

2017

Ernst & Sohn Special

April 2017, S. 42–46
A 61029

Sonderdruck

Flachdächer



**Dämmplatten für das einschalige, genutzte
Flachdach: Korrelation zwischen Wärmeleit-
fähigkeit, Dämmdicke, Stabilität und Gewicht**

Karl-Heinz Schmitz

Dämmplatten für das einschalige, genutzte Flachdach: Korrelation zwischen Wärmeleitfähigkeit, Dämmdicke, Stabilität und Gewicht

Neben der Langlebigkeit einer Baukonstruktion rückt heute ein weiteres Kriterium in den Vordergrund, das eine detaillierte Abstimmung von Produkt und Bauvorhaben unabdingbar macht: die Nachhaltigkeit. Aspekte der Nachhaltigkeit beziehen sich auf die Qualität der Bauausführung und auf die eingesetzten Produkte. Hier gilt: Baustoffe müssen entsprechend der jeweiligen Bausituation ausgewählt sowie an richtiger Stelle und in richtiger Menge eingebaut werden, denn eine unsachgemäße und verschwenderische Verwendung von Baumaterialien bringt ökonomische und ökologische Nachteile.

Für die Dämmung des einschaligen, genutzten Flachdachs kommen verschiedenen Materialien in Frage. Um zu zeigen, wie die Wahl des Dämmstoffes (z. B. durch seine Rohdichte) die Gesamtperformance des einschaligen genutzten Flachdachs beeinflusst, werden im Folgenden Eigenschaften und Wirkungsweisen ausgewählter Dämmstoffe gegenübergestellt und in ihrer Kombination bilanziert.

Die Wahl des Dämmstoffes

Wichtig ist, für Flachdächer nur solche Dämmstoffe zu verwenden, die eingeführten Normen, allgemeinen bauaufsichtlichen oder europäisch technischen Zulassungen entsprechen. Eine detaillierte Beschreibung über die Eignung verschiedener Wärmedämmstoffe liefern die Flachdachrichtlinien des ZVDH (Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks).

Grundsätzlich haben alle Dämmstoffe aus Tabelle 1 Eigenschaften, die für bestimmte Einbausituationen besonders nützlich sind. Damit Fachleute den Dämmstoff wäh-

Tabelle 1. Dämmstoffe, die z. B. nach der ZVDH Flachdachrichtlinie für Flachdächer geeignet sind

Dämmstoffe	Norm
Polystyrol-Hartschaum EPS (weiß/grau)	DIN EN 13163 [1]
Polystyrol-Extruderschaum, XPS	DIN EN 13164 [2]
Polyurethan-Hartschaum PUR/PIR	DIN EN 13165 [3]
Mineralwoll-Dämmstoff MW	DIN EN 13162 [4]
Schaumglas CG	DIN EN 13167 [5]

- [1] DIN EN 13163 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus expandiertem Polystyrol (EPS) – Spezifikationen
- [2] DIN EN 13164 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus extrudiertem Polystyrolschaum (XPS) – Spezifikationen
- [3] DIN EN 13165 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Polyurethan-Hartschaum (PU) – Spezifikationen
- [4] DIN EN 13162 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Mineralwolle (MW) – Spezifikationen
- [5] DIN EN 13167 Wärmedämmstoffe für Gebäude – Werkmäßig hergestellte Produkte aus Schaumglas (CG) – Spezifikationen

len, der sich ideal für die geplante Anwendung eignet, müssen sie die gewünschte Wirkungsweise und die Erwartungen an das Material einbeziehen.

Flachdächer sind klimatischen Beanspruchungen ausgesetzt. Wechselnde Erwärmungen auf der Dachoberfläche



Bild 1. Viele Millionen Quadratmeter vorhandener Flachdächer liegen derzeit brach – diese könnten sinnvoll genutzt werden, um neue Lebensräume und Erholungsflächen zu schaffen

Tabelle 2. Dämmstoffe und die Bandbreite ihrer spezifischen Wärmeleitfähigkeiten (FIW München, Metastudie Dämmstoffe, Bericht FO-12/12)

Dämmstoffe	Norm	Wärmeleitfähigkeit [1] W/(m*K) (von-bis)
Polystyrol-Hartschaum EPS	DIN EN 13163	0,031–0,045
Polystyrol-Extruderschaum, XPS	DIN EN 13164	0,028–0,042
Polyurethan-Hartschaum PUR/PIR	DIN EN 13165	0,023–0,029
Mineralwoll-Dämmstoff MW	DIN EN 13162	0,032–0,048
Schaumglas CG	DIN EN 13167	0,037–0,060

[1] Die Wärmeleitfähigkeiten wurden aus Produktdatenblättern der Hersteller von Flachdachdämmplatten entnommen.

führen zu Temperaturdifferenzen zwischen Innen und Außen, was Materialspannungen und Schäden in der Baukonstruktion nach sich ziehen kann. Eine Dämmschicht schützt die Konstruktion vor hohen Temperaturunterschieden und reduziert folglich dadurch verursachte Schäden.

Genutzte Flachdächer sind für Bepflanzung und den dauernden Aufenthalt von Personen vorgesehen. Flachdächer dieser Art werden meist einschalig ausgeführt. Dabei werden die einzelnen Funktionsschichten des Daches direkt aufeinander und ohne zusätzlichen Zwischenraum zur Belüftung verlegt. Normalerweise liegt bei dieser Ausführung die Dämmschicht unter einer witterungsbeständigen Dachabdichtung. In Sonderfällen, beim sogenannten Umkehrdach, ist die Dämmschicht auf der Dachabdichtung verlegt. Bei dieser Konstruktion empfiehlt sich der Werkstoff XPS (extrudierter Polystyrol Hartschaum), z. B. Styrodur®, weil Styrodur-Dämmplatten über die nötige bauaufsichtliche Zulassung verfügen.

Dämmstoffe für einschalige, genutzte Flachdächer müssen aufgrund klimatischer Beanspruchungen und funktionaler Anforderungen an die Konstruktion nach ihren mechanischen und physikalischen Eigenschaften beurteilt werden. Dabei ist es wichtig, dass die Betrachtung nicht isoliert erfolgt, sondern den Zusammenhang der Eigenschaften berücksichtigt.

Wärmeleitfähigkeit und Dämmdicke

Vorrangig dienen Dämmstoffe als Wärmeschutz. Indem sie den Wärmeabfluss bzw. -zufluss senken, reduzieren sie Heizenergie im Winter und Kühlenergie im Sommer. Infolge der energetischen Einsparungen wird weniger CO₂

ausgestoßen. Dämmen ist also in zweifacher Hinsicht nützlich – als Wärme- und als Umweltschutz.

Entsprechend ihrer funktionalen Bestimmung ist die wesentliche physikalische Eigenschaft von Dämmstoffen die Wärmeleitfähigkeit (□). Wie Tabelle 2 zeigt, variieren die verschiedenen Dämmstoffe in ihren Wärmeleitfähigkeiten. Somit müssen auch die Dicken der Dämmstoffe unterschiedlich kalkuliert werden, damit die Baukonstruktion einen geforderten Wärmedurchgangskoeffizienten erreicht. Dieser wird kurz als U-Wert bezeichnet und ist ein Faktor zur Berechnung der notwendigen Dämmstoffdicken.

Im Beispiel ist der U-Wert der Flachdachkonstruktion auf 0,125 W/(m²K) festgelegt. Damit Dämmplatten mit der Wärmeleitfähigkeit 0,031 W/(mK) den geforderten U-Wert von 0,125 W/(m²K) erreichen, müssen sie laut Beispielrechnung 237 mm dick sein.

Tabelle 3. Dämmdicken in Abhängigkeit von der Wärmeleitfähigkeit für den geforderten U-Wert der Gesamtkonstruktion von 0,125 W/(m²*K)

Dämmstoff	Wärmeleitfähigkeit [1] W/(m*K)	erforderliche Dicke der Dämmschicht in mm
Dämmstoff 026	0,026	199
Dämmstoff 031	0,031	237
Dämmstoff 033	0,033	253
Dämmstoff 035	0,035	268
Dämmstoff 038	0,038	291

[1] Die Wärmeleitfähigkeiten wurden aus Produktdatenblättern der Hersteller von Flachdachdämmplatten entnommen.

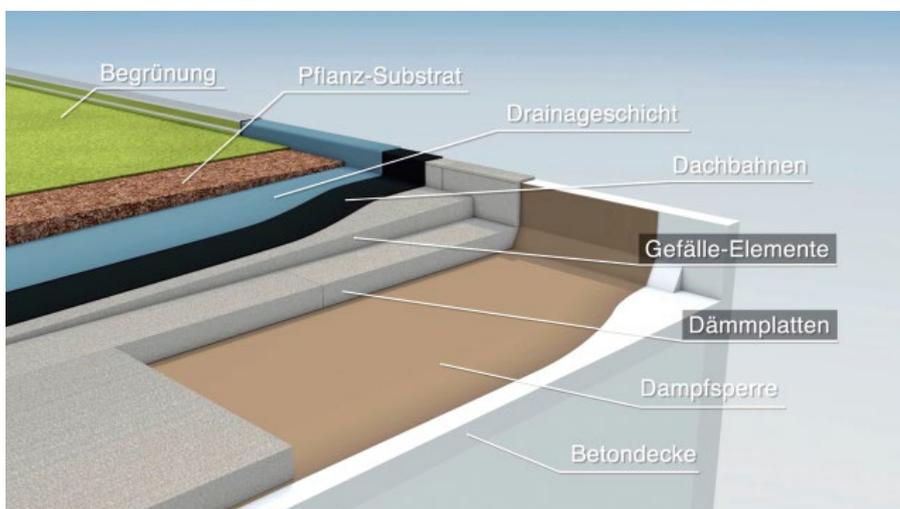


Bild 2. Einschaliges Flachdach – schematischer Aufbau auf einer Betondecke

Tabelle 4. Übliche Rohdichte von Dämmstoffen (FIW München, Metastudie Dämmstoffe, Bericht FO-12/12)

Dämmstoff	Norm	Gewicht in kg/m ³ , von-bis
Polystyrol-Hartschaum EPS (weiß/grau)	DIN EN 13163	15–30
Polystyrol Extruderschaum, XPS	DIN EN 13164	25–50
Polyurethan Hartschaum PUR/PIR	DIN EN 13165	30–100
Mineralwoll-Dämmstoff MW	DIN EN 13162	15–220
Schaumglas CG	DIN EN 13167	100–200

Für die anderen Dämmstoffe ergeben sich aufgrund der spezifischen Wärmeleitfähigkeiten differenzierte Dämmdicken zur Erzielung des U-Wertes von 0,125 W/(m²K) (Tabelle 3).

Fazit: Im Beispiel hat der Dämmstoff 026 die geringste Wärmeleitfähigkeit mit $\lambda = 0,026 \text{ W/(mK)}$ und erfordert demzufolge auch die geringste Dämmdicke.

Druckfestigkeit und Lastfälle im Flachdach

Dämmplatten für das Flachdach müssen belastbar sein, damit sie die Beanspruchung während der Bauzeit und der gesamten Lebensdauer überstehen, ohne ihre Funktion zu verlieren.

Bei der Dämmstoffauswahl müssen die zu erwartenden Belastungen berücksichtigt werden. Die üblichen Last-

fälle im Flachdach und die erforderlichen Druckfestigkeiten der Dämmstoffe sind in ländereigenen Anwendungsnormen festgelegt. In Deutschland gelten die Anforderungen der DIN 4108-10 vom Dezember 2015 „Anwendungsbezogene Anforderungen an Wärmedämmstoffe – Werkmäßig hergestellte Wärmedämmstoffe“. Dämmplatten für das genutzte, einschalige Flachdach müssen einer hohen Druckbelastung standhalten (Tabelle 2, DIN 4108-10 vom Dezember 2015 „Differenzierung von bestimmten Produkteigenschaften“). Für die Belastungsstufe dh – das Kurzzeichen dh aus DIN 4108-10, Tabelle 2 bedeutet: hohe Druckbelastbarkeit – sollten Dämmplatten aus EPS (expandierbares Polystyrol der Stufe CS (10) 150 nach DIN EN 13163, Tabelle 3 „Stufen der Druckbelastung bei 10 % Stauchung“ entsprechen. Das bedeutet, dass die Dämmplatten bei einer

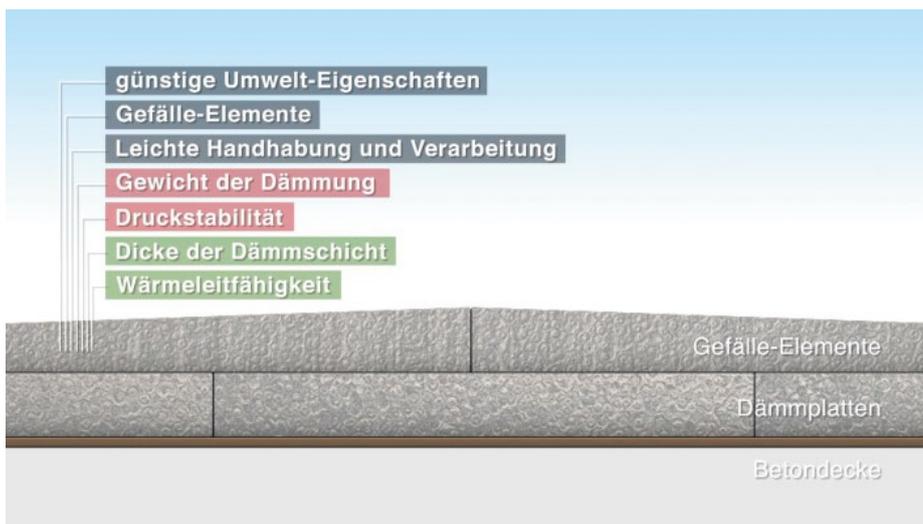


Bild 3. Dämmelemente auf einer Betondecke

Tabelle 5. Gewichte verschiedener Dämmstoffe für die Flachdachfläche von „D105“ (1.970 m²)

Dämmstoff	Wärmeleitfähigkeit W/m ² *K	erforderliche Dicke der Dämmschicht	Gewicht kg/m ³	Tonnen total bei 1.970 m ²
Dämmstoff 031 (graues EPS z. B. Neopor [®])	0,031	237	26	12,1
Dämmstoff 026 (PUR)	0,026	199	32	12,5
Dämmstoff 035 (weißes EPS z. B. Styropor [®])	0,035	268	25	13,2
Dämmstoff 033 (XPS)	0,033	253	32	15,9
Dämmstoff 038 (MW, SW)	0,038	291	82 [1]	47,0

[1] Mineralwolle- und Steinwollämmplatten benötigen oft deutlich höhere Rohdichten zur Erreichung der erforderlichen Druckspannung. 60–70 kPa bei 10 % Stauchung ist i. d. R. die Obergrenze. Gemäß Flachdachrichtlinien sind sie nur sehr begrenzt für genutzte Flachdächer einsetzbar.



Bild 4. Für das einschalige, genutzte Flachdach sind stabile Dämmplatten besonders geeignet – sie zeigen auch unter hoher Belastung keine Verformung



Bild 6. Die Flachdächer des Gebäudes „D105“ befinden sich auf verschiedenen Ebenen – hier ein Flachdachbereich auf einer tieferen Ebene zwischen transparent gestalteten Fassaden; Mitarbeiter haben einen schönen Blick auf die später bepflanzten Flächen (Fotos/Grafiken: BASF)

Druckbelastung von 150 kPa eine maximale Stauchung von 10 % aufweisen (Tabelle 4, DIN 4108–10).

Druckfestigkeit und Gewicht

Damit die Dämmstoffe die erforderliche Druckfestigkeit CS (10) 150 erfüllen, benötigen sie eine dafür ausgelegte Rohdichte (i. d. R. in kg/m^3).

So erreichen einige Dämmplatten, z. B. EPS, mit einem geringen Rohstoffeinsatz von ca. $26 \text{ kg}/\text{m}^3$ die relevante Druckfestigkeit von 150 kPa, während andere Dämmstoffe deutlich mehr Rohstoff benötigen, um den Anforderungen an die Druckfestigkeit zu entsprechen.

Grundsätzlich gilt, dass Anwendungen, die druckbelastet sind, höhere Rohdichten erfordern als nicht druckbelastete Anwendungen, wie beispielsweise die Zwischensparrendämmung.

Deshalb werden alle Dämmstoffe mit unterschiedlichen Rohdichten bzw. Gewichten für die verschiedenen Anwendungsbereiche (Wand, Dach u. a.) angeboten.

Die Bilanzierung der Eigenschaften

Erst die Gesamtbilanz der Eigenschaften Wärmeleitfähigkeit, Dicke und Gewicht zeigt, inwieweit sich die Dämmstoffe für das einschalige genutzte Flachdach eignen. Aus Tabelle 5 wird ersichtlich, dass Dämmplatten aus grauem EPS das Flachdach im Vergleich zu anderen Dämmstoffen am wenigsten belasten.

Das hat die Planer des neuen BASF-Gebäudes „D105“ davon überzeugt, Dämmplatten aus Neopor® im Flachdachaufbau und Dämmplatten aus PUR in großen Teilen der gewölbten Dachflächen zu verwenden. Grund für diese Auswahl war neben dem geringen Rohstoffverbrauch auch



Bild 5. Das neue Bürogebäude der BASF „D105“ in Ludwigshafen bietet neben Konferenzräumen und einer modernen Kantine multifunktionale Büroräume mit Platz für 1.200 Mitarbeiter

die statische Struktur. So bewirkt es einen deutlichen Unterschied, ob Decken, Stürze, Stützen, Tragwände und Fundamente mit 12 t oder mit 47 t, also dem fast vierfachen Gewicht, belastet werden. Tragelemente werden dem Gewicht entsprechend ausgeführt, d. h. je höher die Last, desto höher sind die Kosten für statische Maßnahmen. Mit grauem EPS (Neopor) und Polyurethan ließen sich die hohen Anforderungen der Deutschen Gesellschaft für nachhaltiges Bauen (DGNB) erfüllen. „D105“ trägt das DGNB-Vorzertifikat in Platin.

Brandschutzanforderungen an Flachdächer

Bei der Brandschutzplanung von Gebäuden sind neben dem baulichen Brandschutz auch der anlagentechnische, der organisatorische und der abwehrende Brandschutz zu berücksichtigen.

Die Bestimmungen hierzu sind in den nationalen Bauordnungen, Normen und Brandschutzverordnungen festgelegt und können sich zwischen den Ländern unterscheiden. Die Hauptkriterien für den baulichen Brandschutz sind allerdings in vielen Ländern ähnlich. Sie ergeben sich aus der Gebäudenutzung, der Gebäudehöhe, den einzelnen Baustoffen und Bauteilen sowie dem Gebäude- und Grenzabstand.

Ein Teil des baulichen Brandschutzes befasst sich auch mit dem Brandverhalten von Baustoffen und dem Feuerwiderstand von Bauteilen und Bauarten. Mit der europäischen Norm DIN EN 13501, Teil 1 bis 6 „Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten“ wurde in diesem Bereich erstmals eine für alle europäischen Staaten gültige Norm verabschiedet. Die DIN EN 13501-1 unterscheidet Baustoffe in sieben Klassen von nicht entflammbar (A1, A2) bis leichtentflammbar (F). Die meisten Polystyrol-Schäume sind in der Klasse E eingestuft: normal entflammbar, nicht brennend abtropfend.

Die Verwendung normal entflammbarer Dämmstoffe im Flachdach ist grundsätzlich möglich, solange die Bedachung als „Harte Bedachung“ ausgewiesen ist. Die notwendigen Nachweise sollten jeweils bei den Anbietern und Lieferanten von Dachsystemen angefordert werden. Eine „Harte Bedachung“ muss ausreichend widerstandsfähig gegen Flugfeuer und Strahlungswärme sein. Die meisten EU-Länder erkennen eine 5 cm dicke Kiesschicht der Körnung 16/32 als harte Bedachung an. Auch Gründachsysteme gelten in der Regel als harte Bedachung.

Zusätzliche Auflagen zum Brandschutz können sich durch die Gebäudeklasse, die Gebäudehöhe, Grenzabstände sowie durch Flucht- und Rettungswege ergeben. Es ist ratsam, gebäudespezifische und baurechtliche Details mit der jeweiligen Genehmigungsbehörde für Bauwerke abzustimmen.

Fazit

Flachdächer nachhaltig gebaut oder saniert, bieten ein enormes Potenzial – als Nutzfläche oder zum Energiesparen. Gerade in Innenstädten, wo Flächen häufig knapp sind, könnte die Nutzbarmachung von Flachdächern wertvolle Räume schaffen, z. B. Dachgärten oder Erholungsareale. Dennoch liegen derzeit viele Millionen Quadratmeter vorhandener Flachdächer brach. Geprüfte, und geeignete Flachdach-Bausysteme und Materialien werden von Industrie und Fachhandel ausreichend angeboten. Jedes dieser angebotenen Flachdachsysteme benötigt eine Dämmschicht zur Erfüllung der gesetzlichen Energieeinsparforderungen. Dabei ist es von zentraler Bedeutung, dass Bau- und Dämmstoffe anhand ihrer Bauaufgabe ausgewählt werden, denn nur so können Langlebigkeit und Nachhaltigkeit eines Gebäudes gewährleistet werden.

Dämmplatten richtig auswählen, bedeutet die Eigenschaften Wärmeleitfähigkeit, Druckspannung (-festigkeit) und Gewicht zu bewerten. Besonders wichtig ist dabei die Frage, wie die einzelnen Faktoren die Dicke der Dämmschicht, die Rohdichte und die Höhe des Rohstoffverbrauchs beeinflussen. Werden Dämmstoffe nach den genannten Kriterien kalkuliert, wirken sie sich positiv auf die Nachhaltigkeit eines Flachdaches und die Klassifizierung des gesamten Gebäudes aus.

Neben den mechanischen und physikalischen Eigenschaften sind weitere Aspekte bei der Bewertung des Dämmstoffs zu berücksichtigen. So sollten Dämmstoffe wirtschaftlich sein, d. h. ein gutes Preis-Leistungs-Verhältnis haben. Ein erster Hinweis ergibt sich aus Preislisten und Handwerkerangeboten für Dämmarbeiten. Weiterhin können Überlegungen zur statischen Struktur des Gebäudes das Preis-Leistungs-Verhältnis beeinflussen. Hier gilt: Je geringer das Gewicht eines Dämmstoffes ist, desto geringer sind die Kosten statischer Maßnahmen. Gerade bei der Modernisierung vorhandener Dachflächen können Dämmplatten, die gleichzeitig stabil und leicht sind, Kosten senken, weil auf zusätzliche und teure statische Ausführungen verzichtet werden kann.

Ferner ist die Handhabung auf der Baustelle zu bedenken: Gefälleelemente oder ein geringes Gewicht können die Montage der Dämm- und Gefälleelemente erleichtern. Was das relevante Kriterium Sicherheit betrifft, ergeben sich je nach Baukonstruktion unterschiedliche Anforderungen.

Karl-Heinz Schmitz, BASF, G-PMF/EA-D219

Weitere Informationen:
BASF SE
67056 Ludwigshafen
neopor@basf.com