

Bauzentrum München



Photovoltaik-Anlagen: Fehler beim Bau und was wir daraus lernen können

Referent:

Dipl.-Ing. (FH) Jochen Kirch

öffentlich bestellter und vereidigter
Photovoltaik Sachverständiger
(IHK München)

KCE Power Solutions GmbH

Lindenweg 18

86925 Fuchstal

Tel.: 089 921 310 860

www.kce-power-solutions.com

Der Referent

Dipl. Ing. (FH) Jochen Kirch

- Studium Maschinenbau, FH Ingolstadt
- SV-Ausbildung TÜV Süd
- Projektleiter Bau/Photovoltaik
- Sachverständiger Photovoltaik
- Seit 2014: öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger (IHK München)
- Seit 2015: Vorstandsmitglied des Qualitätsverband Solar- und Dachtechnik e.V. (QVSD)
- Seit 2016: Dozent der TÜV Rheinland Akademie in der Sachverständigenausbildung Photovoltaik und KFZ-Ladestationen
- Seit 2018: Geschäftsführer der KCE Power Solutions GmbH
PV-Anlagen – Ladestationen – Energiemanagement



Übersicht

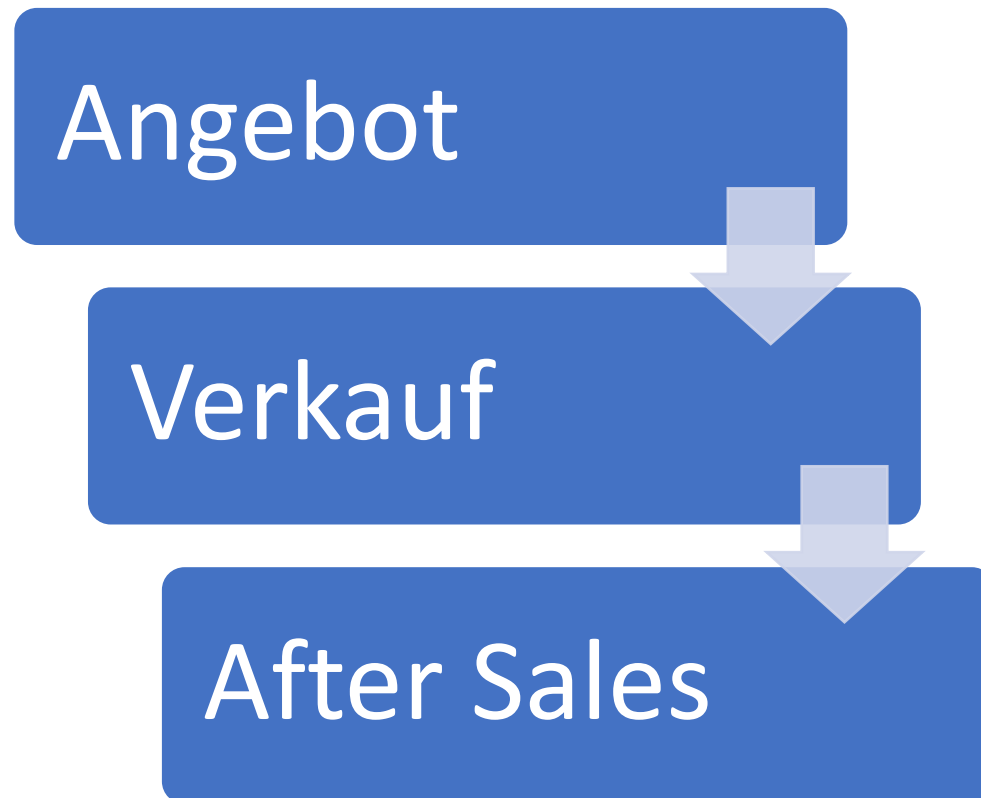


- Angebot
- Planung
- Wirtschaftlichkeit
- Montage
- Standsicherheit
- Blitz- und Überspannungsschutz
- Brandschutz
- VdS-Vorgaben (Versicherung)
- Dokumentation
- Gebäudehülle / Dach
- Inbetriebnahme/Instandhaltung

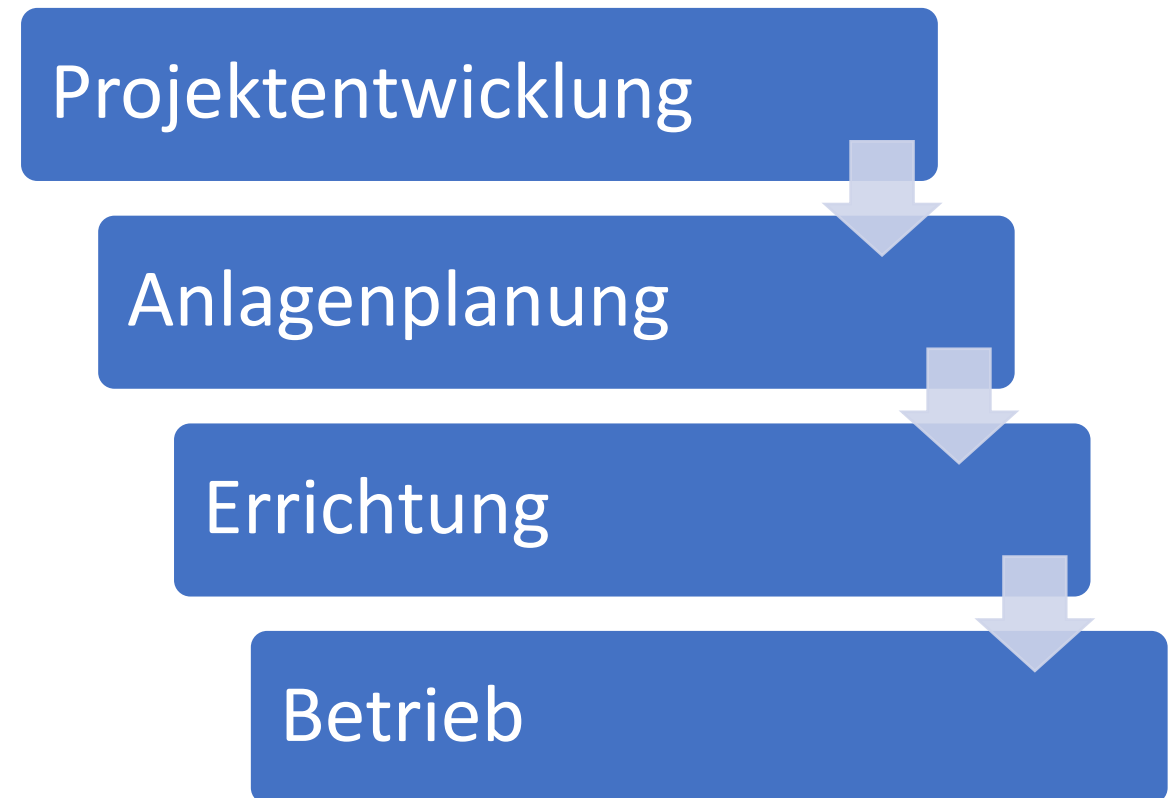
Angebot

Entstehung einer PV-Anlage

Vertrieb



Technische Entwicklung



Angebot



- Beschreibung der Komponenten
 - Wechselrichter
 - Module
 - Speicher
 - Montagegestell
 - Monitoring
- Ertragsprognose / Wirtschaftlichkeitsberechnung
 - Instandhaltungskosten
 - Speicherkosten
 - Strompreissteigerungen

Angebot



- Leistungsumfang: welche Leistungen sind im Angebot enthalten?
 - Montage der PVA

Wichtig: Definition der Schnittstellen

- Zähler EVU
- Zählerschrank
- Inbetriebnahme (technische IBN, EEG-IBN)
- Probebetrieb
- Dokumentation
- „schlüsselfertig“

Angebot



- Dokumentation
 - Dokumentation nach VDE
 - Monitoring
 - Unterkonstruktion
 - Statik
- Zahlungsbedingungen
- Fertigstellungstermin

Grundlagenermittlung

Grundlagenermittlung



Standort

- Einstrahlung
- Verschattung
- Umgebungsbedingungen (z.B. Verschmutzung)
- Klärung der Eigentumsverhältnisse / Nutzungsrechte
- Nutzungseinschränkungen (Brand- oder Explosionsschutz)

Grundlagenermittlung



Gebäude

- Dachaufbau
- Traglastreserven
- Brandwände
- Blitzschutz
- Brandschutzkonzept / Brandschutzanforderungen

Grundlagenermittlung



Dächer mit Dachdeckung (Schrägdächer)

- Art der Deckung (Ziegel/Dachstein, Schiefer, Trapezblech, Sandwichpaneele, Metalleichtbau, ...)
- Funktionsschichten (Deckung, Unterdach, Dämmung, Dampfsperre)
- Geometrie
- Zustand
- Erhöhte Anforderungen an die Regensicherheit

Grundlagenermittlung



Dächer mit Abdichtung (Flachdächer)

- Abdichtung (Hersteller, Typ, Dicke)
- Dämmung (Hersteller, Typ, Dicke, Druckfestigkeit)
- Ausführung der Abdichtung (genutztes Dach)
- Tragfähigkeit, Traglastreserven
- Zustand

Grundlagenermittlung



Dächer mit Abdichtung (Flachdächer)

- Flachdächer werden durch die Installation einer PV-Anlage definitionsgemäß zu genutzten Dächern
- Dadurch steigen die Anforderungen an die Qualität des Dachaufbaus
 - Anwendungskategorie K1 in Kombination mit PVA ungeeignet
 - Erforderliche Druckfestigkeit von Mineralfaserdämmung min. 70 kPa (Datenblatt)
 - Freigabe des Dämmstoffherstellers erforderlich
 - Freigabe des Folienherstellers erforderlich
 - Lastverteilende Schicht erforderlich (bereits während der Montage)

Anforderungen der Versicherung



VdS-Vorgaben berücksichtigen

- Montage auf brennbaren Dächern – Kompensationsmaßnahmen
- Abstände zu Brandwänden
- Abstände zu RWAs und Lichtbändern
- Maximale Modulfeldgröße

→ Abstimmung mit der Versicherung erforderlich

Grundlagenermittlung

Freiflächen

- Bodenzusammensetzung
- Tragfähigkeit
- Befahrbarkeit
- Begrenzung der Rammtiefen (Deponien)
- Altlasten

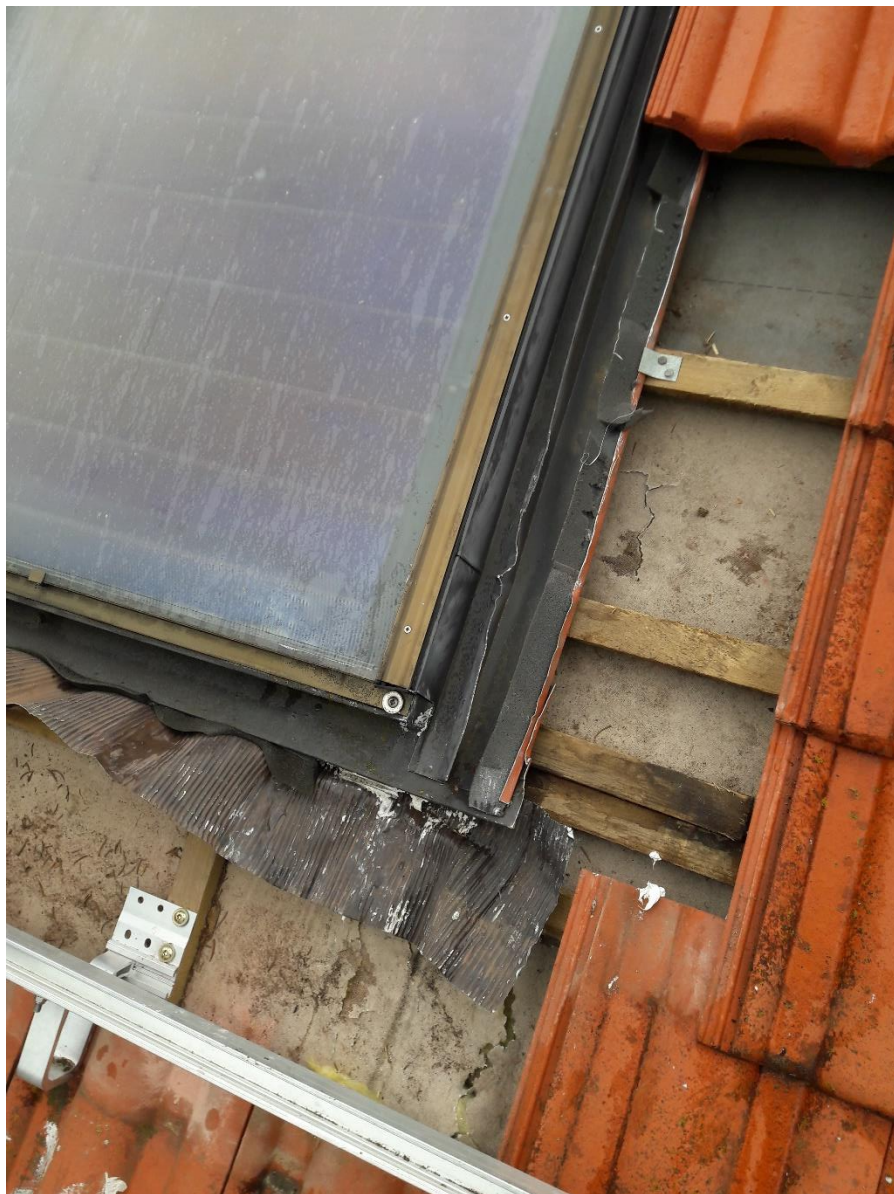
→ Bodengutachten

Grundlagenermittlung



- Netzverknüpfungspunkt
- Netzanschlussprüfung
- Klärung der Kabelrechte















Anlagenplanung

Anlagenplanung



Auswahl und Abstimmung der PV-Komponenten

- Wechselrichter
- Module
- Speicher
- Energiemanagement
- Montagegestell
- Kabel
- Schutzeinrichtungen
- ...

Anlagenplanung



Auswahlkriterien Batteriespeicher

- Speicherkapazität
- AC- oder DC-gekoppelt
- „Notstrom“- Funktion
 - Soll Notstrom vorhanden sein?
 - Welche Verbraucher sollen mit Notstrom versorgt werden?
 - Welche Umschaltzeiten sind gefordert (USV)?
 - Welche Speicherkapazität soll für Notstrom zur Verfügung stehen?
 - Soll die PV-Anlage im Notstrombetrieb arbeiten?

Anlagenplanung

- Festlegung der Verschaltung
- Prüfung der Kompatibilität
- Festlegen des Messkonzepts
- Festlegen der Aufstellorte und Kabelführung
 - Umgebungsbedingungen
 - Brandschutz
 - „Feuerwehrscharter“

Anlagenplanung

- Nachweise (Kabel und Schutzeinrichtungen)
- Statik
- Blitzschutz
- Brandschutz
- Erstellen der Montagepläne

Anlagenplanung



- Schnittstellenplanung
 - Dach
 - Befestigung
 - Dehnungsausgleiche
 - Bautenschutz
 - Standsicherheit
 - Blitzschutz
 - Brandschutz

Anlagenplanung



- Erstellen der Montagepläne
 - Stromlaufplan
 - Modulplan
 - Strangplan
 - UK-Plan
 - Ballastplan
- Sonstige Unterlagen
- Montageanleitungen











Brandwand















Wirtschaftlichkeit

Ertragsprognose

- Ermittlung des zu erwartenden Anlagenenertrags
- Zu berücksichtigen sind
 - Verwendete Komponenten (Module, WR, Speicher, Kabel)
 - Lebensdauer der Komponenten
 - Anlagenaufbau (Ausrichtung und Neigung der Module, Verschaltung)
 - Einstrahlung und Temperatur am Anlagenstandort
 - Verschattungssituation (zukünftige Verschattungssituation berücksichtigen, z.B. bei Bewuchs)
- Ermittlung von Anlagenenertrag und Eigenverbrauchsanteil über Simulationsprogramme

Wirtschaftlichkeitsprognose



- Ermittlung auf Grundlage der Ertragsprognose
- Verbrauch und Lastprofil (nach Möglichkeit Standard-Lastprofile verwenden)
- Eigenverbrauchsquote (insbesondere bei der Nutzung von Speichern)
- Instandhaltungskosten (regelmäßige Prüfungen, Reinigung, WR-Tausch, Speichertausch ...)
- Nebenkosten (z.B. Versicherung, Zähler, Monitoring)
- Erwartete Betriebsunterbrechungen (z.B. Dachsanierung, WR-Ausfall)
- Zusätzliche Kosten z.B. für Rückbau der Anlage bei Dachsanierung
- Erwartete Strompreissteigerungen

Eigenverbrauch und Autarkie

- Der Eigenverbrauch gibt den Anteil der in der PV-Anlage erzeugten Energie an, der direkt vor Ort verbraucht wird, ohne ins öffentliche Stromnetz eingespeist zu werden
- Der Autarkiegrad gibt an, wieviel der am Standort benötigten Energie durch Eigenverbrauch aus der PV-Anlage gedeckt wird

Maßnahme	Änderung Eigenverbrauch	Änderung Autarkie
Zubau oder Vergrößerung eines Energiespeichers	steigt	steigt
Erhöhung der Anlagenleistung	sinkt	steigt
Verminderung des Anlagenertrags (z.B. Verschmutzung, zunehmende Verschattung, Ausfall von Anlagenteilen)	steigt	sinkt

Wirtschaftlichkeit von Speichern



- Speicher haben eine begrenzte Lebensdauer (kalendarische Alterung)
 - Die Anzahl der Speicherzyklen ist begrenzt
 - Rechenansatz: 250 Vollzyklen pro Jahr
- die Wirtschaftlichkeit von Batteriespeichern ist kritisch zu prüfen

Montage

Montage

Vorbereitende Arbeiten

- Arbeitssicherheit, Gerüst
- Untergrund prüfen
 - Dachzustand
 - Schäden dokumentieren und melden
 - ggf. Bedenken anmelden
- Einmessen
- Maßnahmen zum Schutz der Bestandskomponenten treffen (Laufwege schützen)

Montage

- Unterkonstruktion
- Montageanleitung beachten
- Spannweiten und Überstände (Kragarme) beachten (Statik)
- Anzugsmomente beachten
- Dehnungsausgleiche vorsehen (Empfehlung: spätestens nach 12m)
- Schienenverlängerungen über mindestens zwei Dachhaken
- Schneiden von Profilschienen auf dem Dach vermeiden

Dächer mit Dachdeckung

- Funktionsschichten des Daches beachten
- Ziegel ausschneiden
- Abstände zwischen Dachhaken und Ziegel beachten
- Schrauben gerade einsetzen (Plan aufliegender Kopf)
- Stockschrauben fachgerecht einsetzen (senkrecht, Einschraubtiefen/Überstand beachten)
- Dach nach der Montage reinigen (Späne, Scherben)

Dächer mit Abdichtung

- Funktionsschichten des Daches beachten
- Dach während der Bauphase schützen
- Traglastreserven des Daches auch im Bauzustand beachten
- Profilverlegung möglichst quer zur Ausrichtung der Obergurte (Trapezblech)
- Zuschneiden von Schienen auf Dächern mit Abdichtung vermeiden

Montage UK - Freifläche

- Rammtiefen beachten
- Dokumentation der eingesetzten Pfostenlängen und Rammtiefen
- Maß- und Lagetoleranzen beachten
- Korrosionsschutz anbringen

Modulmontage



- Herstellerangaben beachten
- Transport und Handling der Module nach Herstellervorgaben
- Klemmbereiche einhalten
- Anzugsmomente einhalten

Wechselrichtermontage



- Montageanleitung beachten
- Vorgegebene Abstände und Montagemaße einhalten
- Standort mit möglichst niedrigen Umgebungstemperaturen nutzen
- Vor direkter Sonneneinstrahlung schützen
- Vor direktem Niederschlag schützen
- Montage auf nicht brennbarem Untergrund
- Montage von WR in „feuergefährdeten Bereichen“ ist unzulässig
- Mechanischen Schutz der Geräte sicherstellen
- Anschlüsse dicht verschließen

Verkabelung

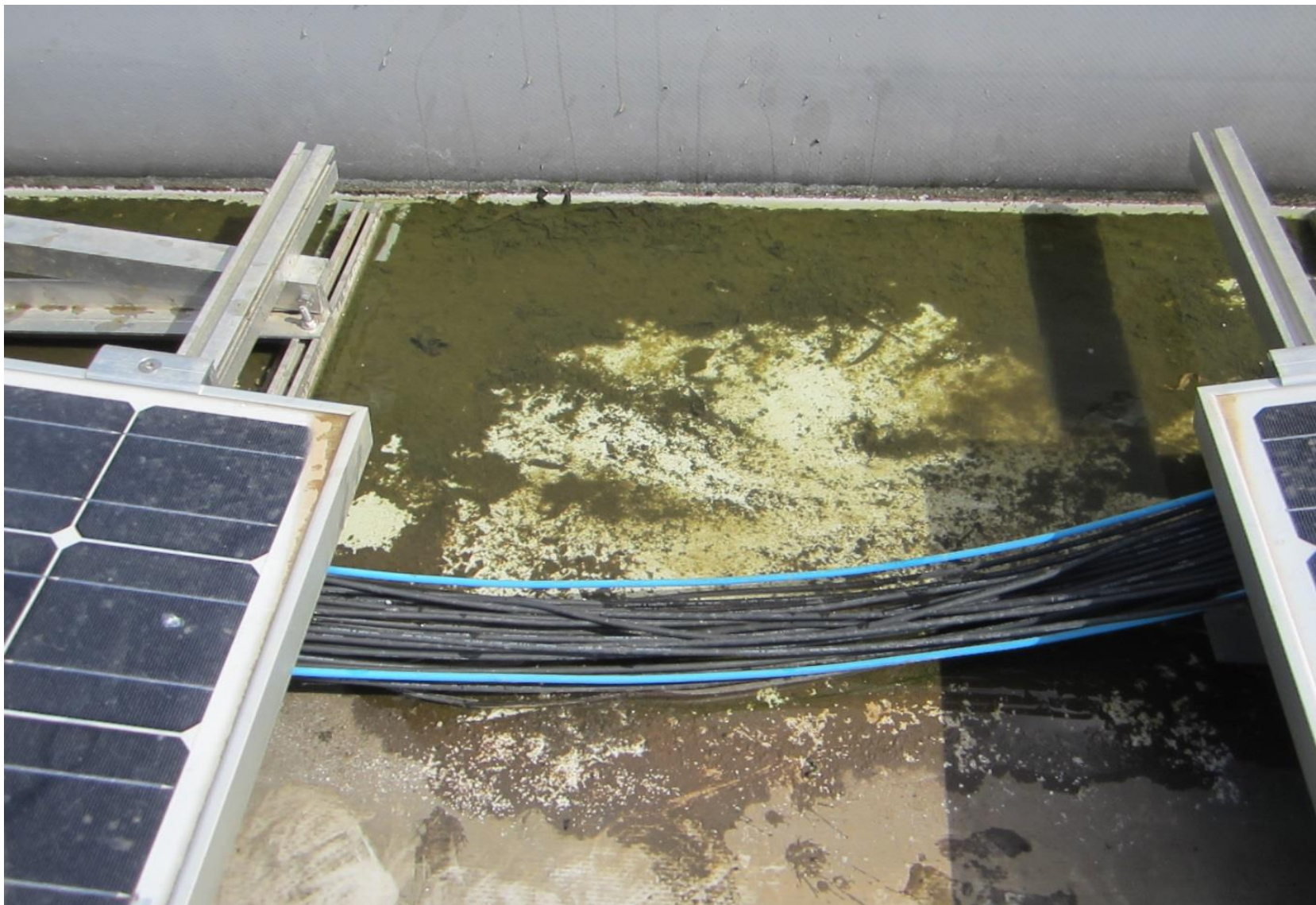


- vor mechanischen Einflüssen und UV-Strahlung schützen
- Biegeradien beachten
- Leiterschaukeln vermeiden
- Stecker und Buchsen nur sortenrein verbinden
- Kontakt zum Dach vermeiden
- Brandwände beachten
 - Brandschutzbandagen
 - Brandschotte

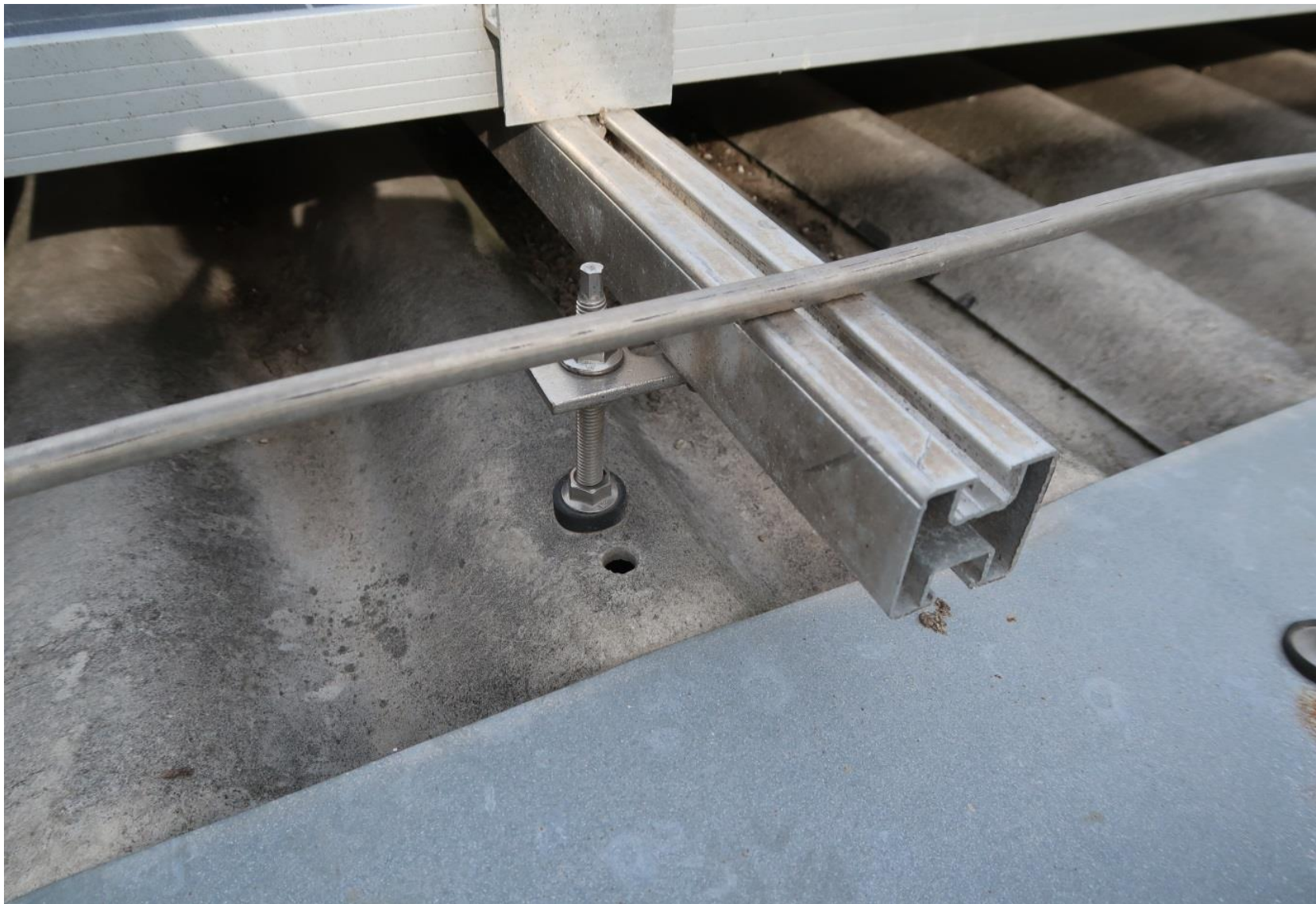




























Standardsicherheit

Standssicherheit



Rechtliche Anforderungen

- Jede bauliche Anlage muss im Ganzen und in ihren einzelnen Teilen für sich allein standssicher sein. Die Standssicherheit anderer baulicher Anlagen und die Tragfähigkeit des Baugrundes der Nachbargrundstücke dürfen nicht gefährdet werden (§12 MBO).

→ PV-Anlagen müssen standssicher sein

- Standssicherheit beschreibt die Fähigkeit einer PV-Anlage, den zu erwartenden Kräften dauerhaft widerstehen zu können

Stand sicherheitsnachweis



- Der Nachweis der Standsicherheit erfolgt in der Regel durch rechnerischen Nachweis durch eine nachweisberechtigte Person (Statiker, Tragwerksplaner, ...)
- Eine Systemstatik des UK-Herstellers ist kein Standsicherheitsnachweis

Typischer Hinweis in Systemstatiken:

- Bitte beachten Sie, dass es sich hierbei um eine Vorbemessung bzw. Statikempfehlung gemäß EN 1991-1 handelt. Die Vorbemessung ersetzt keine statische Berechnung bzw. Freigabe durch den verantwortlichen Statiker. Sie dient als Hilfestellung zur Erstellung der statischen Berechnung durch den verantwortlichen Statiker.

Standicherheit



Bei der Prüfung der Standicherheit der PV-Anlage müssen unter anderem folgende Punkte berücksichtigt werden:

- Windlastzone
- Schneelastzone
- Geländehöhe
- Gebäudehöhe
- Umgebungsbebauung
- Dachgeometrie
- Geometrie der PV-Anlage
- Position auf dem Dach

Standicherheit



In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Standicherheitsprüfung müssen die Komponenten der PV-Anlage geprüft und ggf. angepasst werden:

- Anzahl der Dachhaken
- Zulässige Spannweiten und Kragarme
- Höhe des Ballasts
- Ggf. Zusätzliche Verankerungspunkte
- Lage und Verteilung der Anlage auf dem Dach

Gebrauchstauglichkeit



- Zusätzlich zur Standsicherheit sind Dächer ggf. die Gebrauchstauglichkeit zu prüfen
- Mit der Gebrauchstauglichkeit wird geprüft, ob die bestimmungsgemäße Funktion der Dächer erhalten bleibt (Winddichtheit, Regensicherheit)
- Bewertungskriterium ist die Verformung der Bauteile (L/300, L/500)
- Die Gebrauchstauglichkeit ist insbesondere bei großflächigen Metalldächern relevant (Sandwich, Trapez)

→ Die Gebrauchstauglichkeit kann eingeschränkt sein, auch wenn Dach und PV-Anlage standsicher sind

Blitz- und Überspannungsschutz

Blitz- und Überspannungsschutz



Blitz- und Überspannungsschutz sind in zwei unterschiedlichen Normenreihen geregelt:

- Blitzschutz: VDE 0185-305
- Überspannungsschutz: VDE 0100-443
- Schutzgeräte für PVA: VDE V 0675-5-32 (Vornorm)

Blitz- und Überspannungsschutz



PV-Anlagen müssen gegen Überspannungen geschützt werden (VDE 0100-443):

- AC-seitig in der Hauptverteilung
- Der AC-seitige Überspannungsschutz ist in der Regel gebäudeseitig vorgerüstet
- DC-seitig vor dem Wechselrichter
- Der DC-seitige Überspannungsschutz kann im WR integriert sein

Blitz- und Überspannungsschutz



Blitzschutz

- Durch die Installation einer PV-Anlage wird die Wahrscheinlichkeit eines Blitzeinschlags in der Regel nicht erhöht

Aber:

- Anforderungen der Versicherung klären
- Unabhängig davon: DC-Leitungen induktionsarm verlegen, um induktive Einkopplungen von

Blitz- und Überspannungsschutz



- Wenn auf dem Gebäude eine Blitzschutzanlage installiert ist, dient diese Anlage dem Schutz des Gebäudes
- Die Installation einer PV-Anlage darf die Wirkung einer vorhandenen Blitzschutzanlage nicht negativ beeinflussen
- Soll auf einem Gebäude mit Blitzschutzanlage eine PV-Anlage errichtet werden, ist bereits in der Planungsphase eine Blitzschutzfachkraft (VDE 0185-305) hinzuzuziehen
- Änderungen an der BSA (z.B. durch Einbindung der PV-Anlage) sind durch eine Blitzschutzfachkraft abzunehmen

Blitz- und Überspannungsschutz



Bei vorhandenen Blitzschutzanlagen (BSA):

- soll die PV-Anlage idealerweise im Schutzbereich der BSA errichtet werden
- soll der Trennungsabstand zwischen PVA und BSA eingehalten werden
- kann der erforderliche Trennungsabstand nicht eingehalten werden, oder befindet sich die PVA nicht im Schutzbereich der BSA, muss die PVA in die BSA eingebunden werden

Blitz- und Überspannungsschutz



- Wenn der Trennungsabstand eingehalten werden soll, dann müssen ALLE Teile der PV-Anlage (Module, Gestelle, Kabel, Erdung) diesen einhalten. Dabei sind insbesondere auch Näherungen zu metallenen Dachkonstruktionen (z.B. Trapezblech unter Dämmung, metallene Attika, Regenrinnen) zu berücksichtigen
 - Bei der Einbindung werden Blitzteilströme über die DC-Leitungen und u.U. durch das Gebäude abgeleitet
- Überspannungsschutzgeräte Typ I erforderlich, Norm zum Schutz der Module in Arbeit

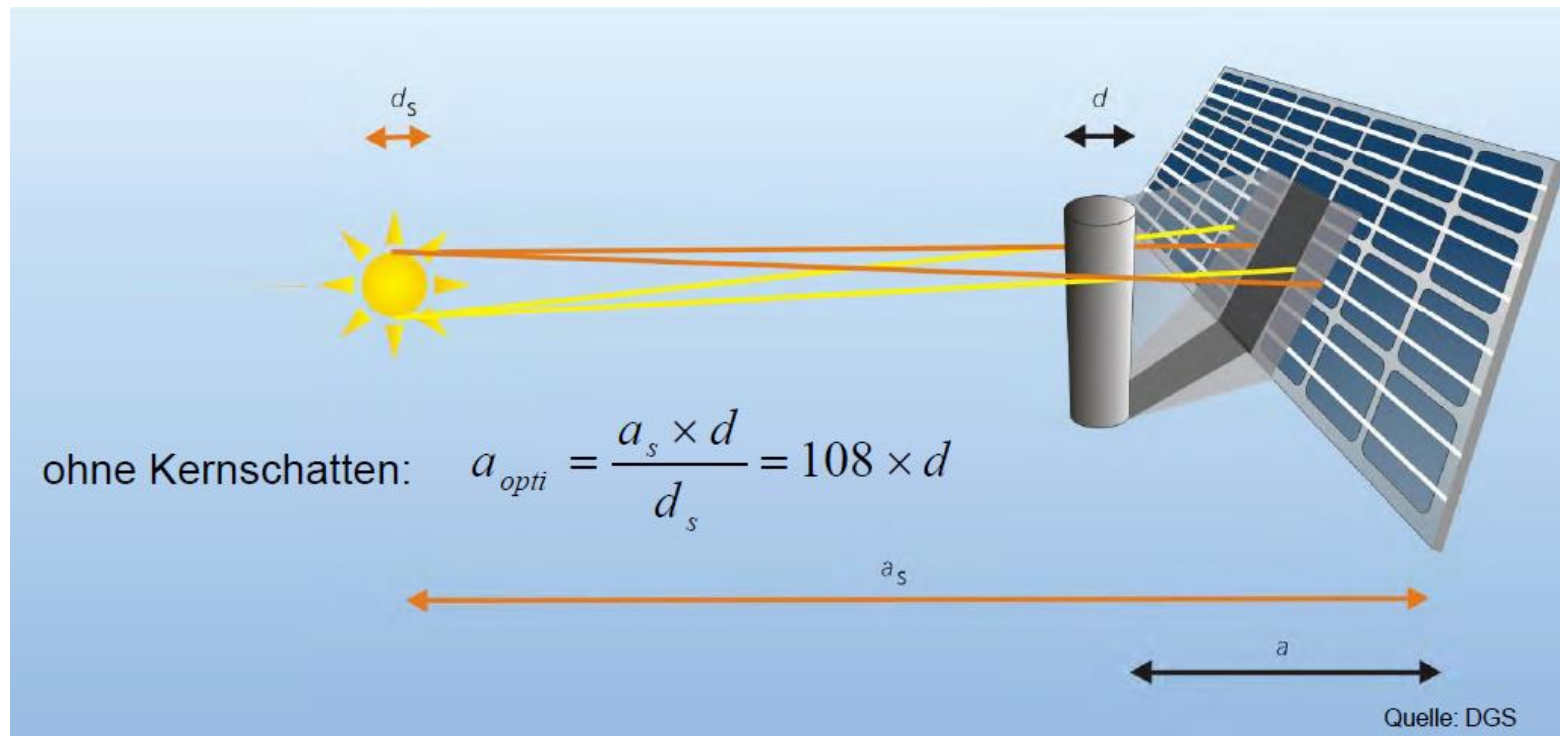
Blitz- und Überspannungsschutz



- Planung und Ausführung von BSA nur durch ein Fachunternehmen
 - Innerer Blitzschutz
 - Äußerer Blitzschutz
- Berücksichtigung der Besonderheiten von Photovoltaikanlagen:
 - Vermeiden von Verschattungen
 - Wahl geeigneter Überspannungsableiter
 - Kenntnis der VDE 0185-305 Teil 3 Beiblatt 5
- Planer der Photovoltaikanlage sollte Kenntnisse zum Blitzschutz mitbringen

Blitz- und Überspannungsschutz

Verschattung durch Blitzfangstangen



Brandschutz

Brandschutz

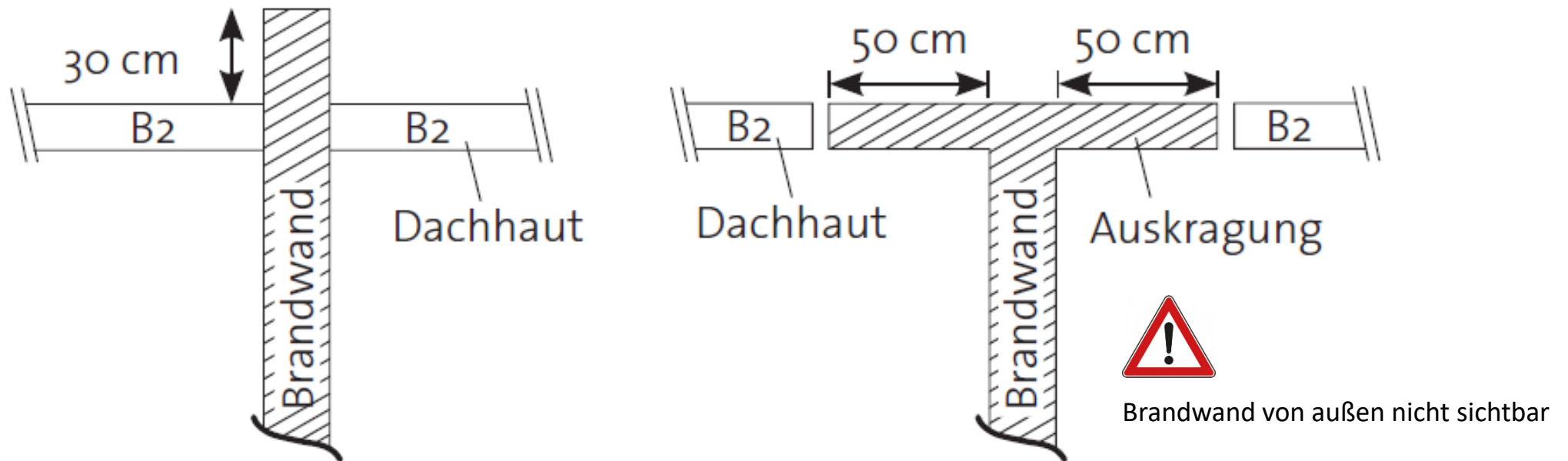
- PV-Anlagen müssen von Brandwänden mindestens 1,25 m entfernt sein
- Bauteile mit brennbaren Baustoffen dürfen über Brandwände nicht hinweggeführt werden (Kabel)
- Öffnungen in Brandwänden müssen geschottet werden
- In notwendigen Treppenträumen und Fluren sind Komponenten von PV-Anlagen grundsätzlich nicht zulässig
- Trennwände zwischen Gebäuden der Gebäudeklasse 1 und 2 gelten in Bayern nicht als Brandwände und dürfen überbaut werden (z.B. Reihenhäuser)

Brandschutz

- Brandabschnitte in Gebäuden dürfen nicht größer als 40m sein
→ spätestens alle 40m steht eine Brandwand oder es gibt ein Brandschutzkonzept für das Gebäude
- Lokale Brandschutzkonzepte sind zu beachten

Brandschutz

Ausführung von Brandwänden



Quelle: Brandschutzgerechte Planung von PV-Anlagen, Feb. 2011

Feuerwehrscharter



- Auf der DC-Seite von PV-Anlagen sind Maßnahmen zur Einhaltung der elektrischen Sicherheit im Falle einer Brandbekämpfung oder einer technischen Hilfeleistung einzuhalten (VDE-AR-E 2100-712)
- Schutzziel: Gefährliche berührbare Spannungen dürfen auch im Schadenfall nicht auftreten

Feuerwehrscharter

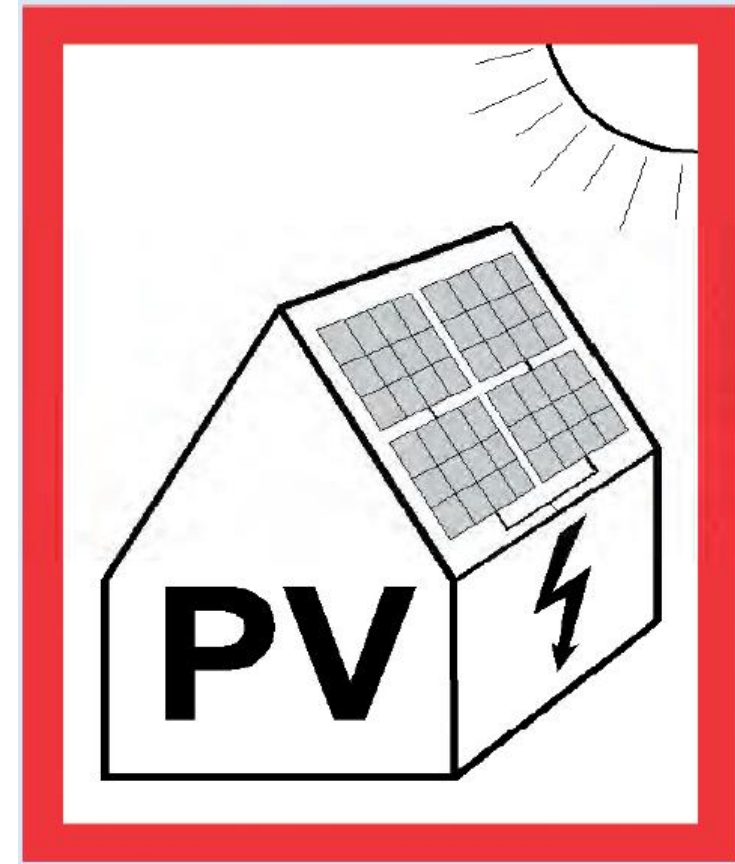
Folgende Maßnahmen zur Umsetzung der Mindestanforderungen sind umzusetzen:

- Kennzeichnung von Anlagen und PV-DC-Leitungsführung **und**
- bauliche und organisatorische Installationsmaßnahmen
 - Verlegung der DC-Leitungen außerhalb des Gebäudes
 - gegen Feuer geschützte Verlegung
 - gegen Berührung geschützte feuerwiderstandsfähige Verlegung (z.B. auf feuerbeständigen Kabeltragsystemen, Mindesthöhe 3,5 m)
- **oder** technische Installationsmaßnahmen
 - DC-Freischarter
 - Abschalten des Moduls (Modulwechselrichter)
- Der Bereich 1m um die Wechselrichter muss nicht geschützt werden, der Bereich ist in den Plänen zu kennzeichnen

Kennzeichnung

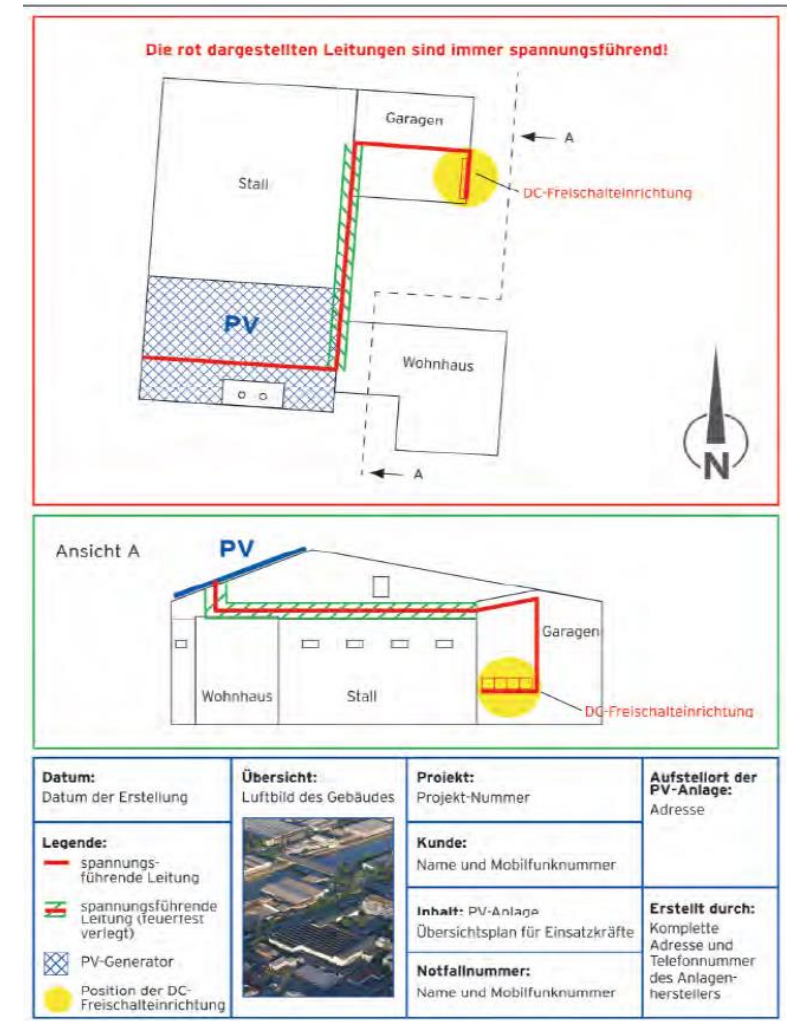
An Gebäuden mit PV-Anlagen sind Hinweisschilder anzubringen

- am Übergabepunkt der elektrischen Anlage (Hauptverteilung, HAK)
- an den Unterverteilungen



Kennzeichnung

- Ein Übersichtsplan muss am Übergabepunkt der elektrischen Anlage (z.B. HAK, Gebäudehauptverteiler) hinterlegt werden
- Es soll in geeigneter Weise Auskunft geben über:
- Spannung führende, nicht abschaltbare Leitungen
- gegen Feuer geschützte Verlegung von Spannung führenden Leitungen im Gebäude
- PV-Generator
- Position aller DC-Freischalteinrichtungen
- Vorhandene Feuerwehrpläne müssen überarbeitet werden



Vorgaben Versicherung

VdS-Regelwerke



Die technischen Vorgaben der Versicherungen sind in den VdS-Hinweisen geregelt. Für PV-Anlagen gelten insbesondere:

- VdS 2098: Abstände zu Rauch- und Wärme-Abzugsanlagen (RWAs)
- VdS 2234: Brandwände
- VdS 3145: PV-Anlagen
- VdS 6023: PV-Anlagen auf Dächern mit brennbaren Baustoffen

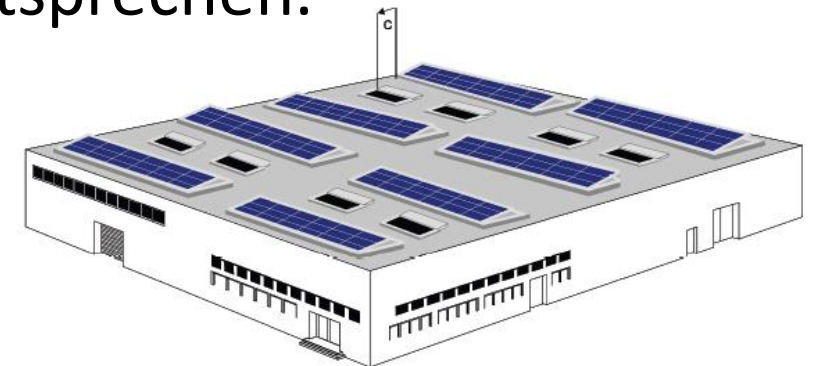
Die Anforderungen der Versicherungen gehen teilweise deutlich über die VDE-Regeln und die Anforderungen der Bauordnung hinaus.

VdS 2098: Abstände zu RWAs

- Werden RWAs und PVAs in derselben Dachfläche eingebaut, so sind Mindestabstände einzuhalten
- „Das vorliegende Dokument ist nur verbindlich, sofern dessen Verwendung im Einzelfall vereinbart wird; ansonsten ist die Berücksichtigung dieses Dokuments unverbindlich. Die Vereinbarung zur Verwendung dieses Dokuments ist rein fakultativ. Dritte können im Einzelfall auch andere Anforderungen nach eigenem Ermessen akzeptieren, die diesem Dokument nicht entsprechen.“

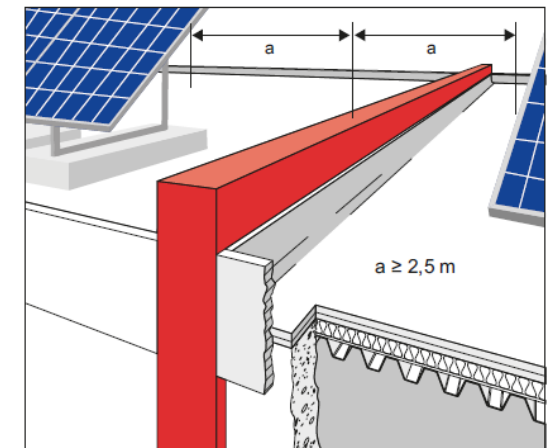
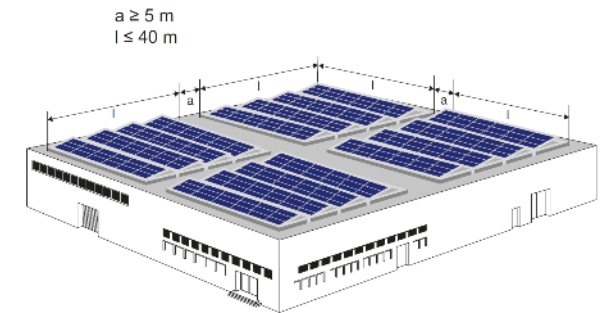
Δh = Höhendifferenz zwischen Oberkante PV-Module
und Oberkante geöffnetes NRW

- $\Delta h \leq 0 \text{ m}$, $c = 2,5 \text{ m}$ (umlaufender Abstand)
- $0 < \Delta h \leq 2,5 \text{ m}$, $c = 5 \text{ m}$ (umlaufender Abstand)
- $\Delta h > 2,5 \text{ m}$, nähere Untersuchung im Einzelfall sinnvoll



VdS 2234: großflächige PVA

- Trennung der Modulfelder durch brandlastfreien Streifen
- Mindestabstand 5m
- Bei Querung von Brandwänden und Trennstreifen: Verhinderung der Brandweiterleitung, z.B. durch geeignete Bandagen
- Hinzuziehung eines Brandschutzfachplaners bei der Planung einer PV-Anlage
- Ragen die Module über die Brandwand hinaus, muss ein Mindestabstand $\geq 2,5\text{m}$ zur Brandwand eingehalten werden (Verweis auf MBO)



VdS 6023: brennbarer Dachaufbau

Die Wahrscheinlichkeit der selbstständigen Brandausbreitung bei der Kombination von Dachabdichtung und Dachdämmung

	nicht wahrscheinlich	wenig wahrscheinlich	wahrscheinlich
	Dachdämmung		
Dachdeckung/-abdichtung	Mineralwolle oder sonstige nichtbrennbare Dämmstoffe	PUR/PIR mind. C nach EN 13501-1	PUR/PS oder andere brennbare Dämmstoffe
nichtbrennbare Dachdeckung (z. B. Dachpfannen, Trapezblech)			
Abdichtungsbahn aus Kunststoff			
Bitumenbahnen oder andere bitumenhaltige Abdichtungen			
PUR-Sandwichelement [z. B. ≤ C nach EN 13501-1]			
PUR-Sandwichelement [z.B. ≥ D nach EN 13501-1]			

PUR = Polyurethan
PIR = Polyisocyanurate
PS = Polystyrol

VdS 6023: mögliche Maßnahmen



- Technisch
 - Leitungsverlegung in aufgeständerten Kabelbühnen
 - WR mit Lichtbogenerkennung
 - Monitoring
 - PV-Module schwerentflammbar oder nichtbrennbar (Glas-Glas)
- Organisatorisch
 - Regelmäßige Instandhaltung
 - Angepasste Inspektionsintervalle
 - Aktive Störmeldungen aus Monitoring
- Schadenverhütende Maßnahmen (Auswahl)
 - Fachgerechte Errichtung
 - Regelmäßige Inspektionen
 - Thermografie

Brandschäden an PV-Anlagen

- Dachaufbau: Trapezblech, Mineralwolle, Kunststoff-Abdichtung
- Brandursache: defekte Anschlussdose an einem Modul (vorne links)
- Brandausbreitung über die Abdichtung (ca. 6m)
- Übersprung des Brandes auf weitere Module und eine RWA



Brandschäden an PV-Anlagen



- Dachaufbau: Trapezblech, EPS, Bitumenbahn
- Brandursache: defekter DC-Trennschalter im WR
- Lichtbogenbildung an den DC-Kabeln
- Cu-Kabel und Al-Gehäuse aufgeschmolzen
- Brand wurde sofort bemerkt und gelöscht

Dokumentation

Dokumentation

- Die Anlagendokumentation ist Teil der Anlage
- Der Inhalt der Dokumentation ist im Wesentlichen normativ geregelt
- Die Systemdokumentation ist dem Anlagenbetreiber zu übergeben und dient der Sicherstellung, dass die wichtigsten Systemdaten einem Kunden, Prüfer oder Wartungsingenieur problemlos zur Verfügung stehen

Dokumentation

Die Dokumentation muss mindestens folgende Punkte umfassen:

- Allgemeine Systemdaten
- Schaltplan
- Strangplan
- Datenblätter
- Mechanische Konstruktion
- Notsysteme
- Betriebs- und Wartungsangaben
- Prüfergebnisse und Inbetriebnahme Daten

Dokumentation

Zusätzlich zu den nach VDE geforderten Dokumentationsunterlagen sollten folgende Unterlagen der Dokumentation hinzugefügt werden:

- Unterlagen zum Dachaufbau (Datenblätter, Traglastreserven, Druckfestigkeiten)
- Standsicherheitsnachweis
- Ballastierungsplan
- Aufbauplan Unterkonstruktion
- Einspeisezusage Netzbetreiber
- Anmeldung Anlagenregister
- Einspeiseabrechnungen
- Versicherungsunterlagen
- Unterlagen zum Monitoringsystem (Datenblätter, Zugangsdaten, Bedienungsanleitung)
- ...

Gebäudehülle

Gebäudehülle



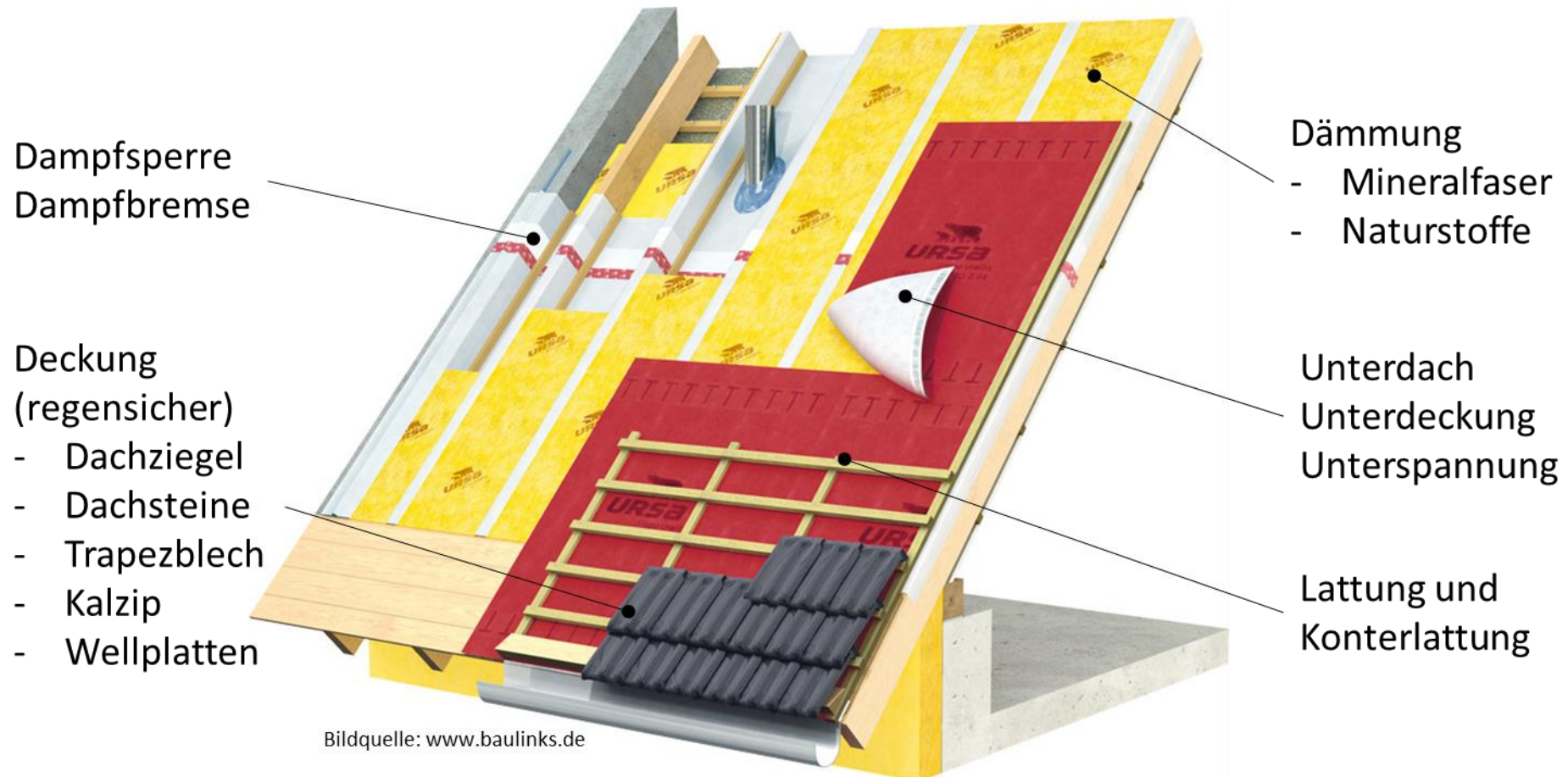
- Bei der Montage von PV-Anlagen auf Gebäuden wird in die Gebäudehülle eingegriffen
- Die Funktionen der Gebäudehülle müssen bei der Montage einer PV-Anlage erhalten bleiben

Gebäudehülle

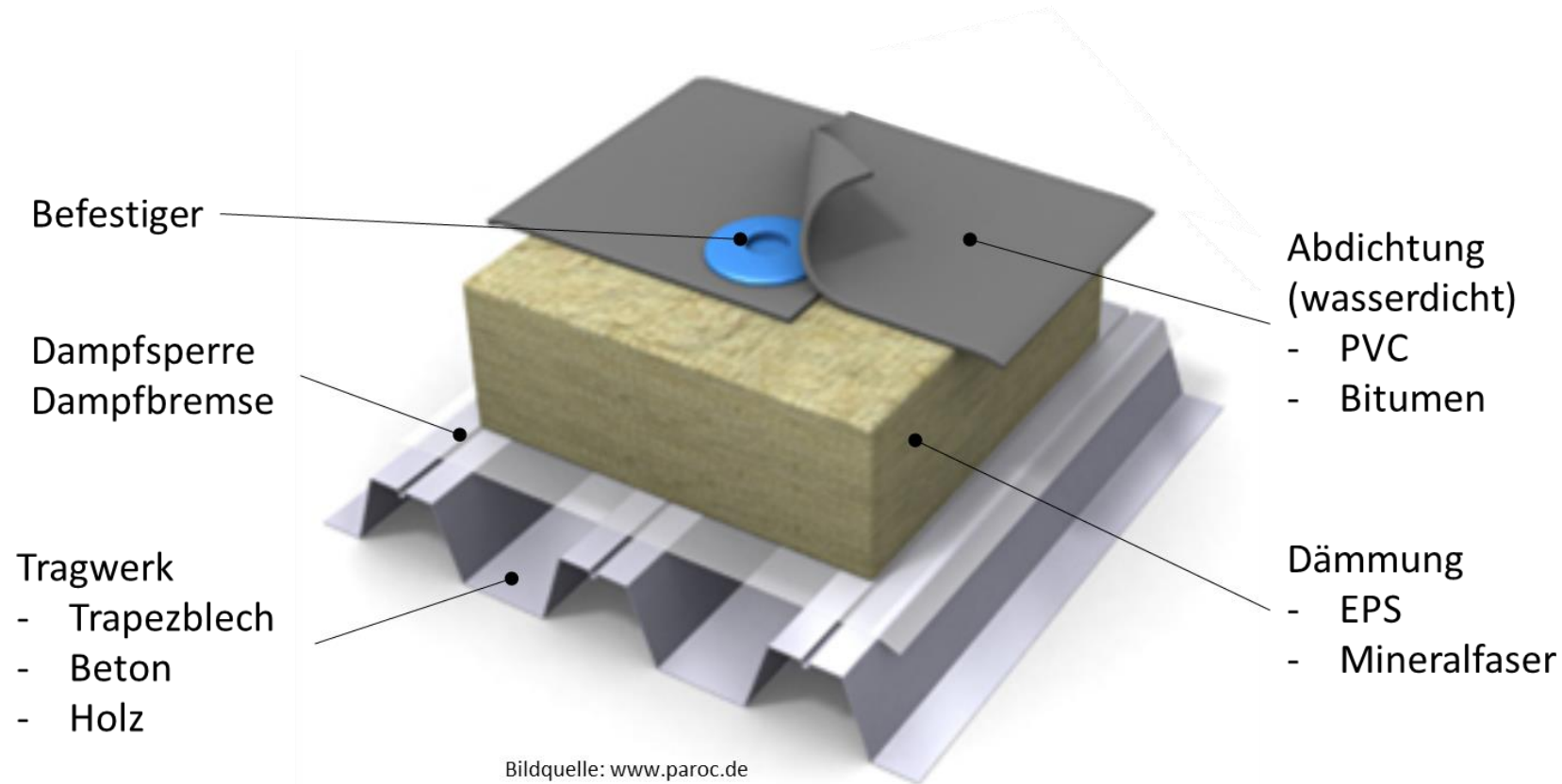


- Die Gebäudehülle umfasst alle Bauteile eines Gebäudes, die dieses nach außen abschließen
- Aufgabe der Gebäudehülle sind insbesondere
 - Wärmeschutz
 - Witterungsschutz
 - Dampftransport nach außen
 - Winddichtheit
 - Luftdichtheit
 - Brandschutz
 - Lärmschutz

Dachaufbau - Dachdeckung



Dachaufbau - Abdichtung



Schnittstelle Dach

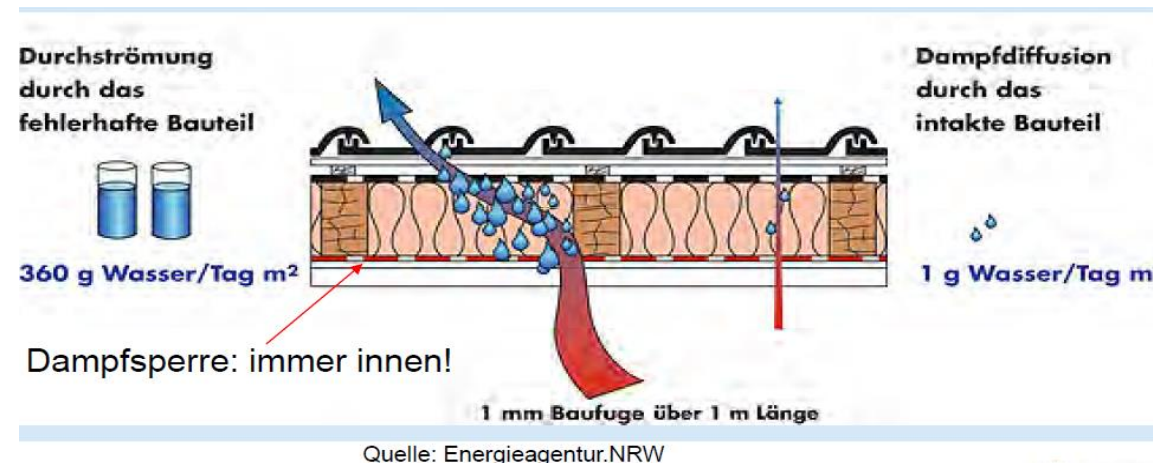


- Bei der Kabeleinführung ins Dach Regensicherheit herstellen
- Ziegel so wenig wie möglich bearbeiten (flexen)
- Durchdringungen durch die Zusatzmaßnahme (Unterdach) abdichten (Wasserableitung)
- Durchdringungen durch die Dampfsperre abdichten (Luftdichtheit)
- Wärmebrücken vermeiden (ungedämmte Durchdringungen)
- Bei Abdichtungen: Durchdringungen fachgerecht abdichten (15cm an aufsteigenden Bauteilen)

Schnittstelle Dach

Kabeldurchführung durch Dämmung

- Es droht Kondensation mit der Folge von Durchnässung und Schimmelbildung
- Die Dampfsperre in gedämmten Dächern muss unbedingt intakt bleiben
- Durchdringungen luftdicht und fachgerecht schließen













Inbetriebnahme

Inbetriebnahme

Man unterscheidet

- Inbetriebnahme nach EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz): Festlegung des Inbetriebnahmezeitpunkts zur Fixierung der Einspeisevergütung
- Inbetriebnahme nach VDE: Prüfung der Anlage nach der Errichtung und nach wesentlichen Änderungen zur Sicherstellung von Funktion und Anlagensicherheit

Inbetriebnahme nach VDE

- Prüfung durch eine Elektrofachkraft, die mit der Prüfung von PV-Anlagen erfahren ist
 - Besichtigen: ordnungsgemäße Errichtung, Eignung der Komponenten
 - Erproben und Messen: ordnungsgemäße Funktion
 - Dokumentation: Prüfbericht
- Für die Prüfung notwendige Informationen müssen den Personen, die die Prüfung durchführen, zur Verfügung gestellt werden (Dokumentation)
- Ergebnis: Bestätigung der Übereinstimmung mit dem VDE-Regelwerk

Instandhaltung

Instandhaltung

§49 EnWG:

- Energieanlagen sind so zu errichten und zu betreiben, dass die technische Sicherheit gewährleistet ist
- Dabei sind die allgemein anerkannten Regeln der Technik zu beachten

Instandhaltung

- PV-Anlagen müssen in einem betriebssicheren Zustand erhalten werden, daraus ergibt sich eine Instandhaltungspflicht für Anlagenbetreiber
- Instandhaltung setzt sich zusammen aus Wartung (Pflege), Inspektion (Prüfungen), Instandsetzung (Reparaturen) und Verbesserung
- Voraussetzung für die fachgerechte Instandhaltung ist eine vorhandene Anlagendokumentation
- Systeme zur automatischen Störungs- und Betriebsdatenüberwachung mit Meldefunktion erleichtern die Instandhaltung

Instandhaltung

- Der Instandhaltungsaufwand für Photovoltaikanlagen ist in der Regel gering
- Wartungsroutinen helfen, Störungen und längeren Ausfallzeiten während des Betriebes zu vermeiden und Erträge zu optimieren

Instandhaltung

Folgende Prüfintervalle werden in der Literatur regelmäßig angegeben (z.B. E-Check, QVSD, BSW, ...)

Wann	Wo	Was	Wer	Anmerkung
Täglich	Wechselrichter	– Kontrolle der Betriebsanzeige	Betreiber	Alternativ: Betriebsüberwachung mit aktiver Fehlermeldung an den Betreiber
	Betriebsdatenüberwachung (System)	– Kontrolle des Betriebszustandes per Fernüberwachung (Für den Brandschutz ist insbesondere auf Isolationsfehler zu achten.)	Betreiber/ Fachkraft	
		– Fehlermeldungen analysieren und geeignete Maßnahmen ergreifen	Fachkraft	
Monatlich	Zähler	– Ertragskontrolle: regelmäßig die Zählerstände protokollieren und analysieren! (entfällt bei automatischer Betriebserfassung und -auswertung)	Betreiber/ Fachkraft	
	Generatorfläche	– Sichtprüfung ob gravierende offensichtliche Mängel vorhanden sind, wie z. B. herunterhängende Module, Modulklammern, Montagegestellteile oder Solarleitungen	Betreiber	
regelmäßig, spätestens nach vier Jahren	Gesamtanlage	– Wiederholung der Messungen und Prüfungen entsprechend der Inbetriebnahme nach VDE 0100-600 bzw. VDE 0126-23	Fachkraft	

Instandhaltung

Wiederkehrende Prüfung

- Der Prüfumfang für die wiederkehrende Prüfung entspricht dem Prüfumfang der Inbetriebnahmeprüfung
- Sofern keine Inbetriebnahmeprüfung durchgeführt wurde oder keine Prüfprotokolle vorliegen, ist eine Prüfung im Umfang der Inbetriebnahmeprüfung durchzuführen
- Sofern keine Dokumentationsunterlagen zur Anlage vorliegen, sind die Dokumentationsunterlagen im Rahmen der Prüfung anzufertigen

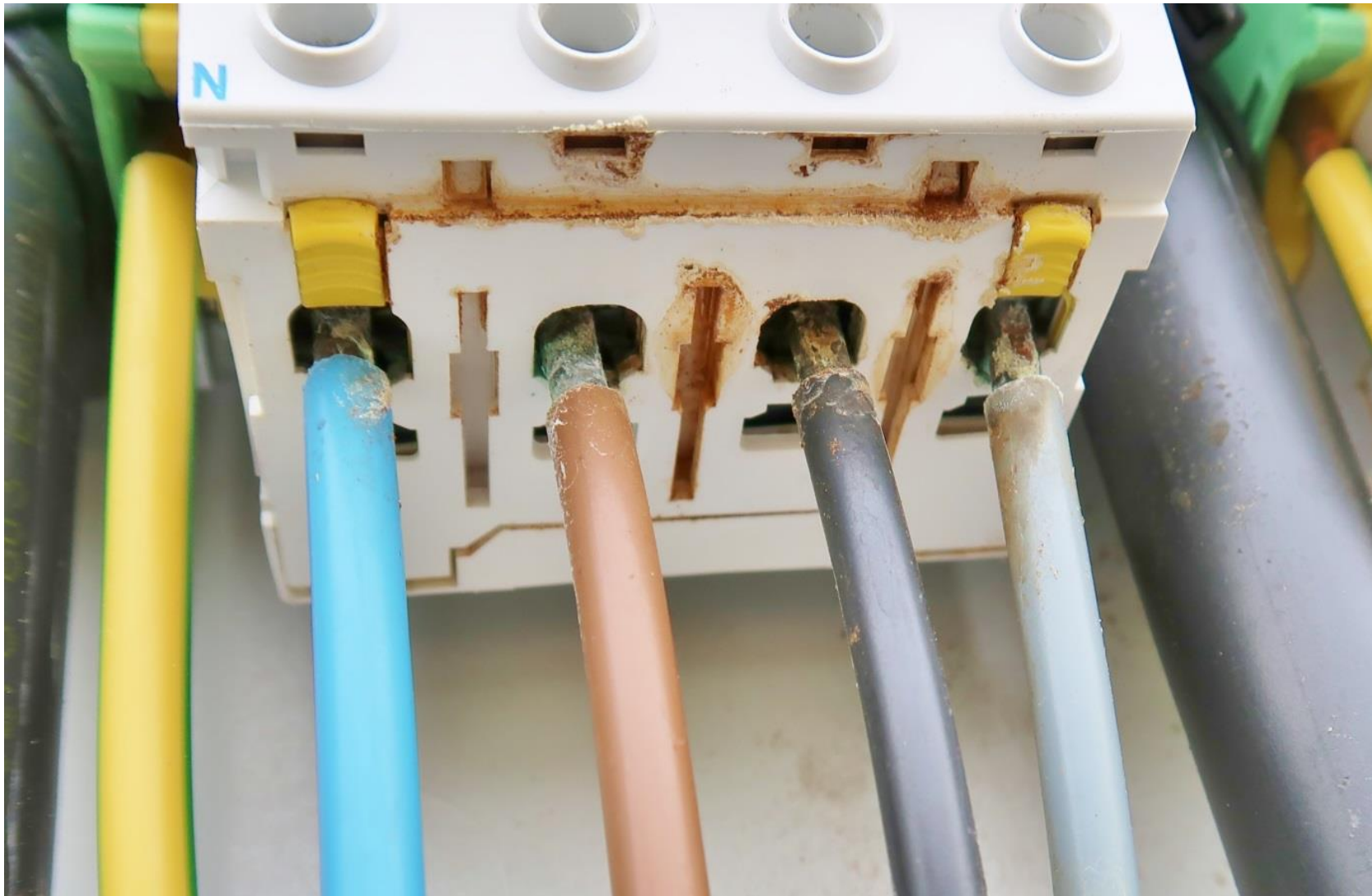
Instandhaltung

Wiederkehrende Prüfung

- Der Prüfer muss bei der Prüfung eine Empfehlung für die Prüffrist zur nächsten Wiederholungsprüfung angeben
- Die Prüffrist kann, abhängig von den örtlichen Gegebenheiten, von den angegebenen Prüffristen abweichen, z.B. bei Betrieb eines Monitoring-Systems
- Ein Prüfintervall von 4 Jahren für die Prüfung durch eine Elektrofachkraft sollte nicht überschritten werden















Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit

KCE Power Solutions GmbH

Lindenweg 18

86925 Fuchstal

Tel. 089 921310860

mail@kce-power-solutions.com