

Nachrüstung von Solaranlagen – Vermeidung von Schäden an Dächern

Dipl.-Ing. Géraldine Liebert
Architektin und staatl. anerkannte Sachverständige für Schall- und Wärmeschutz

AIBau gGmbH, Aachen

Foto: AIBau
Foto: DGS Berlin

1

Vortragsgliederung

1. Begriffe
2. Übersicht zu den unterschiedlichen Einbauarten von Solaranlagen
3. Häufige Schadensursachen
4. Anforderungen in Regelwerken – Ein aktueller Überblick
5. Praxisbeispiele/ Empfehlungen und Hinweise

2

Ausgangspunkt

1990 1.000-Dächer-Photovoltaik-Programm
anschließend lokale Förderprogramme

1991 Stromeinspeisungsgesetz

1992 100.000-Dächer-Programm

1999/2004/2009/2012/2014/2017/2023 EEG
Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien
(Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG 2023)

Entwicklung der installierten Leistung nach erneuerbaren Energieträgern 2003 - Juni 2020
in MW

Jahr	Windenergie an Land	Windenergie auf See	Solare Strahlungsenergie	Biomasse	Wasserkraft	Deponie-, KWK- & Gaseinsparung
2003	17.270					
2004	20.508					
2005	23.923					
2006	27.895					
2007	31.488					
2008	34.661					
2009	42.540					
2010	51.009					
2011	62.091					
2012	72.949					
2013	78.829					
2014	85.402					
2015	92.949					
2016	99.487					
2017	107.508					
2018	113.982					
2019	120.222					
2020	123.514					

3

Quelle: ddh 11/2023

Jahr	Leistung (GW)
2017	1,7
2018	2,9
2019	4,0
2020	5,2
2021	5,7
2022	7,5
2023*	Rd. 14 GW

+ rd. 85% (2023 vs 2022)
+ rd. 135% (2023 vs 2017)
+ rd. 75% (2023 vs 2019)
+ rd. 40% (2023 vs 2020)

*vorläufige Prognose
BfW auf Basis Marktstammdatenregister Ordinalstammdaten der PV-Einheit, Stand 19.12.2023
Foto: BSW-Solar

4

Forschungsberichte der AIBau gGmbH

Solaranlagen auf Dächern im Gebäudebestand Teil 1: Flachdächer
Teil 2: Geneigte Dächer

Fertigstellung: April 2016

Fertigstellung: Februar 2019

5

Ausgangspunkt

- Die Forschungsberichte der AIBau gGmbH sind im Rahmen der Initiative Zukunft Bau vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BSR) gefördert worden.

Deshalb sind sie kostenfrei downloadbar unter:
www.aibau.de/bauschadensforschung-veroeffentlichungen

- Schwerpunkt in den Forschungsberichten der war die Schnittstelle zwischen Solaranlage und Dachkonstruktion.

6

Begriffe

Unter dem Begriff „Solaranlage“ werden sowohl Photovoltaikanlagen als auch Anlagen mit solarthermischen Kollektoren zusammengefasst. Diese Anlagen bestehen aus Solarmodulen und einem Montagesystem.

- Ein **Photovoltaikmodul** (PV-Modul) ist eine Baugruppe von miteinander verbundenen Solarzellen zur Gewinnung von elektrischer Energie aus Sonnenlicht.
- Ein **solarthermischer Kollektor** ist eine Baugruppe, die Sonnenstrahlung mithilfe eines Absorbers in Wärme umwandelt.

7

Begriffe

Parallel montierte Solaranlagen

- die Module sind parallel zur Gebäudehülle angeordnet.

Aufgeständerte Solaranlagen

- die Module sind nicht parallel zur Gebäudehülle angeordnet.

Bauwerksintegrierte Solaranlagen

- die Anlagen sind Teil der Gebäudehülle und übernehmen Funktionen der Schichten, die durch sie ersetzt werden.



8

Begriffe

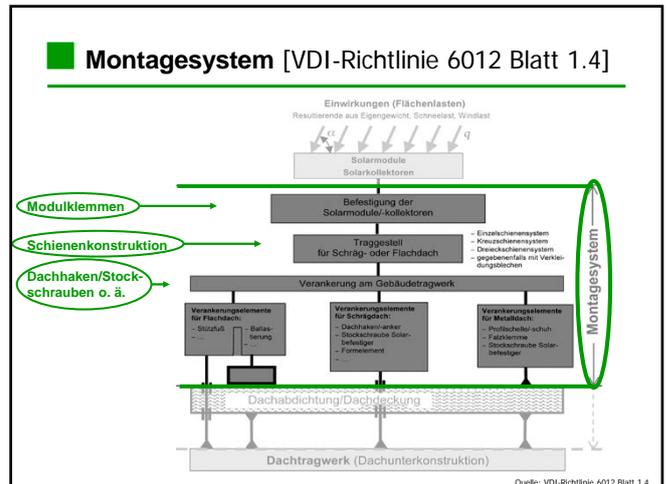
Direkte Lasteinleitung

- Lasten werden der Solaranlage **unmittelbar in die tragende Dachunterkonstruktion** eingeleitet.

Indirekte Lasteinleitung

- Lasten werden **über lastabtragende Funktionsschichten** in die tragende Dachunterkonstruktion eingeleitet.

9



10

Einbauarten von Solaranlagen auf Flachdächern

Ballastierte Systeme

Punktlastübertragung niedrige Wanne hohe Wanne

Ballastoptimierte Systeme

Spoilersystem Ost-West System lagegesichertes System

11

Einbauarten von Solaranlagen auf Flachdächern

Weitere Systeme

adhäsive Befestigung direkte Befestigung Befestigung an Auflast

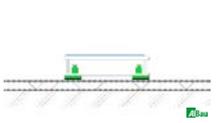
Metaldachsysteme

indirekte Befestigung direkte Befestigung

12

Einbauarten von Solaranlagen auf Flachdächern

Thermische Solaranlagen

Aufgeständertes System  Dachparalleles System 

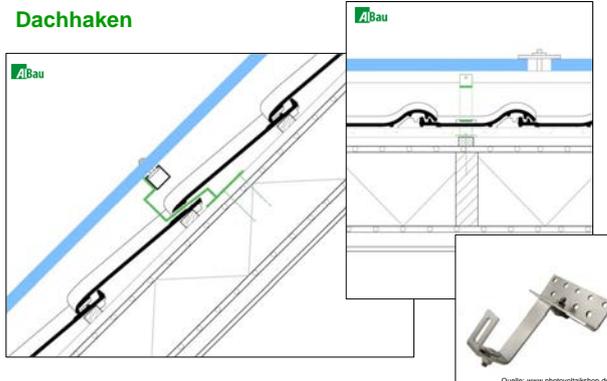
Sonderformen

Direkte Befestigung 

13

Befestigungsarten an Steildächern

Dachhaken

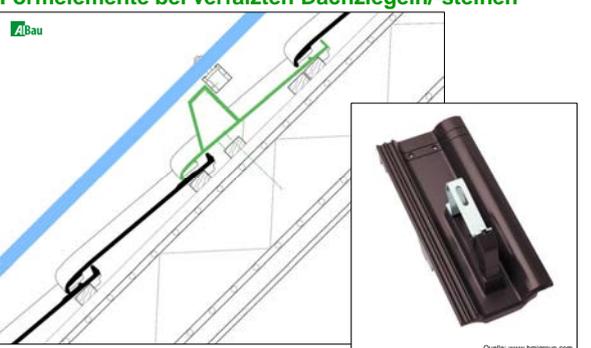


Quelle: www.photovoltalshop.de

14

Befestigungsarten an Steildächern

Formelemente bei verfalzten Dachziegeln/-steinen



Quelle: www.bmggroup.com

15

Befestigungsarten an Steildächern

Formelemente bei nicht verfalzten Dachziegeln/-steinen

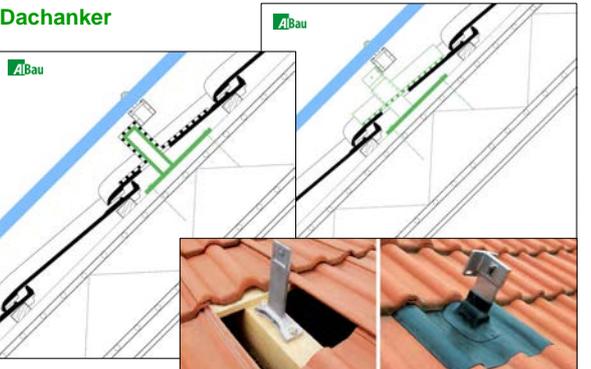


Quelle: www.otto-lehmann-gmbh.de

16

Befestigungsarten an Steildächern

Dachanker

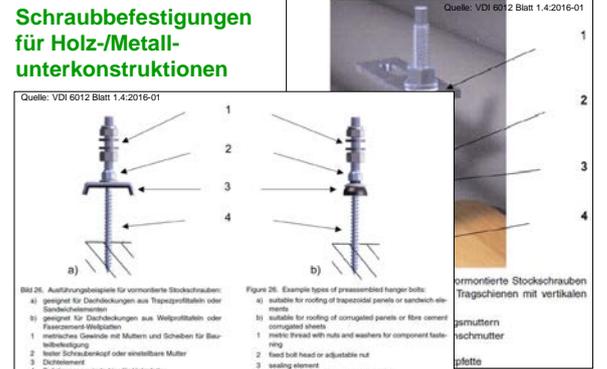


Quelle: VDI 6012 Blatt 1.4:2016-01

17

Befestigungsarten an Dächern

Schraubbefestigungen für Holz-/Metallunterkonstruktionen



Quelle: VDI 6012 Blatt 1.4:2016-01

1 montierte Stückschrauben
2 Tragschienen mit vertikalen
3 Schmuttern
4 Schmutter
5 platte

18

Befestigungsarten an Metaldächern

Falzklemmprofile für Blecheindeckungen

Quelle: VDI 6012 Blatt 1.4:2016-01

Bild 29. Falzklemmen für übliche Falzgeometrien
Figure 29. Rebate clamps for standard seam geometries

19

Häufige Schadensursachen

Flachdächer

20

Flachdächer mit Solaranlagen

Sachverständigenumfrage - Ergebnisse AlBau

Anzahl der Antworten mit positiver und negativer Erfahrung zu nachträglich auf Bestandsdächern installierten Solaranlagen

Erfahrung	Anteil	Nennungen
positive Erfahrung	30%	25
negative Erfahrung	48%	40
positive und negative Erfahrung	22%	18

21

Schadensbeispiel: Überbauung von Dachabläufen etc.

Ablauf ist für Wartung / Reinigung nicht mehr zugänglich

22

SV-Umfrage – Flachdächer – Ursachengruppen

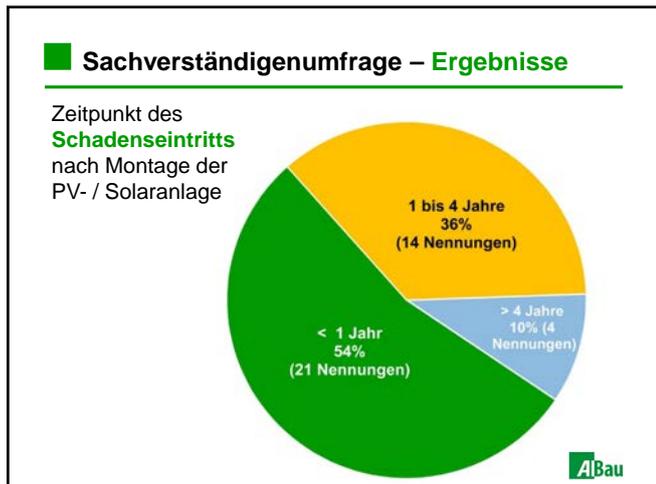
- unzureichende Prüfung des Untergrundes
- Vorschädigung der Abdichtung (z. B. durch Alterung)
- Befestigungselemente durchdringen die Dachhaut
- für die zus. Belastung unzureichende Dimensionierung des Tragwerks
- unzureichende Windsogsicherung
- Nichtbeachtung der Herstellervorgaben
- fehlerhafte/unzureichende/widersprüchl. Herstellerangaben
- Abdichtungsbeschädigung bei der Montage
- Langzeitdeformation der Wärmedämmung
- unzureichende Wasserführung nach Montage der Solaranlage
- Hagelschlag nach Entfernen der Bekiesung

23

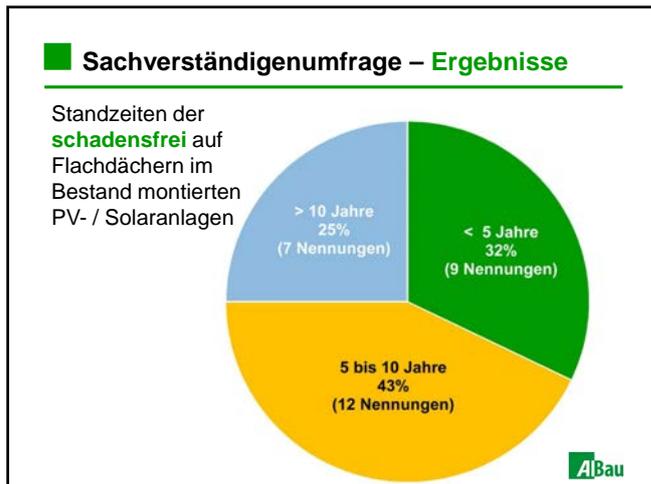
SV-Umfrage – Flachdächer – Ursachengruppen

Ursachengruppe	Nennungen
Unzureichende Prüfung des Untergrundes	26
Vorschädigung der Abdichtung (z.B. durch Alterung)	19
Für die zus. Belastung unzureichende Dimensionierung des Tragwerks	14
Befestigungselemente durchdringen die Dachhaut	30
Unzureichende Windsogsicherung	12
Nichtbeachtung der Herstellervorgaben	9
fehlerhafte / unzureichende Herstellerangaben	11
Abdichtungsbeschädigung bei der Montage	5
Langzeitdeformation der Wärmedämmung	2
Unzureichende Wasserführung nach Montage der Solaranlage	2
Hagelschlag nach Entfernen der Bekiesung	1
sonstiges	4

24



25



26

- ### Umfrage unter BSW-Mitgliedsfirmen
- Ein modifizierter Erhebungsbogen wurde über die Dt. Gesellschaft für Solarenergie (DGS) an die rund 1.000 Mitgliedsunternehmen des Bundesverbandes der Solarwirtschaft (BSW) versandt.
 - Nur ein kleiner Teil der Mitglieder des BSW ist Hersteller bzw. Aufsteller von Solaranlagen.

27

- ### BSW-Umfrage – Ergebnisse
- Von den Unternehmen genannte Hauptschadensursachen**
- Vorschädigung der Abdichtung
 - unzureichende Windsogsicherung
 - Nichtbeachtung der Herstellervorgaben
 - Beschädigung der Dachhaut im Rahmen der Montage
- Darüber hinaus wurden folgende Gründe genannt:**
- Bautenschutzmatte neben der Grundschiene
 - Temperaturwanderung

28

Ballastoptimierte Systeme:

- Horizontalverschiebung der PV-Anlage aufgrund von Windeinwirkung oder Temperaturwanderung
- Lichtkuppeln, Lüfter und andere aus der Dachfläche ragenden Einbauteile können beschädigt werden
- Beschädigung im Attikabereich möglich, ohne Attikaufkantung Absturzgefahr!

Schadensbeispiel:

Horizontalverschiebung der PV-Anlage

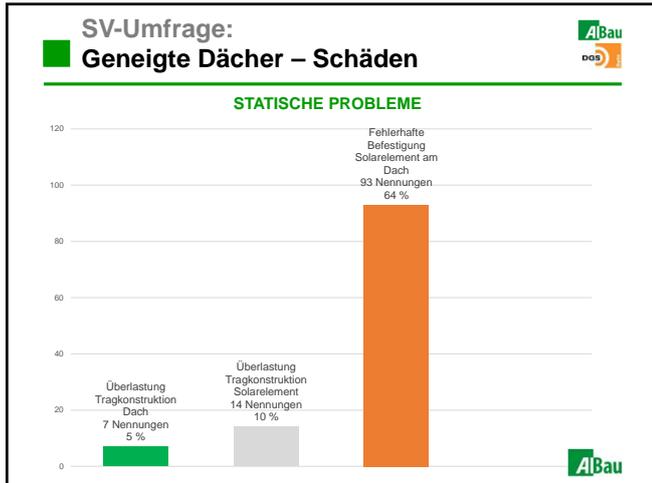
[Bilder: DGS Berlin]

29

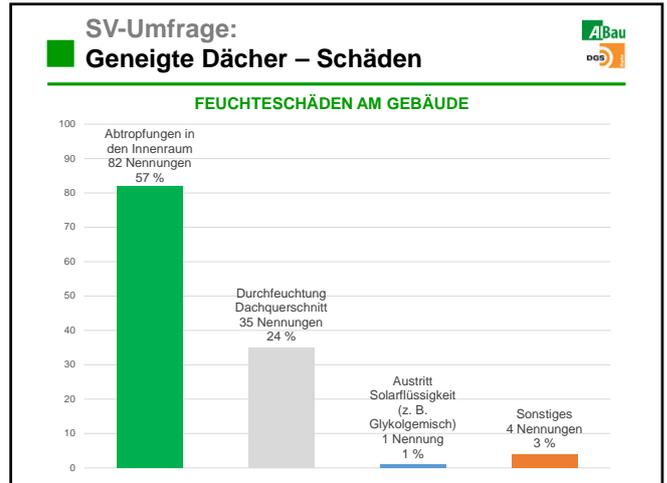
Häufige Schadensursachen

Geneigte Dächer

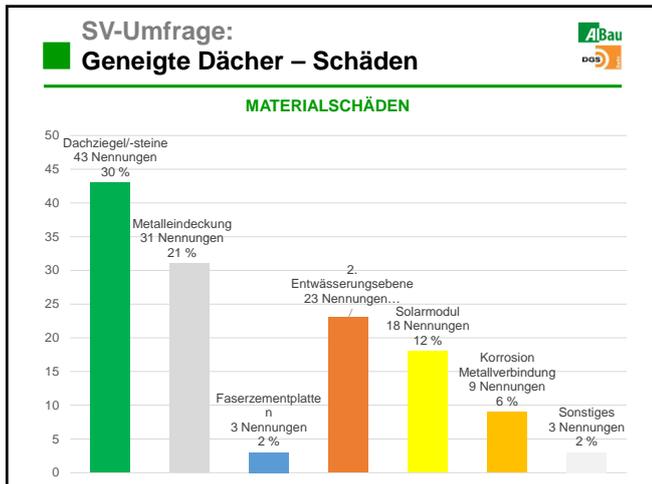
30



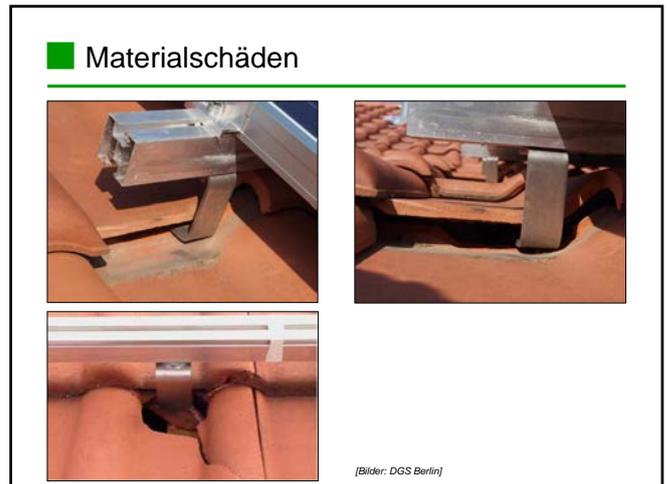
31



32



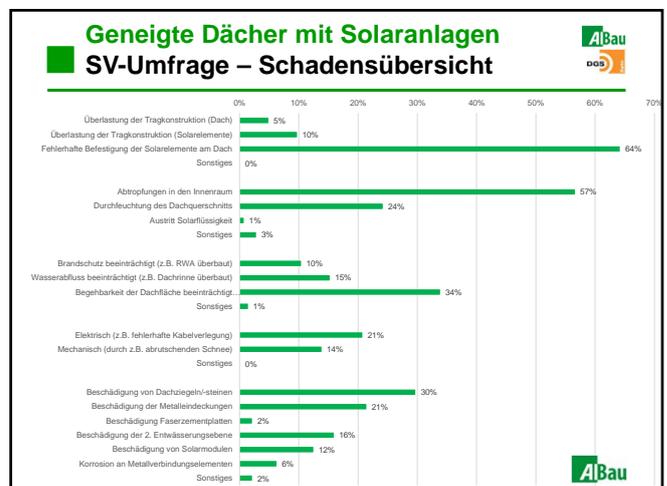
33



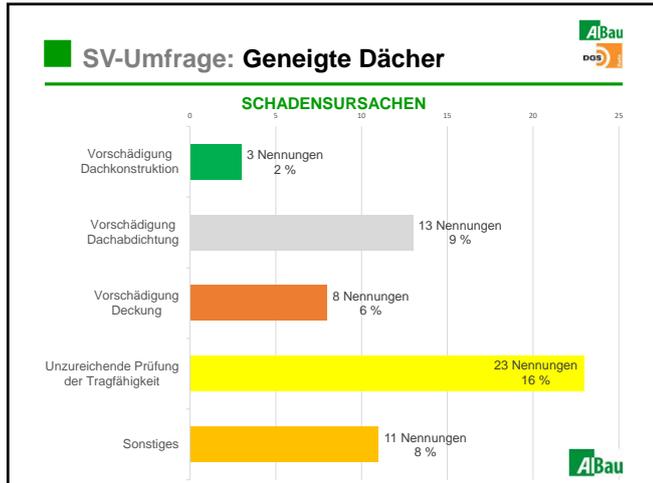
34



35



36



37

Aktuelle Regelwerksituation

- Statik**
 - DIN EN 1991-1, Eurocode 1 Einwirkungen auf Tragwerke
 - DIN EN 1993-1, Eurocode 3 Stahlbauten
 - DIN EN 1090-2, Ausführung von Stahltragwerken
 - DIN EN 1995-1, Eurocode 5 Holzkonstruktionen
 - DIN EN 1999-1, Eurocode 9 Aluminiumtragwerke
 - DIN EN 1090-3, Ausführung von Aluminiumtragwerken
 - Hinweise und Beispiele zum Vorgehen beim Nachweis der Standsicherheit beim Bauen im Bestand (Stand 07.04.08), Fachkommission Bautechnik der Bauministerkonferenz (ARGEBAU) (s. www.dibt.de)
 - Merkblatt: Empfehlung für anzusetzenden Haftreibungskoeffizienten bei ballastierten Solaranlagen, Hrsg.: BSW-Solar: Bundesverband Solarwirtschaft e.V., Berlin, Juli 2014

38

Aktuelle Regelwerksituation

- Dachdeckung**
 - DIN 18531:2017-07 Abdichtung von Dächern, Balkonen, Loggien und Laubengängen - Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer (Entwurf von 02/2024 vorhanden)
 - ZVDH-Richtlinien (z.B. Flachdachrichtlinie)
 - ZVDH-Fachregeln für Dachdeckungen mit
 - Dachziegeln und Dachsteinen (12-2012)
 - Schiefer (02-2016)
 - Bitumenschindeln (06-2001)
 - Faserzement-Wellplatten (03-2002)
 - ...
 - ZVDH-Fachregel für Metallarbeiten
 - ZVDH-Merkblatt Solartechnik für Dach und Wand
 - ZVDH-Merkblatt Einbauteile bei Dachdeckungen
 - IFBS-Richtlinie für die Montage von Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen aus Metallprofilblech (07-2015)

39

Aktuelle Regelwerksituation

- Dachdeckung**
 - ZVHSK: Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln) Neuaufgabe von 2016
 - Produktinfos und Verarbeitungsrichtlinien der Deckmaterialhersteller
- Technische Regeln des Vereins Dt. Ingenieure (VDI)**
 - VDI 6012 – Regenerative und dezentrale Energiesysteme für Gebäude
 - Blatt 1.1:2014-04 Projektplanung und -durchführung
 - Blatt 1.2:2016-01 Systemauswahl
 - Blatt 1.4:2016-01 Befestigung von Solarmodulen und -kollektoren auf Gebäuden
 - Blatt 2.1:2015-12 Thermische Systeme-Biomassefeuerungsanlagen

40

Aktuelle Regelwerksituation

- Bauordnung**
 - Landesbauordnung NRW § 65 genehmigungsfreie Vorhaben, Zeile 44
 - Landesbauordnung NRW § 16 (Schutz gegen schädliche Einflüsse, MBO § 13)
 - Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen 2023/1 (MVV TB 2023/1) mit Druckfehlerberichtigung vom 10. Mai 2023
 - Bauregelliste B Teil 3 Ausgabe 2 (Ird. Nr. 3.2.1.21 ff.)
- Künftige Norm**
 - DIN 18199: Solaranlagen auf Dächern und an Fassaden (erscheint voraussichtlich im Laufe des Jahres 2024 als Entwurf)

41

Aktuelle Regelwerksituation

- Sonstige Normen/Veröffentlichungen**
 - DIN VDE-Normen (z. B.: DIN VDE 0100-712)
 - AlBau/dgs: Solaranlagen auf geeigneten Dächern im Gebäudebestand; Forschungsbericht abgeschlossen 02/2019 (kostenfrei downloadbar unter www.aibau.de)
 - AlBau: Solaranlagen auf Flachdächern im Gebäudebestand; Forschungsbericht abgeschlossen 04/2016 (kostenfrei downloadbar unter www.aibau.de)
 - DGS Leitfaden: Photovoltaische Anlagen – Leitfaden für das Elektro- und Dachdeckerhandwerk, Fachplaner, Architekten, Ingenieure, Bauherren und Weiterbildungsinstitutionen, DGS Berlin, 2012
 - DGV-Information 203-080 Montage/Instandhaltung von PV-Anlagen
 - Brandschutzgerechte Planung, Errichtung und Instandhaltung von PV-Anlagen. Hrsg.: Bundesverband der Solarwirtschaft e.V. (BSW-Solar), u. a., Februar 2011

42

ZVDH-Merkblatt Solartechnik (4-2011/12-2016)

43

Ausgangspunkt

Gewerk: Dachdecker

Fachregeln Dachdecker:

- z. B.: - Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen 4/2024
- Merkblatt Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen 4/2024
- Merkblatt Solartechnik für Dach + Wand 2011/2016

Gewerk „neu“: Solarteure

Fachregeln Solarteure: ??

44

VDI-Richtlinie 6012 Blatt 1.4 (2016-01)

45

VDI-Richtlinie 6012 Blatt 1.4 (2016-01)

46

Solaranlagen auf Dächern und an Fassaden

DIN 18199

Solaranlagen auf Dächern und an Fassaden

- Planung
- Bemessung
- Montage
- Betrieb, Wartung und Instandhaltung

Entwurf erscheint voraus. 2024

47

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

Themenbereiche beim geneigten Dach

- Dachdeckung aus Dachsteinen oder Dachziegeln
- Zusatzmaßnahme (2. Entwässerungsebene)
- Indachanlagen (Besonderheiten)

Themenbereiche beim Flachdach

- Dachabdichtung
- Dämmung
- adhäsive Befestigung an Abdichtungen

48

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

Praxisbeispiele/ Empfehlungen und Hinweise

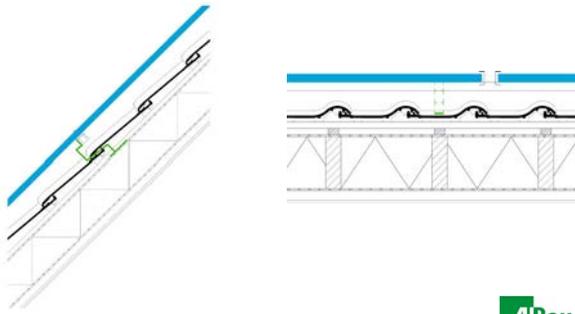
Geneigte Dächer

Dachdeckung aus Dachsteinen oder Dachziegeln

49

Kleinformatige Dachdeckung

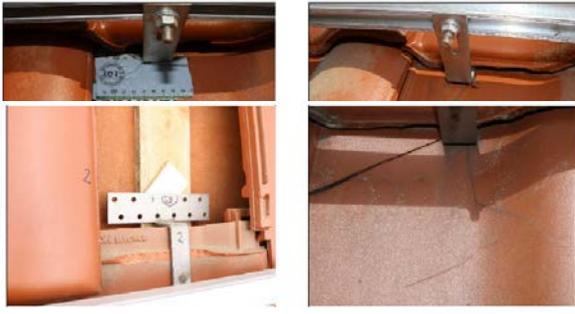
Dachdeckung aus Dachsteinen oder Dachziegeln



50

Kleinformatige Dachdeckung

Dachdeckung aus Dachsteinen oder Dachziegeln



Ungeeignete und mit zu geringer Auflage montierte Unterlage, Haken mit nur einer Schraube befestigt

Ziegelbruch



51

Kleinformatige Dachdeckung

Dachdeckung aus Dachsteinen oder Dachziegeln

Definition **Regeldachneigung (RDN)**

... ist die unterste Dachneigungsgrenze, bei der sich in der Praxis eine Dachdeckung als regensicher erwiesen hat.

➤ geregelt in den jeweiligen Fachregeln, da **werkstoffspezifisch!**

52

Dachdeckungen mit Dachziegel/-steinen (4/2024)

ZVDH-Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen

Hrsg.:
Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks –
Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V. (ZVDH)

April 2024
Ersatz für Ausgabe 12/2012
mit Änderungen von 02/2016



53

Dachdeckungen mit Dachziegel/-steinen (4/2024)

Wichtige Neuerungen in der ZVDH-Fachregel

1. Die **Auswahl** der **erforderlichen Zusatzmaßnahmen** wurde in Abhängigkeit von der Regeldachneigung **neu strukturiert** und vereinfacht.
2. Die **Anzahl an erhöhten Anforderungen** wurde begrenzt.
3. Neu aufgenommen in die Fachregel wurden **Empfehlungen zur Befestigung von Anlagen**.

54

Kleinformatige Dachdeckung

Dachdeckung aus Dachsteinen oder Dachziegeln

Definition **Mindestdachneigung (MDN)**
 ... ist die unterste Dachneigungsgrenze, die nicht unterschritten werden darf.

- geregelt in den jeweiligen Fachregeln, da werkstoffspezifisch!

z. B.: Dachziegel/-stein (RDN 22°) hat **MDN = 10°**

55

Dachdeckungen mit Dachziegeln/-steinen (4/2024)

Anforderungen und Gestaltungshinweise

- Die **Mindestdachneigung** für Deckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen beträgt **10°**.
- Wird die **Regeldachneigung** der Deckung mit Dachziegeln und Dachsteinen **um mehr als 12° unterschritten**, sind **Maßnahmen zum Erhalt der Traglattung** erforderlich, z. B. Traglatten aus feuchteresistenten Materialien, wasserabweisende Abdeckungen der Traglatten o. ä.

56

Dachdeckungen mit Dachziegeln/-steinen (4/2024)

Dachdeckungen mit Dachziegeln der RDN 22°

Tabelle 4: Anforderungen an die Ausführung von Unterdächern, Unterdeckungen und Unterspannungen für Dachdeckungen mit Dachziegeln der RDN 22°

Dachneigung	Mindestanforderung	Ab einer erhöhten Anforderung mindestens
≥ 10°	Klasse 1	Klasse 1
≥ 14°	Klasse 3	Klasse 2
≥ 18°	Klasse 4	Klasse 3
≥ 22°	Klasse 5	Klasse 4

Erhöhte Anforderungen sind:

- große Sparrenlängen > 10 m gemäß Tabelle 1
- konzentrierter Wasserlauf auf Teilflächen des Daches, z. B. unterhalb von Regenfallrohren, Zusammenführungen von Kehlen o.ä.
- besondere Dachflächen wie geschweifte Gauben, Tonnen- und Kegeldächer
- schneereiche Gebiete (Schneelast ≥ 1,5 kN/m²)
- windreiche Gebiete der Windlastzonen 4 oder Kamm- und Gipfellagen oder Schluchtenbildung

57

Kleinformatige Dachdeckung

Beispiel: Dachdeckung aus Dachziegeln mit RDN 22°

58

Tabelle 2: Klassifizierung und Mindestdachneigungen von Zusatzmaßnahmen nach dem „Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen“. Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen sind objektspezifisch zu planen. Untergeordnete Gebäude wie z. B. Carports, Scheunen, Lagerschuppen u.a. haben ggf. ein geringeres Schutzbedürfnis. Eine Abweichung zur nachstehenden Tabelle ist zu vereinbaren.

Klassen der Zusatzmaßnahmen	Art der Zusatzmaßnahme	Dachneigung
Klasse 1	Wasserdichtes Unterdach (Abdichtungsbahn mit eingebundener Konterlatte) oder Nahtgefügte Unterdeckung (UDB-eA) mit eingebundener Konterlatte	≥ 10°
Klasse 2	Regensicheres Unterdach (Abdichtungsbahn mit Nageldichtband/-masse) oder Nahtgefügte Unterdeckung (UDB-eA) mit Nageldichtband/-masse	≥ 14°
Klasse 3	Verklebte Unterdeckung mit Nageldichtband/-masse ¹⁾ oder Unterdeckung mit Holzfaser-Unterdeckplatte, bei Erfordernis mit Nageldichtband/-masse oder Verklebte Unterspannung mit Nageldichtband/-masse ¹⁾	≥ 14°
Klasse 4	Verklebte Unterdeckung oder Verklebte Unterspannung	≥ 18°
Klasse 5	Unterdeckung oder Unterspannung	> 22°

¹⁾ Die Funktion des Nageldichtbandes bzw. der Nageldichtmasse kann durch eine entsprechende Ausstattung der Unterdeck-/Unterspannbahn übernommen werden. In diesen Fällen ist für diese Eigenschaft eine Europäische Technische Bewertung (ETB/ETA) erforderlich.

59

Dachdeckungen mit Dachziegeln/-steinen (4/2024)

Empfehlung zur Befestigung von Anlagen

- Dacheinbauteile oder Dachsystemteile (...)** sind **regensicher in die Dachdeckung einzubauen**.

Es sollten Systemteile verwendet werden.
 Sie müssen für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet sein und entsprechend eingebaut werden.
 (...)

60

Tabelle 25: Empfohlene Einsatzbereiche für Befestigungen von Anlagen

Befestigung	Beschreibung	Dachneigung
Systemteile, auf denen Tragkonstruktionen, Laufanlagen o.ä. befestigt werden	Formschlüssig, mit Verfalzung passend zur Form und Verfalzung der Dachziegel/-steine ohne handwerkliche Anpassung. Hinsichtlich der Höhen- und Seitenüberdeckung sowie der Wasserführung besteht kein Unterschied zu den Flächenziegel/-steinen	Dachziegel und Dachsteine nach Kapitel 2 und Kapitel 3 $\geq 10^\circ$ (Minstdachneigung)
Halter mit Universal-Zubehör, auf denen Tragkonstruktionen, Laufanlagen o.ä. befestigt werden	Halter mit Zubehörteil, welches annähernd formschlüssig für Dachziegel/Dachsteine einsetzbar ist. Die Höhen- und Seitenüberdeckung sowie die Wasserführung weichen von den Flächenziegel/-steinen ab.	
Halter, die durch die fußseitige Öffnung eines Lüfters o.ä. geführt werden und auf denen Tragkonstruktionen, Laufanlagen o.ä. befestigt werden	Halter mit Zubehörziegel/-stein, welcher formschlüssig zur Verfalzung des Dachziegel/-steins passt. Jedoch fußseitig eine größere Öffnung zur Durchführung des Halters aufweist und bei Dachziegeln die Kopfverfalzung nicht bearbeitet werden. Die Öffnung ist durch besondere Maßnahmen, wie z. B. Dichtungen, gegen Wassereintritt zu sichern.	Dachziegel und Dachsteine nach Kapitel 2 und Kapitel 3 \geq Regeldachneigung ($22^\circ / 25^\circ / 30^\circ / 35^\circ / 40^\circ$)
Halter, die durch die Höhenüberdeckung der Dachziegel/-steine geführt werden und auf denen Tragkonstruktionen, Laufanlagen o.ä. befestigt werden	Durch die Bearbeitung der Falze in der Höhenüberdeckung ist die Tragfähigkeit der Dachziegel eingeschränkt. Hinweis: Druck auf den unter liegenden Dachziegel/Dachstein durch Wind- oder Schneelasten, Bewegungen der Unterkonstruktion sowie Unachtsamkeiten beim Einbau können zum Bruch der Deckwerkstoffe in der nicht kontrollierbaren Dachdeckung führen.	

61

Dachdeckungen mit Dachziegel/-steinen (4/2024)

Empfehlung zur Befestigung von Anlagen

Tabelle 25: Empfohlene Einsatzbereiche für Befestigungen von Anlagen

Befestigung	Beschreibung	Dachneigung
Systemteile, auf denen Tragkonstruktionen, Laufanlagen o.ä. befestigt werden	Formschlüssig, mit Verfalzung passend zur Form und Verfalzung der Dachziegel/-steine ohne handwerkliche Anpassung. Hinsichtlich der Höhen- und Seitenüberdeckung sowie der Wasserführung besteht kein Unterschied zu den Flächenziegel/-steinen	Dachziegel und Dachsteine nach Kapitel 2 und Kapitel 3 $\geq 10^\circ$ (Minstdachneigung)

62

VDI-Richtlinie 6012 Blatt 1.4 (2016-01)

Bild 20: Beispiel für die Montage eines Metallformelements

Legende zu Bild 20:
1 zusätzliche Dachlatte
2 Soglatte

63

Kleinformatige Dachdeckung

Beispiel: Dachdeckung aus Dachziegeln mit RDN 22°

64

VDI-Richtlinie 6012 Blatt 1.4 (2016-01)

Bild 16: Dachanker für bearbeitete Dachziegel/-steine mit anpassungsfähiger Dichtschürze

65

Dachdeckungen mit Dachziegel/-steinen (4/2024)

Empfehlung zur Befestigung von Anlagen

Tabelle 25: Empfohlene Einsatzbereiche für Befestigungen von Anlagen

Befestigung	Beschreibung	Dachneigung
Halter, die durch die Höhenüberdeckung der Dachziegel/-steine geführt werden und auf denen Tragkonstruktionen, Laufanlagen o.ä. befestigt werden	Durch die Bearbeitung der Falze in der Höhenüberdeckung ist die Tragfähigkeit der Dachziegel eingeschränkt. Hinweis: Druck auf den unter liegenden Dachziegel/Dachstein durch Wind- oder Schneelasten, Bewegungen der Unterkonstruktion sowie Unachtsamkeiten beim Einbau können zum Bruch der Deckwerkstoffe in der nicht kontrollierbaren Dachdeckung führen.	Dachziegel und Dachsteine nach Kapitel 2 und Kapitel 3 \geq Regeldachneigung ($22^\circ / 25^\circ / 30^\circ / 35^\circ / 40^\circ$)

66

Kleinformatige Deckung, verfalzt

Abb. 1 Ringfalz (Bestehend aus mindestens einem Wasserfalz in Seiten- und Höhenüberdeckung; Kopf- und Seitenfalz durchgehend) – Ziegelfuß (Falz oder Rippe mit besonderer Ausprägung) – seitlicher Deckfalz

Abb. 2 Ringfalz (Bestehend aus mindestens einem Wasserfalz in Seiten- und Höhenüberdeckung; Kopf falz unterbrochen, Seitenfalz durchgehend) – Ziegelfuß (Falz oder Rippe mit besonderer Ausprägung) – seitlicher Deck-

Quelle: ZVDH

Quelle: AlBau

67

VDI-Richtlinie 6012 Blatt 1.4 (2016-01)

Bild 15: Dachhaken in üblicher Einbausituation mit Lasteinwirkung

Legende zu Bild 15:

- 1 Ausleger des Dachhakens
- 2 oberer Dachziegel/-stein
- 3 Grundplatte des Dachhakens
- 4 Holzschrauben
- 5 Konterlatte
- 6 Dachlatte
- 7 Dachsparren
- 8 Unterspannbahn
- 9 unterer Dachziegel/-stein

68

Kleinformatige Dachdeckung

Beispiel: Kabelführung durch die Eindeckung

69

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

Praxisbeispiele/ Empfehlungen und Hinweise

Geneigte Dächer

Zusatzmaßnahme (2. Entwässerungsebene)

70

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

ZVDH-Merkblatt
Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen

Hrsg.:
 Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks – Fachverband Dach-, Wand- und Abdichtungstechnik e.V. (ZVDH)

April 2024
 Ersatz für
 Ausgabe von Januar 2010

71

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Wichtige Neuerungen im ZVDH-Merkblatt

1. Das Merkblatt wurde **vollständig überarbeitet** und neu gegliedert.
2. Die **Klassifizierungen der Zusatzmaßnahmen** wurden überarbeitet.
3. **Unterdeckbahnen für erweiterte Anwendungen (UDB-eA)** wurden neu in das Merkblatt aufgenommen.

72

Zusatzmaßnahmen: ZVDH-Merkblatt 4-2024

Definition Unterspannung **Unterspannungen**

Eine Unterspannung ist eine Schicht unterhalb der Dachdeckung, die die darunterliegende Dachkonstruktion vor Feuchtigkeit aus Flugschnee, Treibregen, Kondensat o.a. und Staub schützt und **frei gespannt auf den Sparren aufliegt**. Im Fachbereich liegt die Unterspannung über einer belüfteten Luftschicht.

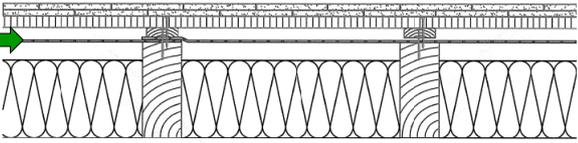


Abb. 6: Unterspannung (Ziffer 3 der Tabelle 1), Ausführung mit gespannter Unterspannbahn (Zwischensparrendämmung)

73

Zusatzmaßnahmen: ZVDH-Merkblatt 4-2024

Definition Unterdeckung **Unterdeckungen**

Eine Unterdeckung ist eine Schicht unterhalb der Dachdeckung, die die darunterliegende Dachkonstruktion vor Feuchtigkeit aus Staunässe, Flugschnee, Treibregen, Kondensat o.a. und Staub schützt.

Sie liegt auf Sparren und Zwischensparrendämmung, Schalung oder Dämmung.

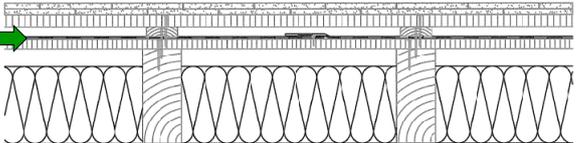


Abb. 7: Überdeckte Unterdeckung (Ziffer 2.2 der Tabelle 1), Ausführung mit Blumenbahn (Nähte und Stöße überdeckt (Zwischensparrendämmung))

74

Zusatzmaßnahmen: ZVDH-Merkblatt 4-2024

Nageldichtbänder und Nageldichtmassen

... sind bandförmige bzw. pastöse Massen die bei Erfordernis ... zwischen Konterlatte und Abdichtungs-, Unterdeck- oder Unterspannbahn oder Holzfaser-Unterdeckplatte eingebaut werden. Sie haben eine sichernde Funktion gegen Wassereintrag bei der Perforation durch die Befestigung der Konterlatte¹⁾. Nageldichtbänder und Nageldichtmassen sind für die Erstellung eines wasserdichten Unterdaches nicht geeignet.

¹⁾ Die Funktion des Nageldichtbandes bzw. der Nageldichtmasse **kann durch eine entsprechende Ausstattung der Unterdeck-/Unterspannbahn übernommen werden**. In diesen Fällen ist für diese Eigenschaft eine Europäische Technische Bewertung (ETB/ETA) erforderlich.

75

Zusatzmaßnahmen: ZVDH-Merkblatt 4-2024

Definition Unterdeckung **Unterdeckungen**

Eine Unterdeckung ist eine Schicht unterhalb der Dachdeckung, die die darunterliegende Dachkonstruktion vor Feuchtigkeit aus Staunässe, Flugschnee, Treibregen, Kondensat o.a. und Staub schützt.

Sie liegt auf Sparren und Zwischensparrendämmung, Schalung oder Dämmung.

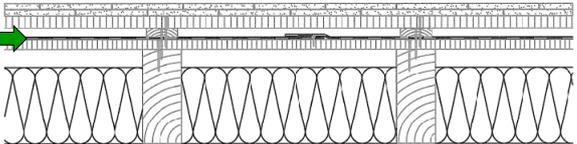


Abb. 7: Überdeckte Unterdeckung (Ziffer 2.2 der Tabelle 1), Ausführung mit Blumenbahn (Nähte und Stöße überdeckt (Zwischensparrendämmung))

76

Zusatzmaßnahmen: ZVDH-Merkblatt 4-2024

Definition Unterdach **Unterdächer**

Ein Unterdach ist eine wasserdichte Schicht aus nicht diffusionsoffenen Werkstoffen, **die auf Schalung oder druckfestem Dämmstoff unter der Dachdeckung angeordnet wird**.

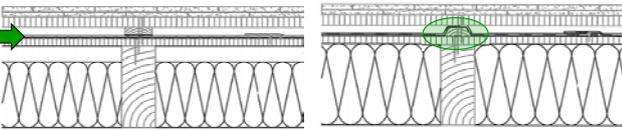


Abb. 2: Spannsicheres Unterdach (Ziffer 1.2 der Tabelle 1), Ausführung mit Kunststoffbahn (Nähte und Stöße verklebt (Zwischensparrendämmung)) Abb. 1: Wasserdichtes Unterdach (Ziffer 1.1 der Tabelle 1), Ausführung mit Blumenbahn (Nähte und Stöße verklebt (Zwischensparrendämmung))

77

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Ausführungsvarianten – Klassifizierungen (AUSZUG)

Tabelle 1: Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen – Ausführungsvarianten mit Beschreibung und Klassifizierung

Art	Beschreibung	Klasse
Wasserdichtes Unterdach Abbildung 1 bis 4	Abdichtung auf Schalung oder druckfestem Dämmstoff. Die Konterlatting ist in die Abdichtung eingebunden.	1
Nahitgefügte Unterdeckung mit eingebundener Konterlatte Abbildung 27, Abbildung 28	Diffusionsoffene Unterdeckbahn für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) auf Schalung oder druckfestem Dämmstoff. Die Nähte und Stöße der Bahnen sind nahitgefügt. Die Konterlatte ist in die Unterdeckbahn (UDB-eA) eingebunden.	1
Regensicheres Unterdach Abbildung 5, Abbildung 6	Abdichtung auf Schalung oder druckfestem Dämmstoff. Die Abdichtungsbahn liegt unter der Konterlatte. Zwischen Abdichtungsbahn und Konterlatte ist ein Nageldichtband bzw. Nageldichtmasse angeordnet.	2
Nahitgefügte Unterdeckung mit Nageldichtband/-masse unter Konterlatte Abbildung 29	Diffusionsoffene Unterdeckbahn für erweiterte Anwendungen (UDB-eA) auf Schalung oder druckfestem Dämmstoff. Die Nähte und Stöße der Bahnen sind nahitgefügt. Die Unterdeckbahn liegt unter der Konterlatte. Zwischen Unterdeckbahn und Konterlatte ist ein Nageldichtband bzw. Nageldichtmasse angeordnet.	2

78

Zusatzmaßnahmen (= 2. Entwässerungsebene)

Erhöhte Anforderungen können sich ergeben aus

- Dachneigung
- Nutzung (z. B. Wohnzwecke)
- Konstruktion (z. B. Sparrenlängen über 10 m)
- klimatischen Verhältnissen (exponierte Lage, schnee-, windreich)
- **technischen Anlagen (Auf- oder Indachsystemen, Klimageräten ...)**
- örtlichen Bestimmungen

Nach Kap. 1.1.3 aus Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen, ZVDH (2/2016)

79

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Wasserdichte Unterdächer

Die **Konterlatten** sind in die wasserdichten Unterdächer einzubinden.

- Bei **Bitumenbahnen** sollten **trapezförmige Konterlatten** oder **Konterlatten mit zusätzlichen Dreikanteleisten** verwendet werden.
- Die **Höhe der Konterlatte** sollte **mind. 4 cm** betragen.

80

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Wasserdichte Unterdächer

Abb. 4: Wasserdichtes Unterdach - mit Belüftungsebene bei Dächern mit Zwischensparrendämmung (Klasse 1)

- 1: Konterlatte, eingebunden
- 2: Dreikanteleisten oder trapezförmige Latten (empfohlen)
- 3: Abdichtung nach PDB Bitumen- oder Kunststoff- und Elastomerbahnen, Nähte verschweißt
- 4: Unterlage nach Tabelle 2 oder 3
- 5: Belüftungsebene nach Merkblatt Wärmeschutz
- 6: Zwischensparrendämmung
- 7: Sparren
- 8: Luftdichtheitsschicht

81

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Wasserdichte Unterdächer

Abb. 7: Traufe beim wasserdichten Unterdach, Entwässerung in die Rinne (Klasse 1)

Abb. 13: Ortgang beim wasserdichten Unterdach (Klasse 1)

- 1: Konterlatte, eingebunden
- 2: Abdichtung nach PDB Bitumen- Kunststoff- und Elastom
- 3: Unterlage nach Tabelle 2 oder 3
- 4: Trauf-/Stützblech
- 5: Rinne
- 6: Lüftungsgitter
- 7: Zwischensparrendämmung
- 8: Sparren
- 9: Belüftungsebene nach Merkblatt Wärmeschutz
- 10: Luftdichtheitsschicht

82

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Regensichere Unterdächer

Abb. 18: First beim regensicheren Unterdach mit Zwischensparrendämmung

Abb. 24: Firststiegliger Anschluss beim regensicheren Unterdach (Klasse 2)

- 1: Konterlatte
- 2: Nagellichtband oder -masse.
- 3: Abdichtung nach PDB Bitumen- oder Kunststoff- und Elastomerbahnen, Nähte verschweißt.
- 4: Unterlage nach Tabelle 2 oder 3.
- 5: Belüftungsebene nach Merkblatt Wärmeschutz
- 6: Zwischensparrendämmung
- 7: Sparren
- 8: Mauer/Wand
- 9: Luftdichtheitsschicht

83

Unterdächer/-deckungen/-spannungen (4/2024)

Unterdeckung **Unterspannung**

Abb. 31: Nähtefügte Unterdeckung mit Nagellichtband, mit Entwässerung

Abb. 32: Verklebte Unterspannungen mit Nagellichtband Traufauführung mit T

- 1: Konterlatten
- 2: Nagellichtband oder -masse.
- 3: Unterspannbahn nach PDB UDB-USB, Nähte verklebt
- 4: Traufblech
- 5: Rinne
- 6: Traufbohle
- 7: Tropfblech
- 8: Traufschalung
- 9: Sparren

84

Zusatzmaßnahmen

Vorhandene Zusatzmaßnahmen überprüfen!

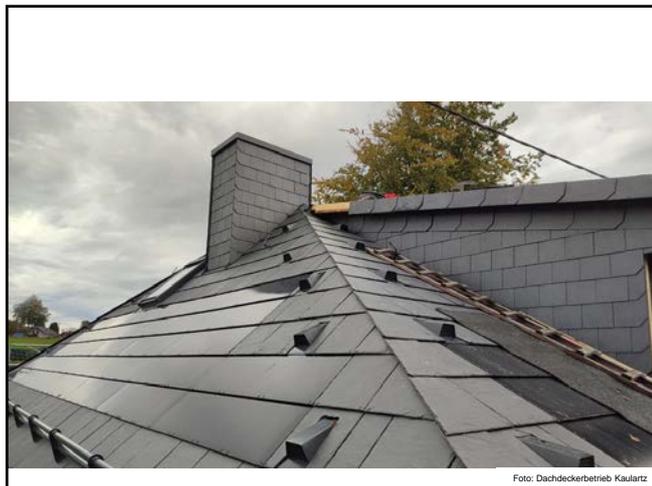
85

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

Praxisbeispiele/ Empfehlungen und Hinweise

Geneigte Dächer
Indachanlagen (Besonderheiten)

86



87

Bauwerksintegrierte PV-Anlagen

Definition:
Solaranlagen gelten als bauwerksintegriert, wenn sie eine **konstruktive Komponente des Gebäudes sind** und damit **Funktionen der Gebäudehülle übernehmen.**

88

Indachanlage – Produktinformation

Baukonstruktive Hinweise

allgemeines:
Dachdeckungen können nur bedingt Niederschlägen standhalten. Die Bewitterung am Standort aber auch die konstruktive Ausführung sind in den Fachregeln des ... eingehalten ist im ... auszugehen.
... sind im Regelfall regensicher, können aber bei extremen oder besonderen Witterungsverhältnissen den Eintrieb von Treibregen und Flugschnee nicht gänzlich verhindern. Je geringer die Dachneigung um so extremer dieser Prozeß. Aus diesem Grund werden Zusatzmaßnahmen erforderlich, wie die Ausbildung einer zweiten Wasser ableitenden Schicht. Diese kann in Form eines Unterdaches, einer Unterdeckung oder einer Unterspannung erfolgen. Abhängig von Standort und Nutzung unter der Dachdeckung erfolgt die Auswahl der zweiten Wasser ableitenden Schicht.
Nur im Zusammenwirken der Dachdeckung mit einem wasserdichten Unterdach kann insgesamt von einer wasserdichten Dachkonstruktion ausgegangen werden.

**Achtung:
Hinweis auf erforderliche brandschutztechnische Eigenschaften fehlt!!!**

89

[Leitfaden des BSW u. a. 2/2011] Brandschutzgerechte Planung ... von PV-Anlagen

4.5 Hinweise für besondere Anlagentypen
Zu unterscheiden sind dachintegrierte Anlagen (Indachanlagen) und fassadenintegrierte Anlagen.
Installationshinweise Gebäudeintegrierte Anlagen
Bei dachintegrierten Anlagen übernehmen PV-Module in Verbindung mit dem Montagesystem die Funktionen der äußeren Dachhaut und müssen daher auch die an diese gestellten Anforderungen und Normen erfüllen. Aus brandschutztechnischer Sicht sind insbesondere die Anforderungen der jeweiligen Landesbauordnung (LBO) zu berücksichtigen. In der Regel wird der Nachweis für „harte Biedachung“ nach DIN 4102-7 bzw. EN 13501-5 verlangt, der für das System aus Modulen und Montagekonstruktion zu erbringen ist. Grundsätzlich wird mindestens Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 für die verwendeten Materialien gefordert, abhängig von der Einordnung der Gebäudeklasse.
Bei Sonderbauten sollte grundsätzlich ein Brandschutzsachverständiger hinzugezogen und die PV-Anlage in das Brandschutzkonzept einbezogen werden. Wie bei Aufdachanlagen dürfen auch bei Indachanlagen keine Brandwände überbaut werden. Auch bei der Überbrückung vom ersten zum zweiten Dachgeschoss mit der PV-Installation müssen Maßnahmen zur Vermeidung der Brandweiterleitung getroffen werden. Erforderliche Mindestabstände können u. U. geringer als bei Aufdachsystemen ausfallen.
Vor Ort verfügbare Informationen für Feuerwehreinsatzkräfte oder Hilfskräfte sind bei Indachanlagen noch bedeutender, da Installationsdetails wie z. B. die Kabelerlegung nicht einsehbar sind. Sie sollten eine Verlegeskitze der Module, Kabelwege und Durchführungen sowie Informationen zur Vorgehensweise bei der Moduldemontage enthalten. Auch Kontaktdaten der ausführenden Installationsfirma sollten enthalten sein.
Bei der Installation von Indachanlagen ist besondere Sorgfalt erforderlich. Nur fortgeschrittene, erfahrene Installateure sollten diese Arbeiten durchführen. Eine Prüfung kann nur Stichprobenartig erfolgen, da Modulrückseite und Verkabelung nicht mehr einsehbar sind. Bei Bauten mit besonders hohen

90

[Leitfaden des BSW u.a. 2/2011]
Brandschutzgerechte Planung ... von PV-Anlagen

Bei **dachintegrierten Anlagen** übernehmen PV-Module in Verbindung mit dem Montagesystem die Funktionen der äußeren Dachhaut und müssen daher auch die an diese gestellten Anforderungen und Normen erfüllen. **Aus brandschutztechnischer Sicht sind insbesondere die Anforderungen der jeweiligen Landesbauordnung (LBO) zu berücksichtigen. In der Regel wird der Nachweis für „harte Bedachung“ nach DIN 4102-7 bzw. EN 13501-5 verlangt, der für das System aus Modulen und Montagekonstruktion zu erbringen ist. Grundsätzlich wird mindestens Baustoffklasse B2 nach DIN 4102-1 für die verwendeten Materialien gefordert, abhängig von der Einordnung der Gebäudeklasse.**
Bei Sonderbauten sollte grundsätzlich ein Brandschutzsachverständiger hinzugezogen und die PV-Anlage in das Brandschutzkonzept einbezogen werden. Wie bei Aufdachanlagen dürfen auch bei Indachanlagen keine Brandwände überbaut werden. Auch bei der Überbrückung vom ersten zum zweiten Dachgeschoss mit der PV-Installation müssen Maßnahmen zur Vermeidung der Brandweiterleitung getroffen werden. Erforderliche Mindestabstände können u.U. geringer als bei Aufdachsystemen ausfallen.

91

Bauwerksintegrierte PV-Anlagen

Neue Merkblätter und Normen

92

Technische Baubestimmungen für PV-Module

Techn. Baubestimmungen für PV-Module als Bauprodukte und zur Verwendung in Bauarten – Bauordnungsrechtliche Vorgaben zu Produkt- und Anwendungsregeln



Hrsg.:
 Allianz Bauwerkintegrierte Photovoltaik e. V., Berlin

November 2020

93

Technische Baubestimmungen für PV-Module

Gliederung

1. Einleitung
2. **Anforderungen** an das Bauprodukt PV-Modul
 - „Klassisches“ PV-Modul als TGA-Produkt in Verkehr gebracht
 - Übersicht Nachweisbedarf nach Anwendung
3. **Nachweise** der Verwendbarkeit und Anwendbarkeit

94

Tabelle 3: Zuordnung bauaufsichtlicher Anforderungen und Nachweise zu typischen BIPV-Einbausituationen

Einbausituation	Randbedingungen	Anforderung	Nachweis
Module mit Glasdeckschicht			
1	<ul style="list-style-type: none"> ■ Dachbereich mit Neigungswinkel < 75° ■ Keine Überkopfverglasung (Dachkonstruktion o. a. Barriere gegen herabfallendes Glas unter den Modulen) ■ Modulfläche ≤ 2,0 m² ■ Mechanische (nicht: geklebte) Glasbefestigung 	<p>Brandschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Brandverhalten PV-Modul: <ul style="list-style-type: none"> ■ Mindestanforderung: normalentflammbar [B2 bzw. E] ■ je nach Anwendung ggf. höhere Anforderungen: schwerentflammbar [B1 bzw. C] oder nicht-brennbar [A2] 2) ggf. harte Bedachung 	<ul style="list-style-type: none"> 1) Klassifizierungsbericht für PV-Modul durch objektbezogenes Brandschutzkonzept 2) abP für BIPV-System durch Prüfstelle oder objektbezogenes Brandschutzkonzept

95

Einbausituation	Randbedingungen	Anforderung	Nachweis
2	<ul style="list-style-type: none"> ■ Überkopfverglasung mit Neigungswinkel < 80° (d.h. zugängliche Verkehrsflächen unter den Modulen, die durch herabfallende Glas- teile gefährdet werden können) ■ PV-Modul mit VSG als Rückglas oder PV-Modul als Bestandteil von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) mit innenliegendem VSG 	<p>Brandschutz</p> <ul style="list-style-type: none"> Brandverhalten PV-Modul: <ul style="list-style-type: none"> ■ Mindestanforderung: normalentflammbar [B2 bzw. E] ■ je nach Anwendung ggf. höhere Anforderungen: schwerentflammbar [B1 bzw. C] oder nicht-brennbar [A2] <p>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit</p> <ul style="list-style-type: none"> 1) Produktnorm VSG/MIG und 2) Technischen Baubestimmungen zu Einbau, Befestigung, Planung, Bemessung, Ausführung, d. h. Einbau nach DIN 18008 	<ul style="list-style-type: none"> Klassifizierungsbericht für PV-Modul durch Prüfstelle oder objektbezogenes Brandschutzkonzept

96

Einbausituation	Randbedingungen	Anforderung	Nachweis
3	<ul style="list-style-type: none"> Fassaden und Brüstungen mit Neigungswinkel $\geq 80^\circ$ PV-Modul = VG, 4-seitig linienförmig gelagert o. PV-Modul mit VSG als Rückglas oder PV-Modul als Bestandteil von Mehrscheiben-Isolierglas (MIG) mit innenliegendem VSG 	<p>Brandschutz Brandverhalten PV-Modul:</p> <ul style="list-style-type: none"> Mindestanforderung: i. d. R. schwerentflammbar (B1 bzw. C) je nach Anwendung ggf. höhere Anforderungen: nichtbrennbar (A2) <p>Mechanische Festigkeit und Standsicherheit Übereinstimmung mit</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) Produktnorm VG/VSG/MIG und 2) Technischen Baubestimmungen zu Einbau, Befestigung, Planung, Bemessung, Ausführung, d. h. Einbau nach DIN 18008 	Klassifizierungsbericht für PV-Modul durch Prüfstelle oder objektbezogenes Brandschutzkonzept

97

Checkliste Brandsicherheit für BIPV 11/2020

Checkliste Brandsicherheit für bauwerksintegrierte Photovoltaikanlagen –
Bauordnungsrechtliche Vorgaben, Anwendungsregeln und Ausführungshinweise für den Planungsprozess und Bauablauf

Hrsg.:
Allianz Bauwerkintegrierte Photovoltaik e. V., Berlin
November 2020



98

Merkblatt: Photovoltaikanlagen 4/2023

Photovoltaikanlagen

Hrsg.:
Land Baden-Württemberg
Regierungspräsidium
Tübingen, Referat 27 –
Landesstelle für
Bautechnik

April 2023



99

Merkblatt: Photovoltaikanlagen 4/2023

Gliederung

1. Vorwort
2. Zustimmung im Einzelfall (ZiE) und vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG)
3. Bauprodukte
4. Bauart
5. Bauteilversuche und Gutachten
6. Instandhaltung

100

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

**Praxisbeispiele/
Empfehlungen und Hinweise**

Flachdächer
Dachabdichtung

101



102



103

Lebensdauerdaten

Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB), BBSR, Stand: 24.02.2017

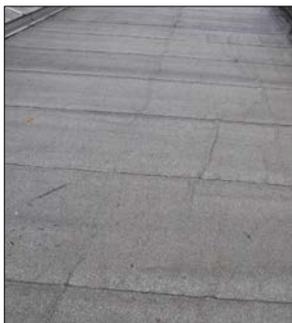
Art der Abdichtung	a	Ersatz in 50a
Abdichtungsbahnen: Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen unterhalb der Dämmung	40	1
Abdichtungsbahnen: Bitumenbahnen unterhalb der Dämmung	30	1
Abdichtungsbahnen: Bitumenbahnen, Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen oberhalb der Dämmung mit schwerer Schutzschicht	30	1
Abdichtungsbahnen: Bitumenbahnen, Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen oberhalb der Dämmung mit leichter Schutzschicht	20	2

Quelle: www.nachhaltigesbauen.de/austausch/nutzungsdauern-von-bauteilen/

104

Empfehlungen und Hinweise – Dachabdichtung

Bitumendachbahnen



Alter (max. 5 Jahre)
 (mittlere Lebensdauer ohne schweren Oberflächenschutz: ca. **20 Jahre**)
 UV-Schutz (Besplittung vollständig?)
 Nahtverbindungen (geschlossen?)
 Blasenbildung?
 (bei zahlreicher Blasenbildung Dachabdichtung erneuern!)
 Randabdichtungsanschlüsse (mit Bahnen oder eingeklebten Blechen?)
 Gefällegebung (erhebliche Pfützenbildung erfordert verstärkte Instandhaltung!)

105

Empfehlungen und Hinweise – Dachabdichtung

Kunststoffdachbahnen



Alter (max. 5 Jahre)
 (mittlere Lebensdauer ohne schweren Oberflächenschutz: ca. **20 Jahre**)
 Gefällegebung (erhebliche Pfützenbildung erfordert verstärkte Instandhaltung!)
 Unverträglichkeiten (z. B. bei PIB direkten Kontakt zu PE-Folie und Bautenschutzmatte vermeiden!)

106

Empfehlungen und Hinweise – Verlegeart

Lose verlegt mit Auflast



Alter (max. 10 Jahre)
 (mittlere Lebensdauer mit schwerem Oberflächenschutz: ca. **30 Jahre**)
 Nahtverbindungen (geschlossen?)
 Randabdichtungsanschlüsse (mit Bahnen oder eingeklebten Blechen?)
 Gefällegebung (erhebliche Pfützenbildung erfordert verstärkte Instandhaltung!)

Schweren Oberflächenschutz beibehalten bzw. mit ins Auflagerungssystem einbeziehen!

107

Empfehlungen und Hinweise – Gefällegebung

Gefällegebung



Bei **großflächiger Pfützenbildung** steigt das Schadensrisiko und sinkt die Alterungsbeständigkeit der Abdichtung. Haftreibewerte werden vermindert.

In Bereichen **großflächiger Pfützenbildung** sollten daher **keine Solaranlagen** aufgestellt werden.

Pfützenbildung aufgrund der Aufstellung vermeiden (keine Sperren in die Fließrichtung, keine starken Absenkungen in der Dachhaut)

108

Faserzementwellplatten:	Schadensbeispiel: Befestigung in wasserführender Ebene
<ul style="list-style-type: none"> ■ Ungedämmte Wellplatten-Dacheindeckung einer Bootshalle ■ Die Unterkonstruktion der PV-Anlage wurde mit dem Holztragwerk der Dachkonstruktion verschraubt ■ Die Verschraubung erfolgte in den Tiefsicken, also in der wasserführenden Ebene, Abtropfungen im Innenraum waren die Folge 	
	
<p>Vor Montage Asbesthaltigkeit der Dacheindeckung überprüfen!! Überdeckungs-, Überbauungs- und Aufständigungsarbeiten an Asbestzementdächern sind gem. Gefahrstoffverordnung verboten.</p>	

109

■ Nachträgliche Installation von Solaranlagen

**Praxisbeispiele/
Empfehlungen und Hinweise**

Flachdächer
Dämmung

110



111

Druckfestigkeit der Dämmung:	Schadensbeispiel: Abgesunkene Mineralwollgedämmung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Sehr große Dachfläche mit FPO-Bahnabdichtung auf Mineralwollgedämmung ■ Deutliche Absenkungen der Dämmung im Bereich der „Laufwege“ ohne lastverteilende Maßnahmen, v. a. im Bereich des Hauptzuganges zur Dachfläche. Dämmung hier bleibend ca. 2 cm eingesunken. Dämmstoff feucht. 	
	

112



113

Starre Befestiger:	Schadensbeispiel: Abgesunkene Mineralwollgedämmung
<ul style="list-style-type: none"> ■ Sehr große Dachfläche mit Kunststoffdachabdichtung auf Mineralwollgedämmung und starren Befestigern ■ Arbeiten bei PV-Montage ohne lastverteilende Maßnahmen ■ Schneeräumung mit scharfkantigen Schaufeln 	
	
<p>An weichgetretenen Stellen der Dämmung wurde die Abdichtung am Rand der starren Befestiger stark mechanisch beansprucht und beschädigt. In der Halle kam es zu Abtropfungen aus der Dachfläche.</p>	

114

Empfehlungen und Hinweise – Dämmstoffe

Auszüge aus DIN 4108-10:2021-11

„4 Anforderungen

4.1 Allgemeines

(...)

Bei dynamischer und/oder ruhender kurzzeitiger Belastung der Dachhaut (z. B. im Zuge von Wartungsarbeiten **oder bei der Installation von Anlagen zur solaren Energieerzeugung**) ist die Dickenverminderung der Dämmschicht zu begrenzen.

Anmerkung: Ist aus konstruktiven oder wärmeschutztechnischen Gründen eine Begrenzung der Dickenverminderung erforderlich, kann die Betrachtung der Druckspannung bei z. B. 2% Stauchung nach DIN EN 826 erforderlich werden.“

115

Empfehlungen und Hinweise – Allgemein

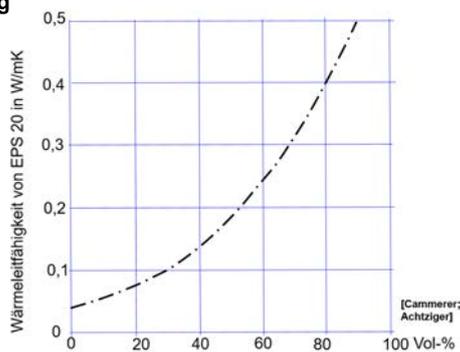
Dämmung

- Art und Zustand der Dämmung im Dachaufbau ermitteln
- Die Durchfeuchtung der Dämmschicht sollte gemessen und dokumentiert werden, um Gewährleistungsabgrenzungen zu ermöglichen.
- Ein geringer Durchfeuchtungsgrad der Dämmung muss i. d. R. nicht zum Austausch der Dämmung führen (s. Grafik)
- Die Dauerhaftigkeit der Dämmstoffe ist i. d. R. nicht beeinträchtigt.

116

Empfehlungen und Hinweise – Allgemein

Dämmung



117

Empfehlungen und Hinweise – Allgemein

Feuchtigkeitsempfindliche Bauteile innerhalb des Dachquerschnitts

- Kork-/Holzfaserdämmstoffe
- Holzbauteile
- Aluminium auf Beton
- nicht korrosionsbeständige Befestigungsmittel
- Dachbahnen mit Rohfilz- oder Jutegeweebeeinlage

Im Einzelfall ist zu entscheiden, ob sich diese Stoffe in Zukunft schädigend auswirken können.

118

Empfehlungen und Hinweise – Verlegeart

Vollflächig verklebt



Alter (max. 5 Jahre)
(mittlere Lebensdauer ohne schweren Oberflächenschutz: ca. 20 Jahre)
Nahtverbindungen (geschlossen?)
Randabdichtungsanschlüsse (mit Bahnen oder eingeklebten Blechen?)
Gefällegebung (erhebliche Pfützenbildung erfordert verstärkte Instandhaltung!)
Durchfeuchtung (kann Klebewirkung vermindern!)
Verklebung (funktionstüchtig?)

Aufbau von Solaranlagen nur, wenn **Verklebung des Schichtenaufbaus nicht** vorausgesetzt werden muss!

119

Empfehlungen und Hinweise – Verlegeart

Mechanisch verankert



Alter (max. 5 Jahre)
(mittlere Lebensdauer ohne schweren Oberflächenschutz: ca. 20 Jahre)
Nahtverbindungen (geschlossen?)
Randabdichtungsanschlüsse (mit Bahnen oder eingeklebten Blechen?)
Gefällegebung (erhebliche Pfützenbildung erfordert verstärkte Instandhaltung!)
Durchfeuchtung (kann Korrosion der Befestiger verursachen!)
Art der Befestiger (starr, flexibel, ggf. korrodiert?)

120

Empfehlungen und Hinweise – Dämmstoffe

Dämmstoffe

Hartschaumstoff (EPS, XPS, PUR, PIR)
Gute Druckbelastbarkeit



Mineralwolle
Häufige Druckbelastung bei der Montage muss minimiert werden, z. B. durch temporäre lastverteilende Platten auf der Abdichtung

Leichter Feuchtegehalt in der Dämmung muss nicht zum Austausch der Dämmung führen (s. [AlBau 2003] und [AlBau 2012]).

Für Schubkraftübertragung der Dämmstoffe fehlen bislang entsprechende Rechenwerte.

121

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

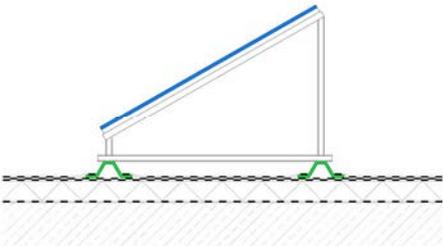
**Praxisbeispiele/
Empfehlungen und Hinweise**

Flachdächer
Adhäsive Befestigung

122

Adhäsive Systeme – Definition

Solaranlagen, deren horizontale Lasten v. a. durch eine geklebte oder verschweißte Verbindung mit der Dachhaut abgetragen werden.



123

Schadensbeispiel: unzulässige adhäsive Verklebung

Adhäsives System:

- Bestandsdach (Tragkonstruktion: Stahlträger, Trapezbleche) mit oberseitiger Bitumenbahnabdichtung
- Einbau einer neuen Polymerbitumenbahn auf der Altabdichtung
- Über Trapezblechstreifen (für die Befestigung der Solaranlage) wurden auf der neuen Abdichtung weitere Bahnstreifen verschweiß



Es kam zu Blasenbildungen, da die neuen Abdichtungsbahnen nicht vollflächig verschweiß

124

Hinweise des DIBt zu adhäsiven Systemen

Bauaufsichtlicher Rahmen

- Befestigungen durch adhäsiven Verbund auf der Dachabdichtung gelten als technisch nicht geregelt.
- Das DIBt erteilt allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen für entsprechende Produkte in Kombination mit allgemeinen Bauartgenehmigungen für die Planung, Bemessung und Ausführung der Bauart.

<https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/befestigungen-auf-dachabdichtungen>

125

Hinweise des DIBt zu adhäsiven Systemen

Befestigungen auf Dachabdichtungen

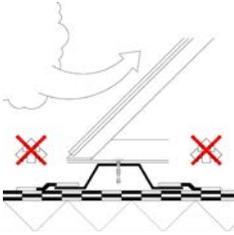
- ...Dabei wird der Dachabdichtung eine statische Funktion zur Lastweiterleitung zugewiesen, für die diese nicht bemessen ist. Denn die Dachabdichtung als solche stellt kein tragendes Bauteil dar. Darüber hinaus existieren für Fügenähte, Schweißverbindungen oder Klebeverbindungen keine etablierten Bemessungswerte....

<https://www.dibt.de/de/bauprodukte/informationsportal-bauprodukte-und-bauarten/produktgruppen/bauprodukte-detail/bauprodukt/befestigungen-auf-dachabdichtungen>

126

Empfehlungen und Hinweise – Montage/Planung

Adhäsive Verbindungen



Keine Befestigung durch Klebeverbindung mit Dachabdichtung ohne entsprechende Zulassung!

127

Nachträgliche Installation von Solaranlagen

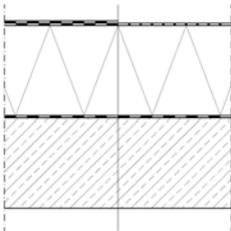
**Praxisbeispiele/
Empfehlungen und Hinweise**

Flachdächer
Dachaufbau

128

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Dachaufbau ohne Luftschicht auf Beton



Schichtdicke **Dachabdichtung**: 1,2 mm bis über 15 mm möglich.

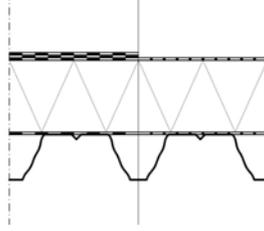
Wärmedämmung kann aus härteren Schaumkunststoffen oder weicheren Mineralwolledämmstoffen bestehen.
Dämmschicht kann durchfeuchtet sein!

Bei **Durchdringungen** muss auch die Dampfsperre unter der Dämmung abgedichtet werden.

129

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Dachaufbau ohne Luftschicht auf Trapezblech



Wie vor, außerdem:

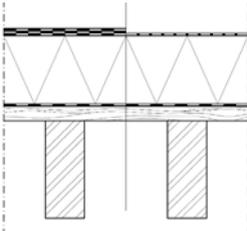
Traglastreserve der Unterkonstruktion prüfen!

Bei **Befestigungen an der Unterkonstruktion** thermische Trennungen einbauen!

130

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Dachaufbau ohne Luftschicht auf Holz



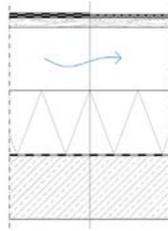
Wie vor, außerdem:

Traglastreserve der Unterkonstruktion prüfen.

131

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Belüftetes Dach auf Beton



Schalung unter der Dachabdichtung ist in der Regel nicht für zusätzliche Auflast ausgelegt!

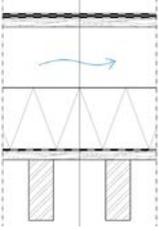
Bei **Auflagerung über den Trag-hölzern** Lagesicherung herstellen!

Bei **Befestigungen an der Unterkonstruktion** müssen auch die ggf. vorhandene Unterdeck- bzw. Unterspannbahn sowie die Dampfsperre/Luftdichtheitsschicht überprüft werden!

132

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Belüftetes Dach auf Holz



Schalung unter der Dachabdichtung ist in der Regel nicht für zusätzliche Auflast ausgelegt!

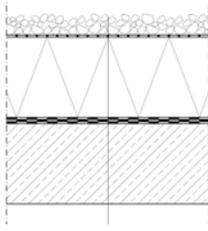
Bei **Auflagerung über den Trag-hölzern** Lagesicherung herstellen!

Bei **Befestigungen an der Unterkonstruktion** müssen auch die ggf. vorhandene Unterdeck- bzw. Unterspannbahn sowie die Dampfsperre/Luftdichtheitsschicht überprüft werden!

133

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Umkehrdach auf Beton

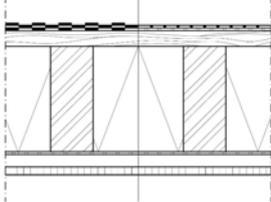


Funktionsfähigkeit der zugelassenen Umkehrdachdämmung muss erhalten bleiben, **Auflagerung** daher **nur punktwise** über dem Abdeckvlies bzw. der zugelassenen Abdeckfolie!

134

Empfehlungen und Hinweise - Dachaufbau

Unbelüftetes Holzdach



Holzflachdach ohne Unterlüftung der Abdichtungs- oder Decklage

Unplanmäßig **eingedrungene Feuchtigkeit** wird i.d.R. erst spät erkannt und **führt zu umfangreichen Folgeschäden!**

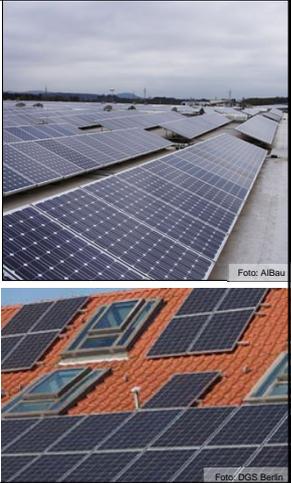
Daher möglichst Verzicht auf den Aufbau von Solaranlagen!

Sonst: Tragfähigkeit der Schalung beachten (s.a. belüftete Dachkonstruktionen)!
Bauphysikalischer Nachweis nach DIN EN 15026!

135

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dipl.-Ing. Géraldine Liebert
AIBau gGmbH
Aachener Institut für
Bauschadensforschung und
angewandte Bauphysik
Theresienstr. 19
52072 Aachen
www.aibau.de
g.liebert@aibau.de



AIBau gGmbH, Aachen

136