Wolfgang Brameshuber, Markus Graubohm

Schnell, gut und

Werksmäßig vorgefertigte Ziegelwände mit

Das Bauen mit werksmäßig vorgefertigten Ziegelwänden ist inzwischen eine bewährte Bauart. Aufgrund des wachsenden Kostendrucks auf den Baustellen wird sie mittlerweile nicht nur im Wohnungsbau, sondern immer häufiger auch im Gewerbe- und Industriebau eingesetzt. Die Vorteile der Elementbauweise sind dabei vielfältig. Neben den kürzeren Rohbauzeiten und damit verbundenen niedrigeren Baukosten sind hier unter anderem auch das gleichmäßige Qualitätsniveau und die hohe Maßgenauigkeit der Mauertafeln zu nennen, die durch die automatisierte, von handwerklicher Geschicklichkeit und Witterungseinflüssen unabhängige Produktion erreicht werden.

Eine Neuerung im Bereich des vorgefertigten Mauerwerks stellt die von der Firma Pichler aus Wels in mehrjähriger Zusammenarbeit mit einem amerikanischen Technologiekonzern entwickelte, patentierte Redbloc-Fertigteilsystemtechnologie dar, bei der anstelle eines herkömmlichen mineralischen Mauermörtels ein Zweikomponenten-Polyurethanklebstoff (2K-PUR) maschinell auf die Ziegeloberfläche aufgetragen wird. Diese auf einem weltweit einmaligen Trockenklebeverfahren basierende Technik wird bereits seit etwa zehn Jahren erfolgreich in Österreich, Russland, Belgien und den Niederlanden eingesetzt. Durch das Trockenklebeverfahren und eine neuartige Sägetechnik verkürzt sich die Gesamtbauzeit nochmals deutlich, da bei der Herstellung der Mauertafeln keine Feuchtigkeit zugeführt wird und so längere Austrocknungsphasen entfallen können.

Mit dem Ziel, die nötigen Grundlagen für die Erlangung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung und damit die Voraussetzungen für eine bauaufsichtlich geregelte Anwendung dieser neuen Bauart in Deutschland zu schaffen, wurden am Institut für Bauforschung umfangreiche Untersuchungen an mit 2K-PUR-Klebstoff vorgefertigtem Mauerwerk durchgeführt. Das Versuchsprogramm umfasste Untersuchungen an einzelnen Mauersteinen, an kleinen Verbundprüfkörpern und an Wandprüfkörpern. Als Eingangsprüfung wurden zunächst die wesentlichen Kennwerte der für das Zulassungsverfahren ausgewählten Ziegel bestimmt. Im zweiten Schritt erfolgten Untersuchungen an Kleinprüfkörpern zur Bestimmung des Verbundverhaltens zwischen den Mauersteinen und dem Klebstoff sowie der Festigkeitsentwicklung und der Dauerhaftigkeit des eingesetzten 2K-PUR-Klebstoffs. Im letzten Schritt wurden Untersuchungen an großen Wandprüfkörpern durchgeführt, um die Biege-, Druck- und Schubtragfähigkeit des Mauerwerks zu bestimmen.

Ende des Jahres 2014 wurde schließlich das erste Fertigteilwerk in Deutschland von der Redbloc Elemente GmbH, einer Tochterfirma der Penzkofer Bau GmbH, fertiggestellt, in dem nun vollautomatisiert Ziegelfertigteilwände mit der patentierten Redbloc-Technologie hergestellt werden können. Nachfolgend werden die einzelnen Schritte bei der automatisierten Produktion der Ziegelfertigteile anhand dieser neuen Fertigungsanlage beispielhaft vorgestellt.

Planung der Fertigteile

Die Produktion der Mauertafeln wird individuell nach den Vorstellungen des Kunden geplant und umgesetzt. Bestehende Architektenpläne können dabei in allen gängigen Dateiformaten problemlos übernommen und für den vollautomatisierten Herstellungsprozess umgewandelt werden. Hierfür werden die Baupläne zunächst in eine Elementierungssoftware eingelesen, und daraus die für das Bauvorhaben benötigten Fertigteile berechnet.

Über eine Datenschnittstelle erfolgt die Übergabe der Element-Abmessungen an die Produktionsanlage inklusive wesentlicher Detailinformationen wie Lage des Bauteils im Bauwerk, Aussparungen oder zu verwendender Steintyp. Eine Mauerberechnungssoftware überprüft die übergebenen Daten und ermittelt unter Zuhilfenahme einer Baustoffdatenbank Aufteilung und Anordnung der jeweiligen Steine innerhalb der Fertigteilwände und berücksichtigt dabei einen optimalen Steinverbrauch bei minimalem Verschnitt.

Produktion

Auf Basis der berechneten Daten der Wandelemente werden die Mauerziegel mittels zweier Roboter der Fertigungsstraße zugeführt. Ein Roboter entnimmt mit einem Greifer die Steine von der Palette und beschickt die Fertigungslinie. Ein weiterer Roboter

günstig

Zweikomponenten-Polyurethanklebstoff

Bild 1: Überprüfung der Maße der angelieferten Planhochlochziegel.
Foto: Peter Winandy

Bild 2: Auftrag des 2K-Polyurethan-Klebstoffs auf eine Mauersteinlage. Foto: Redbloc Elemente GmbH

Bild 3: Aufsetzen einer Steinlage mit dem Lagengreifer. Foto: Redbloc Elemente GmbH

beschickt die Säge und führt die Schnittstücke der Fertigungsstraße zu.

Die Steine werden gemäß Berechnung auf der Fertigungsstraße aufgelegt. Nachdem alle Steine einer Lage mit Ausnahme des letzten Steins komplett sind, werden sie ausgerichtet und die Länge des Wandelements vermessen. Basierend auf dem gemessenen Ist-Wert wird mit dem letzten zuzuschneidenden Stein, dem so genannten „Pass-Stein“, die Differenz zum vorgegebenen exakten Wandmaß ausgeglichen. Der Pass-Stein wird im weiteren Verlauf so in die Wand eingefügt, dass die gesägte Seite nicht sichtbar ist und das Wandelement grundsätzlich über die gesamte Höhe maßgenau abschließt. Weiterhin erfolgt auf der Fertigungsstraße das trockene Bohren der für das Transportsystem erforderlichen Lochungen. Die Software berechnet dabei den genauen Schwerpunkt eines jeden Fertigteils, um ein späteres problemloses Heben mit dem Kran zu gewährleisten. Anschließend werden die Oberflächen der Mauersteine gründlich mit einer automatischen Rollenbürste abgekehrt, um lose Teile und Staubschichten zu entfernen. Am Ende der Fertigungsstraße werden die Steinlagen erneut ausgerichtet und durch einen Lagengreifer auf die Fertigungspalette gesetzt. Nach jeder gesetzten Steinlage wird der patentierte 2K-Polyurethan-Klebstoff millimetergenau aufgetragen, siehe Bild 2, der Sprühkopf automatisch gereinigt und die nächste Steinlage mit dem Lagengreifer aufgesetzt, siehe Bild 3.

Die Wandelemente werden grundsätzlich in der Reihenfolge hergestellt, in der sie auf der Baustelle versetzt werden. Durch die sehr kurze Aushärtezeit des Klebstoffs können die fertigen Wandelemente sofort in den nachfolgenden Anlagenteil, dem Sägezentrum, umgesetzt werden.

Im Sägezentrum werden an den Elementen die von der Software berechneten Schnitte präzise mithilfe einer neuen Diamant-Seilsägetechnik ausgeführt. Der große Vorteil dieses Sägeverfahrens ist, dass vollkommen trocken gesägt werden kann und so keine Feuchtigkeit in die Elemente eingetragen wird, was sich wiederum positiv auf die Bauzeit auswirkt. Zudem entfallen die bei den sonst oft verwendeten Nass-Sägeverfahren auftretenden Verunreinigungen der Wandelemente.

Im letzten Produktionsschritt werden die Elemente komplett mit Sonderbauteilen wie Stürzen, Rolläden- und Jalousiekasten ausgestattet. Bereits eine Stunde nach Fertigstellung ist die Transportfähigkeit der Elemente sichergestellt. Durch die automatisierte Produktion ist es möglich, innerhalb von acht Stunden bis zu 400 Quadratmeter Wandelemente im Fertigteilwerk herzustellen, zu verladen und zur Baustelle zu transportieren.

Transport der Fertigteile zur Baustelle

Der Transport der Fertigteile erfolgt mit unvermörtelten, wieder verwendbaren Ankerstäben und Tragbolzen. Die Tragziegel der untersten Steinlage enthalten in der Achse der vertikal gebohrten Kanäle eine horizontale Bohrung

zur Aufnahme der Tragbolzen. Die unterste Steinlage wird zusätzlich vor dem Verladen im Fertigteilwerk mit einer werkseitig applizierten Stretchfolie gesichert. Die fertigen Wandelemente werden mit dem Anlagenkran aufrecht stehend in Transportcontainer gehoben und entsprechend dem Terminplan mit Spezialtransportfahrzeugen just in time zur Baustelle gebracht. Das Bestücken der Transportcontainer erfolgt dabei nach den Angaben im Montageplan, wodurch immer gewährleistet ist, dass die Elemente in der Reihenfolge auf der Baustelle eintreffen, in der sie auch benötigt werden.

Montage der Fertigteile auf der Baustelle

Nachdem auf der Baustelle die Wandfluchten, Türöffnungen und Elementstöße mittels Schlagschnur auf der Bodenplatte gekennzeichnet wurden, können die einzelnen Wandelemente mittels Mobil- oder Baustellenkran abgeladen und versetzt werden. Das Abladen und Positionieren der Elemente erfolgt gemäß der Angaben im mitgelieferten Montageplan. Dabei werden die Elemente vorsichtig in ein vollflächiges Mörtelbett mit Ausgleichsplättchen gesetzt, siehe Bild 4, um Maßtoleranzen auszugleichen, die infolge von Unebenheiten der Decke auftreten können. Jedes Wandelement wird anschließend mit mindestens zwei zuvor vorbereiteten Schrägstützen lotrecht ausgerichtet und gesichert. Die Schrägstützen werden mit Sechskantschrauben an der Wand und mit Schlagdübeln in der Bodenplatte fixiert. Erst nachdem beide Stützen befestigt wurden, wird die Aufhängevorrichtung gelöst und aus dem Element entfernt.

Die Verbindung der einzelnen Wandelemente erfolgt durch stumpfen Stoß. Die entstehenden Fugen zwischen den Elementen werden bauseits an der Innen- und Außenseite mit PU-Schaum versiegelt. Gegebenenfalls überstehende Reste des PU-Schaums werden nach der Aushärtung abgeschnitten. Zusätzlich wird an der Innenseite der Wände ein 20 Zentimeter breites Gewebe über die vertikalen Montagefugen aufgespachtelt.

Bild 4: Absetzen der Elemente in ein Mörtelbett.
Foto: Redbloc Elemente GmbH

Großer Fortschritt bei Fertigbauteilen

Die Produktion von Mauerwerkfertigteilen ist eine sehr interessante Variante der Herstellung von Wandbauteilen, da neben der Witterungsunabhängigkeit bei der hier vorgestellten Bauweise infolge des ungewöhnlich hohen Mechanisierungsgrades auch die Toleranzen der Herstellung deutlich reduziert werden. Insgesamt wirkt der vollständige Herstellprozess sehr gut durchdacht und die Qualitäten sind hochwertig. Die Produktionsgeschwindigkeit ist mit etwa 30 Minuten für eine sechs Meter lange und drei Meter hohe Wand extrem hoch. Die hier vorgestellte Methode ist damit ein großer Fortschritt im Bereich der industriellen Fertigung von Fertigbauteilen.

Mit den am Institut für Bauforschung durchgeführten Untersuchungen wurden die notwendigen Grundlagen für die Erlangung einer allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung geschaffen, diese wurde im Juni des Jahres 2015 erteilt.

Autoren:
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Wolfgang Brameshuber ist Inhaber des Lehrstuhls für Baustoffkunde. Dipl.-Ing. Markus Graubohm ist Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Bauforschung.