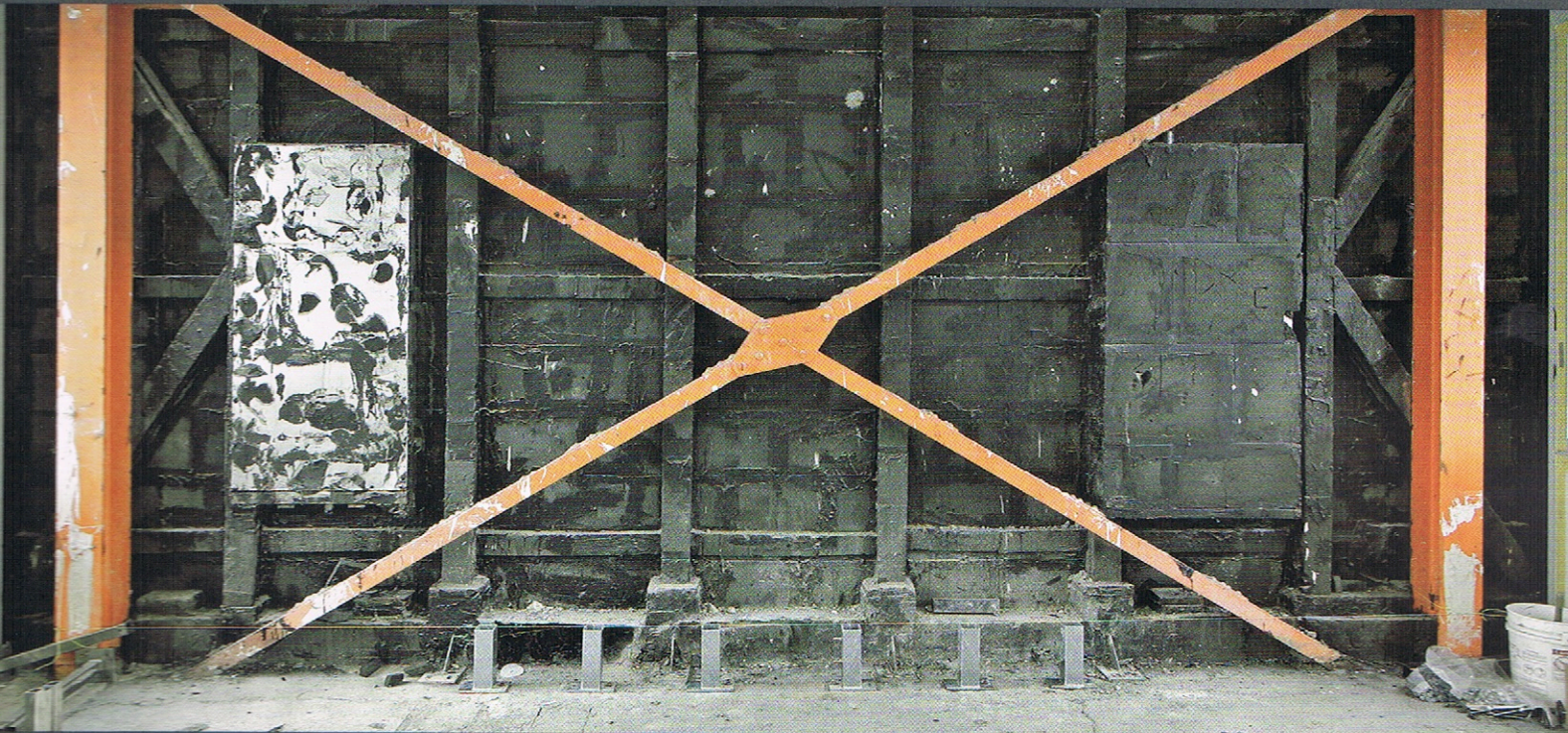


Bauen im Bestand erhalten, wiederbeleben, ertüchtigen



DBZ Heftpatre **Sergei Tchoban** „Harmonie durch Kontraste. Ein Dialog der Zeitschichten“
+++ Neue Schönhauser 15, Berlin, **nps tchoban voss** +++ Scharounschnule, Marl, **Pfeifer • Ellermann • Preckel** +++ Dachsanierung in der Praxis +++ EnEV-Verschärfung ab 2016 +++ Living Levels, Berlin +++ Interview: **Volkwin Marg** über den Denkmalschutz in Hamburg

Dachsanierung in der Praxis

Konzepte für die Außen- dämmung

Hanns-Christoph Zebe, Kaiserslautern

Als Bestandteil der „Energieeffizienzstrategie Gebäude“ hat die Bundesregierung Eckpunkte formuliert, um ihre energiepolitischen Ziele bis zum Jahr 2050 umzusetzen. Dabei wurde als Ziel ein weitestgehend klimaneutraler Gebäudebestand vorgegeben.

Für den Neubau ist dies auch mit der Umsetzung der EU-Gebäuderichtlinie 2010 in der aktuellen Energieeinsparverordnung (EnEV) schon eindeutig formuliert. Diese fordert, dass ab 2021 Gebäude nur noch in Niedrigstenergiebauweise errichtet werden; für öffentliche Gebäude wurde sogar 2019 festgelegt.

Für den Neubau sind diese Ziele nicht unrealistisch; Konzepte wie bspw. Passiv-, Effizienz- oder Null-Emissions-Häuser weisen dabei den Weg. Unterstützt durch energiesparende Bauweisen, der Energiegewinnung aus regenerativen und umweltfreundlichen Quellen, der intelligenten Steuerung der Gebäudetechnik und -lüftung in einem „smarten“ Gebäude können diese Ziele erreicht werden.

Durchaus von größerer Herausforderung ist aber die Anpassung des Gebäudebestands. Im Gebäudebereich werden nach Erkenntnissen des Bundeswirtschaftsministeriums etwa 40 % der gesamten Endenergie verbraucht. Die Zielvorgabe der Bundesregierung lautet, dass der Primärenergiebedarf durch eine Kombination aus Energieeinsparung und dem Einsatz erneuerbarer Energien bis zum Jahr 2050 in der Größenordnung von 80 % gegenüber 2008 zu senken ist.

Dabei ist die energetische Ertüchtigung der Gebäudehülle eine maßgebliche Säule für die Reduzierung des Wärmebedarfs eines Gebäudes.

Energieeinsparverordnung

Ein großes Potential besteht in der energetischen Ertüchtigung der Gebäudehülle des Gebäudebestands. Neben der Dämmung der

Fassade und dem Austausch veralteter Fenster hat die Dämmung des Daches einen großen Anteil. So können bis zu 30 % des Gesamtwärmebedarfs über das Bauteil Dach verloren gehen. Nach der EnEV ist eine Verbesserung des Dämmstandards immer dann erforderlich, wenn mehr als 10 % des Bauteils Dach erneuert wird. Die aktuelle EnEV 2014 fordert für den modernisierten Dachaufbau einen U-Wert von mind. $0,24 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Für zukunftsfähige Lösungen sollte dieser Wert deutlich unterschritten werden. Dies sehen bspw. auch die Förderprogramme der KfW vor, die für Einzelmaßnahmen am Dach einen U-Wert von mind. $0,14 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ fordern.

Sanierungskonzepte

Im unbewohnten Dachbereich können Dämmmaßnahmen auf der obersten Geschossdecke ausgeführt werden; auch die nachträgliche Dämmung von Sparrenzwischenräumen von der Rauminnenseite ist machbar. Allerdings zeigen die Erfahrungen, dass es Probleme mit der gezielten Hinterlüftung der Dachdeckung oder der sogenannten zusätzlichen Maßnahme der Unterspannbahn geben kann, wenn nachträglich von innen in der Sparrenebene gedämmt wird. Auch ist eine zuverlässige Anordnung des Dämmstoffs im Bereich von Traufe, First oder Zwischengeschossen im Dach von innen nicht gewährleistet und kann zu Tauwasserschäden infolge von Wärmebrücken führen. Dabei spielt auch die Anordnung der erforderlichen Dampfsperre als Luftdichtheitsschicht von der Rauminnenseite eine Rolle. Hier finden sich zahlreiche Fehlerstellen durch Leckagen und unzureichende Anschlusslösungen.

Im bewohnten Dachgeschoss ist die dämmtechnische Ertüchtigung nur von außen sinnvoll und sicher auszuführen. Der Planer einer Sanierungsmaßnahme im Dachgeschoss

muss grundsätzlich davon ausgehen, dass die bestehende Luftdichtheitsschicht nicht mehr ausreichend funktionstüchtig ist. In der Folge kann warme, feuchte Luft aus dem beheizten Innenraum durch die Konstruktion nach außen dringen und zu Feuchteschäden und Schimmelbildung führen. Auch für das Wohlbefinden ist dieser Effekt mit Zugscheinungen nicht zuträglich. Im bewohnten Dachgeschoss kann eine Dampfsperre als Luftdichtheitsebene nur mit großem Aufwand nachträglich von innen ergänzt werden.

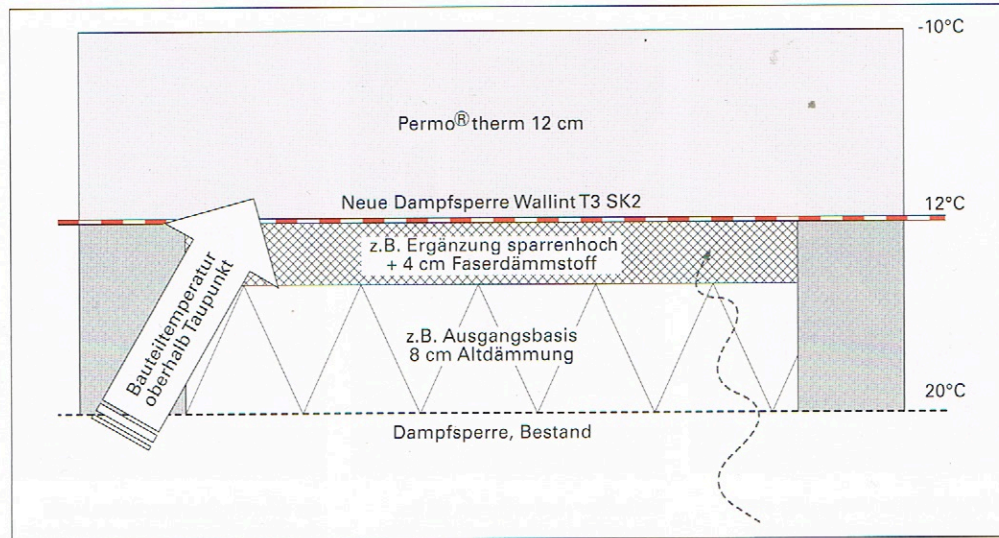
Dämmung von außen

Im Rahmen einer Dachsanierung wird in der Regel die Dachdeckung abgeräumt; die Dämm-Maßnahme ist von außen sinnvoll und wirtschaftlich auszuführen. Unterschiedliche Dämmkonzepte und vor allem die Führung einer neuen Dampfsperre als Luftdichtheitsebene kommen dabei zum Einsatz.

Planungsschritte

Bei Dachmodernisierungen muss der Planer davon ausgehen, dass die alte Dampfsperre bei einem bestehenden Dachgeschossausbau mangelhaft ist und die geforderte Luftdichtheit gemäß DIN 4108 nicht gegeben ist. Es besteht also die Gefahr, dass warme, feuchte Luft aus dem beheizten Innenraum durch die Konstruktion nach außen dringen kann. Eine Lösung besteht in der geschlachten Verlegung (Lösung C) einer neuen Luftsperrschicht mit diffusionshemmender Wirkung über den Sparren und dem formschlüssigen Einbau von Faserdämmstoff in die entstehenden Wannen. Mittlerweile ist bei dieser Verlegeart allerdings eine hygrothermische Simulation erforderlich, was mit einem hohen Zeitaufwand versehen ist. Aufgrund einer normativen Änderung musste auch der ZVDH diese Forderung in sein neues Merk-

Bei ausreichender Dimensionierung der Aufdachdämmung liegt der Taupunkt oberhalb der neuen Dampf-/Luftsperrbene



Planungslösungen

Abb.1: Lösung A - Die schlanke Lösung (KFW Aufbau)

- diffusionsfähiges Aufdach-Dämmelement, 120 mm (Hochleistungsdämmstoff mit $\lambda_D = 0,020 \text{ W/mK}$ ($\lambda = 0,021 \text{ W/mK}$))
 - Dampfsperre als neue Luftsperrschicht über den Sparren verlegt, s_D -Wert 3 m
 - 40 mm ruhende Luftschicht (ohne Belüftung, abgeschottet)
 - Teilsparrendämmung alt, 80 mm
- Beispielrechnung: U-Wert 0,131 (W/m²K)

Abb.2: Lösung B - Die hochdämmende Lösung (verbesserte Schalleigenschaften ohne Hohlraum)

- diffusionsfähiges Aufdach-Dämmelement, 120 mm (Hochleistungsdämmstoff mit $\lambda_D = 0,020 \text{ W/mK}$ ($\lambda = 0,021 \text{ W/mK}$))
 - Dampfsperre als neue Luftsperrschicht über den Sparren verlegt, s_D -Wert 3 m
 - Vollsparrendämmung mit 80 mm alter Wärme-Mineralwolle 032 im ehemaligen Belüftungsraum
- Beispielrechnung: U-Wert 0,12 (W/m²K)

Abb.3: Lösung C - Geschlaufte Variante (hygrothermische Simulation erforderlich, mit einem hohen Zeitaufwand versehen, Fehlstellen in der Luftdichtheitsschicht sind wahrscheinlich). Die herkömmliche Lösung:

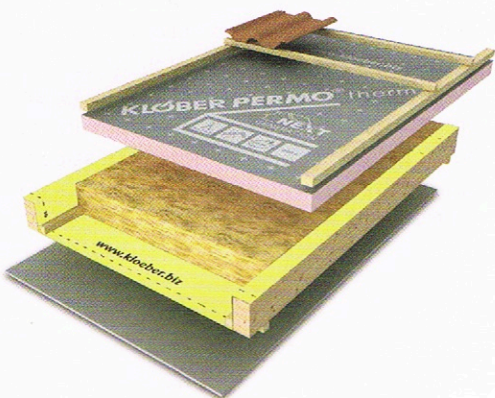
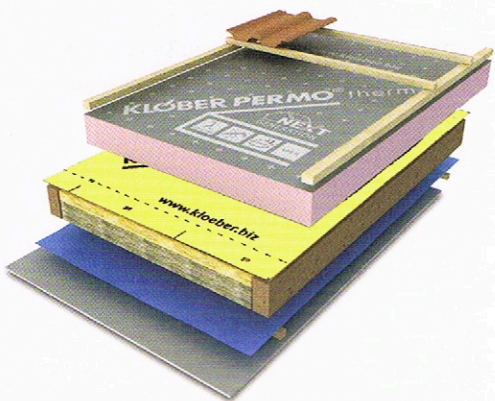
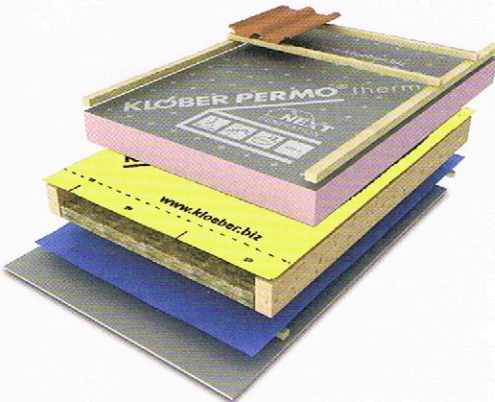
- diffusionsfähiges Aufdach-Dämmelement, 60 mm (Hochleistungsdämmstoff mit $\lambda_D = 0,020 \text{ W/mK}$ ($\lambda = 0,021 \text{ W/mK}$))
 - Vollsparrendämmung mit neuer Mineralwolle 032, 120 mm
 - Dampfsperre als neue Luftsperrschicht schlaufenförmig verlegt, luftdicht und hinterströmungssicher ausgeführt
- Beispielrechnung: U-Wert 0,166 (W/m²K)

blatt Wärmeschutz bei Dach und Wand (04.2015) übernehmen. Auch erfordert die Ausführung einer Dampfsperre in schlaufenförmigen Verlegung erheblich mehr Verlegezeit als die Verlegung einer Dampfsperre oberhalb der Sparren (siehe alternative Konstruktionsbeispiele). Bedenkt man noch die sehr wahrscheinlichen Fehlstellen in der Luftdichtheitsschicht und dass die Sparren oft durch Aufdopplung vergrößert werden müssen, um die erforderlichen Dämmstoffdicken unterzubringen, ist diese Verlegetechnik zu hinterfragen. Einfacher ist es, mit einer Aufdachdämmung als Ergänzung den Sparren zu überdecken.

Überdämmte Lösungen

Funktionell weitergeplant und deutlich einfacher und sicherer auszuführen ist der Einbau einer sehr diffusionsfähigen Aufsparrendämmung als überdämmte Lösung der Altkonstruktion (Lösung A und B). Bei dieser Dachmodernisierungslösung werden durch die vollflächige Verlegung der Aufdach-Dämmelemente Wärmebrücken sicher vermieden. Auch hier ist eine neue Luftdichtheitsebene erforderlich. Diese wird aber im Gegensatz zur wannenförmig, geschlachten Verlegung mit einer robusten Dampf-Luftsperrschicht mit einem s_D -Wert von 3 m ausreichend diffusionshemmend flächig über dem Sparren erstellt.

Durch den günstigen s_D -Wert wird einerseits die Aufwechtlung der Konstruktion durch Diffusion von innen verhindert sowie die Austrocknung der Konstruktion durch Umkehrdiffusion auch zum Innenraum ermöglicht. Bei dieser verlegetechnisch günstigen Variante einer Dachmodernisierung sind die luftdichtenden Anschlüsse an die Bestandskonstruktion und Durchdringungen wie Dachfenster sowie Stoßverbindungen und Überlappungen deutlich einfacher herzustellen.





Die luftdichte Verlegung einer neuen Luftsperr Ebene erfordert mittlerweile eine hygrothermische Simulation



Einfacher und sicherer ist es, die gesamte Konstruktion luftdichtend „einzupacken“ und anschließend zu überdämmen



An allen Außenbauteilen wird die neue Dampfsperre luftdichtend angeschlossen

Taupunkt lage beachten

Aber auch diese Variante muss geplant werden, denn durch den Einbau der Aufdachdämmung verlagert sich der Taupunkt der Dachkonstruktion. So kann bei zu geringer Dimensionierung der neuen Dämmung der neue Taupunkt unterhalb der neuen Dampf-/Luftsperr Ebene liegen. Hier gibt DIN 4108-3 den entscheidenden Planungshinweis: Unterhalb einer diffusionshemmenden Bauteilschicht (Ebene der bestehenden Dämmschicht der Alt konstruktion) und der neuen Dampf-/Luftsperr Ebene darf nur 20% des gesamten Dämmwertes angeordnet sein, sofern nicht eine bauphysikalische Berechnung des Dachschichtenpaketes erfolgt. Für die Planung ist also wichtig, dass die Dämmstärke der Aufdachdämmung so auf das Bestandsbauteil abgestimmt wird, dass der rechnerische Taupunkt oberhalb der Dampfsperre liegt.

Dachmodernisierung heißt auch immer, dass die Dachfläche nach dem Abräumen des Altdaches gegen Regeneintrag mit einer Behelfsdeckung geschützt werden muss. Günstig für den Baustellenverlauf sind dabei Dampf-/Luftsperr En, die die hohen Wasserdichtungsanforderungen der Klasse UDB-A und USB-A des ZVDH erfüllen und auch mit einer vom Hersteller fixierten Freibewitterungszeit als Behelfsdeckung gelten. Die bewohnten Dachräume können während der Modernisierungsphase weiter genutzt werden, da die Innenausbau schichten während der Sanierungsphase erhalten bleiben. Vorteilhaft ist auch, dass eventuelle Bestandsdämmung eingebaut bleiben kann; dies reduziert die Gefahr von raumseitigen Beschädigungen an der Innenverkleidung und die Entsorgungskosten.

Planung Luftdichtheitsebene

Die funktionssichere Modernisierung ist so zu

planen, dass die neue Luftsperr Ebene direkt an aufgehende Bauteile luftdichtend und hinterströmungsgeschützt angeschlossen wird.

Dies erfolgt bei Dächern ohne Dachüberstand am einfachsten durch eine Verklebung auf einer glatten Mauerkrone oder der Außenwand in Verbindung mit einer anschließenden Abdeckung als UV-Schutz der Bahn. Bei Dachkonstruktionen mit Dachüberständen und Schalung ist der Aufwand größer. Hier sind die Schalungsbereiche über den außenliegenden Giebelwänden aufzuschneiden und abzunehmen, damit die neue Dampf-/Luftsperr Ebene auf den Mauerbereichen angeschlossen werden kann. In die Mulde wird im weiteren Verlauf ein Brett in Schalungsstärke eingepasst. So wird eine kraftschlüssige und vor allem luftdichte Verbindung zwischen Mauerkrone und neuer Luftsperr Ebene hergestellt.

Bei Dachüberständen mit durchlaufenden Sparren müssen alle Fugen sorgfältig abgedichtet werden, um eine Hinterströmung sicher zu verhindern.

Bestandsdämmung

Häufig wurde die Zwischensparrendämmung des Daches als sogenanntes belüftetes Dach entsprechend der damaligen DIN 4108-3 ausgeführt. Für die energetische Er tückung können zwei verschiedene Lösungen geplant werden. So muss der Luftstrom an der Traufe unterbrochen werden; die ehemals belüftete Luftschicht (zwischen Bestandsdämmung und alter Dachdeckung) kann nun als ruhende Luftschicht auch in einer U-Wert berechnung gewertet werden. Dabei ist ein schmaler umlaufender Dämmstoffstreifen in Sparrenhöhe als Ergänzung praxisgerecht.

Alternativ kann der Raum der ehemals belüfteten Bestandsdämmung bis auf das Höheniveau des Sparrens nachgedämmt werden.

Definitionen

s_d -Wert

Die wasserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke s_d beschreibt den Widerstand, den eine Bauteilschicht der Wasserdampfdiffusion entgegen setzt und setzt ihn in Relation zu der Dicke einer ruhenden Luftschicht, die im stationären Zustand und unter denselben Randbedingungen von demselben Diffusionsstrom durchflossen wird wie die betrachtete Bauteilschicht. Die Wasserdampfdiffusionswiderstandszahl μ beschreibt die Diffusions Eigenschaften eines Materials und wird zur Ermittlung des s_d -Wertes mit der Schichtdicke multipliziert und in Meter-diffusionsäquivalente Luftschichtdicke angegeben: $s_d = \mu \times d$

Wärmeübertragung

Wärme kann durch Leitungsvorgänge, Konvektion oder Strahlung übertragen werden. In Festkörpern (wie Bauteilen) überwiegt die Wärmeleitung (Wärmestrom), während im Gasraum Wärme vorwiegend durch Konvektion und Strahlung übertragen wird. Dabei gilt grundsätzlich, dass Wärme immer von Warm zu Kalt fließt.

Wärmedurchgangskoeffizient U-Wert

Mit dem Begriff „U-Wert“ wird der Wärmestrom (und somit der Wärmeverlust) bei einer Temperaturdifferenz von 1° Kelvin pro Quadratmeter des Bauteils verstanden. Dieser Wärmedurchgang wird durch die Dicke und die Wärmeleitfähigkeit der einzelnen Schichten eines Bauteils bestimmt. Je kleiner der U-Wert, desto günstiger ist die Dämmwirkung eines Bauteils.

Die Einheit des Wärmedurchgangskoeffizienten wird in $W/(m^2K)$ angegeben.

Im Kern steht hinter dem U-Wert die Aussage: Wieviel Wärme muss auf der Rauminnenseite erzeugt werden, um die Wärmeverluste durch das Bauteil nach Außen wieder auszugleichen und so gleichmäßige Rauminnentemperaturen zu haben.

Lambda-Wert (λ -Wert)

Der Lambda-Wert $W/(mK)$ beschreibt die Wärmeleitfähigkeit eines Baustoffes. Dieser Wert ist eine Grundeigenschaft eines Baustoffes und ergibt in Verbindung mit der Schichtdicke den entsprechenden Dämmwert. Gute Dämmstoffe weisen einen möglichst kleinen λ -Wert auf. Bei Aufdach-Dämmungen mit einem niedrigen λ -Wert können die erforderlichen Schichtdicken relativ dünn gehalten werden. Dämmstoffe werden nach Wärmeleitfähigkeitsstufen WLS (früher Wärmeleitfähigkeitsgruppe WLG) unterschieden. So bietet z.B. der Hochleistungsdämmstoff Klöber Permo® therm, als Bestandteil des Thermo-Line Systems, bei Einsatzstärken von 60–120 mm eine Wärmeleitfähigkeit (W/mK) 0,021 (D)/0,020 (EU); für Schichtdicken von 140–160 mm wird sie mit 0,022 (D)/0,021 (EU) bewertet. Dies bedeutet maximale Dämmwirkung bei minimaler Plattendicke. Bei einer Einsatzdicke von 12 cm ergibt dies bereits einen U-Wert von 0,173 (W/m^2K).

Wärmebrücke

Als Wärmebrücken werden Schwachstellen in einer Wärmedämmung bezeichnet. Der Begriff beschreibt material- und konstruktionsbedingte höhere Wärmeabflüsse als in angrenzenden Bereichen. Wärmebrücken erzeugen niedrigere raumseitige Oberflächentemperaturen, welche die Gefahr von Kondensat und in der Folge die Schimmelpilzbildung erhöhen.



Alic Abb. - Kieher

Aufdachdämmungen mit Hochleistungsdämmstoffen erlauben verhältnismäßig geringe Aufbauhöhen und sind bauphysikalisch günstig

Dadurch lassen sich auch die Schallwerte der Konstruktion verbessern. Zu beachten ist dabei die Taupunktlage der Konstruktion. Anschließend werden beide Konstruktionsvarianten mit der neuen Dampf-/Luftsperrung luftdichtend abgedeckt.

Eine sichere und praxistgerechte Planung sieht die Anordnung einer neuen Dampfsperre mit Rücktrocknungspotential und luftdichtend verklebten Anschlüssen sowie Nahtverbindungen vor. Im weiteren Dachaufbau bewirken sehr diffusionsfähige Aufdachdämmstoffe bspw. mit einem günstigen μ -Wert von 35 sowie der abgestimmten Luftdichtheitsschicht mit einem s_d -Wert von 3 m bauphysikalisch sichere Konstruktionen. Vorteilhaft sind dabei Dämmsysteme auf der Basis von Resol-Schaum, der gute s_d -Werte und eine wirkungsvolle Trocknungsreserve bietet, die den Anforderungen der neuen DIN 68 800-2 für beidseitig geschlossene Bauteile entspricht. Dafür stehen die hervorragenden bauphysikalischen Werkstoffeigenschaften des Dämmstoffes auf der Basis von Resolschaum, denn Wasserdampf wird sehr leicht aufgenommen, transportiert und unproblematisch wieder abgegeben.

Durch günstige Lambda-Werte von Hochleistungs-Dämmsystemen lassen sich bauphysikalisch sinnvolle und sicher funktionierende Dachmodernisierungen mit geringen Schichtdicken realisieren, die auch ein optisch günstiges Erscheinungsbild ermöglichen. Die Bewohner unter dem Dach erhalten ein angenehmes und gesundes Raumklima mit reduzierter Schimmelgefahr; der Wert des Gebäudes wird nachhaltig gesteigert.

Autor



Dipl.- Ing. Hanns-Christoph Zebe

ist Geschäftsführender Gesellschafter von Dr. Kiefhaber+Zebe Ingenieur Consult GmbH, Kaiserslautern. Darüber hinaus ist er Fachautor zahlreicher einschlägiger Publikationen und ist tätig als Berater für die Baustoffindustrie.

Mehr Informationen: www.klöber.biz

In die Zukunft bauen

bautec

Internationale Fachmesse
für Bauen und Gebäudetechnik
Berlin · 16. – 19. Februar 2016
www.bautec.com



Schwerpunktthemen:
Baustoffe · Bausysteme · Gebäudetechnik · Außenanlagen