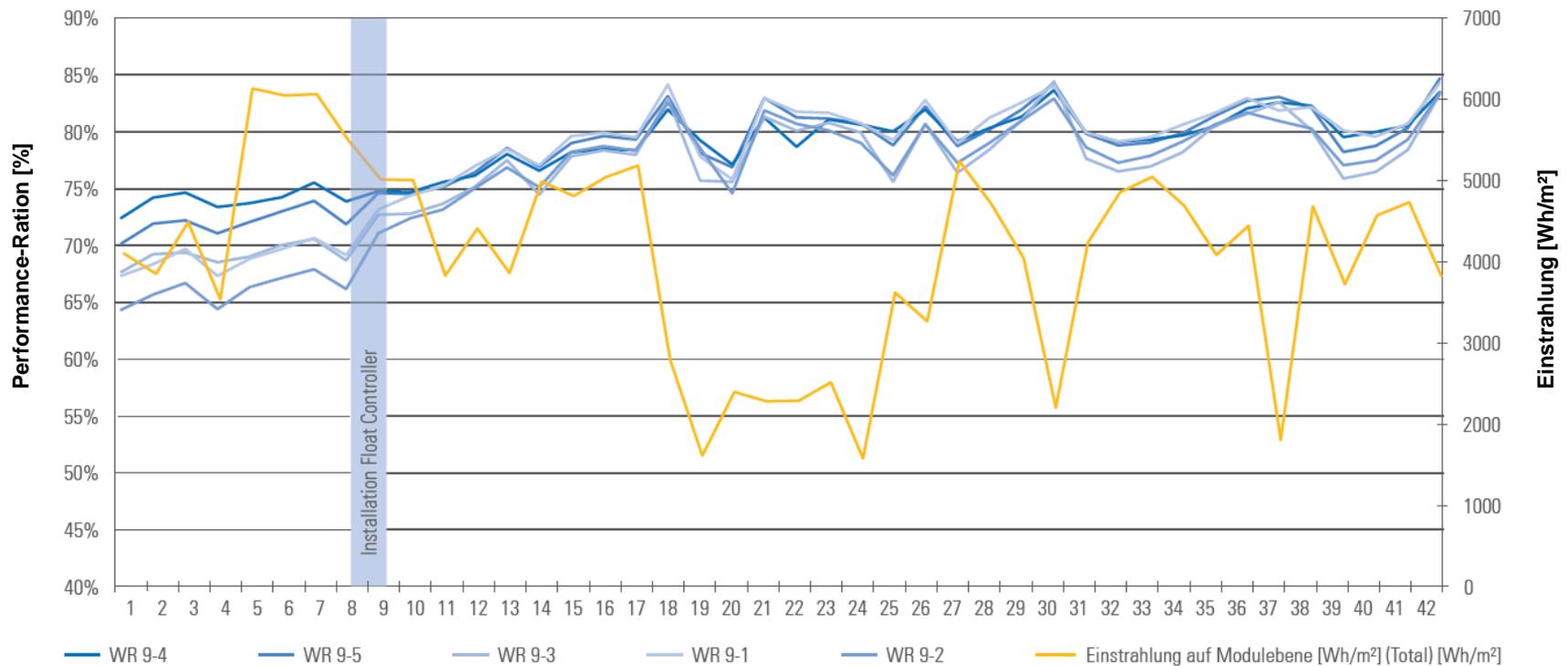
# Schnelle Regeneration durch das Verknüpfen mehrerer Maßnahmen

Regeneration durch Umkehr der Potentiale und Erdung  
(String mit 20 Modulen in Serie, Messdaten der Module 1 bis 8)



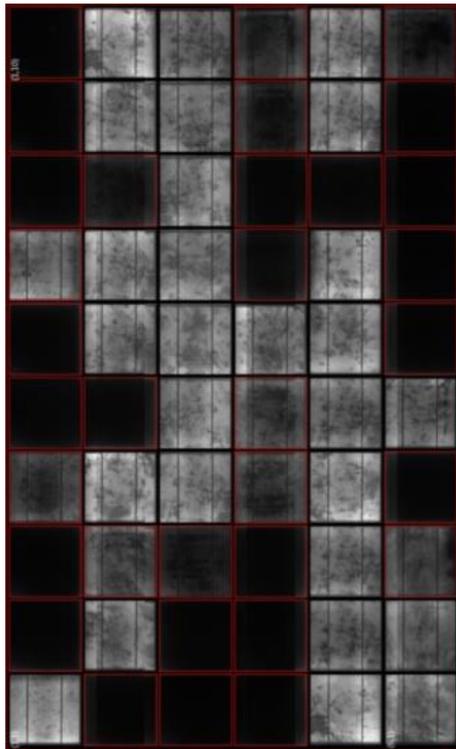
# Aktuelle Untersuchung des PADCON Float Controllers

## Regeneration durch PADCON Float Controller CI Basis (Polykristalline Module, Zentral- Wechselrichter)

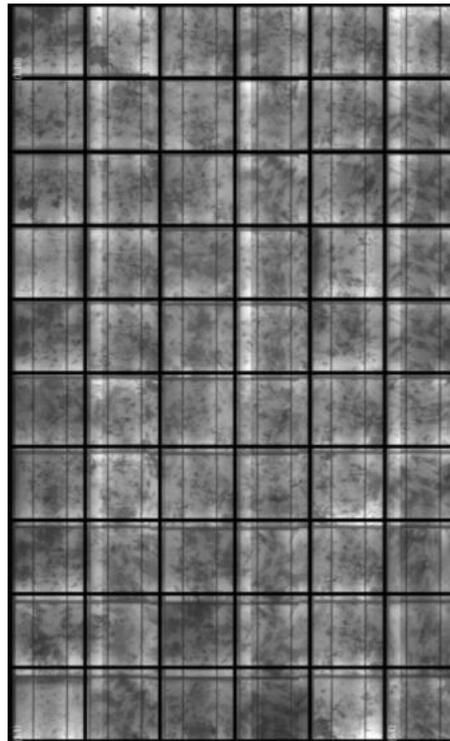


# Elektrolumineszenztests verdeutlichen die PID Regeneration

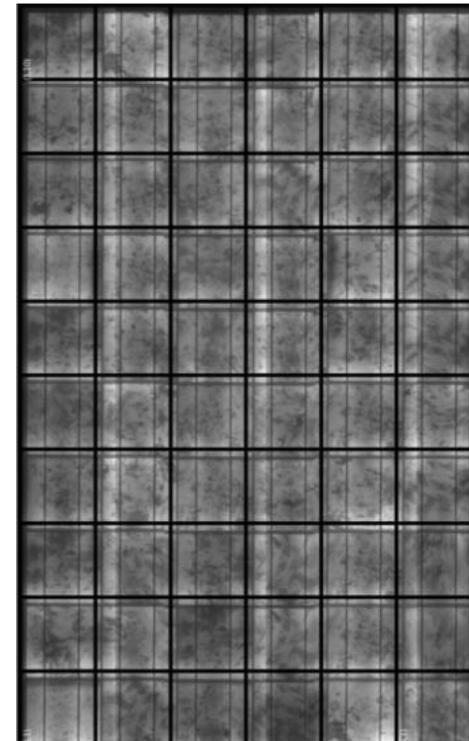
Trafoloser Wechselrichter mit PVO Box 1000 V



Messung: Ausgang  
Leistung: 58 %



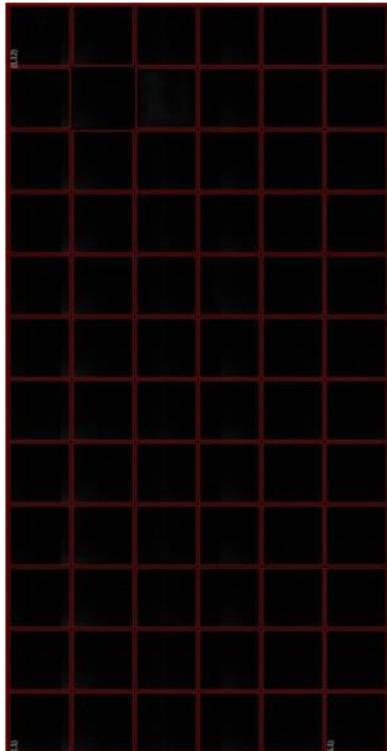
Messung: nach 16 Wochen  
Leistung: 91 %



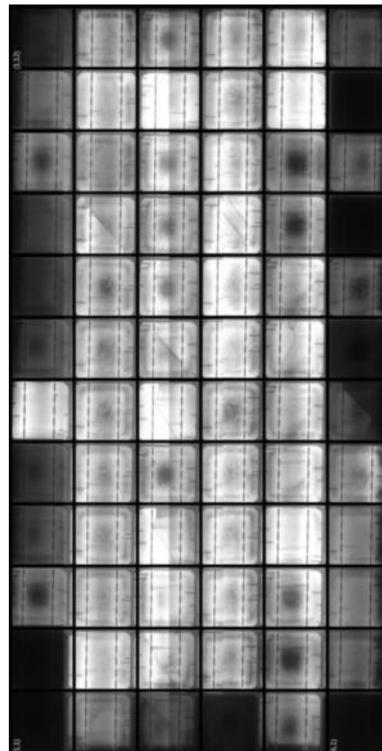
Messung: nach 36 Wochen  
Leistung: 100 %

# Elektrolumineszenztests verdeutlichen die PID Regeneration

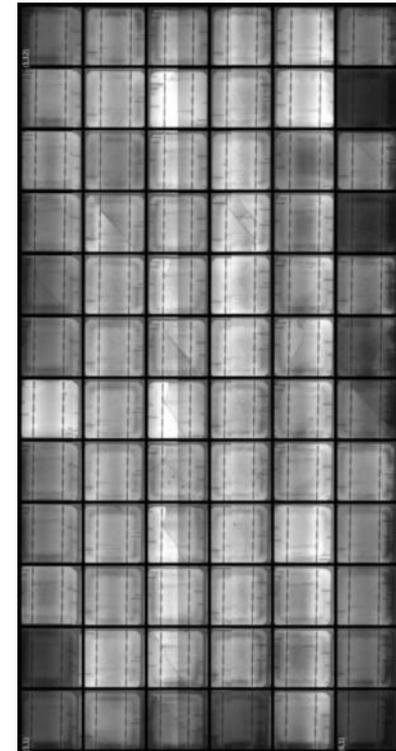
## Trafoloser Wechselrichter mit PVO Box 550 V



Messung: Ausgang  
Leistung: 6 %



Messung: nach 16 Wochen  
Leistung: 64 %



Messung: nach 36 Wochen  
Leistung: 83 %

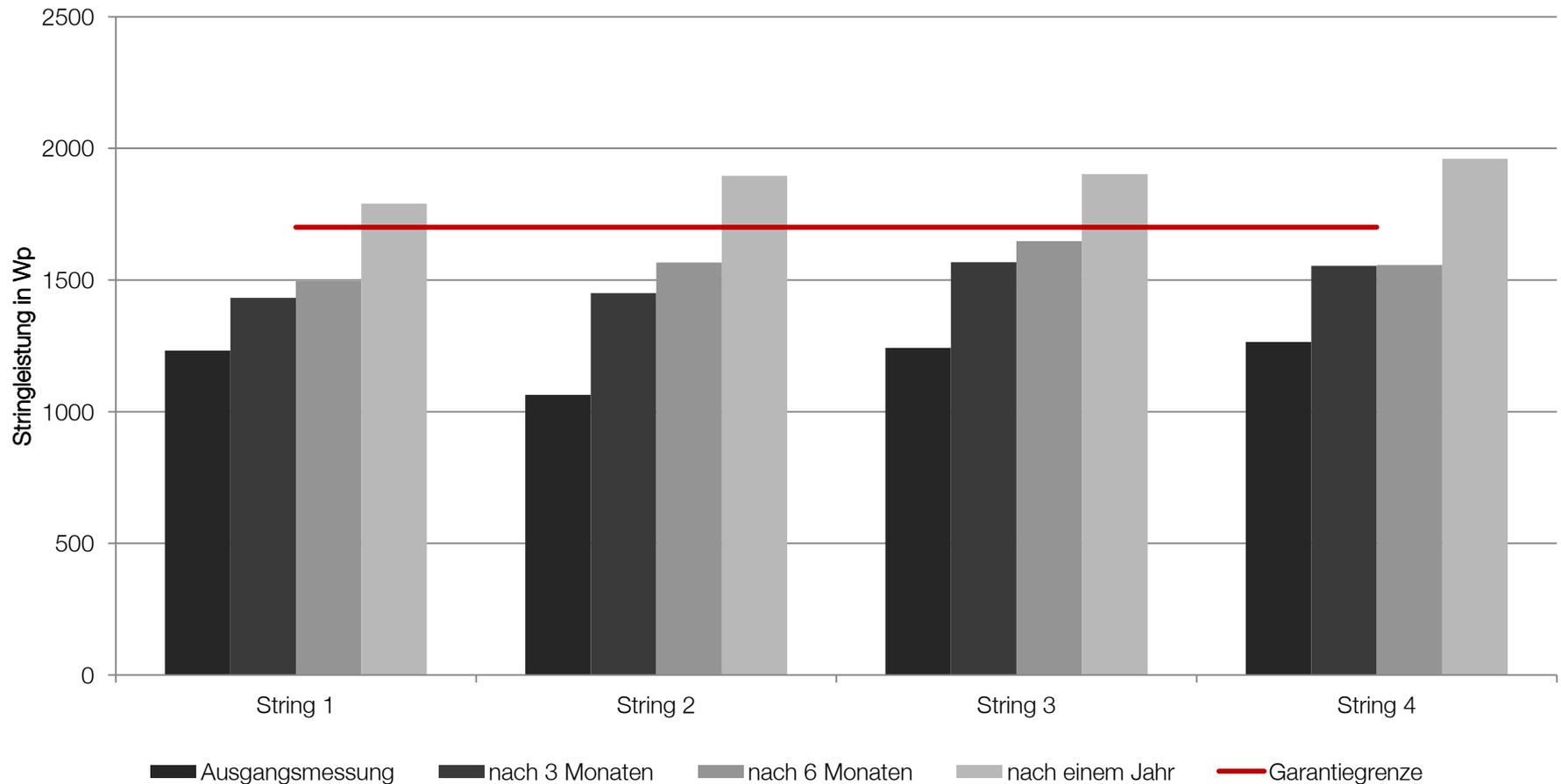
# Erfahrungen bei der PID Regeneration in der Praxis

## Überprüfung von PV-Anlagen

- ☀ Maßnahmen zur PID Regeneration wurden implementiert (Erdung, überwiegend PVO Box)
- ☀ Mehrfache Stringkennlinienmessungen im zeitlichen Abstand
- ☀ Durchschnittliche Dauer der Regenerationsmaßnahme ca. 1 Jahr
- ☀ 3/4 Anlagen sind vollständig regeneriert
- ☀ 1/4 Anlagen befinden sich innerhalb eines Jahres noch unterhalb der erwarteten Leistung

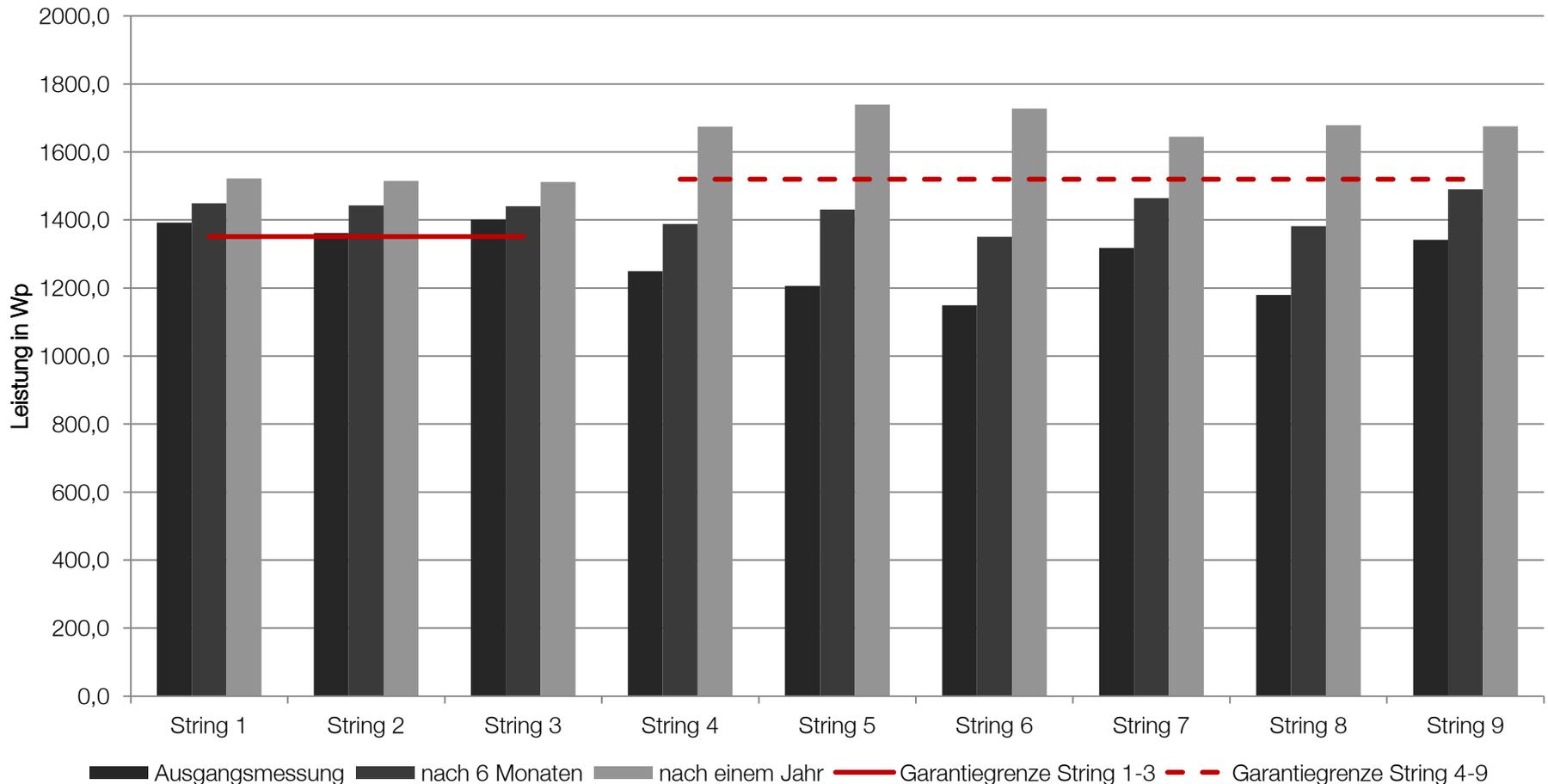
# Praxiserfahrungen mit Offsetboxen

## Monokristallin, trafoloser Wechselrichter mit PVO Box 1000 V



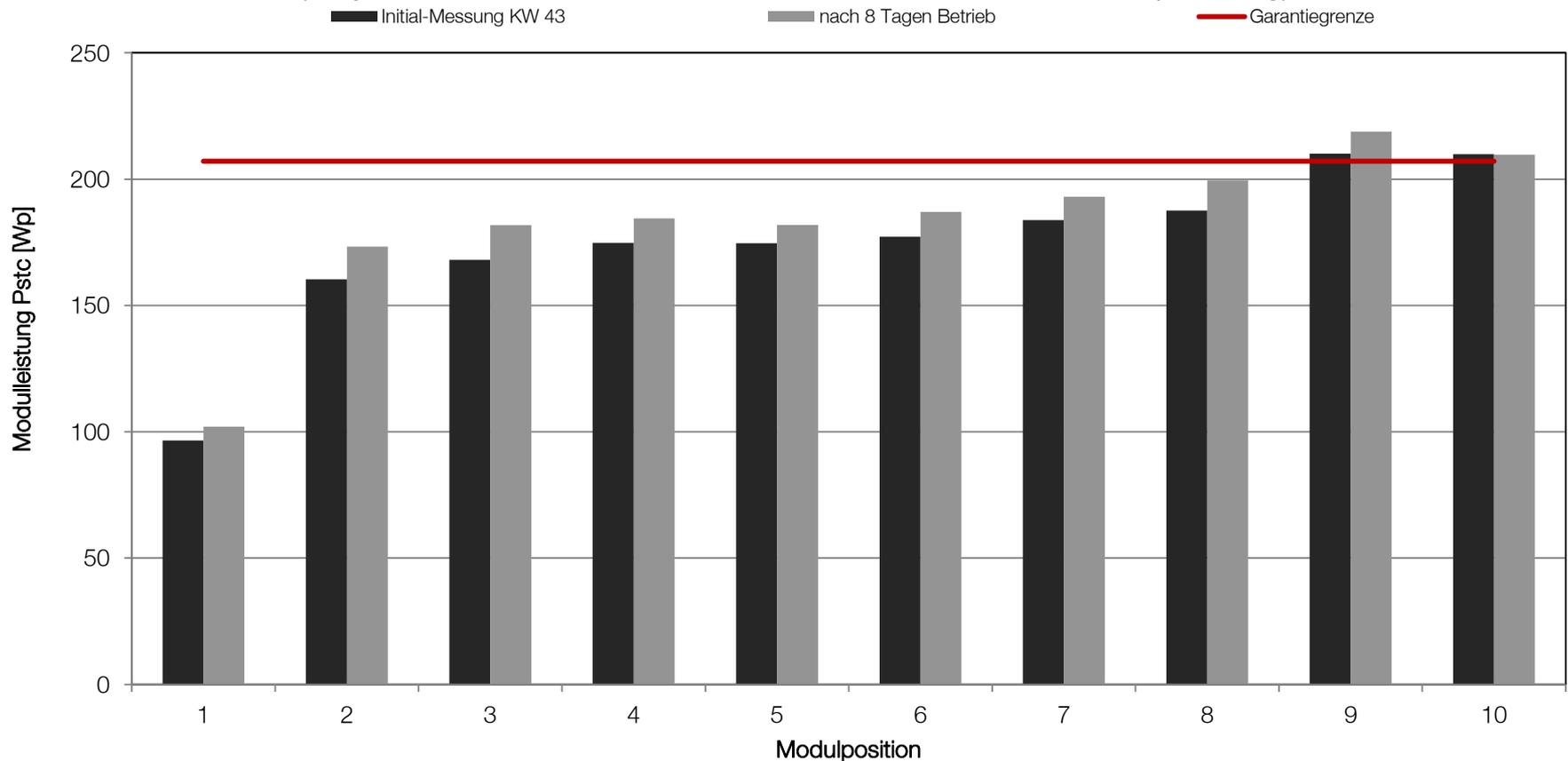
# Praxiserfahrungen mit geerdeten Wechselrichter

## Monokristallin , geerdeter Trafo-Wechselrichter



# Aktuelle Untersuchung PADCON Produkte

## Regeneration durch PACON Float Controller SI (Polykristalline Module, Trafo Wechselrichter, 420 V Offset Spannung)



Die durchschnittliche Modulleistung konnte innerhalb von 8 Tagen um 5 % gesteigert werden

## Durchführung messtechnischer Dienstleistungen

- ☀ IR-Thermographie Untersuchungen
- ☀ Feldvermessung von String- und Modulkennlinien
- ☀ Mobile Elektrolumineszenz-Untersuchung
- ☀ Mobiler Flash-Test der STC Modulleistung



## Einsatz eines mobilen Testlabors

- ☀ Suncycle Compact Test Unit (CTU):  
Elektrolumineszenz und Flash-Test der STC Leistung



# Nicht jeder Minderertrag ist auf PID zurückzuführen



## Ausblick

- ☀️ PID ist bei den noch aktiven Herstellern bekannt und wird daher nicht mehr unverhofft auftreten
- ☀️ Es gibt noch viele „schlafende“ Anlagen mit einem PID Problem
- ☀️ Sicherstellung der Wirksamkeit der Regenerationsmaßnahmen → Bspw. defekte PVO Boxen
- ☀️ Schleichende Degradation → besonders bei Stufen Garantie
- ☀️ Nicht alle Module lassen sich wieder vollständig regenerieren

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Suncycle<sup>o</sup>  
solar services

#### Europa

---

Hans-Henny-Jahn Weg 49  
22085 Hamburg  
Deutschland

---

Telefon +49 (0) 40 866 900 600  
Fax +49 (0) 40 866 900 611

#### Engineering & Test Centre

---

Paul-Böhringer Straße 3  
99428 Isseroda  
Deutschland

---

Telefon +49 (0) 3643 830 015  
Fax +49 (0) 3643 830 088

#### Nord Amerika

---

233 East 2nd Street  
Frederick, Maryland 21701  
United States

---

Telefon +1 240 6298 302  
[www.suncycleUSA.com](http://www.suncycleUSA.com)