

2021

116. Jahrgang
September 2021, S. 87-94
ISSN 0005-9900

Sonderdruck

Beton- und Stahlbetonbau



Schneller bauen

Von der Planung in die Produktion: Vorfertigung für den individualisierten Wohnungsbau

Stephan Kroll, Martin Dobler, Rainer Fauth, Caroline Sturm

Von der Planung in die Produktion: Vorfertigung für den individualisierten Wohnungsbau

Mit einem Erfahrungshorizont von mehr als 25 Jahren gestaltet die Gröner Group GmbH zukunftsgerichtete Immobilienentwicklungen. Im Fokus steht die Schaffung von bezahlbaren Wohn- und Lebensräumen, die durch das Tochterunternehmen CG Elementum AG als konzerneigenem Dienstleister für nachhaltiges und digitales Bauen realisiert werden. Maßgeblicher Baustein für die Arbeit der CG Elementum ist die hochautomatisierte Produktion auf Basis des EMC-Fertigteilsbausystems. Die Vorfertigung ermöglicht hier neben ökonomischen Vorteilen die Ausbildung eines ressourceneffizienten Tragsystems. Im Vergleich zu Ortbetondecken und -wänden können mit dem EMC-System bis zu 50 % der Bewehrung eingespart werden. Weitere Ressourcen und Emissionen werden durch geringere Bauteilstärken und CO₂-optimierte Betonrezepturen eingespart. Durch Ergänzung des Bausystems mit vorgefertigten Ausbauelementen und Anwendung von vorprogrammierten Planungsalgorithmen wird ein Vorfertigungsgrad von Bauprojekten von bis zu 50 % angestrebt.

Stichworte Industrielle Vorfertigung; Betonfertigteile; CG Elementum AG; Nachhaltiges Bauen; Bezahlbarer Wohnraum

From design to production: prefabrication for housing construction

With an experience of more than 25 years, Gröner Group GmbH designs future-oriented real estate developments. The focus lays on the creation of affordable living spaces, which are realized by the subsidiary CG Elementum AG as the group's own service provider for sustainable and digital construction. Therefore, it primarily uses the EMC – precast system produced in a highly automated prefabrication plant. The EMC-system brings economical and ecological benefits. Compared to cast-in place concrete slabs and walls, the EMC system can save up to 50 % of reinforcement. Further savings of resources and emissions are realized with optimized geometry and concrete mixture. Additionally, CG Elementum plans to use prefabricated fitout members and preprogrammed design algorithm to increase the grade of prefabrication up to 50 %.

Keywords prefabrication; precast elements; sustainable residential buildings; CG Elementum AG

1 Status quo

Ob die Knappheit an bezahlbarem Wohnraum, der akute Fachkräftemangel vor allem im Handwerk, der Innovationsstau in Planung und Bau oder die Senkung von CO₂-Emissionen für den Klimaschutz – die Bauwirtschaft steht vor grundlegenden Herausforderungen. Noch immer ist die Errichtung von Gebäuden geprägt durch einen hohen Anteil an manuellen Tätigkeiten, die bei jeglichen Witterungsverhältnissen ausgeführt werden.



Bild 1 Fertigteilwerk südlich von Erfurt
Precast plant south of Erfurt

Nach dem Vorbild hochautomatisierter Industriebereiche hat es sich die CG Elementum zum Ziel gesetzt, Wohnungsbauten schneller, preiswerter und in höherer Qualität zu errichten. Ein wesentlicher Baustein hierfür ist ein Fertigteilbausystem, das vorrangig für den Geschosswohnungsbau entwickelt wurde und in eigens hierfür errichteten, hochmodernen Fertigteilwerken wie dem in der Nähe von Erfurt produziert werden kann (Bild 1). Der Fokus liegt auf einem größtmöglichen Automatisierungsgrad sowie dem Ansatz, hohe serielle Vorfertigung, ressourcenschonende Bauverfahren und architektonische Individualität in Einklang zu bringen.

2 Das Bausystem

Gerade der Geschosswohnungsbau stellt hohe funktionale Anforderungen an die Konstruktion von Gebäuden. Dies gilt insbesondere für die raumbildenden Bauteile, die neben den üblichen Funktionen aus thermo-hygrischen Eigenschaften in Verbindung mit der Tragfähigkeit, Gebrauchstauglichkeit zudem auch Schallschutz- und Brandschutzanforderungen erfüllen müssen.

Diese Anforderungen lassen sich gut mit massiven raumbildenden und mineralischen Bauteilen erfüllen. Aus diesem Grund erfolgt der Wohnungsbau häufig durch ge-

schossweise übereinanderstehende Mauerwerks- oder Stahlbetonwände in Kombination mit ein- und zweiachsig gespannten Stahlbetondecken. Je nach Ausführung werden die Geschossdecken als Ortbeton- oder Halbfertigteildecken mit Ortbetonerfüllung gefertigt.

Mit Blick auf einen maximalen Vorfertigungsgrad von Wand- und Deckenelementen und einen möglichst geringen Baustellenaufwand werden die EMC-Bauteile als Vollbetonquerschnitt gefertigt. Für die Festlegung der Wandstärken ist vorrangig der Schallschutz maßgeblich. So besteht das EMC-Bausystem aus mindestbewehrten 22 cm starken Wänden, die wohnungstrennend wirken, sowie 15 cm und 18 cm dicken Außen- bzw. Innenwänden ohne Schallschutzanforderung, bei denen konstruktive Maßgaben aus Verankerungslängen der Biegebewehrung oder Randbedingungen zur Feuerwiderstandsdauer maßgebend sind.

Die einachsig gespannten Decken sind abhängig von der Spannweite und ihrem statischen System in den Stärken 20 cm oder 22 cm wählbar und erhalten neben der Tragbewehrung ebenfalls eine Mindestbewehrung. Für größere Flexibilität bei der Grundrissgestaltung und zur Reduzierung von Verformungen lässt sich über eine oberseitige Aussparung und eine bauseitige Bewehrungsergänzung über Zwischenaufleger eine Durchlaufwirkung zielen. Auf gleiche Weise werden Fertigteilbalkone mit einbetoniertem Isokorb mit der oberen Bewehrungslage der Fertigteilplatten gestoßen. Des Weiteren werden die Deckenplatten ab Werk überhöht hergestellt.

Die hochautomatisierte Produktion ermöglicht ein flexibles Raster, sodass, innerhalb von gewissen Grenzen eine individuell planbare Architektur möglich ist. Jedes Bauteil im EMC-System kann unabhängig von anderen Bauteilen eigens geschalt und bewehrt werden und ermöglicht damit eine geometrische Vielfalt ohne Produktivitätsverlust.

Um ein aufwendiges bauseitiges Schlitzen, Verkabeln und Schließen für die Elektronikinstallation zu reduzieren, werden im Werk Leerdosen und Leerrohre in den Wänden verbaut. Die vorgefertigten Stahlbetonbauteile können im Werk um weitere Bauteile und Schichten ergänzt werden. Die Bilder 2 und 3 zeigen beispielhaft produzierte Wandelemente inklusive Fenster bzw. werkseitig aufgebrachtem Wärmedämmverbundsystem und Unterputz. Bauseits sind lediglich Vergussarbeiten für Übergreifungsstöße, Wandverbindungen und Ringankerausbildungen durchzuführen. Ein wesentlicher Vorteil von Vollfertigteilen liegt im Verzicht von bauzeitlichen Deckenunterstützungen, wie sie in der konventionellen Bauweise im Ortbeton als auch mit Elementdecken erforderlich sind. Hieraus resultiert eine erhebliche zeitliche Einsparung, da in jedem Geschoss mit Verlegen der Deckenplatten und dem anschließenden Fugenverguss Baufreiheit herrscht. Die Schrägstützen der Wände können bereits nach kurzer Zeit entfernt werden, sodass Folgegewerke frühzeitig mit der Arbeit beginnen können. Im Innenraum entfallen



Bild 2 EMC-Wandelement inkl. Fenster
EMC wall with window

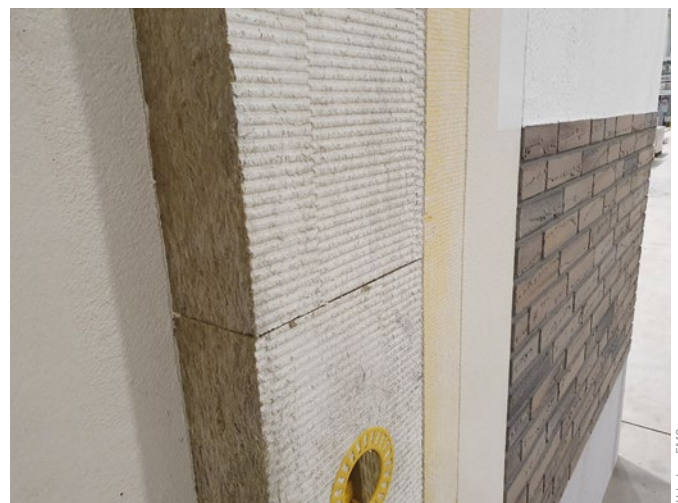


Bild 3 EMC-Wandelement inkl. WDVS
EMC wall with insulation system

großflächige Putzarbeiten, woraus ebenfalls Vorteile im Hinblick auf Bauzeit und Baufeuchte im Vergleich zur traditionellen Mauerwerksbauweise resultieren.

3 BIM als Schnittstelle zwischen Planung und Werk

Für das EMC-Bausystem und die Bearbeitung im Werk ist essenziell, dass ab dem Beginn der Konzeption neben den bautechnischen und fertigungstechnischen Aspekten ein Höchstmaß sämtlicher Prozesse digital erfolgt. Die Digitalisierung betrifft die Angebotslegung, Planung, Auftragsabwicklung und die Steuerung sämtlicher Produktionseinheiten der Logistikkette bis zum Lieferschein auf der Baustelle. Das komplette EMC-Bausystem basiert auf den Regeln des Eurocode 2, Zustimmungen sind im Einzelfall nicht erforderlich.

Die Planung, insbesondere die Genehmigungsstatik, wird von Beginn an auf das Fertigteilssystem aufgesetzt, sodass keine zusätzlichen Umbemessungen im Fertigteilwerk erforderlich werden. Werkseitig erfolgt die Elementierung

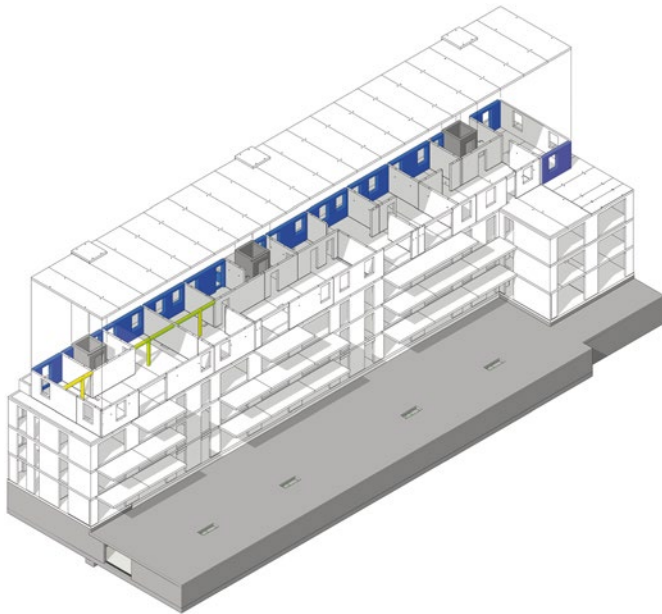


Bild 4 Isometrie eines elementierten Gebäudemodells
Isometric drawing of a segmented building model

unter Berücksichtigung der Randbedingungen des Bausystems und der Leistungsfähigkeit der Anlagentechnik (Bild 4).

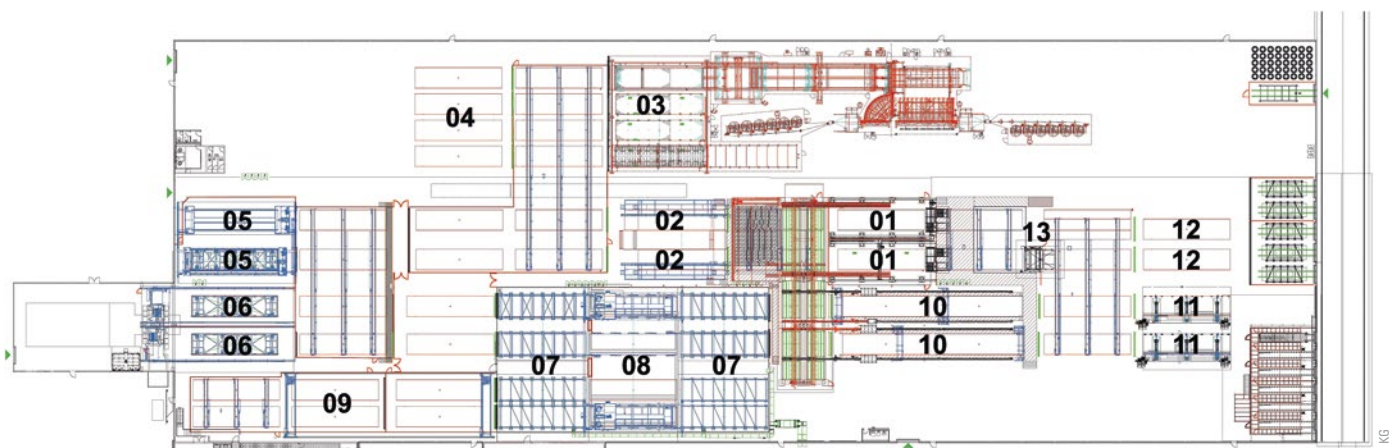
Grundlage für die Elementierung im Werk ist ein koordiniertes und attribuiertes Gebäudemodell inkl. sämtlicher Durchbrüche sowie der Verortung von Elektrodoesen. Ein elementarer Teil der Planung ist daher Building Information Modelling – kurz BIM –, was in der Zusammenarbeit zwischen Architektur und Fachplanern zwingend erforderlich ist. Ein großer Vorteil bei diesem Prozess liegt in

der integralen Planung, das heißt in der frühen Zusammenführung und Abstimmung der Planung mit der Bauausführung und der Bauherrschaft. Durch das frühe Festlegen zur Nutzung des EMC-Bausystems kann eine schnelle Abstimmung zu Ausführbarkeit, konstruktiven Details, Anwendungsgrenzen etc. des jeweiligen Projekts mit dem technischen Büro des Fertigteilwerks erfolgen.

4 Prozessoptimierung von der Fertigung bis zur Montage direkt ab Werk

4.1 Konzeption

Die Konzeption des ersten Fertigteilwerks mit EMC-Bausystem nahe Erfurt basiert auf einem Leistungsziel von 400 000 m² massiver Wand- und Deckenelemente im Jahr und Schicht. Um eine hohe Qualität zielsicher zu erreichen und die Lohnkosten auf einem Minimum zu halten, wurde die Anlage hochautomatisiert geplant und realisiert. Grundlegend dafür ist das Fließbandprinzip: Die Umlaufpaletten, auf denen die Betonteile produziert werden, werden von Arbeitsstation zu Arbeitsstation transportiert. An den jeweiligen Arbeitsstationen kommen Maschinen und Roboter zum Einsatz, von denen der überwiegende Teil der Arbeit ausgeführt wird. Durch den hohen Automatisierungsgrad reduziert sich der Anteil der Mitarbeiter auf 10 bis 15% des ansonsten üblichen Personaleinsatzes anderer Fertigteilwerke. Der Lagerplatz ist ein vollautomatisches Lager; sämtliche Maschinen werden von einem Leitreechner gesteuert. Für das Außenlager in Erfurt wurden beispielsweise eigens Maschinen entwickelt, wodurch ein weltweit führendes Logistiksystem für Betonfertigteile entstand.



- 01 Schalungsroboter
- 02 Nachschalen/Einbauteile
- 03 Bewehren (automatisch)
- 04 Puffer Bewehren
- 05 Palettenwendegerät
- 06 Betonieren & Verdichten
- 07 Härtekammern
- 08 Regalbediengerät
- 09 Flügelglätten (automatisch)
- 10 Schaler entnehmen
- 11 Wände entschalen
- 12 Decken entschalen
- 13 Palette reinigen/ölen

Bild 5 Layout der Produktionsanlage
Layout production plant

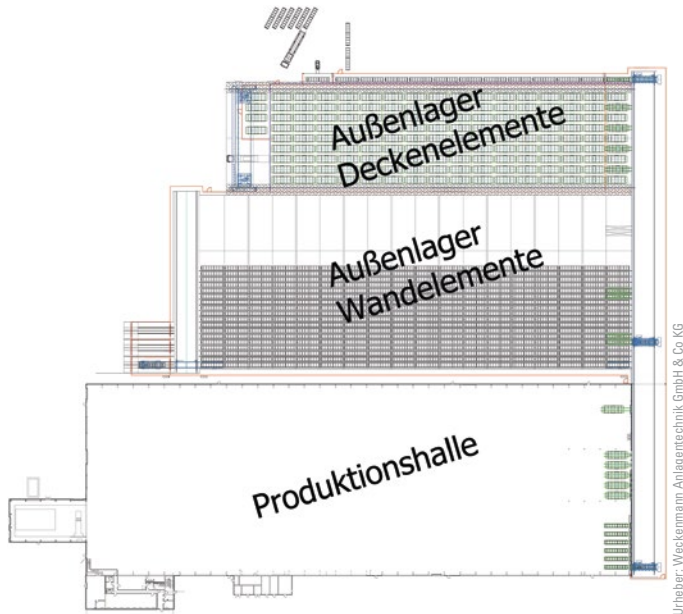


Bild 6 Layout automatisches Lager
Layout storage place

4.2 Layout, Ablauf

Die Bilder 5 und 6 zeigen das Layout des Fertigteilwerks. Die Paletten fahren in folgender Reihenfolge durch die Arbeitsbereiche:

- 01 Schalungsroboter + 02 manuelle Einlegearbeiten
- 03 Fertigung und Einlegen der Bewehrung (Matten-schweißanlage)
- 04 Manuelle Nachbearbeitung
- 05 + 06 Automatisches Betonieren
- 07 Härtekammer
- 08 Regalbediengerät
- 09 Automatisches Flügelglätten
- 10 Ausschalen
- 11 + 12 Abheben
- 13 Palettenreinigung

Arbeitsprozess am Lagerplatz:

- Transport und Lagerung im Automatlager
- Verladung Wände automatisch, Decken halbautomatisch

4.3 Umlaufpaletten, Palettentransport

Es befinden sich in der laufenden Produktion etwa 60 Umlaufpaletten mit einer Größe von 16,0 m × 3,80 m in der Anlage. Darauf werden bis zu 38 cm dicke Betonfertigteile produziert. Die Paletten, Bild 7, werden über Rollenböcke transportiert. Der Antrieb erfolgt über Reibräder. Der Quertransport geschieht mit Querhubwagen. Dabei werden die Paletten von den Rollenböcken abgehoben, quer verschoben und auf die Rollenböcke einer anderen Spur abgesetzt. Auf einer Palette liegen im Durchschnitt drei Wand- bzw. Deckenelemen-



Bild 7 Paletten in der Produktionsanlage, Rollenböcke, Reibräder und Querhubwagen
Pallets within production plant with conveyor system

te. Der Arbeitstakt beträgt zehn Minuten. Alle 3,33 Minuten wird in diesem Takt ein Wand- oder Deckenelement produziert.

4.4 Schalungssystem, Schalungsmagazin, Schalungsroboter

4.4.1 Schalungssystem

Als Schalungssystem kommen massive Schalungselemente in diversen Längen und Höhen zum Einsatz, die mit je zwei Haftmagneten ausgestattet sind und vollautomatisch gesetzt werden. Entgegen der üblichen Schalungsanordnung erfolgt das Verlegen der Schalungen vierseitig. Durch dieses Prinzip gibt es keine Schalungslücken, die manuell geschlossen werden müssen (Bild 8).

4.4.2 Schalungsmagazin, Schalungsroboter, Magnetgreifer

An zwei parallel angeordneten Schalungsrobotern erfolgt das Verlegen der Schalungen und Magnete für Einbauteil-

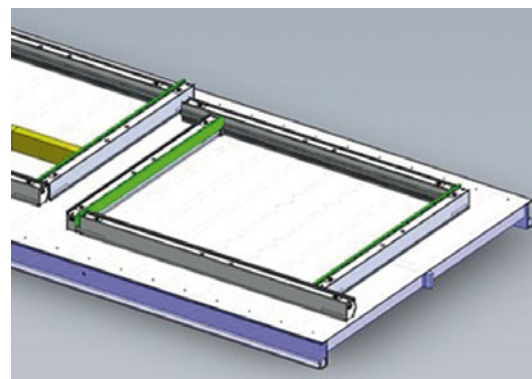


Bild 8 Schalungssystem, vierseitig verlegt
Framework system



Bild 11 Betonverteiler bringt den Beton vollautomatisch in die Schalung ein
Automatic concrete distributor

Rüttlern, die eine Schallemission von ca. 120 dB erzeugen. Ein weiterer Vorteil des Schüttelns ist der reduzierte Verschleiß der Anlagenteile.

4.7 Härtekammer

In der Härtekammer werden die Paletten mit einem Regalbediengerät zum Aushärten zwischengelagert, bis der Beton nach ca. 16 Stunden eine Ausschalfestigkeit von ca. 20 N/mm^2 erreicht hat. Die Härtekammer ist mit 10 cm starken Sandwichpaneelen gedämmt. Die Temperatur von ca. 40°C in der Härtekammer entsteht ausschließlich durch die frei werdende Hydratationswärmeenergie, die beim Abbindeprozess entsteht. Die Luftfeuchtigkeit in der Kammer wird mit einer Lüftungsanlage geregelt. Um die Energieverluste zu minimieren, kommt ein Kreuzstromwärmetauscher zum Einsatz.

4.8 Abheben und Stapeln der Wand- und Deckenelemente

Nach dem Aushärten werden die Betonteile ausgeschalt, mit dem Hallenkran von den Paletten abgehoben und in der Montagereihenfolge auf den Stapelgestellen abgelegt. Die Wandelemente werden unter Berücksichtigung der späteren Montagereihenfolge in Innenladerpaletten und die Deckenelemente in spezielle Stapelgestelle einsortiert. Diese werden dann von sogenannten Ausfahrwagen automatisch abgeholt und dem Lager übergeben.

4.9 Automatisches Lager

Das Ein- und Auslagern der fertigen Produkte am Lagerplatz erfolgt vollautomatisch. Drei Mitarbeiter sind für die Überwachung, Steuerung und Bedienung zuständig. Es werden täglich, innerhalb von acht Stunden etwa 35 Transportfahrzeuge beladen. Die Innenladerpaletten mit den Wandelementen werden durch zwei Shuttles (Bild 12) ein- und ausgelagert und verlassen mit den Wänden das Werk. Nach der Rücklieferung von der Baustelle



Bild 12 Lagershuttle für Innenladerpalette mit Wänden am Lagerplatz
Wall storage system



Bild 13 Unbeladene Deckenstapelgestelle
Slab storage system

werden die Paletten über eine Rückgabespur dem Automatikprozess wieder zugeführt.

Die Stapel mit Deckenelementen (Bild 13) werden vom automatischen Lagerkran ein- und ausgelagert. Dabei werden bis zu vier Stapelgestelle mit je 28 t Nutzlast übereinandergestellt. Eine eventuell notwendige Umlagerung erfolgt nachts. Die Deckenelemente werden mit einer Spezialtraverse aus dem Stapelgestell genommen und auf die Transportfahrzeuge verladen.

5 Ressourceneffizienz

5.1 Nachhaltigkeit

Die Vorfertigung von massiven Stahlbetonscheiben und -platten im EMC-Bausystem trägt unter vielen Aspekten zur Nachhaltigkeit bei. Beton ist als mineralischer Baustoff im Wesentlichen natürlichen Ursprungs aus Sand, Kies, Wasser und dem hydraulischen Bindemittel Zement aus gebranntem Kalkstein (Portlandzement CEM I). Das natursteinähnliche Gefüge von Beton weist geringe Schadstoffemissionen [1] auf und bietet aus diesen Gründen einige ökologische Vorteile. Gerade in der Kombination mit einer prozessoptimierten Vorfertigung im EMC-Bausystem kann der Baustoff ökonomisch eingesetzt werden und damit einen sozialen Beitrag zur Schaffung von bezahlbarem Wohnraum leisten.

1 m² Stahlbeton der Druckfestigkeitsklasse C30/37 mit 24 cm Bauteilstärke und 30 kg Bewehrungsstahl enthält in der Herstellung 73 kg CO₂-Äquivalente [2]. Dabei entfallen 72 % auf den Beton, dessen CO₂-Emissionen maßgeblich durch die Herstellung von Zementklinker aus Kalkstein verursacht werden [3]. Die restlichen 28 % der CO₂-Emissionen entfallen auf die Produktion des Bewehrungsstahls. Ein wesentlicher Teil des EMC-Konzepts ist es, Stahlbeton durch die homogenen Prozessbedingungen einer weitgehend automatisierten Vorfertigung zu optimieren und so klimafreundlicher zu produzieren.

5.2 Konstruktive Ressourceneffizienz

Die Bauteilbemessung erfolgt mit gelenkigen, zumeist statisch bestimmten Tragsystemen, die bei der Planung mit dem EMC-System zu einem geringeren Materialeinsatz und Ressourceninanspruchnahme führen. In Kombination mit der Kleinteiligkeit der Fertigteile, die bei der Hydratation auf glatten Schaltischen im Werk zu geringen Zwangspunkten führen, kann der Bewehrungsgrad durch das EMC-System deutlich reduziert und Stahl eingespart werden. Dies gilt insbesondere im Vergleich zu mehrfach statisch unbestimmten Ortbetondecken, bei denen eine rissbreitenbegrenzende Bewehrung oft hohe Bewehrungsgehalte ergibt.

5.3 Fertigungsbezogene Ressourceneffizienz

Der Einbau der Bewehrung erfolgt in einer vollautomatischen Mattenschweißanlage, mit der die Bewehrungswahl für den Einzelfall optimiert werden kann. Eine Überbemessung, wie sie bei standardisierten Bewehrungsmatten und einer pauschalen baupraktischen Bewehrungswahl vorkommt, wird vermieden.

Ein weiterer Vorteil der Vorfertigung im Fertigteilwerk resultiert aus der liegenden Fertigung und Verdichtung auf Schaltischen. Dies ermöglicht vor allem bei Wand-

scheiben sehr schlanke und ressourceneffiziente Konstruktionen, die in einer Baustellenfertigung baupraktisch nicht hergestellt werden können.

5.4 Materialbezogene Ressourceneffizienz

Neben der Reduktion der Baumasse wirkt sich auch die Ressourcenoptimierung der Materialkomponenten positiv aus. Ein Großteil der CO₂-Emissionen, die durch die Fertigung von Stahlbetonbauteilen entstehen, ist mit dem Einsatz von Zement verbunden. Durch homogene Fertigungsbedingungen kann jedoch die Betonrezeptur insbesondere durch den Einsatz abgestimmter Betonzusatzmittel, wie z. B. Fließmittel, fortlaufend für den Einsatzzweck optimiert werden. Die Senkung des Zementgehalts und die Verbesserung der Ökobilanz des Betons ist wesentlicher Bestandteil des EMC-Fertigungskonzepts. Mit begleitenden wissenschaftlichen Untersuchungen zu verschiedenen Rezepturen und den daraus resultierenden Güteeigenschaften und Umweltwirkungen wird sich die Ökobilanz des Baustoffs mit und durch das EMC-System schrittweise verbessern.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit dem EMC-Konzept und dem Layout der Fertigung gelingt es, Wandscheiben und Deckenplatten für den individuellen Geschosswohnungsbau weitgehend automatisiert zu fertigen. Voraussetzung hierfür sind digitale Gebäudemodelle und BIM, die disziplinübergreifend eine frühzeitige Übertragung des Gebäudeentwurfs in ein funktionierendes Bausystem für die Vorfertigung ermöglichen. Im Ergebnis können massive Wände und Decken aus Stahlbeton effizient und mit geringem Personaleinsatz, hoher Passgenauigkeit und malerfertiger Oberflächengüte im Werk vorproduziert werden. Mit optimierten Bauteilstärken und einem reduzierten Bewehrungsanteil werden Ressourcen geschont und CO₂-Emissionen eingespart.

Aufbauend auf dem EMC-Bausystem bringt die CG Elementum weitere Einsatzgebiete der industriellen Vorfertigung in die Produktion von Wohnungen ein. Mit einem hochflexiblen, multifunktionalen Produktions-Hub zur Herstellung von montagefertigen Bauelementen hat es sich das Unternehmen zum Ziel gesetzt, den im Erfurter Werk realisierten durchgängigen Design-to-Construction-Prozess auf eine neue Ebene zu bringen: An dem rheinland-pfälzischen Standort Mülheim-Kärlich plant die CG Elementum den erreichten Vorfertigungsanteil von rund 21 % (Decken und Wände) auf mehr als 50 % zu steigern, indem das Produktangebot sowohl materialseitig als auch funktional deutlich erweitert wird.

Der Fokus liegt dabei auf effizienten und nachhaltigen Systembauweisen. Geplant ist der Einsatz intelligenter, adaptiver Haustechniksysteme, vorkonfektionierte Baugruppen und vorgefertigter Trockenbausysteme. Zur weiteren Schonung von Ressourcen werden von Partnern

aus Wirtschaft und Forschung neuartige Betonrecyclingverfahren untersucht.

Neben der Optimierung der Betonrezeptur auf Basis von Untersuchungen wird eine zusätzliche Reduktion des Zementgehalts und somit des CO₂-Fußabdrucks durch die Zugabe von kleinen Mengen CO₂ bei der Betonmischung zur Bildung von Calciumcarbonat geprüft.

Die hochautomatisierte Fertigung bedarf einer vorgelagerten wertschöpfenden Planung und Entwicklung von Grundstücken, die analog zur Vorfertigung mit digitalen Werkzeugen und Algorithmen optimiert werden kann. Die CG Elementum setzt an dieser Stelle mit dem intern entwickelte Programm SOCRATES zur digital optimier-

ten Planung an. Die innovative Bau- und Planungsapplikation ermöglicht eine effiziente und anschauliche Erstellung von Machbarkeitsstudien für Projektflächen und bietet durch einen hohen Flexibilitätsgrad die Möglichkeit, auf die Ansprüche von Projektentwicklern und in der Folge auch Trägern öffentlicher Belange zu reagieren.

Die Machbarkeitsstudien der Software werden durch die Auswahl eines Grundstücks auf einer digitalen Karte mit Flurstücken und der Eingabe von bekannten Parametern ermittelt. Das Ergebnis ist eine Sammlung an verschiedenen Gebäudekubaturen, die auf dem ausgewählten Grundstück gemäß lokaler Bauordnung, Umgebung und unter Berücksichtigung der Parameter des EMC-Bausystems erstellt werden können.

Literatur

- [1] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat [Hrsg.] (2021) *Bauproduktgruppen* [online]. Berlin: Wecobis. <https://www.wecobis.de/bauproduktgruppen/massivbaustoffe/beton/fertigteilbeton.html> [Zugriff: März 2021]
- [2] Bundesministerium des Innern, für Bau und Heimat [Hrsg.] (2021) *Ökobaudat* [online]. Berlin: ÖKOBAUDAT. <https://www.oekobaudat.de/> [Zugriff: März 2021]
- [3] Verein Deutscher Zementwerke, VDZ [Hrsg.] (2020) *De-karbonisierung von Zement und Beton – Minderungspfade und Handlungsstrategien*. Düsseldorf. Seite 13.

Autorin und Autoren



Dipl.-Ing. Stephan Kroll (Korrespondenzautor)
stephan.kroll@cg-elementum.de
CG Plan GmbH
Ein Unternehmen der CG Elementum AG
Haferkornstraße 7
04129 Leipzig



Ing. Bmst. Martin Dobler
m.dobler@martindobler.com
Martin Dobler Projektmanagement GmbH
Wingertstraße 6
6824 Schlins, Österreich



Dr.-Ing. Rainer Fauth
rainer.fauth@cg-elementum.de
CG Plan GmbH
Ein Unternehmen der CG Elementum AG
Haferkornstraße 7
04129 Leipzig



MA. Caroline Sturm
caroline.sturm@cg-elementum.de
CG Plan GmbH
Ein Unternehmen der CG Elementum AG
Deutz-Mülheimer Straße 119
51063 Köln

Zitieren Sie diesen Beitrag

Kroll, S.; Dobler, M.; Fauth, R.; Sturm, C. (2021) *Von der Planung in die Produktion: Vorfertigung für den individualisierten Wohnungsbau*. Beton- und Stahlbetonbau 116, Sonderheft Schneller bauen S2, September 2021, S. 87–94. <https://doi.org/10.1002/best.202100047>



CG Elementum

*„Dank mir
sind wir alle
ein Stück
weiter!“*

Fertigteile machen Gebäude Stück um Stück nachhaltig: Schon 1m² Wandscheibe enthält 50 Prozent weniger Bewehrungsstahl als übliche Bauten und spart so 35 Prozent CO₂. Auf diese Weise schafft CG Elementum in seinen Quartieren bundesweit ressourcenschonende Immobilien, die das Klima schützen.

www.cg-elementum.de