

# Tag der Solarenergie, 13.11.2023

Technischer Betrieb von  
Photovoltaikanlagen

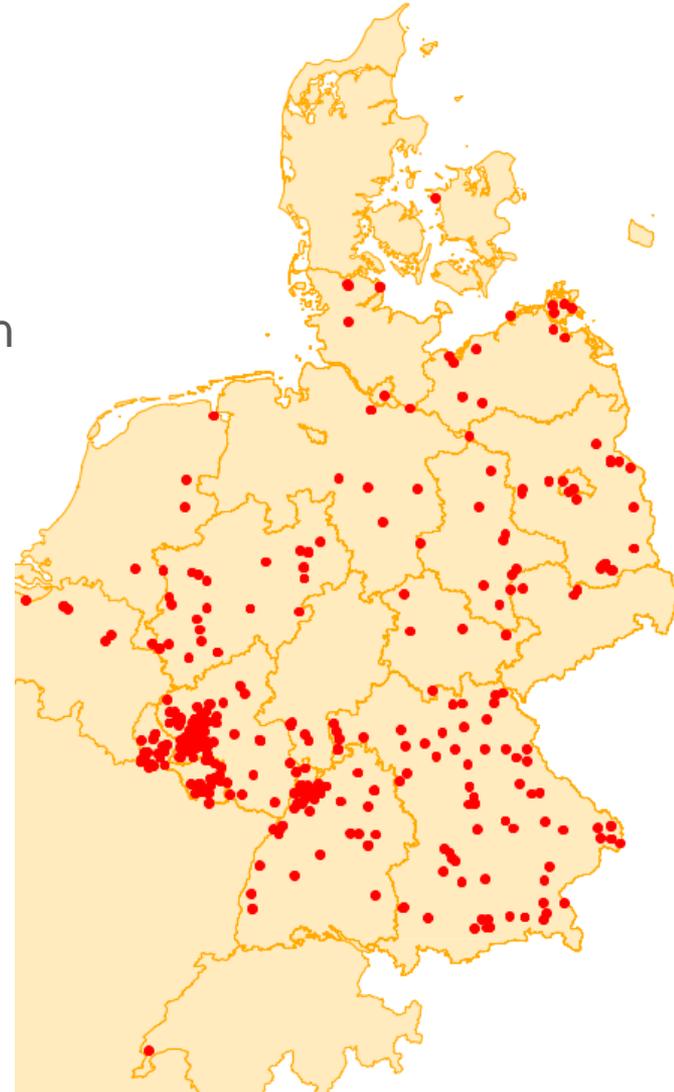


Entwicklungen und  
Potenziale

# Unsere Leistungen

## Stark inmitten von Europa:

- Enovos bietet alle Dienstleistungen der technischen Betriebsführung an:
  - 24/7-Überwachung mit eigener Leitwarte,
  - Inspektion und Wartung,
  - Störungsbeseitigung,
  - Versicherungs-Management,
  - Garantie- und Gewährleistungs-Management.
- Darüber hinaus ergänzen auch weitere Services wie Grünpflege, Sicherheitsdienstleistungen und Repowering unser Dienstleistungsspektrum.
- Nach Kundenwunsch erfüllen wir auch Verfügbarkeits- und Reaktionszeitgarantien.



# 1. Ziele und Strategien der technischen Betriebsführung

## Ziele

- Störungs- bzw. möglichst unterbrechungsfreier Betrieb
- Erzeugungspotential der PV-Anlage vollständig ausschöpfen
- Frühzeitige Erkennung von Störungen
- Schnelle Störungsbeseitigung
- Gewährleistungsrechte sicherstellen

## Strategien

- Betriebsführungsstrategien sind i.d.R. abhängig von der Anlagengröße
- Basis jeder Strategie ist eine Überwachung
- Gezielte Maßnahmen zur Zielerreichung im vorgegebene Budgetrahmen
  - Mindestanforderung ist die Einhaltung der geforderten Prüfungsintervalle
  - Fristgerechte (Regel-)Wartungen (und deren gründliche Dokumentation)
  - Vorhaltung und -bereitung zur Reaktionszeit und Störungsbeseitigung
  - Proaktive Tests und Analyse zur vorbeugenden Fehlersuche

# 1. Ziele und Strategien der technischen Betriebsführung

## Instandhaltungsstrategien

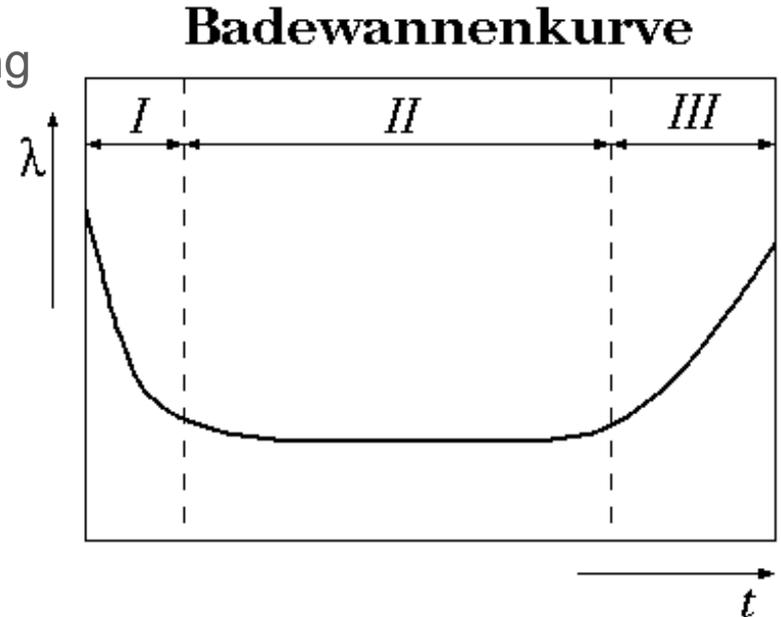
- Reaktive bzw. korrektive Instandhaltung (fehlerbasiert, d.h. ungeplant)
- Geplante bzw. vorbeugende Instandhaltung (zeitraumbasiert)
- Vorausschauende bzw. zustandsbasierte Instandhaltung (datenbasiert)
- Proaktive Instandhaltung (Voraussagen)
- Verbesserungen (bspw. Optimierung der String-Verschaltung, Neuverkabelung)

**Kombinationen der Instandhaltungsstrategien  
sind möglich!**

# 1. Ziele und Strategien der technischen Betriebsführung

## Die „Badewannenkurve“ als Orientierung

- Der Badewanneneffekt wird zur Beschreibung der Zuverlässigkeit in der Technik benutzt.
- Die Badewannenkurve beschreibt den Graphen, der einem Querschnitt einer Badewanne ähnelt als Funktion der mittleren Betriebsdauer zwischen Ausfällen:
- I: abnehmende Störungsrate, bekannt als **frühe Ausfälle**.
- II: konstante Störungsrate, bekannt als **Zufallsausfälle**.
- III: zunehmende Störungsrate, bekannt als **Alterserscheinungen**.



Quelle: <https://de.wikipedia.org/wiki/Ausfallverteilung#Badewanneneffekt>

## 2. Rechtssicherer Betrieb von PV-Anlagen

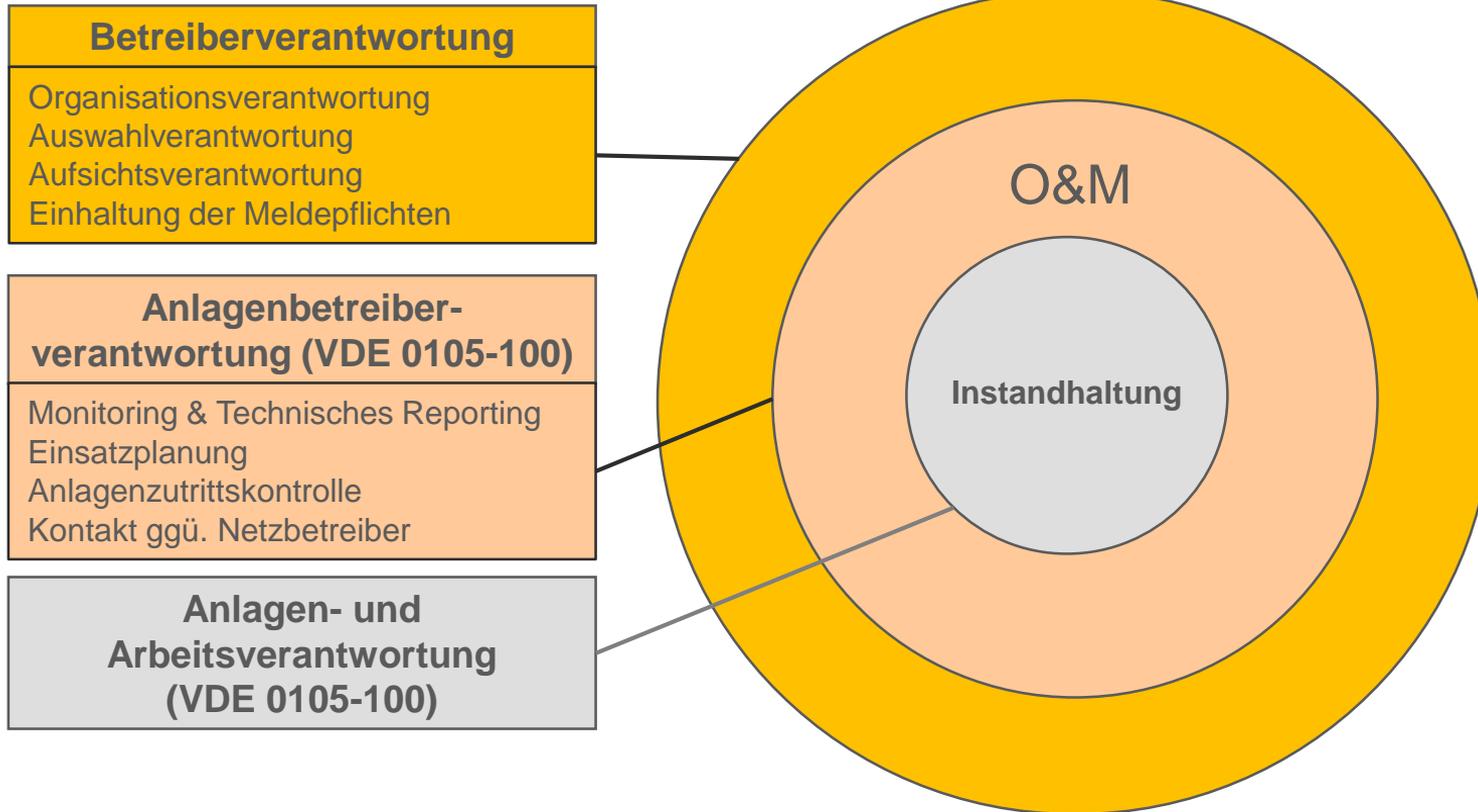
### Betreiberpflichten als PV-Anlageneigentümer

- Welche Gefahr geht von den PV-Anlagen meines Investments aus?
- Welche Regeln gelten, wenn sich Personen in meiner PV-Anlage aufhalten?
- Was tue ich bei einem Notfall?
- Wie koordiniere ich die verschiedenen Gewerke in meinem Outsourcing-Modell?
- Wie ist gewährleistet, dass ich alle Gewerke ausreichend über bestehende Gefahren meiner PV-Anlagen informiere?
- Welche Qualifikation benötigen die Personen, die meine PV-Anlage betreten?
- Wie kontrolliere ich, dass was der Anlageneigentümer vorgibt, auch eingehalten wird?

**PV-Anlage ist so zu betreiben, dass von ihr keine Gefahr ausgeht.**

Deshalb muss für jede elektrische Betriebsstätte eine **objektorientierte Gefährdungsbeurteilung** erstellt werden!

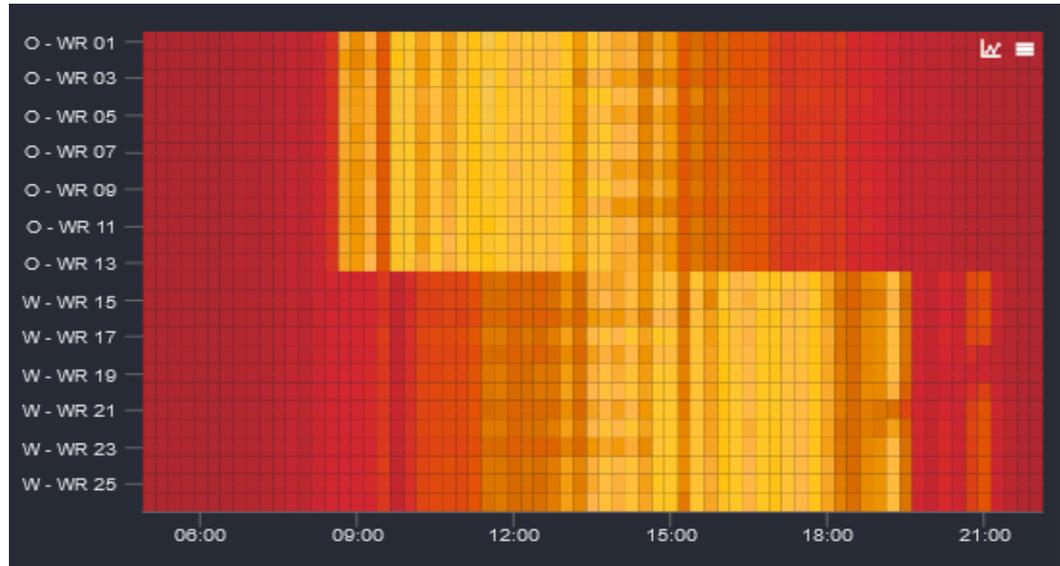
## 2. Rechtssicherer Betrieb von PV-Anlagen



# 3. Werkzeuge und Monitoring-Systeme

## Heatmaps: Ausrichtungen

Heatmaps erlauben eine schnelle Übersicht über WR-Leistungsdaten, deutlich können besondere Umstände der Anlage wie eine Ost-West Ausrichtung der Module übersichtlich und schnell dargestellt werden.



**Legende:**

Rot: geringe Produktion

Gelb: hohe Produktion

# 3. Werkzeuge und Monitoring-Systeme

## Ursachenforschung – eine Ebene tiefer 11.06.2023

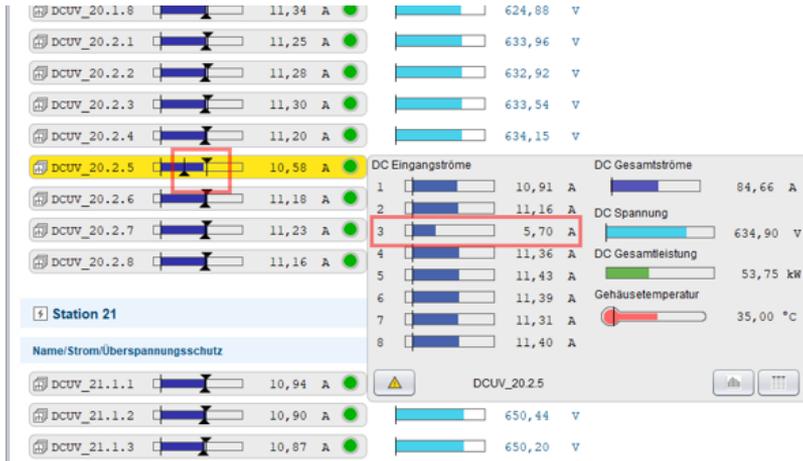


Der Direktvermarkter war's!

11.06.23, 16:00	11.06.23, 16:15	0	Direktvermarkter
11.06.23, 12:15	11.06.23, 15:30	0	Direktvermarkter
11.06.23, 11:30	11.06.23, 12:00	0	Direktvermarkter
11.06.23, 10:45	11.06.23, 11:00	0	Direktvermarkter

# 3. Werkzeuge und Monitoring-Systeme

## Noch eine Ebene tiefer: Abweichungen und Fehlersuche auf Stringebene



- Messkanal 3 weist eine Abweichung von den übrigen 7 Messkanälen auf, sodass ein Fehler zu vermuten ist.
- Dies lässt aufgrund des auf dieser Anlage gewählten Aufbaus in welchem 2 Stränge auf einen Messkanal gelegt wurden auf einen defekten DC-Strang schließen
- Mögliche Ursache kann ein defektes Modul oder ein verschmorter MC4 Stecker sein.

Beispiel

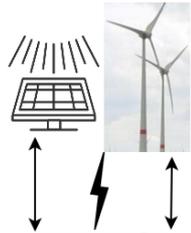
# 3. Werkzeuge und Monitoring-Systeme

## Fokus Fehlererkennung – Entwicklungen heute und in Zukunft

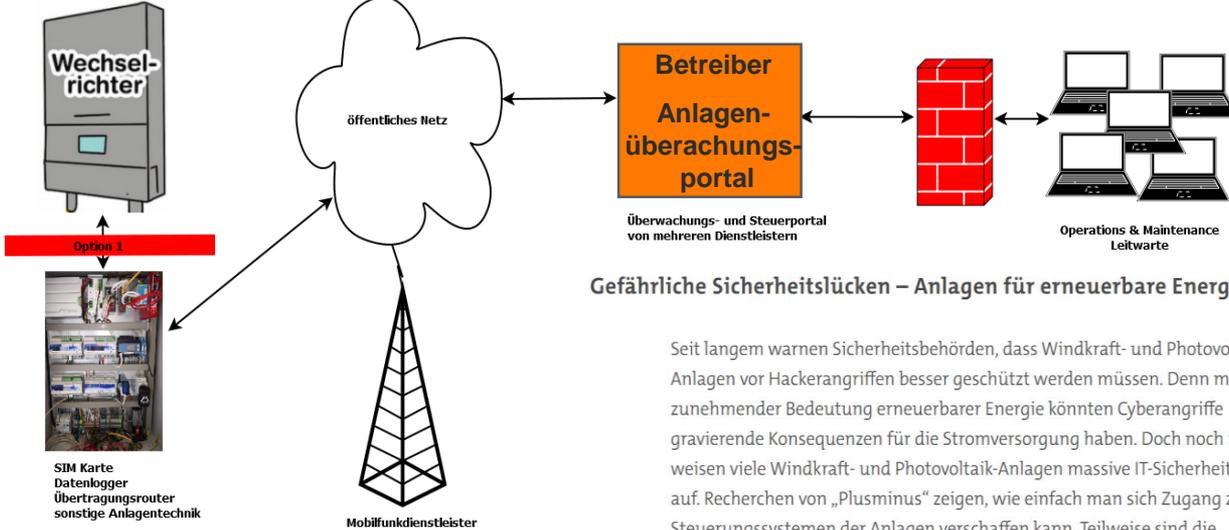
- Monitoring-Lösungen werden in der Lage sein, die Fehlererkennung sehr weit zu automatisieren, was jedoch aufgrund der vielen verschiedenen PV-Anlagen-Setups und ggf. örtlichen Spezifikationen, eine hohe Flexibilität in den Konfigurationsmöglichkeiten voraussetzt.
- Hierbei wird die teilweise manuelle Prüfung durch den Menschen vermutlich nie ganz ersetzt werden, jedoch werden mit zunehmender Automation erhebliche Skaleneffekte erzielt und die Arbeit des Menschen wird sich verschieben:
- Weg von der Kontrolle der Fehler hin zum Instandhalten der PV-Anlagen-Setups in den Monitoring-Systemen (Systemführung).
- Über open API werden „Unified Monitoring“ Lösungen angebunden, damit steigt die Effizienz des Monitoring.

# 4. Fernüberwachung und IT-Sicherheit

## IT- Sicherheit - Datenlogger als möglicher Schwachpunkt?



<https://www.ardmediathek.de/video/plusminus/it-sicherheitsluecken-bei-windkraft-und-photovoltaik/das-erste/Y3JpZDovL2Rhc2Vyc3RILmRIL3BsdXNtaW51cy83YmZkMDk0ZC01MDRhLTQwYmQtYWNkYS01MGZmMzhmMjZlYzYm>



### Gefährliche Sicherheitslücken – Anlagen für erneuerbare Energien angreifbar

Seit langem warnen Sicherheitsbehörden, dass Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen vor Hackerangriffen besser geschützt werden müssen. Denn mit zunehmender Bedeutung erneuerbarer Energie könnten Cyberangriffe gravierende Konsequenzen für die Stromversorgung haben. Doch noch immer weisen viele Windkraft- und Photovoltaik-Anlagen massive IT-Sicherheitslücken auf. Recherchen von „Plusminus“ zeigen, wie einfach man sich Zugang zu den Steuerungssystemen der Anlagen verschaffen kann. Teilweise sind die Zugangsdaten öffentlich einsehbar. **Es wäre sogar möglich, die Steuerung der Anlagen zu übernehmen und sie abzuschalten.**

# 4. Fernüberwachung und IT-Sicherheit

## § 8a BSI Gesetz: Energieerzeugung kann KRITIS sein

- Wen trifft das? Alle KRITIS Unternehmen!
- Welche Sind das? Siehe [KRITIS-V](#)  
= Anlagen **größer 104 MW(p)** haben [§ 8a BSIG](#) zu beachten
- *(1) Betreiber Kritischer Infrastrukturen sind verpflichtet, angemessene organisatorische und technische Vorkehrungen zur Vermeidung von Störungen der Verfügbarkeit, Integrität, Authentizität und Vertraulichkeit ihrer informationstechnischen Systeme, Komponenten oder Prozesse zu treffen, die für die Funktionsfähigkeit der von ihnen betriebenen Kritischen Infrastrukturen maßgeblich sind. Dabei soll der Stand der Technik eingehalten werden.*
- *(3) Der Nachweis kann durch Sicherheitsaudits, Prüfungen oder Zertifizierungen erfolgen*
- EROM wird sich gem. § 8a BSIG bis 01.04.2024 als registrieren und hat dann 2 Jahre Zeit einen ersten Nachweis (Abs. 3) zu erbringen, der anschließend alle 2 Jahre zu wiederholen ist.

# 5. Störfallmanagement: Fehlersuche und Behebung

## Fehler und Schadensursachen

- 23% Sturmschäden und Hagel

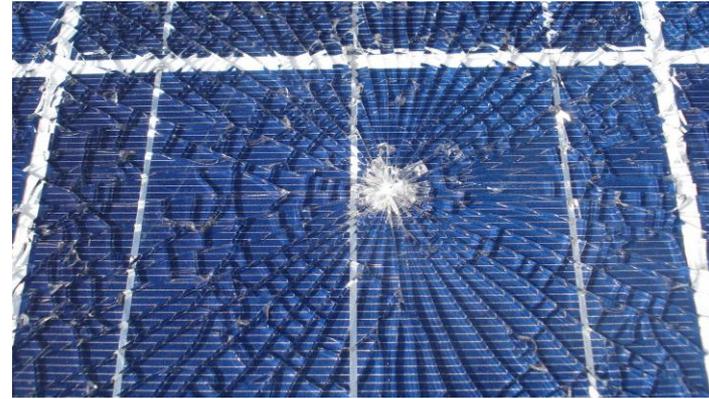
Betrifft vor allem Solarmodule und Befestigungssysteme. Kann auch Mikrorisse und Zellbrüche hervorrufen.

- 21% Brandschäden

...sind zumeist auf Installations-, Produktions- oder Planungsfehler sowie äußeren Einfluss zurückzuführen und treten oft lange nach Inbetriebnahme auf. In den meisten Fällen ist der Auslöser des Brandes (absteigend): Wechselrichter, Solarmodule, AC-Verteilung, Komponenten auf der DC-Seite wie Generatoranschlusskästen (GAK), Schalter, Leitungen und Stecker.

- 17% Blitzschlag und Überspannung

Auch bei Blitz- und Überspannungsschäden liegt die Ursache oft in Installationsfehlern und mangelhaften Schutzkonzepten.



# 5. Störfallmanagement: Fehlersuche und Behebung

## Fehler und Schadensursachen

- 11% Schneelast

Vor allem bei flachem Neigungswinkel relevant. Differiert je nach geografischer Belegenheit Ort. Ein Risiko: Zellbruch bis hin zum kompletten Durchbruch von Modulen (Glasbruch) und Trägern.

- 10% Diebstahl von Modulen, Wechselrichtern und Buntmetall

V.a. bei Freiflächenanlagen: Höhere Wahrscheinlichkeit mit besserer Zugänglichkeit (Stichwort: Autobahn)

- 2% Tiere

Marder und Wildschweine

- 16% Sonstiges

Vandalismus und technischen Versagen



# 5. Störfallmanagement: Fehlersuche und Behebung

## Beispiel für Kategorisierung von Schäden und Fehlern

### Praxisorientierte Methoden zur Quantifizierung technischer Risiken in PV-Projekten

Magnus Herz<sup>1</sup>, Gabi Friesen<sup>2</sup>, Ulrike Jahn<sup>3</sup>, Marc Koentges<sup>4</sup>, Sascha Lindig<sup>5</sup>,  
David Moser<sup>5</sup>, Sandra Gallmetzer<sup>5</sup>

<sup>1</sup>TÜV Rheinland, Köln, Deutschland, [Magnus.Herz@de.tuv.com](mailto:Magnus.Herz@de.tuv.com)

<sup>2</sup>SUPSI, Mendrisio, Schweiz, <sup>3</sup>VDE Renewables, Alzenau, Deutschland,

<sup>4</sup>ISFH, Emmerthal, Deutschland, <sup>5</sup>Eurac Research, Bozen, Italien

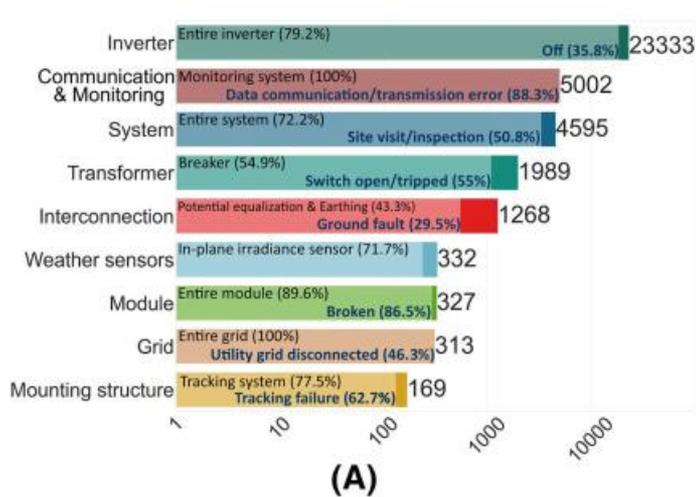
Sicherheitskategorie	Beschreibung
	Ein Ausfall hat keinen Einfluss auf die Sicherheit.
	Ein Ausfall kann einen Brand (f), einen elektrischen Schlag (e) oder eine physische Gefahr (m) verursachen, wenn ein Folgeausfall und/oder ein zweiter Ausfall auftritt.
	Ein Ausfall kann direkt einen Brand (f), einen elektrischen Schlag (e) oder eine körperliche Gefahr (m) verursachen.

Abbildung 1: Sicherheitskategorie

Quelle: [https://www.tuv.com/content-media-files/master-content/services/products/p06-solar/solar-downloadpage/report-ia%E2%80%93pvps-t13-23\\_2021-quantification-of-technical-risks-in-pv-power-systems.pdf](https://www.tuv.com/content-media-files/master-content/services/products/p06-solar/solar-downloadpage/report-ia%E2%80%93pvps-t13-23_2021-quantification-of-technical-risks-in-pv-power-systems.pdf)

# 5. Störfallmanagement: Fehlersuche und Behebung

## Betroffene Betriebsmittel



## Fehlerbild

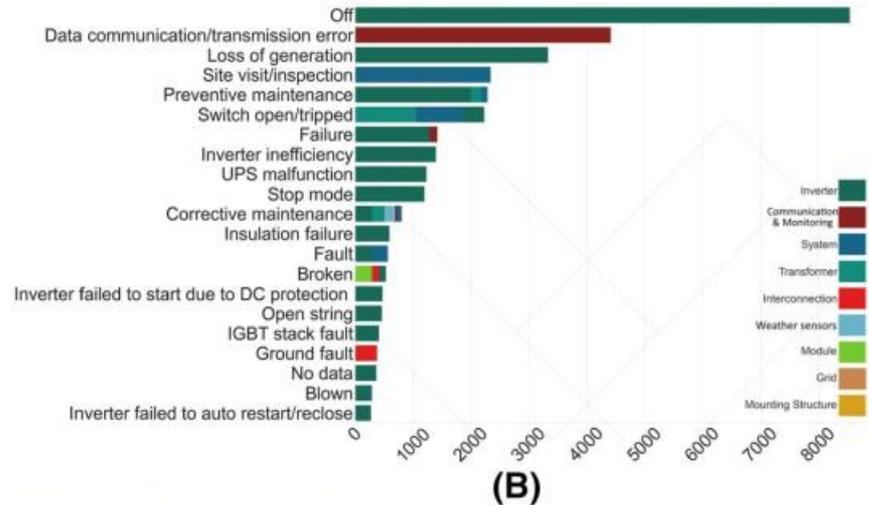


Abbildung 6: Statistischer Überblick über die gesammelten und abgeglichenen Tickets: (A) Verteilung der Tickets auf einer logarithmischen Skala nach Komponente und der am häufigsten vorkommenden Unterkomponente (mit prozentualen Anteil); (B) kategorisierte Ausfälle [10]

# 6. Dokumentation und Reporting

## Anlagendokumentation DIN EN 62446-1 VDE 0126-23-1

Diese Checkliste dient der Übergabe der bereitgestellten Dokumentation einer PV-Anlage zur Übernahme in die technische Betriebsführung der Enovos Renewables O&M GmbH.

Anlagenname	
Prüfer	
Prüfungsstand / Datum	

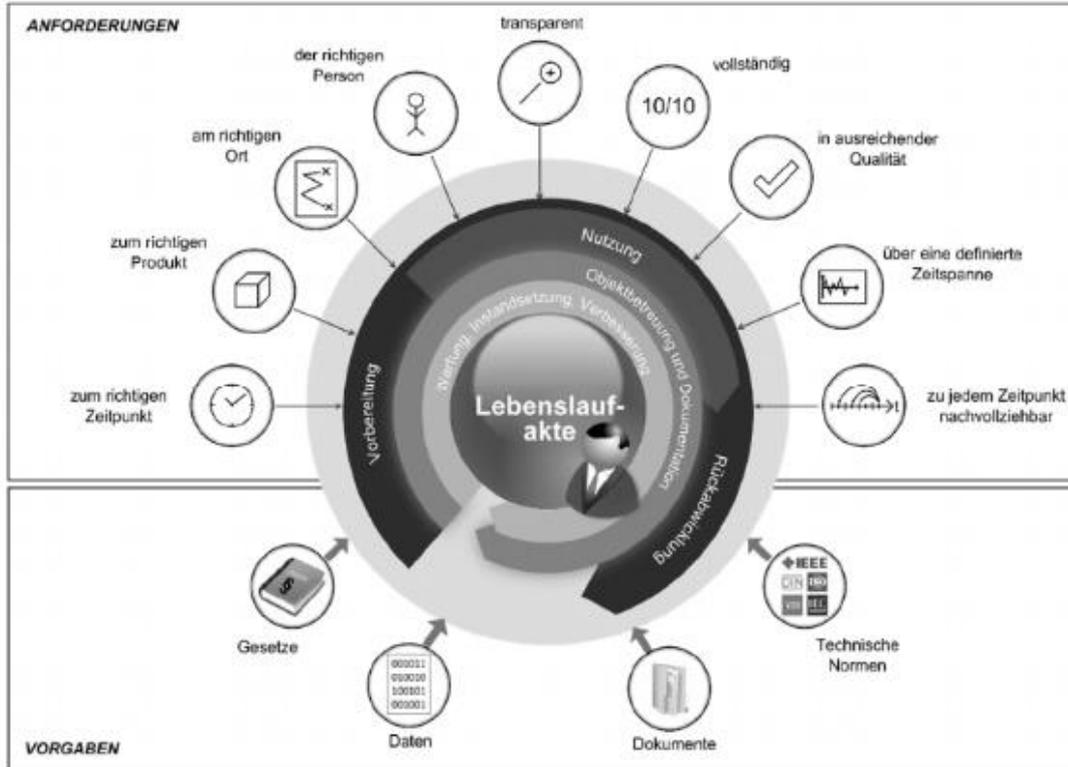
Notwendige Dokumentation gemäß DIN EN 62446-1 VDE 0126-23-1	vorhanden	entfällt
<b>1 Mindestanforderungen</b>		
1.1 Systemdaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.2 Projektidentifikation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.3 Bemessungsleistung des Systems	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.4 PV-Moduldaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.5 Wechselrichterdaten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.6 Installationsdatum	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.7 Datum der Inbetriebnahme	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.8 Name des Kunden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.9 Anschrift des Aufstellungsort	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.10 Systementwickler	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
1.11 Name des Unternehmens	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

### Checkliste ist bei EROM zweigeteilt:

- Der überwiegende Teil der Checklisten wird aus den **Normen** abgeleitet.
- Der zweite Teil leitet sich aus der **Betriebserfahrung** ab und wird laufend mit der Relevanz und Fehlerhäufigkeit verifiziert, so dass hier unabhängig von bestehenden Normen schnell auf neue Änderungen reagiert werden kann.

# 6. Dokumentation und Reporting

## Lebenslaufakte als zentraler Dokumentationsort



### Anforderungen an Lebenslaufakten

- Bedarfsgerechter Informationszugriff
- Ganzheitlich
- Vollständig
- Langlebig (analog /digital)
- Standardisiert
- Offen zugänglich
- Datenschutz / Datensicherheit

# 7. Aufgaben und Fristen der TBF

## Intervalle und Fristen

Die Prüfkriterien und Prüffristen für die gesamte Anlage werden in den Normen des Verbands Deutscher Elektrotechnik VDE 0105-100, VDE 0100-600 und VDE 0126-23 zusammengefasst. Nach diesen Kriterien ist jede Solaranlage alle **vier Jahre** vollständig zu prüfen.

Komponente	Leistungsbeschreibung	Turnus
Module	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sichtprüfung auf Beschädigungen und Verunreinigungen an und auf den Modulen</li><li>- Sichtprüfung der Anschlussdosen und -kabel, der Steckverbinder sowie der Modulbefestigung</li><li>- Prüfung der Kabelbefestigung (Kabelbinder, etc.)</li><li>- Sichtprüfung (Stichprobe) Diebstahlschutz</li></ul>	Mindestens einmal jährlich
Kabel und Leitungen	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sichtprüfung auf Beschädigungen oder Korrosion der Kabel und der Kabelschutzrohre (soweit einsehbar)</li><li>- Sichtprüfung der Erdungs- und Potentialausgleich-Verbindungen der Komponenten</li><li>- Sichtprüfung der Kabelbeschriftungen auf Lesbarkeit und Befestigung</li></ul>	Mindestens einmal jährlich
Gestelle	<ul style="list-style-type: none"><li>- Sichtprüfung auf sichtbare Beschädigungen oder Korrosion der Unterkonstruktion</li><li>- Stichprobenartige (&lt;1 %) Überprüfung der Schraubverbindungen auf festen Sitz</li><li>- Sichtprüfung auf Erosion an den Rammpeilern</li><li>- Sichtprüfung der Erdungsanlage und des Potentialausgleichs</li><li>- Sichtprüfung Reihenbeschriftung</li></ul>	Mindestens einmal jährlich

- Fristen kommen hauptsächlich aus Normen, d.h. Herstellervorgaben, Regelwerken und behördlichen Auflagen
- Insbesondere Einhaltung der Herstellervorgaben relevant für Erhaltung der Ansprüche aus Gewährleistungsrechten und ggf. vereinbarten Garantien
- Fristen-Management wesentlich für effektives Garantie- und Gewährleistungsmanagement
- Strategieabhängig werden je nach Kundenwunsch individuelle Intervalle und Fristen vertraglich definiert

# 8. Inspektion und Begutachtung des Gesamtzustands

Nr.	Komponente	Leistungsbeschreibung	Turnus
3.1	Strang-Wechselrichter (SWR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Allgemeine Funktionsprüfung und Auslesen von Störungsmeldungen (Display)</li> <li>- Prüfung aller elektrischen Verbindungen im AC-Anschlussbereich</li> <li>- Funktionsprüfung des vorhandenen DC-Schalters durch manuelle Betätigung, wenn vom Hersteller vorgegeben</li> <li>- Sichtprüfung der Erdungsanlage und des Potentialausgleichs</li> <li>- Sicht- und Funktionsprüfung der Überspannungsschutzgeräte</li> <li>- Prüfen der Markierung auf Lesbarkeit und Befestigung</li> <li>- Prüfung der Standfestigkeit/Aufhängung</li> <li>- Wartung nach Herstellerangaben</li> </ul>	Mindestens einmal jährlich
3.1 a	Zentral-Wechselrichter (ZWR)	<p>Wenn Zentralwechselrichter verbaut worden sind und die Wartung durch eigenes Personal ausgeführt werden kann, dann beinhaltet diese Option alle oben genannten Punkte und zusätzlich:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reinigung und Jahreswartung nach Herstellervorgaben</li> <li>- Austausch / Reinigung aller Luftfilter</li> <li>- Sichtprüfung und Reinigung der Station</li> <li>- Sichtprüfung Kabelkeller</li> <li>- Thermografische oder visuelle Untersuchung der Klemmverbindungen</li> </ul>	Jährlich
3.2	Kommunikation	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sichtprüfung der Kommunikationskomponenten auf starke Verschmutzung oder Beschädigung</li> <li>- Überprüfung auf Schmor- und Schmauchstellen</li> <li>- Prüfung der Schraubverbindungen (Korrosion, Beschädigung, fester Sitz der Schraubverbindungen)</li> <li>- Funktionstest (Stichprobe)</li> <li>- Überprüfung der USV-Anlage</li> </ul>	Jährlich
3.3	Überwachungstechnik	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung und Reinigung der Funktion der Wind- und Einstrahlungssensoren (inkl. Befestigung, Kabelanschlüsse)</li> <li>- Sichtprüfung der Hardware auf lose Kabel, Verunreinigung und Beschädigungen</li> <li>- Funktionskontrolle Rundsteuerempfänger, Anlagenregelung</li> <li>- Überprüfung der USV-Anlage</li> </ul>	Jährlich
3.4	Sensor-Kalibrierung	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kalibrieren der Einstrahlungssensoren nach Herstellervorgaben</li> </ul>	alle 2 Jahre

Beispiel



# 9. Wiederkehrende Prüfungen

## Prüfbereiche und regelmäßige Intervalle

1. Betriebsmittel (v.a. Wechselrichter): Intervall nach Herstellervorgaben

Prüfungen	Intervall
Pyranometer Kalibrierung	Alle 2 Jahre
DGUV V3 NS-Seitig	Alle 4 Jahre
MS-Mantelprüfung	Alle 4 Jahre
Schutzprüfung	Alle 4 Jahre
Trafoprüfung	Alle 4 Jahre
MS-Prüfung	Alle 4 Jahre
Traforeinigung	Jährlich

Beispiel

2. DGUV V3 (Intervall je aktuellem Prüfbericht)
3. Schutzprüfung (Intervall je aktuellem Prüfbericht, d.h. ggf. < 4 Jahre)
4. „balance of plant“ (z.B. Feuerlöscher, Warnschilder, Löschteich)
5. Auflagen Naturschutz und Vorgaben für die regelmäßige Mahd

# 9. Wiederkehrende Prüfungen

## Betriebsmittel Regelwartung (Bsp. Checkliste gem. Vorgabe EROM)

### Checkliste

für wiederkehrende Prüfungen/Wartungen an PV-Anlagen

#### 4) Unterkonstruktion

	I.O.	n.I.O	entfällt
4.1 Rammfundamente / Sockel	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.2 Beschädigungen / Verformungen	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.3 Stichprobenweise Festigkeit/Drehmomente nach Herstellervorgaben	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.4 Modultischerdungsbrücken	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.5 Modultischbeschriftung angebracht	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.6 Modulreihenbeschriftung angebracht	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.7 UV-Schutzrohre zwischen den Modultischen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.8 Kantenschutz angebracht	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.9 Kabelverlegung /-befestigung	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10 PA/Erdung Zuleitung auf UK	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10.1 Klemmstellen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10.2 Verschraubungen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.10.3 Messung PA/Erdung (Soll < 1 Ohm)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

WRS Reihe/Tisch

ST1	0,56
ST2	0,75
ST3	0,77

Ergebnis: I.O.: bedingt durch die schlechten Verbindungen

Ergebnis: I.O.: bedingt durch die schlechten Verbindungen

Ergebnis: I.O.: bedingt durch die schlechten Verbindungen

verwendetes Messgerät:

Gossen Metrawatt Intro

Messgerät: bspw. Benning PV 1-1 oder Installations tester HAT Combi G3

4.11 UV-Beständigkeit und Festigkeit der verwendeten Kabelbinder

#### Bemerkungen:

zu 4.3 mehrere Schraubverbindungen am R1.03, R1.5 sind Schraubverbindungen locker

zu 4.4 teilweise fehlen die Erdbrücken zwischen den Tischen  
lose Erdverbindungen  
Isolierung von Leitung eingeschnitten  
Schrumpfschlauch fehlt an Kabelschuhen  
nicht fachmännische Erdverbindungen

- Die PVA *sollte* mindestens einmal im Jahr auf sichtbare Schäden und Mängel sowie die Funktion aller sicherheitsrelevanten Einrichtungen kontrolliert werden (Versicherung).
- Dabei werden die auf der PVA vorhandenen und zugänglichen Hauptkomponenten auf ihre Betriebs- und Leistungsfähigkeit überprüft.
- Die Prüfungsergebnisse werden in einem Regelwartungsbericht dokumentiert. Etwaige Verschmutzungen und festgestellte Schäden werden darin – soweit wegen nicht nur unwesentlicher Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit erforderlich dokumentiert.
- Der Regelwartungsbericht soll dem Auftraggeber (idR 14 Tage) nach Durchführung der Sicht- und Funktionskontrolle zugehen.

# 11. Grünpflege und Objektmanagement

## Kostenintensive Vegetationskontrolle

- „Grünpflege“ ist ein wesentlicher und oft unterschätzter Kostentreiber in der Betriebsphase
- Eine der herausforderten Tätigkeiten, da Leistungsumfang sehr heterogen und oft eher lokal und damit schlecht zu bündeln
- Umfang und Arbeitszeiten sind sehr oft durch behördliche Auflagen vorgegeben, z.B. Mahd erst ab 15.07. eines Jahres
- Herausforderung Pflasterabstand, da auch unter den Modulen gemäht werden muss
- Unter Umständen Auflagen zur Entsorgung der Mahd

# 11. Grünpflege und Objektmanagement

## Herausforderung Sicherheit – Buntmetall- und WR-Diebstahl

- Einbau einer Einbruchmeldeanlage (EMA),
- Organisation von Wachschatz und Streifen,
- Übersteigschutz an den Zäunen und/oder Klingeldraht,
- Videoüberwachung,
- Physische Hindernisse als Zufahrtsbeschränkungen (Schranken und Pfosten),
- Verstärkung und Sicherung der Tore,
- (nachträgliche) Neuverschraubung

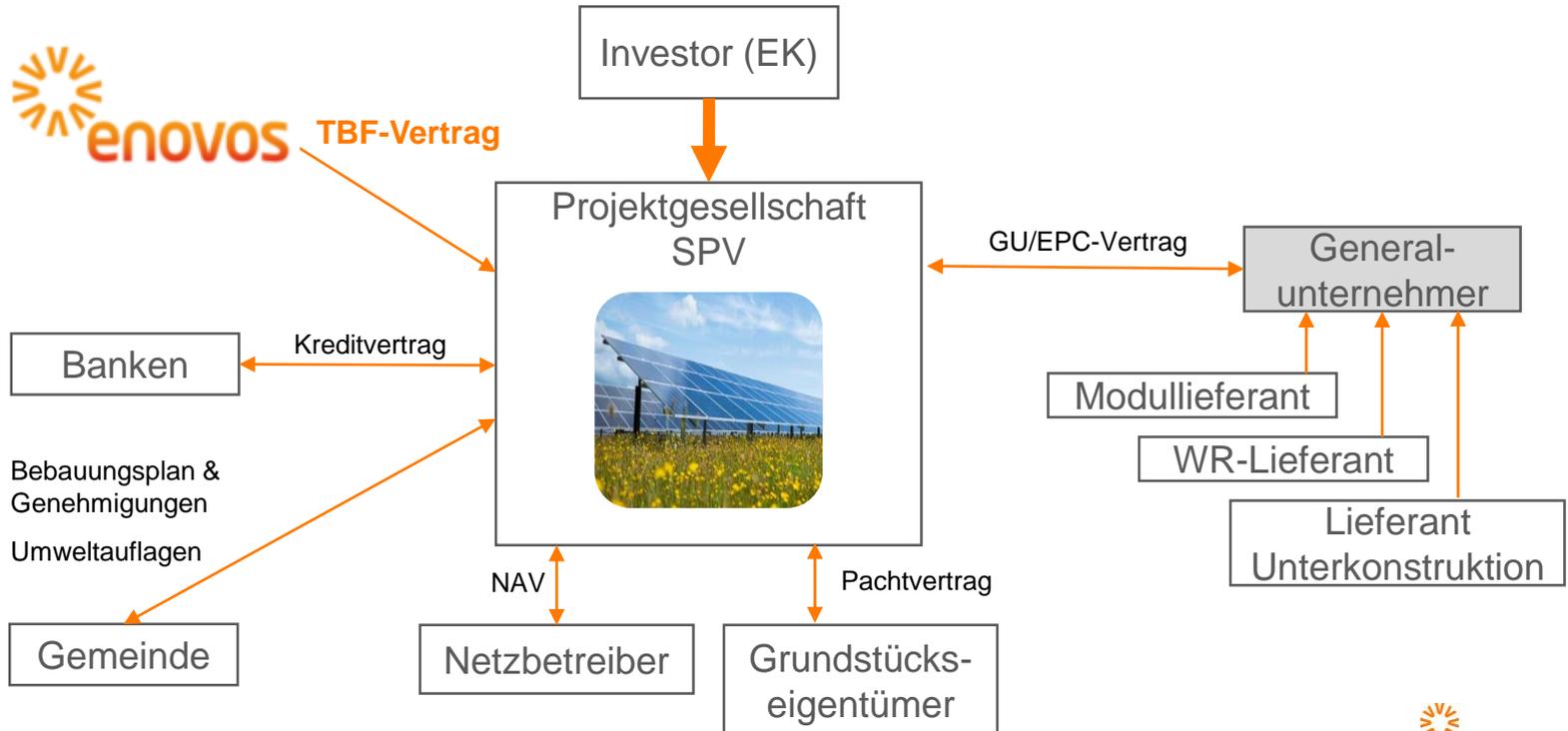
**(Bauliche) Änderungen verursachen zusätzliche Kosten und sind oft abhängig von der Versicherung (trade-off).**

# Aktuelle Entwicklungen / Ideen

- Nutzen der Einstrahlungsdaten der Satelliten = Verzicht auf Pyranometer oder Einstrahlungssensoren
- IR-Aufnahmen ganzer Gebiete mittels Abfliegen
- Verstärkungen der Sicherheitsmaßnahmen (v.a. Zugänglichkeit)
- Unified Monitoringsysteme und CMMS
- Höhere Sicherheitsanforderungen
- Ersatzteilmanagement
- Einbindung BESS O&M

# Also: Vorteile von Anfang an nutzen

O&M Service - unabhängig und professionell:



# Grüne Energie. Denken. Planen. Machen.

Ihr zuverlässiger Partner für die  
technische Betriebsführung.

Jetzt persönliches  
Beratungsgespräch online  
vereinbaren.



Professionell. Preiswert. Zuverlässig.

[enovos.de](https://www.enovos.de)



<https://www.enovos.de/karriere/>

# Backup

# Der Referent

## Werdegang:

- Studierter Wirtschaftsingenieur, TU Darmstadt, Fachrichtungen Energieversorgung/Hochspannungstechnik und Unternehmensführung
- ab 2003 bei der Syna GmbH im Bereich Netzwirtschaft (Netzentgelte, EEG, Regulierung)
- ab 2008 bis 2022 bei der Creos Deutschland GmbH, zuletzt als Leiter Netzwirtschaft (Kapazitäts- und Assetmanagement, Netzleitwarte Gas, Netzzugangsmanagement Strom und Gas, Netzdokumentation, IT-Koordination, Informationssicherheitsbeauftragter)
- von 2019 bis 2022 in Personalunion Geschäftsführer der Creos Deutschland Services GmbH
- seit Anfang 2022 Geschäftsführer der Enovos Renewables O&M GmbH, die wie die beiden vorgenannten Unternehmen zur luxemburgischen Enveco-Gruppe gehört.

## Kontaktdaten:

☎ +49 (0)681 8105 378 oder 📠 +49 (0)175 1825 403 oder ✉ [markus.krampe@enovos.eu](mailto:markus.krampe@enovos.eu)

# Der Referent

## Kontaktdaten:

☎ +49 (0)681 8105 378 oder

📱 +49 (0)175 1825 403 oder

✉ [markus.krampe@enovos.eu](mailto:markus.krampe@enovos.eu)

