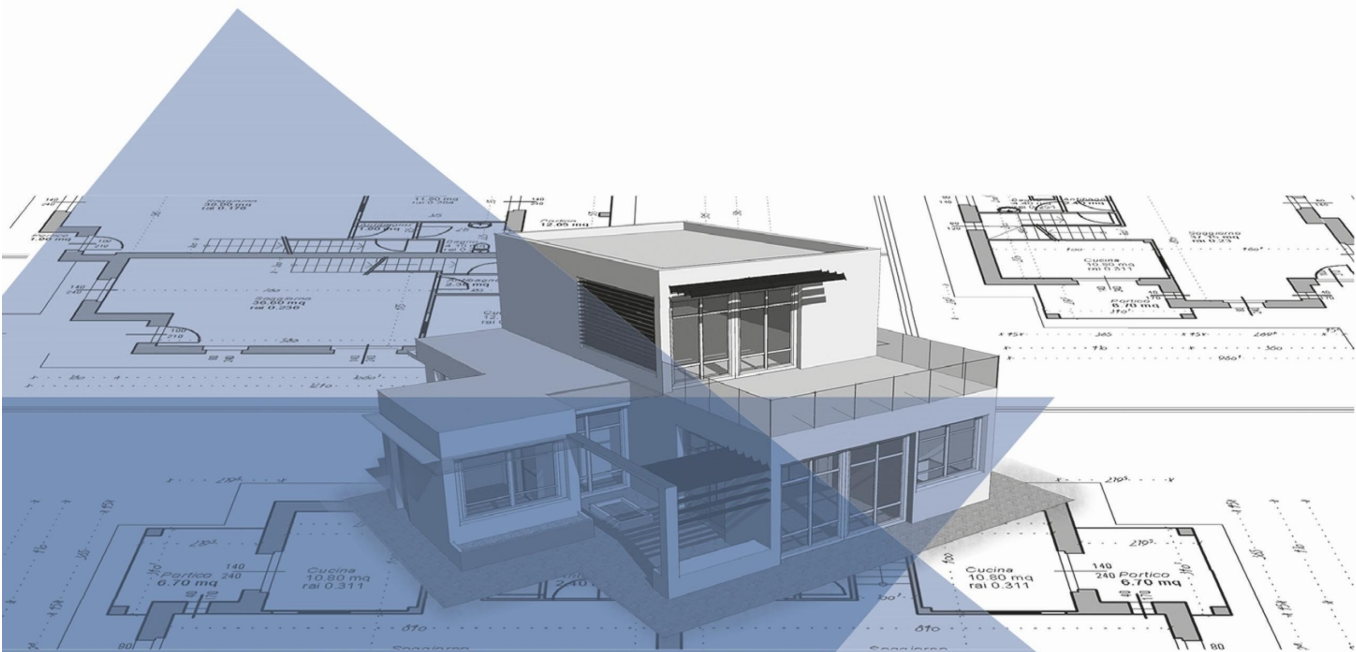


CHRISTOPH EDER
JÜRGEN LECH
GUNTER MANN
PETER SCHMIDT



WISSEN,
DAS ANKOMMT.

Neubau und Instandsetzung von Flachdächern



BAU UND
IMMOBILIEN

Christoph Eder

**Neubau und Instandsetzung
von Flachdächern**

«Bookwire»

Eder C.

Neubau und Instandsetzung von Flachdächern / C. Eder —
«Bookwire»,

Neue Flachdachrichtlinie gilt seit 01. Dezember!
Stehendes Wasser, Pflanzenbewuchs, Auflasten durch Schnee und Eis – Flachdächer sind enormen Belastungen ausgesetzt und gehören zu den am stärksten beanspruchten Bauteilen eines Gebäudes. Damit es dabei nicht zu gravierenden Beschädigungen der Dachabdichtung kommt, müssen eine fachgerechte Planung und Ausführung der Konstruktionen nach aktuellen Vorgaben gewährleistet werden.
Die seit 01. Dezember anzuwendende Flachdachrichtlinie bringt dazu zahlreiche Änderungen mit sich: So wurden z. B. der Geltungsbereich um die Abdichtung von Dächern mit Solaranlagen ergänzt und die Leistungsstufen bei Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen erweitert.
Das Praxishandbuch «Neubau und Instandsetzung von Flachdächern» zeigt, wie diese Neuerungen in der Praxis anzuwenden und Flachdachkonstruktionen nach aktueller Normung umsetzen sind.
Ihre Vorteile
– Praxishinweise zu den verschiedenen Konstruktionsarten von Flachdächern– Skizzen und Abbildungen zur fachmännischen Planung und Umsetzung– Tipps und Hinweise zur Durchführung von Instandsetzungsmaßnahmen– E-Book mit komfortablen Suchfunktionen und praktischen Verlinkungen
Dieses Buch ist genau das Richtige für: Architekten, Ingenieure, Bauunternehmer, Zimmerer, Dachdecker, Landschaftsarchitekten


Christoph Eder
Jürgen Lech
Gunter Mann
Peter Schmidt

Neubau und Instandsetzung von Flachdächern

Bibliografische Information der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

© by

FORUM VE		Tel.: 08233/381-123
HERKERT (Fax: 08233/381-222
Mandichostr.		E-Mail: service@forum-verlag.com
86504 Merchl		Internet: www.forum-verlag.com

Dieses Verlagserzeugnis wurde nach bestem Wissen und nach dem aktuellen Stand von Recht, Wissenschaft und Technik zum Druckzeitpunkt erstellt.

Gegenüber den Autoren, Programmierern und dem Verlag begründet dieses Erzeugnis keine Auskunft- oder Beratungspflicht und auch keine anderweitige Bindungswirkung. Die individuellen Gegebenheiten jedes Einzelfalles gebieten es, dass keine Gewähr für Verbindlichkeit und Vollständigkeit der in diesem Erzeugnis (inklusive Portal, Software, Arbeitshilfen) enthaltenen Darstellungen und Aussagen gegeben werden kann.

Der Verlag übernimmt keine Gewähr für Druckfehler und inhaltliche Fehler.

Alle Rechte vorbehalten,

Nachdruck und Vervielfältigung – auch auszugsweise – nicht gestattet.

Satz: mediaTEXT Jena GmbH, 07747 Jena

Druck: Druckerei & Verlag Steinmeier, 86738 Deiningen

Printed in Germany 2017

Titelfoto/-illustration: © studiocr – Fotolia.com

Angaben ohne Gewähr

Ob Sie ein E-Book ausdrucken können hängt davon ab, mit welchen Lizenzrechten das E-Book versehen ist. Dies können Sie zum Beispiel überprüfen, in dem Sie die Datei mit Adobe Digital Editions öffnen, einen Rechtsklick auf die E-Book-Datei ausführen und die Option "Medieninformationen" den Bereich "Berechtigungen" auswählen.

ISBN: 978-3-86586-834-3

Rechtlicher Hinweis:

Wenn Sie dieses Buch lesen, es aber nicht gekauft haben oder es nicht für Ihre persönliche Nutzung gekauft wurde, gehen Sie auf forum-verlag.com und kaufen Ihre eigene Kopie.

Eine unberechtigte Weitergabe des E-Books ist verboten.

Vielen Dank, dass Sie die Arbeit des Autors respektieren und würdigen.


Weitere E-Book Angebote der Forum Verlags Herkert GmbH finden Sie [hier](#).

Alle hier genannten E-Books und zusätzliche Sonderausgaben finden Sie auch in allen namhaften E-Bookshops (Amazon, iTunes, etc.).



Bedienung des E-Books

Hier eine kleine Anleitung zur einfacheren Bedienung des E-Books:

1. Beim Klick auf das folgende Icon  bei Überschriften werden Sie immer auf das Inhaltsverzeichnis zurück geleitet.

2. Alle im E-Book enthaltenen Stichwörter werden im Buchtext blau mit einer geschweiften Klammer dargestellt.

{Beispielstichwort}

Beim Klick auf das Wort in der geschweiften Klammer landen Sie immer im Stichwortverzeichnis Ihres E-Books.

3. Bei Querverweisen innerhalb des E-Books wird Ihnen die Absprungstelle als blauer Link angezeigt. Das gesuchte Wort ist auf der Zielseite aber nicht markiert oder farbig.



Vorwort

Das vorliegende Handbuch für den Neubau und die Instandsetzung von Flachdächern bietet in Kapitel 1 einen Überblick über die verschiedenen Flachdachkonstruktionen, die wichtigsten Anforderungen und Vorgaben gemäß aktueller DIN-Normen und Richtlinien sowie Tabellen und Schemazeichnungen zur Konstruktion von Flachdächern.

Kapitel 2 widmet sich der Vielzahl an Anforderungen, welche Flachdächer erfüllen müssen. Hierzu gehören neben den üblichen Anforderungen an Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit auch weitere Forderungen, die insbesondere den einzelnen Teilgebieten der Bauphysik (Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz) zuzuordnen sind. Ebenso berücksichtigt werden die Anforderungen an den Brandschutz sowie an die Entwässerung der Dachoberfläche.

Ein besonderes Augenmerk wird auf die Abdichtung von Flachdächern gelegt. Kapitel 3 klärt dazu umfassend über die Planung und Ausführung der Abdichtung von nicht genutzten und genutzten Flachdächern nach aktuellen DIN-Normen und Richtlinien auf. Zahlreiche Tabellen und Schemazeichnungen geben unter anderem einen Überblick über die verfügbaren Abdichtungsstoffe sowie die Planung und Ausführung der einzelnen Funktionsschichten.

Kapitel 4 befasst sich mit Detaillösungen zu verschiedenen An- und Abschlusspunkten von Flachdächern sowie der Lagesicherung des Dachaufbaus. Es gibt unter anderem Hinweise für eine fachgerechte Planung und Ausführung der Dachentwässerung sowie zur Integration von Solar- oder Blitzschutzanlagen. Ein weiterer Abschnitt widmet sich der Wartung und Inspektion.

In Kapitel 5 wird der Fokus auf die Begrünung von Flachdächern gelegt. Es werden verschiedene Begrünungsarten sowie der fachgerechte Aufbau einer Dachbegrünung vorgestellt und mit Hinweisen zu geeigneten Substraten und Pflanzen ergänzt. Das letzte Kapitel des Buches zeigt typische Schadensfälle an Flachdachkonstruktionen auf und gibt Hinweise zu deren Instandsetzung und zukünftigen Schadensvermeidung.

Anregungen zur Ergänzung des Inhalts oder zu weiteren Erläuterungen werden von den Autoren und dem Verlag gerne angenommen.

Merching, im Mai 2017



Autoren

SV Baumeister-Ing. Dipl.-Ing. (FH) Christoph Eder

Christoph Eder ist seit 2009 allgemein beeideter und gerichtlich zertifizierter Sachverständiger für WDVS und Putzarbeiten. Darüber hinaus ist er als Referent und Trainer (z. B. für den zertifizierten WDVS-Fachverarbeiter sowie Bauleiter) tätig. Zudem plant und begleitet er zahlreiche Projekte im Bereich Revitalisierung, Nachhaltigkeit und energetische Optimierung.

Autor des Kapitels 6.2

Jürgen Lech

Jürgen Lech ist als staatlich geprüfter Techniker/Hochbau sowie Personenzertifizierter Sachverständiger für Bau- und Versicherungsschäden tätig. Er ist Inhaber des Büros für DachTechnik in Essen, Idstein (Taunus) und Coswig (Dresden). Er ist Herausgeber und Autor zahlreicher Publikationen zum Thema Dachtechnik.

Autor des Kapitels 6.3

Dr. Gunter Mann

Gunter Mann ist Präsident der Fachvereinigung Bauwerksbegrünung e. V. (FBB) sowie Prokurist und Marketingleiter der Optigrün international AG. Zudem ist er zuständig für die Öffentlichkeits- und Lobbyarbeit für die Gebäudebegrünung. Er ist Mitglied in den Regelwerksausschüssen zu den Dach- und Fassadenbegrünungsrichtlinien.

Autor der Kapitel 6.1 und 6.4

Prof. Dr.-Ing. Peter Schmidt

1998 erhielt Peter Schmidt den Ruf auf die Professur für Baukonstruktion, Ingenieurholzbau und Bauphysik im Department Bauingenieurwesen der Universität Siegen. Er ist Herausgeber und Autor zahlreicher Veröffentlichungen auf den Gebieten der Bauphysik sowie des konstruktiven Ingenieurbaus. Weiterhin hält er Vorträge zu verschiedenen aktuellen Themen des Bauwesens.

Autor der Kapitel 1, 2, 3, 4 und 5

Gesamtinhaltsverzeichnis

[Deckblatt](#)

Impressum

Bedienung des E-Books

Vorwort

Autoren

Gesamtinhaltsverzeichnis

1 Flachdachkonstruktionen

1.1 Überblick

1.2 Nicht genutzte und genutzte Flachdächer

1.3 Regelwerke

1.3.1 Regelwerke für die Planung und Ausführung der Abdichtung

1.3.2 Übersicht über wichtige Regelwerke

1.4 Nicht belüftete und belüftete Dächer

1.4.1 Nicht belüftete Dächer

1.4.2 Belüftete Dächer

1.5 Tragkonstruktion

1.6 Funktionsschichten des Dachaufbaus

1.6.1 Haftbrücke

1.6.2 Trennschicht, Trennlage und Ausgleichsschicht

1.6.3 Dampfsperre

1.6.4 Wärmedämmung

1.6.5 Dampfdruckausgleichsschicht


1.6.6 Dachabdichtung

1.6.7 Schutz der Abdichtung/ Oberflächenschutz

- 1.6.7.1 Schutzlagen und Schutzschichten
- 1.6.7.2 Oberflächenschutz
- 1.7 Konstruktionsbeispiele
 - 1.7.1 Beispiele für nicht genutzte Dächer
 - 1.7.2 Beispiele für genutzte Dächer
- 2 Anforderungen an Flachdächer
 - 2.1 Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit
 - 2.2 Wärmeschutz
 - 2.2.1 Mindestwärmeschutz
 - 2.2.2 Energiesparender Wärmeschutz
 - 2.2.3 Sommerlicher Wärmeschutz
 - 2.2.4 Berechnung wärmetechnischer Kenngrößen
 - 2.2.4.1 Homogene Querschnitte
 - 2.2.4.2 Inhomogene Querschnitte
 - 2.2.4.3 Wärmeübergangswiderstände
 - 2.2.4.4 Wärmedurchgangskoeffizient
 - 2.2.4.5 Korrekturwerte des Wärmedurchgangskoeffizienten
 - 2.2.4.6 Wärmedurchgangskoeffizient für Sandwichelemente mit Metalldeckschichten
 - 2.2.4.7 Wärmedurchgangskoeffizient für keilförmige Wärmedämmschichten
 - 2.3 Klimabedingter Feuchteschutz
 - 2.3.1 Glaser-Verfahren
 - 2.3.2 Bauteile ohne rechnerischen Tauwassernachweis
 - 2.3.2.1 Nicht belüftete Dächer
 - 2.3.2.2 Belüftete Dächer
 - 2.4 Luftdichtheit
 - 2.4.1 Abgrenzung Luftdichtheit/ Winddichtheit
 - 2.4.2 Anforderungen an die Luftdichtheit
 - 2.4.3 Planung und Ausführung der Luftdichtheitsschicht
 - 2.5 Schallschutz
 - 2.6 Brandschutz
 - 2.7 Sonstige Anforderungen
- 3 Abdichtung von Flachdächern
 - 3.1 Überblick über die Regelwerke
 - 3.2 Planung und Ausführung der Abdichtung von nicht genutzten und genutzten Dächern nach DIN 18531 (2016)
 - 3.2.1 Struktur der Norm
 - 3.2.2 Anwendungsbereich
 - 3.2.3 Einwirkungen auf die Dachabdichtung
 - 3.2.3.1 Mechanische Einwirkungen
 - 3.2.3.2 Thermische Einwirkungen
 - 3.2.3.3 Einwirkungen aus Wurzelwachstum und sonstige Einwirkungen
 - 3.2.3.4 Einwirkungsklassen
 - 3.2.4 Anwendungsklassen
 - 3.2.5 Grundsätzliche Regeln für die Planung und Ausführung der Dachabdichtung
 - 3.2.5.1 Bauphysikalische Anforderungen und Brandschutz
 - 3.2.5.2 An- und Abschlüsse
 - 3.2.5.3 Durchdringungen
 - 3.2.5.4 Bewegungsfugen
 - 3.2.5.5 Begrenzung der Wasserunterläufigkeit

- 3.2.5.6 Dachaufbauten
- 3.2.5.7 Dokumentation
- 3.2.5.8 Sonstige Grundregeln
- 3.2.6 Dachneigung/Gefälle
- 3.2.7 Stoffe
 - 3.2.7.1 Eigenschaftsklassen und Anwendungstypen für Abdichtungsstoffe
 - 3.2.7.2 Bitumen- und Polymerbitumenbahnen
 - 3.2.7.3 Kunststoff- und Elastomerbahnen
 - 3.2.7.4 Flüssig zu verarbeitende Abdichtungsstoffe
 - 3.2.7.5 Flüssig zu verarbeitende Stoffe mit integrierter Nutzschicht
 - 3.2.7.6 Abdichtungen in Verbindung mit Gussasphalt und Asphaltmastix
 - 3.2.7.7 Bezeichnung/Kennzeichnung von Abdichtungsstoffen
 - 3.2.7.8 Hilfsstoffe
- 3.2.8 Auswahl und Bemessung der Abdichtung
 - 3.2.8.1 Abdichtung aus Bitumen- und Polymerbitumenbahnen
 - 3.2.8.2 Abdichtungen aus Kunststoff- und Elastomerbahnen
 - 3.2.8.3 Auswahl einer Abdichtung aus flüssig zu verarbeitenden Stoffen
- 3.2.9 Ausführung
 - 3.2.9.1 Witterungsbedingungen
 - 3.2.9.2 Anforderungen an den Untergrund
 - 3.2.9.3 Ausführung einer Trennschicht/-lage
 - 3.2.9.4 Trägerlage
 - 3.2.9.5 Ausführung der Wärmedämmschicht
 - 3.2.9.6 Ausführung der Dampfdruckausgleichsschicht
 - 3.2.9.7 Ausführung der Abdichtung
 - 3.2.9.8 Schutz der Abdichtung
 - 3.2.9.9 Ausführung der Nutzschicht
 - 3.2.9.10 Oberflächenschutz
 - 3.2.9.11 Durchwurzelungsschutz
- 3.2.10 Lagesicherung des Dachaufbaus
 - 3.2.10.1 Allgemeines
 - 3.2.10.2 Lagesicherung bei Dächern mit einer Neigung über 3°
 - 3.2.10.3 Maßnahmen zur Sicherung gegen Abheben durch Windkräfte
- 3.2.11 Detailausbildung
 - 3.2.11.1 Grundsätzliche Regeln
 - 3.2.11.2 Anschlüsse
 - 3.2.11.3 Abschlüsse
 - 3.2.11.4 Türanschlüsse
 - 3.2.11.5 Durchdringungen
 - 3.2.11.6 Bewegungsfugen
- 3.3 Planung und Ausführung der Abdichtung nach der neuen Flachdachrichtlinie (2016)
 - 3.3.1 Änderungen gegenüber der bisherigen Ausgabe
 - 3.3.1.1 Ausweitung des Geltungsbereichs
 - 3.3.1.2 Wegfall der Beanspruchungs- und Eigenschaftsklassen sowie Anwendungskategorien
 - 3.3.1.3 Anpassung der Maßnahmen der Windsogsicherung von Dächern an die europäische Windlastnorm
 - 3.3.2 Wesentliche Unterschiede der Flachdachrichtlinie gegenüber der DIN 18531
 - 3.3.3 Abschnitt 1 der Flachdachrichtlinie (2016) – Allgemeine Regeln
 - 3.3.3.1 Geltungsbereich

- 3.3.3.2 Begriffe
- 3.3.3.3 Konstruktionsarten
- 3.3.3.4 Hinweise zur Gestaltung und Planung
- 3.3.4 Abschnitt 2 der Flachdachrichtlinie (2016) – Beanspruchungen und Anforderungen
 - 3.3.4.1 Beanspruchungen
 - 3.3.4.2 Dachneigung/Gefälle
 - 3.3.4.3 Unterlage/Unterkonstruktion
 - 3.3.4.4 Oberfläche und Oberflächenschutz der Abdichtung
 - 3.3.4.5 Dachentwässerung
 - 3.3.4.6 Sicherungsmaßnahmen
- 3.3.5 Abschnitt 3 der Flachdachrichtlinie (2016) – Planung und Ausführung der Funktionsschichten
 - 3.3.5.1 Abdichtungsstoffe
 - 3.3.5.2 Allgemeine Regeln zur Planung und Ausführung der Abdichtung
 - 3.3.5.3 Abdichtungen mit Bitumenbahnen
 - 3.3.5.4 Abdichtungen mit Kunststoff- und Elastomerbahnen
 - 3.3.5.5 Abdichtungen mit Flüssigkunststoffen
- 3.3.6 Abschnitt 4 der Flachdachrichtlinie (2016) – Details
 - 3.3.6.1 Allgemeine Regeln zur Planung und Ausführung von Dachdetails
 - 3.3.6.2 Klemmkonstruktionen
 - 3.3.6.3 Anschlüsse an aufgehende Bauteile
 - 3.3.6.4 Anschlüsse an aufgehende Bauteile mit Abdichtungen
 - 3.3.6.5 Anschlüsse an aufgehende Bauteile mit eingeklebten Blechen
 - 3.3.6.6 Anschlüsse an aufgehende Bauteile mit Verbundblechen
 - 3.3.6.7 Anschlüsse an Türen
 - 3.3.6.8 Anschlüsse an Durchdringungen
 - 3.3.6.9 Dachrandabschlüsse
- 3.3.7 Abschnitt 5 der Flachdachrichtlinie (2016) – Pflege und Wartung
- 4 Dachentwässerung, Lagesicherung sowie aufgestellte Anlagen
 - 4.1 Dachentwässerung
 - 4.1.1 Abläufe
 - 4.1.2 Notentwässerung
 - 4.1.3 Sonstige Regeln
 - 4.2 Sicherungsmaßnahmen und Lagesicherung
 - 4.2.1 Maßnahmen zur Aufnahme horizontaler Kräfte
 - 4.2.2 Maßnahmen zur Aufnahme vertikaler Kräfte (Windsogsicherung)
 - 4.2.2.1 Sicherung durch Auflast
 - 4.2.2.2 Sicherung durch Kleben
 - 4.2.2.3 Sicherung durch mechanische Befestigung
 - 4.3 Solaranlagen
 - 4.3.1 Solaranlagentypen
 - 4.3.2 Regeln zur Planung von Solaranlagen auf Dächern
 - 4.4 Blitzschutzanlagen
 - 4.5 Brandschutzmaßnahmen bei großflächigen Dächern
 - 4.5.1 Allgemeines
 - 4.5.2 Abschottungen bei Dächern aus profilierten Bauteilen und belüfteten Dächern
 - 4.5.3 Brandschutzmaßnahmen bei kleinen Durchdringungen
 - 4.5.4 Brandschutzmaßnahmen bei mittleren Durchdringungen
 - 4.5.5 Brandschutzmaßnahmen bei großen Durchdringungen

- 4.5.6 Brandschutzmaßnahmen für An- und Abschlüsse
- 4.6 Instandhaltung
 - 4.6.1 Maßnahmen der Instandhaltung
 - 4.6.2 Inspektion
 - 4.6.3 Wartung
 - 4.6.4 Instandsetzung
- 5 Begrünte Dächer
 - 5.1 Begrünungsarten
 - 5.2 Vegetationsformen und Standortbedingungen
 - 5.3 Regelwerke
 - 5.4 Vor- und Nachteile von Dachbegrünungen
 - 5.5 Bauliche Voraussetzungen und Anforderungen
 - 5.5.1 Statische Anforderungen und Lastannahmen
 - 5.5.2 Geeignete Konstruktionsarten
 - 5.5.3 Dachneigung/Gefälle
 - 5.6 Funktionsschichten bei begrünten Dächern
 - 5.6.1 Begrünungsaufbau
 - 5.6.2 Abdichtung
 - 5.6.3 Wärmedämmung
 - 5.6.4 Dampfsperre
 - 5.6.5 Durchwurzelungsschutz
 - 5.6.6 Schutzlage/Grabschutz
 - 5.6.7 Dränschicht
 - 5.6.8 Filterschicht
 - 5.6.9 Vegetationstragschicht
 - 5.6.10 Vliesschicht bei Umkehrdächern
 - 5.6.11 Saatgut, Pflanzen und Vegetation
 - 5.7 Entwässerung und Bewässerung
 - 5.8 Erosionsschutz
 - 5.9 Windsogsicherung und Windeinwirkungen
 - 5.10 Randstreifen an An- und Abschlüssen
 - 5.11 Pflegemaßnahmen, Wartungsarbeiten
 - 5.12 Umwehungen und Absturzsicherungen
- 6 Typische Schäden an Flachdächern und deren Instandsetzung
 - 6.1 Mangelhafte Windsicherung begrünter Flachdächer
 - 6.2 Mangelhafte Anschlüsse der Putzsysteme zum Flachdach
 - 6.2.1 Sockelbereich
 - 6.2.2 Attikaausbildung
 - 6.2.3 Zusammenfassung
 - 6.3 Schäden durch Wasser im und auf dem Flachdach
 - 6.4 Weitere Schadenspotenziale
 - 6.4.1 Nutzungsziel/Bauherrenwunsch
 - 6.4.2 Bauliche und örtliche Gegebenheiten
 - 6.4.3 Pflege und Abnahme
- Literaturverzeichnis
- Stichwortverzeichnis
- Weiterführende Informationen
-  1 Flachdachkonstruktionen



1.1 Überblick

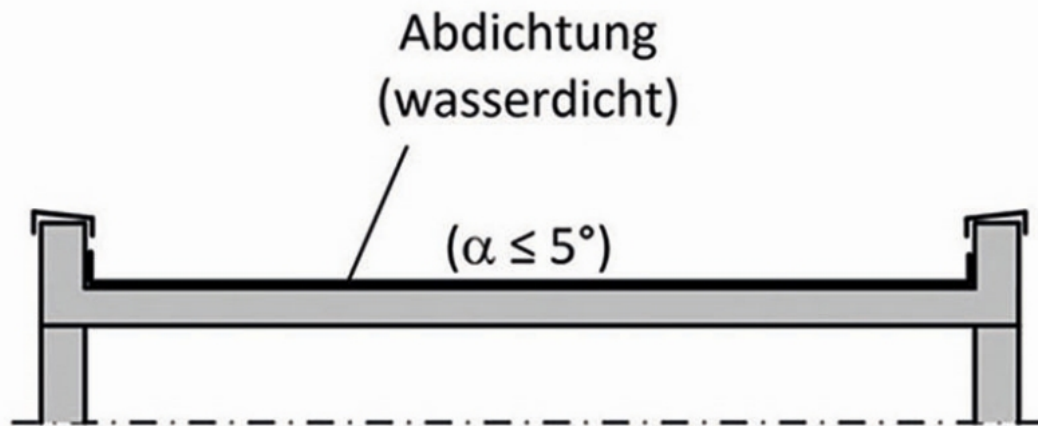
Eine Einteilung von Dächern in Bezug auf ihre grundsätzliche Konstruktionsart wird üblicherweise aufgrund der Dachneigung {Dachneigung} α vorgenommen. Dächer mit einer Dachneigung bis 5° ($\alpha \leq 5^\circ$) werden als Flachdächer bezeichnet. Bei Dächern mit einer Dachneigung über 5° handelt es sich entweder um flach geneigte Dächer (für $5^\circ < \alpha \leq 20^\circ$) oder Steildächer ($\alpha > 20^\circ$).

Charakteristisches Merkmal von Flachdächern ist ihre wasserdicht ausgeführte Dachabdichtung, die ein Eindringen von Wasser in die Baukonstruktion – selbst bei zeitweise hydrostatischem Druck {Druck, hydrostatisch} – verhindert. Als Abdichtung werden bahnenförmige Stoffe {Stoffe bahnenförmig} (z. B. Bitumenbahnen, Kunststoff-/Elastomerbahnen) oder flüssig zu verarbeitende Stoffe (z. B. Flüssigkunststoffe) verwendet, die eine wasserdichte Schicht bilden. Damit ein Eindringen von Wasser in die Baukonstruktion durch Hinterlaufen {Hinterlaufen} der Abdichtung verhindert wird, wie es z. B. bei zeitweisem Aufstau infolge von Starkregenereignissen vorkommen könnte, ist die Abdichtung an allen aufgehenden Bauteilen und Durchdringungen sowie an den Dachrändern anzuschließen und um ein bestimmtes Maß (Anschlusshöhe {Anschlusshöhe}) über die Abdichtungsebene hochzuführen. Die Abdichtung bildet somit quasi eine Art Wanne, in der das Wasser zunächst gesammelt und dann über die Abläufe vom Dach abgeleitet wird. Eine funktionsfähige Entwässerung des Flachdaches durch Gefällegebung der Dachflächen und Anordnung ausreichend dimensionierter Dachabläufe ist Voraussetzung hierfür.

Bei flach geneigten Dächern sowie bei Steildächern wird dagegen lediglich eine Dachdeckung {Dachdeckung} angeordnet. Dachdeckungen bilden im Gegensatz zu Dachabdichtungen keine wasserdichte Schicht, sondern müssen lediglich regensicher sein. Kennzeichnend für Dachdeckungen sind die sich überlappenden Deckungsmaterialien, wie z. B. Dachziegel, Dachsteine, Schiefer, Bitumenschindeln und andere Stoffe, die das Niederschlagswasser von der Dachfläche zu den Dachrändern (Traufe) ableiten.

Die grundlegenden Merkmale von Flachdächern und geneigten Dächern und ihre Unterschiede sind in Bild 1 dargestellt.

Flachdach



Geneigtes Dach

flach geneigt ($5^\circ < \alpha \leq 20^\circ$)



Steildach ($\alpha > 20^\circ$)

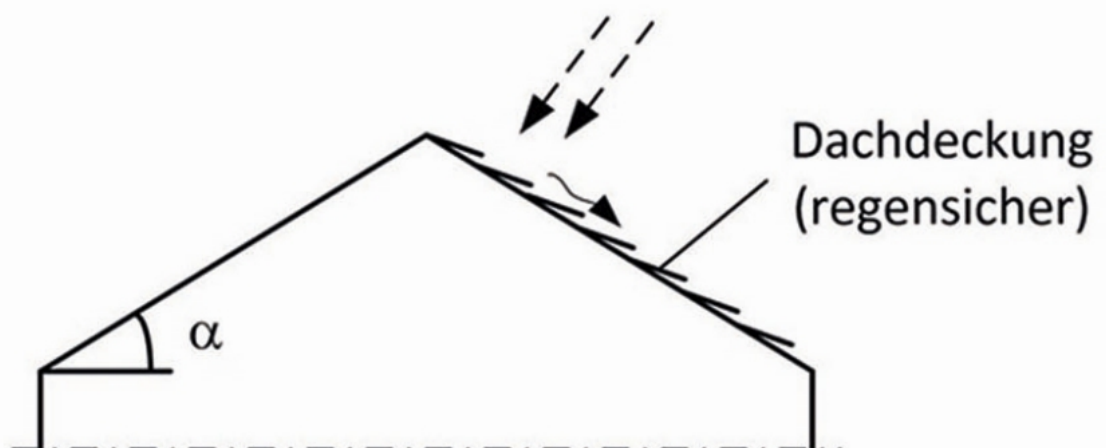


Bild 1: Definition des Begriffs Flachdach und Abgrenzung zu geneigten Dächern (Quelle: Schmidt)

Flachdächer lassen sich aufgrund ihrer Nutzung sowie aufgrund ihrer Konstruktion unterscheiden.

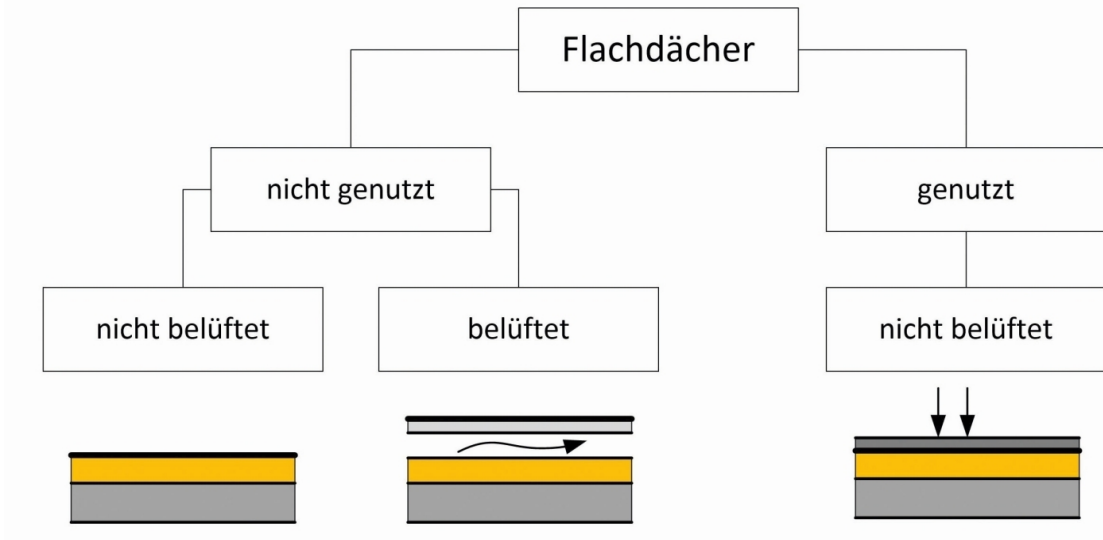


Bild 2: Einteilung von Flachdächern aufgrund ihrer Nutzung und ihrer Konstruktion (Quelle: Schmidt)

1.2 Nicht genutzte und genutzte Flachdächer

Hinsichtlich der Nutzung werden nicht genutzte und genutzte Flachdächer unterschieden.

Zu den nicht genutzten Dächern {Flachdach, nicht genutzt} zählen alle Dachflächen, die nicht planmäßig dem Aufenthalt von Personen dienen und nicht begehbar sind, nicht von Fahrzeugen befahren werden sowie nicht begrünt sind. Hierbei ist zu beachten, dass Dachflächen, die nur zum Zwecke der Reinigung, Wartung oder Inspektion zeitweise begangen werden, ebenfalls zu den nicht genutzten Dächern zählen.

Genutzte Flachdächer {Flachdach, genutzt} werden dagegen planmäßig von Personen begangen (z. B. als Dachterrassen), von Fahrzeugen befahren (z. B. als Parkdeck) oder sind mit einer Vegetationsschicht (Begrünung) versehen.

Hier ergibt sich auch ein weiterer wesentlicher Unterschied der Flachdächer zu den Steildächern, die die vielfältigen Möglichkeiten der Nutzung nicht bieten.

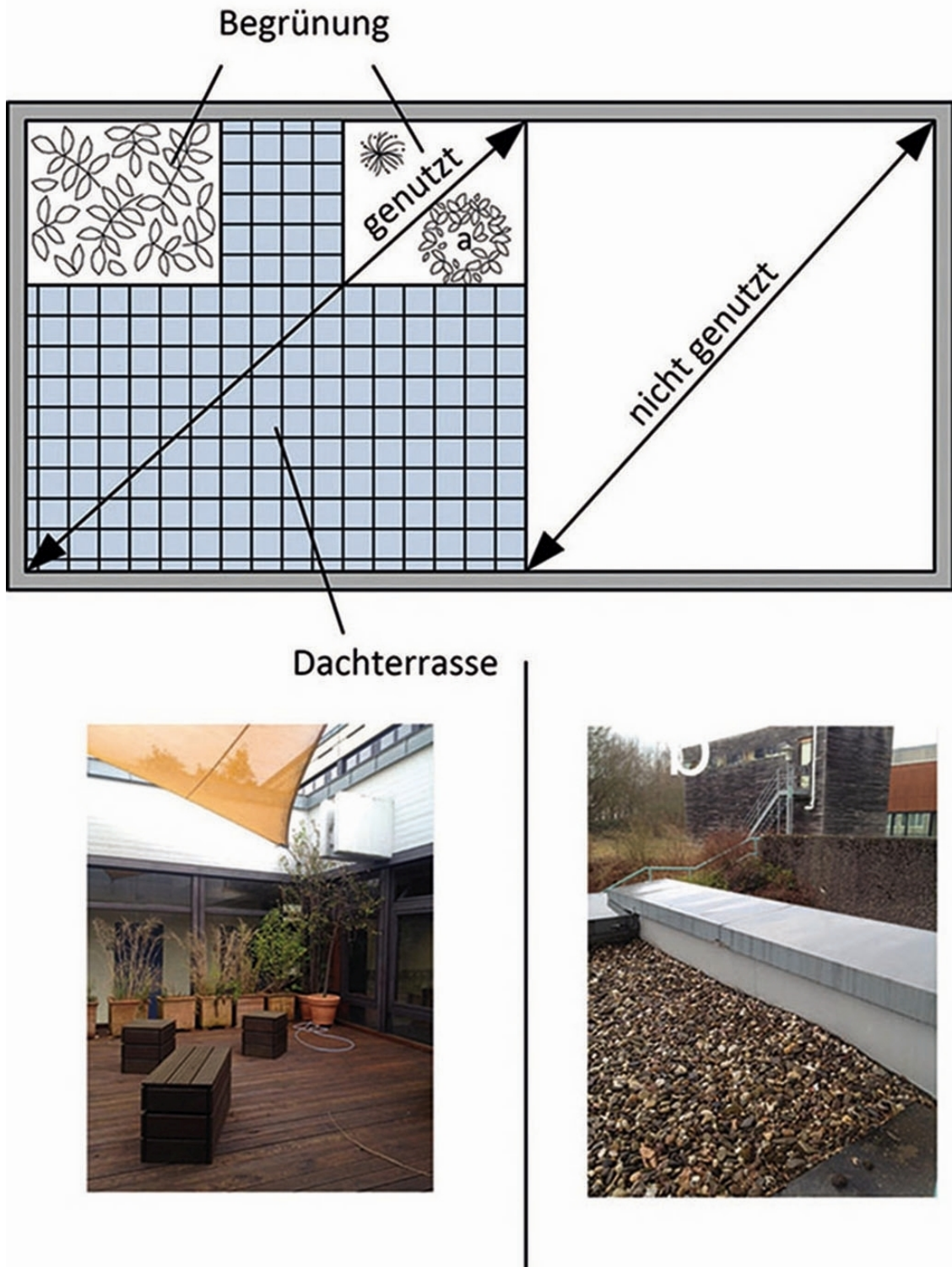


Bild 3: Nicht genutzte und genutzte Flachdächer (Quelle: Schmidt)

Die Art der Nutzung bestimmt die Planung und Ausführung der Abdichtung. Teilweise sind auch unterschiedliche Regelwerke in Abhängigkeit von der Nutzung des Daches zu beachten. Aus diesem Grund ist die Festlegung der Nutzung von besonderer Bedeutung für den Entwurf und die Planung der Dachabdichtung.



1.3 Regelwerke

Für die Planung und Ausführung von Flachdächern sind verschiedene Regelwerke zu beachten. Diese lassen sich grob in folgende Anwendungsbereiche gliedern:

•	Planung und Ausführung der Abdichtung (DIN 18531 {DIN 18531}, DIN 18195 {DIN 18195}, Flachdachrichtlinie {Flachdachrichtlinie})
•	Bauphysikalische Nachweise (Wärmeschutz – DIN 4108-2, EnEV, klimabedingter Feuchteschutz – DIN 4108-3, Schallschutz – DIN 4109, Luftdichtheit – DIN 4108-7)
•	Planung und Nachweis des Brandschutzes (Landesbauordnungen, Industriebaurichtlinie, DIN 4102, DIN 18234)
•	Bemessung und Konstruktion der tragenden Bauteile (Lastannahmen – DIN EN 1991, Bemessungsnormen – „Eurocodes“)
•	Sonstige Normen und Vorschriften (z. B. Produktnormen für die Stoffe des Dachaufbaus, Blitzschutzanlagen, Solaranlagenetc..)



1.3.1 Regelwerke für die Planung und Ausführung der Abdichtung

Für die Planung und Ausführung der Abdichtung kann nur die Flachdachrichtlinie (2016) [3] universell eingesetzt werden, denn sie gilt sowohl für nicht genutzte als auch für genutzte Flachdächer. Die DIN 18531 (2010) [1] ist nur für nicht genutzte Dachflächen und Dächer mit extensiver Begrünung anzuwenden, während die DIN 18195 (2011) [2] für genutzte Dachflächen einschließlich intensiv begrünter Flächen sowie für Balkone und Dachterrassen gilt.

Die beiden Normen DIN 18531 (2011) [1] und DIN 18195 (2010) [2] werden durch eine neue Normenreihe ersetzt, in der die Planung und Ausführung der Abdichtung von Bauwerken und Dächern neu strukturiert und umfassend geregelt wird. Die Abdichtung von nicht genutzten und genutzten Dächern wird in dieser Normenreihe zusammenfassend in einer Norm – der DIN 18531 (neu) [4] – geregelt. Für befahrbare Flächen – d. h. für Parkdächer – gilt dann die DIN 18532 [5]. Die DIN 18195 [6] fungiert demnach nur noch als Rahmendokument und enthält keine abdichtungsspezifischen Regeln mehr. Das bedeutet, dass die bisher gehandhabte Trennung der Regeln für die Abdichtung von Dächern – nicht genutzte Dächer nach DIN 18531, genutzte Dächer nach DIN 18195 – nach Erscheinen der Weißdrucke der neuen Normenreihe nicht mehr praktiziert wird.

Nutzung des Flachdaches		DIN 18531 (2010)	DIN 18195 (2011) (Teile 5, 8, 9, 10)	Flachdachrichtlinie (2016)	Normentwurf DIN 18531 (2016)	Normentwurf DIN 18532 (2016)
nicht genutzt		x	-	x	x	-
genutzt	begehrbar	-	x	x	x	-
	befahrbar	-	x	x	-	x
	begrünt (extensiv)	x	-	x	x	-
	begrünt (intensiv)	-	x	x	x	-

Tab. 1: Überblick über die Anwendungsbereiche der Regelwerke für die Abdichtung von Flachdächern

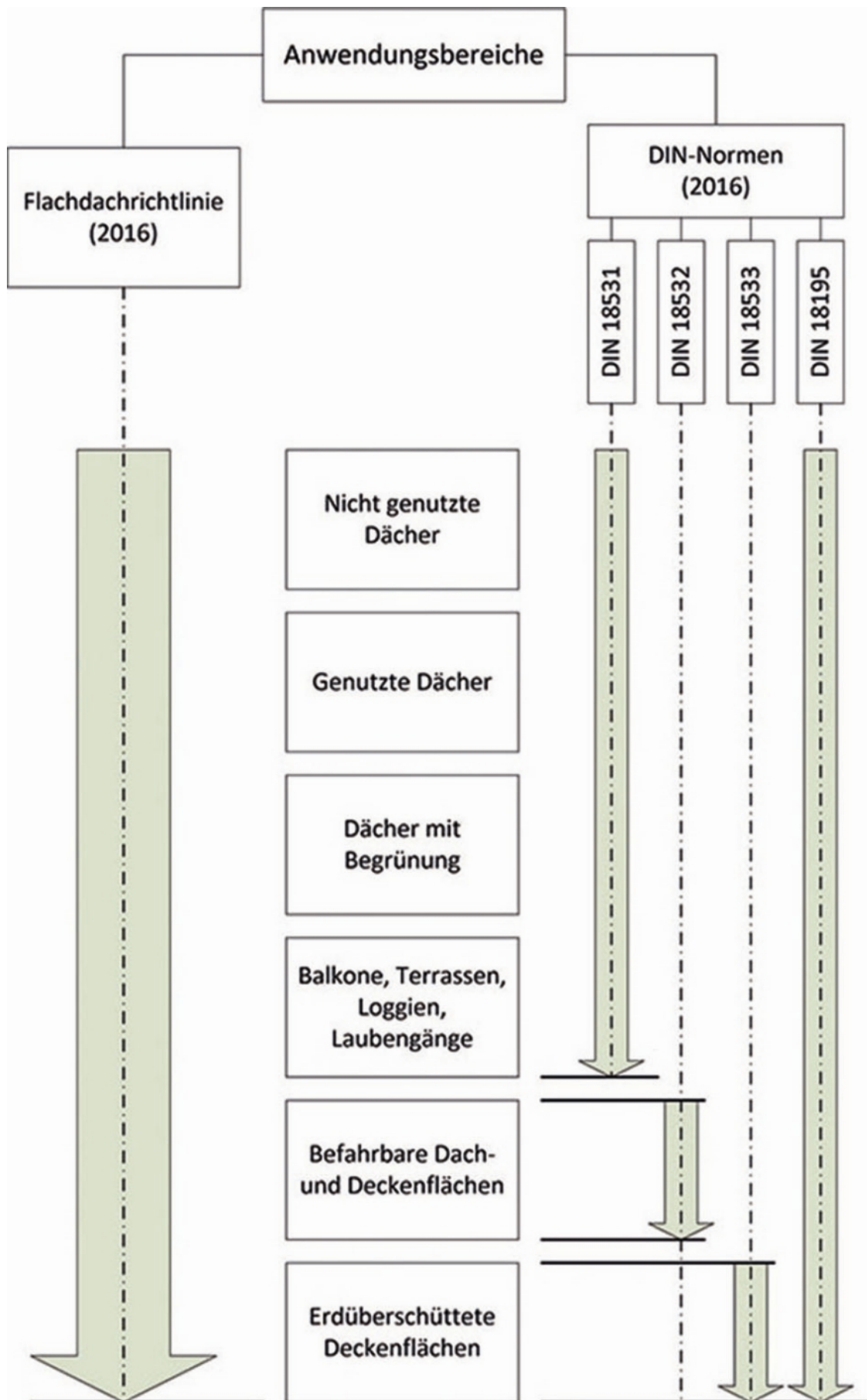


Bild 4: Anwendungsbereiche der DIN 18531 (neu) und DIN 18532 (neu) sowie der Flachdachrichtlinie (2016) (Quelle: Schmidt)

Grundlage für die nachfolgenden Beiträge sind die Flachdachrichtlinie (2016) sowie die neuen Normen DIN 18531 (neu), DIN 18532 (neu) und DIN 18195 (neu), wobei hier die Normentwürfe herangezogen werden. Auf die DIN 18531 (2011) und DIN 18195 (2010) wird punktuell eingegangen, dies wird entsprechend gekennzeichnet.



1.3.2 Übersicht über wichtige Regelwerke

	Regelwerk	Titel	Anwendung	Ausgabe
Abdichtung	DIN 18531 [1]	Abdichtungen für nicht genutzte Dächer	Planung und Ausführung der Abdichtung von nicht genutzten Dächern und extensiv begrünten Dachflächen	2010-05
	DIN 18531 (neu) [4]	Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen	Planung und Ausführung der Abdichtung von nicht genutzten und genutzten Dächern (einschließlich Begrünung), Balkonen, Loggien und Laubengängen	2016-05 (Normentwurf)
	DIN 18532 (neu) [5]	Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen aus Beton	Planung und Ausführung der Abdichtung von befahrbaren Verkehrsflächen (z. B. Parkdecks, Parkdächer) auf Untergründen aus Beton	2016-05 (Normentwurf)
	DIN 18195-5 [2]	Bauwerksabdichtungsteil 5: Abdichtungen gegen nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen und in Nassräumen, Bemessung und Ausführung	Planung und Ausführung der Abdichtung von genutzten Dächern, intensiv begrünten Dachflächen, Dachterrassen und Balkonen	2011-12

	Flachdachrichtlinie [3]	Fachregel für Abdichtungen – Flachdachrichtlinie	Planung und Ausführung der Abdichtung•nicht genutzter Dachflächen (einschließlich extensiver Begrünung)•genutzter Dach- und Deckenflächen (z. B. intensiv begrünte Flächen, Terrassen, Balkone, Loggien, Laubengänge, Dächer mit Solaranlagen)•erdüberschütteter Deckenflächen•befahrener Dach- und Deckenflächen aus Stahlbeton	2016-12
Wärmeschutz und Feuchteschutz	DIN 4108-2 [7]	Wärmeschutz und Energieeinsparung bei Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz	Nachweis des•Mindestwärmeschutzes•sommerlichen Wärmeschutzes	2013-02
	DIN 4108-3 [9]	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung	Überprüfung und Nachweis der Tauwasserbildung auf Bauteiloberflächen sowie im Bauteilinnern	2014-11
	DIN 4108-7 [15]	Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden – Anforderungen, Planungs- und	Nachweis der Luftdichtheit, insbesondere im Bereich von Anschlüssen und Details	2011-01

		Ausführungsempfehlungen sowie -beispiele	
	DIN 4108-10 [16]	Wärmeschutz und Energie- Einsparung von Gebäuden – Teil 10: Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe	Festlegung der Anforderungen an Wärmedämmstoffe; Definition von Anwendungstypen 2015-12
	DIN EN ISO 6946 [17]	Bauteile – Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient – Berechnungsverfahren	Berechnung des technischen Kenngrößen Wärmedurchlasswiderstand und - durchgangswiderstand, Wärmedurchgangskoeffizient, Korrekturwerte) 2008-04 (Normentwurf 2015-06)
	EnEV [18]	Verordnung über energiesparenden Wärmeschutz und energiesparende Anlagentechnik bei Gebäuden (Energieeinsparverordnung – EnEV)	Energiesparender Wärmeschutz 2014 (Verschärfung der Anforderungen 2016)
Schallschutz	DIN 4109 [19]	Schallschutz im Hochbau	Nachweis des Schallschutzes von Außenbauteilen (hier: Flachdächer) gegen Außenlärm 2016-07
Brandschutz	DIN 4102 [20]	Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen; insbesondere Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile	Nachweis des Brandschutzes 2016-05

	DIN 18234 [21]	Baulicher Brandschutz großflächiger Dächer – Brandbeanspruchung von unten	Planung und Ausführung von großflächigen Dächern ($\geq 2.500 m^2$)	2003-09
	LBO	Landesbauordnungen	Anforderungen an den Brandschutz von Dächern	aktuelle Fassung
Bemessung und Konstruktion	DIN EN 1991 [22]	Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke	Bestimmung der Lastannahmen und Ermittlung der Einwirkungen (für Flachdächer sind insbesondere interessant: Eigenlasten, Nutzlasten, Schneelasten, Windlasten, Temperatureinwirkungen)	2010-12 sowie weitere Ausgabedaten
Bemessung und Konstruktion	DIN EN 1992 bis DIN EN 1998	Für Tragkonstruktionen von Flachdächern sind insbesondere von Bedeutung: <ul style="list-style-type: none"> •Eurocode 2 (Tragwerke aus Stahlbeton) •Eurocode 3 (Tragwerke aus Stahl) •Eurocode 4 (Tragwerke in Stahlverbundbauweise) •Eurocode 5 (Tragwerke in Holzbauweise) •Eurocode 9 (Aluminiumtragwerke) 	Bemessung und Konstruktion der Bauteile der Tragkonstruktion	verschiedene Ausgabedaten
Sonstige	DIN SPEC 20000-201 [23]	Anwendung von Bauprodukten in Bauwerken – Teil 201: Anwendungsnorm für Abdichtungsbahnen nach Europäischen Produktnormen zur	Festlegungen für die Anwendung von Abdichtungsbahnen für Dachabdichtungen	2015-08

	Verwendung in Dachabdichtungen		
Produkt-normen		Anwendung und Eigenschaften der Bauprodukte (z. B. Abdichtungsbahnen, Wärmedämmstoffe usw.)	

Tab. 2: Wichtige Regelwerke für die Planung und Ausführung von Flachdächern



1.4 Nicht belüftete und belüftete Dächer

Flachdächer lassen sich – neben der grundsätzlichen Einteilung aufgrund ihrer Nutzung in nicht genutzte und genutzte Dächer – auch hinsichtlich ihrer Konstruktionsart differenzieren. Dabei wird eine Einteilung in nicht belüftete und belüftete Flachdachkonstruktionen {Flachdach, nicht belüftet} {Flachdach, belüftet} vorgenommen.



1.4.1 Nicht belüftete Dächer

Bei nicht belüfteten Dächern befindet sich direkt über der Wärmedämmschicht keine Luftschicht {Luftschicht} (siehe Definition in DIN 4108-3).

Nach DIN 4108-3 gehören zu den nicht belüfteten Dächern allerdings auch solche Konstruktionen, die auf der Außenseite im weiteren Dachaufbau zusätzlich belüftete Luftschichten aufweisen können. Für die Feststellung, ob ein nicht belüftetes Dach vorliegt, ist daher nicht entscheidend, ob im Dachaufbau grundsätzlich keine Luftschichten vorhanden sind, sondern nur, dass sich direkt über der Wärmedämmung keine belüftete Luftschicht befindet.

Nicht belüftete Dächer werden in der Literatur auch als Warmdächer bezeichnet, wobei dieser Begriff heute nicht mehr verwendet wird und veraltet ist. Mit dem Begriff „Warmdach {Warmdach}“ sollte deutlich gemacht werden, dass die durch die Wärmedämmung geschützten Bauteilschichten bei niedrigen Außentemperaturen „warm“ bleiben und nicht stark abkühlen.

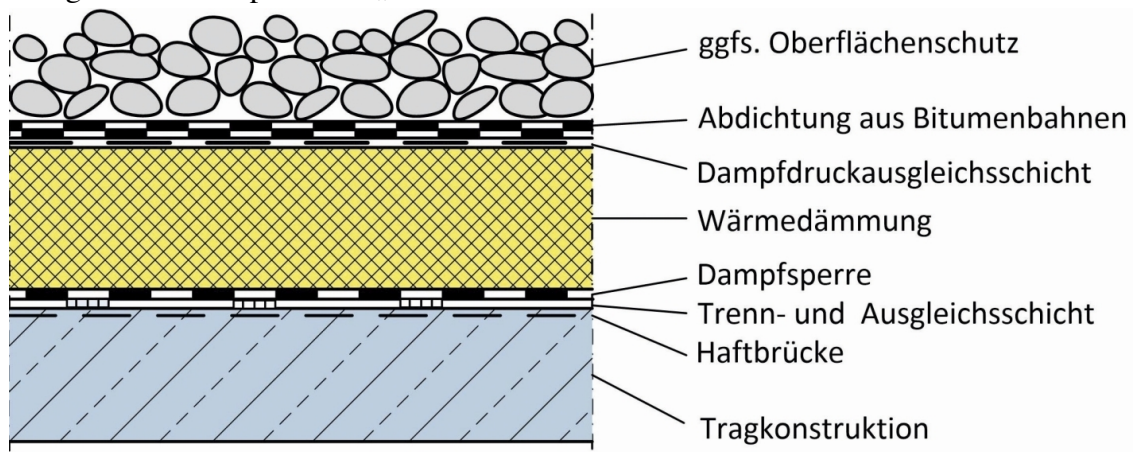


Bild 5: Beispielquerschnitt eines nicht belüfteten und nicht genutzten Flachdaches (Quelle: Schmidt)

Bei nicht belüfteten Dächern kann die Lage der Abdichtung im Querschnitt an unterschiedlichen Stellen angeordnet werden. Dabei ergeben sich folgende Bauarten:

•	konventionelle nicht belüftete Dächer (Abdichtung befindet sich auf der Wärmedämmung)
---	---

•	Umkehrdächer (Abdichtung befindet sich unter der Wärmedämmung)
•	Duodächer (Kombination von konventionellem Dach und Umkehrdach)

Konventionelle nicht belüftete Dächer {Dächer, konventionelle }

Bei der konventionellen Bauweise eines nicht belüfteten Flachdaches ist die Abdichtung direkt auf der Wärmedämmschicht {Wärmedämmschicht} angeordnet. Die einzelnen Bauteilschichten sind flächig miteinander verbunden und bilden ein mehrschichtiges Verbundbauteil, das als einschalige Konstruktion anzusehen ist.

Charakteristisch für ein nicht belüftetes konventionelles Flachdach ist es, dass eine Dampfsperre {Dampfsperre} eingebaut wird. Diese befindet sich unterhalb der Wärmedämmung, d. h., sie ist auf der „warmen“ Seite des Querschnitts angeordnet und soll den Transport von Wasserdampf in die äußeren Bauteilschichten verhindern. Dadurch wird Tauwasserbildung {Tauwasserbildung} in diesen Schichten zuverlässig vermieden bzw. schädliches Tauwasser begrenzt.

Die typische Reihenfolge der wesentlichen Bauteilschichten einer nicht belüfteten Flachdachkonstruktion in konventioneller Bauweise ergibt sich somit wie folgt (von innen nach außen):

•	Tragkonstruktion
•	Dampfsperre
•	Wärmedämmung
•	Abdichtung

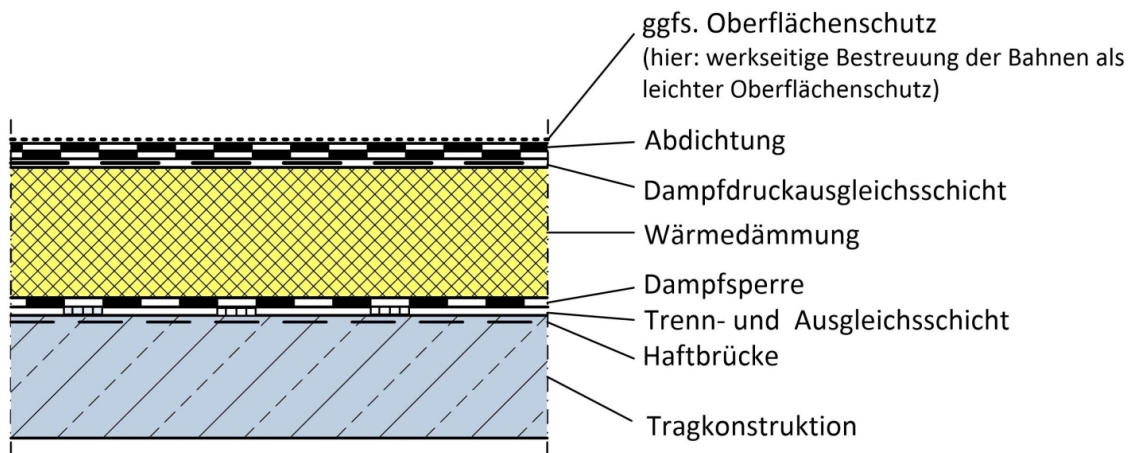


Bild 6: Beispielquerschnitt eines einschaligen, nicht belüfteten Flachdaches (Warmdach) (Quelle: Schmidt)

Die Wärmedämmung {Wärmedämmung} eines nicht belüfteten Daches in konventioneller Bauweise muss dem Anwendungstyp DAA nach DIN 4108-10 entsprechen. Der Anwendungstyp DAA beschreibt die Außendämmung eines Daches oder einer Decke, die vor Bewitterung geschützt ist, sowie Dämmungen unter Abdichtungen.

Nicht belüftete Flachdächer in konventioneller Bauweise werden üblicherweise bei Neubauten mit Flachdächern, die an beheizte Räume grenzen, ausgeführt. Beispielhaft seien Wohngebäude, Büro- und Verwaltungsbauten, Hallen (Sport- und Versammlungshallen, Hallen für Gewerbe- und Industriebetriebe, Flughafenterminals usw.) und ähnliche Gebäude genannt. Konventionelle nicht belüftete Dächer eignen sich für nicht genutzte sowie für genutzte Flächen, wobei die Wärmedämmung für die jeweilige Nutzung geeignet sein muss (z. B. ausreichende Druckbelastbarkeit).

Umkehrdächer {Umkehrdächer}

Bei einem Umkehrdach ist die Schichtenfolge im Vergleich zum nicht belüfteten konventionell ausgeführtem Flachdach umgekehrt, d. h., die Dachabdichtung befindet sich unter der Wärmedämmung. Der typische Aufbau ergibt sich somit wie folgt (von innen nach außen):

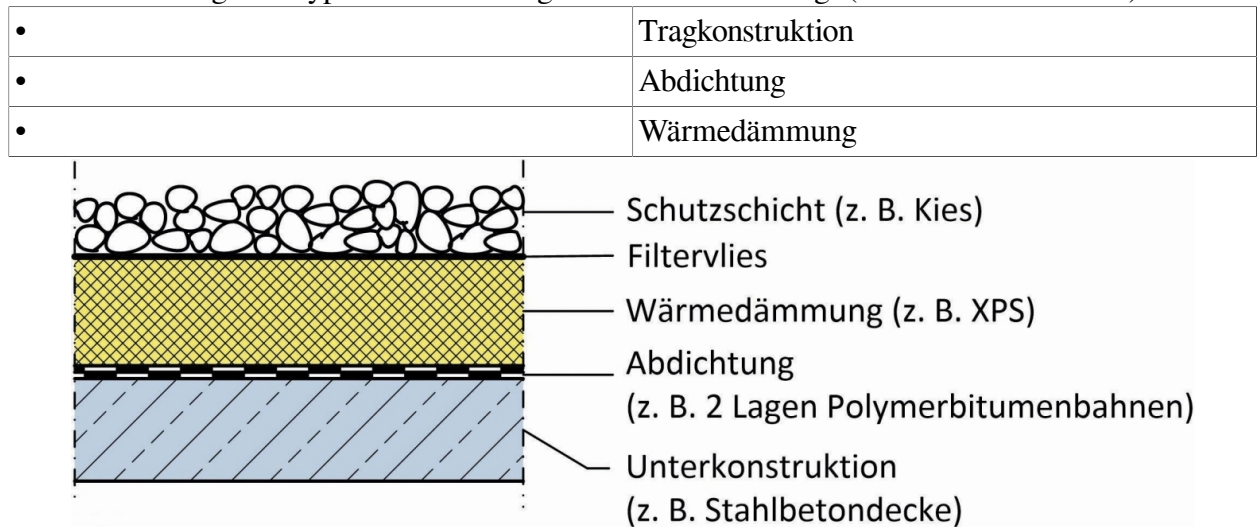


Bild 7: Beispielquerschnitt eines Umkehrdaches (Quelle: Schmidt)

Das Umkehrdach wurde ursprünglich in den USA entwickelt, nachdem dort in den 1950er-Jahren vermehrt Schäden an konventionellen einschaligen Flachdächern mit Bitumenabdichtungen auftraten [25]. Als Ursache hierfür wurden Beanspruchungen aufgrund zu hoher Temperatureinwirkungen der Dachabdichtung vermutet, was zur Entwicklung des Umkehrdaches führte.

Die Ausführung als Umkehrdach bietet sich bei der Durchführung von energetischen Sanierungsmaßnahmen an, wenn sich auf dem Flachdach eine noch im Wesentlichen intakte Abdichtung befindet und diese als Altabdichtung belassen werden soll. Nach der Vorbehandlung des Untergrundes und dem Ausbessern von Schadstellen, die gegebenenfalls in der Abdichtung vorhanden sind, kann direkt auf die Altabdichtung die Wärmedämmschicht in der erforderlichen Stärke aufgebracht werden. Der Einbau einer weiteren Abdichtungsschicht ist nicht erforderlich.

Sofern die Abdichtung neu eingebaut wird, eignen sich hierfür zwei Lagen Polymerbitumenbahnen.

Das Besondere an einem Umkehrdach ist, dass auf den Einbau einer zusätzlichen Dampfsperre verzichtet werden kann, weil die Abdichtung diese Funktion übernimmt. Prämisse hierfür ist selbstverständlich, dass die vorhandene Abdichtung eine ausreichende wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke aufweist (sd-Wert). Dies ist durch einen entsprechenden Nachweis nach DIN 4108-3 zu überprüfen.

Eine weitere Besonderheit stellt die Entwässerung des Daches dar. Sie erfolgt sekundär auf der Ebene der Dachoberfläche und primär auf der Abdichtungsebene. Hierzu sind entsprechend konstruierte Abläufe vorzusehen, die in der Lage sind, Niederschlagswasser von beiden Entwässerungsebenen aufzunehmen.

Umkehrdächer erfordern geeignete Dämmstoffe, die eine ausreichende Druckbelastbarkeit aufweisen müssen und gegenüber Witterungseinflüssen beständig sind. Nach DIN 4108-10 müssen Wärmedämmstoffe für Umkehrdächer dem Anwendungstyp DUK entsprechen (DUK: „Außendämmung des Daches, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)“), siehe Tabelle 3. Als Dämmstoff für Umkehrdächer wird vorwiegend extrudiertes Polystyrol (XPS) nach DIN EN 13164 eingesetzt. Für die Anwendung als Dämmstoff für ein Umkehrdach müssen neben den normativen Anforderungen zusätzlich die Anforderungen der Allgemeinen Bauaufsichtlichen Zulassung erfüllt

werden. Die Dämmstoffplatten dürfen nur einlagig mit Stufenfalz und mit Fugenversatz verlegt werden. Eine mehrlagige Ausführung mit stumpf gestoßenen Dämmplatten ist nicht zulässig.

Auf der Oberseite der Dämmschicht ist eine Filterschicht {Filterschicht} (Filtermatte, -vlies) einzubauen. Hiermit soll das Eindringen von Schmutzpartikeln aus der Kiesschicht in die Dämmschicht verhindert werden. Weiterhin ist zu beachten, dass Bauteilschichten, die oberhalb der Wärmedämmung angeordnet werden (wie z. B. die zuvor erwähnte Filterschicht), diffusionsoffen sein müssen.

Ein langfristiges Überstauen der Wärmedämmung mit Niederschlagswasser ist auszuschließen. Die Entwässerung muss daher ausreichend dimensioniert werden. Kurzfristiges Überstauen, z. B. bei Starkregenereignissen, ist dagegen zulässig.

Die Wärmedämmung ist durch eine Auflast gegen Abheben (Windsog {Windsog}) zu sichern. Die erforderliche Auflast ist in Abhängigkeit von den zu erwartenden Windlasten zu bemessen. Wesentliche Einflussparameter auf die Größe der Windlasten sind Bauwerksstandort, Gelände, Gebäudehöhe und -geometrie.

Beim Nachweis des Wärmeschutzes ist zu beachten, dass die Dämmwirkung {Dämmwirkung} eines Umkehrdaches gegenüber einem konventionell gedämmten Dach etwas schlechter ist, da sich der Wärmedurchgang aufgrund von vorhandenem Wasser im Dachaufbau erhöht. Der Wärmedurchgangskoeffizient muss daher bei Umkehrdächern mit einem Korrekturwert erhöht werden.

Die Ausführung als Umkehrdach eignet sich vorzugsweise für schwere Tragkonstruktionen (z. B. Stahlbetondecken).

Gegenüber einem konventionellen nicht belüfteten Dach, bei dem die Abdichtung auf der Wärmedämmung angeordnet ist und sich somit auf der Außenseite des Flachdaches befindet, ergeben sich beim Umkehrdach aufgrund der geschützten Lage der Abdichtung, die sich unter der Dämmschicht befindet, einige Vorteile:

<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>geringere Temperaturbeanspruchungen der Abdichtung: Beim Umkehrdach sind deutlich geringere tages- und jahreszeitliche Temperaturbeanspruchungen der Abdichtung zu erwarten. Während bei einem konventionellen nicht belüfteten Flachdach ohne schweren Oberflächenschutz Temperaturunterschiede von 80 K und mehr in der Abdichtungsebene auftreten können (z. B. im Winter -20 °C, im Sommer 60 °C und mehr), sind diese Unterschiede bei einem Umkehrdach deutlich geringer. Dieser Sachverhalt ist anhand qualitativer Temperaturprofile exemplarisch für ein konventionelles nicht belüftetes Flachdach und ein Umkehrdach in Bild 8 schematisch dargestellt.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>Schutz der Abdichtung: Beim Umkehrdach wird die Abdichtung durch die Dämmschicht vor mechanischen und thermischen Einwirkungen sowie vor UV-Strahlung, Hagelschlag, Frost-Tauwechsel-Beanspruchungen geschützt.</p>

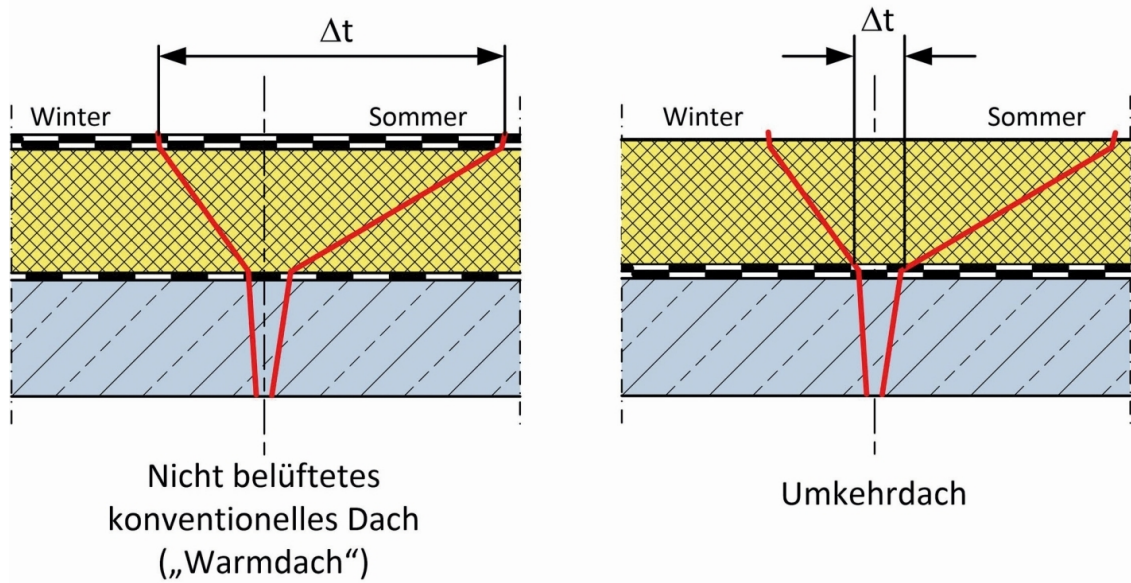


Bild 8: Vergleich der Temperaturprofile eines konventionellen nicht belüfteten Flachdaches und eines Umkehrdaches (Quelle: Schmidt)

Neben der Anwendung bei Sanierungsmaßnahmen von Bestandsdächern können Umkehrdachkonstruktionen selbstverständlich auch bei Neubauten ausgeführt werden. Umkehrdächer sind für nicht genutzte sowie für genutzte Dachflächen (hier bei entsprechender Druckbelastbarkeit und Eignung der Wärmedämmung) geeignet.

Duodächer {Duodächer}

Ein Duodach entsteht, wenn auf den Dachaufbau eines konventionellen nicht belüfteten, aber bereits gedämmten Flachdaches eine weitere Wärmedämmschicht auf der bestehenden Abdichtung angeordnet wird. Als Aufbau ergibt sich folgende Schichtenfolge (von innen nach außen):

•	Tragkonstruktion
•	Dampfsperre (vorhanden)
•	Wärmedämmung (vorhanden)
•	Abdichtung (vorhanden)
•	Wärmedämmung (neu)

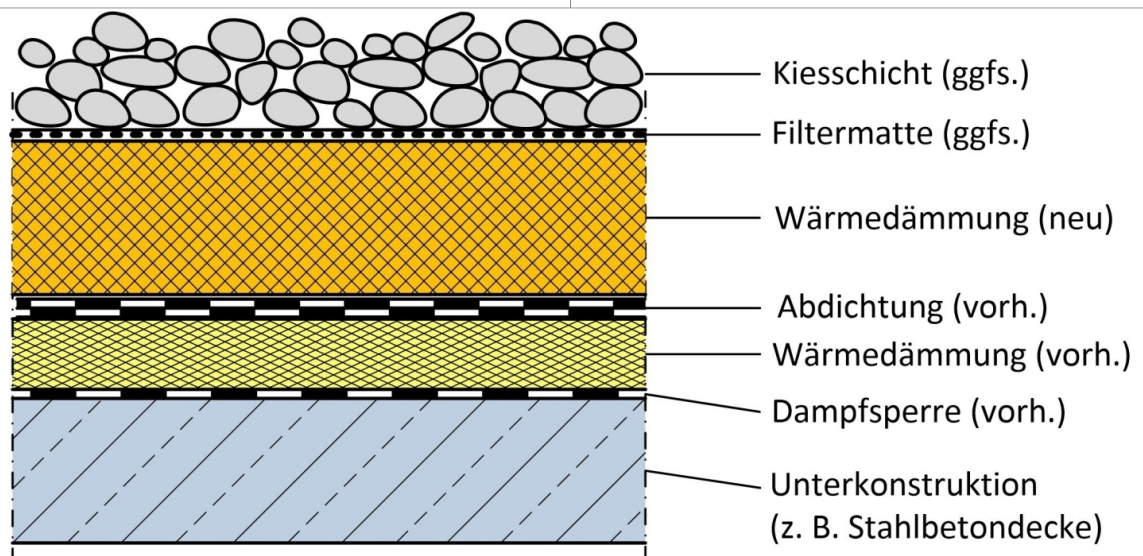


Bild 9: Beispielquerschnitt eines Duodaches (Quelle: Schmidt)

Für die oberseitige Wärmedämmung gelten die gleichen Anforderungen wie bei einem Umkehrdach. Die Dämmstoffe müssen dem Anwendungstyp DUK entsprechen, die Dämmschicht ist gegen Abheben zu sichern. Wie beim Umkehrdach erfolgt auch beim Duodach die Entwässerung auf zwei Ebenen.

Bei Duodächern kann sich der Taupunkt – bedingt durch die beiden im Querschnitt vorhandenen Abdichtungsschichten – so ungünstig verschieben, dass mit Tauwasserbildung zu rechnen ist. Aus diesem Grund ist ein rechnerischer Nachweis nach DIN 4108-3 zu führen.

Duodächer werden meistens im Rahmen energetischer Sanierungsmaßnahmen ausgeführt, wenn der bereits bestehende Dachaufbau noch intakt ist und lediglich eine stärkere Wärmedämmschicht eingebaut werden soll. Für Neubauten ist es dagegen nicht sinnvoll, Flachdächer als Duodachkonstruktion auszuführen.

1.4.2 Belüftete Dächer

Bei belüfteten Dächern befindet sich direkt über der Wärmedämmung eine belüftete Luftschicht, die mit der Außenluft in Verbindung steht. Belüftete Flachdächer, für die früher der Begriff Kaltdächer {Kaltdach} verwendet wurde, stellen demnach zweischalige Konstruktionen dar, im Gegensatz zu nicht belüfteten Dächern, die grundsätzlich einschalig (als mehrschichtiges Verbundbauteil) ausgeführt werden.

Belüftete Flachdachkonstruktionen werden in der Regel für nicht genutzte Dachflächen vorgesehen. Grundsätzlich ist es aber möglich, auch belüftete Flachdächer zu nutzen. Dies kommt in der Praxis allerdings selten vor. Aus diesem Grund soll die Option eines genutzten belüfteten Flachdaches nachfolgend nicht weiterverfolgt werden.

Der grundsätzliche Aufbau eines belüfteten Flachdaches ergibt sich nach folgendem Schema (von innen nach außen):

•	Innenschale, bestehend aus: – Tragkonstruktion – Dampfsperre – Wärmedämmung
•	Luftschicht (belüftet)
•	Außenschale, bestehend aus: – Tragkonstruktion und Flächenauflage/Untergrund für die Abdichtung – Abdichtung

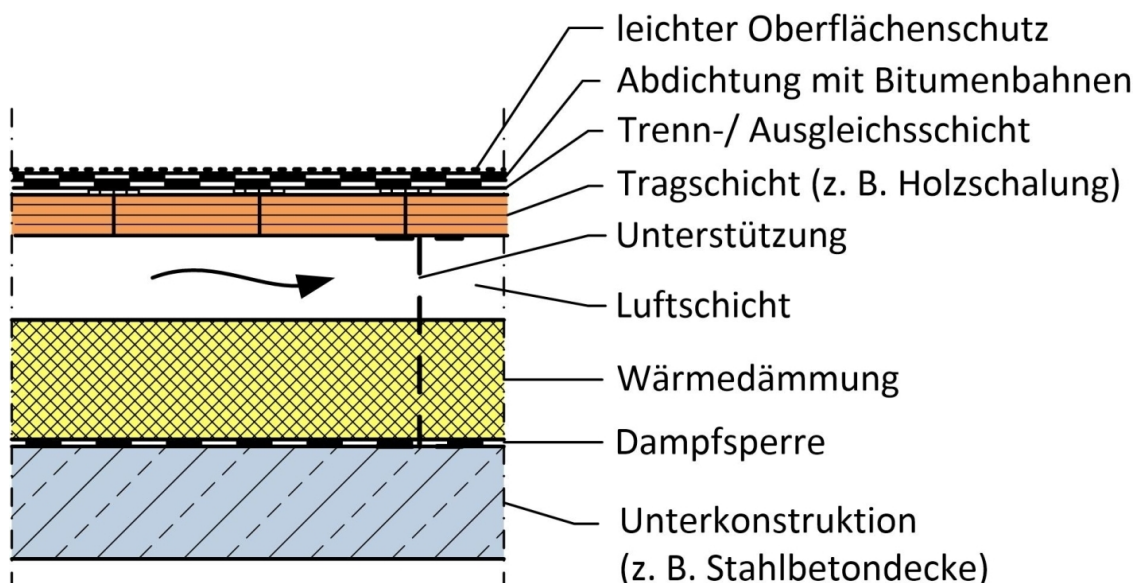


Bild 10: Beispielquerschnitt für ein belüftetes Flachdach (Kaltdach) (Quelle: Schmidt)

Die Tragkonstruktion, die Dampfsperre sowie die Wärmedämmung bilden die raumseitige Innenschale. Die Außenschale besteht aus der Dachabdichtung und einer flächigen Unterlage mit zugehöriger Tragkonstruktion, die als Auflage für die Abdichtung dient. Zwischen Innen- und Außenschale befindet sich die Belüftungsebene.

Durch die Belüftungsebene strömt bei entsprechenden Druckverhältnissen (durch Thermik und/oder Winddruck) Außenluft. Diese soll Wasserdampf sowie gegebenenfalls anfallendes Tauwasser und Feuchtigkeit aufnehmen und aus dem Dachquerschnitt abtransportieren. Hierin liegt die ursprüngliche Idee des nicht belüfteten Flachdaches, die vorsieht, schädliche Tauwasserbildung im Bauteil selbst bei einer fehlenden oder unzureichenden Dampfsperre zu verhindern. Voraussetzung hierfür ist die Sicherstellung einer einwandfreien und dauerhaft funktionierenden Belüftung der gesamten Belüftungsebene, die ausreichend dimensionierte Lüftungsöffnungen sowie einen entsprechend ausgelegten Lüftungsquerschnitt erfordert.

In der Praxis ergeben sich jedoch häufig ungünstige Randbedingungen, die in der Folge zu Tauwasser- und Feuchteschäden führen können. Im Einzelnen sind dies:

•	verunreinigte oder verstopfte Lüftungsöffnungen, die den erforderlichen Luftaustausch behindern: Abhilfe schafft hier eine regelmäßig durchzuführende Inspektion und Reinigung aller Lüftungsöffnungen. Die Lüftungsöffnungen müssen daher auch zugänglich sein. Mit den Inspektions- und Wartungsarbeiten sind Kosten verbunden, die bei einem nicht belüfteten Flachdach nicht aufzuwenden sind.
•	Einschränkung der Höhe des Lüftungsquerschnitts sowie Hindernisse im Schalenzwischenraum: Punktuelle Hindernisse im Schalenzwischenraum, wie z. B. Unterstützungen der Außenschale oder Durchdringungen (Rohre, Leitungen), führen zu örtlichen Turbulenzen des Luftstroms, die den vorgesehenen Abtransport von Wasserdampf und Feuchtigkeit ungünstig beeinflussen können. An Rohr- und Leitungsdurchführungen ist bei ungünstigen Verhältnissen (z. B. fehlende Dämmung) sogar mit Tauwasserbildung zu rechnen. An linienförmigen Hindernissen (z. B. Pfetten, Balken) wird der Luftstrom stark behindert und kann sogar in Teilbereichen ganz zum Erliegen kommen. Die Gefache sollten daher durch Konterlattung oder ähnliche Maßnahmen miteinander verbunden werden, um den Luftaustausch zu gewährleisten.
•	ungünstige Grundrisse: Grundrissformen, die eine gleichmäßige Belüftung verhindern, sind zu vermeiden. Beispielhaft seien hier

	<p>Winkelgrundrisse genannt, bei denen die Dachbereiche der sich überlappenden einzelnen Rechtecke nur schlecht belüftet werden.</p>
•	<p>zu große Abstände zwischen den Lüftungsöffnungen: Bei zu großen Abständen zwischen den Lüftungsöffnungen ist eine ausreichende Belüftung nicht mehr gewährleistet. Einzelne in der Dachfläche angeordnete Dachlüfter können nur teilweise Abhilfe schaffen, da ihre Belüftungswirkung nur punktuell wirkt. Belüftete Dächer für Gebäude mit großen Abmessungen (Industriehallen) sind daher schwer zu realisieren.</p>
•	<p>Große Dachaufbauten (wie z. B. Fahrstuhl aufbauten) behindern die Luftströmung stark.</p>
•	<p>ein- oder mehrseitig an aufgehende Gebäude grenzende Dächer: Bei Dächern, die an einer oder mehreren Seiten direkt an ein aufgehendes Gebäude grenzen (z. B. Industriehalle an mehrgeschossiges Bürogebäude), ist eine ordnungsgemäße Belüftung nicht möglich.</p>
•	<p>windgeschützte Lage: Bei windgeschützten Lagen des Bauwerks (z. B. Tallagen in Windzone 1) ist die Windgeschwindigkeit unter Umständen nicht ausreichend, um die geplante Belüftung sicherzustellen. Durch Thermik allein kann der Luftaustausch nicht erzielt werden, da die Neigung von Flachdächern bzw. das Gefälle der Belüftungsebene nicht groß genug ist.</p>

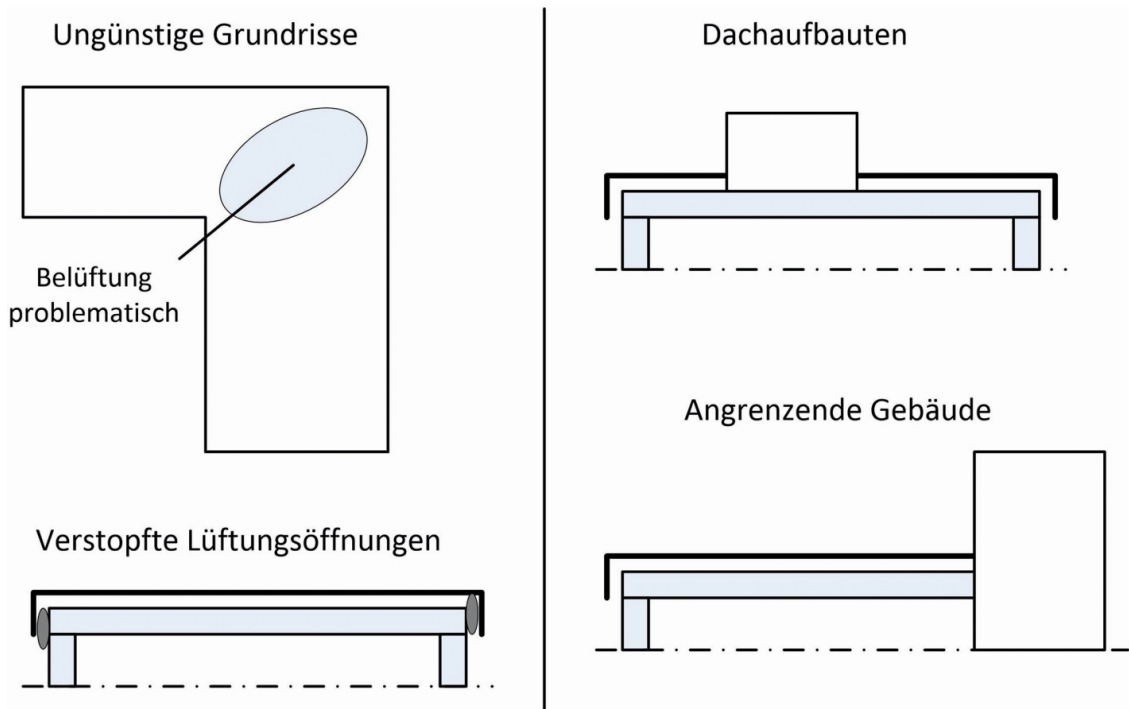


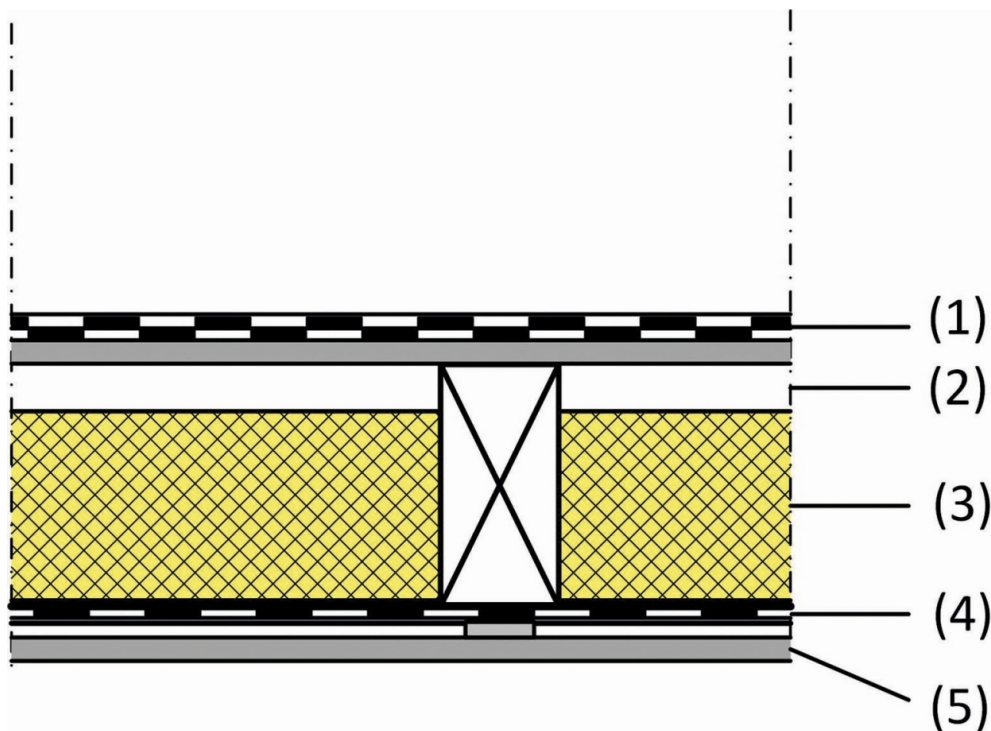
Bild 11: Problematische Randbedingungen bei belüfteten Flachdächern (Quelle: Schmidt)

Aus diesen Gründen wird empfohlen, belüftete Flachdächer nur auszuführen, wenn die genannten Probleme mit Sicherheit ausgeschlossen werden können. In verschiedenen Literaturquellen wird sogar ausdrücklich empfohlen, bei Dachneigungen unter 5° eine nicht belüftete Konstruktion vorzuziehen [24].

Nach DIN 4108-3 darf der rechnerische Tauwassernachweis für belüftete Dächer mit einer Dachneigung $< 5^\circ$ entfallen, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind:

•	Die unterhalb der Wärmedämmung liegenden Bauteilschichten müssen diffusionshemmend ausgeführt werden mit $sd,i \geq 100 \text{ m}$.
•	Die Länge des Lüftungsquerschnitts (Abstand der Lüftungsöffnungen, z. B. von Traufe zu Traufe) darf nicht größer als 10 m sein.
•	Die Höhe des freien Lüftungsquerschnitts über der Wärmedämmschicht muss mindestens 2 % der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen, mindestens jedoch 5 cm.
•	Die Größe der Lüftungsöffnungen muss an mindestens zwei gegenüberliegenden Dachrändern jeweils mindestens 2 % der zugehörigen geneigten Dachfläche betragen, mindestens jedoch $200 \text{ cm}^2/\text{cm}$.

Für genaue Angaben zur Bemessung der Lüftungsöffnungen und der Höhe des Lüftungsquerschnitts wird auf die DIN 4108-3 und das „Merkblatt Wärmeschutz bei Dach und Wand“ [26] verwiesen.



- (1) Dachabdichtung auf Schalung
- (2) Belüftungsebene
- (3) Sparren / Zwischensparrendämmung
- (4) Dampfsperre, gleichzeitig Luftdichtheitsschicht
- (5) Bekleidung, ggfs. auf Unterkonstruktion

Bild 12: Belüftetes Dach mit Dachabdichtung auf Schalung, Zwischensparrendämmung und Untersparrendämmung (nach DIN 4108-3, Bild 9) (Quelle: Schmidt)



1.5 Tragkonstruktion

Eine weitere Möglichkeit der Einteilung von Flachdächern ergibt sich aufgrund der Differenzierung nach der Art der Tragkonstruktion {Tragkonstruktion} sowie der verwendeten Baustoffe und ausgeführten Bauweise. Grundsätzlich werden unterschieden:

•	Konstruktionen in Massivbauweise {Massivbauweise} (Stahlbeton als Ortbeton, aus Halbfertig- oder Fertigteilenelementen, Porenbeton aus Fertigteilen)
•	Konstruktionen in Stahlbauweise {Stahlbauweise} (z. B. Tragkonstruktion aus Stahltrapezprofilen oder Dachsandwichenelementen)
•	Konstruktionen in Holzbauweise {Holzbauweise} (z. B. Holzschalung auf einer Unterkonstruktion aus Pfetten)

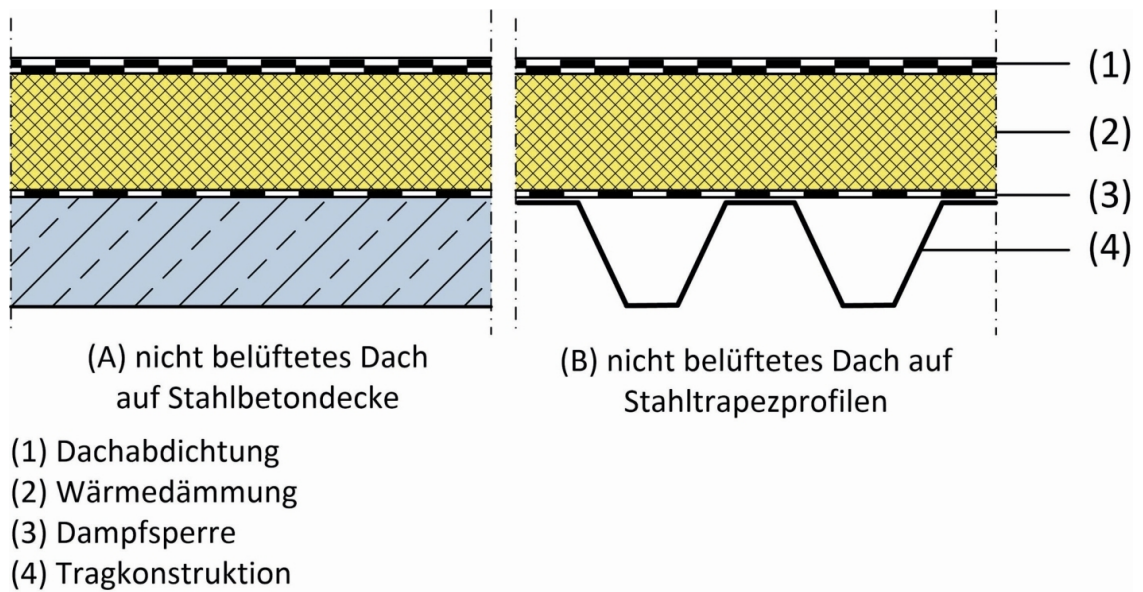


Bild 13: Beispielquerschnitte: (A) nicht belüftetes Dach auf einer Stahlbetondecke; (B) nicht belüftetes Dach auf einer Unterkonstruktion aus Stahltrapezprofilen (Quelle: Schmidt)



1.6 Funktionsschichten des Dachaufbaus

Nachfolgend werden die wesentlichen Bauteilschichten (Funktionsschichten) des Dachaufbaus, die in den vorigen Abschnitten und Abbildungen bereits genannt wurden sowie nachfolgend wiederholt auftreten, näher beschrieben und ihre Funktionen erläutert. Auf die spezifischen Funktionsschichten genutzter Dächer (Belag, Begrünung) wird in den entsprechenden Abschnitten eingegangen.

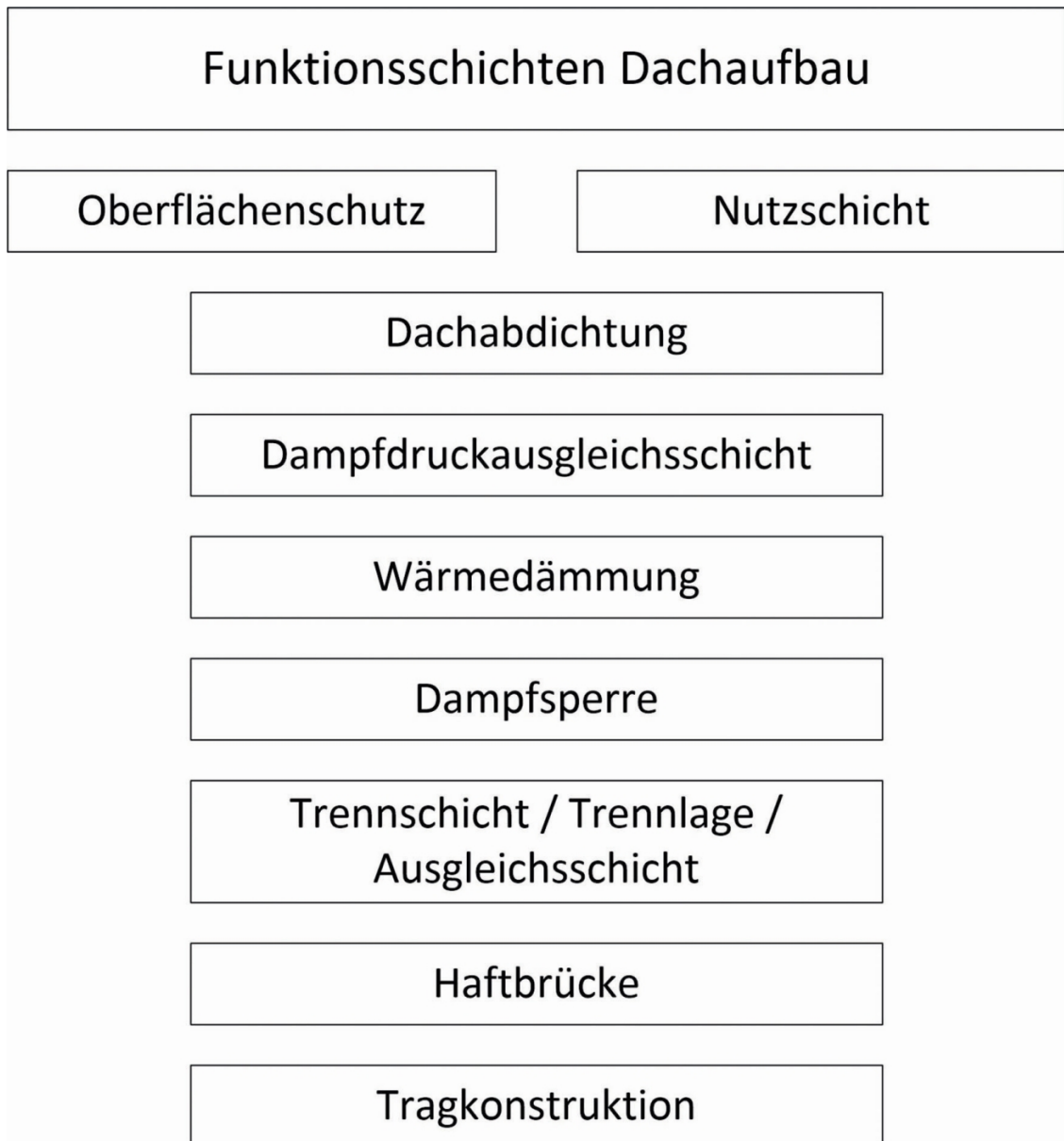


Bild 14: Funktionsschichten des Dachaufbaus (Quelle: Schmidt)



1.6.1 Haftbrücke

{ Haftbrücke }

Eine Haftbrücke (bzw. Voranstrich/Grundierung) wird auf den Untergrund aufgebracht, wenn der Verbund mit der nachfolgenden Schicht verbessert werden soll (Verbesserung der Klebehftung). Dies ist in der Regel erforderlich bei massiven Untergründen (z. B. Stahlbetonplatten) sowie bei Untergründen aus Holz oder Holzwerkstoffen. Außerdem sollte eine Haftbrücke immer vorgesehen werden, wenn der Dachaufbau durch Verklebung der Schichten untereinander gegen Abheben (Windsog) gesichert werden soll.

Folgende Stoffe sind für Haftbrücken geeignet:

•	Voranstriche auf Bitumenbasis (Bitumenlösung oder Bitumenemulsion)
•	Voranstriche auf Kunststoffbasis

•	Grundierungen unter flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen
•	Versiegelungen

Die Haftbrücke wird durch Streichen, Rollen oder Spritzen teil- oder ganzflächig aufgebracht. Es ist auf die Stoffverträglichkeit mit den angrenzenden Schichten zu achten.

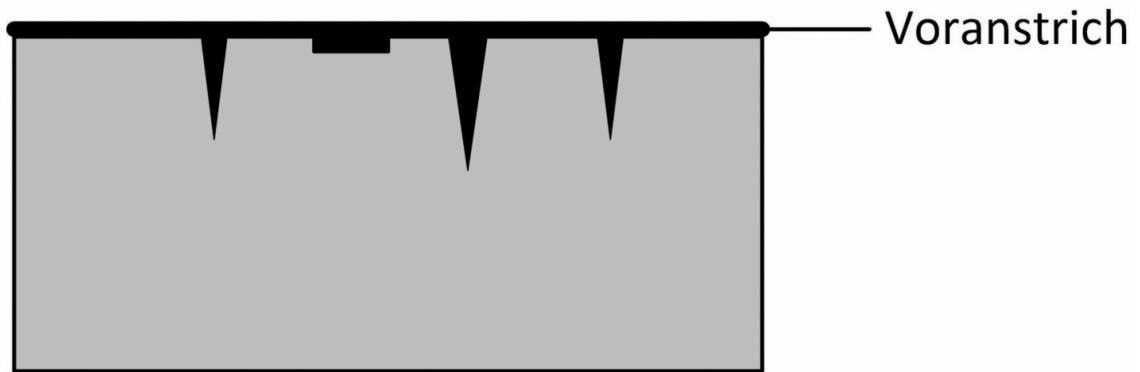


Bild 15: Funktion des Voranstrichs (Quelle: Schmidt)



1.6.2 Trennschicht, Trennlage und Ausgleichsschicht

{Trennschicht}

{Trennlage}

{Ausgleichsschicht}

Die Ausgleichsschicht dient zum Ausgleich von Unebenheiten des Untergrunds, wie z. B. zur Überbrückung von Rissen, örtlichen kleinen Fehlstellen und Rauigkeiten der Untergrundoberfläche.

Die Ausgleichsschicht kann auch gleichzeitig die Funktion einer Trennschicht bzw. Trennlage übernehmen als

•	Trennung zwischen Dampfsperre und Untergrund,
•	Trennung zwischen Abdichtung und Untergrund.

Eine Trennung der Schichten gewährleistet zwängungsfreie Verformungen bei Temperaturänderungen und vermindert bzw. verhindert die Übertragung von Bewegungen und Spannungen aus dem Untergrund. Weiterhin wird durch eine Trennlage der unmittelbare Kontakt zwischen unverträglichen Stoffen vermieden.

Bei Dämmstoffen mit temperaturbedingten Längenänderungen, die für die Abdichtung schädlich sind (wie z. B. XPS), ist zwischen Abdichtung und Dämmschicht eine vollflächig verlegte Trennlage vorzusehen.

Geeignete Stoffe sind z. B. Bitumendachbahnen und -dachdichtungsbahnen, Lochglasvlies- Bitumenbahnen (einseitig grob besandet), Kunststoffvliesbahnen (Flächengewicht 300 g/m²), Glasvliesbahnen (120 g/m²), Polyethylenfolien (PE-Folien, Nenndicke mind. 0,2 mm) und Schaumstoffmatten. Bei Abdichtungsschichten, die auf der Unterseite eine Kaschierung mit einem Flächengewicht von mindestens 150 g/m² aufweisen, kann auf eine Tren- bzw. Ausgleichsschicht verzichtet werden, da die Kaschierung diese Aufgabe übernimmt.

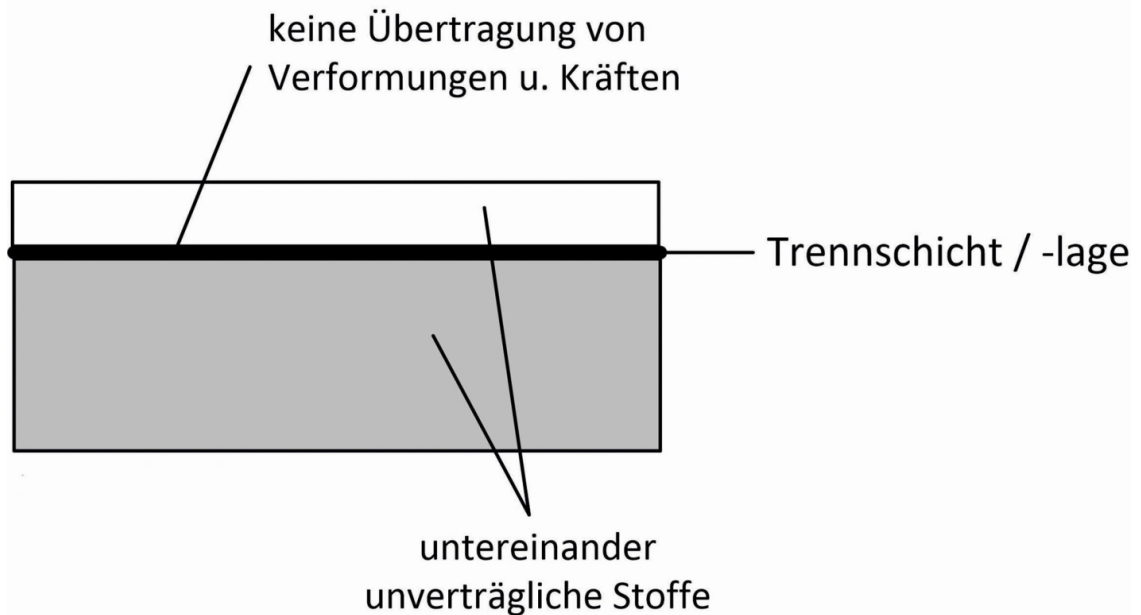


Bild 16: Funktion von Ausgleichs- und Trennschicht/Trennlage (Quelle: Schmidt)



1.6.3 Dampfsperre

{Dampfsperre}

Die Dampfsperre soll die Diffusion von Wasserdampf vom Gebäudeinnern in die Wärmedämmung und in die außen liegenden Schichten des Dachaufbaus verhindern bzw. so minimieren, dass es zu keiner schädlichen Tauwasserbildung kommt. Der Nachweis bzw. die Bemessung der Dampfsperre (erforderlicher s_d -Wert) ist nach DIN 4108-3 vorzunehmen. In der genannten Norm sind auch Bauteilquerschnitte aufgeführt, für die kein rechnerischer Tauwassernachweis erforderlich ist.

Als Stoffe für die Dampfsperre eignen sich Bitumen-Dachbahnen und -Dachdichtungsbahnen, Bitumen-Schweißbahnen (mit/ohne Metallbandeinlage), Polymerbitumenbahnen, Kunststoff- und Elastomerbahnen sowie Verbundfolien. Bei Dämmschichten aus Schaumglas kann auf eine Dampfsperre verzichtet werden, da diese dampfdicht sind. Voraussetzung hierfür ist allerdings, dass die Fugen der Dämmplatten vollständig mit Bitumenmasse oder Klebstoff verfüllt werden.

Dampfsperrbahnen müssen die Anforderungen des „Produktdatenblatt[es] im Regelwerk des Dachdeckerhandwerks“ [27] erfüllen.

Nachfolgend sind wichtige Regeln für die Planung und Ausführung einer Dampfsperrschicht aufgeführt:

•	Dampfsperren können auf dem Untergrund lose aufgelegt, punktuell oder streifenförmig sowie vollflächig appliziert werden.
•	Im Bereich von Anschlüssen (d. h. an aufgehenden Bauteilen) und Abschlüssen (d. h. am Dachrand) ist die Dampfsperre an der Stirnseite der Wärmedämmung bis zu deren Oberkante bzw. Oberkante Dämmkeil hochzuführen und anzuschließen. Dadurch wird Wasserdampfdiffusion über die Stirnflächen in die Wärmedämmung (Diffusionsbrücke) vermieden (Bild 17).

<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>An kleinen Durchdringungen ist die Dampfsperre lediglich anzuschließen, ein Hochführen am durchdringenden Bauteil ist nicht erforderlich.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>Durchdringungen von mechanischen Befestigungsmitteln können beim Tauwassernachweis vernachlässigt werden, wenn nicht klimatisierte und normal genutzte Räume vorhanden sind.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>Auf Stahltrapezprofilen sind Dampfsperrbahnen in Spannrichtung, d. h. in gleiche Richtung wie die Obergurte zu verlegen, wobei die Längsnaht auf einem Obergurt liegen muss (Bild 18). Quernähte sind auf einer Hilfsauflagerfläche (z. B. Blech) aufzulegen. Sofern die Dampfsperre auf den Stahltrapezprofilen aufgeklebt wird, sind hierfür kalt zu verarbeitende Klebmassen bzw. Klebstoffe zu verwenden.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>Kunststoffbahnen, die als Dampfsperre dienen, müssen auf rauem Untergrund verlegt werden. Hierzu ist eine zusätzliche Ausgleichsschicht aufzubringen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> • 	<p>Bei Dächern mit Begrünung wird empfohlen, für die Dampfsperre Stoffe mit einem sd-Wert > 1.500 m zu verwenden (z. B. Bahnen mit Metallbandeinlage), da sich durch zeitweise Anstaubewässerung oder Wasserrückhaltung in der Begrünungsschicht die bauphysikalischen Randbedingungen ändern können, was zur Gefahr der Tauwasserbildung im Bauteilquerschnitt führt.</p>

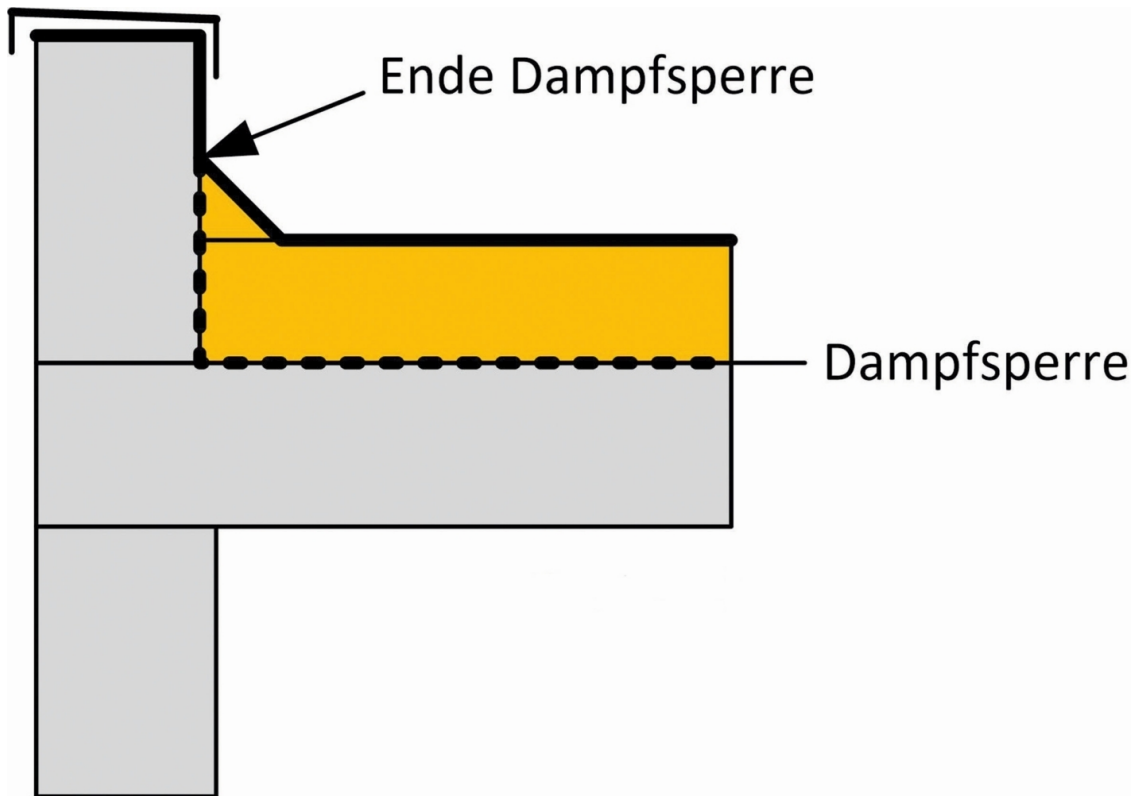


Bild 17: Dampfsperre im Bereich eines Anschlusses (Quelle: Schmidt)

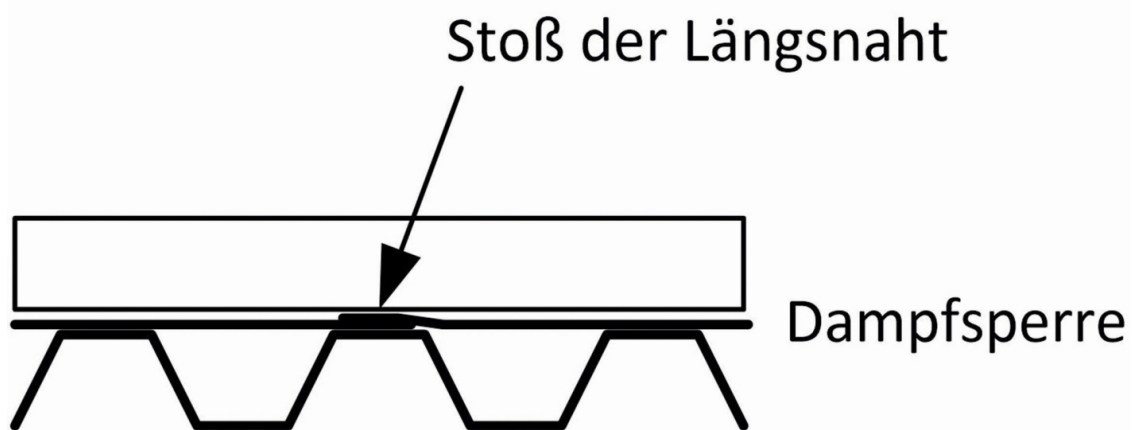



Bild 18: Verlegung einer Dampfsperre auf Stahltrapezprofilen (Quelle: Schmidt)

 1.6.4 Wärmedämmung

{Wärmedämmung}

Die Wärmedämmung soll die Transmissionswärmeverluste, d. h., den Wärmestrom durch das Flachdach, verringern. Die erforderliche Stärke der Wärmedämmschicht ergibt sich aus den Anforderungen

•	des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2 und
•	des energiesparenden Wärmeschutzes nach den Regeln der Energieeinsparverordnung (EnEV).

Die Anforderungen des energiesparenden Wärmeschutzes nach EnEV sind wesentlich strenger als die des Mindestwärmeschutzes nach DIN 4108-2. Für Neubauten mit normalen Innentemperaturen ($\geq 19 \text{ }^\circ\text{C}$) kann für Vorbemessungen mit einer Dämmschichtstärke von mindestens 20 cm gerechnet werden.

Als Materialien dürfen nur solche Stoffe verwendet werden, die für die geplante Anwendung geeignet sind. Nach DIN 4108-10 werden verschiedene Anwendungstypen unterschieden. Für die Dämmung von Flachdächern dürfen nur Wärmedämmstoffe der Anwendungstypen DAA und DUK verwendet werden. Der Anwendungstyp DAA beschreibt Dämmstoffe, die als Außendämmung von Dach oder Decke eingesetzt werden, vor Bewitterung geschützt sind sowie Dämmungen unter Abdichtungen. Anwendungstyp DUK bezeichnet Dämmstoffe, die als Außendämmung des Daches eingesetzt werden, aber der Bewitterung ausgesetzt und somit für Umkehrdächer geeignet sind.

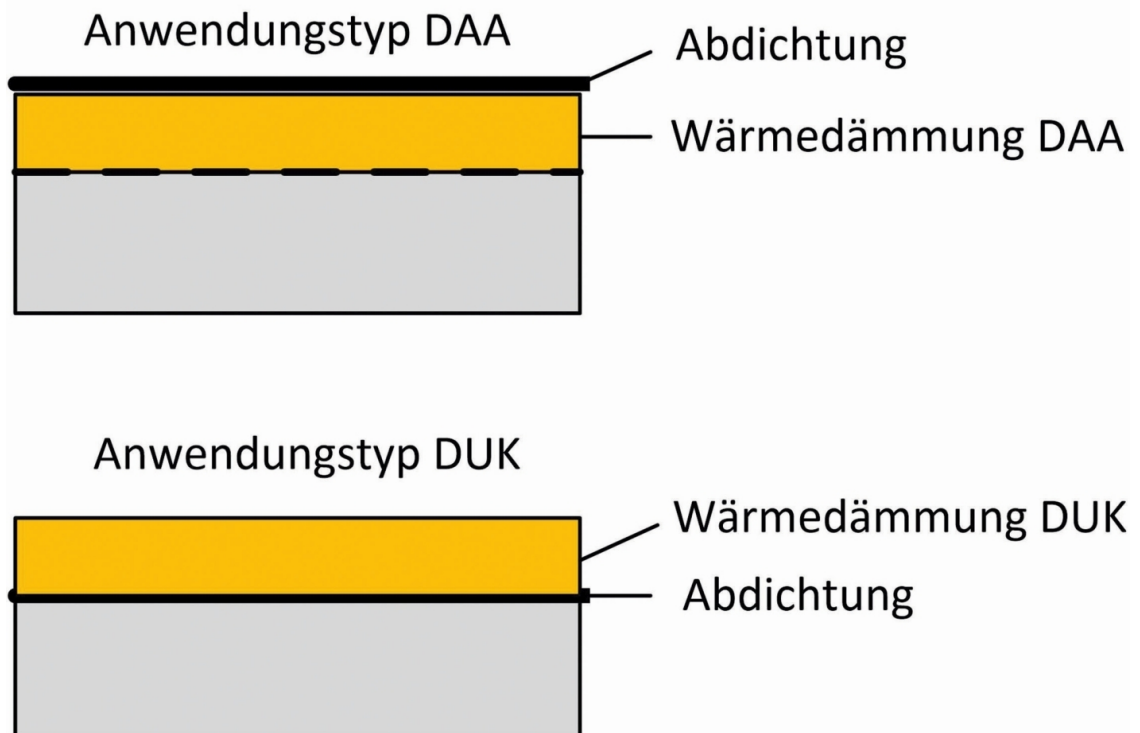


Bild 19: Anwendungstypen DAA und DUK (Quelle: Schmidt)

Als zusätzliches Kriterium für die Eignung als Dämmstoff für Flachdächer gelten Druckbelastbarkeit {Druckbelastbarkeit} und Verformbarkeit {Verformbarkeit}. Bei nicht genutzten Dächern, die nur zu Wartungszwecken begangen werden, sind die Anforderungen geringer als bei genutzten Dachflächen.

Zur Beschreibung der Druckbelastbarkeit wird in DIN 4108-10 eine entsprechende Differenzierung vorgenommen. Für die Dämmung von Flachdächern dürfen nur Dämmstoffe mit

•	mittlerer Druckbelastbarkeit (Kurzzeichen: dm), z. B. für nicht genutzte Dächer,
•	hoher Druckbelastbarkeit (dh), z. B. für genutzte Dachflächen, Terrassen, Flachdächer mit Solaranlagen, Begrünung,
•	sehr hoher Druckbelastbarkeit (ds), z. B. Parkdächer für Pkw oder
•	extrem hoher Druckbelastbarkeit (dx), z. B. Parkdächer für Lkw

verwendet werden.

Dabei ist Folgendes zu beachten:

•	Nicht genutzte Dächer: Für nicht genutzte Dächer dürfen nur Dämmstoffe mit mindestens einer mittleren Druckbelastbarkeit (dm) verwendet werden. Bei Mineralwolle muss die Druckbelastbarkeit mindestens 60 kPa bei 10 % Stauchung betragen.
•	Genutzte Dächer: Für genutzte Dächer dürfen nur Dämmstoffe verwendet werden, bei denen die Druckbelastbarkeit nach DIN 4108-10 mindestens dem Wert dh (hohe Druckbelastbarkeit) entspricht.

Als Dämmstoffe für nicht genutzte und genutzte Dachflächen kommen deshalb nur Polystyrol-Hartschaum (EPS), Polystyrol-Extruderschaum (XPS), Polyurethan-Hartschaum (PUR) sowie Schaumglas (CG) infrage. Dämmstoffe aus Mineralwolle (MW) sind ebenfalls geeignet. Allerdings sind hier aufgrund ihrer geringeren Druckbelastbarkeit und relativ großen Verformbarkeit Einschränkungen zu beachten (siehe hierzu die nachfolgenden Tabellen). Eine Übersicht über die für Flachdächer zugelassenen Wärmedämmstoffe (Anwendungstyp, Druckbelastbarkeit) nach DIN 4108-10 gibt Tabelle 3. Für Mineralwollendämmstoffe enthält DIN 4108-10 keine Angaben hinsichtlich ihrer Druckbelastbarkeit. Genaue Regeln finden sich dagegen in der Flachdachrichtlinie (2016). Anforderungen an die Druckbelastbarkeit von Dämmstoffen werden auch in der Flachdachrichtlinie (2016) angegeben. Siehe hierzu die Zusammenstellung in Tabelle 4.

Die Anwendung der Dämmstoffe in Abhängigkeit von der Nutzung des Flachdaches ist in Tabelle 5 angegeben.

Wärmedämmstoff		Anwendungstyp nach DIN 4108-102	Druckbelastbarkeit nach DIN 4108-102
Kurzzeichen	Bezeichnung		
MW	Mineralwollendämmstoffe nach DIN EN 13162	DAA	60 kPa bei 10 % Stauchung ¹
EPS	Polystyrol-Hartschaum nach DIN EN 13163	DAA	dm/dh/ds
		DUK	keine genormte Anwendung
XPS	Polystyrol-Extruderschaum nach DIN EN 13164	DAA	dm/dh/ds/dx
		DUK	dh/ds/dx
PUR	Polyurethan-Hartschaum nach DIN EN 13165	DAA	dh/ds
		DUK	keine genormte Anwendung
CG	Schaumglas-Dämmstoffe nach DIN EN 13167	DAA	dh/ds/x
		DUK	keine genormte Anwendung
1 nicht genutzte Dächer ² bzw. bauaufsichtlicher Zulassung			
DAA: Dämmung unter der Abdichtung, vor Bewitterung geschützt DUK: Dämmung auf der Abdichtung, der Bewitterung ausgesetzt (Umkehrdach)			

dm: mittlere Druckbelastbarkeit dh: hohe Druckbelastbarkeit ds: sehr hohe Druckbelastbarkeit dx: extrem hohe Druckbelastbarkeit

Tab. 3: Dämmstoffe für Flachdächer nach DIN 4108-10

Dämmstoff	Druckbelastbarkeit (Mindestwert) ²	
	Nicht genutzte Dächer	Genutzte Dächer
		allgemein nur Dächer mit Solaranlagen und anderen technischen Ablagen
MW	60 kPa ¹	- 70 kPa
EPS	100 kPa	150 kPa
XPS	200 kPa	300 kPa
PU	100 kPa	100 kPa
CG	500 kPa	500 kPa

¹Im Bereich von Wartungswegen auf dem Dach sind lastverteilende Schichten auf der Wärmedämmung/Abdichtung anzuordnen.²Wert der Druckbelastbarkeit nach Leistungserklärung/CE-Kennzeichnung des Produkts bei einer Stauchung von 10 %. Hinweis: Unter befahrbaren Flächen (Parkdächer) darf die Stauchung nicht größer als 2 % sein.

Tab. 4: Erforderliche Werte der Druckbelastbarkeit von Wärmedämmstoffen nach Flachdachrichtlinie (2016)

Dämmstoff	Nicht genutzte Dächer	Genutzte Dächer		
		Dachterrassen Begrünte Dächer Dächer mit Solaranlagen	Parkdächer (Pkw) ²	Parkdächer (Transporter/Lkw) ²
MW1	x ⁴	(x) ⁵	-	-
EPS	dm	dh	ds	-
XPS	dm	dh	ds	dx ³
PU	x	dh	ds	-
CG	x	dh	ds	dx ³

¹nach Flachdachrichtlinie (2016)²es ist eine höhere Belastbarkeit möglich (abhängig vom Fahrbahnaufbau, ggf. ist Prüfung erforderlich)³Belastbarkeit ist zu überprüfen⁴Druckfestigkeit mindestens 60 kPa bei 10 % Stauchung⁵Druckfestigkeit mindestens 70 kPa bei 10 % Stauchung; Nutzung ausschließlich durch Solaranlagen oder andere technische Anlagen

dm: mittlere Druckbelastbarkeit dh: hohe Druckbelastbarkeit ds: sehr hohe Druckbelastbarkeit dx: extrem hohe Druckbelastbarkeit x: Anwendung zulässig(x): Anwendung mit Einschränkungen möglich

Tab. 5: Anwendung von Wärmedämmstoffen bei Flachdächern in Abhängigkeit von ihrer Nutzung nach DIN 4108-10

Weiterhin wird auf folgende Besonderheiten hingewiesen:

•	Die Dämmschicht wird in vielen Fällen zur Gefällegebung der Dachoberfläche genutzt. Hierzu werden keilförmige Dämmplatten so
---	--

	verlegt, dass sich das erforderliche Gefälle in der Fläche (mindestens 2 %) und im Bereich von Kehlen (mindestens 1 %) ergibt. Planung und Ausführung erfordern einen Verlegeplan, aus dem sämtliche Angaben (Abmessungen der Dämmplatten, Position usw.) hervorgehen.			
•	Bei Unterkonstruktionen, die keine flächige Auflage der Wärmedämmung gewährleisten, wie z. B. bei Stahltrapezprofilen, muss der Dämmstoff für die sich daraus ergebenden zusätzlichen Beanspruchungen ausgelegt sein. Beispielsweise darf die Dämmung im nicht unterstützten Bereich (Sicken bzw. Täler der Stahltrapezprofile) nicht durchgetreten werden. Je nach der lichten Breite zwischen den Obergurten und verwendetem Dämmstoff sind unterschiedliche Minstdicken einzuhalten. Die erforderlichen Dicken schwanken je nach Dämmstoff und Stützweite zwischen 40 mm und 140 mm.			
Dämmstoff	Minstdicke des Dämmstoffs			
	Lichte Breite zwischen den Obergurten (Stützweite)			
	70 mm	100 mm	150 mm	200 mm
MW	50 mm	80 mm	120 mm	140 mm
EPS	40 mm	50 mm	70 mm	120 mm
PU	40 mm	50 mm	60 mm	80 mm
CG	40 mm	50 mm	70 mm	100 mm

Tab. 6: Empfohlene Werte für Minstdicken von Dämmstoffen auf Stahltrapezprofilen (nach Flachdachrichtlinie (2016))

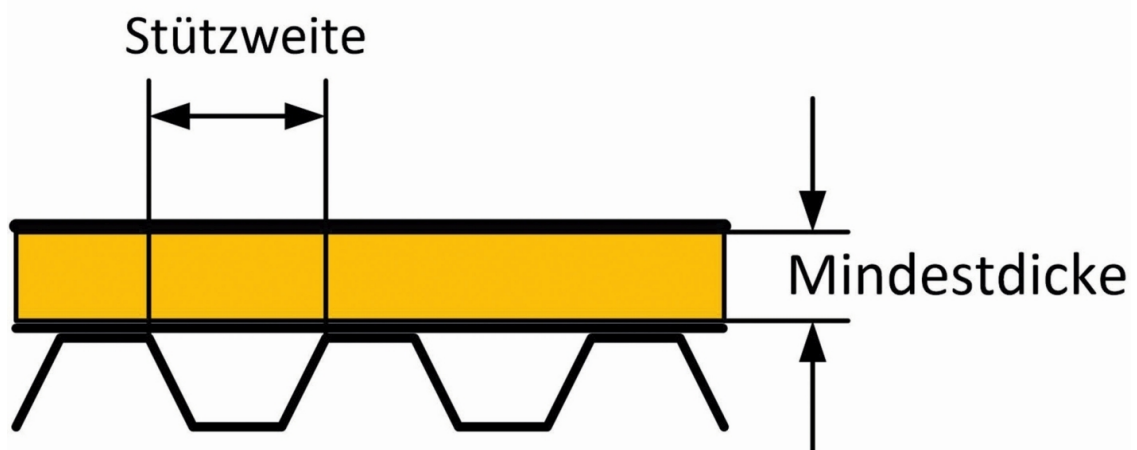


Bild 20: Minstdicken der Dämmschicht auf Stahltrapezprofilen (Quelle: Schmidt)

Für die Planung und Ausführung der Dämmschicht sind die folgenden Regeln zu beachten (siehe auch Flachdachrichtlinie (2016)):

•	Dämmstoffe sind so zu verlegen, dass die Fugen gegeneinander versetzt sind (Fugenversatz).
•	Fugen, die aufgrund von Maßabweichungen oder temperaturbedingten Längenänderungen entstehen, lassen sich nicht vollständig vermeiden. Bei Fugenbreiten von mehr als 5 mm und stumpf gestoßenen Dämmstoffplatten ist der Wärmedurchgangskoeffizient zu korrigieren. Es wird empfohlen, Dämmstoffplatten mit Stufenfalz zu verwenden oder die Dämmung mehrlagig auszuführen.
•	Bei Dämmstoffschichtstärken von mehr als 160 mm und stumpf gestoßenen Platten ist die Wärmedämmung mehrlagig auszuführen.
•	Dämmstoffe aus EPS-Hartschaum-Dämmplatten sind mit dem Untergrund zu verkleben. Dämmstoffe aus PU-Hartschaumplatten sind entweder mit dem Untergrund zu verkleben oder auf diesem mechanisch zu befestigen. Mineralwollgedämmstoffe werden mechanisch befestigt oder lose verlegt (Auflast erforderlich).
•	Für die Verklebung von Dämmstoffen auf Dampfsperren oder Stahltrapezprofilen sind nur kalt zu verarbeitende Klebmassen oder Klebstoffe zu verwenden. Heiße Klebstoffe eignen sich nicht.
•	Bei Dachflächen, die an transparente Fassadenflächen oder Fensterflächen grenzen, sollten vor diesen Flächen keine Wärmedämmstoffe aus EPS verwendet werden. Durch Reflexion der Sonnenstrahlung können sich diese Bereiche stark aufheizen. Da EPS nur eine begrenzte Temperaturbeständigkeit aufweist, sind Verformungen und Schäden zu erwarten.

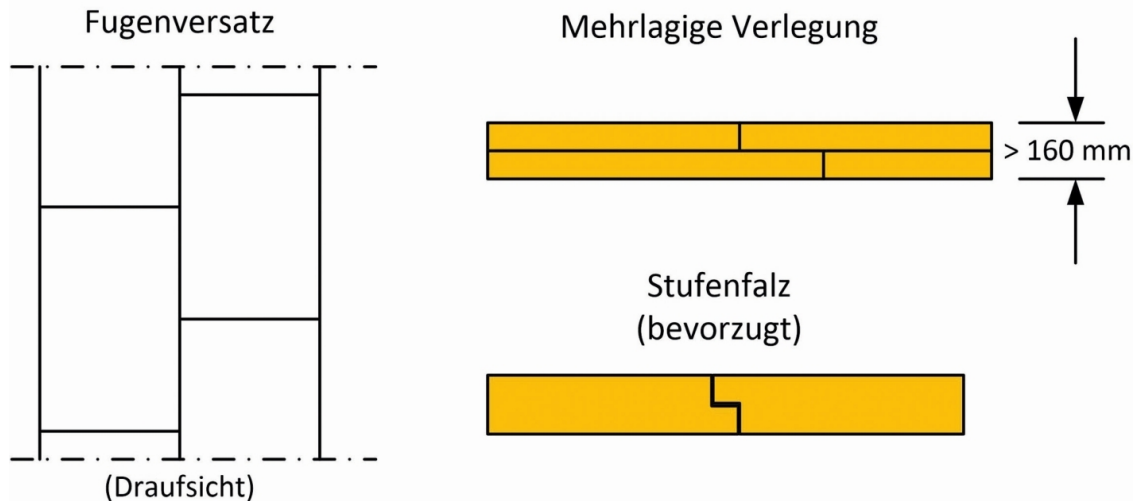


Bild 21: Wichtige Regeln für die Planung und Ausführung der Wärmedämmschicht (Quelle: Schmidt)



1.6.5 Dampfdruckausgleichsschicht

{Dampfdruckausgleichsschicht}

Die Dampfdruckausgleichsschicht wird auf der Wärmedämmung und unter der Dachabdichtung angeordnet. Einerseits gewährleistet sie einen horizontalen Ausgleich von örtlich vorhandenen Dampfdruckunterschieden, die durch Einbaufeuchte oder Wasserdampfdiffusionsvorgänge entstehen können. Dadurch wird eine Bildung von Dampfblasen in der Abdichtung vermieden. Andererseits dient die Dampfdruckausgleichsschicht als Trennschicht zwischen der Wärmedämmung und der Dachabdichtung.

Die Dampfdruckausgleichsschicht wird punktuell oder streifenweise auf der Wärmedämmung appliziert oder lose verlegt. Dadurch entsteht eine zusammenhängende Luftschicht zwischen Wärmedämmung und Dachabdichtung. Neben dem bereits erwähnten Vorteil der Verminderung örtlich erhöhter Dampfdrücke werden dadurch außerdem Zwangsbeanspruchungen der Abdichtung infolge Verformungsbehinderung bei Relativbewegungen beider Schichten zuverlässig verhindert.

Als Stoffe sind z. B. Bitumendachdichtungsbahnen (grob besandet) sowie Lochglasvlies-Bitumenbahnen geeignet.

Eine Ausnahme bilden Dämmstoffe aus Mineralwolle. Hier ist keine Dampfdruckausgleichsschicht erforderlich, da der Dampfdruckausgleich in der diffusionsdurchlässigen Mineralwollendämmschicht erfolgt. Örtlich erhöhte Dampfdrücke sind somit nicht zu erwarten. Die Dachabdichtung kann direkt auf die Mineralwollendämmschicht aufgebracht werden. Bei Wärmedämmschichten aus Schaumglas, das dampfdicht ist, wird die Dachabdichtung ebenfalls direkt auf der Dämmung aufgeklebt.

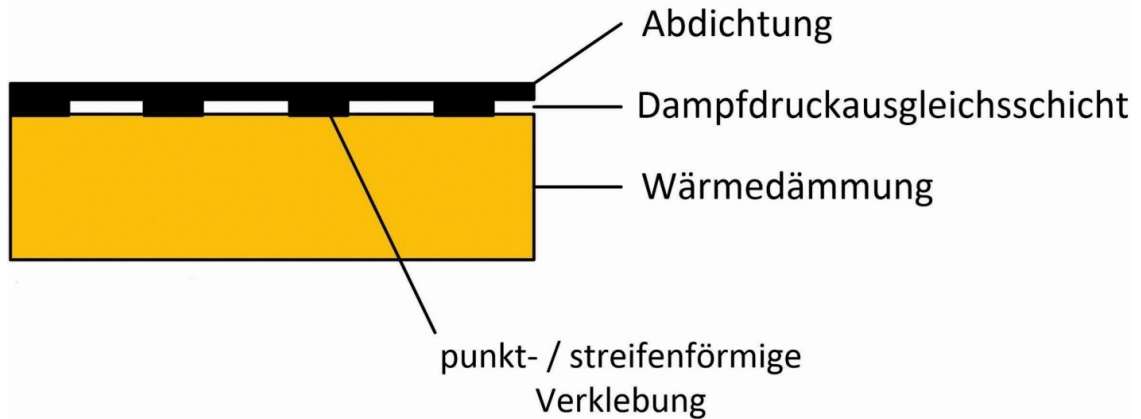


Bild 22: Funktionen der Dampfdruckausgleichsschicht und mögliche Ausbildung (Quelle: Schmidt)



1.6.6 Dachabdichtung

{Dachabdichtung}

Die Dachabdichtung schützt die darunterliegenden Schichten sowie die Baukonstruktion vor dem Eindringen von Wasser und Feuchtigkeit. Sie nimmt das auf der Dachfläche anfallende Niederschlagswasser auf und leitet es zu den Dachabläufen.

Zur Dachabdichtung zählen außer der Flächenabdichtung auch sämtliche An- und Abschlüsse, Durchdringungen sowie die Abdichtung von Bewegungsfugen. Kennzeichnende Eigenschaft der Abdichtung ist die wasserdichte Ausführung, die selbst einem hydrostatischen Druck – der z. B. durch Anstauen von Niederschlagswasser bei Starkregenereignissen auftritt – standhält.

In der Regel ist die Dachabdichtung mit einem Gefälle auszuführen, das in der Fläche mindestens 2 % und im Bereich von Kehlen mindestens 1 % betragen muss. Das Gefälle ist in Richtung der Abläufe oder Entwässerungsrinnen auszubilden, d. h., diese sind in den jeweiligen Tiefpunkten bzw. -stellen anzuordnen. Außerdem sollte beachtet werden, dass vorübergehende Pfützenbildung auch auf Dachflächen mit einem Gefälle bis zu 5 % aufgrund von Unebenheiten, den zulässigen Ebenheitstoleranzen sowie der Durchbiegung der Tragkonstruktion zeitweise vorkommen kann. Sollen Pfützen auf der Dachfläche vollständig vermieden werden, ist ein Gefälle von mehr als 5 % auszuführen.

Nach DIN 18531 können Dachflächen zwar auch ohne Gefälle ausgeführt werden. In diesem Fall sind aber besondere Maßnahmen zu beachten. Die Flachdachrichtlinie (2016) lässt ebenfalls Ausnahmen zu, wenn diese begründet sind, wie z. B. bei Bestandsgebäuden, Dachflächen mit Intensivbegrünung und planmäßiger Anstaubewässerung oder baurechtlichen Anforderungen, die die Ausführung eines Gefälles nicht ermöglichen.

Diese Optionen sollen hier nicht weiter betrachtet werden, es wird auf die beiden Regelwerke verwiesen.

Die Dachabdichtung kann mit folgenden Stoffen ausgeführt werden:

•	Bitumen- und Polymerbitumenbahnen
•	Kunststoff- und Elastomerbahnen
•	flüssig zu verarbeitende Abdichtungsstoffe (FLK)

Abdichtungen aus Bitumen- und Polymerbitumenbahnen werden mehrlagig ausgeführt. Die Anzahl der Lagen sowie die einzubauenden Bahnentypen ergeben sich im Wesentlichen aus der zu erwartenden Beanspruchung, die durch die geplante Nutzung und weitere Einflussgrößen bestimmt wird. Je nach Bahnentyp werden die einzelnen Bahnen durch Schweißen (z. B. bei

Bitumenschweißbahnen) oder Verkleben (z. B. bei Selbstklebebahnen (KSK)) vollflächig mit dem Untergrund und miteinander verbunden.

Abdichtungen aus Kunststoff- und Elastomerbahnen werden nur einlagig ausgeführt. Je nach Nutzung des Daches und Bahnentyp sind unterschiedliche Dicken der Bahnen vorzusehen.

Bei Abdichtungen aus flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen (Flüssigkunststoffe: FLK) wird der Abdichtungsstoff, der aus Reaktionsharzen besteht, in flüssigem Zustand auf die Dachfläche aufgebracht, wo er nach dem Aushärten die Abdichtung bildet. Flüssigkunststoffe müssen in mindestens zwei Schichten (zwei Arbeitsgänge) aufgetragen werden, wobei eine Einlage (Flächengewicht mindestens 110 g/m²) einzubauen ist. Als Mindesttrockenschichtdicke wird in der Regel ein Wert von 2,1 mm gefordert.

Die Abdichtungsstoffe werden aufgrund ihrer individuellen Anwendungsmöglichkeiten in die folgenden Anwendungstypen unterteilt. Die Klassifizierung erfolgt nach DIN SPEC 20000-201:

•	DE: Bahnen für eine einlagige Abdichtung (z. B. Kunststoff- und Elastomerbahnen, Abdichtungen aus flüssig zu verarbeitenden Abdichtungsstoffen)
•	DO: Bahnen, die als Oberlage einer mehrlagigen Abdichtung geeignet sind (z. B. Polymerbitumen-Dachdichtungsbahnen)
•	DU: Bahnen, die für die untere Lage einer mehrlagigen Abdichtung geeignet sind (z. B. Bitumenschweißbahnen)
•	DZ: Bahnen, die für die Zwischenlage bzw. zusätzliche Lagen einer mehrlagigen Abdichtung geeignet sind (z. B. Glasvlies-Bitumendachbahnen)

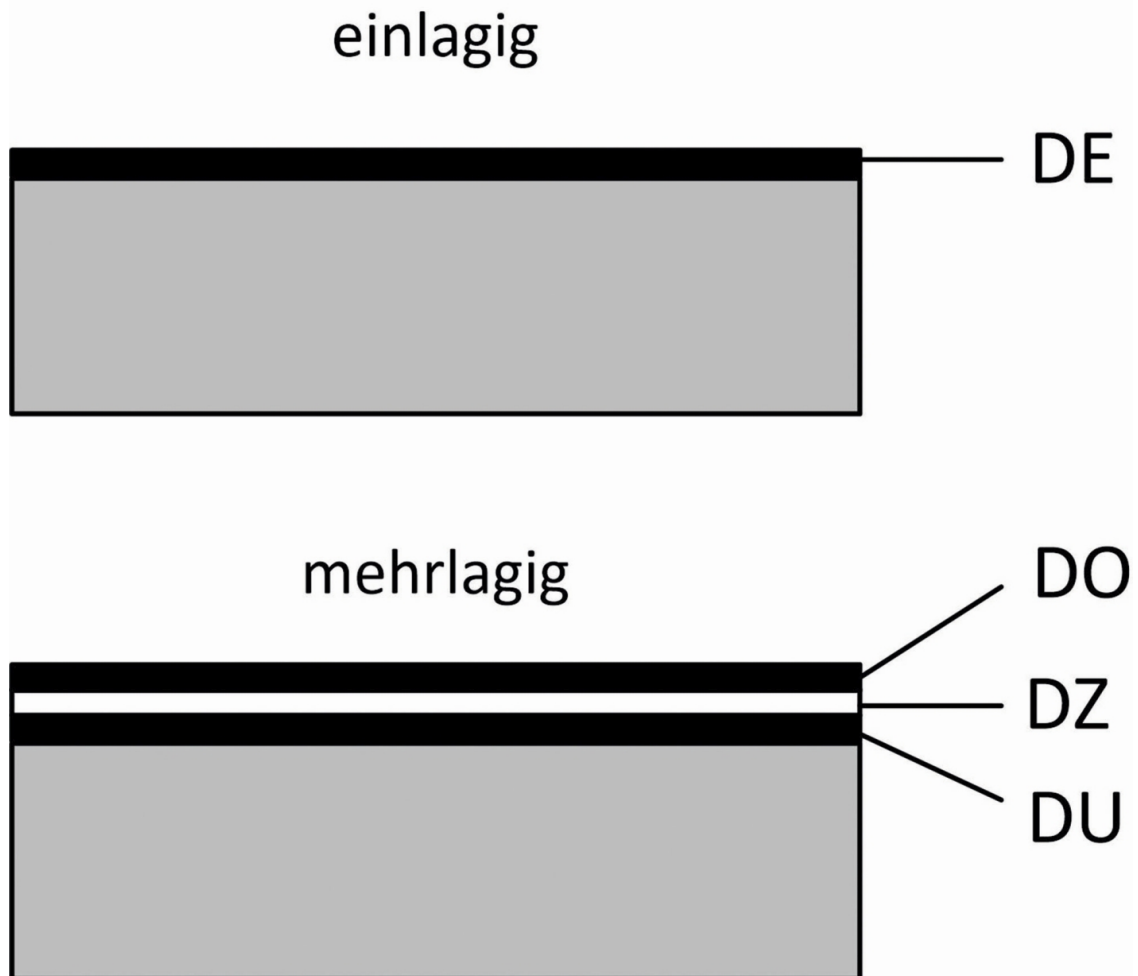



Bild 23: Anwendungstypen von Abdichtungsstoffen (Quelle: Schmidt)

Planung, Bemessung (Auswahl) und Ausführung der Abdichtung richten sich nach der geplanten Nutzung der Dachflächen, den daraus resultierenden Einwirkungen und Beanspruchungen sowie den verwendeten Abdichtungsstoffen.

 1.6.7 Schutz der Abdichtung/ Oberflächenschutz

 1.6.7.1 Schutzlagen und Schutzschichten

{ Schutzlage }

{ Schutzschicht }

Eine Schutzlage bezeichnet eine auf der Abdichtung zusätzlich flächig verlegte Lage zum Schutz der Abdichtung vor mechanischen Einwirkungen. Als Stoffe eignen sich Kunststoffvlies (mindestens 300 g/m²), Kunststoffbahnen (mindestens 1,2 mm Dicke), Bautenschutzmatten und -platten aus Gummigranulat (mindestens 6 mm dick) oder Kunststoffgranulat (mindestens 4 mm dick) sowie Dränagematten und -platten.

Bei nicht genutzten Dächern ist eine Schutzlage nur erforderlich, wenn die Abdichtung mechanisch beansprucht wird, wie z. B. bei extensiver Begrünung oder bei Wartungswegen auf dem Dach. Die Schutzlage braucht in diesem Fall nur in den betroffenen Bereichen verlegt zu werden. Schutzlagen können auch weitere Funktionen übernehmen, z. B. als Trennlage, Gleitlage.

Eine Schutzschicht ist eine auf der Abdichtung verlegte Schicht zum Schutz vor mechanischen und/oder thermischen Einwirkungen. Als Stoffe sind Platten aus XPS, Schutzestriche und

Betonplatten geeignet. Im Gegensatz zur Schutzlage ist die Schutzschicht dicker und besitzt eine Biegesteifigkeit, d. h., sie eignet sich besser zur Lastverteilung.

Bei genutzten Dächern ist die Abdichtung durch eine Schutzlage oder -schicht vor Beschädigungen zu schützen. Die Schutzfunktion kann auch von der Nutzschrift (z. B. vom Belag) übernommen werden, wenn diese dafür geeignet ist. Bei Umkehrdächern übernimmt die auf der Abdichtung angeordnete Dämmschicht aus XPS die Funktion der Schutzschicht.



1.6.7.2 Oberflächenschutz

Als Oberflächenschutz wird die Abdeckung der Abdichtung zum Schutz vor mechanischen, thermischen und weiteren Einwirkungen (z. B.

UV-Strahlung, Hagel) bezeichnet.

Je nach Ausführung wird zwischen leichtem und schwerem Oberflächenschutz unterschieden.

Als leichter Oberflächenschutz {Oberflächenschutz, leichter} sind geeignet:

•	werksseitig aufgebraute Bestreuung auf einer Bitumenbahn
•	eingestreuter Splitt (Schiefer) in eine Kaltmasse aus Polymerbitumen

Als schwerer Oberflächenschutz {Oberflächenschutz, schwerer} eignen sich folgende Stoffe:

•	Kiesschicht mit Körnung 16/32 mm, Dicke mindestens 50 mm
•	Beläge aus Platten auf einem Kies-/Splittbett
•	Begrünungen, Bodenschichten
•	Nutzschriften von befahrbaren Flächen (Fahrbahn)



Bild 24: Kiesschicht auf einem nicht genutzten Dach als schwerer Oberflächenschutz (Quelle: Schmidt)

Der schwere Oberflächenschutz bietet gegenüber dem leichten Oberflächenschutz folgende Vorteile:

•	Tages- und jahreszeitliche Temperaturschwankungen werden gedämpft. Dadurch wird die Abdichtung geringeren thermischen Einwirkungen ausgesetzt. Es kann sich eine höhere Nutzungsdauer der Abdichtung ergeben.
•	Schutz vor Flugfeuer (Funkenflug) und strahlender Wärme sowie UV-Strahlung
•	Verbesserung des Schutzes gegen Verkrustungen der Abdichtungen
•	gleichzeitige Funktion der Sicherung der Abdichtung gegen Abheben (Windsog) bei entsprechender Bemessung der Auflast



1.7 Konstruktionsbeispiele

Nachfolgend werden für die unterschiedlichen Flachdachkonstruktionen und Nutzungen einige Konstruktionsbeispiele angegeben.



1.7.1 Beispiele für nicht genutzte Dächer

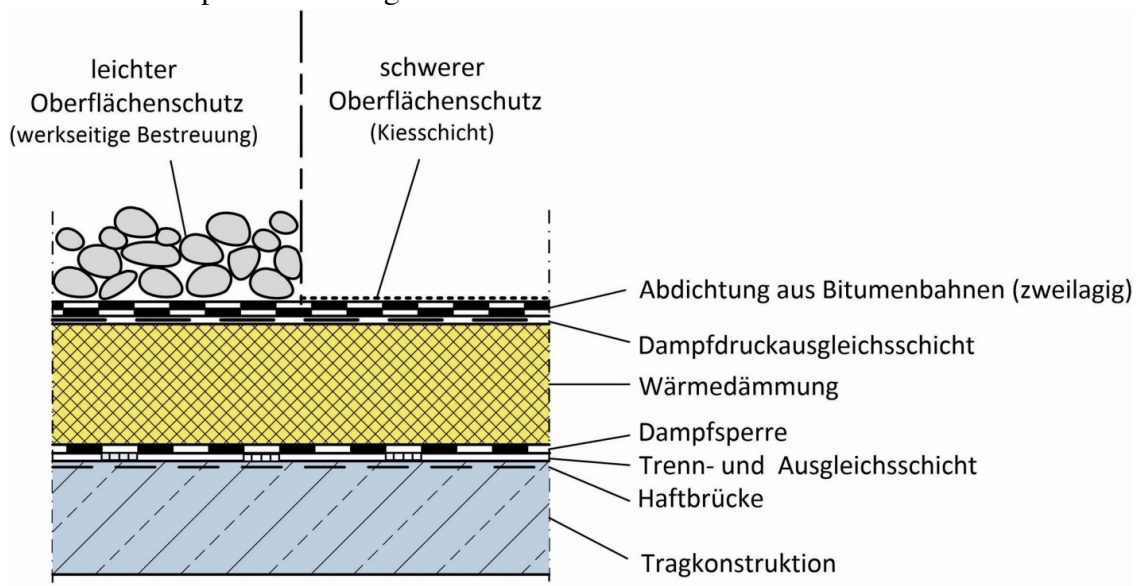


Bild 25: Nicht belüftetes Dach (Quelle: Schmidt)

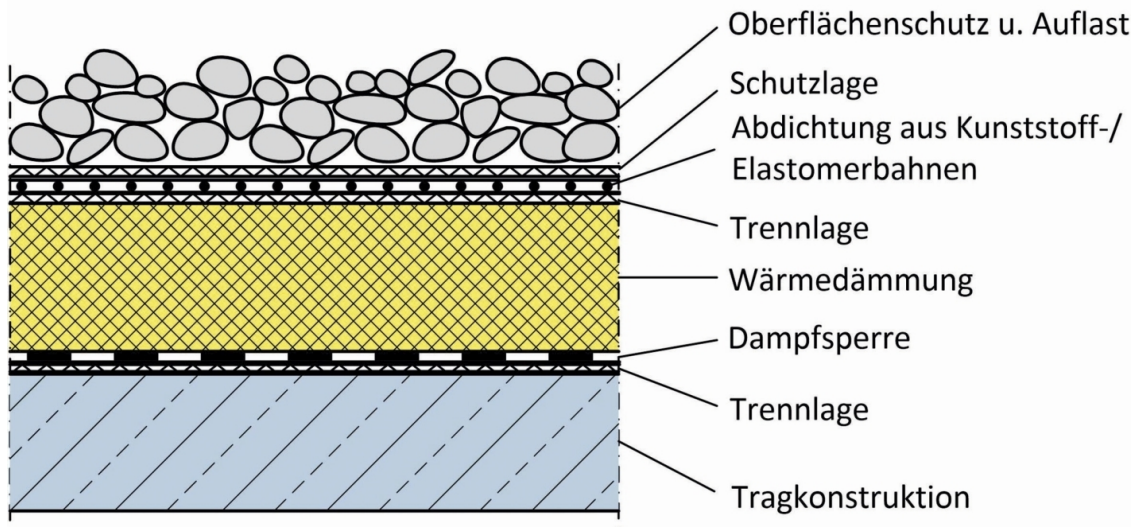


Bild 26: Nicht belüftetes Dach (Quelle: Schmidt)

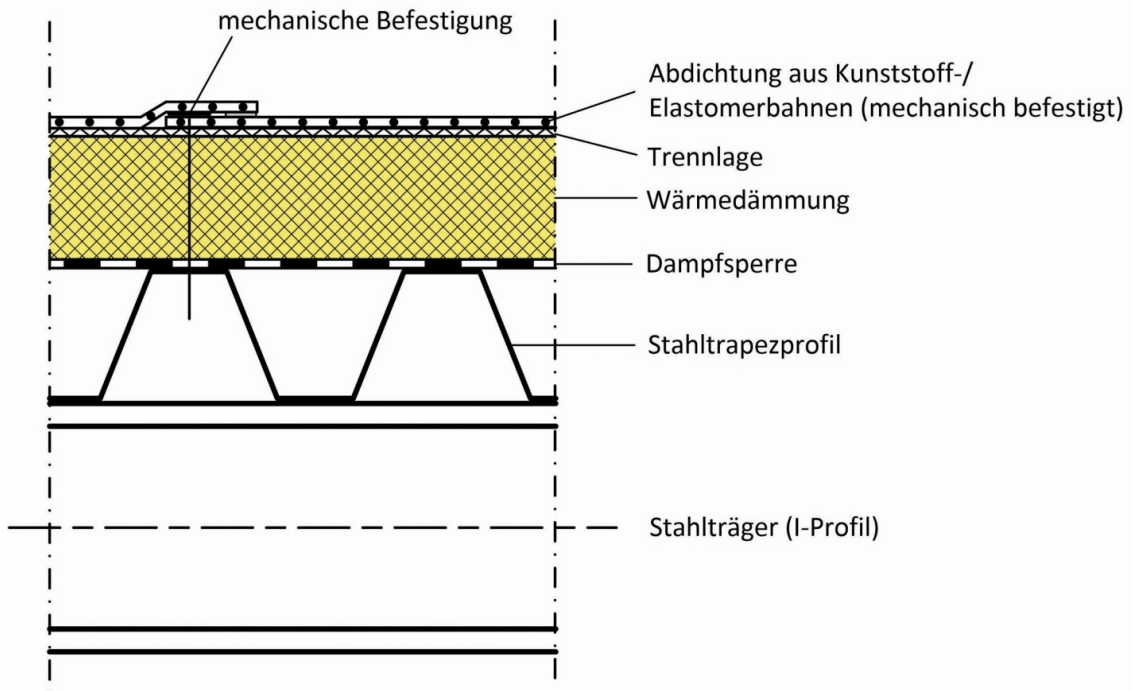


Bild 27: Nicht belüftetes Dach als Konstruktion auf Stahltrapezprofilen (Quelle: Schmidt)

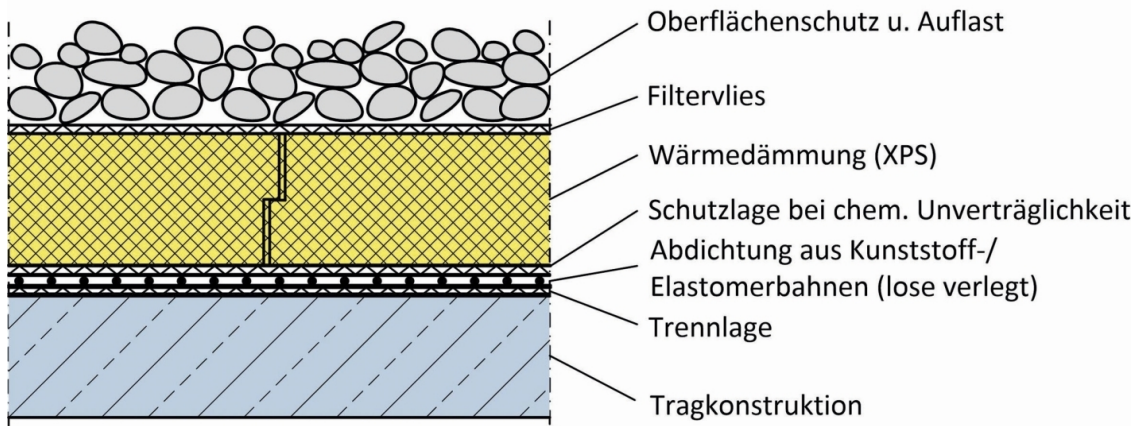


Bild 28: Umkehrdach auf Stahlbetondecke (Quelle: Schmidt)

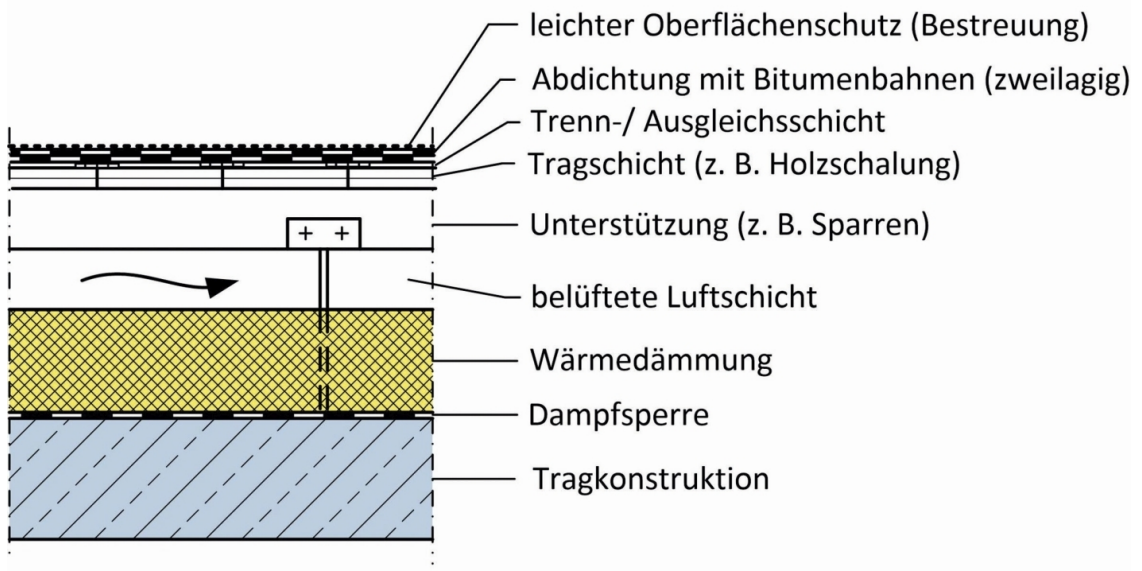


Bild 29: Belüftetes Dach (Quelle: Schmidt)



1.7.2 Beispiele für genutzte Dächer

Abdichtung auf der Wärmedämmschicht unter der Nutzschrift (Plattenbelag)

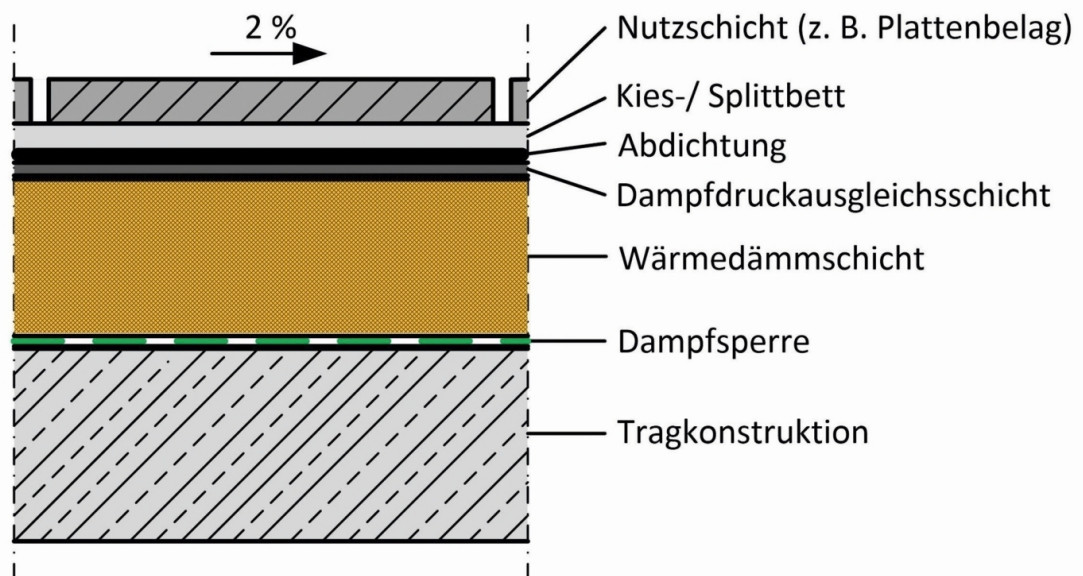
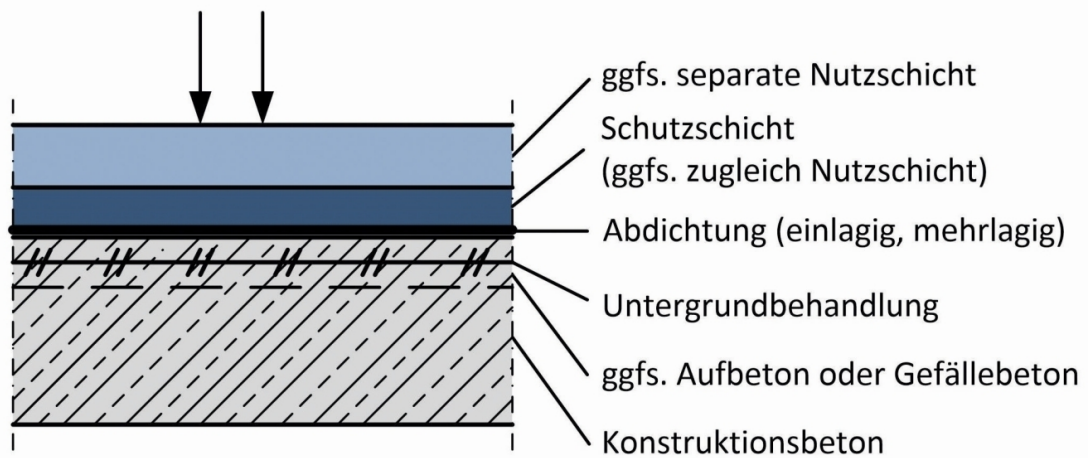


Bild 30: Nicht belüftetes begehbare Dach (Dachterrasse) (Quelle: Schmidt)

Bauweise 1a (n. DIN 18532)

Abdichtung unter Schutz-/Nutzschicht



Bauweise 1b (n. DIN 18532)

Abdichtung auf Konstruktionsbeton, direkt genutzt

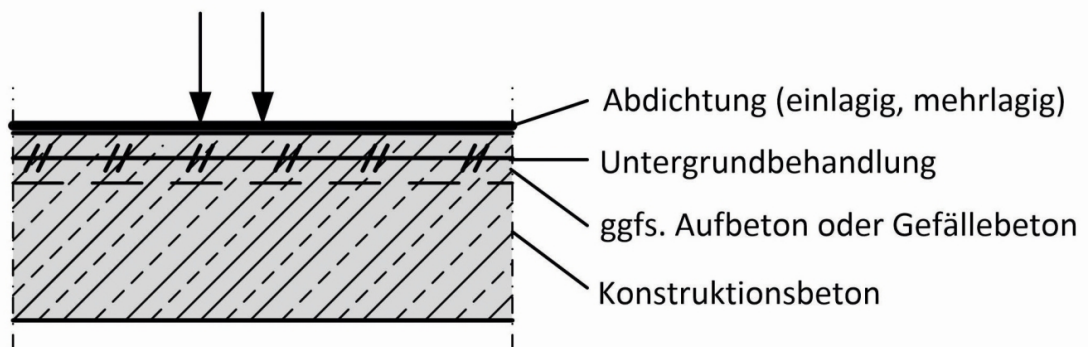


Bild 31: Nicht belüftetes befahrbares Dach (Parkdach Pkw) (Quelle: Schmidt)



2 Anforderungen an Flachdächer

Flachdächer müssen eine Vielzahl von Anforderungen erfüllen. Hierzu gehören neben den üblichen Anforderungen an Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit und Dauerhaftigkeit auch weitere Forderungen, die insbesondere den einzelnen Teilgebieten der Bauphysik (Wärmeschutz, Feuchteschutz, Schallschutz) zuzuordnen sind. Weitere Forderungen ergeben sich aus dem Brandschutz, der für Dächer im Allgemeinen („harte Bedachung“) und für großflächige Dächer von Industriebauten im Besonderen nachzuweisen ist. Schließlich werden Anforderungen an die Entwässerung der Dachoberfläche gestellt.

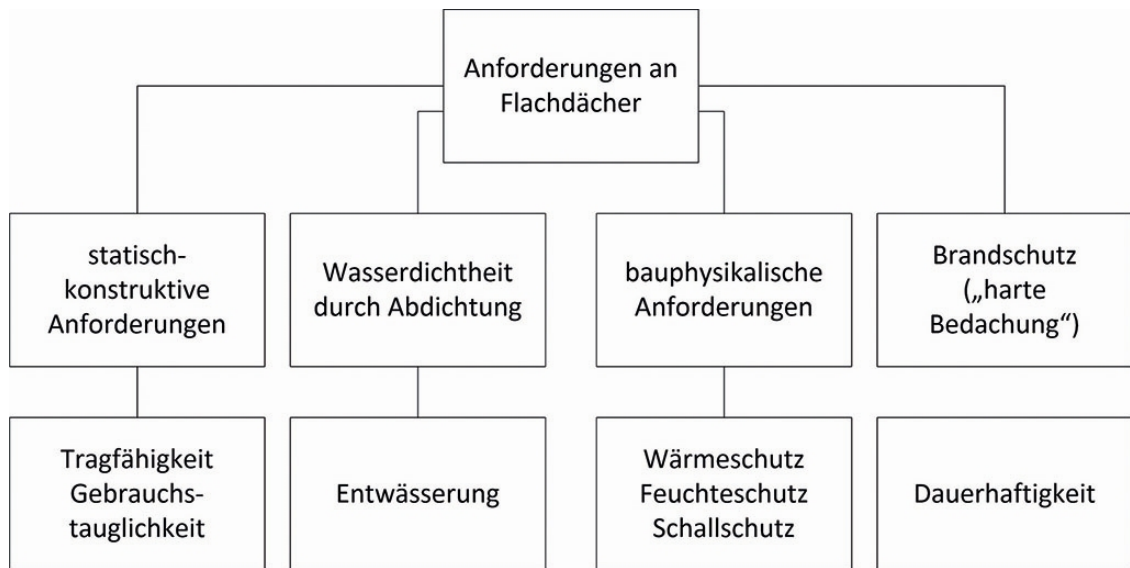


Bild 32: Anforderungen an Flachdächer (Quelle: Schmidt)

2.1 Anforderungen an die Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit { Tragfähigkeit } { Gebrauchstauglichkeit }

Flachdächer müssen eine ausreichende Tragfähigkeit und Standsicherheit aufweisen, d. h., die auf das Flachdach einwirkenden Lasten aus Eigengewicht, Schnee, Wind und sonstigen Einwirkungen sowie Kräfte zur Aussteifung des Tragwerks sind mit einer ausreichenden Sicherheit in die lastabnehmende, tragende Unterkonstruktion abzuleiten. Die hierfür zu beachtenden Anforderungen, das Sicherheitskonzept sowie die Nachweise sind in den entsprechenden Normen geregelt. In Deutschland gelten hierfür die sogenannten Eurocodes (EC 0 bis EC 9) einschließlich ihrer Nationalen Anhänge. Hierauf wird an dieser Stelle nicht eingegangen, es wird auf die genannten Normen verwiesen.

Neben einer ausreichenden Tragfähigkeit und Standsicherheit müssen Flachdächer auch gewisse Anforderungen der Gebrauchstauglichkeit erfüllen. Hiermit sind Forderungen gemeint, die sicherstellen, dass bestimmte Gebrauchsfunktionen während der Nutzung und unter planmäßiger Belastung erhalten bleiben. Bei Flachdächern ist hierbei die Begrenzung der Durchbiegung von besonderem Interesse.

Zu große Durchbiegungen der Tragkonstruktion eines Flachdaches wirken sich auch auf die Dachabdichtung und den Dachaufbau aus. Dabei können folgende Probleme auftreten:

- Entwässerung: Unplanmäßig große Durchbiegungen und Verdrehungen der Tragkonstruktion können das Gefälle der Dachoberfläche nachteilig verändern. Dadurch ist eine ordnungsgemäße Entwässerung der Dachoberfläche unter Umständen nicht mehr möglich. Die Durchbiegung der tragenden Bauteile eines Flachdaches sollte daher begrenzt werden. Im Zweifelsfall sollten besser strengere Werte für die maximale Durchbiegung angesetzt werden (z. B. $L/300$ bis $L/500$, mit L : Stützweite). Bei der Planung der Entwässerung sollte die Biegefläche des Daches, die sich

	aufgrund der zu erwartenden Belastung ergibt, mit herangezogen werden. Abläufe sollten möglichst in den Tiefpunkten der Biegelinie bzw. -fläche angeordnet werden.
•	Wassersackbildung {Wassersackbildung}, Wasseransammlungen: Durchbiegungen der Tragkonstruktion können zu örtlichen Wasseransammlungen auf der Dachoberfläche führen (Pfützen), die die Durchbiegung aufgrund der erhöhten Belastung weiter vergrößern. Bei der Bemessung der Tragkonstruktion sowie bei der Planung der Entwässerung sind diese Kriterien zu berücksichtigen.
•	Schädigung des Dachaufbaus: Zu große Durchbiegungen und Verdrehungen der tragenden Unterkonstruktion können den Dachaufbau und die einzelnen Schichten schädigen, indem diese gestaucht, übermäßig gedehnt oder gegeneinander verschoben werden. Als Folge können Überbeanspruchungen durch zu große Druckkräfte, Rissbildungen, Ablösen einzelner Schichten vom Untergrund oder Faltenbildung auftreten.

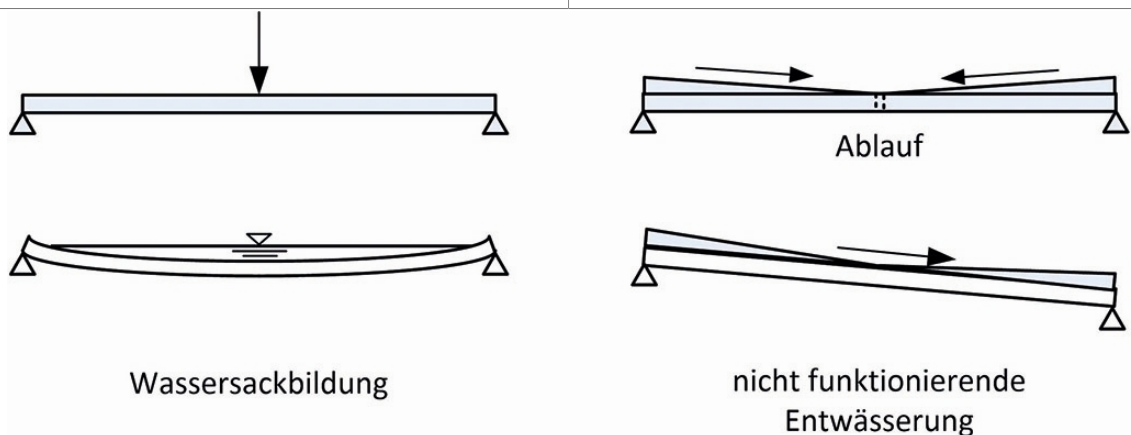


Bild 33: Mögliche Auswirkungen von zu großen Durchbiegungen und Verdrehungen der Tragkonstruktion eines Flachdaches (Quelle: Schmidt)

Die Berechnung der Durchbiegung erfolgt mit den Regeln der Baustatik unter Beachtung der bereits genannten „Eurocodes“. Im Gegensatz zu den Nachweisen der Tragfähigkeit, bei denen Teilsicherheitsbeiwerte auf der Einwirkungs- und auf der Baustoffseite zu berücksichtigen sind, werden bei der Ermittlung der Durchbiegung nur charakteristische Größen ohne Teilsicherheitsbeiwert angesetzt. Das bedeutet, dass die berechneten Durchbiegungen in der Realität auch tatsächlich auftreten können, wenn die zugrunde gelegten Lastannahmen und Modelle (statisches System, Baustoffeigenschaften) zutreffen.

Eine Sicherheit – wie bei den Nachweisen der Tragfähigkeit – ist nicht vorhanden, bzw. sie nimmt den Wert „eins“ (1,0) an. Allein aus diesem Grund sollte bei der Planung der Tragkonstruktion

von Flachdächern der Durchbiegungsbeschränkung {Durchbiegungsbeschränkung} besonderer Aufmerksamkeit gewidmet werden.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.