

WÜPDR

PORENBETON



MAUERWERK

	Seite
1 Allgemeines Baustoffwahl	3
2 Der Baustoff WÜPOR Porenbeton mit CE-Zeichen, Herstellung, Recycling und Entsorgung, Bautechnische Eigenschaften, Bauphysikalische Eigenschaften, Verarbeitungsvorteile	4
3 Die WÜPOR Produktpalette und ihr Anwendungsbereich Plansteine, Planbauplatten, Planelemente	9
4 Die Tragfähigkeit von WÜPOR Porenbeton-Mauerwerk Bemessung, Beispiel	10
5 Ausführung und Konstruktionen Allgemeines, Tragende Wände, Nicht tragende Wände	15
6 Putze Außenputz, Innenputz, Keramische Fliesen und Platten	20
7 Befestigungen und Befestigungsmittel Nägels, Dübel, Durchsteckmontage, Injektionsanker	22
8 Bauphysik Wärmeschutz, Feuchteschutz, Brandschutz, Schallschutz	23
9 Wirtschaftlichkeit	27

1.1 Die richtige Baustoffwahl

Zu den ursprünglichen Aufgaben des Mauerwerks gehörte vor allem, die Bewohner eines Gebäudes vor Wind und Wetter zu schützen und die Lasten aus Dach und Decken sicher in den Baugrund abzuleiten.

Heute muss das Mauerwerk zusätzlichen Anforderungen aus Bautechnik, Bauphysik und Umwelttechnik gerecht werden, d.h. Ökologie und Ökonomie in Einklang bringen. Der Bauherr oder Architekt sollte sich deshalb vor Baubeginn für den richtigen Wandbaustoff entscheiden, der die gestellten Anforderungen und Wünsche an sein Bauvorhaben erfüllt.

In der Praxis hat sich die Kombination der artverwandten weißen Wandbaustoffe Kalksandstein und WÜPOR Porenbeton bewährt. Eine umfassende Produktinformation über WÜPOR Porenbeton-Mauerwerk liegt mit dieser Broschüre vor. Sie soll zur richtigen Baustoffauswahl beitragen.

Das geringe Gewicht und die leichte Verarbeitbarkeit dieses massiven Baustoffes sind wichtige Voraussetzungen für die Verkürzung der Bauzeit. Zusätzlich können durch gezielten Einsatz gut aufeinander abgestimmter Hilfsmittel der Bauablauf entscheidend rationalisiert und die Baukosten somit spürbar gesenkt werden.



Um den Umfang dieser Broschüre übersichtlich zu halten, werden die wichtigsten und in der Praxis am häufigsten vorkommenden Anforderungen an Mauerwerk behandelt. In den folgenden Kapiteln sind die technischen Grundlagen und die entsprechenden Details in der Ausführung mit WÜPOR Porenbeton dargestellt.

2.1 Porenbeton mit CE-Zeichen

Bei WÜPOR handelt es sich um Porenbetonsteine nach der europäischen Norm DIN EN 771-4:2005-05 – bisher: DIN V 4165. Die in Übereinstimmung mit dem harmonisierten Teil dieser Norm hergestellten Porenbetonprodukte erhalten eine CE-Kennzeichnung.

Die Verwendung der CE-gekennzeichneten Porenbetonprodukte ist in DIN V 20000-404:2005-03 geregelt. Da die europäische Norm DIN EN 771-4 nicht alle Anforderungen beinhaltet, die in Deutschland für die Verwendung von Porenbetonsteinen nach DIN 1053-1, -100, -3, -4 gelten, sind die zusätzlichen Anforderungen in DIN V 4165-100:2005-06 enthalten.

Die neuen europäischen Regelungen gelten nicht für WÜPOR Porenbeton-Planelemente und -Planbauplatten. WÜPOR Porenbeton-Planelemente be-

dürfen weiterhin einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und werden mit dem Ü-Zeichen gekennzeichnet. WÜPOR Porenbeton-Planbauplatten sind weiterhin in DIN 4166 geregelt.

2.2 Herstellung

WÜPOR wird nach DIN-Vorschriften und Zulassungen unter kontinuierlicher Überwachung des Produktionsprozesses hergestellt.

Für die umweltschonende und Energie sparende Herstellung werden die Rohstoffe, d.h. der mehlfine gemahlene natürliche Quarzsand, Kalk, Zement und Wasser, mit einer geringen Menge des Treibmittels Aluminium vermischt. Unterschiedliche Rezepturen steuern die Rohdichten und Steifigkeiten.

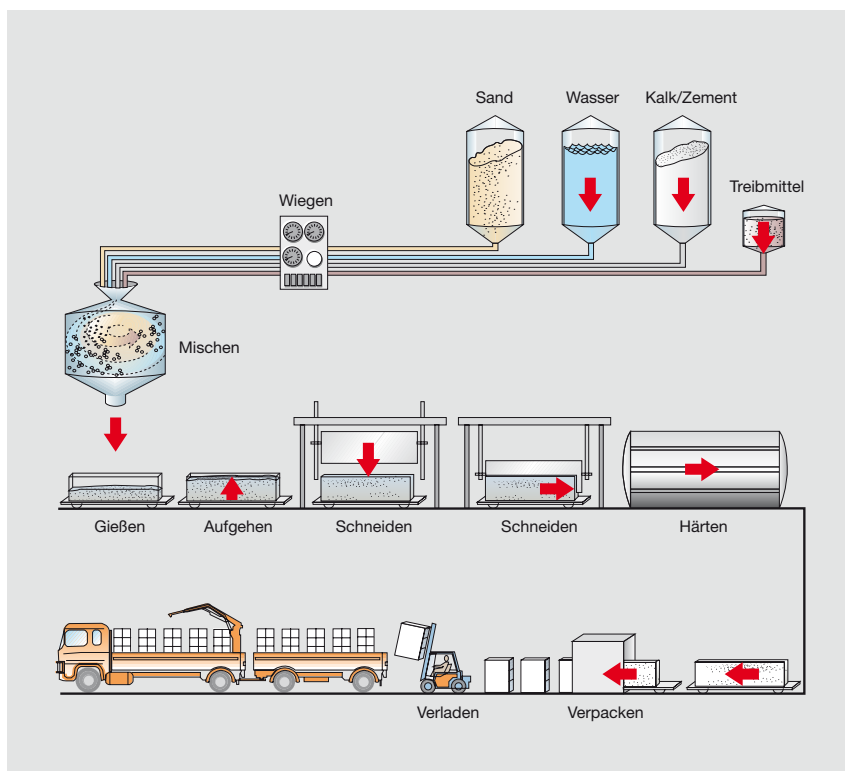
Die Mischung wird in Formen gegossen und treibt durch Porenbildung auf. Nach dem Abbinden werden die

standfesten Rohlinge automatisch durch gespannte Drähte in die gewünschten Steinformate geschnitten, mit Nut und Feder profiliert und anschließend in Autoklaven bei etwa 190 °C und einem Druck von ca. 12 bar mit Wasserdampf gehärtet.

Der Wasserstoff verflüchtigt sich bereits während der Produktion, so dass nur noch Luft in den Poren verbleibt. Die fertigen WÜPOR Porenbetonsteine werden automatisch gestapelt und mit Schrumpffolien auf Mehrweg-Holzpaletten verpackt.

Die in sich vollständig geschlossene Porenstruktur führt zu erstklassiger Wärmedämmung und zu hoher Tragfähigkeit. Die Feuchtigkeit kann nur langsam über Dampfdiffusionsvorgänge von Pore zu Pore aufgenommen werden.

Die Produktion findet unter regelmäßiger werkseigener Produktionskontrolle (Eigenüberwachung) sowie einer Güteüberwachung durch amtliche Stellen (Fremdüberwachung) statt. Ständig überprüft werden z.B. Druckfestigkeit, Rohdichte, Wärmedämmeigenschaften und Maßhaltigkeit. Durch diese Kontrollen kann höchste gleich bleibende Qualität gewährleistet werden.



Produktionsablauf von Porenbetonsteinen

2.3 Recycling und Entsorgung

Aus Verantwortung für die Umwelt werden gemeinsam mit anderen Unternehmen ökologisch und ökonomisch sinnvolle Wege für die Entsorgung und Weiterverwertung von WÜPOR entwickelt.

Das, was wir heute bauen, soll die Umwelt auch in Zukunft nicht belasten.

Zur lückenlosen Ökobilanz von Anfang bis zum Ende des WÜPOR Porenbetons und zum aktiven Umweltschutz gehört der Rückbau. Ist dieser nach langer Nutzungsdauer notwendig, können WÜPOR Porenbetonsteine bedenkenlos auf der Deponie (nach TA 1 Siedlungsabfall) gelagert werden.

Verschiedene Wege der Wiederverwertung sind möglich. Sortenreine Abfälle können in die Produktion zurückgegeben oder zu Nebenprodukten wie Ölbindern, Bodenlüftern, Deckenschüttungen oder Tierstreu verarbeitet werden.

Weitere aktuelle Informationen finden Sie in unserer Broschüre Ökobilanz.

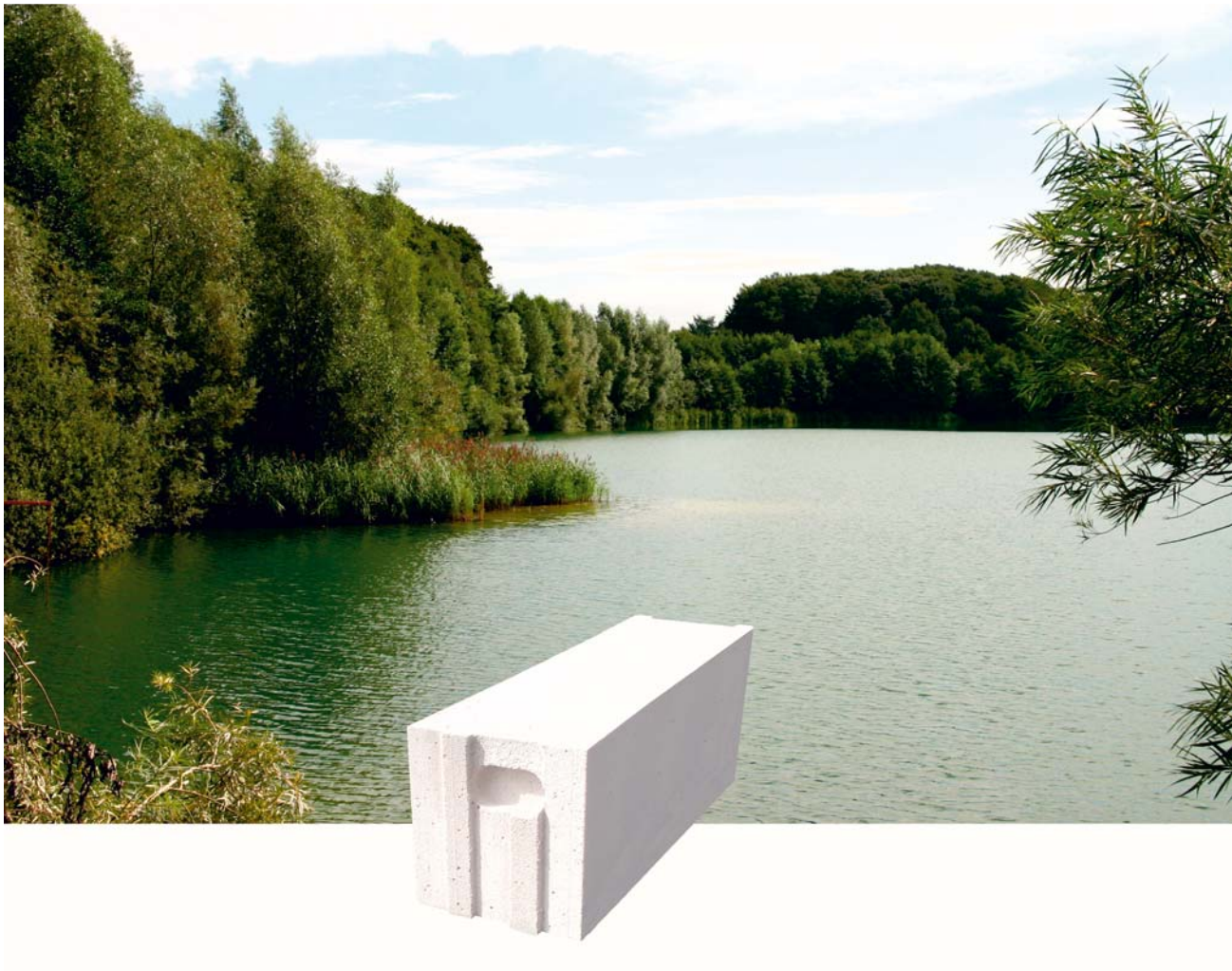
2.4 Bautechnische Eigenschaften

2.4.1 Tragfähigkeit

Durch die geschlossene Porenstruktur von WÜPOR Porenbeton erhält man einen leichten, homogenen Baustoff, der gute Tragfähigkeit mit hoher Wärmedämmung kombiniert.

Die Steifigkeitsklasse 2 mit der Mauerwerksdruckspannung von $0,6 \text{ N/mm}^2$ reicht im Allgemeinen zur Errichtung dreigeschossiger Gebäude aus. Mauerwerk aus WÜPOR der Steifigkeitsklassen 4 und 6 mit einer zulässigen Druckspannung von 1,1 ($1,0 \text{ N/mm}^2$ für bauaufsichtlich zugelassene Porenbetonprodukte) bzw. $1,5 \text{ N/mm}^2$ steht für hoch belastete Mauerteile wie Pfeiler zur Verfügung. Mit diesen hohen Tragfähigkeiten können Mehrgeschossbauten mit bis zu acht Geschossen ausgeführt werden.

WÜPOR Porenbeton hat eine lückenlose Ökobilanz



2.4.2 Dünnbettmörtel

Der Dünnbettmörtel ist ein Werk trockenmörtel in Pulverform und wird zusammen mit den WÜPOR Porenbetonsteinen geliefert. Um Dosierfehler zu vermeiden, ist der Mörtel immer nur sackweise anzumachen. Der Trockenmörtel ist in Wasser einzuschütten und mit einem Quirl, der an einer niedrigtourigen Bohrmaschine angeschlossen ist, zu durchmischen, bis eine zähflüssige Masse entsteht.

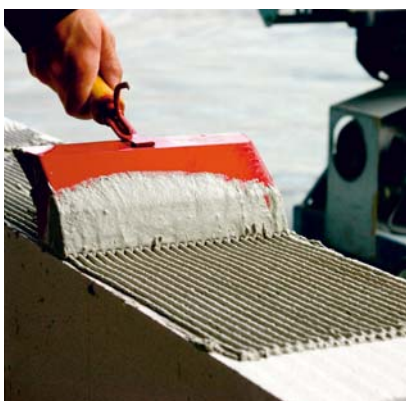
Dünnbettmörtel ist als genormte Mörtelart in der DIN 1053-1 und EN 998-2 enthalten.

Mit der Zahnkelle wird ein fehlerfreies 1 bis 2 mm dünnes Mörtelbett aufgezogen. WÜPOR Plansteine werden im Rahmen der Überwachung auf Ebenheit und Planparallelität der Lagerflächen überprüft.

Anmischen des Dünnbettmörtels



Aufziehen des Dünnbettmörtels



Die Maßhaltigkeit der WÜPOR Plansteine und WÜPOR Planelemente macht die Verwendung von Dünnbettmörtel erst möglich.

Dünnbettmörtel und WÜPOR Porenbeton sind die optimale Kombination für das Mauerwerk:

- Dünnbettmörtel besitzt ein verbessertes Wasserrückhaltevermögen, so dass bei der Verarbeitung die Gefahr des unplanmäßigen Wasserentzugs und damit ein „Verbrennen“ des Mörtels vermieden wird.
- Der prozentuale Flächenanteil der Dünnbettmörtelfugen in der Wand ist so gering, dass es zu keiner Verminderung der Wärmedämmung des WÜPOR Porenbeton-Mauerwerks kommt.
- Durch die Verwendung von Dünnbettmörtel bei zweischaligen Haus-trennwänden werden Schallbrücken vermieden, denn Mörtel kann nicht in die Trennfuge (Dämmung) gedrückt werden (wie dies bei der Verwendung von Normalmörtel möglich sein kann).
- Mit Dünnbettmörtel wird die maximale Tragfähigkeit der Wand erreicht. Mittels Zahnkelle entsteht ein fehlerfreies Mörtelbett, so dass die Druckspannungen aus den abzutragenden Lasten gleichmäßig über die Lagerfläche verteilt werden.
- Bei Mauerwerk mit Dünnbettmörtel in den Lagerfugen wird die Gefahr vermieden, dass Fehlstellen im Mörtelbett zu schädlichen Spaltzugkräften in den Steinen führt (wie es bei Normal- oder Leichtmörtel möglich ist).

2.5 Bauphysikalische Eigenschaften

2.5.1 Wärmedämmung

Eine gute Wärmedämmung aller Außenbauteile, wie Wand, Dach oder Fenster, und der Decken ist Voraussetzung für ein behagliches Raumklima.

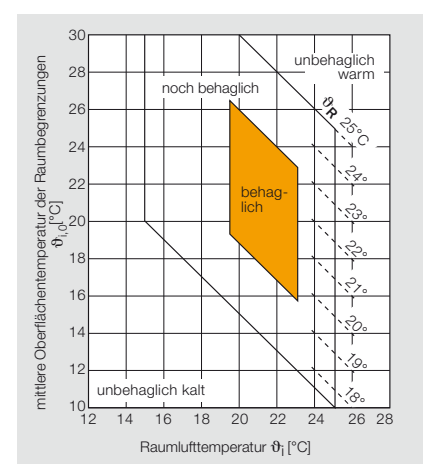
Die Wärmedämmung ist von großer wirtschaftlicher Bedeutung, da sie sich unmittelbar auf die Heizkosten auswirkt. Durch eine gute Wärmedämmung wird der Heizenergieverbrauch minimiert und unsere Umwelt nachhaltig geschont.

Die WÜPOR Porenbetonsteine besitzen beste Wärmedämmeigenschaften.

Grundlagen für wärmetechnische Berechnungen sind die DIN 4108 und die Energieeinsparverordnung.

2.5.2 Behagliches Wohnraumklima

Exzellente Wärmedämmung sorgt für hohe raumseitige Oberflächentemperaturen an den Außenwänden. Dies führt zu einer großen thermischen Behaglichkeit. Denn je dichter die Raumluft- und die Oberflächentemperatur beieinander liegen, desto kleiner wird das Gefühl der Kältestrahlung, wie es von schlecht wärmegeprägten Gebäuden her bekannt ist.



Quelle: Biasin, K.: RWE Energie Bau-Handbuch. 12. Ausgabe, VVEW Energie Verlag, Heidelberg 1998

Behaglichkeitsbereich

Mit WÜPOR Porenbeton wird aufgrund der Materialeigenschaften ein optimales Wohnraumklima bei größtmöglicher Heizkostensparnis erreicht.

2.5.3 Wärmespeicherkapazität

Neben der Wärmedämmung der Bauteile ist auch deren Wärmespeicherkapazität und ihr Auskühlverhalten eine wichtige bauphysikalische Größe. Bei intermittierendem Heizbetrieb, z.B. Nachtbetrieb, wirkt sich eine geringere Speicherfähigkeit der Wand, wie bei leichten Konstruktionen üblich, durch schnellere Aufheizzeiten energiesparend aus. Schwere Wandkonstruktionen hingegen eignen sich zur Ausnutzung der Sonnenenergie.

WÜPOR Porenbetonsteine liegen mit ihrem Speichervermögen in der Mitte zwischen leichten und schweren Baustoffen. So können extreme Verhältnisse vermieden werden.

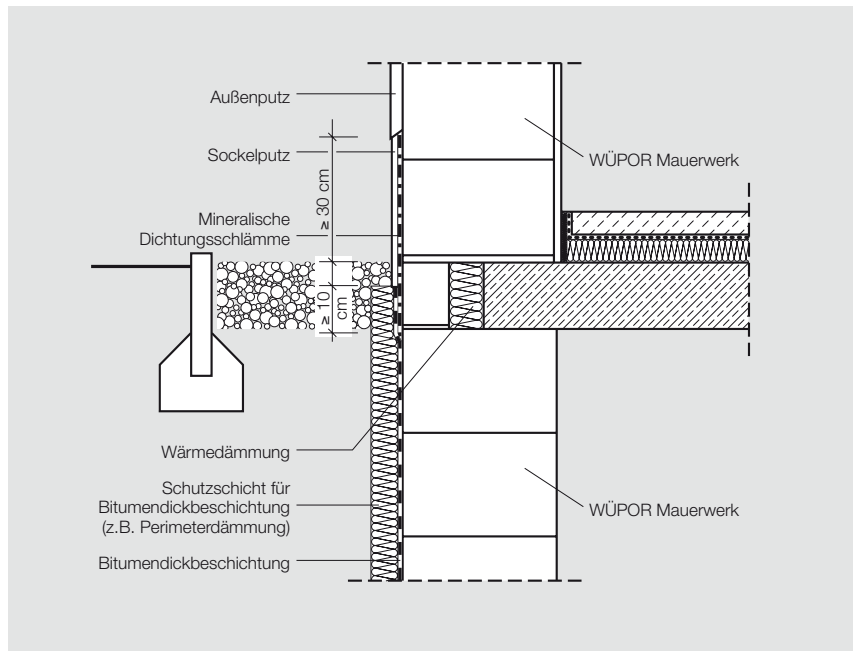
2.5.4 Vermeidung von Wärmebrücken

Die Energieeinsparverordnung (EnEV) verlangt eine geschlossene Dämmfläche um das beheizte Bauvolumen herum.

Wird das Gebäude mit WÜPOR ausgeführt, kann diese Anforderung leicht und kostengünstig erfüllt werden.

Weil WÜPOR Porenbeton in horizontaler und in vertikaler Richtung eine gute Wärmedämmung besitzt, wird die Gefahr der Tauwasserbildung an Übergangsstellen wie Wand-Decke oder Wand-Bodenplatte praktisch vermieden.

Schwachstellen in der Dämmfläche bezeichnet man als Wärmebrücken, deren Vermeidung seit dem Inkraft-



Detail: Deckenaufleger

treten der Energieeinsparverordnung zum 1. Februar 2002 noch größere Bedeutung gewonnen hat. Feuchtestellen mit Schimmelpilzbildung in den Gebäuden sind meistens auf Wärmebrücken zurückzuführen.

2.5.5 Winddichtheit

In der Energieeinsparverordnung wird Winddichtheit der wärme tauschenden Gebäudehülle gefordert. Mit Wänden aus mindestens einseitig verputzten WÜPOR Porenbetonsteinen erreichen selbst kritische Stellen wie Schlitz für Elektro-, Abwasser- oder Heizungsleitungen Winddichtheit.

Die Überprüfung der Winddichtheit eines Gebäudes kann nach der Druckdifferenzmethode mittels „Blower-Door“-Messung durchgeführt werden. Im Allgemeinen wird im Bereich der Hauseingangstür die „Blower-Door“ eingebaut. Sie besteht aus einem dicht anschließbaren Rahmen mit Bespannung, einem Gebläse und Messeinrichtungen.



Blower-Door

2.5.6 Feuchteschutz (Tauwasserbildung)

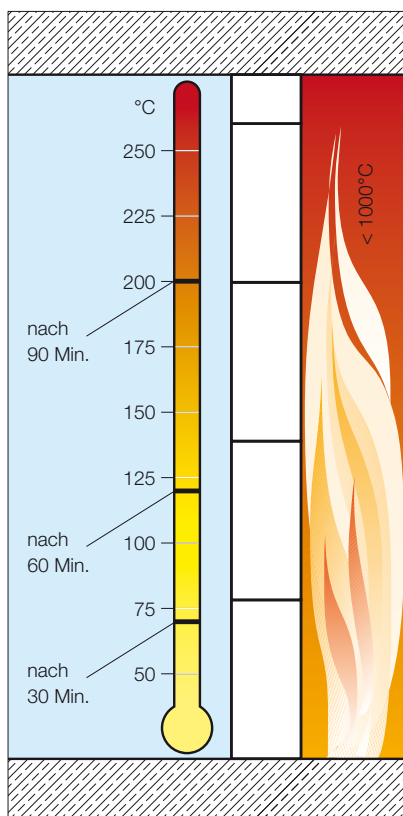
In Wänden aus WÜPOR Porenbetonsteinen mit Leichtputzen, die mindestens so dampfdiffusionsoffen wie der Stein selbst sind, entsteht praktisch kein Tauwasser. Nach DIN 4108 ist bei WÜPOR eine diffusionstechnische Berechnung nicht erforderlich.

Bei kurzzeitiger Erhöhung der Raumluftfeuchte, z.B. durch Kochen, Duschen oder Waschen, sind Wände aus WÜPOR Porenbeton in Verbindung mit dem Putz in der Lage, Feuchtigkeit zu absorbieren und später wieder an die Raumluft abzugeben. Dies wirkt sich regulierend auf das Raumklima und damit positiv auf die Behaglichkeit aus.

2.5.7 Brandschutz

WÜPOR ist nicht brennbar und wird daher in die höchste Baustoffklasse A der DIN 4102 eingestuft.

Feuerbeständigkeit einer Porenbetonwand



Bereits eine 7,5 cm dünne Wand, die lediglich einseitig verputzt ist, bleibt bei einseitiger Brandbelastung 90 Minuten stehen und hält somit der Anforderung F 90 A stand.

Brandwände können aus WÜPOR bereits in 24 cm Dicke als unverputzte Wand in der leichten Rohdichteklasse 0,40 ausgeführt werden.

Brandversicherer geben für Objekte aus Porenbeton günstigere Versicherungsprämien.

2.5.8 Schalldämmung

Schalldämmung hat das Ziel, den Menschen im häuslichen und beruflichen Bereich vor Lärm zu schützen.

Eine WÜPOR Wand erreicht eine bessere Schalldämmung als Wände aus anderen Baustoffen gleichen Gewichts. Dies liegt in der Materialdämpfung begründet.

Denn Porenbeton hat die Eigenschaft, Schallwellen einen Teil ihrer Schwingungsenergie zu entziehen und diese in Wärme umzuwandeln.

Dieser Effekt (gemäß DIN 4109: Porenbetonbonus + 2 dB) bewirkt, dass in Einzelfällen Wände aus anderen Baustoffen bis zu 90 kg/m² schwerer sein müssen, um die gleiche Schalldämmung zu erreichen.

2.6 Verarbeitungsvorteile

Verarbeitungsvorteile von WÜPOR Porenbetonsteinen sind:

- das geringe Gewicht,
- die optimierten ergonomischen Griffhilfen und
- das Nut- und Federsystem an den Stirnseiten.

Ausrichten von WÜPOR Porenbeton



Die einfache Be- und Verarbeitung der WÜPOR Porenbetonsteine schaffen einen wichtigen Vorteil auf der Baustelle: Sie ermöglichen einfache und übersichtliche Konstruktionen. Gleichzeitig ist der Aufwand bei der Planung und bei der Bauleitung geringer.

Ein weiterer Vorteil liegt bei den Folgearbeiten. Installationsschlitze und Öffnungen können leicht mit dem bei Bedarf mitgelieferten Werkzeug hergestellt werden. Befestigungssysteme sind auf den Baustoff abgestimmt und lassen sich daher leichter handhaben.

Auf den ebenen Wänden aus WÜPOR Porenbeton lassen sich einschichtige Putze aufbringen. Fliesen können im Dünnbettverfahren direkt auf der Wand angebracht werden.

Fassadenverkleidungen und Ausbauteile können an den WÜPOR Wandkonstruktionen leicht und sicher befestigt werden.

3 Die WÜPOR Produktpalette und ihr Anwendungsbereich

3.1 WÜPOR Plansteine und WÜPOR Planbauplatten

WÜPOR Plansteine nach DIN EN 771-4 sowie DIN V 20000-404 und DIN V 4165-100 und WÜPOR Planbauplatten nach DIN 4166 sind als Zweihandsteine zur Herstellung von Wänden nach DIN 1053-1 und DIN 4103-1 geeignet. Ihre Grenzabmaße in der Länge und Breite des Steins betragen $\pm 1,5$ mm und in der Höhe lediglich $\pm 1,0$ mm. Sie können „knirsch“, das heißt ohne Stoßfugenvermörtelung, rationell verlegt werden.

Bei Steinen höherer Wanddicke erleichtern Griffhilfen die Handhabung.

WÜPOR Planstein



3.2 WÜPOR Planelemente

WÜPOR Planelemente nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung sind großformatige Porenbetonsteine, die mit Versetzgeräten (z.B. Minikran: 2 Stück pro Kranhub) versetzt werden. Diese Verarbeitungsweise führt zu schnellem Baufortschritt und Entlastung der Maurer von schwerer körperlicher Arbeit.

Die größten Rationalisierungseffekte werden bei wenig gegliedertem Mauerwerk erzielt.

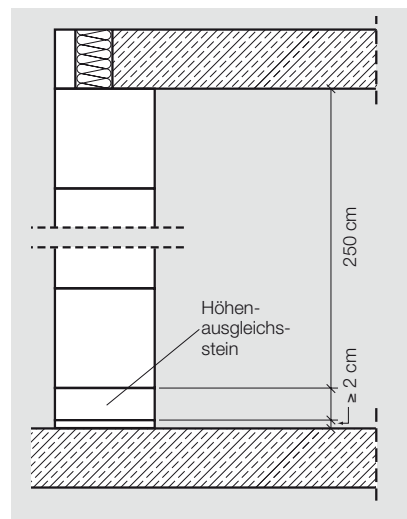
Maße und Grenzabmaße für Plansteine nach DIN V 4165-100

Länge [mm] $\pm 1,5$	Breite [mm] $\pm 1,5$	Höhe [mm] $\pm 1,0$
	115	
	150	
499	175	199
624	200	249
	240	
	300	
	365	

3.3 WÜPOR Höhenausgleichssteine

Bei der Verarbeitung von WÜPOR Planelementen oder Plansteinen werden zum Erreichen der geplanten Geschosshöhen möglichst in der ersten Schicht Höhenausgleichssteine (Kimmsteine) eingesetzt.

Verwendung eines Höhenausgleichssteins



3.4 WÜPOR Stürze

Eine weitere Rationalisierung der Baustelle wird durch Verwenden von WÜPOR Stürzen erreicht. Es entfallen die lohnintensiven Einschalungen, Bewehrungen und das eventuelle Vorbetonieren der Fenster- oder Türstürze. Weitere Vorteile stellen sich durch die homogene Wärmedämmung und den einheitlichen Putzgrund ein. Es gibt die WÜPOR Stürze als nicht tragende Sturzelemente zur Überbrückung von

Maße und Grenzabmaße für Planelemente nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung

Länge [mm] $\pm 1,5$	Breite [mm] $\pm 1,5$	Höhe [mm] $\pm 1,0$
	115	
	150	
499	175	498
623	200	623
998	240	
	300	
	365	

Aufsetzen eines Sturzes



maximal 1 m lichten Öffnungen und als tragende Elemente bis maximal 2,25 m Länge.

3.5 WÜPOR U-Schalen

WÜPOR U-Schalen sind Schalungselemente für wärmedämmte Tür- und Fensterstürze, für Ringanker, Ringbalken und andere tragende Bauteile. Die statisch erforderliche Bewehrung wird örtlich eingelegt und die U-Schale mit Beton verfüllt. Die Bemessung erfolgt für die jeweilige Belastung nach DIN 1045-1. Durch den Einsatz von WÜPOR U-Schalen wird ein einheitlicher Putzgrund gewährleistet.

WÜPOR U-Schalen



4.1 Bemessung

Die Tragfähigkeitsberechnung erfolgt wie für alle Wandbaustoffe entweder nach dem vereinfachten oder nach dem genaueren Berechnungsverfahren der DIN 1053-1:1996-11.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass aus Gründen des Wärme-, Schall- oder Brandschutzes dickere Wände verwendet werden müssen, als aus statischen Gründen notwendig ist.

Alle horizontalen Kräfte, z.B. Windlasten oder Lasten aus Schrägstellung des Gebäudes, müssen sicher in den Baugrund eingeleitet werden können.

Auf einen rechnerischen Nachweis der räumlichen Steifigkeit darf verzichtet werden, wenn in Längs- und Querrichtung des Gebäudes genügend lange aussteifende Wände vorhanden sind und die Geschossdecken als steife Scheiben ausgebildet sind bzw. statisch nachgewiesene, ausreichend steife Ringbalken vorliegen.

Bei der Bemessung nach DIN 1053-1 werden alle Einflüsse, die die Tragfähigkeit einer Wand bestimmen, erfasst:

Baustoffkennwerte

Aus der Steifigkeitsklasse und dem verwendeten Mörtel wird der so genannte Grundwert der zulässigen Druckspannung (σ_0) ermittelt (Tabelle 1).

Sicherheitsniveau

Der Faktor k_1 berücksichtigt die unterschiedlichen Sicherheitsbeiwerte bei Wänden und „kurzen Wänden“.

„Kurze Wände“ sind Pfeiler oder Wände, deren Querschnittsflächen kleiner als 1000 cm² sind. Gemauerte Querschnitte kleiner als 400 cm² sind als tragende Bauteile unzulässig.

Bei Wänden und „kurzen Wänden“, die aus einem oder mehreren ungetrennten Steinen oder aus getrennten Steinen mit einem Lochanteil von weniger als 35 % bestehen und nicht durch Schlitze oder Aussparungen geschwächt sind, beträgt $k_1 = 1,0$ (sonst ist $k_1 = 0,8$).

Für WÜPOR Wände gilt immer $k_1 = 1,0$.

Knickgefahr

Eine Traglastminderung bei Knickgefahr berücksichtigt der Faktor k_2 . Für Schlankheiten kleiner als 10 gilt stets keine Abminderung:

$$k_2 = 1,0 \text{ für } h_K/d \leq 10, \\ d = \text{Wanddicke.}$$

Die Knicklänge h_K von Wänden ist in Abhängigkeit von der lichten Geschosshöhe h_s unter Berücksichtigung einer Einspannung in den Decken oder einer drei- oder vierseitigen Halterung in Rechnung zu stellen.

Besonders bei schlanken Wänden wird durch eine mögliche Reduzierung der Knicklänge eine hervorragende Tragfähigkeit erreicht.

Für Schlankheiten größer 10 gilt:

$$k_2 = (25 - h_K/d)/15 \text{ für } 10 < h_s/d \leq 25. \\ \text{Schlankheiten } h_s/d > 25 \text{ sind unzulässig.}$$

Exzentrizität

Der Faktor k_3 berücksichtigt die Traglastminderung durch den Deckendrehwinkel bei Endauflagerung der Decken auf Innen- oder Außenwänden.

Bei Decken zwischen den Geschossen gilt:

$$k_3 = 1,0 \text{ für } l \leq 4,20 \text{ m, mit } l \text{ als} \\ \text{Deckenstützweite.}$$

Sonst gilt:

$$k_3 = 1,7 - l/6 \text{ für } 4,20 \text{ m} < l \leq 6,00 \text{ m.}$$

Bei Decken über dem obersten Geschoss, insbesondere bei Dachdecken, werden rechnerisch klaffende Lagerfugen vorausgesetzt und k_3 beträgt für alle Deckenstützweiten 0,5.

Wird die Traglastminderung infolge Deckendrehwinkel durch konstruktive Maßnahmen, z.B. Zentrierleisten, vermieden, so gilt unabhängig von der Deckenstützweite

$$k_3 = 1,0.$$

Die Wände werden wie folgt bemessen: Die zulässige Druckspannung des Mauerwerks (σ_0) wird unter Berücksichtigung des Sicherheitsniveaus, der Knickgefahr und der Exzentrizität aus dem Grundwert der zulässigen Druckspannung (σ_0) ermittelt.

Nach dem vereinfachten Verfahren gilt: $\text{zul. } \sigma_0 = k \times \sigma_0$.

Für Wände als Zwischenaufleger gilt:

$$k = k_1 \times k_2,$$

für Wände als einseitiges Endauflager

$$k = k_1 \times k_2 \text{ oder } k_1 \times k_3; \text{ der kleinere} \\ \text{Wert ist maßgebend.}$$

Tabelle 1: Grundwerte σ_0 der zulässigen Druckspannungen aus DIN 1053-1

Steinfestigkeitsklasse	Grundwerte σ_0 für Normalmörtel Mörtelgruppe					Grundwerte σ_0 für		
	I [MN/m ²]	II [MN/m ²]	IIa [MN/m ²]	III [MN/m ²]	IIIa [MN/m ²]	Dünnbettmörtel ¹⁾ [MN/m ²]	Leichtmörtel LM 21 [MN/m ²]	LM 36 [MN/m ²]
2	0,3	0,5	0,5 ³⁾	–	–	0,6	0,5 ²⁾	0,5 ²⁾³⁾
4	0,4	0,7	0,8	0,9	–	1,1	0,7 ⁴⁾	0,8 ⁵⁾
6	0,5	0,9	1,0	1,2	–	1,5	0,7	0,9
8	0,6	1,0	1,2	1,4	–	2,0	0,8	1,0
12	0,8	1,2	1,6	1,8	1,9	2,2	0,9	1,1
20	1,0	1,6	1,9	2,4	3,0	3,2	0,9	1,1
28	–	1,8	2,3	3,0	3,5	3,7	0,9	1,1
36	–	–	–	3,5	4,0	–	–	–
48	–	–	–	4,0	4,5	–	–	–
60	–	–	–	4,5	5,0	–	–	–

¹⁾ Anwendung nur bei Porenbeton-Plansteinen nach DIN V 4165 und bei Kalksand-Plansteinen nach DIN V 106-1. Die Werte gelten für Vollsteine.

²⁾ Für Mauerwerk mit Mauerziegeln nach DIN 105-1 bis DIN 105-4 gilt $\sigma_0 = 0,4 \text{ MN/m}^2$.

³⁾ $\sigma_0 = 0,6 \text{ MN/m}^2$ bei Außenwänden mit Dicken $\geq 300 \text{ mm}$. Diese Erhöhung gilt jedoch nicht für den Fall der Fußnote ²⁾ und nicht für den Nachweis der Auflagerpressung nach DIN 1053-1 Abschnitt 6.9.3.

⁴⁾ Für Kalksandsteine nach DIN 106-1 der Rohdichteklasse $\geq 0,9$ und für Mauerziegel nach DIN 105-1 bis DIN 105-4 gilt $\sigma_0 = 0,5 \text{ MN/m}^2$.

⁵⁾ Für Mauerwerk mit den in Fußnote ⁴⁾ genannten Mauersteinen gilt $\sigma_0 = 0,7 \text{ MN/m}^2$.

Unter Einzellasten, z.B. unter Balken, Unterzügen, Stützen usw., darf eine gleichmäßig verteilte Auflagerpressung von $1,3 \times \sigma_0$ angenommen werden, wenn zusätzlich nachgewiesen wird, dass die Mauerwerksspannung in halber Wandhöhe den Wert zul. σ_D nicht überschreitet.

Für den Gebrauchszustand ist auf der Grundlage einer linearen Spannungsverteilung aus der tatsächlichen Belastung unter Ausschluss von Zugspannungen nachzuweisen, dass die vorhandene Mauerdruckspannung (vorh. σ_D) kleiner oder gleich der zulässigen Mauerdruckspannung ist:
vorh. $\sigma_D \leq \text{zul. } \sigma_D$

4.1.1 Vereinfachtes Berechnungsverfahren

Für die in der Praxis am häufigsten vorkommenden Mauerwerksbauten wurden die Belastungen, Geometrien und Steifigkeitsverhältnisse ausgewertet. Deshalb brauchen beim vereinfachten Verfahren bestimmte Beanspruchungen nicht nachgewiesen zu werden. Sie sind im Sicherheitsabstand, der den zulässigen Spannungen zugrunde liegt, oder durch konstruktive Regeln und Grenzen berücksichtigt.

4.1.2 Anwendungsgrenzen

Das vereinfachte Berechnungsverfahren darf nicht angewendet werden, wenn die Gebäudehöhe über Gelände größer als 20 m ist oder die Stützweiten der aufliegenden Decken länger als 6 m sind, sofern die Biegemomente aus dem Deckendrehwinkel nicht durch konstruktive Maßnahmen wie Zentrierleisten begrenzt werden. Bei zweiachsig gespannten Decken ist die kürzere Stützweite einzusetzen.

Die Standsicherheit einzelner Bauteile kann nach dem genaueren Verfahren nachgewiesen werden.

Für einen qualitativen Tragfähigkeitsvergleich reicht es aus, die Grundwerte der zulässigen Druckspannung der infrage kommenden Wandbaustoffe zu bestimmen.

4 Die Tragfähigkeit von WÜPOR Porenbeton-Mauerwerk

4.2 Beispiel Mehrfamilienhaus

Das vorliegende Mehrfamilienhaus besteht aus sieben Wohngeschossen.

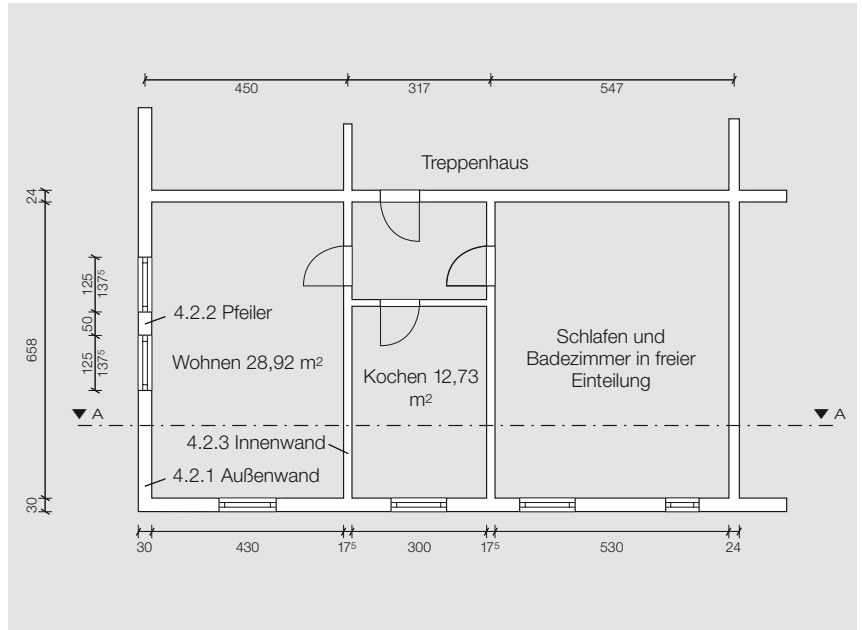
Die lichte Geschosshöhe beträgt $h_s = 2,625$ m. Die Stahlbetondecken sind 18 cm dick gewählt worden. Der Deckenaufbau setzt sich aus Trittschalldämmung und 5 cm Estrich zusammen. Neben dem 4,30 m breiten Wohnzimmer befindet sich eine 3,00 m breite Küche. Daran schließt ein 5,30 m breites Deckenfeld an, welches zusätzlich mit einem Trennwandzuschlag von $0,75 \text{ kN/m}^2$ zur Berücksichtigung nicht tragender innerer Trennwände belastet ist.

Die Außenwände sind 30 cm dick und die betrachtete Innenwand zwischen Wohnen und Kochen ist eine 17,5 cm dünne Wand.

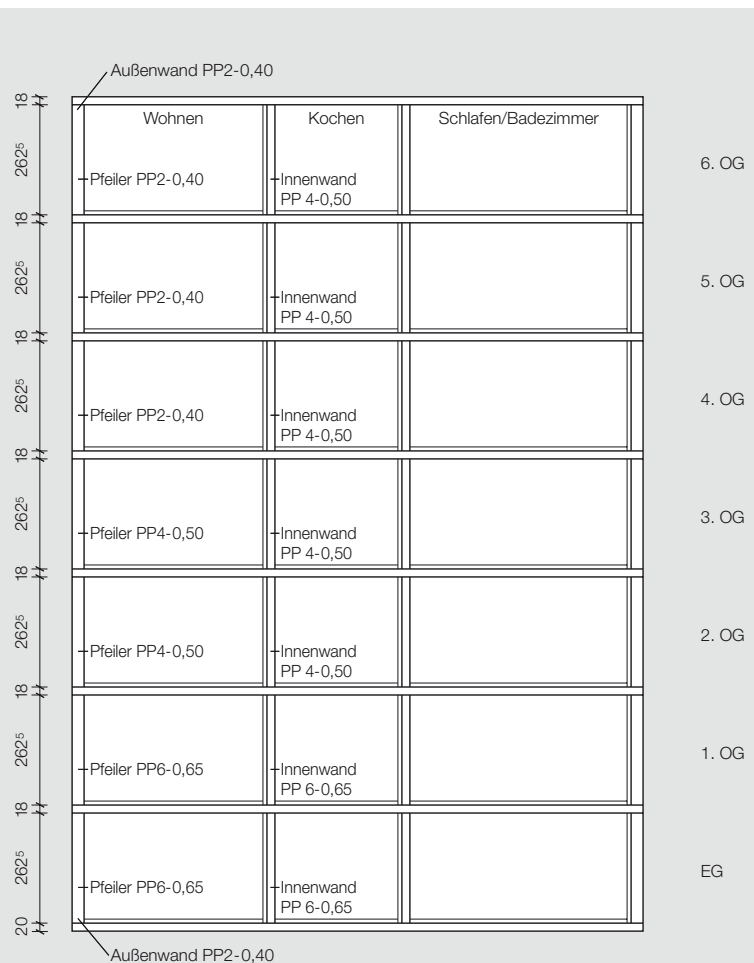
Außenwände und Innenwand bestehen aus WÜPOR Porenbetonsteinen.

Über die statische Berechnung wurde für die Außenwand eine maximale Auflagerkraft von $14,66 \text{ kN/m}$ und für die betrachtete 17,5 cm dünne Innenwand eine Auflagerkraft von $30,29 \text{ kN/m}$ ermittelt.

Grundriss Wohnung (Maße in cm)



Schnitt A-A Mehrfamilienhaus (Maße in cm)



1) Keller nicht dargestellt

2) Außenwand und Pfeiler aus WÜPOR mit Rechenwerten der Wärmeleitfähigkeit nach Übereinstimmungszertifikaten

4 Die Tragfähigkeit von WÜPOR Porenbeton-Mauerwerk

4.2.1 Außenwand

Im Erdgeschoss soll WÜPOR PP2-0,40 eingesetzt werden.
Die Deckenstützweite beträgt $l = 4,50 \text{ m}$.

Der Grundwert der zulässigen Druckspannung beträgt für eine Steifigkeitsklasse 2 mit Dünnbettmörtel:

$$\sigma_0 = 0,6 \text{ N/mm}^2 \text{ (Tabelle 4b DIN1053-1)}$$

$k_1 = 1,0$; da es sich um eine Wand nach 6.9.1 DIN 1053-1 handelt,

$$k_2 = (25 - 2,625 / 0,3) / 15 = 1,0 \text{ und}$$

$$k_3 = 1,7 - 4,5 / 6 = 0,95.$$

$$\text{zul. } \sigma_D = k \times \sigma_0 = 0,95 \times 0,6 = 0,57 \text{ N/mm}^2.$$

Belastungen:

Eigengewicht Massivdecke:		
$0,18 \text{ m} \times 25 \text{ kN/m}^3$	=	$4,5 \text{ kN/m}^2$
Estrich, Putz, Belag und Dämmung	=	$1,5 \text{ kN/m}^2$
ständige Last g	=	$6,0 \text{ kN/m}^2$
Verkehrslast: p_1	=	$1,5 \text{ kN/m}^2$
Zuschlag für nicht tragende innere Trennwände (Gewicht 100 kg/m^2) p_2	=	$0,75 \text{ kN/m}^2$
Wandgewicht		
PP2-0,40:	=	5 kN/m^3
PP4-0,50:	=	6 kN/m^3
PP6-0,65:	≤	8 kN/m^3
beidseitig Putz:	=	$0,20 \text{ kN/m}^3$

Belastung der Außenwand im Erdgeschoss:

aus 7 Decken: $7 \times 14,66$	=	$102,62 \text{ kN/m}$
aus Mauerwerk: 6,5 Geschosse:		
$6,5 \times 0,30 \text{ m} \times (5,0 + 0,20) \times 2,625$	=	$26,62 \text{ kN/m}$
Normalkraft in Wandmitte im EG	=	$129,24 \text{ kN/m}$

$$\text{vorh. } \sigma_D = 0,12924 / 0,3 = 0,431 \text{ N/mm}^2 < \text{zul. } \sigma_D = 0,57 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist die hoch belastete Außenwand aus den gewählten WÜPOR Porenbetonsteinen PP2-0,40 im Erdgeschoss nachgewiesen. Die Außenwand kann auch in der Rohdichteklasse 0,35 ausgeführt werden.

4.2.2 Pfeiler in der Außenwand

Im Mehrfamilienhaus befindet sich ein 50 cm breiter Mauerpfeiler zwischen jeweils 1,25 m breiten Fenstern.

Im Pfeilermauerwerk im Erdgeschoss sollen WÜPOR Porenbetonsteine PP6-0,65 eingesetzt werden.

Für den Pfeiler werden folgende Lasten für die Bemessung in Wandmitte im Erdgeschoss ermittelt:

Last aus 7 Decken: $7 \times 14,66 \times 1,75$	=	$179,59 \text{ kN}$
Last aus Mauerpfeiler in 3 Geschossen		
PP2-0,40: $3 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 5,2$	=	$6,14 \text{ kN}$
in 2 Geschossen		
PP4-0,50: $2 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 6,2$	=	$4,88 \text{ kN}$
in 1,5 Geschossen		
PP6-0,65: $1,5 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 8,2$	=	$4,84 \text{ kN}$
Normalkraft im Mauerpfeiler im Erdgeschoss	=	$195,45 \text{ kN}$

$$\text{vorh. } \sigma_D = \frac{0,19545}{0,3 \times 0,5} = 1,303 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{gew.: PP6-0,65: } \sigma_0 = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = 1,0; k_2 = 1,0; k_3 = 0,95$$

$$\text{zul. } \sigma_D = \sigma_0 \times k = 1,5 \times 0,95 =$$

$$1,425 \text{ N/mm}^2 > 1,303 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist der hoch belastete Mauerpfeiler des siebengeschossigen Mehrfamilienhauses im Erdgeschoss aus WÜPOR Porenbetonsteinen PP6-0,65 nachgewiesen.

Ab dem 2. OG soll WÜPOR Mauerwerk PP4-0,50 eingesetzt werden. Dazu werden die Lasten ermittelt:

Last aus 5 Decken: $5 \times 14,66 \times 1,75$	=	$128,28 \text{ kN}$
Last aus Mauerpfeiler in 3 Geschossen		
PP2-0,40: $3 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 5,2$	=	$6,14 \text{ kN}$
in 1,5 Geschossen		
PP4-0,50: $1,5 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 6,2$	=	$3,54 \text{ kN}$
in 1,5 Geschossen		
PP6-0,65: $1,5 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 8,2$	=	$4,84 \text{ kN}$
Normalkraft im Mauerpfeiler im 2. OG	=	$137,96 \text{ kN}$

$$\text{vorh. } \sigma_D = \frac{0,13796}{0,3 \times 0,5} = 0,92 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{gew.: PP4-0,50; } \sigma_0 = 1,0 \text{ N/mm}^2 \text{ (nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung Z-17.1-894)}$$

$$\text{zul. } \sigma_D = 1,0 \times 0,95 = 0,95 \text{ N/mm}^2 > 0,92 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist der hoch belastete Mauerpfeiler des Mehrfamilienhauses im 2. OG aus WÜPOR Porenbetonsteinen PP4-0,50 nachgewiesen.

4 Die Tragfähigkeit von WÜPOR Porenbeton-Mauerwerk

Ab dem 4. OG soll WÜPOR Mauerwerk PP2-0,40 eingesetzt werden. Dazu werden die Lasten ermittelt:

Last aus 3 Decken: $3 \times 14,66 \times 1,75$	=	76,97 kN
Last aus Mauerpfeiler in 2,5 Geschossen		
PP2-0,40: $2,5 \times 0,5 \times 0,3 \times 2,625 \times 5,2$	=	5,12 kN
Normalkraft im Mauerpfeiler	=	82,09 kN

$$\text{vorh. } \sigma_D = \frac{0,08209}{0,3 \times 0,5} = 0,55 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{gew.: PP2-0,40; } \sigma_0 = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{zul. } \sigma_D = 0,6 \times 0,95 = 0,57 \text{ N/mm}^2 > 0,55 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist der hoch belastete Mauerpfeiler des Mehrfamilienhauses im 4. OG aus WÜPOR Porenbetonsteinen PP2-0,40 nachgewiesen. Der Mauerpfeiler kann auch in der Rohdichteklasse 0,35 ausgeführt werden.

Zusätzlicher Nachweis unter der obersten Decke:

Belastung aus:

Decke $14,66 \times 1,75$	=	25,66 kN
Mauerwerk $0,5 \times 2,625 \times 0,3 \times 0,5 \times 5,2$	=	1,02 kN
	=	26,68 kN

$$\text{vorh. } \sigma_D = \frac{0,02668}{0,3 \times 0,5} = 0,18 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{gew.: PP2-0,40; } \sigma_0 = 0,6 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = 1,0; k_2 = 1,0; k_3 = 0,5$$

$$\text{zul. } \sigma_D = 0,6 \times 0,5 = 0,3 \text{ N/mm}^2 > 0,18 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist der zusätzliche Nachweis unter der obersten Decke erbracht.

4.2.3 Innenwand

Die statische Berechnung der Decken ergab eine Auflagerlast für die Innenwand von 30,29 kN/m.

Im Erdgeschoss soll PP6-0,65 eingesetzt werden. Dazu werden folgende Lasten ermittelt:

aus 7 Decken $7 \times 30,29$	=	212,03 kN/m
Wandgewicht aus den oberen 5 Geschossen		
PP4-0,50: $5 \times 0,175 \times 2,625 \times 6,2$	=	14,24 kN/m
Wandgewicht aus 1,5 Geschossen		
PP6-0,65: $1,5 \times 0,175 \times 2,625 \times 8,2$	=	5,65 kN/m
Normalkraft im EG in Wandmitte	=	231,92 kN/m

$$\text{vorh. } \sigma_D = \frac{0,23192}{0,175} = 1,33 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{gew.: PP6-0,65; } \sigma_0 = 1,5 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = 1,0; k_2 = \frac{25 - 2,625 \times 0,75 / 0,175}{15} = 0,92$$

$$\text{zul. } \sigma_D = 1,5 \times 0,92 = 1,38 \text{ N/mm}^2 > 1,33 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist die hoch belastete Innenwand des siebengeschossigen Mehrfamilienhauses im Erdgeschoss aus WÜPOR Porenbetonsteinen PP6-0,65 nachgewiesen.

Ab dem 2. OG soll WÜPOR Porenbeton Mauerwerk PP4-0,50 eingesetzt werden. Dazu werden die Lasten ermittelt:

Last aus 5 Decken: $5 \times 30,28$	=	151,40 kN/m
Last aus 4,5 Geschossen Mauerwerk		
PP4-0,50: $0,175 \times 2,625 \times 4,5 \times 6$	=	12,40 kN/m
Normalkraft in Wandmitte im 2. OG	=	163,80 kN/m

$$\text{vorh. } \sigma_D = \frac{0,1638}{0,175} = 0,936 \text{ N/mm}^2$$

$$\text{gew.: PP4-0,50; } \sigma_0 = 1,0 \text{ N/mm}^2$$

$$k_1 = 1,0; k_2 = 0,92$$

$$\text{zul. } \sigma_D = 1,0 \times 0,92 = 0,92 \text{ N/mm}^2 \sim 0,936 \text{ N/mm}^2$$

Damit ist die hoch belastete Innenwand des Mehrfamilienhauses im 2. OG aus WÜPOR Porenbetonsteinen PP4-0,50 nachgewiesen.

5.1 Allgemeines

Die Qualität und die Wirtschaftlichkeit von Mauerwerk wird wesentlich durch die Ausführung auf der Baustelle beeinflusst. Die guten bauphysikalischen Eigenschaften des Baustoffes werden nur durch eine fachgerechte Ausführung erreicht.

Zeitgemäßes Mauerwerk, welches den wirtschaftlichen und rationellen Anforderungen unserer Zeit gerecht werden muss, besteht aus WÜPOR Plansteinen und WÜPOR Planelementen, weil diese bei weniger Personaleinsatz die Bauzeit deutlich verkürzen und dadurch weitere Kosten senken.

Aus bautechnischer Sicht zeichnet sich Dünnbettmörtel durch die vollständige Ausnutzung der guten Baustoffeigenschaften von WÜPOR Porenbetonsteinen aus. Damit entsprechen Bausysteme mit WÜPOR Porenbeton den heute an den modernen Mauerwerksbau gestellten Anforderungen.

Passtücke aus WÜPOR können mit einer Bandsäge oder einem Fuchschwanz leicht zugeschnitten werden.

Sägen eines Passtückes



5.1.1 Lagerfugenvermörtelung

Lagerfugen auf Fundamenten, Bodenplatten oder Kellerdecken sind mit ca. 1 cm dicker Mörtelfuge aus Normalmörtel mindestens der Mörtelgruppe IIa einzuebnen. Darauf ist eine horizontale Sperrschicht aus Bitumpappe oder eine gleichwertig abdichtende Schlämme aufzubringen. In eine weitere Mörtelschicht sind die WÜPOR Porenbetonsteine zu versetzen.

Die horizontale Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit ist bei nicht unterkellerten Gebäuden an Außen- und Innenwänden etwa 30 cm über dem Gelände anzuordnen.

Die Lagerfugen sind stets vollflächig zu vermörteln. Bei der Benutzung einer Zahnkelle ist der korrekte Mörtelauftrag gewährleistet. Das Anmischen des Dünnbettmörtels ist entsprechend den Verarbeitungsrichtlinien durchzuführen. Die Konsistenz ist genau dann richtig eingestellt, wenn die Mörtelzähne gerade noch stehen bleiben.

Eventuell vorhandene Unebenheiten in der Lagerfuge jeder Steinschicht sind mit einem Schleifbrett oder mit einem Hobel nachzuarbeiten. Der Schleifstaub ist zu entfernen.

Bei Vermauerung der Steine mit Dünnbettmörtel beträgt die Dicke der Lagerfugen ca. 1 mm.



Ausrichten der ersten Schicht



Auftragen von Dünnbettmörtel



Bearbeiten mit Schleifbrett

5.1.2 Vermauerung ohne Stoßfugenvermörtelung

WÜPOR Porenbetonsteine sind hinsichtlich ihrer Form, ihrer Maße und ihrer stirnseitigen Ausbildung geeignet, sie knirsch oder mit Verzahnung durch ein Nut- und Federsystem ohne Stoßfugenvermörtelung zu versetzen. Laut DIN 1053-1 müssen die Fugen bei Stoßfugenbreiten > 5 mm beim Mauern beidseitig an der Wandoberfläche mit Mörtel verschlossen werden.

5.1.3 Verband

Es muss im Verband gemauert werden, d.h., die Stoß- und Längsfugen übereinander liegender Schichten müssen versetzt sein.

Das Überbindemaß muss $\geq 0,4 h$ bzw. $\geq 4,5$ cm sein, wobei h die Steinhöhe ist. Der größere Wert ist maßgebend.

Die Steine einer Schicht sollen die gleiche Höhe haben. An Wandenden und unter Stürzen ist eine zusätzliche Lagerfuge in jeder zweiten Schicht zum Längen- und Höhenausgleich zulässig, sofern die Aufstandsfläche der Steine mindestens 11,5 cm lang ist und die Steine mindestens die gleiche

Festigkeit wie das übrige Mauerwerk besitzen.

5.1.4 Ausgleichsschicht (Kimmschicht)

Zum Erreichen der geplanten Geschosshöhen werden bei der Verwendung von WÜPOR Planelementen oder WÜPOR Plansteinen gegebenenfalls Höhenausgleichssteine eingesetzt. Sie können in der obersten oder untersten Schicht verwendet werden. Empfehlenswert ist jedoch, das Mauerwerk mit einem unteren Höhenausgleich, der Kimmschicht, zu beginnen.

5.1.5 Mauern bei Frost

Bei Frost darf Mauerwerk nur unter besonderen Schutzmaßnahmen ausgeführt werden. Frostschutzmittel sind nicht zulässig; gefrorene Baustoffe dürfen nicht verwendet werden.

Frisches Mauerwerk ist vor Frost rechtzeitig zu schützen, z.B. durch Abdecken. Auf gefrorenem Mauerwerk darf nicht weitergemauert werden. Der Einsatz von Salzen zum Auftauen ist nicht zulässig. Teile von Mauerwerk, die durch Frost oder andere Einflüsse beschädigt sind, sind vor dem Weiterbau abzutragen.

Planelemente mit Passsteinen

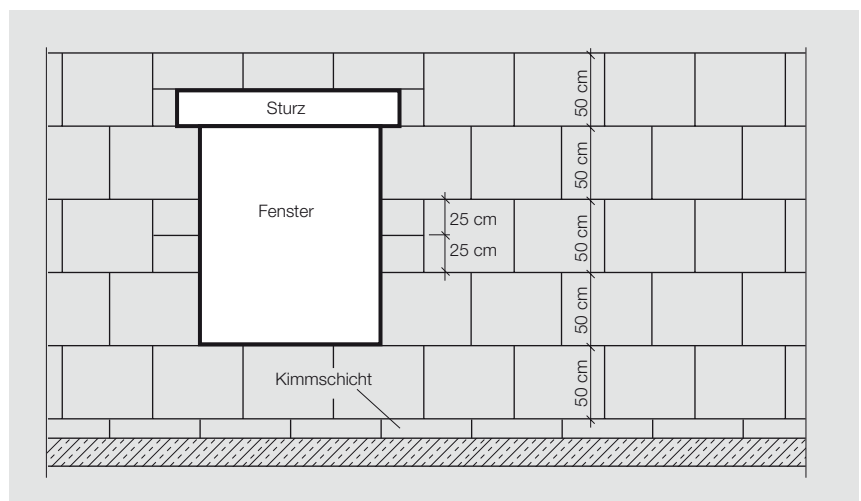


Tabelle 2: Verformungskennwerte für Kriechen, Schwinden, Temperaturänderung sowie Elastizitätsmodul nach DIN 1053-1

Mauersteinart	Endwert der Feuchte- dehnung (Schwinden, chemisches Quellen) ¹⁾		Endkriechzahl		Wärmedehnungs- koeffizient		Elastizitätsmodul	
	$\epsilon_{f\infty}$ ¹⁾		φ_{∞} ²⁾		α_T		E ³⁾	
	Rechen- wert	Werte- bereich	Rechen- wert	Werte- bereich	Rechen- wert	Werte- bereich	Rechen- wert	Werte- bereich
	[mm/m]				[10 ⁶ /K]		[MN/m ²]	
Mauerziegel	0	+0,3 bis -0,2	1,0	0,5 bis 1,5	6	5 bis 7	$3500 \cdot \sigma_0$	3000 bis $4000 \cdot \sigma_0$
Kalksandsteine ⁴⁾	-0,2	-0,1 bis -0,3	1,5	1,0 bis 2,0	8	7 bis 9	$3000 \cdot \sigma_0$	2500 bis $4000 \cdot \sigma_0$
Leichtbetonsteine	-0,4	-0,2 bis -0,5	2,0	1,5 bis 2,5	10 / 8 ⁵⁾	8 bis 12	$5000 \cdot \sigma_0$	4000 bis $5500 \cdot \sigma_0$
Betonsteine	-0,2	-0,1 bis -0,3	1,0	–	10	8 bis 12	$7500 \cdot \sigma_0$	6500 bis $8500 \cdot \sigma_0$
Porenbetonsteine	-0,2	+0,1 bis -0,3	1,5	1,0 bis 2,5	8	7 bis 9	$2500 \cdot \sigma_0$	2000 bis $3000 \cdot \sigma_0$

¹⁾ Verkürzung (Schwinden): Vorzeichen minus; Verlängerung (chemisches Quellen): Vorzeichen plus

²⁾ $\varphi_{\infty} = \epsilon_{kx} / \epsilon_{el}$; ϵ_{kx} Endkriechdehnung; $\epsilon_{el} = \sigma/E$

³⁾ E Sekantenmodul aus Gesamtdehnung bei etwa 1/3 der Mauerwerksdruckfestigkeit; σ_0 Grundwert der Druckspannung für Mauerwerk nach Tabelle 1.

⁴⁾ Gilt auch für Hüttensteine

⁵⁾ Für Leichtbeton mit überwiegend Blähton als Zuschlag

5.1.6 Baustoffverträglichkeit/ Verformungskennwerte

Aus der starren Verbindung von Baustoffen unterschiedlichen Verformungsverhaltens können erhebliche Zwängungen infolge von Schwinden, Kriechen und Temperaturänderungen entstehen. Dadurch ausgelöste Spannungsumlagerungen können zu Schäden im Mauerwerk führen, was auch bei unterschiedlichen Setzungen gilt. Durch konstruktive Maßnahmen ist sicherzustellen, dass diese Einwirkungen die Standsicherheit und Gebrauchsfähigkeit der baulichen Anlage nicht unzulässig beeinträchtigen.

Wie aus den Werten der Tabelle 2 zu ersehen ist, gilt nach wie vor die alte „Faustregel“, die besagt, dass Mauerwerk der gleichen Farbe gut zusammenpasst. In unserem Beispiel sind das die WÜPOR Porenbetonsteine und Kalksandsteine.

5.2 Tragende Wände

Tragende Wände sind überwiegend auf Druck beanspruchte, scheibenartige Bauteile zur Aufnahme vertikaler Lasten (z.B. Deckenlasten) sowie horizontaler Lasten (z.B. Windlasten).

Die statisch erforderliche Wanddicke ist nachzuweisen. Auf den Nachweis darf verzichtet werden, wenn die gewählte Wanddicke offensichtlich ausreicht.

Aussteifende Wände sind scheibenartige Bauteile zur Aussteifung des Gebäudes oder zur Knickaussteifung tragender Wände. Sie gelten stets auch als tragende Wände und müssen ohne größere Schwächungen und ohne Versprünge bis auf die Fundamente geführt werden. Ist dies nicht möglich, so ist auf ausreichende Steifigkeit der Abfangkonstruktion zu achten.

Tragende Innen- und Außenwände sind mit einer Dicke von mindestens 11,5 cm auszuführen, sofern aus Gründen der Standsicherheit, der Bauphysik oder des Brandschutzes nicht größere Dicken erforderlich sind.

5.2.1 Zweischalige Außenwände

In der DIN 1053-1 werden zweischalige Außenwände nach dem Wandaufbau unterschieden. Es gibt zweischalige Außenwände:

- mit Luftschicht (z.B. Porenbeton mit Verblender ohne zusätzliche Wärmedämmung),
- mit Luftschicht und Wärmedämmung und
- mit Kerndämmung.

Bei der Herstellung der Wandaufbauten sind die Forderungen der Mauerwerksnorm zu berücksichtigen.

5.2.2 Kelleraußenwände

Zusätzlich zu den Lasten aus den oberen Geschossen müssen Kelleraußenwände gegen horizontalen Druck aus dem Erdreich bemessen werden. Heute werden immer häufiger Kellerräume für Wohnzwecke genutzt, so dass die Kelleraußenwand auch wärmedämmende Funktion besitzen muss.

Für die Ausführung von Kelleraußenwänden ist keine Mindeststeifigkeitsklasse vorgeschrieben.



Kelleraußenwand

Dies liegt daran, dass aus der Erhöhung der Steifigkeitsklasse automatisch ein Zuwachs an Eigengewicht folgt. Dieser bringt auf der einen Seite keine großen Gewinne bei der Überdrückung von Horizontal- und Verkehrslasten; er reduziert aber auf der anderen Seite die Wärmedämmung der Kellerräume.

In der Praxis liegt der statisch maßgebende Kelleraußenwandbereich vor der Terrasse unter dem Wohnzimmer. Große Fenster- und Türöffnungen verhindern die notwendige Auflast, so dass im Sonderfall eine vertikale Aussteifung der Kelleraußenwand im erforderlichen Abstand angeordnet werden muss.

Die Aussteifung kann durch Querwände oder statisch nachgewiesene Bauteile wie Stahlbetonstützen (in einer U-Schale) oder Wandvorlagen erfolgen.

Der Nachweis auf Erddruck darf bei gemauerten Kelleraußenwänden aus WÜPOR Porenbetonsteinen entfallen, wenn

- die lichte Kellerhöhe 2,60 m nicht überschreitet,
- die Wand mindestens 24 cm dick ist,
- die Kellerdecke als Scheibe wirkt,
- die Verkehrslast im Einflussbereich auf der Geländeoberfläche nicht größer als 5 kN/m² ist,
- die Geländeoberfläche nicht ansteigt,
- die Anschütthöhe nicht höher reicht als bis zur Kellerdecke,
- die Wandauflast in halber Höhe der Anschüttung innerhalb der Grenzen nach DIN 1053-1 liegt.

Kelleraußenwand mit Bitumendickbeschichtung



Sockel- und Kelleraußenwände müssen gemäß DIN 18195 gegen Feuchtigkeit geschützt werden. Sinnvoll und kostengünstig kann dies mit Bitumendickbeschichtungen erreicht werden. So können alle vom Erdboden berührten äußeren Flächen der Umfassungswände gegen das Eindringen von Feuchtigkeit in vertikaler Richtung abgedichtet werden. Diese Abdichtung soll vom Fundamentabsatz bis an die obere horizontale Abdichtung reichen.

Voraussetzung für eine langfristig einwandfreie Abdichtung der Kelleraußenwände gegen Feuchtigkeit ist ein auf das Mauerwerk abgestimmtes, elastisches Abdichtungssystem. Dieses wird direkt auf das unverputzte Mauerwerk aufgebracht.

Für WÜPOR Porenbeton-Untergründe sind bituminöse Abdichtungen (Bitumendickbeschichtungen) aus elastoplastischen, fugenlos aufzubringenden, streich- oder spachtelfähigen Massen in Verbindung mit geeigneten Voranstrichen bzw. Grundierungen gut geeignet. Diese sind in einem Zuge aufzutragen und überbrücken mörtelfreie Stoßfugen und evtl. auftretende Haarrisse. Gegebenenfalls sind die Schichten mit einer Gewebeeinlage (Glasfasergewebe o.Ä.) zu versehen.

Nach DIN 18195 sind ebenfalls bituminöse Dichtungsbahnen, die überlappend auf den Kelleraußenwänden aufgebracht werden, als vertikale Sperrschichten geeignet.

Anschlüsse, Rohrdurchführungen, Gebäudetrennfugen und Hohlkehlen sind gefährdete Bereiche; hier sind die Dichtungsarbeiten besonders sorgfältig durchzuführen.

Zum Schutz der Kelleraußenwand-Beschichtung gegen mechanische Beschädigungen durch das Hinterfüllmaterial sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, beispielsweise durch den Einbau von Bitumenwell- oder Drainplatten. Drainplatten dienen gleichzeitig der schnellen Ableitung von Oberflächenwasser.

Durch den Einbau einer Perimeterdämmung kann sowohl ein Schutz gegen mechanische Beschädigungen der Abdichtung als auch eine Erhöhung des Wärmeschutzes der Kelleraußenwände erreicht werden.

5.3 Nicht tragende Wände

Nicht tragende Wände sind scheibenartige Bauteile, die überwiegend durch ihre Eigenlast beansprucht werden und auch nicht zum Nachweis der Gebäudeaussteifung oder der Knickaussteifung tragender Wände herangezogen werden.

5.3.1 Nicht tragende Außenwände

Bei Ausfachungswänden von Fachwerk-, Skelett- und Schottensystemen darf auf einen statischen Nachweis verzichtet werden, wenn

- die Wände vierseitig gehalten sind (z.B. durch Verzahnung, Versatz oder Anker),
- die Bedingungen der Tabelle 3 erfüllt sind und
- Dünnbettmörtel verwendet wird.

In Tabelle 3 ist ϵ das Verhältnis der größeren zur kleineren Seite der Ausfachungsfläche.

5.3.2 Holzfachwerk

Zum Ausmauern von Holzfachwerken eignen sich WÜPOR Plansteine hervorragend. Diese werden mit Dünnbettmörtel verarbeitet, wobei unbedingt darauf zu achten ist, dass die Mörtelfuge zwischen Holztragwerk und Ausfachung mit einem Leichtmörtel ausgefüllt wird.

Tabelle 3: Größte zulässige Werte der Ausfachungsfläche von nicht tragenden Außenwänden ohne rechnerischen Nachweis nach DIN 1053-1

Wanddicke d [mm]	Größte zulässige Werte ¹⁾ der Ausfachungsfläche in m ² bei einer Höhe über Gelände von					
	0 bis 8 m		8 bis 20 m		20 bis 100 m	
	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon \geq 2,0$	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon \geq 2,0$	$\epsilon = 1,0$	$\epsilon \geq 2,0$
115	12	8	8	5	6	4
175	20	14	13	9	9	6
240	36	25	23	16	16	12
≥ 300	50	33	35	23	25	17

¹⁾ Bei Seitenverhältnissen $1,0 < \epsilon < 2,0$ dürfen die größten zulässigen Werte der Ausfachungsflächen geradlinig interpoliert werden.

Die 1 bis 2 cm dicke Anschlussfuge ermöglicht einen Ausgleich der im Holzfachwerk vorhandenen Unebenheiten und nimmt Spannungen infolge möglicher Verformungen der Tragkonstruktion eher auf als die Dünnbettmörtelfuge.

Außen muss das Mauerwerk um das Maß der Putzdicke hinter das Holz zurückgesetzt werden, damit das verputzte Mauerwerk bündig mit dem Fachwerk abschließt. Nur so kann gewährleistet werden, dass das Fachwerk nicht durch Feuchteinwirkung geschädigt wird.

Bei allen konstruktiven Maßnahmen ist zu berücksichtigen, dass das Fachwerkgefüge ständigen Schwind- und Quellvorgängen und den damit verbundenen Verformungen unterworfen ist.

Ausgemauertes Fachwerk



Putze übernehmen wichtige bauphysikalische Aufgaben. Sie schützen das Bauwerk vor Witterungseinflüssen ebenso wie vor mechanischer Beschädigung. Darüber hinaus sind sie ein Mittel zur dekorativen Oberflächengestaltung. Die mineralischen Werk-Trockenputze sind in ihrer Zusammensetzung und in ihren Eigenschaften optimal auf Porenbeton abgestimmt. Wie dieser sind sie diffusionsoffen. Die Herstellung von Werk-Trockenputzen unterliegt einer strengen werkseigenen Produktionskontrolle und einer unabhängigen Fremdüberwachung. So ist hohe Gleichmäßigkeit aller Eigenschaften gewährleistet. Aus diesen Gründen werden Werk-Trockenputze von den Porenbetonstein-Herstellern als Putzmörtel besonders empfohlen.

WÜPOR Porenbeton-Mauerwerk im Außen- und Innenbereich erfüllt die Normforderungen an den Putzgrund. Die Steinformate aller Rohdichteklassen sind maßgenau und weisen planebene Flächen auf, die ein exaktes Vermauern in der Wand problemlos möglich machen. Daher sind nur geringe Putzdicken erforderlich.

Aufbringen von Außenputz



6.1 Außenputz

Nach der Mauerwerksnorm DIN 1053-1 müssen Außenwände aus nicht frostwiderstandsfähigen Steinen einen Außenputz erhalten oder durch andere Maßnahmen, z.B. das Anbringen von Verblendschalen oder Vorhangfassaden, vor Witterungseinflüssen geschützt werden. Bei Porenbetonwänden mit ihrer sehr guten Wärmedämmung kann es infolge starker Sonneneinstrahlung zu thermischen Spannungen im Außenputz kommen. Die auf Porenbeton zu verarbeitenden Putze müssen in ihren Eigenschaften darauf abgestimmt sein. Die Norm weist auch ausdrücklich darauf hin, dass dunkle Putzoberflächen thermisch deutlich stärker als helle Putze beansprucht werden. Dies sollte bei der Farbauswahl für Putzoberflächen Berücksichtigung finden.

6.1.1 Anforderungen an Außenputz

Ein Außenputz muss dampfdurchlässig, gut haftend, dehnfähig, Wasser hemmend oder Wasser abweisend und witterungsbeständig sein. Untersuchungen und praktische Erfahrungen zeigen, dass Außenputze, die Wasser abweisend sein sollen, folgende Eigenschaften haben müssen:

Wasseraufnahmekoeffizient:

$$w \leq 0,5 \text{ kg} / (\text{m}^2 \times \text{h}^{0,5})$$

Diffusionsäquivalente Luftschichtdicke:

$$S_d\text{-Wert} \leq 2,0 \text{ m}$$

Mit Leichtputzen können diese Forderungen besonders gut erfüllt werden.

6.1.2 Auftragsstärke

Vor dem Auftragen des Putzes ist der Putzgrund von Staub, Schmutz und losen Teilen zu reinigen. Die mittlere Dicke des Außenputzes muss nach der Norm 20 mm betragen (zulässige Mindestdicke 15 mm). Einlagige Putze aus Werkmörteln sollen eine mittlere Dicke von 15 mm besitzen (zulässige Mindestdicke 10 mm).

6.1.3 Wärmedämmputz

Ein Aufbringen von Wärmedämm-Putzsystemen auf Porenbeton-Untergründen ist im Allgemeinen nicht notwendig, beeinflusst das Wärmedämmverhalten des Mauerwerkes allerdings positiv. Außenputze sollten bei möglichst ruhigem und kühlem Wetter aufgetragen werden. Gegebenenfalls sind die Putzflächen vor ungünstigen Witterungseinflüssen durch Abhängen zu schützen.

Die Angaben der Putzhersteller sind zu beachten.

6.2 Innenputz

Ein Innenputz hat wie der Außenputz verschiedene Aufgaben zu erfüllen. Die Wand soll eine ebene und fluchtgerechte Fläche ergeben und als Träger von Anstrichen, Tapeten oder Ähnlichem dienen. Eine wichtige Funktion des Innenputzes ist seine klimaregulierende Bedeutung. Durch die Fähigkeit, Feuchtigkeit aufnehmen und wieder abgeben zu können, kann das Raumklima entscheidend positiv beeinflusst werden.

Die Norm DIN V 18550:2005-04 unterscheidet zwischen Innenwandputzen und Innenwandputzen für Feuchträume.

6.2.1 Auftragsstärke

In der Norm ist festgelegt, dass die mittlere Innenputzdicke bei traditioneller Ausführung 15 mm beträgt (zulässige Mindestdicke 10 mm).

Bei einlagigen Putzen aus Werk-Trockenmörtel sind 10 mm meist ausreichend (zulässige Mindestdicke 5 mm).

Heute werden zunehmend einlagige Innenputze verwendet, deren fachgerechte Ausführung auf planebenem Porenbeton-Untergrund unproblematisch ist.

6.2.2 Haftputz

Die kunststoffvergüteten Putze sind werkgemischte Innenhaftputze nach DIN V 18550. Im Allgemeinen ist ein Grundieren des Untergrundes nicht erforderlich, ein Spritzbewurf kann entfallen. Diese Putze haben ein hohes Wasserrückhaltevermögen, sie wirken feuchteregulierend und beeinflussen damit die raumklimatischen Verhältnisse in Gebäuden positiv. Übliche Auftragsdicken auf Porenbetonwänden liegen bei 4 bis 5 mm.

6.3 Keramische Fliesen und Platten

Das Aufbringen von keramischen Fliesen und Platten als Wandbekleidung im Außenbereich kann aus bauphysikalischen Gründen nicht empfohlen werden. Da die Fliese nicht so dampfdiffusionsfähig wie das WÜPOR Mauerwerk ist, kann sich in der Heizperiode Feuchtigkeit in der Grenzschicht bilden und zum Abplatzen der Platten führen.



Aufbringen von Innenputz

Im Innenwandbereich können keramische Fliesen und Platten sowohl im normalen Mörtelbett als auch im Dünnbettverfahren verarbeitet werden. Dabei sind bei der Ausführung im Dickbett DIN 18352 und für das Ansetzen im Dünnbett DIN 18157 zu beachten.

Auf planebenen Wandflächen aus WÜPOR Porenbeton werden Fliesen im Dünnbettverfahren ohne zusätzlichen Putz verlegt.



Fliesen direkt auf Porenbeton-Mauerwerk

Als Befestigungsmittel stehen – je nach Art und Größe der aufzunehmenden Belastung – unterschiedliche Produkte zur Verfügung:

- Nägel und Spiralnägel, die unmittelbar in dem Porenbeton befestigt werden,
- Dübel und
- Bolzen (Gewindestab) bei Durchsteckmontagen.

Nägel und Dübel werden sowohl unter Zug- und Schrägzug- als auch unter Druckbelastung beansprucht. Dübel- und Nagelverbindungen sollen langfristig belastbare Systeme darstellen, die auch weiteren Beanspruchungen (hohe Temperaturen, Brandlast etc.) ausgesetzt sein können. Es wird unterschieden zwischen Dübeln, die einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung bedürfen, und Dübeln und Nägeln, die für untergeordnete Zwecke verwendet werden können.

Für die Befestigung von Außenwandbekleidungen ist die Norm DIN 18516 besonders zu beachten.

7.1 Nägel

Bei geringen Verankerungslasten können Spezial-Nägel eingesetzt werden, die unmittelbar in die WÜPÖR Steine eingetrieben werden. Auf diese Art werden leichte Ausbauteile, wie z.B. Lattungen für Holzbekleidungen, befestigt. Die Belastbarkeit der Nägel ist wesentlich von der Festigkeitsklasse des Porenbetonmaterials abhängig.

7.2 Dübel

Dübel mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung, wie sie von verschiedenen Herstellern angeboten werden, dürfen für die Befestigung von tragenden Konstruktionen eingesetzt werden. Die Belastungswerte für solche Dübel sind Bestandteil der Zulassung.

Weitere Dübel, für welche keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung besteht, können für untergeordnete Anwendungsfälle entsprechend den Hinweisen der Dübelhersteller eingesetzt werden.

Befestigungsmittel für Außenbefestigungen müssen rostgeschützt bzw. nicht rostend sein. Die gleiche Ausführung empfiehlt sich auch im Innern von Gebäuden, besonders im Bereich von Feuchträumen.



Dübel

7.3 Durchsteckmontage

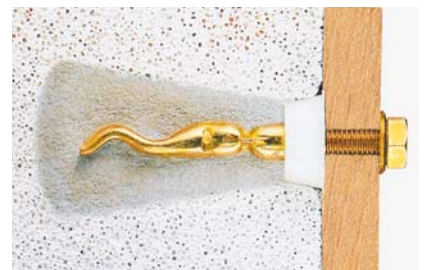
Für schwere Lasten kann die Befestigung als Durchsteckmontage ausgeführt werden. Dabei wird ein Gewindebolzen in geeigneter Abmessung durch das Porenbetonbauteil gesteckt und auf der Gegenseite durch eine Ankerplatte und Verschraubung gesichert.



Durchsteckmontage

7.4 Injektionsanker

Diese Systeme nutzen den Verbund zwischen Anker- bzw. Siebhülse, Injektionsmörtel und Verankerungsgrund [z.B. Fischer-Injektionsanker Typ FIM (galvanisch verzinkte Hülse) und Typ FIH (Polyamid-Hülse)] für die Verankerung vorwiegend ruhender Lasten aus. Solche Anker dürfen auch in Mauerwerksfugen eingesetzt werden.



Injektionsanker

Zeitgemäße Gebäude sind nicht nur nach den exakten Anforderungen statischer und konstruktiver Regeln des Mauerwerkbaus zu dimensionieren, sondern haben ebenso für eine gesunde Nutzung vielfältige bauphysikalische Kriterien zu erfüllen. Hierzu gehören die Vorschriften zum Wärme-, Feuchte-, Brand- und Schallschutz.

Diese Kriterien sollen nach dem neusten Stand des technischen Wissens für die Nutzer gesunden und hohen Wohnkomfort bei gleichzeitig wirtschaftlichem Energieeinsatz gewährleisten.

8.1 Wärmeschutz mit WÜPOR Porenbeton

Die neue EnEV ist am 1. Februar 2002 in Kraft getreten. Diese Verordnung wurde zum Zweck der Schonung der Ressourcen und zur Entlastung der Umwelt von Schadstoffen, die bei der Verbrennung fossiler Energieträger entstehen, eingeführt.

Dazu legt die EnEV den maximal zulässigen Jahres-Primärenergiebedarf von Gebäuden entsprechend ihrer Nutzung fest.

Das Gebäude wird energetisch in seiner Gesamtheit betrachtet (Energiebilanz-Verfahren). Der zu ermittelnde Heizwärmebedarf setzt sich aus den Wärmeverlusten der Transmission aller Wärme tauschenden Bauteilflächen und den Lüftungsverlusten – reduziert um die internen und solaren Wärmegewinne – zusammen.

Der Jahres-Heizwärmebedarf wird entweder auf das beheizte Bauwerksvolumen oder auf die Gebäudenutzfläche bezogen und darf einen Maximal-Wert, der vom Verhältnis Gebäudehüllfläche zu Gebäudevolumen abhängt, nicht überschreiten.

Für Wandbaustoffe und Wärmedämmstoffe sind die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit in DIN 4108-4 angegeben.

Für WÜPOR wurden aufgrund der besonderen Herstellungsrezepturen in allen Rohdichten niedrigere Wärmeleitfähigkeiten nachgewiesen.

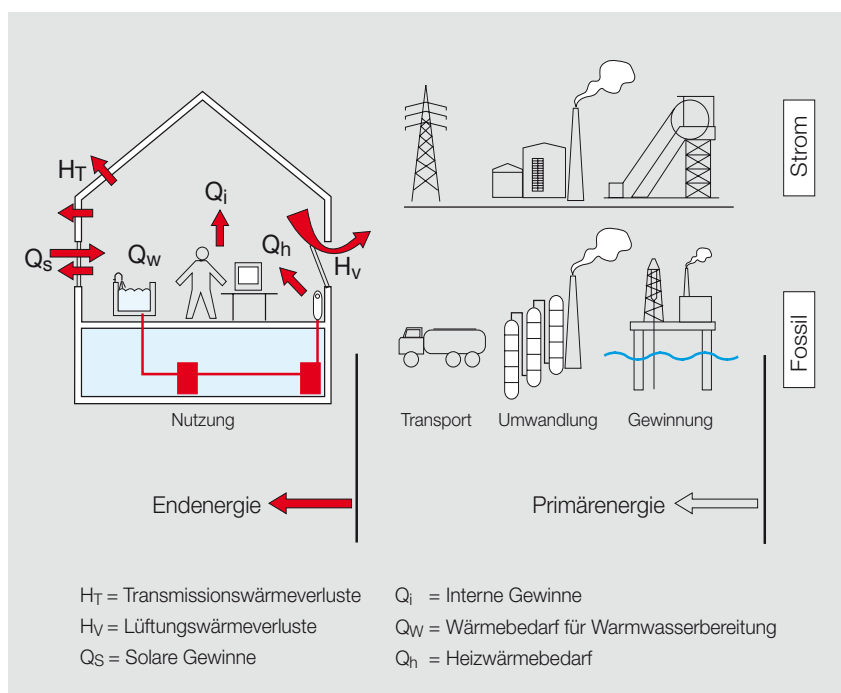
Aus der Berechnungsvorschrift der EnEV resultiert, dass übermäßige Transmissionswärmeverluste der Wand oder des Fensters nur schwer und äußerst unwirtschaftlich mit stärkeren Dämmungen in den anderen Flächen bzw. durch eine hochwertige Anlagentechnik kompensiert werden können.

Die Ergebnisse des rechnerischen Nachweises werden in einem Wärmebedarfsausweis zusammengestellt.

Da er die wichtigsten energiebezogenen Merkmale eines Gebäudes beschreibt, können Bauherren, Käufer und Mieter sich an dem erforderlichen Energieaufwand orientieren.

Eine 24 cm dicke Außenwand aus WÜPOR PPW2-0,40 erfüllt die Anforderungen der EnEV.

Die derzeitigen Anforderungen der EnEV stellen bereits den Niedrigenergiehausstandard dar. Sie können in wirtschaftlichen Wanddicken mit einschaligem oder zweischaligem Außenwandaufbau mit WÜPOR Porenbeton erreicht werden.



Bilanzierung des Primärenergiebedarfs nach EnEV

Tabelle 4: Wärmetechnische Kennwerte

Porenbeton	Hergestellt nach ¹⁾	Rohdichte- klasse	Rechenwert der Wärmeleit- fähigkeit	U-Wert einer verputzten Wand 24 cm	U-Wert einer verputzten Wand 30 cm	U-Wert einer verputzten Wand 36,5 cm
		[kg/dm ³]	[W/mK]	[W/m ² K]	[W/m ² K]	[W/m ² K]
Plansteine	DIN EN 771-4	0,35	0,09	0,34	0,28	0,23
		0,40	0,10	0,38	0,31	0,26
		0,40	0,11	0,41	0,33	0,28
		0,45/0,50	0,12	0,44	0,36	0,30
		0,50 ²⁾	0,13	0,48	0,39	0,33
		0,55	0,14	0,51	0,42	0,35
		0,60	0,16	0,57	0,47	0,39
0,65	0,21	0,71	0,59	0,50		
Planelemente	allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	0,40	0,11	0,41	0,33	0,28
		0,45	0,13	0,48	0,39	0,33
		0,50	0,14	0,51	0,42	0,35
		0,55	0,16	0,57	0,47	0,39
		0,60	0,16	0,57	0,47	0,39
0,65	0,21	0,71	0,59	0,50		

¹⁾ Für die Herstellung liegen die Porenbeton-Produktnorm (DIN EN 771-4) und allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen zugrunde.

²⁾ Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung Z-17.1-894 vom 18.01.2006

Der Niedrigenergiehausstandard ist im zweischaligen Außenwandaufbau mit einer WÜPOR Außenwand durch seine hervorragende Wärmedämmung gegenüber anderen Wandbildnern mit bis zu 6 cm weniger Dämmstoffdicke zu erreichen.

Nach der Mauerwerksnorm DIN 1053-1 ist der Schalensabstand auf 15 cm begrenzt worden, so dass bei Verwendung von WÜPOR als Hintermauerwerk genug Platz für eine bauphysikalisch empfohlene Luftschicht bleibt und zusätzlich Kosten gespart werden können.

8.2 Feuchteschutz

Feuchtigkeit gelangt auf verschiedenen Wegen in die Bauteile eines Gebäudes:

- bei der Produktion des Baustoffs,
- bei der Errichtung des Gebäudes,
- beim Einbringen des Putzes und des Estrichs sowie
- durch Witterungseinflüsse,
- durch Grundwasser und
- durch die Nutzung.

Die Feuchtigkeit aus Produktion der Baustoffe und Herstellung des Gebäudes reduziert sich nach kurzer Zeit zur Ausgleichsfeuchte.

Feuchtigkeit in der Außenwand kann aber auch von einer Durchfeuchtung durch Niederschläge herrühren. Dies wird nicht nur die Wärmedämmung verschlechtern, sondern außerdem erhebliche Bauschäden zur Folge haben. Deswegen ist Mauerwerk grundsätzlich mit einem Witterungsschutz zu versehen.

Bei der Nutzung der Gebäude entsteht regelmäßig Feuchtigkeit, die sich in den Bauteilen ansammeln kann, wenn nicht für eine geregelte Abfuhr durch Lüften und Heizen gesorgt wird.

Die eventuell im Wandinneren auftretenden Tauwassermengen liegen deutlich unter der Wasseraufnahmefähigkeit von WÜPOR Porenbeton. Deshalb ist für WÜPOR Porenbetonwände eine diffusionstechnische Berechnung im Allgemeinen nicht erforderlich.

Die Außenputze, die bei WÜPOR Porenbeton empfohlen oder mitgeliefert werden, sind Wasser abweisend eingestellt. Bei ihrer Verwendung ist sichergestellt, dass Fehler weitgehend ausgeschlossen sind und immer mit der vollen Wärmedämmfähigkeit des WÜPOR Porenbeton-Mauerwerks gerechnet werden kann.

8.3 Brandschutz

Der Brandschutz regelt, welche Bauteile nicht brennbar sind und wie lange Bauteile einer Brandbelastung widerstehen müssen.

Damit soll der Entstehung und Ausbreitung von Bränden vorgebeugt werden und im Brandfall die Rettungsmöglichkeit gewährleistet sein.

Brandschutztechnisch erfüllen einschalige WÜPOR Wandkonstruktionen schon ab 24 cm Dicke die Bedingungen für Brandwände nach DIN 4102.

WÜPOR Porenbeton ist nicht brennbar



Für zweischalige Konstruktionen, bei denen Porenbeton als Hintermauerwerk eingesetzt wird, müssen für die brandschutztechnische Beurteilung auch die für den Brandschutz maßgebenden Eigenschaften der Vorsatzschale berücksichtigt werden.

In jedem Fall aber wird mit WÜPOR ein nicht brennbarer Baustoff der Baustoffklasse A1 eingesetzt.

Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass jährlich Milliardenverluste durch Brände im Gebäudebestand zu verzeichnen sind und mit Porenbeton brandschutztechnische Forderungen für Neubauten oder bauliche Veränderungen bestehender Gebäude leicht und kostengünstig zu realisieren sind, kann Bauen mit Porenbeton unter dem Aspekt des Brandschutzes als äußerst effizient bezeichnet werden.

In Tabelle 5 sind Kennwerte von WÜPOR Wandkonstruktionen zusammengestellt.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in unserer Broschüre Brandschutz.

8.4 Schallschutz

Für die Gesundheit und das Wohlbefinden des Menschen ist ein ausreichender Schallschutz erforderlich. Die Schallschutznorm (DIN 4109) legt die Anforderungen an den Schallschutz mit dem Ziel fest, Menschen in Aufenthaltsräumen vor unzumutbarer Lärmbelastung zu schützen.

Aufgrund dieser festgelegten Anforderungen kann nicht erwartet werden, dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr wahrgenommen werden. Es ergibt sich insbesondere die Notwendigkeit gegenseitiger Rücksichtnahme durch Vermeidung unnötigen Lärms.

Die Schallschutzanforderungen an die Außenwand werden anhand des vorhandenen Lärmpegels bestimmt.

Je nach Lärmpegelbereich, Fensterflächenanteil und Schalldämm-Maß der Fenster sind für Außenwände Schalldämm-Maße zwischen 30 und 50 dB gefordert.

Wände aus WÜPOR Porenbeton erhalten nach der DIN 4109 einen Bonus von 2 dB gegenüber gleich schweren Wänden aus anderen Baustoffen und erreichen damit in Abhängigkeit vom Fensterflächenanteil und den schallschutztechnischen Eigenschaften der Fenster Schalldämm-Werte von 40 bis 48 dB.

Damit können alle üblichen Schallschutzanforderungen für Außenwände im Wohnungsbau erfüllt werden.

Haustrennwände müssen die höchsten Schallschutzanforderungen erfüllen. Wirtschaftlich können diese in einer zweischaligen Wandkonstruktion aus WÜPOR mit jeweils 17,5 cm dicken Wandschalen erreicht werden.

Weitere Informationen zu diesem Thema finden Sie in unserer Broschüre Schallschutz.

Tabelle 5: Übersicht zu brandschutztechnischen Konstruktionen auf der Grundlage von DIN 4102-4:1994-03 und DIN 4102-4/A1: 2004-11

F-Wände nach DIN 4102-2 aus Porenbetonsteinen nach DIN V 4165 (Plansteine, Planelemente) und DIN 4166 ¹⁾							
		Mindestdicke d bzw. b [mm] für die Festigkeitsklassen					
		F 30-A	F 60-A	F 90-A	F 120-A	F 180-A	
nicht tragende, raumabschließende Wände		50 (50)	75 (75)	75 (75)	115 (75)	150 (115)	
tragende, raumabschließende Wände, Rohdichteklasse $\geq 0,40$ Ausnutzungsfaktor: $\alpha_2 = 0,2$ $\alpha_2 = 0,6$ $\alpha_2 = 1,0$		115 (115) 115 (115) 115 (115)	115 (115) 115 (115) 150 (115)	115 (115) 150 (115) 175 (150)	115 (115) 150 (150) 175 (175)	150 (115) 175 (175) 200 (200)	
tragende, nicht raumabschließende Wände, Rohdichteklasse $\geq 0,40$ Ausnutzungsfaktor: $\alpha_2 = 0,2$ $\alpha_2 = 0,6$ $\alpha_2 = 1,0$		115 (115) 150 (115) 175 (150)	150 (115) 175 (150) 175 (150)	150 (115) 175 (150) 240 (175)	150 (115) 175 (150) 300 (240)	175 (115) 240 (175) 300 (240)	
tragende Pfeiler bzw. nicht raumabschließende Wandabschnitte ($l \leq 1,0$ m), Rohdichteklasse $\geq 0,40$ Ausnutzungsfaktor:		Mindestdicke d [mm]					
$\alpha_2 = 0,6$							
		175 200 240 300 365	365 240 240 240 175	365 240 240 240 175	490 365 300 240 240	490 490 365 300 240	615 615 615 490 365
$\alpha_2 = 1,0$		175 200 240 300 365	490 365 300 240 240	490 490 365 300 240	– ²⁾ – ²⁾ 615 490 365	– ²⁾ – ²⁾ 730 490 490	– ²⁾ – ²⁾ 730 615 615
Brandwände nach DIN 4102-3 aus Porenbetonsteinen nach DIN V 4165 (Plansteine, Planelemente)							
Konstruktionsmerkmale				Mindestdicke d [mm]			
Wandart	zulässige Schlankheit	Wandtyp		einschalig	zweischalig		
nicht tragend ³⁾	DIN 1053-1 bzw. DIN 4103 ⁵⁾ $\lambda \leq 25$	Porenbeton-Plansteine nach DIN V 4165 Rohdichteklasse $\geq 0,60$ ⁴⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,50$ ⁴⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,50$ ⁴⁾⁽⁶⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,40$ ⁴⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,40$ ⁴⁾⁽⁶⁾		240 (200) 300 (240) 240 300 (240) 240	2 x 175 2 x 240 2 x 175 2 x 240 2 x 200		
tragend	DIN 1053-1	Porenbeton-Plansteine nach DIN V 4165 Rohdichteklasse $\geq 0,55$ ⁷⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,55$ Rohdichteklasse $\geq 0,40$ ⁵⁾ Rohdichteklasse $\geq 0,40$ ⁴⁾⁽⁶⁾		240 (200) ⁸⁾ 300 (240) ⁸⁾ 300 (240) ⁸⁾ 240	2 x 175 2 x 240 2 x 240 2 x 175		
tragend	nach allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung	Porenbeton-Planelemente Rohdichteklasse $\geq 0,55$ Rohdichteklasse $\geq 0,45$		240 ⁹⁾⁽¹⁰⁾ 300	2 x 175 ⁹⁾⁽¹⁰⁾ 2 x 240		

Die Klammerwerte () gelten für Wände mit beidseitigem Putz nach DIN 18550-2 MG PIV oder DIN 18550-4 Leichtmörtel

¹⁾ DIN 4166 gilt nur für nicht tragende Wände
²⁾ Die Mindestbreite ist $> 1,0$ m; Bemessung bei Außenwänden daher als raumschließende Wand, sonst als nicht tragende Wand
³⁾ Nicht tragende Außenwände nach DIN 1053-1, Abschnitt 8.1.3 bzw. nicht tragende innere Trennwände nach DIN 4103-1 unter Berücksichtigung des DGfM-Merkblattes
⁴⁾ Stoßfugen glatt, vermörtelt (siehe auch: Gutachterliche Stellungnahme Nr. 98029 Hahn Consult)
⁵⁾ Stoßfugen Nut und Feder, unvermörtelt (siehe auch: Gutachterliche Stellungnahme Nr. 98029 Hahn Consult)
⁶⁾ Konstruktive obere Halterung, die auch im Brandfall wirksam ist: z.B. untermörtelter Stahlbetonriegel oder nicht brennbarer Ringanker
⁷⁾ Stoßfugen glatt, vermörtelt
⁸⁾ Gutachterliche Stellungnahme Nr. 98029 Hahn Consult
⁹⁾ Aufliegende Geschossdecke (F 90) als konstruktive obere Halterung
¹⁰⁾ Planelemente mit vermörtelten Stoßfugen

Die Wirtschaftlichkeit von Mauerwerk hängt wesentlich von den Eigenschaften des verwendeten Wandbaustoffes ab und zeigt sich bei

- der Herstellung des Gebäudes,
- der Nutzung und Veränderungen des Gebäudes während seiner Lebensdauer.

Die Herstellung von Gebäuden mit Wänden aus WÜPOR Porenbeton zeigt deutlich wirtschaftliche Vorteile gegenüber anderen Bauweisen auf.

WÜPOR Porenbetonsteine kann der Maurer wegen des geringen Volumengewichtes leicht und schnell verarbeiten. Die Zeitersparnis wird noch positiver durch das Mauern mit Dünnbettmörtel und die einfache Herstellung von Passsteinen beeinflusst. Deshalb liegen die Arbeitszeitwerte von WÜPOR Porenbeton deutlich günstiger als bei anderen Mauersteinen.

Noch schneller und wirtschaftlicher geht es auf der Baustelle voran, wenn WÜPOR Planelemente eingesetzt werden, die den Ablauf noch einmal wesentlich beschleunigen. Hier wird die Zeitersparnis durch den Einsatz von Minikränen erreicht, die pro Kranhub bis zu ca. 0,8 m² Mauerwerk versetzen können – das entspricht 4 bis 6 Planelementen. Die Planelement-Bauweise erfordert jedoch eine durchdachte und gute Baustellenorganisation, damit die wirtschaftlichen Vorteile voll zum Tragen kommen. Die Berater von WÜPOR Porenbeton erläutern schon bei der Planung, ob sich ein Gebäude für diese Mauerwerkstechnik eignet. Schwere körperliche Arbeit ist bei dieser Technik Vergangenheit.

Außenwände aus WÜPOR Porenbetonsteinen benötigen keine zusätzliche Wärmedämmung. Der Baustoff selbst ist bereits hoch wärmedämmend. Aufgrund des besseren Wärmeschutzes sind die Kosten für Heizenergie bei dickeren WÜPOR Außenwänden deutlich geringer. Die Mehraufwendungen für die Herstellung einer 36,5 cm dicken Wand gegenüber einer 24 cm schlanken Wand amortisieren sich bereits nach 3,1 Jahren. Über den Nutzungszeitraum von 80 Jahren betrachtet ist die solide Außenwand also messbar umweltfreundlicher. Mit einem Wert der Wärmeleitfähigkeit λ_R von nur 0,10 W/mK erfüllt das Mauerwerk aus WÜPOR Porenbeton alle wärmeschutztechnischen Anforderungen. Auch zukünftig erhöhte Forderungen nach mehr Wärmeschutz können schon heute erfüllt werden. Das Niedrigenergiehaus aus WÜPOR Porenbeton existiert bereits! Ein weiterer Arbeits- und Kostenaufwand für zusätzliche Wärmedämmung entfällt bei Mauerwerk aus WÜPOR Porenbeton ganz.

Die fertigen WÜPOR Wände lassen sich hervorragend weiterbearbeiten. Elektriker haben keine Mühe die Elektroinstallationen durchzuführen und Wasserinstallateure können die Rohre problemlos in die Wände verlegen. Dazu bieten WÜPOR Steine zusammen mit Ergänzungsbauteilen (WÜPOR Stürze und U-Schalen) einen einheitlichen Putzuntergrund, der den Einsatz wirtschaftlicher Dünnputze möglich macht. Die sehr ebene Oberfläche von WÜPOR Porenbetonsteinen ermöglicht, dass Fliesen oder andere Wandbeläge im Dünnbettverfahren direkt aufgebracht werden können.

Die Summe der genannten Vorteile bei Erstellung und der Weiterverarbeitung von WÜPOR Wänden sind nur bei diesem Baustoff vereint.

Über die langjährige Nutzung eines Porenbeton-Gebäudes wird seine Wirtschaftlichkeit durch den Instandhaltungsaufwand, die Reparaturanfälligkeit und ganz wesentlich durch den Energieaufwand zur Beheizung festgelegt.

Wände aus WÜPOR Porenbeton sind in puncto Reparaturen und Instandhaltung problemlos.



Kostengünstiges Bauen

WÜPOR

PORENBETON

Wüseke Baustoffwerke GmbH

Werk I:

Sennelagerstr. 99
33106 Paderborn-Sennelager
Tel. 0 52 54 / 99 44-4
Fax 0 52 54 / 99 44-99
info-paderborn@wueseke.de

Werk II:

Subbern 19
48336 Sassenberg-Füchtorf
Tel. 0 25 83 / 93 15-0
Fax 0 25 83 / 93 15-15
info-sassenberg@wueseke.de

Verkaufsbüro:

35088 Battenberg
Tel. 0 64 52 / 93 13 27
Fax 0 64 52 / 93 14 05
rschwarz@wueseke.de

Auslieferungslager:

Mühlhäuser Str.
99947 Schönstedt
Tel. 03 60 22 / 9 00 09
Fax 03 60 22 / 9 00 96
dispo-schoe@wueseke.de

Abhollager:

Rosenthal
Breslauerstr. 2-4
34379 Calden
Tel. 0 56 74 / 99 82 70
Fax 0 56 74 / 73 70

Abhollager:

Allendorf (Eder)
Bahnhofsstr. 25
35108 Allendorf
Tel. 0 64 52 / 7 91-16
Fax 0 64 52 / 7 91-01

WÜPOR
ONLINE

www.wuepor.de