

Zu flach geneigte Dächer

Dipl.- Ing. Heinz Zanger

Vorwort

Seit der Mensch feste Behausungen – Immobilien – außerhalb natürlich vorgefundener Zufluchtsorte errichtet, kennen wir geneigte Dächer. Wahrscheinlich wurden dabei die positiven Erfahrungen von mobilen Dächern wie Zelten oder Jurten übernommen. Geneigte Dächer werden seit Jahrtausenden überall auf der Erde, in jedem Kulturkreis und in jeder Klimazone errichtet. Die verwendeten Materialien sind ebenso unterschiedlich wie die Deckungsart, Konstruktion und Dachneigung (siehe Abb. 1). Allen diesen Lösungen liegt die Erkenntnis zugrunde: Bei geneigten Dächern läuft das Regenwasser rasch ab.

Während der letzten zwei Jahrhunderte entwickelten sich in Mitteleuropa auch Flachdachkonstruktionen. Insbesondere in den letzten beiden Jahrzehnten ist allerdings auch festzustellen, dass ohne Berücksichtigung der Deckwerkstoffspezifika immer flacher geneigte Konstruktionen, teilweise unter 10° Sparrenneigung, anzutreffen sind.

Der Fachbeitrag befasst sich mit der Problematik derartiger zu flach geneigter Dächer bezogen auf alle schuppenförmigen Deckwerkstoffe.

Inhalt:

- Einleitung
- Steil oder flach, zu flach geneigt?
- 1. Praxisbedingungen
 - 1.1 Entscheidende Faktoren
 - 1.2 Standortfaktoren
 - 1.3 Dachbaustoffkenntnis
- 2. Regeldachneigung
 - 2.1 Zusatzmaßnahmen
 - 2.2 Unterschreitung der Regeldachneigung
- 3. Belüftete Dachkonstruktionen
- 4. Nachteile zu flach geneigter Dächer
- 5. Anspruch: Ganzheitliche Planung

Einleitung

Steil oder flach, zu flach geneigt?

Wer glaubt, die Frage: „Steildach oder Flachdach?“ völlig frei von Ideologien

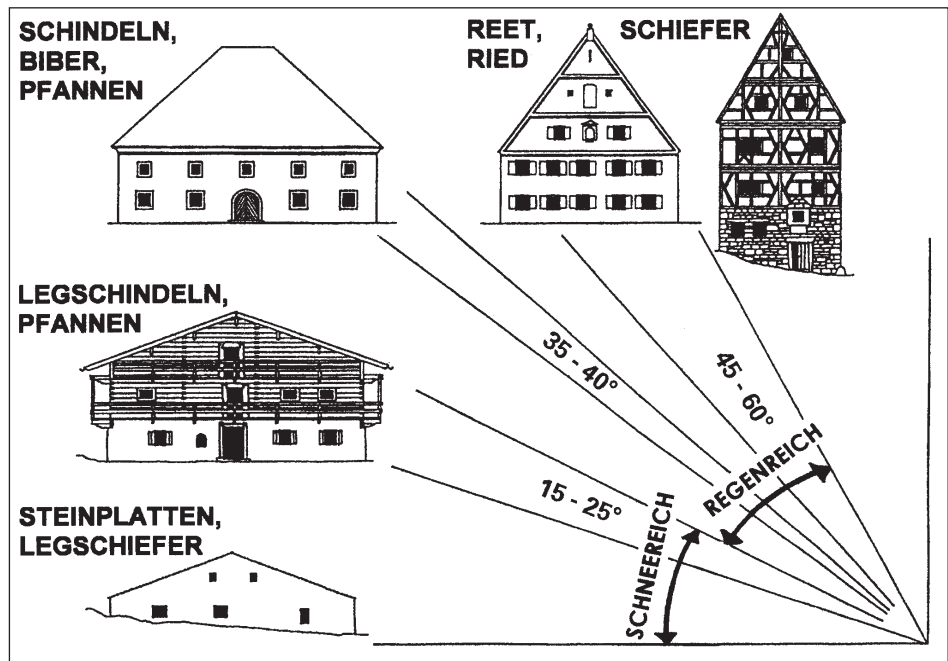


Abb. 1:

Die verschiedenen, regionaltypischen Hausformen bilden eine spezifische, historisch gewachsene Einheit in ihrer Konstruktion, ihrer Dachneigung und den ortsüblichen Deckmaterialien. Hierbei spielen insbesondere auch die regionalen Klimasituationen eine Rolle.

beantworten zu können, wird bei Überprüfung seiner Argumente feststellen, dass dies nicht immer wertfrei möglich ist.

„Der Streit um die Form des Daches des 'deutschen Wohnhauses' mit der Beanspruchung des 'steilen Daches' als 'deutsch', und der komplementären Ablehnung des flachen Daches als 'südländisch' oder als etwas 'Fremdes' oder etwas nur für den 'Gewerbebau' geeignetem, reicht bis ins 19. Jahrhundert zurück (u. a. Rudorff, 1897; Schultze-Naumburg, 1908; R. Schmidt, 1919), der Streit spitzte sich allerdings erst ab 1928 zum 'Krieg der Dächer' (Schwab, 1930) zu ...“ [2]

Um nicht in den Ruch der rein ideologischen Argumentation zu geraten, ist es immer sinnvoll, die Vorzüge der eigenen These darzustellen: Die Tabelle 1 stellt die Vorteile geneigter Dächer nach technischen, gestalterischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten zusammen. Unter einem „geneigten Dach“ sind hierbei Dachneigungen größer als 22° zu verstehen.

Die Tabelle 2 zeigt in schematischer Form die Entwicklung der Dachneigungen in Mitteleuropa in den letzten 1000

Jahren, bezieht sich allerdings auch auf andere Kulturräume und Zeiten.

Grob vereinfacht könnte man von einer sinuskurvenartigen Entwicklung sprechen. Signifikant ist die Dachformenentwicklung im Historismus und Klassizismus. Hier wirken sich die vielfältigen Reisen mittel- und nordeuropäischer Intellektueller in den Mittelmeerraum aus. Voller Euphorie werden in der Heimat die Architekturformen des klassischen Altertums propagiert und auch stilprägend umgesetzt. Die Folge sind Dachformen flachgeneigter Art hinter Brüstungen und Attiken – überwiegend mit Metall eingedeckt.

In der Bauhausära entwickelt sich das Flachdach heutiger Konstruktionsart. Möglich wird diese Architekturströmung durch neuere Baustoffe, die insbesondere als Substitute während der Rohstoffmangelphase des Ersten Weltkrieges erfunden werden. Letztlich sind die neuen Architekturformen/ Dachformen Ausdruck einer bewussten Abkehr vom „Althergebrachten“, vor allem auch vom „Heimatstil“. Sie führen in letzter Konsequenz zum „Internationalen Stil“.

Heute ist beim geneigten Dach – bezogen auf die jährlich einzudeckende Gesamtfläche – seit Jahren konstant ein Vorsprung von etwa 20 % gegenüber Flachdachflächen zu verzeichnen.

Sorgen bereitet das zu flach geneigte Dach bezogen auf alle schuppenförmigen Deckwerkstoffe.

1. Praxisbedingungen

Aus der langen Erfahrung mit den regionalen und lokalen Gegebenheiten haben sich unterschiedliche Formen des geneigten Daches entwickelt. Eine Vielzahl von Erfahrungswerten bilden ein fein abgestimmtes Gefüge. Sie ergeben in ihrer Summe das für die jeweilige Situation am besten geeignete Dach.

1.1 Entscheidende Faktoren

Die Abbildung 2 zeigt die allgemeinen Anforderungen von außen und aus dem Gebäudeinneren an die Dachkonstruktion. Insgesamt können die Faktoren in vier Gruppen zusammengefasst werden:

- Klimafaktoren: Niederschlagshäufigkeit, Niederschlagsmenge, Niederschlagsform, Sonneneinstrahlung, Sommerlicher Wärmeschutz, Solare Energiegewinnung, Windbelastung, Windhäufigkeit, Windrichtung, Windgeschwindigkeit.
- Regionale Faktoren: Exponierte Lage, Extremer Standort, Vor Ort verfügbare (Dach-)Baustoffe, Transportmöglichkeiten.
- Bautechnische Faktoren: Kenntnisse in der Herstellung des Dachbaustoffs, Erfahrungstiefe des Planers, Ingenieurkenntnisse, Handwerkliche Fähigkeiten und Möglichkeiten, Bauphysikalische Anforderungen (Wärmeschutz, Tauwasserschutz, Schallschutz, Brandschutz), Transportgeräte, Hebeeinrichtungen.
- Nutzungsfaktoren: Architektur und Bauform, Nutzungsart, Städtebauliches Umfeld, Landschafts-/Ensembleschutz.

Tabelle 1: Vorteile geneigter Dächer

	Technisch	Gestalterisch	Wirtschaftlich
Geneigte Fläche	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schnelle Ableitung von Niederschlagswasser ▪ Günstiges Verhalten gegenüber Wind-Sog-Beanspruchung ▪ Entsprechend Himmelsrichtung und Dachneigung gute Eignung für Aggregate der Gewinnung regenerativer Energien 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sichtbare Dachfläche (5. und 6. Fassade) ▪ Vielfältige Gestaltungsmöglichkeiten ▪ Anpassung an Landschaft und Nachbarbauten ▪ Anpassung an regionale Besonderheiten 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewährte Decksysteme ▪ Zusätzlicher Nutzraum
schuppenförmige Deckung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einzelelemente gleichen Bewegungen der Dachdeckung und Konstruktion aus ▪ Kritische Dehnfugen entfallen ▪ Luftdurchlässigkeit schützt die Gesamtkonstruktion 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hohe Gestaltungsvarianz der Dachfläche durch Auswahl unter verschiedenen Werkstoffen mit unterschiedlichen Profilen in verschiedenen Verlegesystemen ▪ Die Strukturen der Deckwerkstoffe führen zu einer lebendigen Licht- und Schattenwirkung ▪ Keine störenden Dehnfugen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Leichte, schnelle und witterungsunabhängige Dachdeckung ▪ Problemloses Auswechseln von Einzelelementen ▪ Kostspielige Dehnfugen entfallen
Werkstoffe	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Verschiedene Werkstoffe, wie Faserzement-Platten, Dachsteine, Dachziegel und Schiefer stehen zur Verfügung ▪ Anpassung an Klima und örtliche Verlegetechniken durch Auswahl bewährter Decksysteme ▪ Wandbekleidung und Dachhaut können aus einem Werkstoff erstellt werden ▪ Nicht brennbar ▪ Unbedenklich für die Umwelt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Variationsmöglichkeiten durch Farbe und Form ▪ Ebene und gerundete Flächen ▪ Grate, Kehlen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Dem Klima und der Bauaufgabe entsprechend große Auswahl von preisgünstigen Deckwerkstoffen mit langer Nutzungsdauer ▪ Durch die Eigenschaft "nicht brennbar" einfachere Brandschutzanforderungen
Flexibilität	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Technisch problemlose Erweiterungsmöglichkeiten ▪ Großes, auf Werkstoffe abgestimmtes Angebot an System-, Einbau- und Zubehörteilen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Flacher geneigte bis steile Dachflächen als Pult-, Sattel-, Falt- und Tonnendächer ▪ Wechsel von hohen und weniger hohen Räumen mit waagerechten und geneigten Decken ▪ Belichtung nach Bedarf 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusätzlicher Dachraum kann sofort oder erst später ausgebaut werden (Wohnraumreserve) ▪ Nutzung als Wohn-, Schlaf- oder Abstellraum ▪ Nutzung als Luftraum in Schulen, Gaststätten, Wohnhallen ▪ Nutzung als haustechnischer Bereich (Heizung, Klima etc.)
Entwässerung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gefahrlose Außenentwässerung verhindert kostspielige Folgeschäden an Wänden und im Hausinneren 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Architektur entsprechend Möglichkeiten sichtbarer Entwässerung mit einer Vielzahl von Gestaltungsvariationen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genormte Entwässerungssysteme ▪ Kostengünstige Austauschbarkeit ▪ Schallschutzmaßnahmen entfallen ▪ Nutzung von Regentonnen und Zisternen für Brauchwasser
Belichtung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durchsichtige Einzelelemente gleichen Formates sowie zur Dachhaut passende Dachwohnraumfenster 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Interessante Lichtführung mit durchsichtigen Einzelelementen und Dachwohnraumfenstern in unterschiedlich geneigten Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Problemloses und preisgünstiges Einbauen und Austauschen von Belichtungselementen und Dachwohnraumfenstern
Lüftung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bewährte Lüftungsmöglichkeiten in allen Bereichen der Dachdeckung und der Dachkonstruktion bzw. des Dachraumes 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Lüftungselemente lassen sich harmonisch in die Dachfläche einfügen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Genormte Formteile, die in das System der Dachdeckung passen
Solarnutzung	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Nutzung der Sonnenenergie zur Wärme- und Stromgewinnung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Neuartige Kollektoren und Module sind in Dachdeckung integrierbar ▪ Möglichkeiten der Dachgestaltung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ideale Neigung für höchsten Nutzungsgrad der Systeme ▪ Einfache Montage ▪ Vielfältige Förderprogramme

Tabelle 2:
Historische Entwicklung der Dachformen in Mitteleuropa

STEIL	FLACH		
		20° - 30°	GESAMTER KULTURKREIS MIT GENEIGTEN DÄCHERN HISTORISCH → NEUZEITLICH CHINA/NORDAFRIKA/ MITTELMEERRAUM
		45° - 60°	MITTELEUROPA - FRÄNKISCH KAROLINGISCH, ROMANISCH, GOTISCH BIS ZU BAROCK (KLASSIZISMUS TEILWEISE < 40°)
		70°/ 30°	BAROCK
		10° - 15°	KLASSIZISMUS UND HISTORISMUS CA. AB 1820
		45° - 55°	GRÜNDERZEIT CA: AB 1850 BIS ZUM 2. WELTKRIEG
		0° - 5°	BAUHAUS AB 1920 BIS HEUTE
		30° - 35°	WIEDERAUFBAUPHASE NACH DEM 2. WELTKRIEG, TEILWEISE BIS HEUTE
		< 20° - 10°	AKTUELLER TREND AB 1980

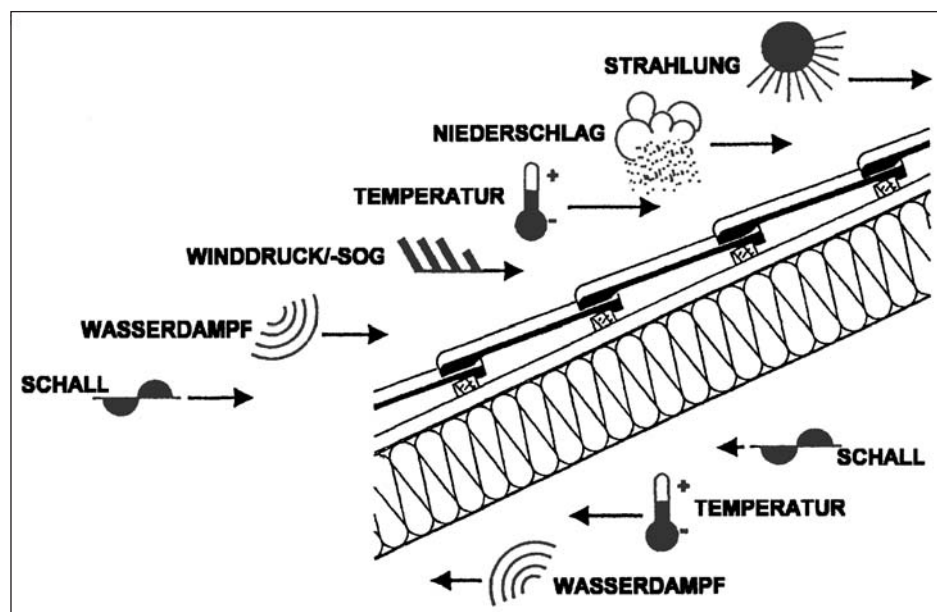


Abb. 2:
Das Dach bildet eine Grenzschicht zwischen innen und außen und ist daher von beiden Seiten hohen Anforderungen ausgesetzt.

1.2 Standortfaktoren

Die Abbildungen 3 bis 8 zeigen einige exponierte Lagen, extreme Standorte, die selbst für Dachneigungen oberhalb der Regeldachneigung erhöhte zusätzliche Anforderungen erbringen. Umso problematischer wirkt sich eine Dachneigung unterhalb der Regeldachneigung aus.

Die Abbildung 7 versucht den ungünstigeren Wasseranfall auf flachgeneigten Dächern zu veranschaulichen.

1.3 Dachbaustoffkenntnis

Abbildung 8 zeigt am Beispiel der Kopfverfaltung eines Falzdachziegels das unterschiedliche Wasserverweil- bzw. Ablaufverhalten bei verschiedenen Dachneigungen. Kommen zur geringen Dachneigung zusätzliche Negativfaktoren (Standort, Klima) hinzu, ist von weitaus größerem Feuchteintrieb unter die Dachdeckung auszugehen.

Bei starkem Niederschlag und flacher Sparrenneigung sind Wassermenge und Wasserverweildauer – hier beispielsweise im Kopfbereich eines Dachziegels – erheblich größer bzw. ist die Abfließgeschwindigkeit erheblich kleiner als bei größerer Dachneigung.

Gefahr: Bei zu flachgeneigten Eindeckungen steigt bei zusätzlichem Wind die Gefahr des Wassereintritts durch die Verfaltung.

Die Dachdeckung eines geneigten Daches mit schuppenförmiger Eindeckung wird als regensicher bezeichnet. Dabei werden die Niederschläge von dem höherliegenden, überdeckenden Dachelement so auf das darunter liegende geleitet, dass im Normalfall kein Wasser in die Konstruktion eindringen kann. Ein Flachdach dagegen muss wasserdicht ausgeführt werden, d. h. die Dachhaut ist vollständig geschlossen.

2. Regeldachneigung

Die Regensicherheit hängt maßgeblich von der Dachneigung ab. Die Dachneigung ist die Neigung der Dachkonstruktion (Unterkonstruktion) gegen die Waagerechte. Sie wird als Winkel zwischen der Waagerechten und der Dachfläche in Grad oder als Steigung über der Waagerechten in Prozent ausgedrückt. Die Grenze für die Regensicherheit eines Deckmaterials gibt

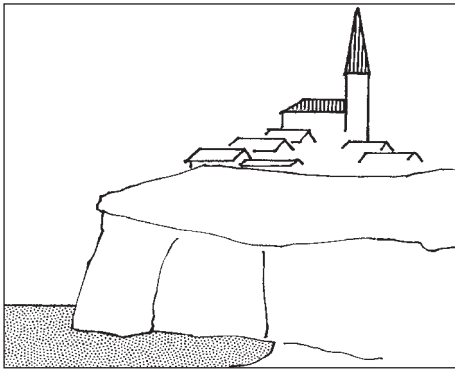


Abb. 3:
Exponierte Lage, besondere Witterungsverhältnisse

Örtlichkeit	
<ul style="list-style-type: none"> exponierte Kuppenlage Gewässernähe 	
Lagenachteile	Lagevorteile
<ul style="list-style-type: none"> ungeschützt der Hauptwindrichtung ausgesetzt 	<ul style="list-style-type: none"> kurze Trocknungsphasen durch Wind

Feuchteprobleme
<ul style="list-style-type: none"> Regen- und Schneeeintrieb hohe Luftfeuchtigkeit durch Gewässernähe

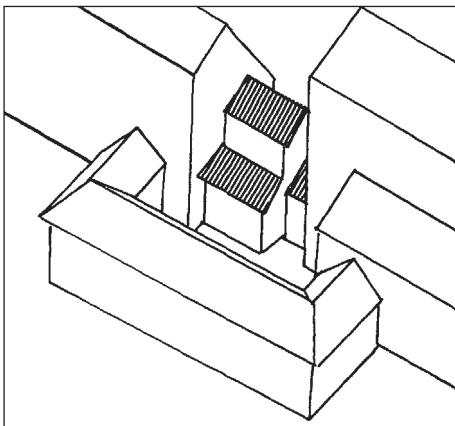


Abb. 4:
Extremer Standort: gefangenes Gebäude, besondere Witterungsverhältnisse

Örtlichkeit	
<ul style="list-style-type: none"> extremer Standort durch bauliche Umgebung 	
Lagenachteile	Lagevorteile
<ul style="list-style-type: none"> Gefangenes Gebäude mit starker Verschattung Beeinträchtigung des Luftaustauschs/ Lüftungsstroms 	-

Feuchteprobleme
<ul style="list-style-type: none"> lange Verweildauer von Feuchte auf und unter der Dachdeckung führt zu: <ul style="list-style-type: none"> Korrosionsschäden Holzschäden Frostschäden verstärkter Grünbildung

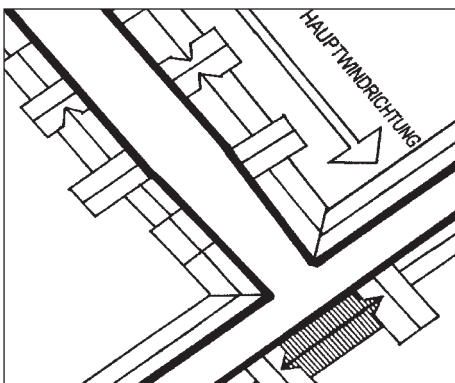


Abb. 5:
In Hauptwindrichtung entwickelt sich durch die Straßenbebauung eine „Düsensituation“. Das markierte Dach befindet sich an einem extremen Standort mit besonderen Witterungsverhältnissen

Örtlichkeit	
<ul style="list-style-type: none"> Düsensituation 	
Lagenachteile	Lagevorteile
<ul style="list-style-type: none"> Windeinwirkung potenziert durch Stausituation starke Windsog-Einwirkung 	<ul style="list-style-type: none"> kurze Trocknungsphasen

Feuchteprobleme
<ul style="list-style-type: none"> Regen- und Schneeeintrieb normale Kondensatbildung

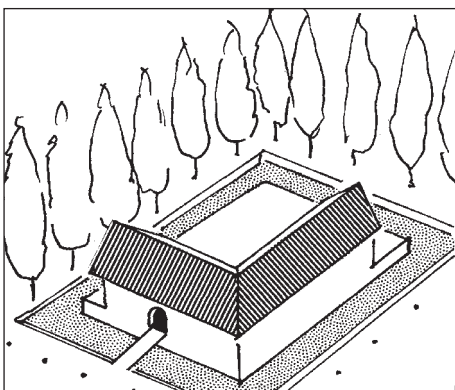


Abb. 6:
Gewässernähe und Baumbestand führen zu besonderen Witterungsverhältnissen

Örtlichkeit	
<ul style="list-style-type: none"> exponierte Kuppenlage Gewässernähe 	
Lagenachteile	Lagevorteile
<ul style="list-style-type: none"> hohe Vegetation Gewässernähe 	-

Feuchteprobleme
<ul style="list-style-type: none"> lange Verweildauer der Feuchte auf und unter der Dachdeckung führt zu: <ul style="list-style-type: none"> Korrosionsschäden Holzschäden Frostschäden verstärkter Grünbildung

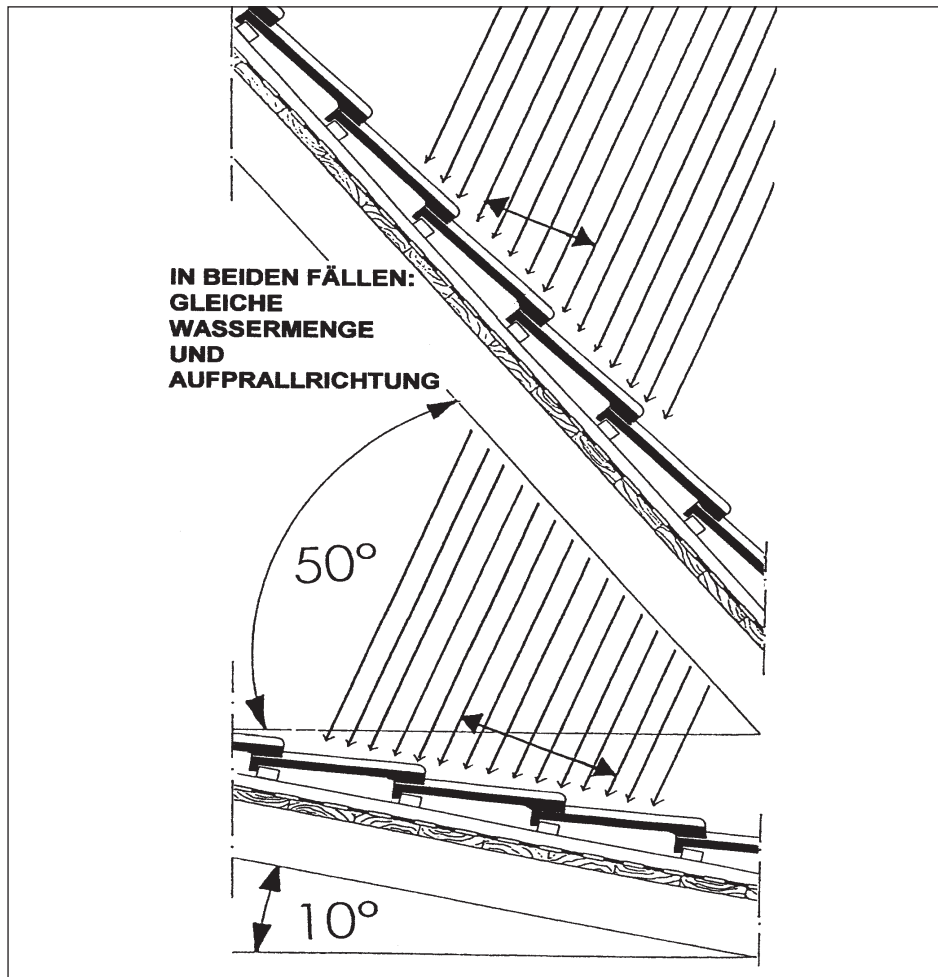


Abb. 7:
Ungünstigerer Wasseranfall auf flachgeneigten Dächern

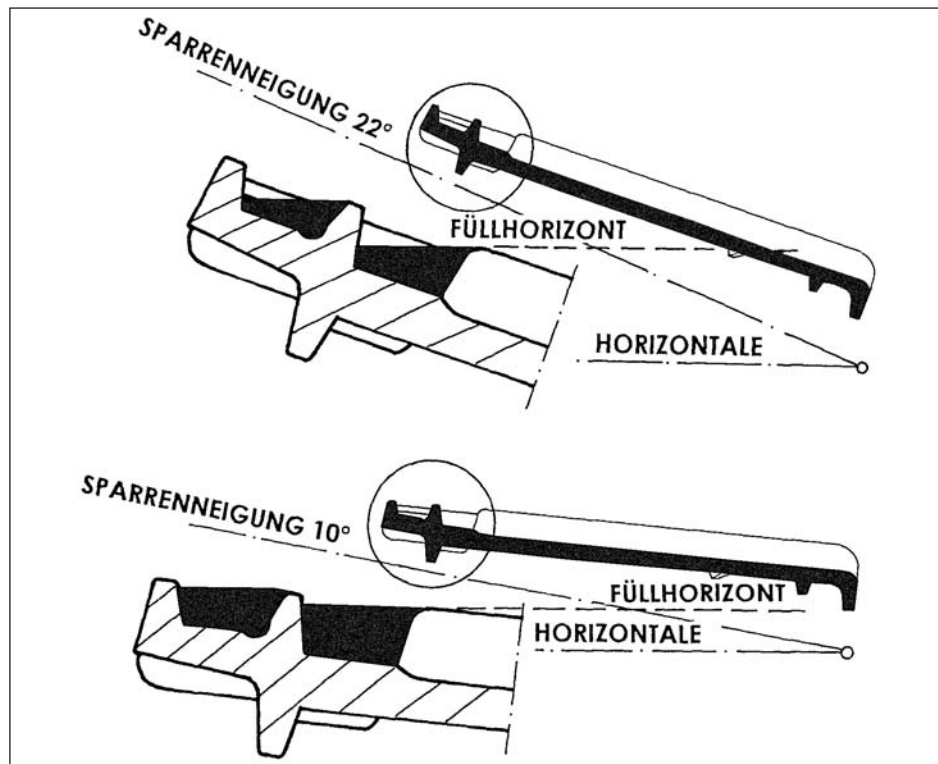


Abb. 8:
Längsschnitt durch Dachziegel

die Regeldachneigung an. Sie ist nicht als eine Dachneigung zu verstehen, die „in der Regel“, also „idealerweise“ einzuhalten ist, sondern die Dachneigung sollte nach Möglichkeit immer höher als die Regeldachneigung gewählt werden. Denn die Regeldachneigung ist die unterste Dachneigungsgrenze, bei der sich in der Praxis eine Dachdeckung als regensicher erwiesen hat. Das bedeutet, dass jedem Deckwerkstoff eine spezifische Regeldachneigung zugeordnet ist. Je höher die Passgenauigkeit, je besser die Verfalzung oder die Überdeckung ist, um so größer ist die Regensicherheit (siehe Abb. 9 und 10).

Schuppenförmig gedeckte Dächer sind bei extremen Wetterlagen nicht immer gegen eingetriebene Feuchte zu schützen. Hier sind Maßnahmen zum Schutz der Konstruktion unter der Deckung zu schaffen.

Bei Unterschreitung der Regeldachneigung wird die Forderung an die Dachdeckung, regensicher und weitgehend auch regeneintriebssicher zu sein, noch weiter eingeschränkt.

2.1 Zusatzmaßnahmen

Die Regeldachneigung muss durch – zum Teil aufwendige – Zusatzmaßnahmen wie Unterspannung, Unterdeckung oder im Extremfall Unterdächer sichergestellt werden.

Unterdächer bestehen üblicherweise aus wasserdichten Unterdachbahnen, die mit wasserdicht ausgeführten Nähten auf Schalung verlegt werden. Dieser „Extremfall“ tritt unabhängig von zusätzlichen Anforderungen an das Dach bereits dann ein, wenn die Regeldachneigung um mehr als 6° unterschritten wird. So ist nach den Fachregeln des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks (ZVDH) bei Deckungen mit profilierten Dachsteinen bzw. Flachdachziegeln bei Dachneigungen unter $22^\circ - 6^\circ = 16^\circ$ ein „regensicheres Unterdach“ vorzusehen. Bei Unterschreitung der Regeldachneigung um mehr als 10° , also bei einer Dachneigung von 12° , ist das noch aufwendigere „wasserdichte Unterdach“ einzubauen, bei dem die Unterdeckbahn über die Konterlattung geführt wird, um die Nagelung der Konterlattung zusätzlich abzudichten.

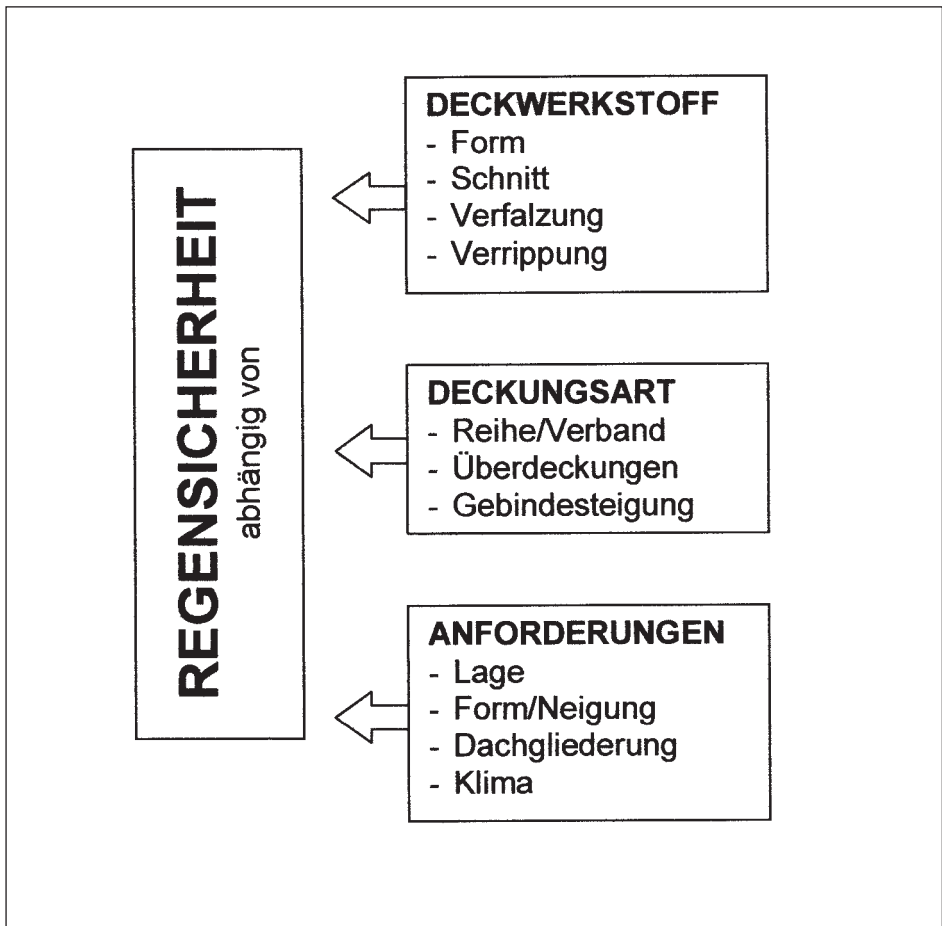


Abb. 9:
Die Regensicherheit ist abhängig von drei Faktorgruppen: Deckwerkstoff, Deckungsart und Anforderungen

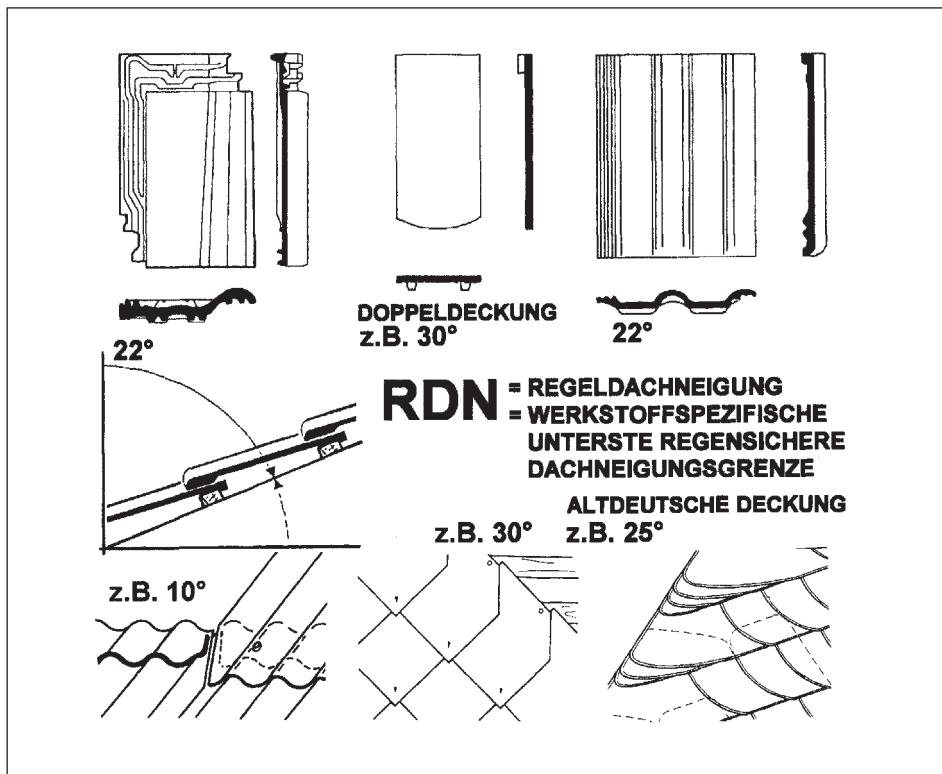


Abb. 10:
Beispiele für Regeldachneigungen

2.2 Unterschreitung der Regeldachneigung

Obwohl – laut Fachregel – Dachziegel und Dachsteine erst bei Dachneigungen unter 10° nicht mehr eingesetzt werden dürfen, ist es, schon aus finanziellen Erwägungen, unverständlich, die Regeldachneigung ohne Not zu unterschreiten. Außer den hohen Zusatzkosten und den bauphysikalischen Lüftungsproblemen gerät die aufgelegte Dachdeckung dann nur noch zum Zierrat – womit das bewährte Prinzip der schuppenförmigen Deckung ad absurdum geführt wird. Zudem ist bei einer Reduzierung der Regeldachneigung der Planer bzw. der Ausführende nicht mehr durch die übergreifend gültigen Fachregeln abgesichert.

Der Planer bzw. der Ausführende muss nun nachweisen, dass die Abweichung von den Regeln der Technik gerechtfertigt ist. Insbesondere im Schadensfall wird dies nicht einfach sein.

Den Herstellern von Unterdeckbahnen gelingt es offenbar immer besser, ihre Produkte gegen H₂O in Dampfform von innen und außen zu öffnen und gleichzeitig gegen Wasser im flüssigen Aggregatzustand von außen resistent zu machen. Das Ergebnis sind hochdampfdiffusionsoffene, aber gleichzeitig mindestens regensichere Unterdeckbahnen, die bei Unterschreitung der Regeldachneigung um bis zu 6° durchaus ihre Funktion erfüllen. Unterhalb dieser Dachneigung sind Unterdeckbahnen einzusetzen, an die – bezogen auf die Abdichtqualitäten – ähnliche Anforderungen wie an Flachdächer gestellt werden.

Diese Bahnen sind dann entsprechend wasserdicht, aber im Normalfall eben auch dampfdicht. Theoretisch rechnerisch ist es möglich, auch die nach außen sehr dampfdichten Konstruktionen als Sparrenvoldämmung – das heißt ohne zweite Lüftungsebene – auszuführen. Allerdings setzt dies nach den gültigen technischen Regeln voraus, dass die Innenausbauweise entsprechend der rechnerischen Vorgaben absolut luft- und dampfdicht auszuführen ist und dass keine nennenswerten Baufeuchte in der Konstruktion eingeschlossen ist. Die Praxis zeigt allerdings, dass diese Anforderungen nicht immer erfüllt werden bzw. auch nicht nachhaltig sicherzustellen sind.

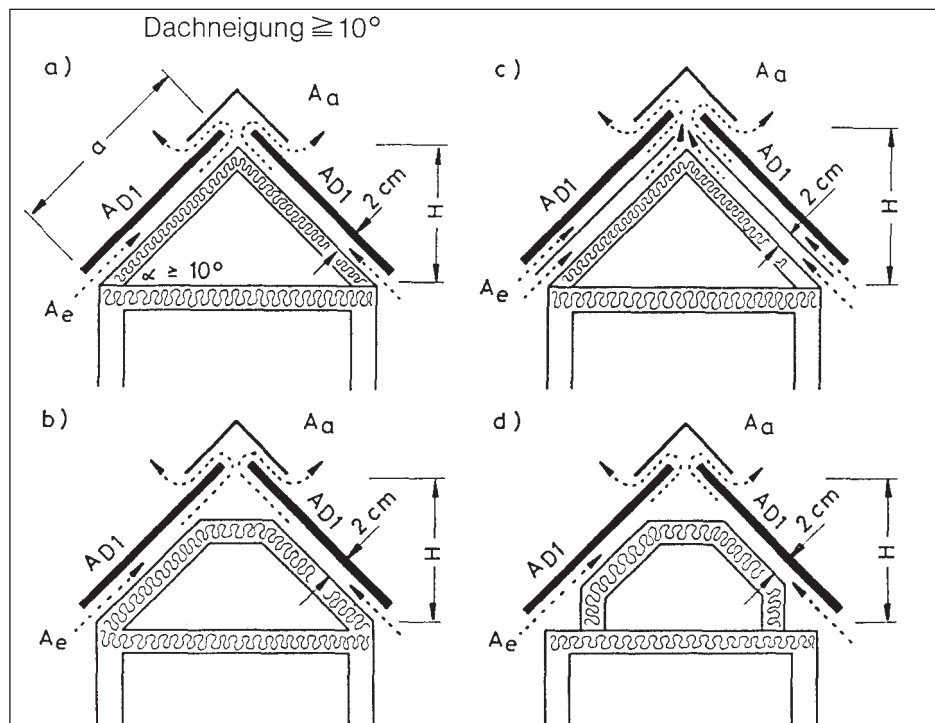


Abb. 11:
Geometrie und Begriffe des belüfteten Daches bei Dachneigungen über 10°. Antreibende Druckdifferenz infolge thermischen Auftrieb.

Erläuterung zu c):

Die DIN 4108-3 regelt nur den Belüftungsquerschnitt sowie die Zu- und Abluftöffnungen für die erste Belüftungsschicht. Die zweite Belüftungsschicht ist entsprechend den Fachregeln des verwendeten Eindeckmaterials zu dimensionieren.

Somit ist bei Unterdächern eine Lüftungsebene oberhalb der Wärmedämmung zu empfehlen. Diese Konstruktion setzt wiederum eine uneingeschränkte Lüftungsführung voraus. Kehlen, Gauben oder Grate unterbrechen dagegen die Lüftungsebene. Da gerade bei geringen Dachneigungen der konvektive Auftrieb reduziert wird, ist eine ungehinderte Luftanströmung der Lüftungsöffnungen an den Traufen wichtig. Das gilt besonders für wasserdichte Unterdächer, da bei dieser aufwendigsten Zusatzmaßnahme keine Öffnungen erlaubt sind – auch nicht die obligatorische Lüftungsöffnung im Firstbereich.

3. Belüftete Dachkonstruktionen

Belüftete Dachkonstruktionen sind Systeme, bei denen zwischen den wärmedämmenden Schichten und der Dachhaut ein Zwischenraum besteht, der durch Öffnungen an den Dachrändern, in der Dachfläche und am First belüftet ist. [3] Zweck der Belüftung ist es, Feuchtigkeit durch den Belüftungsstrom nach außen abzuführen.

Im Vergleich zum nicht ausgebauten Bodenraum sind die heute anzutreffenden Belüftungsräume sehr klein dimensioniert. Sollen diese kleinen Belüftungsräume die gleiche Aufgabe wie der große Bodenraum des Steildaches erfüllen, so müssen durch konstruktive Maßnahmen, wie ausreichend bemessene Lüftungsebenen mit entsprechenden Zu- und Abluftöffnungen, ausreichende Luftaustauschraten zwischen Belüftungsraum und Außenluft möglich sein. Die Bewegung des Luftstromes im Belüftungsraum kann technisch als Strömung in einer Rohrleitung verstanden werden. Als Antriebsmotoren des Strömungsvorganges sind der thermische Auftrieb und die Windwirkung zu nennen.

Der thermische Auftrieb (Kaminzugprinzip) basiert darauf, dass die Dichte der Luft mit zunehmender Temperatur abnimmt. Die antreibende Druckdifferenz wird um so größer, je größer die Höhendifferenz zwischen den Lüftungsöffnungen an Traufe und First ist (siehe Abb. 11).

Da diese Höhendifferenzen über Dach-

neigung und Dachlänge miteinander geometrisch verknüpft sind, kann daraus der Schluss gezogen werden, dass der thermische Auftrieb um so besser funktioniert, je steiler das Dach geneigt ist. Dies ist durch Messungen mehrfach bestätigt worden.

Die ständige Komponente des Auftriebes ergibt sich also aus der Temperaturdifferenz zwischen Belüftungsraum und Außenluft. Der Vollständigkeit halber wird hier einmal die zugrunde liegende Formel aufgeführt:

Antreibende Druckdifferenz infolge thermischen Auftrieb:

$$\Delta p = g \cdot (\rho_a - \rho_i)$$

$g = 981 \text{ m/s}^2$ Erdbeschleunigung

ρ_a Dichte der Außenluft
 ρ_i Dichte der erwärmten Luft im Belüftungsraum

4. Nachteile zu flach geneigter Dächer

Die hier zugrunde liegenden Architekturtrends sollen in diesem Themenzusammenhang nicht weiter bewertet werden. Aufzuklären ist allerdings der kritiklose Umgang mit Deckwerkstoffen, ohne Rücksicht auf die jeweilige Eignung für bestimmte Anforderungen. Für den Tragwerkplaner ist es selbstverständlich, dass er in Abhängigkeit zum Abtrag der Lasten entsprechend geeignete Mauersteine verwendet. Bei Dachkonstruktionen, insbesondere Deckungen, drängt sich der Eindruck auf, dass häufig ohne weitere Baustoffkenntnis, oder, schlimmer noch, gedankenlos mit der Schutzfläche Dach umgegangen wird.

- Die Wasserableitungsgeschwindigkeit auf geneigten schuppenförmigen Deckungen ist abhängig von der Neigung und von der Oberflächenbeschaffenheit des Deckwerkstoffes. Dies führt bei extremen Wetterlagen und geringen Neigungen zu Feuchteinträgen durch das Fugensystem unter die Dachdeckung.
- An extremen Standorten, exponierten Lagen verschärfen sich die Anforderungen zusätzlich.

- Je steiler die Dachneigung, um so schneller läuft das Niederschlagswasser ab. Die Dachfläche trocknet schneller ab. Damit ist eine Algen-, Flechten- und Moosbildung, die lokal durch Baumbestand oder Klima begünstigt werden kann, wirksam gemindert.
 - Aufwendige Zusatzmaßnahmen zur Regensicherheit unter der Eindeckung sind bei zu flach geneigten Dächern immer erforderlich.
 - Funktionsfähige Lüftungsquerschnitte unter der Deckung und über der Wärmedämmung (bei belüfteten Konstruktionen) sind kaum möglich. Der thermische Auftrieb (Kaminzugprinzip) basiert darauf, dass die Dichte der Luft mit zunehmender Temperatur abnimmt. Die antreibende Druckdifferenz wird um so größer, je größer die Höhendifferenz zwischen der Lüftungsöffnung an Traufe und First ist.
 - Die Neigung von Kehlen und Graten am Dach ist stets geringer als die Dachneigung. Die Belastung durch Niederschlag ist hier ohnehin erhöht und bei flacher Dachneigung oft nur durch großen Aufwand zu bannen. Liegt die Dachneigung etwa im Bereich der geringsten Regeldachneigung von 22°, beträgt die Neigung der Kehle nur noch etwa 15° – und dies an einer Stelle, an der der Niederschlag von zwei Dachflächen zusammentrifft und konzentriert abgeführt werden muss!
- So sind nach den Fachregeln Metallarbeiten des ZVDH beispielsweise Kehlbleche sehr weit unter die Deckung zu führen: beispielsweise bei einer Kehlneigung < 15° mindestens 200 mm. Zudem ist die Deckung in diesen Bereichen noch aufwendiger anzuarbeiten.
- Flachgeneigte Dächer sind anfälliger gegen Windsog als steilere. Dies bedingt einen höheren Befestigungsaufwand bei entsprechend windgefährdeter Lage des Gebäudes.
 - Denkt man bei der Planung eines geneigten Daches an den zukünftigen Einbau einer Photovoltaik- oder Solaranlage auf dem Dach, sollte eine steilere Neigung gewählt

werden. Dadurch erreichen die Anlagen einen optimalen Wirkungsgrad. Zu flach geneigte Dächer erfordern zusätzliche Stützkonstruktionen.

5. Anspruch: Ganzheitliche Planung

Die zahlreichen ausgeführten Maßnahmen, welche zur einwandfreien Funktion eines geneigten Daches beitragen, erfordern ein empfindliches Gleichgewicht. Jede zusätzliche Anforderung verschiebt dieses Gleichgewicht und droht es zu (zer-)stören.

Keiner käme auf die Idee, aus ästhetischen Erwägungen heraus, auf Scheinwerfer und Rücklichter bei einem PKW zu verzichten oder gar Bremssysteme nur auf ein Rad zu beschränken. Die Gestaltungsfreiheit am Dach wird dagegen bedenkenlos ausgelebt, ohne die empfindlichen Interdependenzen zu berücksichtigen. Notwendig ist aber der ganzheitliche Ansatz:

- Bereits in der Vorentwurfsphase sind die Dachform und das Dachmaterial konsequent „mitzuplanen“.
- Im gesamten Planungsgefüge müssen die gegenseitigen Abhängigkeiten zwischen Grund- und Aufriss, zwischen Baukörper und Dach, zwischen Anforderungen und Maßnahmen, zwischen Aufwand und Nutzen berücksichtigt werden.

Das, was beim Flachdachansatz Ausdruck einer gezielten Gestaltungsabsicht ist, gerät beim zu flach geneigten Dach in unseren Breiten zu einem Architekturhybrid (Duden: Blendling, Mischling, Bastard) – und dies nicht nur in ästhetischer Hinsicht.

Quellen

[1] Joseph W. Jaegers: Wissen Sie alles zum Thema „geneigtes Dach“? in: Dachdeckermeister 11/2000. Text und Abbildungen wurden als Grundlage des Fachbeitrages verwendet.

[2] Gerhard Fehl: „Führer-Wohnungsbau“ und Landschaftsnorm, in: Wissenschaftliche Zeitschrift 01, hg. v. Hochschule für Architektur und Bauwesen, Weimar 1994.

[3] Wärmedämmung und Lüftung am geneigten Dach, d-extrakt Arbeitsheft 15 (vergriffen).