

## **Rationalisierung bei der Verarbeitung von Porenbetonsteinen**

Der erhebliche Rationalisierungsfortschritt auf der Baustelle hat auch bei der Erstellung von Porenbetonmauerwerk stattgefunden. So wurden neue Steinformate entwickelt, die rationelleren Baufortschritt auf der Baustelle erlauben. Andererseits ging die Entwicklung aufgrund der Begrenzung der Steingewichte für die manuelle Verarbeitung hin zum Einsatz technischer Hilfsmittel wie Steinzange und Minikran, mit deren Hilfe Steine mit größeren Abmessungen und hohen Gewichten, wie z. B. Plan-elemente verarbeitet werden können. Die Verarbeitung dieser Systeme erfordert aber auch eine gezielte Arbeitsvorbereitung sowie und Steuerung des Arbeitsablaufes. Daraus ergeben sich zwangsläufig Auswirkungen auf die gesamte Logistik.

## **Der Baustoff Porenbeton**

Porenbeton ist ein Baustoff, der sich durch die technischen Kriterien - hohe Festigkeit bei relativ geringem Gewicht und die Summe der bauphysikalischen Eigenschaften - auszeichnet. Mit ihm sind massive monolithische Konstruktionen möglich, die sich durch eine hohe Wertbeständigkeit auszeichnen. Hinzu kommen aber auch wirtschaftliche Vorteile, wie niedrige Transport-, Montage- und Betriebskosten. Die umweltbezogenen Vorteile des Porenbetons gewinnen in zunehmendem Maße an Bedeutung.

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.

Aus dem umfassenden Bausystem Wohnbau kommen im Mauerwerksbau Plansteine, Planelemente, Planbauplatten und geschosshohe Wandtafeln zum Einsatz. Ergänzende Produkte sind Passplatten, Fertigstürze, U-Schalen, Deckenrandsteine, Rollladenkästen, Putze, Beschichtungen und Dichtungsmaterialien. Dach- und Deckenelemente, die eine korrosionsgeschützte Bewehrung enthalten, stehen eben-

falls zur Verfügung. Außenwände, Dächer und Decken können somit homogen aus einem Baustoff erstellt werden.

## **Verarbeitung**

Damit die wirtschaftlichen Vorteile beim Arbeiten mit Porenbeton voll zum Tragen kommen, ist eine gute Vorplanung und durchdachte Baustellenorganisation unerlässlich. Je nachdem, ob es sich um stark gegliedertes, weniger gegliedertes oder Mauerwerk ohne Öffnungen (z. B. Haustrennwände) handelt, ist zu entscheiden, welches Porenbetonprodukt am sinnvollsten eingesetzt werden kann. Durch die abgestimmte Modulordnung ist selbstverständlich auch ein Wechsel zwischen einzelnen Porenbetonprodukten und auch Formaten möglich. Dies gilt sowohl für die Länge als auch die Schichthöhe. Generell erfolgt die Verarbeitung der Plansteine und Planelemente wie folgt:

- Aufbringen der waagerechten Abdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit.
- Die erste Lage wird lot- und fluchtgerecht in ein Mörtelbett versetzt.
- Die Anordnung einer unteren Ausgleichsschicht (Kimmschicht) bei Planelementen kann bei gewissen Raumhöhen erforderlich sein und bringt wesentliche Zeitvorteile. Mit oder ohne Kimmschicht können die üblichen Rohgeschosshöhen erreicht werden, ohne die Elemente schneiden zu müssen.
- Aufbringen des Dünnbettmörtels mit einer zur Wanddicke passenden Plansteinkelle.
- Versetzen der Plansteine. Planelemente werden mit Minikran nach Verlegeplan versetzt. Die Stoßfugen können vermörtelt oder unvermörtelt ausgeführt werden.



**Abb. 1: Versetzen von Porenbeton-Planelementen mit dem Minikran**



**Abb. 2: Versetzen von Porenbeton-Planelementen, lang (bis zu 3 m), mit denen bis zu 1,9 m<sup>2</sup> Mauerwerk mit einem Kranhub erstellt werden können**

Auszusteiifende Wände müssen mit den aussteifenden Wänden kraftschlüssig verbunden werden, wenn die aussteifende Querwand nur einseitig angeordnet ist. Diese Vorschrift behindert einschneidend den flüssigen Baufortschritt. Das Arbeiten nach den Verbandsregeln des Mauerwerksbaus verlängert den Arbeitsablauf, auch das Umstellen der Rüstungen verursacht Verzögerungen. Die Aussteifung auszusteiifender Wände erfolgt bei der Verwendung von großformatigen Porenbetonbauteilen deswegen durch Stumpfstoßtechnik. Hier stehen verschiedene Edelstahlverbindungen – in der Regel Flachstahlanker – zur Verfügung. Ein Eckverband empfiehlt sich allerdings bei Kelleraußenecken, um Verformungen durch Erddruck zu vermeiden.

Ein Stumpfstoß mit Zuganker und Mörtelstoßfuge bei einseitig angeordneten aussteifenden Querwänden ist normgerecht. Voraussetzung ist natürlich, dass der Zuganker die auftretenden Horizontalkräfte übertragen kann. Die druckfeste Verbindung wird ohne Nachweis der Mörtelfuge zugewiesen.

Die Verarbeitung geschosshoher tragender Wandtafeln, die nach einem Versetzplan erfolgt, lässt sich in 5 wesentlichen Arbeitsschritten skizzieren:

- Mit Hilfe einer Schlagschnur werden die Wände auf der Decke aufgezeichnet.
- Nach dem Einmessen werden die Richtlatten aufgebracht.
- Die Wandplatten werden angeliefert und zum Arbeitsbereich transportiert.
- Wie üblich ist eine Feuchtigkeitssperre und Mörtelausgleichsschicht MG III aufzubringen. Nach ausreichender Aushärtung wird die erste Wandtafel auf einer Dünnbettmörtelschicht aufgestellt und mit einer Strebe vorübergehend gesichert.
- Einbau der zweiten Tafel und aller weiteren: An der Anschlussseite zur vorhergehenden Tafel wird Dünnbettmörtel aufgetragen und die Tafel anschließend aufgestellt. Die sofortige mechanische Verbindung der Tafeln untereinander wird durch Einschlagen eines Justierplättchens hergestellt. Auch Brüstungselemente werden so gesichert.



**Abb 3: Versetzen geschosshoher Wandtafeln**

Auf Grund der Materialstruktur lassen sich alle Porenbetonbauteile leicht bearbeiten. Das heißt, Leitungsschlitze und Steckdosenöffnungen können einfach gefräst oder gebohrt werden. Die planebenen Oberflächen können direkt verflieset oder mit Dünnputz versehen werden. Diese auf Porenbeton abgestimmten Putzsysteme bieten die Möglichkeit einer schnellen Verarbeitung mit geringem Materialbedarf. Bei allen wesentlichen Folgearbeiten ergeben sich damit deutliche Zeiteinsparungen.

### **Rationalisierung und Wirtschaftlichkeit**

Bei der Entwicklung von Bausystemen wird ein Teil der sonst auf der Baustelle erforderlichen Arbeitsschritte und Kosten in die Fertigung der Bauteile vorverlagert. Porenbetonbauteile gewährleisten einen schnellen Baufortschritt und damit die Einsparung von Baukosten. Dies ergibt sich direkt aus den pro m<sup>2</sup> zu verarbeitenden Steinen bzw. Elementen.

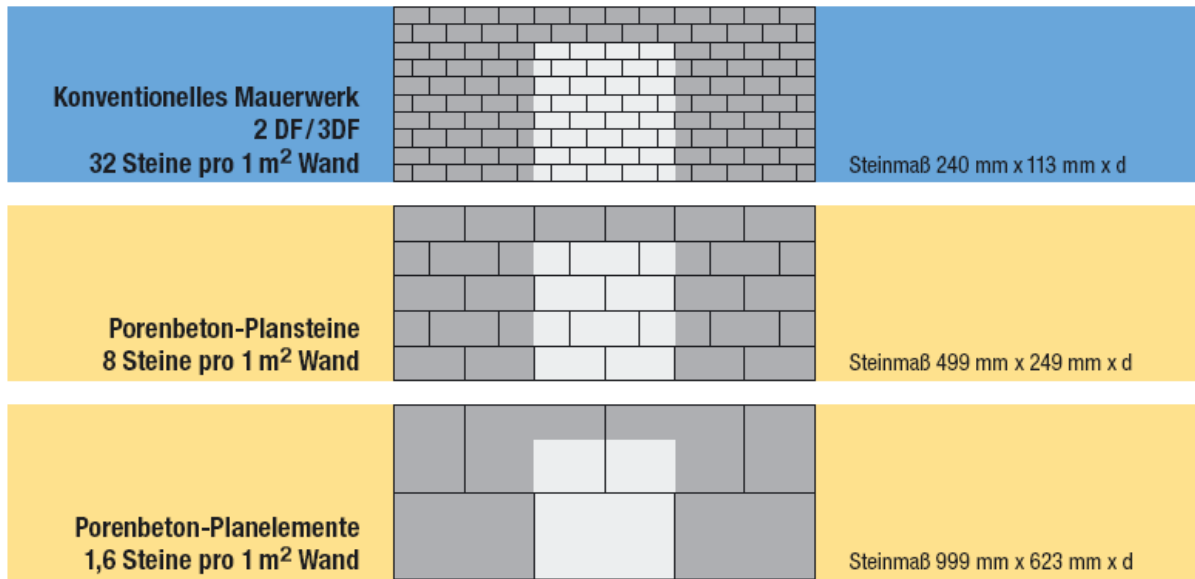


Abb. 4: Anzahl der Steine pro Quadratmeter Wandfläche

Die Produktivität nimmt mit der Größe der Bauelemente zu. Bei einer 300 mm dicken Wand liegt die Tagesleistung eines Maurers, der Porenbeton-Plansteine verarbeitet, bei etwa 4 m<sup>3</sup> - im Vergleich zu herkömmlichen Bauweisen mit traditionellen Formen bereits eine beachtenswerte Steigerung. Werden Planelemente verarbeitet, steigt die Tagesleistung auf über 5 m<sup>3</sup>. Mit stehenden wandhohen Elementen erreicht das Tagwerk mehr als 12 m<sup>3</sup>. Die Praxis hat gezeigt, dass gut eingewiesenes Baustellenpersonal sogar noch mehr erreichen kann.

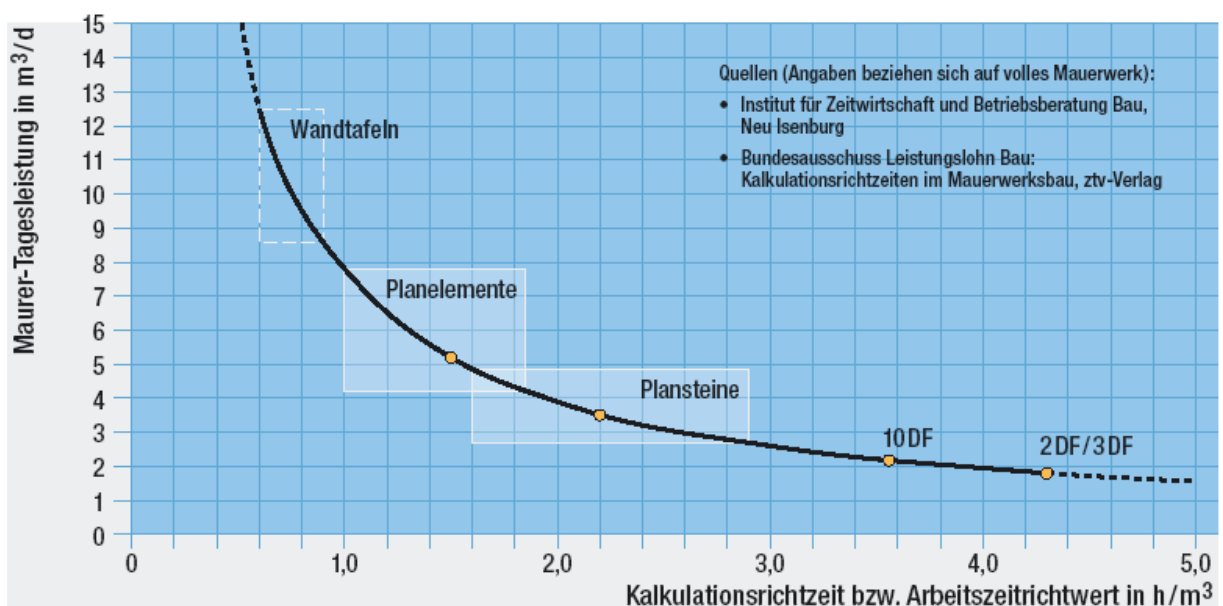


Abb. 5: Produktivität in Abhängigkeit des Steinformats

Was bedeutet das für die Kalkulation und den Marktpreis des Endproduktes? Maßgebend für die Kostenbetrachtung ist keineswegs der Materialpreis frei Baustelle allein. Die Verarbeitungsgeschwindigkeit des einzusetzenden Produktes spielt eine wesentliche Rolle. Höhere Materialpreise werden durch geringere Verarbeitungskosten kompensiert. Der Bauunternehmer kann also durch den Einsatz rationeller Bausysteme seine Gewinnmarge und seine Wettbewerbsfähigkeit beeinflussen. Beim Einsatz von Bausystemen können bei gleichen Baupreisen höhere Erträge als mit traditionellen Methoden erarbeitet werden. Oder aber: Der Bauunternehmer ist in der Lage, bei gleichen Gewinnmargen durch höhere Produktivität günstiger anzubieten.

### **Verarbeitungszeiten**

Grundsätzlich wird zwischen ARH-Werten und ARH-Richtzeiten unterschieden. ARH-Werte sind Mittelwerte, die sich auf Messungen an verschiedenen Baustellen bei verschiedenen Unternehmen bundesweit beziehen. Richtzeiten dagegen sind system- und produktbezogen ermittelt und gelten für ein bestimmtes Arbeitssystem unter Berücksichtigung einer festgelegten Arbeitsmethode. Von daher ist es einleuchtend, dass Richtzeiten gegenüber ARH-Werten niedriger sind, da sie keinen allgemein festgelegten Baustellenzuschlag enthalten und genauer sind – sofern das Arbeitssystem und die –methode genau definiert sind. Darüber hinaus enthalten sind bei ARH-Werten und –Richtzeiten Teilzeiten für die Tätigkeitszeiten, Warte-, Verteil- und Erholungszeiten.

Die ARH-Werte Tabelle Hochbau zusammen mit dem Handbuch Arbeitsorganisation Bau, Teil Mauerarbeiten mit großformatigen Steinen baut auf umfangreiche Arbeitszeitstudien auf, die im Auftrag der Tarifvertragsparteien durch den Bundesausschuss Leistungslohn bundesweit auf Baustellen unterschiedlicher Größe durchgeführt wurden. Die in dieser Tabelle verankerten Werte für Porenbeton sind in der Tabelle 1 bereichsweise dargestellt und bilden nur Mittelwerte. Wie darüber hinausgehende Arbeitszeitstudien auf Baustellen belegen, sind bei einer guten Arbeitsvorbereitung und Baustellenorganisation noch weit bessere, d. h. niedrigere Verarbeitungszeiten zu erreichen.

**Tabelle 1: ARH-Werte und –Richtzeiten für Mauerarbeiten mit Porenbeton**

	ARH-Werte-Bereiche*)	
	volles Mauerwerk	gegliedertes Mauerwerk
Planbauplatten / Plansteine d ≤ 17,5 cm	0,36 bis 0,60 h/m <sup>2</sup>	0,45 bis 0,70 h/m <sup>2</sup>
Plansteine d > 17,5 cm	1,45 bis 2,25 h/m <sup>3</sup>	1,65 bis 2,45 h/m <sup>3</sup>
Planelemente	0,39 h/m <sup>2</sup>	0,49 h/m <sup>2</sup>
	ARH-Richtzeiten-Bereiche*)	
	volles Mauerwerk	gegliedertes Mauerwerk
Planbauplatten / Plansteine d ≤ 17,5 cm	0,35 bis 0,50 h/m <sup>2</sup>	0,39 bis 0,60 h/m <sup>2</sup>
Plansteine d > 17,5 cm	1,25 bis 2,00 h/m <sup>3</sup>	1,45 bis 2,10 h/m <sup>3</sup>
Planelemente	0,34 h/m <sup>2</sup>	0,43 h/m <sup>2</sup>
*) Die Werte sind abhängig vom Format und der Rohdichte des Steins sowie der Art der Stoßfugenausbildung		

**Beispiel**

Leistungsbeschreibung: m<sup>3</sup> Mauerwerk der tragenden Außenwände aus Porenbetonsteinen  
 Wanddicke 30 cm, Wandhöhe 2,50 m bis 2,80 m  
 einschließlich der erforderlichen Deckenabmauerung  
 und aller Nebenarbeiten in fix und fertiger Arbeit herstellen

Material.....€/m<sup>3</sup>  
 Gerät .....€/m<sup>3</sup>  
 Lohn .....€/m<sup>3</sup>

Angebotskalkulation: gewählt Porenbeton-Plansteine PP2-0,35  
 Format 332 x 300 x 249 mm<sup>3</sup> mit Nut und Feder  
 ARH-Werte gemäß Arbeitszeit-Richtwerte-Tabelle-Hochbau  
 Tabelle M 1.44.07 für gegliedertes Mauerwerk

Steine vermauern 1,95 h/m<sup>3</sup>  
 Steine abladen mit Kran 0,11 h/m<sup>3</sup>  
 Deckenrandabmauerung  
 (0,09 h/m):(2,50 m x 0,30 m) = 0,12 h/m<sup>3</sup>  
 -----  
 2,18 h/m<sup>3</sup>

Arbeits-(Auftrags-)Kalkulation:

Nach Eingang des Auftrages wird durch die Arbeitsvorbereitung ein genauer Arbeitsablauf- und Terminplan mit Steinbereitstellung erarbeitet. Daraus ergibt sich, dass 75 % des Steinmaterials direkt vom Lieferfahrzeug an die Verarbeitungsstellen transportiert werden. 25 % des zu verarbeitenden Steinmaterials werden an der Baustelle als Puffer gelagert. Außerdem werden die Arbeitsgruppen durch Arbeitsunterweisung auf die günstigste Arbeitsweise hingewiesen.

gewählt Porenbeton-Plansteine PP2-0,35  
 Format 332 x 300 x 249 mm<sup>3</sup> mit Nut und Feder  
 ARH-Richtzeit-Werte gemäß Handbuch Arbeitsorganisation Bau –  
 Mauerarbeiten mit großformatigen Steinen - Richtzeiten  
 Tabelle Seite 111 für gegliedertes Mauerwerk

Steine vermauern	1,70 h/m <sup>3</sup>
Steine abladen mit Kran	
25 % von 0,10 h/m <sup>3</sup>	0,03 h/m <sup>3</sup>
Deckenrandabmauerung	
(0,08 h/m):(2,50 m x 0,30 m) =	0,11 h/m <sup>3</sup>
	-----
	1,84 h/m <sup>3</sup>

Sondervorschlag:

Im Rahmen der Maßnahmen der Arbeitsvorbereitung wird ein Sondervorschlag erarbeitet. Dabei sollen anstatt der Porenbeton-Plansteine Porenbeton-Planelemente zum Einsatz kommen. Verlegt werden diese mit einem Minikran bzw. einer Verlegezange.

gewählt Porenbeton-Planelemente PP2-0,35  
 Format 999 x 300 x 623 mm<sup>3</sup> mit vermörtelter Stoßfuge  
 ARH-Richtzeit-Werte gemäß Handbuch Arbeitsorganisation Bau –  
 Mauerarbeiten mit großformatigen Steinen - Richtzeiten  
 Tabelle Seite 101 für gegliedertes Mauerwerk

Steine vermauern	0,43 h/m <sup>2</sup>
Steine abladen mit Kran	- h/m <sup>2</sup>
Deckenrandabmauerung	
(0,08 h/m):(2,50 m x 0,30 m) =	0,03 h/m <sup>2</sup>
	-----
	0,46 h/m <sup>2</sup>