

Das Porenbetondach – wertbeständig, energiesparend, umweltfreundlich und wirtschaftlich

Die Verteuerung der Grundstücke, die damit einhergehende Verkleinerung der bebaubaren Flächen und auch die Verringerung der überbauten Flächen zwingen heute zur besseren Ausnutzung der Gebäude. Das führte in den letzten Jahren auch zu einer veränderten Nutzung des Dachraumes. War er früher traditionsgemäß "Speicher" und damit Wärme- und Kälte-Puffer, so wird der Dachraum heute überwiegend zum Wohnbereich. Von daher werden an das Dach bauphysikalisch und bautechnisch höhere Anforderungen gestellt. Es liegt also nahe, im Wohnungsbau die hervorragenden Eigenschaften von Porenbetonbauteilen nicht nur bei Wänden und Decken, sondern auch beim Dach voll zu nutzen. Aufgrund seiner vorteilhaften bauphysikalischen Eigenschaften, seiner hohen Wertbeständigkeit, guten Anpassungsfähigkeit und nicht zuletzt leichten Handhabung und Verarbeitung ist der Porenbeton der optimale Baustoff für den Dachgeschossbau.

Herstellung von Porenbeton

Einige der herausragenden Eigenschaften des Porenbetons, nämlich die gute Wärmedämmung, die hohe Festigkeit und die günstige ökologische Bewertung, lassen sich auf die verwendeten Rohstoffe und den Herstellungsprozess zurückführen. Die in praktisch unbegrenzter Menge vorhandenen Rohstoffe Quarzsand, Bindemittel (Kalk und/oder Zement), Anhydrit oder Gips, Wasser sowie porenbildende Zusätze in Form von Aluminiumpulver oder -paste werden gemischt und in Formen gegossen. Das Aluminiumpulver reagiert trotz seines geringen Anteils von etwa 0,05 Gew.-% mit Calciumhydroxid und Wasser und treibt die Mischung wie einen Hefekuchen auf. Dabei entstehen die für den Porenbeton charakteristischen Luftporen. Luft ist in ruhendem Zustand der beste zur Verfügung stehende Wärmedämmstoff. Darüber hinaus ist das außergewöhnlich große Baustoffvolumen-/ Rohstoffvolumen-Verhältnis von fünf zu eins beim Porenbeton ökologisch wertvoll hinsichtlich des Ressourcenverbrauchs. Das bedeutet, ein Kubikmeter fester Rohstoffe ergibt etwa fünf Kubikmeter Porenbeton.

Für bewehrte Bauteile werden Bewehrungskörbe in einem angegliederten Prozess hergestellt. Der Stahldraht wird von Rollen gezogen, gerichtet und abgelängt. Er wird durch Punktschweißen zu Matten verbunden und ggf. zu Körben gebogen oder zusammengefügt. Die korrosionsgeschützten Bewehrungskörbe werden vor dem Gießen in die Formen eingebaut und fixiert.

Der standfeste Rohblock wird nach dem Entfernen der Formen mit Hilfe straff gespannter Stahldrähte sowohl horizontal als auch vertikal geschnitten. Abschließend erfolgt die Dampfhärtung im Autoklaven. Nach diesem Arbeitsgang hat der Porenbeton seine endgültigen Eigenschaften. Durch exakte Einhaltung der Herstellbedingungen und durch regelmäßige Eigen- und Fremdüberwachung entsprechend den technischen Baubestimmungen wird eine hohe Zuverlässigkeit in Bezug auf die Materialeigenschaften garantiert.

Die Herstellung von Porenbeton ist energiesparend angelegt. Geschlossene Energiekreisläufe sorgen für eine Mehrfachnutzung und vermeiden damit eine Belastung der Umwelt. Sowohl bei der Steinproduktion als auch bei der Herstellung von bewehrtem Porenbeton werden Reststoffe wieder in den Produktionskreislauf zurückgeführt. Auch sortenreine Baustellenabfälle werden in der Produktion wiederverwendet. Damit ist eine effektive und ökonomische Ausnutzung aller Ressourcen garantiert.

Außenwände, Innenwände, Dächer und Decken können homogen aus einem Baustoff erstellt werden. Auf ergänzende Baustoffe, die sonst häufig für den Wärme-, Schall- und Brandschutz erforderlich sind, kann weitgehend verzichtet werden - ein wesentlicher Vorteil sowohl für die Wirtschaftlichkeit als auch für eine fehlerfreie Bauausführung.

Die Produktpalette der Hersteller reicht von den Plansteinen über Planelemente, Planbauplatten, großformatige bewehrte Wand-, Dach- und Deckenplatten, Fenster- und Türstürze bis hin zu U-Schalen und Treppenstufen. Entsprechend dem Titel dieses Beitrages beschränken sich die weiteren Ausführungen auf die Beschreibung der vorteilhaften Eigenschaften des Porenbetondaches sowie dessen Ausführung und Montage. Informationen zu den anderen vorgenannten Porenbetonbauteilen enthalten das Porenbeton-Handbuch und die Porenbeton-Berichtshefte 1 bis 22, die beim Bundesverband Porenbeton erhältlich sind. Darüber hinaus sind die Informationsschriften der Hersteller zu beachten.

Bemessungsgrundlagen

Beim Porenbeton-Massivdach für den Wohnungsbau handelt es sich im Prinzip um stahlbewehrte Platten, die einachsiger und parallel zur Traufe gespannt werden. Auflager bilden die Giebelwände bzw. parallel zu den Giebelwänden verlaufende Schotten. In den Schotten können die üblichen Öffnungen für Fenster oder Türen vorgesehen werden.

Entsprechend der max. Länge der Dachplatten von 8 m darf unter Berücksichtigung der Auflagertiefen die max. Stützweite 7,50 m nicht überschreiten. Auflagertiefen kleiner als

70 mm sind unzulässig. Die freie Kragarmlänge gemessen vom Kragarmrand bis zum Unterstützungsrand darf 1,5 m nicht überschreiten. Die Mindestplattendicke beträgt 100 mm, die maximale Dicke 300 mm.

Die Bemessung, Herstellung und Montage erfolgt nach DIN 4223 sowie den jeweils gültigen Zulassungsbescheiden der Hersteller. Die wichtigsten Produktkenndaten können dabei der Tabelle 1 entnommen werden. Es ist in jedem Fall ein statischer Nachweis zu führen, der auch mit Hilfe von Bemessungstabellen erfolgen kann, die von einem Prüfer für Baustatik allgemein geprüft sind (Typenprüfung). Porenbetondächer können auch als Dachscheiben ausgebildet werden. Dabei ist die Scheibenwirkung und die Tragfähigkeit der Scheibenaufleger statisch nachzuweisen. Die Scheibenstützweite darf höchstens 35 m betragen.

Tabelle 1: Produktkenndaten von Porenbeton-Dachplatten

Rohdichte- klasse	Festigkeits- klasse	Trockenrohddichte		Schwind- maß $\epsilon_{s,\infty}$ [mm/m]	Rechenwert der Eigen- last [kN/m ²]	Rechenwert der Wärmeleit- fähigkeit λ_R [W/mK]
		Mindestwert	Höchstwert			
0,40	2,2	0,35	0,40	0,2	5,2	0,10
0,45	2,2	0,40	0,45		5,7	0,12
0,50	3,3	0,45	0,50		6,2	0,13
0,55	3,3 oder 4,4	0,50	0,55		6,7	0,14
0,60	3,3 oder 4,4	0,55	0,60		7,2	0,16
0,65	4,4	0,60	0,65		7,8	0,18
0,70	4,4	0,65	0,70		8,4	0,18

Wärmeschutz

Ein guter Wärmeschutz der Gebäudehülle trägt nicht nur zu einer Reduzierung der Betriebskosten sondern auch zur Entlastung der Umwelt bei. Die neue Energieeinsparverordnung (EnEV) stellt bis auf einen Mindestwärmeschutz gemäß DIN 4108-2 zur Erhaltung technischer und hygienischer Standards sowie bei Instandsetzungs- und Modernisierungsmaßnahmen keine Anforderungen an die Wärmedämmung von Außenbauteilen. Trotzdem spielt die Wärmedämmung von Außenbauteilen eine maßgebende Rolle bei der Umsetzung der Anforderungen der EnEV. Porenbeton ist bekannt als ein massiver Baustoff mit einer hervorragenden Wärmedämmung. Unter Beachtung der Anforderungen der EnEV werden künftig im Dachbereich bei Verwendung marktüblicher Haustechnik Wärmedurchgangskoeffizienten von $U = 0,15$ bis $0,25$ W/(m²K) zu planen und auszuführen sein. Ein Porenbeton Massivdach bestehend aus Dachplatten mit einer Dicke von 20 cm

und nur 12 cm Dämmung weist bereits einen Wärmedurchgangskoeffizienten von $U = 0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ auf.

Wärmebrücken stellen unter energetischen und hygienischen Gesichtspunkten Schwachpunkte in der Konstruktion eines Gebäudes dar. Der Anteil der Wärmebrücken an den Transmissionswärmeverlusten kann je nach Randbedingungen bis zu 20% und mehr betragen. Bausysteme aus Porenbeton ermöglichen ein nahezu wärmebrückenfreies Bauen. Verantwortlich hierfür ist unter anderem die in vertikaler und horizontaler Richtung gleiche ausgezeichnete Wärmedämmung. Für die homogene Bauweise aus Porenbeton sind die Wärmebrückenverlustkoeffizienten ψ als entscheidende Kenngröße niedrig und damit günstig. Bei Bausystemen aus Porenbeton werden die wärmebrückenbedingten Wärmeverluste auf ein Minimum reduziert. Gleichzeitig sind Wärmebrücken Bereiche, in denen unter ungünstigen Voraussetzungen die Gefahr einer erhöhten Tauwasseranreicherung besteht. Auch hier ist man mit Bausystemen aus Porenbeton auf der sicheren Seite, weswegen die für Wärmebrücken typischen Feuchteschäden entfallen. Eine Gesundheitsbeeinträchtigung durch Schimmelbildung im Bereich der Wärmebrücken kann somit ausgeschlossen werden.

Mit zunehmender Reduktion der Transmissionswärmeverluste gewinnt der Anteil der Lüftungswärmeverluste am Gesamtwärmeverlust an Bedeutung. Aus hygienischer Sicht ist ein bestimmter Mindestluftwechsel unabdingbar. Ein entsprechender Luftwechsel ist durch Fensterlüftung oder eine Lüftungsanlage sicher zu stellen. Nicht erwünscht sind unkontrollierte Lüftungswärmeverluste. Die EnEV bietet deshalb die Möglichkeit, bei nachweislich dichten Gebäuden eine Reduktion der Luftwechselrate vorzunehmen. Bei konsequenter Planung und Ausführung luftdichter Details kann der Wärmebedarf um ca. 10% reduziert werden. Außenwände und Dächer aus Porenbeton sind grundsätzlich dauerhaft winddicht. Dies gilt auch, ohne dass hierauf ein besonderes Augenmerk gerichtet wird. Bei anderen Konstruktionen kann beispielsweise mit Hilfe von Kunststoff-Folien zwar auch eine Luftdichtheitsschicht erzielt werden, jedoch muss Stößen, Überlappungen, Durchdringungen und Anschlüssen ein besonderes Augenmerk geschenkt werden. Diese kritischen Details entfallen bei einer massiven Konstruktion aus Porenbeton-Mauerwerk und Porenbeton-Dachplatten. Die Wirtschaftlichkeit derartiger Konstruktionen wurde an verschiedenen Niedrigenergiehäusern bestätigt. Die beste Luftdichtheit der untersuchten Konstruktionsvarianten hat eine massive Konstruktion aus Porenbeton-Mauerwerk und Porenbeton-Dachplatten, bei der der Anschluss zwischen Dach und Wand als besonders einfach und sicher zu bezeichnen ist.

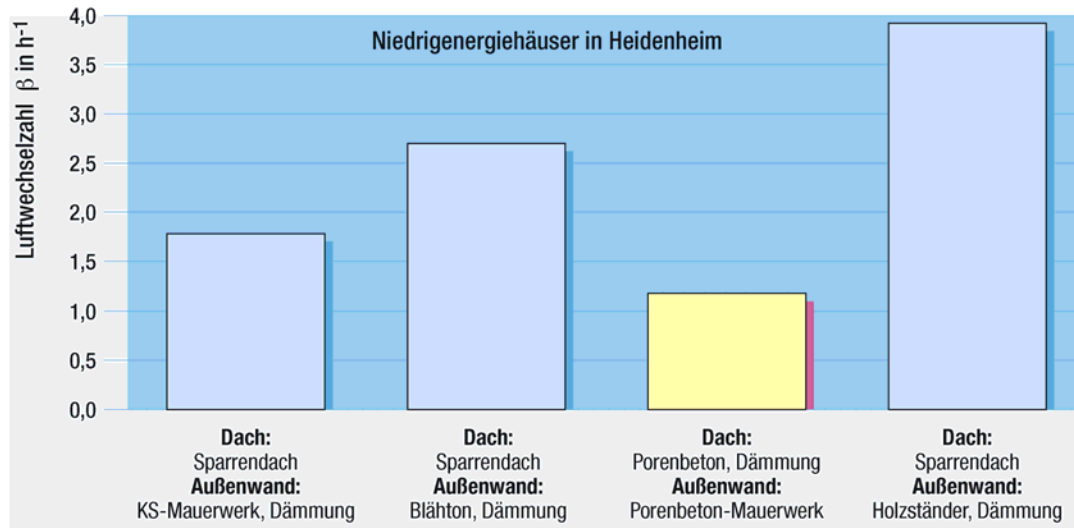


Bild 1: Messungen der Luftdichtheit (bei $\Delta p=50$ Pa) an Niedrigenergiehäusern in Heidenheim

Das Porenbeton-Massivdach hat bei gleichen U-Werten gegenüber anderen Dachkonstruktionen eine deutlich größere Speicherefähigkeit. Dies bewirkt im Winter ein erheblich langsames Auskühlen des Dachraumes. Das heißt, teure Heizwärme wird länger festgehalten, die Raumtemperatur bleibt konstant und das Behaglichkeitsgefühl wird gesteigert. Im Sommer werden umgekehrt hohe Außentemperaturen abgehalten und extreme Temperaturschwankungen der Außenluft auf ein Minimum im Innenraum reduziert.

Schallschutz

In der Schallschutznorm DIN 4109 ist der Zusammenhang zwischen der flächenbezogenen Masse und dem bewerteten Schalldämm-Maß eines Bauteils geregelt. Da Porenbeton im Hinblick auf den Wärmeschutz möglichst leicht - Raumgewicht etwa 500 kg/m^3 - ist, könnte man schlussfolgern, dass die Aussichten bezüglich des Schallschutzes nicht allzu günstig sind. Dagegen hat sich jedoch bei umfangreichen Untersuchungen an Porenbetonwänden gezeigt, dass sie sich um etwa 2 bis 4 dB günstiger verhalten als gleich schwere Wände aus anderen Baumaterialien. Dokumentiert ist dieses günstige schalltechnische Verhalten für Porenbetonmauerwerk durch die Fußnote der Tabelle 1 im Beiblatt 1 zur DIN 4109, Ausgabe November 1989, die besagt: „Bei verputzten Wänden aus dampfgehärtetem Porenbeton mit einer Steinrohichte $\leq 0,8 \text{ kg/dm}^3$ bei einer flächenbezogenen Masse bis zu 250 kg/m^2 darf das bewertete Schalldämm-Maß um 2 dB höher angesetzt werden“. Es kann davon ausgegangen werden, dass bewehrter Porenbeton ein gleiches schalltechnisches Verhalten aufweist. Dies bestätigen derzeit laufende For-

schungsvorhaben, die im Rahmen der europäischen Schallschutznormung auch für bewehrte Porenbetonbauteile durchgeführt werden.

Dächer werden gemäß DIN 4109 Ziffer 5.3 schalltechnisch wie Außenwände beurteilt. In Bild 2 sind Dachkonstruktionen aus Porenbeton beschrieben, für die im Prüfstand bewertete Schalldämm-Maße gemessen wurden. Mit diesen Konstruktionen lassen sich die Anforderungen aller Lärmpegelbereiche erfüllen. Der Vorteil massiver Dächer aus Porenbeton gegenüber konventionellen Dächern liegt vor allem in der höheren flächenbezogenen Masse und den damit verbundenen besseren schalltechnischen Eigenschaften.

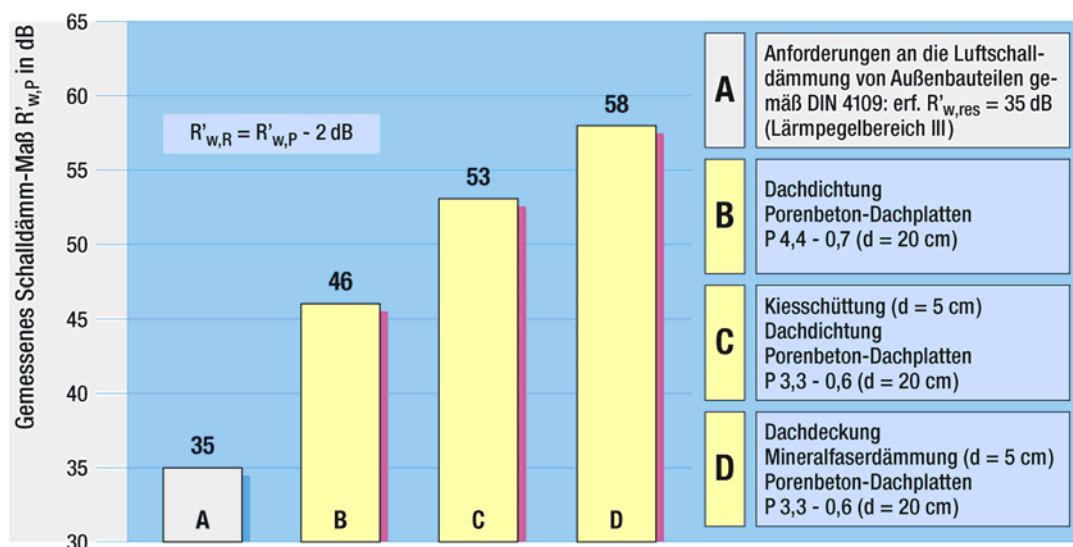


Bild 2: Schallschutz von Porenbetondächern

Brandschutz

Übergeordnete Aufgaben des Brandschutzes sind, der Entstehung von Bränden und ihrer Ausbreitung vorzubeugen und im Brandfall die Möglichkeit einer Rettung von Personen, Tieren und Sachgütern zu gewährleisten und damit die Voraussetzung für eine wirksame Brandbekämpfung zu schaffen.

Aufgrund seiner mineralischen Zusammensetzung gehört Porenbeton zur Brandschutzklasse A1, d. h. er ist nicht brennbar. Er erfüllt die Anforderungen aller Feuerwiderstandsklassen von F30 bis F180 ohne jegliche Zusatzmaßnahmen, wie Bekleidung oder Beschichtung. Weiter besitzt Porenbeton den Vorzug, im Brandfall keinen Rauch und keine toxischen Gase zu bilden.

Porenbeton-Dachplatten werden mit gutem Erfolg im baulichen Brandschutz verwendet. Ab einer Plattendicke von 100 mm, bei entsprechender Bewehrungsüberdeckung, finden sie bereits Verwendung für eine Feuerwiderstandsklasse F120. Auf der Oberseite dürfen beliebige Überdachungen aufgebracht werden. Die Feuerwiderstandsklasse der Dächer wird dadurch nicht beeinflusst. Auch eine eventuelle zusätzliche Wärmedämmschicht zwischen Porenbetonplatte und Überdachung ändert nichts an der durch die Platte allein garantierten Feuerwiderstandsklasse. Durch die Verwendung von Putz an der Plattenunterseite kann die Feuerwiderstandsdauer der Dächer weiter erhöht werden.

Montage und Ausführung

Die Montage- und Verankerungstechnik für das Porenbeton-Massivdach basiert auf jahrzehntelangen Erfahrungen in der Anwendung. Das Verlegen von Porenbeton-Dachplatten mit vorhandenem Baustellenkran oder je nach Baustellenverhältnissen direkt vom LKW aus geht schnell und rationell auf der Basis von exakten Verlegeplänen. Die Platten bieten zur Weiterarbeit eine glatte, ebene Fläche, die sofort begehbar ist. Sie sind mit verschiedenen Profilierungen an den Plattenlängsseiten lieferbar.

Nachdem die tragenden Giebel- und Mittelwände als Schotten zur Auflagerung der Platten errichtet sind, werden die Dachplatten von der Traufe an nach oben verlegt. Durch die exakte Justierung und sichere Arretierung der untersten Platte sind zugleich alle nachfolgenden Platten in ihrer Höhenlage ausgerichtet.

Bei Aussparungen für Kamindurchführungen oder Öffnungen für Dachfenster werden zur Montage die Stahlauswechselungen gleich beim Verlegen mit eingebaut. Abschließend werden Ringanker und Fugen vergossen.



Bild 3: Verlegen von Porenbeton-Dachplatten

Ist bei Porenbeton-Dachplatten eine zusätzliche Wärmedämmung vorgesehen, so sind Dampfsperren zwischen Dachplatten und Dämmschicht in der Regel nicht notwendig. Bei Verwendung von Mineralfaserplatten als Dämmschicht kann der objektgebundene diffusionstechnische Nachweis unter Berücksichtigung des jeweiligen Außen- und Innenklimas den Einbau einer Sperrschicht zwischen Dachplatte und Wärmedämmung erforderlich machen. Grundsätzlich sind auf Porenbeton-Dachplatten alle gängigen Dacheindeckungen möglich.

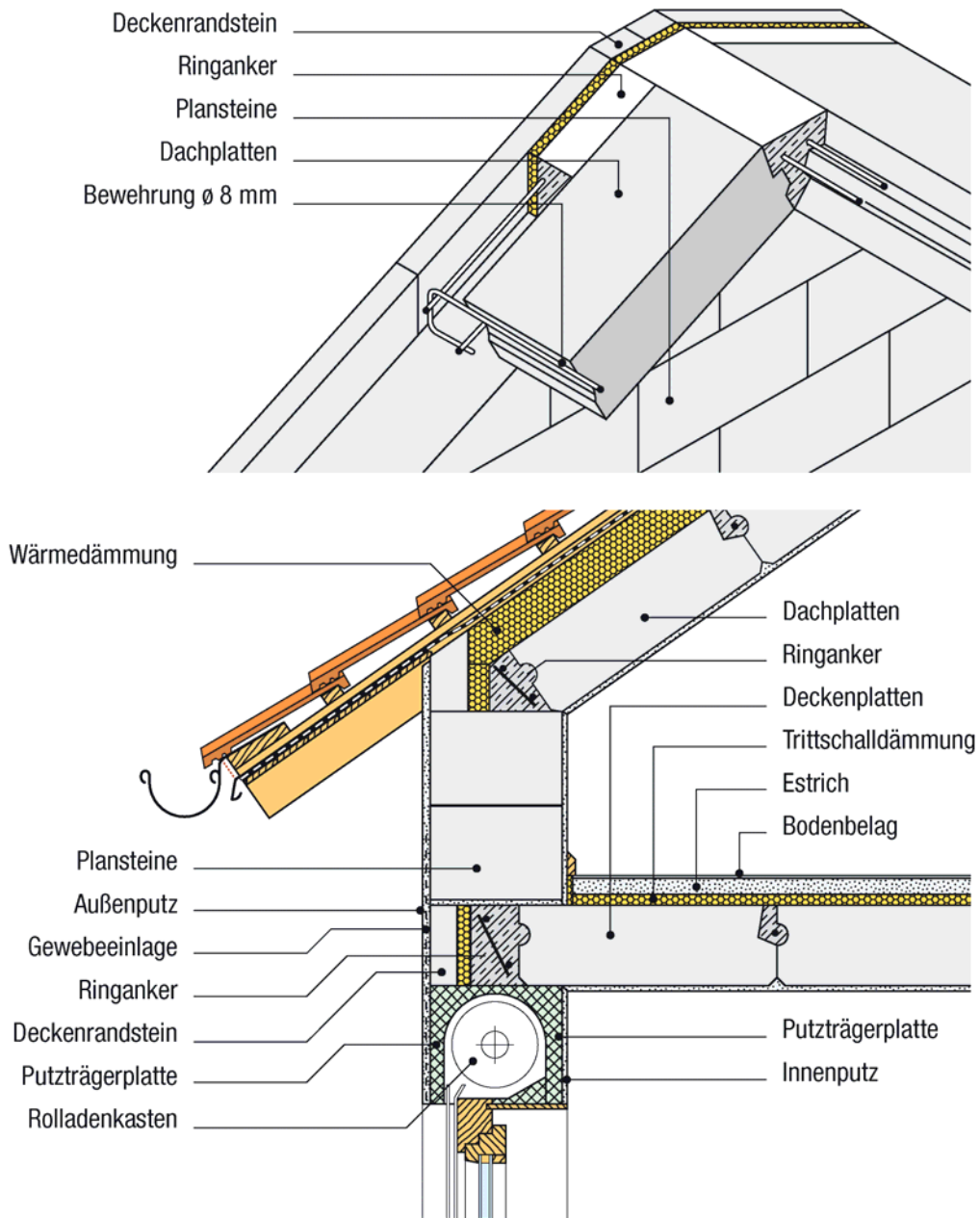


Bild 4. Ausführungsdetails: First, Giebel, Traufe