

Dachsanierung eines Hallenbades mit neuer Eindeckung aus Kupferblech

FALLBEISPIEL 7

VITUSBAD, EVERSWINKEL (DEUTSCHLAND)

Nach mehreren fehlgeschlagenen Sanierungen jetzt als einschaliges FOAMGLAS®-Warmdach mit Metalleindeckung saniert

Dieser Beitrag wurde in der Zeitschrift «Der Dachdecker Meister» veröffentlicht und ist auch als Sonderdruck über die Deutsche Pittsburgh Corning erhältlich.



Objekt: Vitus-Bad, Everswinkel
Bauherr: Gemeinde Everswinkel
Architekt: Prof. Dipl.-Ing. Günther Estermann, Münster
Unternehmer: Firma Pickenäcker, Bedachungen 59320 Ennigerloh

Ausführung: FOAMGLAS®-Metalldachsystem mit Kupfereindeckung

Technische Beratung: DEUTSCHE PITTSBURGH CORNING GMBH
Reiner Feld, Dortmund

Ursprüngliche zweischalige Kaltdachkonstruktion frühzeitig schadensanfällig

Mitten in der herrlichen Parklandschaft des süd-östlichen Münsterlandes liegt die Gemeinde Everswinkel. Besondere Attraktion ist die architektonisch ansprechende und großzügig gestaltete Sportanlage Vitus-Bad.

Fertiggestellt wurde das pyramidenartige Bauwerk im Dezember 1982.

Bei der Gestaltung der Dachkonstruktion des 5-eckigen Hauptgebäudes entschied sich der damalige Architekt für eine zweischalige Kaltdachkonstruktion mit 30° Dachneigung und 10 cm Mineralwolle-

dämmung. Das Bad ist überwölbt mit einer Binderkonstruktion aus Holzleimbinder.

Gaubenähnliche Erweiterungen sind in zwei Dachflächenbereichen vorhanden, die im Galeriebereich eine Saunanlage aufnehmen. Diese Gaubenbereiche sind mit einem Flachdach versehen. Die 5 Leimbinderkonstruktionen sind durch jeweils 4 schichtverleimte Unterzüge verbunden, auf die in 1 m Abständen die Sparren angeordnet sind.

Erste Sanierungsmaßnahmen bereits nach 1 1/2 Jahren

Schon in den ersten Monaten nach der Einweihung traten jedoch die ersten Durchfeuchtungsschäden im Innenbereich auf. So wurde bereits nach 1 1/2 Jahren, im Juli 1984, eine Totalsanierung der Dachflächen erforderlich. Dabei stellte sich heraus, daß die Mineralfaserdämmung in Teilbereichen komplett durchfeuchtet war. Wärmebrücken führten in der Winterperiode bereits zu von außen sichtbar

gefrorenem Kondensatwasser. Die durchgängige Sparrenkonstruktion ließ eine Luftzirkulation nur über die vorhandenen Entlüftungsschlitze im Bereich der Dachlaterne zu. Die Bereiche unterhalb der Grate hatten keinerlei Entlüftungsmöglichkeit. Folglich kam es zur Aufweitung des Dämmstoffes, einhergehend mit einem Aufquellen, bis hin zu vollkommenem Verschuß der Abluftöffnung im Firstbereich.

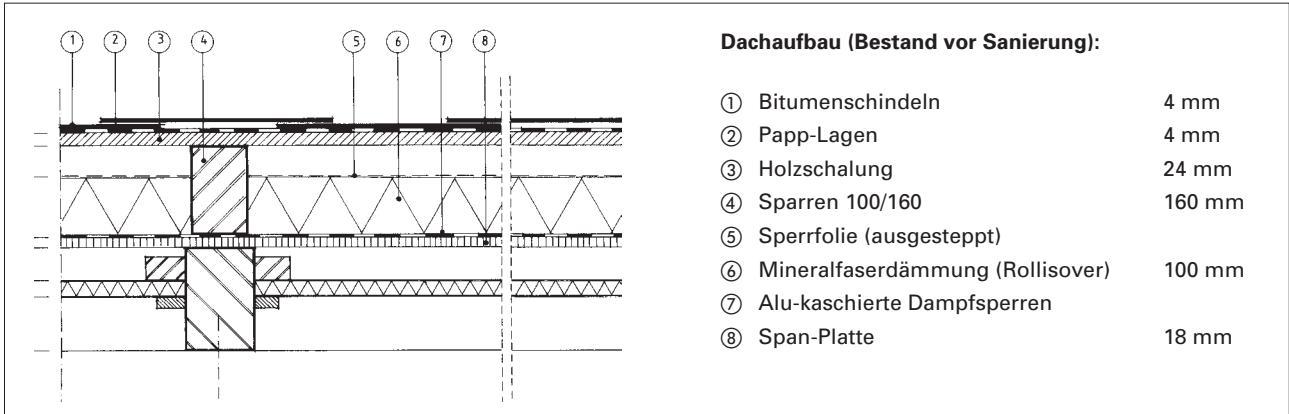
Neben den sichtbaren Schäden war damit natürlich auch die Dämmwirkung extrem verschlechtert, so daß die Energiekosten deutlich anstiegen.

Zweite Vollsaniierung nach 3 Jahren

Auf die Sanierung vom Sommer 1984 ist eine zweite Vollsaniierung 3 Jahre später, also 1987, erfolgt. Auch hier waren Durchfeuchtungen offensichtlich, die u.a. durch Fehlstellen in der Aluminium-kaschierten Dampfsperre hervorgerufen wurden. Nach Entfernung der Dämmung waren die Wärmebrücken in Form von offenen Fugen

Frühzeitige Schadensbilder im belüfteten, zweischaligen Dach

Zweischalige Kaldachkonstruktion



deutlich erkennbar. Um nun eine bessere Entlüftung des zweischaligen Aufbaus zu erreichen, wurden zusätzliche Gratentlüftungen konstruiert, die zu einem späteren Zeitpunkt auch beheizt wurden.

Trotz weiterer Teilsanierungen mit bis zu 7 Lagen Abdichtungsbahn weiterhin Probleme!

In den nächsten Jahren waren dann trotz allem noch mehrere Teilsanierungen notwendig, um auftretende Undichtigkeiten zu beheben.

Im Laufe der Zeit sammelten sich in Teilbereichen insgesamt 7 Lagen Abdichtungsbahnen an. Trotz dieser sehr kostspieligen Konstruktionen mit hohen Unterhaltungskosten – bedingt durch zusätzlichen Energieverbrauch und erhöhten Wartungsaufwand – konnte keine auf Dauer funktionierende Lösung der Dachprobleme gefunden werden.



- ① **Auffeuchtung und Aufquellen des Mineralwolle-Dämmstoffes infolge behinderter Luftzirkulation im ursprünglichen zweischaligen Aufbau.**
- ② **Folge von Wärmebrücken: im Winter ist außen gefrorenes Kondensatwasser sichtbar.**
- ③ **Dachinspektion.**
- ④ **Gaubenbereich mit Flachdach; Rückbauarbeiten.**

Bauphysikalische und Kosten-Bewertung gibt den Ausschlag für das FOAMGLAS®-Warmdach mit Metalleindeckung

Totalsanierung 1995.

Von 2 Sanierungskonzepten überzeugt das einschalige, unbelüftete FOAMGLAS® Warmdach mit Metalleindeckung durch

- konstruktiv einfachen,
- bauphysikalisch sicher beherrschbaren Schichten-aufbau.

Im Jahre 1995 traten unterschiedliche Schäden auf, die dann schließlich dazu führten, daß im Mai 1998 Prof. Dipl.-Ing. Estermann als planender Architekt von der Gemeinde Everswinkel den Auftrag der Totalsanierung des kompletten Dachaufbaus erhielt. Er arbeitete daraufhin zwei unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten aus, die einer bauphysikalischen und kostenmäßigen Bewertung unterzogen wurden:

VARIANTE 1

ZWEISCHALIGE BELÜFTETE KONSTRUKTION MIT 200 MM MINERALWOLLE-DÄMMSTOFF UND DEUTLICH HÖHEREM KONSTRUKTIONSAUFBAU

◆ Das erste Konzept sah eine zweischalige, belüftete Konstruktion mit insgesamt 200 mm Faserdämmstoff und einer hochwertigen Dampf- und Luftsperrschicht unterhalb der Dämmschicht vor. In der bisherigen Konstruktion mit 100 mm Faserdämmstoff war eine Wärmebrückenwirkung durch die übereinanderliegenden Sparren deutlich erkennbar. Deshalb wurde bei diesem Vorschlag die bisher in gleicher Ebene verlaufende zweite Sparrenlage durch senkrecht dazu verlaufende Hölzer (10/12 cm) in Abständen von 1 m aufgeständert. Auf der darüberliegenden zweiten Sparrenlage sollte die 2,4 cm dicke Holzschalung befestigt werden, unterhalb mit einem Belüftungsraum von 100 mm Höhe. Eine Erhöhung des Belüftungsraumes mußte vorgesehen werden, da die Länge von der Traufe bis zum Firstbereich über 20 m beträgt.

VARIANTE 2

DER «SCHLANKE» DACHAUFBAU MIT DEM FOAMGLAS®-METALLDACHSYSTEM

◆ Eine einschalige, unbelüftete Warmdachkonstruktion auf Holzschalung mit bituminös verklebter FOAMGLAS® Dämmung und wärmebrückenfrei eingebetteten Stahlschienen (Metalldachschienen) zur Befestigung der Metallbekleidung.

Bauphysikalische Bewertung beider Varianten durch externen Experten

Die anschließende bauphysikalische Bewertung durch Prof. Dr. Klopfer (Universität Dortmund, Lehrstuhl Bauphysik) brachte dabei folgende Erkenntnisse:

Untersuchungen vor Ort ergaben Luftfeuchtigkeitswerte von ca. 70% (in Spitzenzeiten bis zu 95%) bei Raumtemperaturen von 30-35°C. Allein diese bauphysikalischen Gegebenheiten verlangten schon nach besonderer Sorgfalt bei der Ausbildung von Dampf- und Luftsperrschichten im Dachaufbau. Der hohe Dampfdruck strebt nach Ausgleich zur Umgebungsluft. Zwangsläufig muß die Dampfsperre hermetisch abgeschlossen sein - was in der Praxis kaum ausführbar ist -, ansonsten besteht die ständige Gefahr der Feuchtigkeitsaufnahme im Dachschichtenpaket.

Die Planung der Dachkonstruktion war selbstverständlich auf Basis der gültigen WSVO durchzuführen. Daraus resultierte eine **Sicherheitsreserve für die Dämmung mit FOAMGLAS® gegenüber** den Forderungen der Wärmeschutzverordnung **von 25%**.

Interessanterweise ergab sich für die 200 mm dicke Dämmung mit Faserdämmstoff die gleiche Reserve wie bei der 160 mm dicken Dämmung mit Schaumglas, weil bei der Faserdämmung die in Abständen von ca. 1 m liegenden Traghölzer für die obere Dachschale eine Wärmebrückenwirkung haben.

Aufgrund dieser Tatsache konnte die Schaumglasdämmung im einschaligen Dach also um 40 mm, d.h. 20% geringer, dimensioniert werden. Das Gutachten kommt zu dem Schluß, daß beide Varianten die Anforderungen der geltenden WSVO erfüllen, wenn bei der weiteren Planung und bei der Ausführung die Wärmebrücken in den üblichen Grenzen gehalten werden. Das gilt insbesondere für die Ausführung der Dämmung mit Faserdämmstoffen, so Prof. Klopfer.

FOAMGLAS®-System
ohne Wärmebrücken.

Außerdem muß bei dieser Art Dämmmaterial zwingend mit einer lückenlos luftdichten und dampfbremsenden Schicht nahe der raumseitigen Oberfläche gearbeitet werden. Hier sind Verarbeiter und Bauaufsicht besonders gefordert.

Da FOAMGLAS® aufgrund der material-spezifischen Eigenschaften wasser-, dampf- und luftdicht ist, wird eine zusätzliche Verarbeitungssicherheit garantiert. Der Sicherheitsdämmstoff Schaumglas bietet den Bauherren also in der Tat eine zusätzliche Sicherheit.

Grenzen von Kaldächern

Wie zahlreiche Schadensfälle belegen, ist das belüftete Kaldach bei hohen Temperatur- und Luftfeuchtigkeitsverhältnissen im Innenraum, wie sie u.a. bei Schwimmbädern vorliegen, unter baupraktischen Gesichtspunkten als äußerst schadensanfällig anzusehen.

Aufgabe der Planung war es demzufolge, eine Systemlösung zu finden, die eine Metalleindeckung auf einem Gebäude mit hoher Luftfeuchtigkeit im Innenraum zuläßt und gleichzeitig den weiteren Aufgabenstellungen nachkommt, wie beispielsweise:

- keine Kondensatbildung;
- Senkung des Schallpegels im Innenraum durch verbesserte Raumakustik;
- natürlicher Lichteinfall;
- modernste Konstruktionsverfahren mit besonderer Wirtschaftlichkeit in der Gesamtkostenrechnung;
- Luftdichtigkeit von Dämmstoffen in Systemen und
- Wirtschaftlichkeit.

Wirtschaftlichkeitsbewertung

Bei der konstruktiv und materialspezifisch richtigen Wahl sollte nicht nur die hinsichtlich Entstehungskosten günstigste Lösung Berücksichtigung finden, vielmehr müssen auch die Betriebskosten in die Bewertung einbezogen werden, deren entscheidende Einflußfaktoren die Langlebigkeit der Baukonstruktion und die

Wartungs- bzw. Reparaturkosten sind. Die in der Gesamtkostenrechnung günstige Systemvariante ist also diejenige, bei der die Wirtschaftlichkeit auch über eine längere Nutzungsdauer gewährleistet ist.

Erstellungskosten nur geringfügig unterschiedlich

Sowohl die einschalige als auch die zweischalige Variante wurden abschließend kalkuliert, und zwar für folgende Aufwendungen:

- Demontage und getrennte Entsorgung der unterschiedlichen Materialien,
- Demontage und Neumontage von anfallenden Zimmermannsarbeiten,
- Dämmmaßnahmen und Eindeckung.

Als Dacheindeckungen wurden Kupfer und kunststoffgebundene Eternitdachplatten (30/60 cm) gerechnet.

Erstaunlicherweise war der Komplettpreis pro m² für Eternit nahezu doppelt so hoch wie bei Kupfer. Hier waren das wesentlich kleinere Format im Vergleich zu den Metallschalenblechen und die damit verbundenen wesentlich höheren Lohnkosten ausschlaggebend.

Insgesamt war die einschalige Konstruktion mit FOAMGLAS® in diesem Fall preisgleich mit der Kaldachausführung mit Mineralwolle.

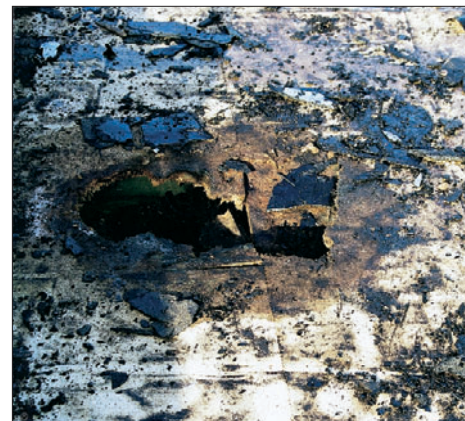
Kalkulationen vergleichbarer Objekte belegen, daß je nach baustellenspezifischer Situation das FOAMGLAS®-Metalldachsystem in vielen Fällen gegenüber zweischaligen Konstruktionen nicht teurer, sondern vielfach sogar kostengünstiger ist.

Anhand belegter Zahlen aus der Angebotsphase sei beispielhaft auch auf das Objekt «Jet Center, Ostende» mit Unterschieden in den Erstellungskosten zugunsten des FOAMGLAS®-Warmdachaufbaus im Vergleich zu einer zweischaligen Konstruktion von 25% hingewiesen. Ergänzende Informationen können auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden.

Unter Berücksichtigung der Parameter:

- ▲ **Erstellungskosten**
- ▲ **Betriebskosten**
- ▲ **Langlebigkeit der Baukonstruktion**
- ▲ **Wartungs-/Reparaturkosten**

zeigt sich, daß insbesondere die lange, schadensfreie Nutzungsdauer hohe Wirtschaftlichkeit sicherstellt.



Bei der Öffnung des Daches stellte sich heraus, daß die Holzschalung ein Sicherheitsrisiko aufgrund der Durchfeuchtung darstellte. Das Material war derart marode, daß es nicht mehr dem Körpergewicht der Handwerker standhielt und mit äußerster Vorsicht komplett zu entfernen war.

Aufgrund der schlechten Erfahrungen und massiven Schäden mit erheblichen Zusatzkosten in der Vergangenheit wurde seitens des Stadtbauamtes die Entscheidung pro FOAMGLAS®-Metalldachsystem schnell getroffen.

Sanierung des kompletten Dachaufbaus mit dem FOAMGLAS®-Metалldachsystem

FOAMGLAS® Metалldach-BOARDS mit Stahlschienen zur Befestigung aller Arten der Eindeckung aus Baumetall werden - je nach Land - gelegentlich parallel zum Krallenplatten-System angeboten und finden objektspezifisch Einsatz.



Die Metallschienen werden in die werkseitig vorbereitete Schlitzung der FOAMGLAS® READY BOARDS eingearbeitet.

Dazu wird die Oberfläche mit Polymerbitumen-Klebeschichtung im Bereich der Einschnitte mittels Handbrenner erwärmt, anschließend die Schienen eingelegt, angedrückt und somit in den FOAMGLAS®-BOARDS verklebt und verkrallt.

Das objektspezifische Dachsystem mit vorkonfektionierten FOAMGLAS® Metалldach-BOARDS

Nach Demontage des gesamten Dachaufbaus bis zur tragenden Leimbinderkonstruktion konnte mit der bauphysikalisch sicheren, weil dampfdichten Konstruktion auf Basis FOAMGLAS® begonnen werden.

Unterkonstruktion

Für die 1.600 m² große Dachfläche mußte zunächst eine neue Rauhspundschalung verlegt werden. Den allgemeinen Regeln der Technik entsprechend kamen darauf als Notabdichtung eine nagelbare Unterlagsbahn mit 10 cm Stoßüberdeckung.

FOAMGLAS® BOARD Dämmung

Aufgrund der relativ starken Dachneigung erwies es sich im Anschluß daran als nützlich, die Metallschienen vorher auf dem Boden in die Metалldach-BOARDS einzubetten.

Die vorkonfektionierten BOARDS konnten dann auf das Dach transportiert und dort mit Bitumenkaltkleber im Verband auf der Notabdichtung verlegt werden.

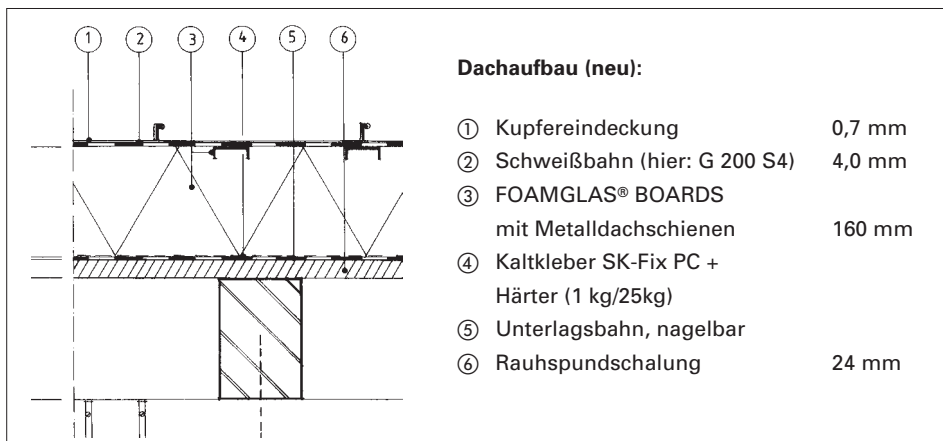
Als Sekundärabdichtung wurde eine Polymerbitumenschweißbahn - im Nahtbereich stumpf gestoßen - aufgeschweißt. Dadurch wird die eingelegte Metallschiene auf der BOARD-Oberfläche vollständig nachverklebt. Durch das verflüssigte Bitumen der Schweißbahn werden einerseits die Stoßfugen diffusionsdicht verschlos-

sen und andererseits die Befestigungsschienen in das kompakte Dämmschichtpaket kraftschlüssig eingebunden. Im Bereich der perforierten Seitenkante der Schiene verbindet sich die verflüssigte Bitumenschicht homogen mit der FOAMGLAS®-Struktur. Das System ist wärmebrückenfrei. Diffusionsprobleme und Korrosion der Verbindungselemente können insofern beim FOAMGLAS®-Aufbau nicht eintreten. Das Gleiche gilt für die Haftbefestigung, die zur Aufnahme der Metallschienen dient. Auch hier liegt keine Verbindung zur Holzunterkonstruktion vor.

Kurze Bauzeit

Während der Bauphase in den Herbstmonaten kam dann noch ein wesentlicher Vorteil von FOAMGLAS® zum Tragen, der dem Bauherrn effektiv einen bedeutenden Kostenvorteil bescherte: Trotz der widrigen Witterungsbedingungen konnte die Verarbeitung der Metалldach-BOARDS ohne Verzögerungen und zusätzliche Schutzmaßnahmen durchgeführt werden.

Die geschlossene Zellstruktur auf der Materialbasis Glas stellt sicher, daß FOAMGLAS® im Gegensatz zu herkömmlichen Dämmstoffen kein Wasser aufnimmt und speichert. So werden schlechende Folgeschäden durch Einlagerung von Feuchtigkeit während der Bauzeit von vornherein vermieden. Als Fazit läßt sich feststellen, daß die Bauzeit wesentlich verkürzt und der Arbeitsaufwand bzw. die Erstellungskosten gering gehalten werden.



Wie dieses Praxisbeispiel zeigt, neigen zweischalige Dachaufbauten mit offenzelliger Dämmung nachgewiesenermaßen oftmals zu Feuchtigkeitsanreicherungen, besonders in der Dämmschicht. Eine Beeinträchtigung der Dämmwirkung - witterungsbedingt vielfach schon während der Bauphase - ist vorprogrammiert. Durch zu geringe oder fehlende Luftzirkulation zwischen Dämmung und oberer Tragschale kann die in das Dachpaket eingedrungene Feuchtigkeit nicht mehr abgeführt werden. Ein Phänomen, das in der Fachwelt mit dem Begriff „Absaufen der Dämmplatten“ beschrieben wird.

Besondere Probleme für die Be- und Entlüftungsschichten stellen kuppel- oder pyramidenförmige Dachkonstruktionen dar. Hier ist zwar besonders viel Raum für die Belüftung, nicht aber der notwendige Platz für die Entlüftung vorhanden, so daß es schnell zu den zuvor beschriebenen Problemen kommen kann. Die notwendige Holzkonstruktion zwischen den beiden Tragschalen stellt hier für die Querlüftung oft unüberwindbare Barrieren und zusätzliche Wärmebrücken dar.

Einschalige Dachaufbauten mit dem FOAMGLAS®-Kompaktaufbau bieten dagegen ein Höchstmaß an Sicherheit bei vergleichbaren Herstellungskosten. Mit dem FOAMGLAS®-Warmdachsystem mit Metalleindeckung lassen sich Dachkonstruktionen ohne Wärmebrücken ausbilden. Die niedrige Aufbauhöhe des einschaligen Warmdaches vereinfacht außerdem die Ausbildung von Dachrand- und -anschlußdetails. Im geschlossenen Zellgerüst kann zudem kein Wasser eingelagert werden. FOAMGLAS® ist Dämmschicht, Dampfbremse und tragfähige Deckunterlage für das Metaldach in einem. Im kompakten Einbauverfahren sperrt die Dämmschicht in sämtliche Richtungen den Diffusions- und Luftstrom. Schaumglas ist der einzige Dämmstoff, der somit die Aufgaben von Wärmedämmung, Luft- und Dampfsperre in einer Funktion übernimmt. Im Hinblick



FOAMGLAS®,
der Sicherheitsdämmstoff für einschalige, unbelüftete Dächer mit Metalldeckung

Neue Unterkonstruktion aus Rauhspundschalung. Darauf wird eine Notabdichtung genagelt.

Die READY BOARDS mit eingearbeiteten Metalldachschienen werden horizontal eingebaut und mit Kaltbitumenkleber auf der Notabdichtung verklebt.

Auf einer Dachfläche ist die FOAMGLAS®-Dämmung bereits mit der Sekundärabdichtung, einer Polymerbitumenschweißbahn, abgedeckt. Auf der angrenzenden Dachfläche wurden die Klempnerarbeiten mit der Eindeckung aus Kupfer bereits aufgenommen.

auf Metalldeckungen nach dem Stehfalz-/Leistensystem ist dies von besonderer Bedeutung, da diese Verbindungstechniken ohne Zusatzmaßnahmen lediglich regensicher ausgeführt werden können. Bei Dachkonstruktionen mit FOAMGLAS® stellt sich nicht die Frage, ob z.B. mit Hinterlüftungsebene oder atmungsaktiven, kostenaufwendigen Zwischenschichten die eingelagerte Feuchte abgeführt werden kann, oder ob infolge arbeitsaufwendig ausgeführter Dampfsperren das Warmdachprinzip auch tatsächlich funktioniert. FOAMGLAS® sperrt den Feuchtedurchtritt, sei es flüssigen oder dampfförmigen. Der Taupunkt liegt in der geschlossenzelligen Dämmschichtebene. Taupunktverschiebung durch Wassereinlagerung im Dämm-

stoff bzw. Verschlechterung der Wärmedämmeigenschaften können nicht stattfinden. Bei anderen Dachkonstruktionen mit separater Dampf- und Luftsperrung wird außerdem die dampfbremsende Schicht durch Hafte und Befestigungsmittel unterbrochen bzw. perforiert. Diffusion und Korrosion sind dann ebenso zu befürchten wie Wärmebrücken. Nicht zuletzt deshalb sind unbelüftete Metallscharedächer mit FOAMGLAS®-Dämmung auf dem Vormarsch.