



**O&M-gerechte Planung - so ja, so nicht.**  
**Sichere und kostenoptimierte Betriebsführung**  
**(OPEX vs. CAPEX)**  
**Beispiele aus der Praxis**

# Einführung / Hintergrund

- Die „BSW-Fachgruppe Technische Betriebsführung (O&M) von PV-Anlagen“ will mit diesem Hinweispapier **O&M-gerechte Planung zur Reduzierung der O&M-Kosten** Hilfestellung geben, um bereits bei der Planung die Kosten für Betrieb und Wartung zu beachten und zu senken.
- Durch Beispiele aus der Praxis wird dargestellt, wie PV-Anlagen so gestaltet werden können, dass der Aufwand und die damit verbundenen O&M-Kosten von PV-Anlagen reduziert werden kann.
- Dazu werden günstige („so ja“) und ungünstige („so nein“) Anwendungsbeispiele gegenüber gestellt.
- Es geht dabei meist nicht um fehlerhafte, sondern um normgerechte Installationen, die aber für die O&M-Praxis ungünstig sind und die Betriebskosten unnötig erhöhen.

# Kunststoff–Kabelbinder und –Warnschilder (1)

## „UV-Beständigkeit“ vs. lange Standzeiten von PV-Anlagen

So JA



Warnschilder aus Aluminium verwenden und mit Metallkabelbindern oder Zaunbindedraht befestigen. Arbeitskosten bei der Montage sind gleich, Materialkosten etwas höher.

So NEIN



Warnschilder und Kabelbinder aus Kunststoff halten nur wenige Jahre und müssen regelmäßig ersetzt werden.

# Kunststoff-Kabelbinder (2)

## Dauerhafte Verbindung?

So JA

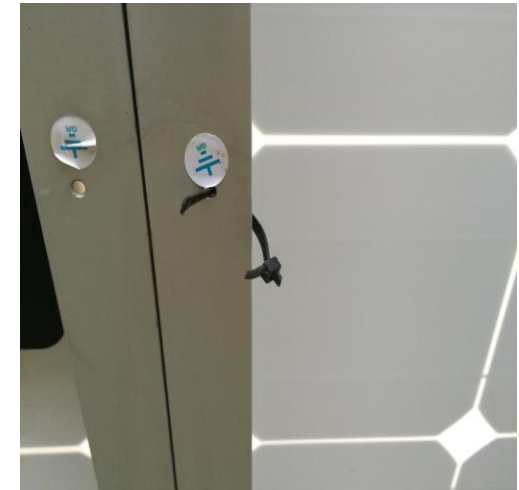


So NEIN



Auch Pfennig-Artikel zu ersetzen kostet.

- Selbst „UV-beständige“ Kabelbinder halten keine 20 Jahre.
- Edelstahlkabelbinder oder Zaunbindendraht halten über die gesamte Standzeit, produzieren weniger Plastikmüll und verhindern, dass der Rasenmäher herunterhängende Kabel aus Versehen abreißt.



Beispiel:  
Eine vorkonfektionierte Schlaufe aus dem Gartenlandschaftsbau.

# Qualitätssicherung während der Bauphase (1)

So JA



Einbauhöhe ist günstig

So NEIN



Türunterkante der Trafostation liegt unter der Gebäudeoberkante.  
Gefahr: Feuchtigkeitseintritt.

# Qualitätssicherung während der Bauphase (2)

So JA



Fehlende Qualitätssicherung während der Bauphase führt unter Umständen zu unsachgemäßen Provisorien, welche erst im Laufe der Jahre als Mangel entdeckt werden. Versteckte Mängel können vorab eliminiert werden oder die Abnahme reibungsloser gestalten.



Ordentlicher Kabelgraben.

So NEIN



Ungeordneter Kabelgraben.  
Zu kurze Strangkabel unsachgemäß für Erdverlegung zur Verlängerung vorbereitet.

# Kostenoptimierte Alarmsysteme

So JA



Kostengünstig errichtete Alarmsysteme sind anfällig für Fehlalarme. Umweltfaktoren wie Wind, Bewuchs, Beweidung oder Wild sind oft die Ursachen für falsche Alarmierungen. Die Kosten für Interventionen und Instandhaltung steigen.



Reißdraht auf stabilem Zaun

So NEIN



Reißdraht auf flexiblem Zaun mit loser Verkabelung zur Abzweigdose

# Auswahl von wartungsfreundlichen Komponenten (1)

## z.B. Niederspannungs-Leistungsschalter

So JA



NS-Schalter von Fa. X können von einem Elektriker ohne Spezial-Werkzeug oder -Software herstellerkonform gewartet werden.

So NEIN



NS-Schalter von Fa. Y erfordern für die herstellerkonforme Wartung eine spezielle Software, welche nur für den Hersteller und wenige speziell geschulte und lizenzierte Servicepartner verfügbar ist. Dadurch wird die Wartung teuer und unflexibel.

# Auswahl von wartungsfreundlichen Komponenten (2)

## Wiederkehrende Prüfungen und Fehlersuche

So JA



Installationen, die Wiederkehrende Prüfungen und Fehlersuche schnell und ohne hohen Zeitaufwand ermöglichen, können erhöhten Aufwand und Kosten vermeiden.



- Mess-Trennklemmen für jeden Strang
- DC-Lasttrennschalter

So NEIN



- Keine geeigneten Trennstellen für die Spannungsmessungen auf Strangebene
- Kein DC-Lasttrennschalter im GAK verbaut

# Auswahl von wartungsfreundlichen Komponenten (3)

## Zugänglichkeit elektrischer Betriebsmittel

So JA



Verteilerboxen, die ohne weiteres für elektrische Laien zugänglich sind, sollten abschließbar sein.

Sonst können Laien wie zum Beispiel ein Rasenmäher an „Elektrische Betriebsmittel“ gelangen und sich verletzen oder die Komponenten manipulieren.



Verteilerbox ist mit Schloss gesichert.

So NEIN



Fernüberwachungs-Box ist öffentlich zugänglich und nicht verschlossen.

# Solar-Dachanlagen (1)

## Erreichbarkeit

So JA



Gut gesicherte, feste Steigleiter mit Rückenschutz ermöglicht sicheren Aufstieg.

So NEIN



Die Module reichen bis zum unteren Rand. Ein sicherer Überstieg ist nicht möglich.

# Solar-Dachanlagen (2)

## Wartungsgänge

Wartungsgänge erleichtern

- Inspektion,
- Fehlersuche und
- Instandsetzung.

Ohne Wartungsgänge müssen:

- mehr Module demontiert werden oder
- mit mobilen Arbeitsplattformen auf den Modulen „Wege“ geschaffen werden.

So JA



So NEIN



# Wechselrichter-Erreichbarkeit (1)

So JA



Für Wartung,  
Fehlersuche und Tausch  
soll die WR-Unterkante  
gut erreichbar sein.

Ansonsten ist ggf. ein  
Gerüst oder eine  
Arbeitsbühne  
erforderlich, das ist  
aufwändig und  
kostenintensiv.



So NEIN



# Wechselrichter-Erreichbarkeit (2)

So JA



So NEIN



# Mahd von Freiflächenanlagen (1)

So JA



Die Unterkonstruktion sollte so ausgeführt werden, dass eine Mahd möglichst großflächig maschinell durchgeführt werden kann.

Handmahd soll möglichst gering gehalten werden.



So NEIN



# Mahd von Freiflächenanlagen (2)

So JA



Höhe Schwenkarmmulcher  
ca. 60 cm

So NEIN



Gestellunterkante zu niedrig  
für effiziente Mähtechnik

## Mahd von Freiflächenanlagen (3) - Hinweise

- Betonfundamente ebenerdig ausführen
- Nach Möglichkeit Gestelltypen ohne Diagonalen auswählen
- Mindesthöhe der Modul- bzw. Gestell-Unterkante beachten => direkter Einfluss auf die Anzahl der notwendigen Mahdgänge pro Jahr und die einsetzbare Mähtechnik
- Leitungen am Tisch dauerhaft hochbinden
- Übergänge von Leitungen in das Erdreich entsprechend schützen, z.B. durch Beton-Formsteine
- Wendebereiche an den Stirnseiten der Tische vorsehen (Abstand zum Zaun)
- Mindestdurchfahrtsbreiten sicherstellen
- Vermeidung von oberirdischen Leitungswegen bzw. Potentialausgleich zwischen den Reihen

# Strangwechselrichterkonzepte

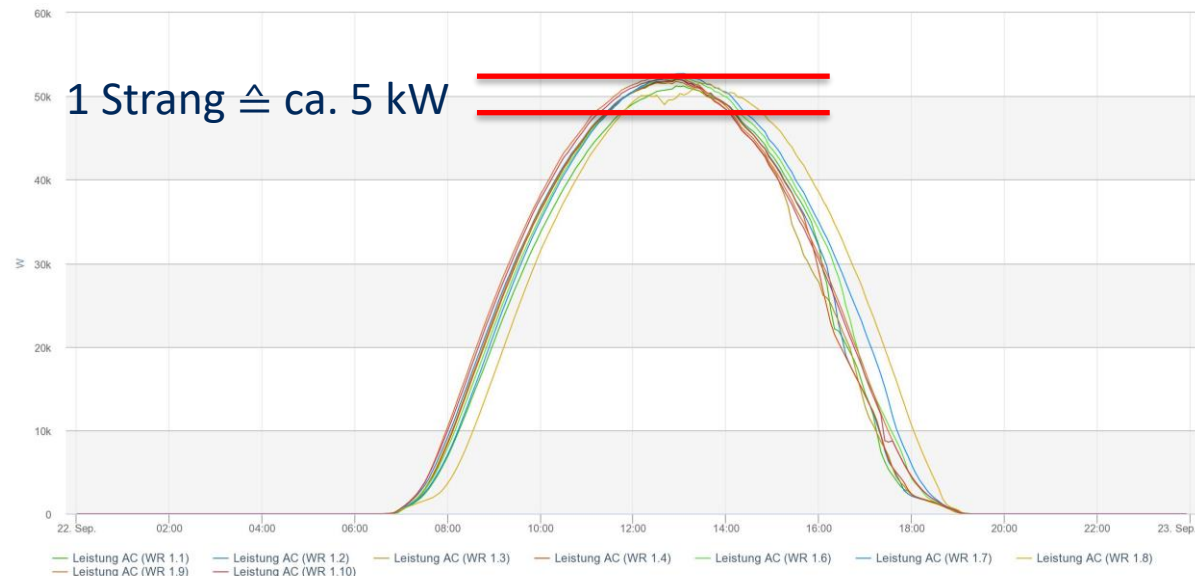
z.B. Ein MPP Tracker bei 60 kW

Je nach Auslegung,  
10-15 Stränge an einen  
MPPT aufgelegt.

Ein Strangausfall führt zu  
6-10% Minderleistung.  
Strangausfall ist von  
Verschattung nicht  
automatisiert zu  
unterscheiden.

Ggf. Einzelstrangmessung  
mit Stromzange während  
Wartung nötig.

So NEIN



# Autoren

## Fachgruppe Betriebsführung von PV-Anlagen

### Sprecher:

**Richard Rath**

Wircon Renewables Services GmbH & Co. KG

### Kontakt:

**Dipl.-Ing Maria Roos**

*Referentin Solartechnik*

**BSW – Bundesverband Solarwirtschaft e. V.**

Lietzenburger Straße 53

10719 Berlin

E-Mail: [roos@bsw-solar.de](mailto:roos@bsw-solar.de)

Tel.: 030 29 777 88 43