

# **Leitfaden elektrotechnische Sicherheitsanforderungen für PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA)**

## **Zweck und Inhalt**

Dieser Leitfaden enthält grundlegende elektrotechnische Sicherheitsvorgaben für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen sowie Anforderungen an Einreichunterlagen, um eine bundeseinheitliche Vorgangsweise für Mindestanforderungen bei der Beurteilung solcher Anlagen zu ermöglichen. Es erfolgt keine Behandlung von Fragestellungen, die nicht auch in elektrotechnischen Normen angesprochen werden.

## **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

BMDW, Stubenring 1, 1010 Wien

Fotonachweis: -

Wien, 2018. Stand: 9. Juni 2021

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Allgemeines / Grundlagen</b>	<b>1</b>
1.1	Anwendungsbereich / Inhalt	1
<b>2</b>	<b>Normative Grundlagen</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen</b>	<b>3</b>
3.1	Allgemeine Anforderungen	3
3.2	Elektrische Schutzmaßnahmen	3
3.2.1	Schutz gegen elektrischen Schlag	3
3.2.2	Schutz gegen thermische Einflüsse	4
3.3	Leerlaufspannung	6
<b>4</b>	<b>Einbindung der PV-Anlage in das Netz</b>	<b>7</b>
4.1	Im direkten Anwendungsbereich der Tor Erzeuger	7
4.2	Sinngemäßer Anwendungsbereich der Tor Erzeuger	8
<b>5</b>	<b>Umgebungsbedingungen</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Überspannungsschutz und Blitzschutz</b>	<b>10</b>
6.1	Erdung, Potenzialausgleich, Überspannungsschutz	10
6.2	Blitzschutz	11
6.2.1	Erfordernis eines Blitzschutzsystems	12
6.2.2	Technische Umsetzung eines Blitzschutzsystems für PV FFA	13
6.2.3	Äußeres Blitzschutzsystem	14
6.2.4	Inneres Blitzschutzsystem	15
6.2.5	Ausführungsbeispiele	16
<b>7</b>	<b>Zusätzliche Sicherheitsanforderungen (Zugänglichkeit, Einsatzkräfte, ...)</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>PV Freiflächenanlagen im Nahbereich von fremden Anlagen</b>	<b>21</b>
<b>9</b>	<b>Blendung</b>	<b>23</b>
<b>10</b>	<b>Spezielle Anlagenausführungen</b>	<b>24</b>
10.1	Agro-PV-Anlagen	24
10.1.1	Allgemeines	24

10.1.2 Umgebungsbedingungen.....	24
10.2 Ausführung auf/als bauliche(n) Anlagen im öffentlichen Raum .....	25
10.2.1 Allgemeines .....	25
10.2.2 Umgebungsbedingungen.....	25
10.2.3 Blitzschutz.....	26
10.3 Spezielle Anforderungen für Deponie-PV-Anlagen .....	26
10.3.1 Deponien .....	26
10.3.2 Zu berücksichtigende Punkte .....	27
10.3.3 Technische Anforderungen .....	29
10.3.4 Notwendige technische Unterlagen.....	29
10.4 Spezielle Anforderungen für Floating-PV-Anlagen.....	30
10.4.1 Allgemeines .....	30
10.4.2 Auswahl der Betriebsmittel.....	31
10.4.3 Elektrische Schutzmaßnahmen, Schutzpotenzialausgleich .....	32
10.4.4 Erdung.....	33
10.4.5 Hochspannungsanlagen.....	33
10.4.6 Wiederkehrende Prüfung.....	34
10.5 Nachgeführte Anlagen.....	34
<b>11 Unterlagen / Einreichunterlagen .....</b>	<b>36</b>
11.1 Allgemeine Angaben.....	36
11.2 Technische Beschreibung .....	36
11.3 Weitere Unterlagen.....	37
11.4 Ergänzende Angaben (sofern gefordert).....	37

# 1 Allgemeines / Grundlagen

## 1.1 Anwendungsbereich / Inhalt

Dieser Leitfaden ist für PV-Freiflächenanlagen mit einer generatorischen Spitzenleistung größer 100 kW peak und einer DC Strings Spannung kleiner 1500 V anwendbar. Unter dem Begriff PV Freiflächenanlage (PV FFA) wird eine Photovoltaikanlage verstanden, die nicht auf einem Gebäude oder auf einer baulichen Anlage, die zu einem anderen Zweck als der Nutzung von Solarenergie errichtet wurde, situiert ist. Anlagen dieser Größe sind in allen Ländern gemäß den einschlägigen landesgesetzlichen Vorschriften, insbesondere den Ausführungsgesetzen der Länder zum ElWOG, genehmigungspflichtig. Die Leistungsgrenzen gemäß der jeweiligen Elektrizitätswesengesetze sind unterschiedlich geregelt:

Bgld:	ab 100kW anzeigepflichtig, ab 500kW bewilligungspflichtig
Sbg:	ab 100kW anzeigepflichtig, ab 500kW bewilligungspflichtig
Stmk:	ab 200kW bewilligungspflichtig
Tirol:	25kW bis 250kW anzeigepflichtig, ab 250kW bewilligungspflichtig
OÖ:	ab 400kW bewilligungspflichtig
Vbg:	PV ab 500kW bewilligungspflichtig
Wien:	50 bis 100kW vereinfachtes Verfahren, ab 100kW bewilligungspflichtig
NÖ:	ab 200kW bewilligungspflichtig
Ktn:	ab 5kW, bis 500kW vereinfachtes Verfahren

Technische und organisatorische Regeln für Betreiber und Benutzer von Netzen (TOR), zu finden im Internetauftritt der E-Control, sind unabhängig von den in diesem Leitfaden enthaltenen Empfehlungen einzuhalten. Diese sind üblicherweise als technisches Regelwerk im Netzanschlussvertrag im Rahmen von Allgemeinen Vertragsbedingungen für die Betreiber von Verteiler- oder Übertragungsnetzen zwischen Netzbetreiber und Netznutzer vereinbart. Die Abgrenzung / Schnittstelle der PV-Anlage gegenüber dem Verteilernetz ist der Übergabepunkt bzw. der Zählpunkt gemäß Netzanschlussvertrag oder sonstiger Vereinbarung mit dem Netzbetreiber.

Als einer der wichtigsten Punkte für PV Freiflächenanlagen wird seitens der Experten angesehen, dass die nicht aktiven Teile der Anlage (Tragkonstruktionen, Aufständungen) mit einem ausreichend dimensionierten und mechanisch robusten Schutzpotentialausgleich versehen sind. Da die Möglichkeit der mechanischen Beschädigung und von Korrosion evident ist, ist der Schutzpotentialausgleich auch zuverlässig herzustellen (in diesem Zusammenhang erscheint z.B. die Verbindungen zumindest an zwei Stellen der Aufständungen anzubringen, empfehlenswert).

## 2 Normative Grundlagen

Elektrotechnische Sicherheitsvorschriften:

OVE E 8101:2019-01-01, OVE E 8101/AC1:2020-05-01, OVE E 8120:2017-07-01,  
OVE-Richtlinie R 11-1:2013-03-01, OVE-Richtlinie R 1000-3:2019-01-01,  
ÖVE/ÖNORM EN 62305-3:2012-07-01, ÖVE/ÖNORM EN 62305-4:2012-07-01,  
ÖVE/ÖNORM EN 61936-1:2015-01-01, OVE EN 61936-1/AC:2017-08-01,  
ÖVE/ÖNORM EN 50522:2011-12-01, OVE Richtlinie R 1000-2: 2019-01-01, ...)

Weitere normativ beachtliche Grundlagen:

ÖVE/ÖNORM EN 62305-1, ÖVE/ÖNORM EN 62305-2, ÖVE/ÖNORM EN 62561 Reihe,  
OVE-Richtlinie R 6-2-1, OVE-Richtlinie R 6-2-2, ÖVE/ÖNORM EN 62271-Reihe, OVE-  
Richtlinie R 20, ...

# 3 Schutzmaßnahmen und Schutzvorkehrungen

## 3.1 Allgemeine Anforderungen

Gemäß ÖVE/ÖNORM EN 50110-1, 4.3.1 muss jede elektrische Anlage (so auch eine PV FFA) unter der Verantwortung einer Person, des Anlagenbetreibers, stehen. Der Anlagenbetreiber wird in ÖVE/ÖNORM EN 50110-1, 3.2.1 als

*Person mit der Gesamtverantwortung für den sicheren Betrieb der elektrischen Anlage, die Regeln und Randbedingungen der Organisation vorgibt.*

*ANMERKUNG 1 zum Begriff: Diese Person kann der Eigentümer, Unternehmer, Besitzer oder eine benannte Person sein, die die Unternehmerpflichten wahrnimmt.*

*ANMERKUNG 2 zum Begriff: Erforderlichenfalls können einige mit dieser Verantwortung einhergehende Verpflichtungen auf andere Personen übertragen werden. Bei umfangreichen oder komplexen Anlagen kann diese Zuständigkeit auch für Teilanlagen übertragen sein (siehe auch 4.3).*

definiert.

## 3.2 Elektrische Schutzmaßnahmen

Elektrische Schutzmaßnahmen sind grundsätzlich entsprechend den Anforderungen von OVE E8101 auszuführen.

### 3.2.1 Schutz gegen elektrischen Schlag

Als Schutzmaßnahme gegen elektrischen Schlag wird für die AC-Seite auf OVE E8101, Teil4-41 hingewiesen, wobei in den meisten Fällen Nullung zur Anwendung gelangt. Auf der DC-Seite wird bei gegenständlichen Anlagen doppelte oder verstärkte Isolierung (Schutzisolierung) ausgeführt.

### 3.2.2 Schutz gegen thermische Einflüsse

Bei gegen Erde isolierten Systemen ist nicht von einer idealen Isolation auszugehen, sondern ist diese mit Leckströmen behaftet. Der Zusammenhang der PV Systemspannung und dem Leckstrom ist durch den Isolationswiderstand der Anlage gegeben. Der Isolationswiderstand einer PV-Anlage wird durch folgende Einflussfaktoren bestimmt:

- Generatorgröße  
(ÖVE/ÖNORM EN 61215 und ÖVE/ÖNORM EN 61646: der gemessene Isolationswiderstand für die PV-Module multipliziert mit der Modulfläche darf nicht kleiner als  $40\text{M}\Omega \text{ m}^2$  sein)
- Technologie der Module (Polykristallin, Dünnschicht)
- Umgebungsbedingungen (Witterung, Temperatur)
- Topologie der Anlage
- Betriebszustand (Tag oder Nacht)

Sämtliche Komponenten der PV Anlage (Module, Stecker, Kabel, etc.) tragen zum Isolationswiderstand bei und ist dieser Alterungseffekten unterzogen. Der Isolationswiderstand ist somit zeitlich nicht konstant.

In ÖVE/ÖNORM EN 61557-8 findet sich als Referenz, dass unter ungünstigen Bedingungen in PV-Anlagen von ungefähr 1 MW peak der gemessene Isolationswiderstand bei  $\geq 1 \text{ k}\Omega$  und in PV-Anlagen von ungefähr 100 kW peak der gemessene Isolationswiderstand  $\geq 100 \text{ k}\Omega$  liegt. Unter günstigen Bedingungen liegt der Wert des Isolationswiderstandes zwischen dem 10-fachen und dem 100-fachen des Wertes bei ungünstigen Bedingungen.

In IEC 62548 sind zulässige Werte des Isolationswiderstandes in Abhängigkeit vom PV-Array [kW] in Tabelle 2 angegeben.

**Table 2 – Minimum insulation resistance thresholds for detection of failure of insulation to earth**

<b>PV array rating</b> kW	<b>R limit</b> k $\Omega$
$\leq 20$	30
$> 20 \text{ and } \leq 30$	20
$> 30 \text{ and } \leq 50$	15
$> 50 \text{ and } \leq 100$	10
$> 100 \text{ and } \leq 200$	7
$> 200 \text{ and } \leq 400$	4
$> 400 \text{ and } \leq 500$	2
$> 500$	1



Es findet sich jedoch auch der Hinweis, dass die Einstellung des Ansprechwertes einer Isolationsüberwachung bei größeren als den angeführten Werten vorgenommen werden soll.

ÖVE/ÖNORM EN 62109-2 fordert einen Isolationswiderstand größer als  $R = U_{MAX} / 30 \text{ mA}$ . Bei 1000 Vdc ergibt sich demnach ein Isolationswiderstand von mind. 33.3 k $\Omega$ , bei 1500 Vdc ein Isolationswiderstand von mind. 50 k $\Omega$ .

Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMD) müssen gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61557-8 ausgewählt werden. Wenn die Isolationsüberwachungseinrichtung ein integrierter Bestandteil des PCE (IMF) ist, hat die Funktion der Isolationsüberwachung in Übereinstimmung mit ÖVE/ÖNORM EN 62109-2 oder ÖVE/ÖNORM EN 61557-8 zu sein. In PV-Generatorfeldern über 100 kWp wird eine automatische Einrichtung zur Isolationsfehlersuche gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61557-9 empfohlen.

Die im WR integrierte Isolationsüberwachungsfunktion (IMF) überprüft den Isolationswiderstand in der Regel bevor der Betrieb startet. Ein (externes) Isolationsüberwachungsgerät überwacht kontinuierlich (dauernd) den Isolationswiderstand. Der Ansprechwert ist jeweils (gesichert) einstellbar.

In Bezug auf die Anwendung von Schutzvorkehrungen gegen Auswirkungen von Isolationsfehlern ist in Bezug auf die Erdungsverhältnisse im PV System zu unterscheiden:

- Systeme ohne mindestens einer einfachen Trennung zwischen DC- und AC-Seite innerhalb des PV-Wechselrichters oder PCE bzw. auf der AC-Seite (d.h. ohne galvanische Trennung durch einen Transformator)
- Systeme mit einfacher Trennung auf der DC-Seite von PV-Wechselrichtern oder auf der AC-Seite (d.h. mit galvanischer Trennung durch einen Transformator)
- Systeme mit Funktionserdung auf der DC Seite (und einfacher Trennung)

Bei Systemen ohne galvanische Trennung müssen die spannungsführenden Teile der DC-Seite der PV-Anlage jedenfalls isoliert betrieben werden. Eine Funktionserdung eines aktiven Leiters auf der DC-Seite ist nicht zulässig. Im Fall eines Isolationsfehlers auf der DC-Seite muss das PCE herunterfahren und entweder das PCE automatisch von der AC-Seite getrennt werden oder der fehlerhafte Teil des PV-Generatorfeldes automatisch vom PCE getrennt werden. Die Trennfunktion kann vom PCE oder durch einen Fehlerstromschutzschalter Typ B (außer Typ B lt. PCE Hersteller nicht erforderlich) bereitgestellt werden.

Bei Systemen mit galvanischer Trennung und isoliertem Betrieb der spannungsführenden Teile der DC-Seite der PV-Anlage muss eine Isolationsüberwachungseinrichtung (IMD) installiert werden, um den Isolationszustand auf der DC-Seite fortlaufend zu prüfen. Isolationsüberwachungseinrichtungen (IMD) gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61557-8 erfüllen diese Funktion bzw. darf diese auch im PCE integriert sein (PV-IMF gemäß ÖVE/ÖNORM EN 61557-8:2016 Anhang D).

Bei Systemen mit galvanischer Trennung und Verbindung eines aktiven Leiters auf der DC-Seite innerhalb eines PCE mit Erde muss eine Schutzvorkehrung vorgesehen werden, die im Falle eines Isolationsfehlers des zweiten aktiven Leiters gegen Erde eine Unterbrechung des Fehlerstroms sicherstellt. Die Anlagenverbindung zur Erde wird bei einem Erdschluss an der Anlage geöffnet, der Fehlerstrom unterbrochen und das System isoliert betrieben. Die automatische Trenneinrichtung muss in Reihe mit dem Funktionserdungsleiter angeschlossen und entsprechend bemessen sein.

Jedenfalls ist die Unterschreitung der Ansprechwerte der Schutzvorkehrungen zu signalisieren. Es ist daher eine zuverlässige Fehlermeldung an den Betreiber erforderlich. Ein angezeigter Fehler ist innerhalb kürzest möglicher Zeit zu beheben. Gegebenenfalls kann es auch notwendig sein, den Fehler vor Ort optisch und/oder akustisch anzuzeigen.

### 3.3 Leerlaufspannung

Die Leerlaufspannung eines PV Moduls ist abhängig von der Umgebungstemperatur und dem Temperaturkoeffizienten. Grundsätzlich gilt, dass eine niedrigere Umgebungstemperatur höhere Leerlaufspannung bewirkt (negativer Temperaturkoeffizient). Während der Temperaturkoeffizient dem Datenblatt des Moduls entnommen werden kann, entfacht die für den Errichtungsort der PV FFA zu erwartende minimale Umgebungstemperatur des Öfteren Diskussionen.

Für die Ermittlung der minimalen Umgebungstemperatur ist eine frei zugängliche Homepage, <http://ashrae-meteo.info/v2.0/> , verfügbar, welche entsprechende weltweite Daten zur Verfügung stellt. Hier wird auf die sogenannte "Extreme Annual Mean Minimum Dry Bulb Temperature" als Minimum-Temperatur referenziert.

Alternativ kann für die exakte Bestimmung der minimalen Umgebungstemperatur ein meteorologisches Gutachten eingeholt werden oder eine Temperatur von  $-20^{\circ}\text{C}$  (ausgenommen alpiner Standorte) konservativ angesetzt werden.

# 4 Einbindung der PV-Anlage in das Netz

Bei der Einbindung der Photovoltaikanlage in ein elektrisches Netz sind Aspekte im Sinne der elektrischen Sicherheit, der Sicherheit und Stabilität des elektrischen Netzes und der Verfügbarkeit des elektrischen Netzes relevant. Aus technischer Sicht kann im Wesentlichen zwischen einer Einspeisung in das öffentliche Verteilnetz (Volleinspeisung oder Überschusseinspeisung) und der direkten Einspeisung der Erzeugungsanlage in eine elektrische Anlage eines Kunden des öffentlichen Netzes (z.B. Direktleitung gemäß El-WOG 2010) unterschieden werden.

Da es schon allein aufgrund der Leistung der Anlagen einer Abstimmung mit dem Netzbetreiber bedarf, ist vom Anlagenerrichter ein Nachweis vorzulegen, dass die Fragen des Netzzutritts mit dem Netzbetreiber geklärt sind. Darin sind auch Belange der allfällig notwendigen Blindleistungskompensation, Leistungssteuerungen und Abschaltmöglichkeiten anzuführen.

## 4.1 Im direkten Anwendungsbereich der Tor Erzeuger

Photovoltaikanlagen mit elektrischen Maximalleistungen (i.d.R. elektrische Engpassleistungen) größer 100 kW und einem Netzanschlusspunkt zwischen der Netzebene 2 (110 kV) und Netz-ebene 7 (0,4 kV) unterliegen dem Anwendungsbereich der TOR Erzeuger Typ A, B oder C. Den im jeweils zutreffenden Teil der TOR Erzeuger angeführten technischen und organisatorischen Mindestanforderungen und den gegebenenfalls von diesen Anforderungen abweichenden oder zusätzlichen Anforderungen der Netzbetreiber sind beim Netzanschluss der Photovoltaikanlagen grundsätzlich Folge zu leisten. Demnach sind die netztechnisch relevanten Punkte des vom Netzbetreiber auf Grund des „Netzanschlussantrags“ erstellten „Netzanschlusskonzepts“ in Bezug auf

- das Verhalten der Stromerzeugungsanlage am Netz (Frequenzhaltung, Robustheit und dynamische Netzstützung, Spannungshaltung, Netzmanagement und Systemschutz, Synchronisation und Netzwiederaufbau, Datenaustausch) UND
- der Ausführung der Anlage und dem Schutz (Primärtechnik, Sekundärtechnik, Schutzeinrichtungen und Netzentkopplungsschutz)

bereits in der Projektierung zu berücksichtigen und während des Betriebs der PV-Anlage einzuhalten.

## 4.2 Sinngemäßer Anwendungsbereich der Tor Erzeuger

Photovoltaikanlagen welche direkt in eine elektrische Anlage eines Kunden einspeisen und keinen eigenen Anschluss am öffentlichen Verteilnetz haben (z.B. Eigenbedarfsversorgung in einem Kraftwerk, direkte Versorgung eines Gewerbebetriebs, etc.), unterliegen dem Anwendungsbereich der TOR Erzeuger sinngemäß. Aus technischer Sicht sind die Anforderungen der TOR Erzeuger auch bei direkter Einspeisung in elektrische Anlagen eines Kunden des öffentlichen Verteilnetzes insoweit zu berücksichtigen, dass am Netzübergabepunkt keine unzulässigen Netzrückwirkungen durch die Photovoltaikanlage erfolgen können. Eine diesbezügliche Festlegung ist auch in den TOR enthalten. Eine Stellungnahme des Netzbetreibers, über welche die elektrische Anlage des Kunden versorgt wird, ist demnach einzuholen und ist etwaigen Forderungen des Netzbetreibers Folge zu leisten.

Die Merkmale der jeweiligen Spannung gemäß der ÖVE/ÖNORM EN 60038 „CENELEC-Normspannungen“ bzw. sinngemäß der OVE EN 50160 „Merkmale der Spannungen in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen“ sind im Netz des Kunden, welcher durch die Photovoltaikanlage versorgt wird, einzuhalten. Diesbezügliche Regelungsparameter sind zwischen dem Betreiber der Photovoltaikanlage und der elektrischen Anlage abzustimmen und in der Anlagendokumentation festzuhalten. Die Schutzeinrichtungen sind derart auszuführen, dass es im Falle einer unzulässigen Spannungs-abweichung zu einer automatischen Trennung der Erzeugungsanlage vom Netz des Kunden kommt.

Die Übergabestelle zwischen der Photovoltaikanlage und der elektrischen Anlage des Kunden ist derart auszuführen, dass zwischen der Photovoltaikanlage und dem Netz des Kunden eine Trennstelle vorhanden ist. Diese Trennstelle muss sowohl vom Betreiber der Photovoltaikanlage als auch vom Betreiber der elektrischen Anlage zu betätigen sein und muss die Einhaltung der fünf Sicherheitsregel gemäß § 12 ESV 2012 möglich sein.

Die elektrische Anlage des Kunden des öffentlichen Verteilernetzes, in welche die PV-Anlage einspeist, ist derart auszuführen, dass ein sicherer Betrieb der elektrischen Anlage in Anbetracht der Erhöhung der Kurzschlussleistung möglich ist.

Die schriftliche Regelung der Betriebsführung und die Festlegung deren Grenzen ist erforderlich.

# 5 Umgebungsbedingungen

Die äußeren Einflüsse (Umgebungseinflüsse) sind gemäß OVE E8101 sowohl bei der Planung der Anlage als auch bei der Auswahl der einzelnen Betriebsmittel zu berücksichtigen. In Bezug auf PV Freiflächenanlagen wird diesbezüglich insbesondere auf die Einwirkung von Temperatur, Feuchtigkeit, mechanischen Beanspruchungen, Verschmutzung etc. hingewiesen.

OVE 8101, 512.2 legt diesbezüglich fest (Äußere Einflüsse)

Elektrische Betriebsmittel müssen unter Berücksichtigung der äußeren Einflüsse, die charakteristisch für ihren Aufstellungs- oder Anwendungsort sind, und der Beanspruchungen, denen sie ausgesetzt sind, so ausgewählt und montiert werden, dass ihr ordnungsgemäßer Betrieb und die Wirksamkeit der geforderten Schutzart sichergestellt sind.

Betriebsmittel, die auf Grund ihrer Bauweise den Bedingungen des Aufstellungs- oder Anwendungsorts nicht entsprechen, dürfen dennoch verwendet werden, wenn sie beim Errichten der elektrischen Anlage mit einem geeigneten Schutz vor diesen Beanspruchungen versehen werden. Dieser darf den einwandfreien Betrieb der so geschützten Betriebsmittel nicht unzulässig beeinträchtigen.

Für die Auslegung der mechanischen Festigkeit der Befestigungen der Module an Tragkonstruktionen oder Fundamenten (z.B. gegen Einwirkungen von Wind- und Schneelasten, Kälte- und Wärmedehnungen) sind die jeweils zutreffenden Bestimmungen maßgebend. Diese sind z.B. ÖNORM B 1991-1-1, ÖNORM B 1991-1-3, ÖNORM EN 1991-1-4, ÖNORM M 7778 sowie sonstige bautechnische Bestimmungen.

# 6 Überspannungsschutz und Blitzschutz

## 6.1 Erdung, Potenzialausgleich, Überspannungsschutz

Erdung, Potentialausgleich und Maßnahmen des Überspannungsschutzes sind in OVE E8101 für PV Freiflächenanlagen gefordert (unabhängig von der geplanten Errichtung eines Blitzschutzsystems).

Gleichzeitig berührbare Körper der PV FFA müssen mit demselben Schutzerdungssystem einzeln, in Gruppen oder gemeinsam verbunden werden. Erdfähige Teile der Konstruktion, z.B. Rammpfähle sind in das Erdungssystem einzubinden.

Die metallischen, betriebsmäßig nicht stromführenden Teile der PV-Anlage (Montagegestell, Tragsysteme, u. dgl.) müssen mit Schutzpotentialausgleichsleitern untereinander und auf möglichst kurzem Weg mit der Hauptpotentialausgleichsschiene verbunden werden. Gleichzeitig berührbare Metallteile müssen jedenfalls gemäß den Bedingungen eines zusätzlichen Schutzpotentialausgleich verbunden sein.

Bei größeren Anlagen dürfen auch mehrere verbundene Haupterdungs- bzw. Potentialausgleichsschienen ausgeführt werden. Es dürfen mehrere leitfähige Teile, die in den Schutzpotentialausgleich einbezogen werden müssen, über einen Schutzpotentialausgleichsleiter miteinander und mit der Haupterdungsschiene/Potentialausgleichsschiene verbunden werden.

Die genannten Verbindungen müssen mit entsprechendem Querschnitt, dauerhaft und zuverlässig in Bezug auf die zu erwartenden Beanspruchungen hergestellt werden.

Erdungsanlagen sind entsprechend OVE E8101, 542 herzustellen. Sofern die Einspeisung der PV FFA in ein Hochspannungsnetz erfolgt, müssen für den Fall eines Fehlers zwischen der Hochspannungsanlage und Erde Schutzmaßnahmen gemäß OVE E8101, 442 und ÖVE/ÖNORM EN 50522 vorgesehen werden.

OVE E8101, 443.1 beschreibt die Anforderungen für den Schutz elektrischer Anlagen bei transienten Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse, die über das Stromver-

sorgungsnetz übertragen werden (indirekte Blitzeinwirkungen) inklusive direkter Blitzeinschläge in das Versorgungssystem und bei transienten Überspannungen infolge von Schaltvorgängen. Grundsätzlich ist der Personenschutz wie der Sachwertschutz beachtlich.

Durch die Installation von SPDs (SPD - Surge Protective Device, Überspannungs-Schutzgeräte) soll zum Schutz bei transienten Überspannungen eine Spannungsbegrenzung entsprechend der Isolationskoordination sichergestellt werden. SPDs gegen indirekte Blitzeinwirkungen sind in jeder Verbraucheranlage zu installieren, somit ist zumindest ein zentraler AC seitiger Überspannungsschutz für PV FFA vorzusehen. Hinsichtlich Auswahl und Installation von SPDs für PV-Anlagen wird in OVE E8101, 712.534 auf OVE-Richtlinie R 6-2-2 verwiesen. Auch für PV Freiflächenanlagen sind somit grundsätzliche Überlegungen zum Thema Überspannungsschutz anzustellen und ist ein Überspannungsschutzkonzept zu erstellen, worin zumindest der Schutz bei indirekter Blitzwirkung sowie bei direkten Blitzeinschlägen Berücksichtigung findet.

Die Installation von zusätzlichen SPDs auch für Telekommunikationsleitungen wird empfohlen.

## 6.2 Blitzschutz

Schäden in PV FFA können durch die Wirkung eines direkten Blitzeinschlages bzw. durch induktiv oder kapazitiv eingekoppelte Spannungen verursacht werden. Neben den zu erwartenden wirtschaftlichen Schäden für Maßnahmen der Instandsetzung sowie dem Ertragsverlust durch möglichen Ausfall von zumindest Teilen der PV FFA kann jedenfalls von einer Reduktion der Verfügbarkeit als Stromerzeugungsanlage über die Lebensdauer ausgegangen werden.

Schäden durch Blitzschlag können an PV-Modulen, Wechselrichtern, der Anschlussanlage oder deren Überwachungs- und Kommunikationssystemen erwartet werden. Da Freiflächenanlagen Gegenstand der Betrachtung sind, muss eine mögliche Beeinträchtigung eines Gebäudes, auf dem die Anlage errichtet wird, nicht berücksichtigt werden und stellt somit die PV Anlage selbst das zu schützende Objekt dar.

Die Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines schadbringenden Ereignisses kann z.B. an Hand der ÖVE/ÖNORM EN 62305-2 ermittelt werden bzw. kann nach dieser Norm auch - sofern durch Materiengesetze legitimiert - die Notwendigkeit eines Blitzschutzes ermittelt werden.

### **6.2.1 Erfordernis eines Blitzschutzsystems**

Während die technische Umsetzung bzw. die Qualität eines erforderlichen Blitzschutzsystems in technischen Normen geregelt wird, sollte die prinzipielle Notwendigkeit ein Objekt mit Blitzschutz auszustatten bzw. unter welchen Bedingungen diese Notwendigkeit besteht, in öffentlich-rechtlichen Normen (Gesetze, Verordnungen, ...) geregelt sein (das betrifft die Frage, ob der Gesetzgeber die Errichtung eines Blitzschutzsystems vorgibt und somit ein Blitzschutzsystem errichtet werden muss).

Die Errichtung von PV FFA gegenständlicher Generatorleistung wird insbesondere länderbezogen in den Ausführungsgesetzen zum EIWOG geregelt. Aus diesen gesetzlichen Bestimmungen lässt sich grundsätzlich keine direkte Verpflichtung zur Herstellung eines Blitzschutzsystems für PV FFA (Sachwertschutz) ableiten.

In diesem Zusammenhang wird jedoch auch darauf hingewiesen, dass durch die Errichtung von Blitzschutzsystemen die Verfügbarkeit bzw. Ausfallsicherheit der PV FFA erhöht wird und daher je nach Zweck und Versorgungsrelevanz der PV-Anlage im konkreten Einzelfall die Errichtung eines Blitzschutzsystems als erforderlich erachtet werden kann

Des Weiteren soll auch klargestellt werden, dass die Festlegung der in Österreich gem. ETV 2020 für verbindlich erklärten OVE Richtlinie R 1000-2, in dem Sinn zu verstehen ist, dass diese Richtlinie nicht als Entscheidungsgrundlage dient, ob ein Blitzschutzsystem erforderlich ist, sondern nur die Ausführung desselben regelt, wenn tatsächlich ein Blitzschutzsystem errichtet wird. Dieses kann dann als dem Stand der Technik entsprechend angesehen werden, wenn dessen Errichtung in einer Mindest-Blitzschutzklasse gemäß Anhang A der OVE Richtlinie R 1000-2 erfolgt.

Durch OVE E 8101 wird ein Überspannungsschutzkonzept für die PV Freiflächenanlage gefordert (siehe auch Punkt 6.1). Es ist daher vom Anlagenerrichter ein abgestimmtes Blitz- und Überspannungsschutzkonzept z.B. unter Beachtung der in diesem Kapitel enthaltenen Lösungsansätze zu erstellen.

In Bezug auf den Arbeitnehmerschutz, siehe diesbezüglich §15 ESV 2012, wird festgehalten, dass in der Formulierung vornehmlich von Gebäuden gesprochen wird (siehe auch Interpretation laut Einführungserlass des BMASK aus dem Jahr 2013) und somit die Notwendigkeit eines Blitzschutzsystems für PV FFA nur bei begründeten Ausnahmefällen argumentiert werden kann. Die Personensicherheit ist durch den Arbeitgeber in Analogie zu Tätigkeiten im Freien durch organisatorische Maßnahmen zu gewährleisten.



Im Hinblick auf Personen, die sich im Bereich einer PV FFA bei Blitzgefährdung aufhalten, soll angemerkt werden, dass durch die PV FFA die Personengefährdung nicht erhöht wird (bei Gewitter-aktivität ist im Freien grundsätzlich von einer Gefährdungssituation auszugehen). Besondere Überlegungen im Sinne der ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, §8 wären hinsichtlich Berührungs- und Schrittspannungen zu führen, sofern die PV FFA nicht in einem abgegrenzten Bereich mit beschränkter Zugänglichkeit errichtet wird.

Neben öffentlich-rechtlichen Vorgaben kann die Notwendigkeit eines Blitzschutzsystems auch aus privatrechtlichen Übereinkünften entstehen (z.B. Versicherungsverträgen, Förderungsbedingungen, Bedingungen zum Netzzugang, etc.)

### **6.2.2 Technische Umsetzung eines Blitzschutzsystems für PV FFA**

Ein Blitzschutzsystem besteht gemäß ÖVE/ÖNORM EN 62305 aus einem blitzstromtragfähigen Erdungssystem, einem Potentialausgleichssystem und einem Ableitungssystem sowie allfällig notwendigen Fangeinrichtungen.

In der Planungsphase des Blitzschutzsystems der PV Freiflächenanlage ist der Umfang des zu schützenden Objektes im Detail zu definieren. In diesem Zusammenhang wird eine modulare Betrachtung des Gesamtsystems empfohlen, wobei abzuwägen ist, ob die PV Modulflächen, die Tragkonstruktionen sowie in diesem Verbund vorhandenen leitfähigen Teile (z.B. Kabeltassen), die Verkabelungen, DC bzw. AC Verteiler, Wechselrichter, Trafostationen gegen Blitzeinwirkung geschützt werden sollen. Darauf aufbauend sind die Festlegungen zum Blitzschutzsystem, wie z.B. Art der Erdung, Blitzschutzpotentialausgleich, Überspannungsschutz gem. den anerkannten Regeln der Technik zu planen und zu dokumentieren.

Mit ETV 2020 wurde die ÖVE Richtlinie R 1000-2, Ausgabe: 2019-01-01, Wesentliche Anforderungen an elektrische Anlagen, Teil 2: Blitzschutzsysteme, als elektrotechnisches Referenzdokument in Österreich für verbindlich erklärt. In dieser Richtlinie werden wesentliche Schutzziele für Errichtung eines Blitzschutzsystems formuliert und beschreibt diese Anforderungen an Planung, Errichtung und Betrieb von Blitzschutzsystemen zum Schutz von baulichen Anlagen und Personen mit dem Ziel der Vermeidung einer Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit von Menschen, sowie der Abwehr einer erheblichen Gefahr für Sachen und Gebäude (z.B. Brand oder Explosion).

Bei der Errichtung eines Blitzschutzsystems in BSK III gemäß ÖVE Richtlinie R1000-2, Anhang A wird das Restrisiko für Personen und bauliche Anlagen auf ein dem Stand der Technik entsprechendes Mindestmaß reduziert bzw. entspricht gem. ÖVE-Richtlinie R 6-

2-1, 4.5 ein Blitzschutzsystem, das für Blitzschutzklasse III ausgelegt ist, den normalen Anforderungen für PV-Anlagen und somit auch PV FFA.

### **6.2.3 Äußeres Blitzschutzsystem**

Für den äußeren Blitzschutz ist insbesondere abzuwägen, ob (bei Ausführung eines vermaschten Blitzschutzpotenzialausgleichsnetzwerkes auf Grund der sich einstellenden Blitzstromverteilung) anzunehmende räumlich begrenzte thermische und mechanische Schäden eines Teilgeneratorfeldes als akzeptabel bewertet werden.

Bei der Ausführung von Fangeinrichtungen im Bereich von Modulfeldern ist insbesondere Verschattung als problematisch anzusehen. Eine mögliche Ausführungsvariante wird in OVE-Richtlinie R 6-2-1, Bild 5 und Anhang A dargestellt.

Zu schützende Teile der FFPVA sind auf Wunsch des Anlagenbetreibers im Schutzbereich von Fangeinrichtungen zu situieren, wobei die Anordnung der Fangeinrichtungen gem. ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, 5.2.2 durch das Blitzkugelverfahren bzw. das Schutzwinkelverfahren bestimmt werden kann.

Verteiler, Wechselrichter, Verkabelung sind jedenfalls gegen die Einwirkungen durch direkte Blitzströme zu schützen.

Für Kompakttransformatorstationen bis 45 kV, die bei größeren Anlagenleistungen als Teil der Anschlussanlage errichtet werden, wird die Ausführung von Fangeinrichtungen prinzipiell nicht für erforderlich erachtet. Dies entspricht auch der gängigen Praxis in den Verteilernetzen auf dieser Spannungsebene.

Natürliche Bestandteile (z.B. die Tragkonstruktionen, Kabeltassen) der PV Freiflächenanlage wirken im Rahmen eines herzustellenden Blitzschutzpotenzialausgleichsnetzwerkes für das äußere Blitzschutzsystem als natürliche Ableitungen, sofern der elektrische Durchgang dauerhaft gewährleistet ist und die Mindestmaße gem. Tabelle 6, ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 entsprechen.

Die Blitzschutz Erdungsanlage ist Basis für Blitz- und Überspannungsschutzmaßnahmen. Entsprechend ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, 5.4.1 sind, um den Blitzstrom in Erde zu verteilen (transientes Verhalten) und dabei gefährliche Überspannungen zu reduzieren, Form und Maße der Erdungsanlage die wichtigsten Kriterien. Zulässige Erderanordnungen sind in ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, 5.4.2 beschrieben, vermaschte Erdungssysteme sind anzustreben.

Die Verlegungstiefe und der Erdertyp werden im Idealfall so gewählt werden, dass die Einflüsse von Korrosion, Bodentrockenheit und -frost gering sind und somit der entsprechende Erdungswiderstand stabil bleibt (ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, 5.4.3). Im Allgemeinen wird bei Typ B Erden eine Mindestverlegetiefe von 0,5 m einzuhalten sein und bei Typ A Erden werden die obersten 0,5 m als unwirksam erachtet.

Bei Tragkonstruktionen mit Ramm- oder Schraubfundamenten können diese als Erder herangezogen werden, sofern Material und deren Wandstärke Tabelle 7 der ÖVE/ÖNORM EN 62305-3 entsprechen. Im Allgemeinen ist jedoch deren Rammtiefe zu gering, um Funktion als einzelner Blitzschutzerder zu entfalten.

Die Bewehrung von Platten- und Streifenfundamenten der PV Anlage kann wie ein Fundamenterder genutzt werden, sofern die Fundamente Erderwirkung entfalten.

Sofern in Sonderfällen ein Eingriff in den Boden nicht zulässig ist (Deponien, Verdachtsflächen, ...) oder nicht möglich (Fels) kann der Erder auf dem Boden verlegt oder flach eingegraben und mit Schotter, Mineralbeton oder ähnlichem bedeckt werden.

Bei PV FFA sind die einzelnen Erdungsanlagen der zu schützenden Teile der FF PVA miteinander zu vermaschen. Die metallenen Tragkonstruktionen der Generatorfelder können als Teil der Masche genutzt werden, wenn eine blitzstromtragfähige Verbindung besteht. Die Herstellung geschlossener Maschen ist erforderlich.

#### **6.2.4 Inneres Blitzschutzsystem**

In der PV FFA ist ein umfassender Blitzschutz-Potentialausgleich auszuführen. Metallene Konstruktionsteile sowie Kabeltassen sollen blitzstromtragfähig, dauerhaft und engmaschig durchverbunden werden. Sofern ein elektrischer Durchgang nicht durch die natürlichen Verbindungen der Traggerüste erreicht wird oder der Querschnitt nicht ausreichend dimensioniert ist, sind Blitzschutz-Potentialausgleichsleitungen mit entsprechenden Verbindungsbauteilen und entsprechendem Querschnitt überbrückend herzustellen. Durch dieses vermaschte Potenzialausgleichsnetzwerk wird gute Blitzstromaufteilung erreicht. Eine Maschenweite von ca. 20 x 20 m ist erforderlich. Die hergestellte „Äquipotentialfläche“ reduziert Spannungsbeanspruchung der elektrischen Verbindungsleitungen bei Blitzbeeinflussung (im Idealfall wird das Potential gleichmäßig angehoben) und ist eine Berücksichtigung des Trennungsabstandes nicht relevant.

Durch eine unmittelbare und systematische Anbindung an das Erdungssystem entsteht ein vermaschtes Blitzschutzerdungs- und Potenzialausgleichsnetzwerk.

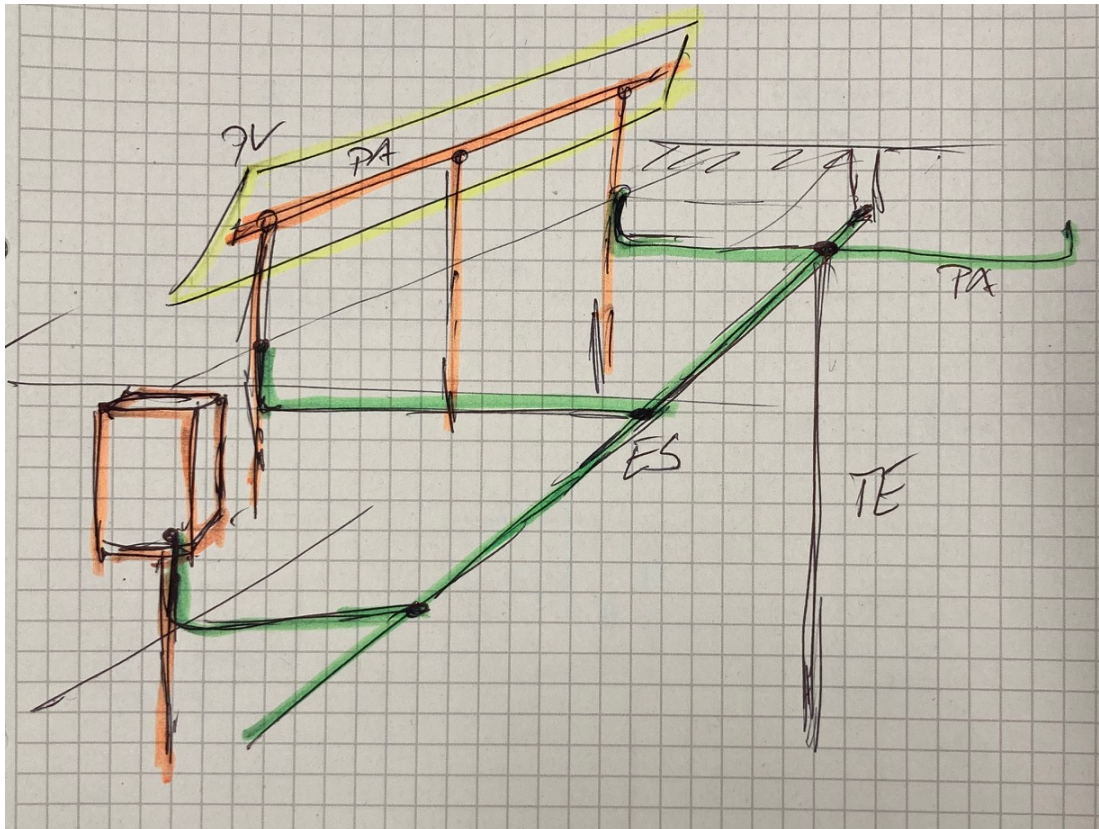


Abb.1 Beispiel für die Anbindung metallener Konstruktionsteile an das Erdungssystem

Aufgrund der hohen Blitzstromverteilung über das vorhandene Potenzialausgleichsnetzwerk kann eine Beschaltung mit Überspannungsableitern Typ 2 als ausreichend erachtet werden, sofern die DC- und AC Verteilung gegen direkten Blitzstromeintrag geschützt ist (und somit zumindest in Blitzschutzzone OB ausgeführt ist).

Die Verschaltung der PV Anlage ist derart vorzunehmen, dass eine flächige Ausbildung von Leiter-schleifen vermieden wird. Die DC-/AC-Leitungen, Datenleitungen und Schutzpotentialausgleichsleitungen sind möglichst gemeinsam zu führen.

### 6.2.5 Ausführungsbeispiele

BE - Betriebserdung

BPA - Betriebspotentialausgleich

PA - Potentialausgleich

SPD - surge protection device

WR - Wechselrichter

ES - Erdungsschiene

TE - Tiefenerder

Abb. 2: FF PVA Beispiel A - Blitzschutz für Tragkonstruktionen sowie in diesem Verbund vorhandenen leitfähigen Teile (z.B. Kabeltassen), die Verkabelungen, AC Verteiler, Wechselrichter im Sinne einer BSZ 1, Trafostationen vorgesehen

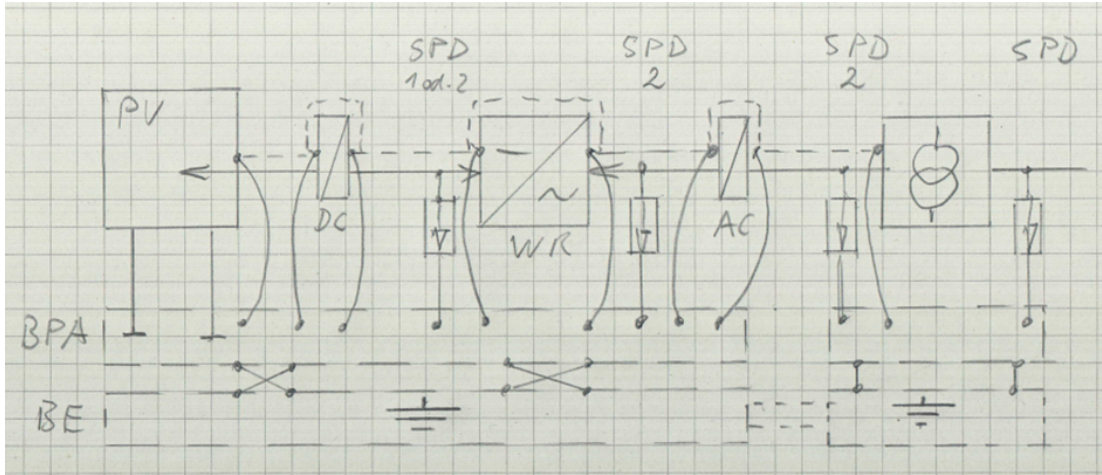


Abb. 3: FF PVA Beispiel B - Blitzschutz für ZWR Station (AC Verteiler, Wechselrichter, Trafostation) vorgesehen; im Modulfeld PA gem. E8101, Rammfundamente als Erdung

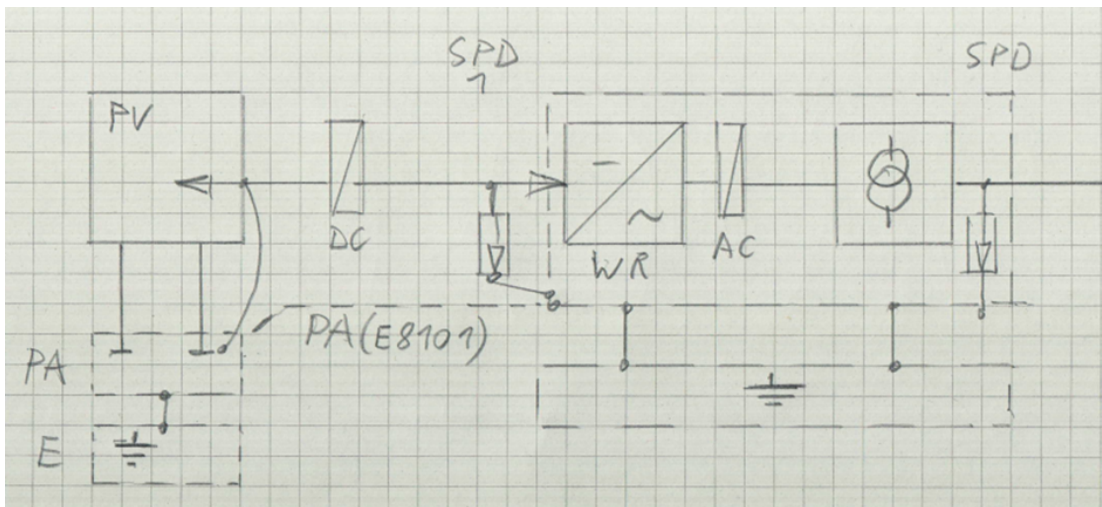
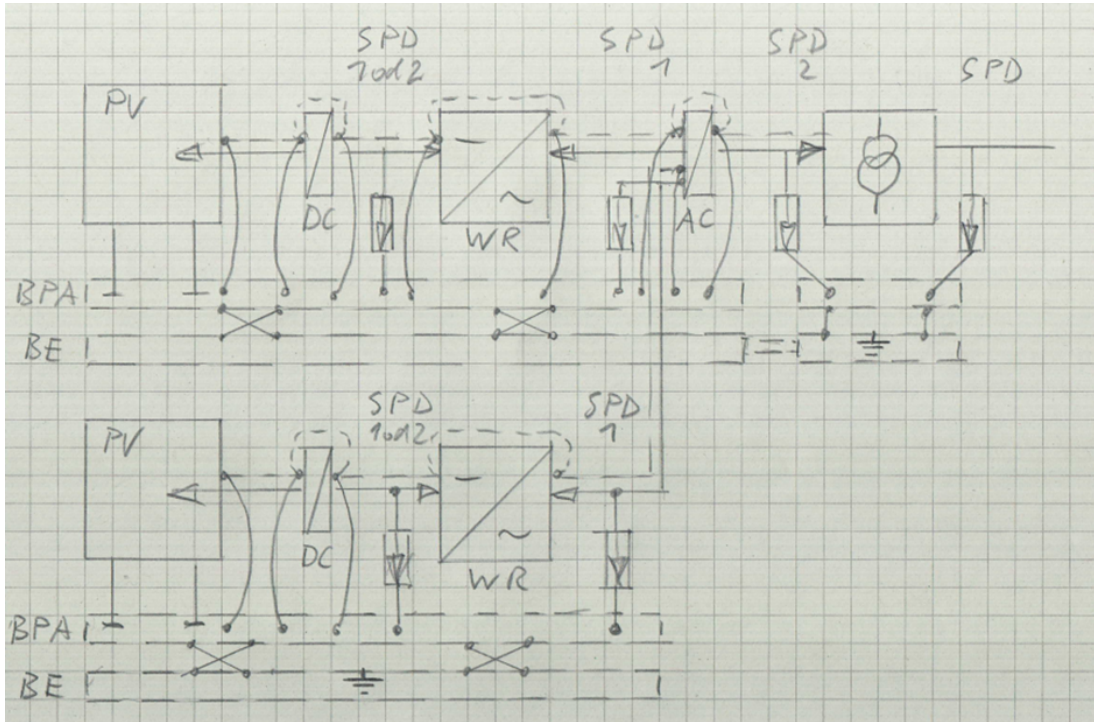


Abb. 4: FF PVA Beispiel C - Blitzschutz für Tragkonstruktionen sowie in diesem Verbund vorhandenen leitfähigen Teile (z.B. Kabeltassen), die Verkabelungen, AC Verteiler, Wechselrichter im Sinne einer BSZ 1, Trafostationen vorgesehen; inklompettes BEPA Netzwerk durch abgesetztes Modulfeld; unterschiedliches Potential bei Blitzeinwirkung



# 7 Zusätzliche Sicherheitsanforderungen (Zugänglichkeit, Einsatzkräfte, ...)

Die PV Freiflächenanlage ist als Kraftwerksareal anzusehen und grundsätzlich im Sinne einer abgeschlossenen elektrischen Betriebsstätte, somit eines Ortes mit eingeschränkter Zugangsberechtigung, zu gestalten.

Dies kann durch Umzäunung oder besondere Bauform erfolgen. OVE E 8101 729.3.001.AT, Anmerkung 3.AT, wo auch Maststationen Erwähnung finden, stellt diesbezüglich klar, dass die abgeschlossene elektrische Betriebsstätte nicht nur durch einen abgeschlossenen (bautechnischen) Raum realisiert werden kann, sondern auch durch besondere Bauform (z.B. durch Entzug des Zugriffs durch Situierung von Bedien- und Schalteinrichtungen außerhalb des Handbereiches, Herstellung der DC-Verkabelung im zugänglichen Bereich in Schutzrohren bzw. Kabeltassen aus Metall, etc.) der elektrischen Anlagen ausgebildet werden kann. Ein unbefugter Zugriff bzw. die Zugänglichkeit zu Gefährdungsbereichen durch nicht unterwiesene Personen muss verhindert werden. Generell müssen gemäß OVE E 8101, 710.NE.1.2 Anforderungen an Verteiler, diese (für Bedien- bzw. Instandhaltungspersonal) leicht zugänglich, allseitig verkleidet und vor dem Zugriff Unbefugter gesichert sein. Eine analoge Forderung lässt sich für Wechselrichter ableiten.

Für Anlagenteile spezieller Anlagenausführungen, die nicht sinnvoll einem eingeschränkten Zugang zugeführt werden können, sind jedenfalls vorhersehbare Fehlerzustände (z.B. nicht abschaltbarer Lichtbogen auf der DC Seite) sowie Gefährdungen (Ecken, Kanten der Konstruktion, heiße Oberflächen etc.) zu berücksichtigen und in einem Sicherheitskonzept (auf Basis einer Risikobeurteilung) zu behandeln. Jedenfalls ist jedoch

- die Systemspannung auf 1000V zu begrenzen,
- ein Ansprechen der Schutzvorkehrungen gegen Auswirkungen von Isolationsfehlern vor Ort optisch gut sichtbar anzuzeigen und
- ggf. die Empfehlung einer automatische Einrichtung zur Isolationsfehlersuche umzusetzen.

Sofern PV Teilgeneratoren in unterschiedlichen Arealen realisiert werden, die jeweils für sich erkennbar als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte (umzäunt oder nicht) realisiert sind, und Kabel zwischen diesen Arealen zur Energieableitung geführt werden müssen, wobei der Anlagenbetreiber über diese Bereiche nur eingeschränkt verfügen kann, sind diese Ableitungen automatisch abschaltbar zu realisieren (z.B. durch AC seitige Realisierung).

Dies betrifft jedenfalls die Energieableitung aus PV Teilgeneratoren über fremde Grundstücke, die nicht im Verfügungsbereich des Anlagenbetreibers stehen, ist jedoch auch z.B. bei größeren Parkflächen mit verteilten PV Generatorfeldern gegebenenfalls zu berücksichtigen.

Eine Umzäunung sollte mindestens 1,80 m hoch sein, eine niederwild-durchlässige Gestaltung (z.B. aus Gründen des Naturschutzes) ist zulässig.

### Schutz von Einsatzkräften

Um Gefährdungen für Einsatzkräfte im Zuge von Brandbekämpfungsmaßnahmen bei PV Freiflächenanlagen hintanzuhalten sind die Anforderungen der OVE-Richtlinie R11-1 in Abhängigkeit von Größe, Lage und Eigenheit der PV Freiflächenanlage sinngemäß anzuwenden:

- bauliche Maßnahmen zur Zugänglichkeit der Anlagenteile für die Brandbekämpfung,
- Treffen von organisatorischen Maßnahmen in Abstimmung mit den örtlichen Einsatzkräften,
- Dokumentation und Kennzeichnung der Anlagenteile,
- technische Maßnahmen zur quellnahen Freischaltung der Gleichspannungsseite (sofern aus dem Gesamtkonzept erforderlich)



# 8 PV Freiflächenanlagen im Nahbereich von fremden Anlagen

Bei der Errichtung von PV-FFA im Nahbereich von Hochspannungsfreileitungen ist zu berücksichtigen, dass Gefährdungen von der Hochspannungsfreileitung ausgehen können sowie dass hochrangige Freileitungen selbst als zu schützendes Objekt im öffentlichen Interesse anzusehen sind.

Aus diesem Grund, insbesondere um relevante Leitungsdaten (Bezeichnung der Leitung bzw. des Systems, Nennspannung, Sternpunktbehandlung, Aufhängungshöhe der Leitung für relevante Lastfälle, Ausstattung der betroffenen Spannungsfelder mit erhöhter Sicherheit, Lage von Mastdungsanlagen ...) zu ermitteln, ist eine Einbeziehung des Freileitungsbetreibers in die Planung zum ehestmöglichen Zeitpunkt unumgänglich.

Für die Bautätigkeit im Zuge der Errichtung der PV Anlage bzw. Wartung- und Instandhaltungsarbeiten im Zuge des Betriebes wird auf mögliche Gefährdungen durch unzulässige Annäherung an spannungsführende Leiterseile bzw. Feldeinwirkung und in diesem Zusammenhang auf die Erstellung eines Sicherheitskonzeptes für durchzuführende Tätigkeiten hingewiesen.

Die Lage der PV Anlage in Bezug auf aktive Teile der Freileitung muss unter Berücksichtigung der Einhaltung von Mindestabständen zwischen den Leiterseilen und der PV-FFA geplant werden. Durch das Bauvorhaben sind jedenfalls geltende gesetzlichen Bestimmungen, Normen und Vorschriften (insbesondere ÖVE/ÖNORM EN 50341, ÖVE/ÖNORM EN 50110-1) sowie konkrete Festlegungen aus den Genehmigungen der Freileitung einzuhalten.

Ohmsche, kapazitive sowie induktive Beeinflussung von PV Anlagenteilen durch die Freileitung bzw. auch durch Umspannwerke als Teil der elektrischen Leitungsanlage sind in der Projektierung zu berücksichtigen. Insbesondere die örtliche und zeitliche Ausbildung eines Potenzialtrichters im Bereich der Erdungsanlagen sowie die Feldeinwirkung auf räumlich ausgedehnte Strukturen der PV Anlage kann zu Freihaltebereichen und notwendigen technischen Maßnahmen an Teilen der PV Anlage bzw. auch Einschränkungen der zulässigen elektrischen Schutzmaßnahme führen. Üblicherweise werden durch Freileitungsbetreiber in diesem Zusammenhang technische Maßnahmen vorgeschlagen, um die

Beeinflussung zu beherrschen. Diese Vorschläge sind in der Projektierung jedenfalls zu berücksichtigen.

Für die jeweiligen Leitungsbetreiber ist die Zugänglichkeit für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten zu gewährleisten.

Hingewiesen wird auch auf die Möglichkeit von Eisfall im Bereich von Freileitungen und in diesem Zusammenhang die zeitweilige eingeschränkte Zugänglichkeit des Areals bzw. eine mögliche Beschädigung der Module.

Die Notwendigkeit der nachweislichen Abstimmung der notwendigen technischen Maßnahmen wird für sämtliche fremde Anlagen (Energiekabelleitungen, Gasleitungen, Wasserleitungen, Abwasserkanalanlagen, Telekommunikationsleitungen, Drainagen, ...) im Bereich der zu errichtenden PV FFA für notwendig erachtet.

Bei Errichtung einer PV FFA im Nahbereich von Eisenbahnanlagen, Seilbahnanlagen, Straßen sind auch die technischen Maßnahmen mit den jeweiligen Betreibern im Zuge der Projekterstellung abzuklären.

## 9 Blendung

PV-Generatoren können lageabhängig durch Spiegelung der Sonneneinstrahlung Blendung hervorrufen und Nachbarn, Luftfahrt, Autoverkehr, etc. unzulässig beeinträchtigen. Grundsätzlich wird dieser Sachverhalt in den Bundesländern unterschiedlich gehandhabt und wird eine Abklärung empfohlen, ob situationsbedingt eine diesbezügliche Projektierung des Anlagenerrichters oder ein entsprechendes Gutachten erforderlich ist. Hingewiesen wird in diesem Zusammenhang auch auf OVE Richtlinie R 11-3 „Blendung durch Photovoltaikanlagen“.

# 10 Spezielle Anlagenausführungen

## 10.1 Agro-PV-Anlagen

### 10.1.1 Allgemeines

Agro-PV-Anlagen sind PV FFA, die auf landwirtschaftlich genutzten Flächen errichtet werden und somit im Wesentlichen eine Doppelnutzung aus gleichzeitiger Stromerzeugung aus Sonnenenergie und landwirtschaftlicher Tätigkeit gegeben ist. Als Beispiele für Ausführungsvarianten können angeführt werden:

- Anlagen auf Beweidungsflächen
- Überkopf-Anlagen mit entsprechender Durchfahrthöhe für landwirtschaftliche Maschinen
- Einachsige (Ost/West) nachgeführte Anlage bzw. Senkrechte bifaziale Module mit Ausbildung von Fahrgassen

### 10.1.2 Umgebungsbedingungen

Die Konzeption der elektrischen Anlage und die Auswahl der elektrischen Betriebsmittel müssen die besonderen Umgebungsbedingungen im Sinne der elektrotechnischen Sicherheit berücksichtigen. Grundsätzlich sind in Bezug auf die parallele Nutzung als landwirtschaftlich bewirtschaftete Fläche die jeweils zu beherrschenden Umgebungsbedingungen in relevanten Punkten klarzustellen. Im Hinblick auf Agro PV Anlagen sind hier insbesondere Umgebungseinflüsse durch Tiere und landwirtschaftliches Gerät, erhöhte Korrosionsneigung durch chemische Einflüsse von Düngemitteln bzw. mechanische Beanspruchung erwähnenswert (siehe z.B. OVE E8101, Anhang 51.ZA).

Generell gibt es bei landwirtschaftlicher Nutzung im Bereich der PV-FFA zusätzliche mechanische Beanspruchung (hervorgerufen durch z.B. Weidetiere, landwirtschaftliche Geräte, Steinschlag durch landwirtschaftliche Geräte), welche in den Produktnormen nur teilweise berücksichtigt ist bzw. bei der Auswahl der Betriebsmittel als besondere Umgebungsbedingungen zu berücksichtigen ist.

Im Falle von Beweidung dürfen elektrische Betriebsmittel grundsätzlich für Nutztiere nicht zugänglich sein. Kabel und Leitungen bzw. Potenzialausgleichverbindungen sind so zu verlegen, dass sie von den Nutztieren nicht erreicht werden oder ein geeigneter Schutz gegen mechanische Beschädigung gegeben ist.

Bei ackerbaulicher Bewirtschaftung sind jedenfalls die konkrete Dimension der eingesetzten Maschinen sowie der vorhersehbaren Bearbeitungsvorgänge in der Planung zu berücksichtigen. PV Module sind ggf. mit entsprechender Schlagfestigkeit (auch an der Rückseite) auszuwählen. Wechselrichter und Verteiler sind derart zu montieren, dass eine Beschädigung bei Bearbeitungsvorgängen ausreichend hintangehalten ist (z.B. von den Fahrwegen abgewandt) und sind die zusätzlichen mechanischen Beanspruchungen, Auswirkungen von Düngevorgängen bzw. Bewässerung zu berücksichtigen. Kabel und Leitungen bzw. Potenzialausgleichverbindungen sind so zu verlegen, dass ein geeigneter Schutz gegen mechanische Beschädigung gegeben ist. Bei der Kabelverlegung in Erde ist gegebenenfalls die Bodenbearbeitungstiefe durch eine erhöhte Verlegetiefe zu berücksichtigen. Bei einer Überspannung der landwirtschaftlich genutzten Fläche sind die verwendeten Maschinen zu berücksichtigen. Mindestwerte sind in OVE E8101 Teil 7-705 bzw. ÖVE-L1 angeführt.

Eine Ausführung der Leitungsverlegung im Metallrohr bzw. in der Kabeltasse wird als ausreichend mechanisch stabil angesehen. Potentialausgleichsverbindungen müssen enganliegend hergestellt werden und ist jede Aufständering über zumindest 2 unabhängig geführte Verbindungen anzuschließen. Es müssen alle Aufständeringe, auch bei räumlicher Trennung, verbunden sein.

## **10.2 Ausführung auf/als bauliche(n) Anlagen im öffentlichen Raum**

### **10.2.1 Allgemeines**

Unter diesem Anlagentyp werden Bauformen wie Überdachung von Parkplätzen, Fußwegen, Stiegen und Radwegen bzw. Ausrüstung von (Ausführung als) Zäune(n) mit PV Generatoren etc. verstanden und ist somit eine Doppelnutzung aus gleichzeitiger Stromerzeugung aus Sonnenenergie und als Bereich mit öffentlichen Zugang (z.B. Verkehrsfläche) gegeben. Gemeinsam ist diesen Anlagentypen, dass auf Grund der Nutzung eine Umzäunung des Geländes nicht möglich ist, da diese die ursprüngliche Nutzung hindert. Es ist somit grundsätzlich davon auszugehen, dass auch nicht unterwiesene Personen im Bereich der PV Anlage aufhältig sind.

### **10.2.2 Umgebungsbedingungen**

Das Design der elektrischen Anlage und die Auswahl der elektrischen Betriebsmittel müssen die besonderen Umgebungsbedingungen im Sinne der elektrotechnischen Sicherheit

berücksichtigen. Grundsätzlich sind in Bezug auf die parallele Nutzung die jeweils zu beherrschenden Umgebungsbedingungen in relevanten Punkten klarzustellen. Ein Lösungsansatz ist z.B. die PV-Anlagenteile außerhalb des Handbereiches zu errichten. Im Hinblick auf Verkehrsflächen ist hier jedenfalls Anfahrerschutz erwähnenswert (siehe z.B. OVE E8101, Anhang 51.ZA).

Bei Verkehrsflächen müssen elektrische Betriebsmittel grundsätzlich oberhalb bzw. außerhalb des Lichtraumprofils situiert werden. PV Module sind ggf. mit entsprechender Schlagfestigkeit (auch an der Rückseite) auszuwählen. Kabel und Leitungen bzw. Potentialausgleichverbindungen sind so zu verlegen, dass ein ausreichender Schutz gegen mechanische Beschädigung gegeben ist. Eine Ausführung der Leitungsverlegung im Metallrohr bzw. in der Kabeltasse wird als ausreichend mechanisch stabil angesehen. Potentialausgleichsverbindungen müssen enganliegend hergestellt werden und ist jede Aufständigung über zumindest 2 unabhängig geführte Verbindungen anzuschließen. Es müssen alle Aufständigungen, auch bei räumlicher Trennung, verbunden sein.

### **10.2.3 Blitzschutz**

Das Erfordernis eines Blitzschutzes ist aufgrund rechtlicher Vorgaben zu klären, ggf. ist für die bauliche Anlage die Notwendigkeit eines Blitzschutzsystems formuliert. Diesbezüglich wird z.B. auf die regionalen Bauordnungen, im Rechtsbestand vorhandene Genehmigungsbescheide etc. hingewiesen. Besondere Überlegungen im Sinne der ÖVE/ÖNORM EN 62305-3, §8 wären hinsichtlich Berührungs- und Schrittspannungen zu führen, sofern die PV Anlage bei Gewitter als Unterstand genutzt werden kann.

## **10.3 Spezielle Anforderungen für Deponie-PV-Anlagen**

### **10.3.1 Deponien**

#### **Oberflächenabdeckung**

Bei Deponien wird grundsätzlich zwischen jenen, bei welchen bereits eine Oberflächenabdeckung aufgebracht wurde und jenen, welche noch keine Oberflächenabdeckung haben, unterschieden.

Sollte die PV-Anlage eine temporäre Oberflächenabdeckung ersetzen, ist aus deponiebautechnischer Sicht im Regelfall eine „dichte“ Modulunterkonstruktion erforderlich. Die

abgelagerten Abfälle sind in diesem Fall in der Regel lediglich mit einer dünnen erdähnlichen Schicht überzogen.

Sollte bereits eine Oberflächenabdeckung aufgebracht sein, kann diese gemäß der Deponiebauverordnung 2008 aus

- Ausgleichsschichten (z.B. grobkörniges Material),
- Gasdrainageschichten ( z.B. Kies),
- Oberflächenabdichtungen (z.B. mineralische Dichtungsschichten, Kunststoffdichtungsbahnen),
- Oberflächenentwässerungsschichten (z.B. Schotter oder Drainagematte) und
- Rekultivierungsschichten (z.B. Erde)

bestehen. Der tatsächlich vorhandene Aufbau ist von mehreren deponiebautechnischen Gegebenheiten abhängig und kann daher bei verschiedenen Deponien variieren.

### Abgelagerte Abfälle

Bei Deponien, in denen Abfälle mit hohen biologisch abbaubaren Anteilen abgelagert wurden, insbesondere Siedlungsabfälle, kann es zur Bildung von Deponiegas kommen. Dieses Deponiegas wird im Regelfall mit Hilfe von Gasbrunnen, welche grundsätzlich bis an die Oberfläche der Deponie hochgezogen sind erfasst und in Gasleitungen zu einer Verbrauchsstelle geleitet. Bei Schäden an der Oberflächenabdeckung kann das Deponiegas an der Oberfläche auch diffus entweichen.

### Setzungsdifferenzen der Deponieoberfläche

Abhängig von den abgelagerten Stoffen und der bereits erfolgten Dauer der Deponierung können Setzungsdifferenzen der Deponieoberfläche in einem Ausmaß von ca. 10 % der Schütthöhe auftreten.

## 10.3.2 Zu berücksichtigende Punkte

### Oberflächenabdeckung

In jenem Fall, bei welchem die Deponie-PV-Anlage eine temporäre Oberflächenabdeckung ersetzt, ist die Unterkonstruktion der PV-Module derart zu gestalten, dass keine Niederschlagswässer in den Deponiebaukörper eindringen können (dichte Modulunterkonstruktion). Bei der Planung derartiger Deponie-PV-Anlagen ist auf folgende Punkte Bedacht zu nehmen:

- Ramppfähle und Komponenten der Erdungsanlage befindet sich großteils im Deponiekörper (abgelagerte Abfälle) und ist dies in Bezug auf Statik, Setzungen, mechanische Beschädigungen, Korrosion, chemische Einwirkungen, spezifischer Erdwiderstände, etc. zu berücksichtigen
- Bei Verlegung elektrischer Leitungen im Deponiekörper sind chemische Einwirkungen auf die Leitungen und Setzungen in Bezug auf Schutz gegen mechanische Beschädigung zu berücksichtigen.
- Materialeigenschaften der über die gesamte Fläche geschlossenen Unterkonstruktion sind in Bezug auf Wärmeausdehnungen und mechanische Spannungen zu berücksichtigen.

Bei PV-Anlagen welche auf Deponie mit aufgebrachtener Oberflächenabdeckung geplant sind, ist auf folgende Punkte Bedacht zu nehmen:

- Verwendung von Ramppfählen ist bei Vorhandensein von Oberflächenabdichtungen nicht oder nur eingeschränkt (geringe Rammtiefe) möglich
- Berücksichtigung der unterschiedlichen Schichten der Oberflächenabdichtung in Bezug auf den spezifischen Erdungswiderstand, frostfreien Verlegungen und statischer Belange
- Berücksichtigung der zulässigen Flächenpressungen der Oberflächenabdichtungen und ggf. vorhanden Drainagematten.

### Abgelagerte Abfälle

Bei Deponien, bei welchen auf Grund der abgelagerten Abfälle die Bildung von Deponiegas zu erwarten ist, ist auf folgende Punkte Bedacht zu nehmen:

- Berücksichtigung gegebenenfalls vorhandener Ex-Schutzzonen
- Berücksichtigung von möglichen Änderungen in Bezug auf diffuses Entweichen von Deponiegas über die Oberfläche und ggf. Bildung von Hotspots durch Veränderungen an der Deponieoberfläche (Rammprofile, Grabungen, etc.)
- Berücksichtigung der vorhandenen Gasbrunnen und der Notwendigkeit zu diesen im Zuge von Reparatur- und Wartungsarbeiten gegebenenfalls zufahren zu müssen
- Berücksichtigung der vorhandenen Gasleitungen von den Gasbrunnen zu Verbrauchsstelle (teilweise auch oberirdischer Verlauf).



## Setzungsdifferenzen der Deponieoberfläche

Bei der Planung der Deponie-PV-Anlage ist auf mögliche Setzungsdifferenzen an der Deponieoberfläche über die gesamt geplante Betriebsdauer der PV-Anlage Bedacht zu nehmen. Dies ist bei statischen Berechnungen und der Planung von Schutzvorkehrung gegen mechanische Beschädigungen zu berücksichtigen.

### 10.3.3 Technische Anforderungen

- Komponenten welche in direktem Kontakt mit abgelagerten Abfällen stehen sind derart auszuführen, dass über die geplante Betriebszeit der PV-Anlage keine für die Betriebssicherheit relevanten Schäden durch Korrosion und chemische Einwirkungen entstehen (Statik, Standsicherheit, elektrotechnische Sicherheit).
- die statische Auslegung der Komponenten hat unter Zugrundelegung der möglichen Setzungen der Deponieoberfläche, der Festigkeit des Deponiekörpers und den Auswirkungen von Materialausdehnungen (vor allem bei dichten Unterkonstruktionen) zu erfolgen. Diesbezüglich ist die Standsicherheit, der Schutz gegen mechanische Beschädigung von Modulen, der Schutz von Komponenten der Erdungsanlage, der Schutz gegebenenfalls im Deponiekörper oder in der Oberflächenabdeckung verlegter elektrische Leitungen betroffen.
- Bei Vorhandensein einer Deponieabdichtung ist eine Durchdringung dieses Abdichtungssystems durch Rammpfähle nicht möglich. Bei der Planung von Alternativen (z.B. Betonfundamente) ist die höchstzulässige Flächenpressung des Abdichtungssystems zu berücksichtigen.
- Die Planung der Erdungskomponenten hat gemäß den unterschiedlichen spezifischen Erdungswiderständen der Bereiche, in welchen eine Verlegung geplant ist, zu erfolgen.
- Die Anlagenplanung hat gemäß den vorhandenen Ex-Schutzplänen zu erfolgen
- Bei Anlagen bei welchem mit Deponiegasbildung zu rechnen ist, sind elektrische Betriebsmittel (z.B. elektrische Leitungen) vom Deponiekörper abgesetzt anzuordnen.
- Die Anlagenplanung hat unter Berücksichtigung der ggf. vorhandenen Gasbrunnen und Gasleitungen zu erfolgen, wobei auch die ggf. notwendige Zufahrtsmöglichkeit im Zuge von Wartungs- und Reparaturarbeiten zu berücksichtigen ist.

### 10.3.4 Notwendige technische Unterlagen

- Analyse der abgelagerten Abfälle in Bezug auf das Korrosionsverhalten und chemische Einwirkungen auf damit in Verbindung stehende Komponenten der PV-Anlage
- Analyse der zu erwartenden Setzungen der Deponieoberfläche

- Analyse der zu erwartenden Materialeigenschaften in Bezug auf Ausdehnung (vor allem bei dichten Unterkonstruktionen)
- Analyse des Aufbaus der Deponieabdeckung
- Analyse hinsichtlich des Vorhandenseins einer Deponieabdichtung
- Analyse der höchstzulässigen Flächenpressungen der Deponieabdeckungen und der ggf. vorhandenen Drainagematten
- Analyse der spezifischen Erdungswiderstände jener Bereiche in welche Rammpfähle und Komponenten der Erdungsanlage geplant sind
- Erstellung eines Ex-Zonenplans (Grundriss und Schnitte) unter Berücksichtigung etwaiger diffuser Deponiegasemissionen inkl. Darstellung der Komponenten der PV-Anlage
- Erstellung eines Lageplans der Gasbrunnen und eines Trassenplans der Gasleitungen und sonstiger Einbauten
- Analyse der Notwendigkeit von Zufahrten zu den Gasbrunnen für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten in Abstimmung mit dem Betreiber der Deponie

Die Ergebnisse der Analysen sind im Projekt durch konkrete nachvollziehbare Lösungen bzw. Maßnahmen darzustellen.

## 10.4 Spezielle Anforderungen für Floating-PV-Anlagen

### 10.4.1 Allgemeines

Der Begriff Floating PV Anlage bezeichnet eine PV Anlage, die auf Schwimmkörpern montiert ist und auf einem Gewässer situiert wird. Gegenständlich ist somit die Herstellung einer elektrischen Anlage bestehend aus PV Modulen, Verkabelung, ggf. Wechselrichtern, AC bzw. DC-Sammelverteilern, deren elektrischer Verbindung sowie Transformatorstationen auf Schwimmkörpern am Wasser.

Im Vergleich zur Ausführung von FF PV Anlagen an Land sind jedenfalls Besonderheiten auf Grund der Situierung am Wasser im Anlagendesign zu berücksichtigen und liegen ggf. besondere örtliche und sachliche Verhältnisse im Sinne des §11 ETG 1992 bzw. §4 Abs. 2 ETV 2020 vor.

Folgende Ausführungen sind ergänzend zu den Ausführungen anderer Abschnitte dieses Anforderungskataloges anzusehen.

Maßnahmen des Brandschutzes an der FPV Anlage sind mit einer gesamtheitlichen brand-schutz-technischen Betrachtung zu koordinieren, die ihren Ursprung zum Beispiel in Be-langen des Gewässerschutzes haben kann.

Die Auswahl eines Systems an Schwimmkörpern muss ausreichend Auftrieb gewährleisten, um die PV Anlage zu tragen und Maßnahmen der Instandhaltung stabil und sicher zu gewähr-leisten. Mechanische Verbindungselemente müssen ausreichende Festigkeit unter ständiger mechanischer Belastung aufweisen. Zu berücksichtigen ist die Notwendigkeit der örtlichen Stabilisierung durch Verankerung bzw. Vertauung der Plattformen, wobei auf sich ändernden Wasserpegel, Vereisung, Wind, Wellengang, Schnee Rücksicht zu nehmen ist. Die Auswahl der tragenden Struktur kann für das PV Anlagendesign bereits den Reihenabstand der Mo-dule bzw. Neigungswinkel der Module (Windlast) festlegen. Stabile und sicher zu begehende Bediengänge bzw. Fluchtwege aus dem Anlagenbereich sind für die Sicherheit des Instand-haltungspersonals zu gewährleisten, wobei in diesem Zusammenhang auch erhöhte Anfor-derungen an das Personal, dessen Ausrüstung bzw. Ausbildung vorliegt bzw. zusätzliche Risi-ken zu berücksichtigen sind. Somit sind im Vergleich zu elektrischen Anlagen an Land auch ergänzende Anforderung an die Betriebsführung, z.B. durch Schaffung von Möglichkeiten der Fernschaltung, erhöhter Grad an notwendiger Anlagenüberwachung etc. zu sehen.

#### **10.4.2 Auswahl der Betriebsmittel**

Das Design der elektrischen Anlage und die Auswahl der elektrischen Betriebsmittel müs-sen die besonderen Umgebungsbedingungen im Sinne der elektrotechnischen Sicherheit berücksichtigen. Grundsätzlich sind in Bezug auf unterschiedliche Bereiche der schwim-menden Plattform die jeweils zu beherrschenden Umgebungsbedingungen in relevanten Punkten klarzustellen. Im Hinblick auf FPV Anlagen sind hier insbesondere eine Beauf-schlagung mit Wasser, Luftfeuchtigkeit, Korrosion bzw. mechanische Beanspruchung er-wähnenswert (siehe z.B. OVE E8101, Anhang 51.a).

Hinsichtlich Beaufschlagung mit Wasser können Berechnungen zu Extremereignissen (Wellenhöhen) gemeinsam mit den Eigenschaften der Schwimmkonstruktion verwendet werden, um klar darzulegen, welche Betriebsmittel im Wasser situiert sind, zeitweilig überflutet werden können bzw. durch Spritzwasser beansprucht werden. Auf Basis dieser „Zonierung“ sind die Betriebsmittel entsprechender Schutzart auszuwählen und ist si-cherzustellen, dass bei Einsatz im bzw. in Kontakt mit Wasser die bestimmungsgemäße Verwendung laut Hersteller gegeben ist und das Betriebsmittel für diesen Einsatz geeig-net ist. Kabeltassen bzw. Umhüllungen sind, sofern eine Beaufschlagung mit Wasser zu erwarten ist, derart auszuführen, dass das Wasser nach unten ablaufen kann.

Erhöhte relative Luftfeuchtigkeit ist bei der Auswahl von Betriebsmitteln zu berücksichtigen. Für die Auswahl der PV Module wird durch Hersteller von floating Lösungen der Einsatz von Doppelglas Modulen empfohlen. Kondensation ist im Anlagendesign zu berücksichtigen (z.B. wärmeerzeugende Betriebsmittel in Einhausungen, Schränken etc.) und ist ggf. mechanische Lüftung herzustellen.

Betriebsmittel, Materialien bzw. deren Verbindung sind unter Berücksichtigung von Korrosion auszuwählen. Insbesondere bei Herstellung einer galvanischen Verbindung zwischen einer Erdungsanlage an „Land“ und der Erdungsanlage der FPV Anlage sind die Auswirkungen von Korrosion zu beurteilen.

Für die Auswahl und Montage von Betriebsmitteln ist zu berücksichtigen, dass über die Lebensdauer laufend Beschleunigung in alle Raumrichtungen auftreten wird. Mit dem Hersteller des Betriebsmittels ist dessen Eignung für diesen äußeren Einfluss abzuklären bzw. sind im Zweifelsfall Maßnahmen festzulegen, um diesen zu beherrschen. Eine erhöhte mechanische Beanspruchung ist insbesondere in den Bereichen der flexiblen Verbindungen einzelner Schwimmkörper zu erwarten. Bei der Führung von Betriebsmitteln in diesen Bereichen (z.B. Verlegung von Kabeln, Herstellung von Potentialausgleichsverbindungen) ist sicherzustellen, dass diese zugentlastet und mechanisch geschützt hergestellt sind. Verbindungen (z.B. Verschraubungen) sind gegen Selbstlockern gesichert auszuführen.

#### **10.4.3 Elektrische Schutzmaßnahmen, Schutzpotenzialausgleich**

Die FPV Anlage ist als abgeschlossene elektrische Betriebsstätte herzustellen, der Zugang für unbefugte Personen zum Anlagenbereich ist wirksam zu verhindern. Sofern eine FPV Anlage auf einem Gewässer situiert wird, auf dem Freizeitaktivitäten zu erwarten sind, ist der Zugang zum Gefährdungsbereich der Anlage (z.B. unter Berücksichtigung von Potentialverläufen an der Wasseroberfläche im Fehlerfall an einer Hochspannungsanlage) wirksam zu verhindern. Eine Errichtung in ausgewiesenen Badebereichen ist nicht zulässig. Welche Form der Abgrenzung als ausreichend wirksam erachtet wird, ist durch die zuständige Behörde festzulegen.

Zum Schutz bei Isolationsfehlern im Sinne OVE E8101, 712.421.101 sind dezentrale Wechselrichter bzw. zentrale Wechselrichter mit dezentraler Isolationsüberwachung zur Anwendung empfohlen. Der Isolationswiderstand kann in kleineren Überwachungsbereichen besser skaliert werden. Die Möglichkeit einer vergleichenden Zustandsüberwachung des Isolationswiderstandes der einzelnen Überwachungsbereiche kann im Zuge eines Anlagenmonitorings geprüft werden.

Im Sinne OVE E8101, 712.542.101 sind die metallischen, betriebsmäßig nicht stromführenden Teile der PV-Anlage (hier: Montagegestell, Tragsysteme, metallische Aussteifungen der Schwimmkonstruktion, Kabeltassen, Gitterroste u. dgl.) mit Schutzpotentialausgleichsleitern untereinander und auf möglichst kurzem Weg mit der Hauptpotentialausgleichsschiene zu verbinden. Außerdem sind die Maßnahmen für den Blitzschutz und den Überspannungsschutz zu berücksichtigen.

Das Konzept des Potenzialausgleiches ist nachvollziehbar zu gestalten und zu dokumentieren, um eine strukturierte und aussagekräftige wiederkehrende Prüfbarkeit zu gewährleisten.

Die Verbindungspunkte der Konstruktionen müssen so ausgeführt sein, dass ein dauerhafter, ausreichend stromtragfähiger Potentialausgleich aller Metallteile sichergestellt ist. Bewegliche Verbindungen der Konstruktion, die keinen dauerhaften bzw. dauerhaft niederohmigen Kontakt sicherstellen sind mit PA-Verbindungen zu überbrücken.

Zum Schutz von Einsatzkräften bzw. Instandhaltungspersonal werden Maßnahmen der quellennahen Trennung bzw. spannungsbegrenzende Maßnahmen an den Modulen empfohlen. Das gesamte System zur Trennung bzw. zum Herunterfahren der Strangspannung ist unter Gesichtspunkten der funktionalen Sicherheit zuverlässig zu gestalten.

#### **10.4.4 Erdung**

Es ist ein Erdungskonzept zu erstellen, worin klar dargestellt ist, wie die Schutzziele der OVE E8101 bzw. der OVE Richtlinie R1000-3 realisiert werden. Die Konzeption muss eine dauerhaft stabile und niedrige Erdungsimpedanz erreichen. In Abhängigkeit der Netzform bzw. der Einwirkdauer und Höhe von Erdfehlerströmen ist die Erdungsanlage ausreichend zu dimensionieren. Bei der Anordnung der Erder ist auf Potentialverläufe und Korrosion Bedacht zu nehmen.

#### **10.4.5 Hochspannungsanlagen**

Stationen, die auf der Schwimmplattform realisiert werden, werden konstruktionsbedingt als Kompaktstationen in „Leichtbauform“ realisiert. Diese Stationen sind als gem. ÖVE/ÖNORM EN 62271-202 typengeprüfte Kompaktstationen herzustellen, wobei die besonderen Aufstellungsbedingungen auf die Typenprüfung übertragbar sein müssen und der durch den Hersteller formulierten bestimmungsgemäßen Verwendung nicht entgegenstehen dürfen. Diesbezüglich muss eine klare Aussage des Herstellers der Kompaktstation oder einer externen Prüfstelle vorliegen.

Der Einsatz von Isolierflüssigkeiten in Transformatoren ist mit dem Gewässerschutz zu koordinieren, ein Ausfall der Auffangwanne bzw. der Schwimmkörper im Brandfall aus brandschutztechnischer Sicht zu berücksichtigen. Insbesondere ist eine Ölauffangwanne der Station gegen Korrosion dauerhaft zu schützen.

Für den Fall von Erd- und Kurzschlüssen im Hochspannungsnetz des schwimmenden Teils der FPV Anlage ist die Stromflussdauer durch schnell wirkende Abschaltvorrichtungen zuverlässig zu minimieren.

Betrieblich zu betätigende Schaltvorrichtungen der Hochspannungsanlage sind vorzugsweise fernbedienbar einzurichten. Der sicherheitstechnische Anlagenzustand des Hochspannungsnetzes ist über das Monitoring System zu visualisieren, wobei zu überwachende Zustandsgrößen aus einem Schutz- bzw. Sicherheitskonzept abgeleitet werden können.

#### **10.4.6 Wiederkehrende Prüfung**

Wiederkehrende Prüfungen an der FPV Anlage sind im Sinne der ESV 2012 durch das Zusammentreffen von mehreren außergewöhnlichen Beanspruchung in einem zeitlichen Abstand von längstens einem Jahr vorzunehmen. Kürzere, durch Betriebsmittelhersteller vorgesehene Intervalle, sind zu berücksichtigen.

### **10.5 Nachgeführte Anlagen**

Wesentliches Merkmal dieser Ausführungsvariante ist, dass die PV Module nicht starr ausgerichtet sind, sondern ein Nachführungssystem die Orientierung der Module ein – oder zweiachsig ändert. Die Ausrichtung des Modulfeldes kann somit verändert werden, z.B. ertragsoptimiert dem Sonnenstand angepasst werden.

Verwendungsfertige nachgeführte Anlagen entsprechen der Definition einer Maschine gemäß § 2 Abs. 2 lit. a) der MSV 2010. Die Bestimmungen von § 5 Abs. 1 der MSV 2010 sehen vor dem Inverkehrbringen und/oder der Inbetriebnahme für deren Hersteller oder ihre Bevollmächtigten u.a. die Verpflichtungen vor, zutreffende grundlegende Sicherheits- und Gesundheitsschutzanforderungen von Anhang I durch die Konstruktion und die Bauweise der Maschine (Integration der Sicherheit durch Beseitigung oder Minimierung der Risiken gemäß Punkt 1.1.2.b von Anhang I der MSV 2010) zu erfüllen, technische Unterlagen und eine Betriebsanleitung in deutscher Sprache bereitzustellen sowie ein Konformitätsbewertungsverfahren durchzuführen, welches in der Ausstellung einer EG-Konformitätserklärung resultiert.

Klarzustellen ist in dieser Hinsicht jedenfalls der Umfang der Konformitätsbewertung, d.h. ob z.B. die Wechselrichter samt nachfolgender Anschlussanlage als Bestandteil der Konformitätsbewertung angesehen werden oder durch eine gesonderte Betrachtung erfasst werden müssen bzw. können.

Die Notwendigkeit der Beurteilung der Risiken an den Schnittstellen zwischen einzelnen, z.B. von Zulieferfirmen bezogenen Teilen des Trackingsystems, soll ebenfalls hingewiesen werden. Dies kann z.B. die Module und deren Verkabelung betreffen. Eine integrative Bewertung der Sicherheit des Tracking Systems ist jedenfalls von demjenigen Hersteller zu planen, der die Gesamtverantwortung für die Konzipierung der Maschine trägt. In Bezug auf ein zum Einsatz gelangendes Tracking System sind in den Einreichunterlagen folgende Informationen bereitzustellen:

- Muster einer EG Konformitätserklärung, Umfang der Konformitätsbewertung
- Bedienungsanleitung
- Angabe zu max. zulässiger Windgeschwindigkeit (Ausführung von sicherheitstechnischen Systemen, z.B. Verfahren in Tischstellung)
- Ausgestaltung von Kabelübergängen über bewegliche Teile
- Antriebsversorgung
- Notwendigkeit einer Sicherheitsstromversorgung
- Auslegung der elektrischen Schutzmaßnahmen, des Potentialausgleichs, des Überspannungsschutzes und der Kabelführung

# 11 Unterlagen / Einreichunterlagen

Für eine Beurteilung von PV FFA werden i.a. folgende Angaben und Unterlagen in der Einreichung als notwendig erachtet, wobei für Spezielle Anlagen (siehe Punkt 10) ggf. dort zusätzlich formulierte Anforderungen in die Projektierung aufgenommen werden müssen:

## 11.1 Allgemeine Angaben

- Adresse bzw. Standort der Anlage
- Eigentümer des Grundstücks
- Anlagenerrichter und voraussichtlicher Betreiber der Anlage
- Angabe, ob die PV-Anlage der Eigenbedarfsdeckung, Überschuss- oder Volleinspeisung dient, Inselbetrieb oder Netzgebunden
- Lageplan der Anlage
- Definition des Projektumfangs und der Vorhabensgrenze
- Nähe zu anderen fremden Anlagen (z.B. Hochspannungsleitungen, Bahnanlagen, Gasleitungen, ...)

## 11.2 Technische Beschreibung

- normative Grundlagen der Planung der PV FFA
- Anzahl der PV-Module
- Einzelleistung der PV-Module
- Gesamtmodulfläche
- Generatorgesamtleistung und Einspeiseleistung der PV FFA
- Montageart (Aufständigung, Ausrichtung, Neigung etc.)
- Anzahl, Art und Type der Wechselrichter
- Anzahl der Stränge
- Anzahl der pro Strang maximal in Serie geschalteten PV-Module
- Angabe der maximalen Leerlaufspannung pro Strang
- Beschreibung des Leitungsverlaufes der DC-Verkabelung von den PV-Modulen bis zu den Wechselrichtern sowie der AC seitigen Verkabelung
- Netzsystem, Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schlag und zugehörige Schutzvorkehrungen (AC- und DC-Seite)



- Schutzkonzept gegen thermische Einflüsse, Benachrichtigung des Betreibers
- Konzept Erdung und Schutzpotentialausgleich
- Konzept Überspannungsschutz
- Aufstellung der Wechselrichter (im Freien, Gehäuse, Container, ...) unter Berücksichtigung der Herstelleranforderungen
- Angaben über die Zugänglichkeit bzw. Schutz vor unbefugtem Zugriff auf die PV-Anlage
- Angaben zum Blitzschutz, welche Anlagenteile werden einbezogen
- Netzanschlusskonzept
- Stellungnahme des Netzbetreibers zum geplanten Erzeuger mit allenfalls notwendigen Maßnahmen
- Darstellung der Hochspannungsanlage (Trafostationen) samt Angaben zu Typenprüfungen, planlichen Darstellungen etc.

### 11.3 Weitere Unterlagen

- Einpoliges Schaltbild zur PV FFA (Einbindung ins Netz, Netzentkupplung, Wechselrichter, Aufteilung und Verschaltung der PV-Module, Überspannungsschutz, Schalt- und Schutzeinrichtungen, Potentialausgleich, ...)
- Datenblätter der Photovoltaikmodule, Optimierungssysteme; Wechselrichter, Filter; Leitungen; Batterien
- Datenblätter und CE-Konformitätserklärungen der PV-Module und Wechselrichter
- Aussage zur Durchführung einer Erstprüfung und Erstellung der Dokumentation
- Betriebs- und Wartungsvorschriften Handbuch / Betriebsanleitung zu Betriebsmitteln der PV-Anlage bzw. Gesamtanlage

### 11.4 Ergänzende Angaben (sofern gefordert)

- Angaben bzw. Unterlagen zu Blendung
- Angaben zu Energieeffizienz
- Jahreserzeugung in der Form einer Ertragsberechnung mit Standortdaten und regionalen meteorologischen Kennwerten, Berücksichtigung der Abschattungen und der Verluste bis zum Einspeisepunkt
- Pflege der Flächen unter den PV Anlage



**Bundesministerium für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort**

Stubenring 1, 1010 Wien

+43 1 711 00-0

[bmdw.gv.at](https://bmdw.gv.at)