

# Neue Perspektiven für die Fertigteilproduktion

SVB entwickelt sich derzeit aus seinem Schattendasein zu einem höchst populären Konstruktionswerkstoff. Sein Einsatz beschränkte sich bisher auf Sonderaufgaben, die man mit herkömmlichen Betonen nicht verwirklichen konnte. In den Beneluxländern hat man dagegen schon frühzeitig auch den finanziellen Nutzen des SVB für Standardprodukte erkannt und in Fertigteilwerken umgesetzt. Nun erfreut sich SVB somit in immer mehr Werken einer wachsenden Beliebtheit. Allerdings nutzt man die Möglichkeiten des neuen Materials noch nicht ausreichend, auch wenn die offensichtlichen Argumente für den Einsatz des SVB in Betonfertigteilwerken schon überzeugend den Einsatz rechtfertigen. Da wäre die geräusch-

arme Verarbeitung aufgrund nicht mehr benötigter Rüttleinrichtungen, die exzellente Oberflächenqualität der entstehenden Produkte als auch die „scharfen Kanten“ der Betonwaren und der schonende Umgang mit der teuren Schalung. Neue Materialien sind aber in den meisten Fällen mit weitaus mehr positiven Fähigkeiten ausgestattet. Diese im Fall des SVBs zu finden und in praxistaugliche Verfahren umzusetzen, hat sich Reymann Technik zur Aufgabe gemacht. Als Ergebnis steht eine Betonieretechnik, die herkömmliche Verfahren bezüglich der Formgebung im Betonbau, der Oberflächenqualität und der Effizienz im Betonfertigteilwerk in den Schatten stellt.

Markus Brück,  
Reymann Technik GmbH, Deutschland

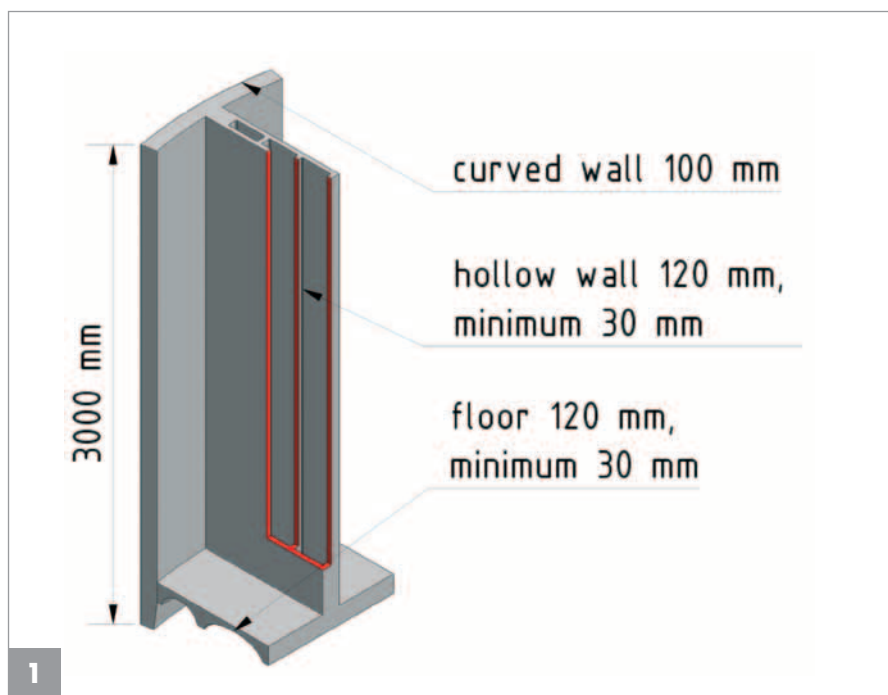
Im Frühjahr 2005 wurde die Reymann Technik GmbH mit der Aufgabe konfrontiert, ein Wohnungsbauprojekt sehr großen Umfangs zu entwickeln. Komplexe Raummodulgeometrien stellen dabei die Basis der Wohnungen dar. Das Ziel des gesamten Projekts ist es, mit einer neuen Bauweise dem enormen Wohnungsbedarf in Schweden zu begegnen. Die Häuser sollen ihren späteren Bewohnern eine humane Unterkunft bieten, mit allem notwendigen Ausstattungen und Komfort, um ein würdiges Leben führen zu können. So werden alle Häuser mit einer elektrischen Versorgung und Telefon ausgestattet, mit Kalt- und Heißwasser sowie der Anbindung an Klärwerke. Eine komplette Infrastruktur wird für minimales Geld geschaffen. Da es sich aber um eine Massenproduktion handelt und die Häuser hinsichtlich ihrer technischen Ausstattung keine Sonderwünsche anbieten, werden alle Installationen in den Betonkörper eingegossen.

Als weiteres Highlight ist anzumerken, dass alle Wände keine zusätzlichen Putz erhalten und sogar der Fußboden bis auf einen Anstrich keinen weiteren Ausbau erfährt. Somit muss ein monolithischer Körper allseitig in Sichtbetonqualität mit

äußerst geringen Wandquerschnitten hergestellt werden, der auch noch alle technischen Installationen mitbringt.

Selbst notwendige Möbelstücke wie Schrankwände und Sanitärmöbel werden in Sichtbeton hergestellt, wobei auch hier das neue Verfahren Anwendung findet und die Werksteinproduktion auf effizienteste Weise sicherstellt.

Während der Entwicklungszeit produzieren wir ein komplett ausgestattetes Prototypenhaus. Die Montagezeit auf der Baustelle für ein kleines Zweifamilienhaus, welches die kleinstmögliche Bauform darstellt, beträgt gerade mal zwei Stunden. Nach diesen zwei Stunden ist das Haus bezugsfertig und der neue Besitzer kann sofort einziehen und alle Funktionen des Hauses nutzen.



Geometrie der Testschalung

Um die enormen Kapazitäten zu bewältigen, kommt man recht schnell zu der Einsicht, dass eine herkömmliche Produktion in Standardbauweisen nicht effizient genug arbeitet. Am Ende der Planungen haben wir uns für die Herstellung monolithischer Raummodule entschieden, die alle Ausstattungen wie Anstriche, Elektroinstallationen und sogar die wesentlichsten Möbel die Fabrik auf dem Trailer verlassen.

Um Beton, Stahl und damit Kosten einzusparen, werden die Raummodule in Einbaulage hergestellt wobei die Module nach oben offen sind. Ein Drehen der Module ist nicht notwendig.

Ersparnisse aufgrund der Produktion in Einbaulage:

- Keine Wendekräfte
- Einsparung von Produktionszeit
- Einsparung von Produktionsfläche

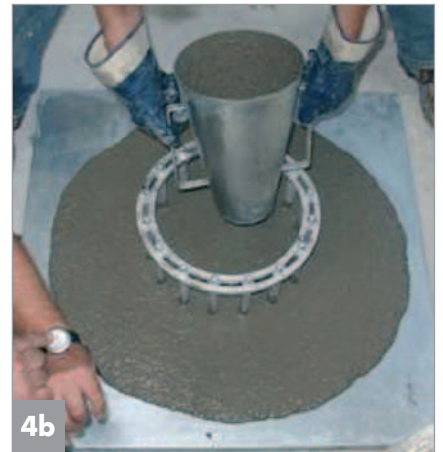
Diese uns selbst auferlegten Anforderungen an die Bauteilproduktion lieferte den Ansporn für die folgende Ucrete-Entwicklung, die neueste wissenschaftliche Erkenntnisse im Umgang und der Herstellung selbstverdichtender Betone kom-



3 Gekippte Schalung, füllen von oben



4a



4b

Sedimentations- und Setzfließmaßtest

biniert mit der praktischen Umsetzung in der Verfahrenstechnik.

### Die praxisorientierte Entwicklung

Um unsere möglichen theoretischen Lösungsansätze und Ideen zu testen, wurde von der Ratec GmbH eine Testschalung hergestellt. Diese Schalung repräsentiert einen 1:1-Ausschnitt einer Großschalung. Die Form wurde mit einer leicht größeren Höhe von 3,00 Metern hergestellt, um sichere Erkenntnisse über mögliche Korn-Leim-Segregationen infolge des Füllprozesses zu erhalten. Die Schalung verfügte zudem über alle möglichen Wandquerschnitte. Wand- und Deckenstärken zwischen 30 und 120 mm mussten vollständig gefüllt werden. Ebenso sollten mittels dem 1:1-Modell Erkenntnisse über die Füllzeiten und praxisgerechten Verfahrensweisen im Umgang mit SVB gesammelt werden.

#### Erster Schritt: „Nutze den Stand der Technik“

Zu Beginn wurde ein hochviskoser SVB eingesetzt. Die Schalung wurde herkömmlich in aufrechter Position von oben gefüllt.

Es war nicht möglich, die dünnen bewehrten 30 mm Wandabschnitte über die Fließeigenschaften des Betons zu füllen. Noch während des Füllvorgangs mussten wir deswegen auf Schalungsrüttler zurückgreifen, die uns als Verteilhilfe dienen. Die Füllzeit betrug ca. 45 Minuten. Die Oberflächenbeschaffenheit ließ an den vertikalen Wänden keine Wünsche offen. Die Sichtbetonoberflächen werden allerhöchsten Ansprüchen gerecht. Allerdings stellt man erwartungsgemäß an den nach oben gedeckelten Oberflächen (Fußboden) große Luftansammlungen fest. Diese stammen von der Entlüftung des



2

Erstes Testobjekt



Markus Brück studierte Bauingenieurwesen an der TU Darmstadt. Vor seinem Studium absolvierte er eine Lehre zum Beton- und Stahlbetonbauer. Seit 2005 ist er als Projektleiter bei der Fa. Reymann Technik mit der

Entwicklung eines innovativen Modulhaussystems befasst.

mbrueck@reymann-technik.de



## Erfahrung...

Als Pionier in der Konzeption und Realisation richtungsweisender Beton-Fertigteilwerke bietet REYMANN-Technik umfassendes Know-How als Planungsspezialist oder als Partner für schlüsselfertige Produktionsanlagen. Mit der Erfahrung von mehr als 30 Jahren.

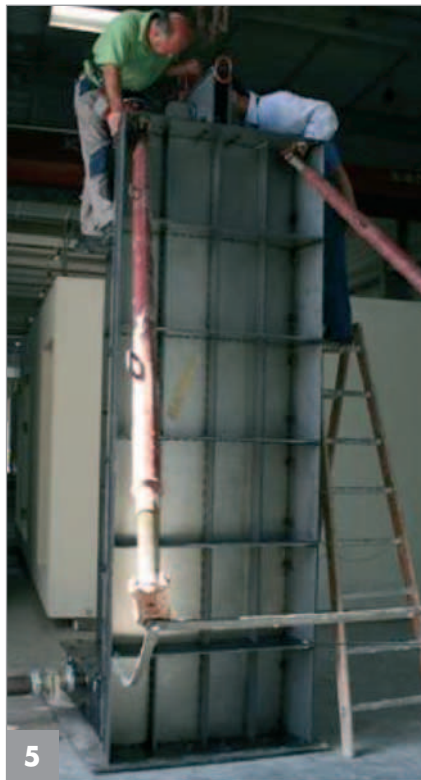


**REYMANN  
TECHNIK**

We create success!

Reymann-Technik GmbH

Karlsruher Str. 32, 68766 Hockenheim/Germany  
Phone. +49 6205-9407-0, www.reymann-technik.de



5  
Füllung der Schalung von unten

SVBs und einem nicht möglichen Entweichen der Luftblasen aufgrund der deckelnden Schalung.

### Zweiter Schritt: „Nutze die Erfahrungen“

Drei wesentliche Punkte mussten nach dem ersten Versuch verbessert, bzw. angepasst werden. Zum ersten: Die Fließcharakteristik des Beton musste verbessert werden, um vertretbare Betonierzeiten zu erreichen. Zudem muss der Beton selbstständig ohne Energiezufuhr die Schalung vollständig ausfüllen. Ein den Bedürfnissen angepasstes SVB-Rezept musste entwickelt werden. Es wurde ein niedrigviskoser SVB entwickelt, der sich gerade an den Grenzen zur Sedimentation bewegt. Um dem Beton ein Entlüften zu ermöglichen und keine „nach oben gedeckelte“ Oberflächen füllen zu müssen, wurde die Schalung während des Betoniervorgangs gekippt. Auf diese Weise steigt der Beton während des Füllvorgangs entlang einer schiefen Ebene innerhalb des Fußbodens nach oben und kann, soweit die Theorie, an der freien Oberfläche entlüften. Nachdem der Fußboden vollständig gefüllt ist, wurde die Schalung wieder in Einbaulage zurückgekippt und bis oben gefüllt.

Die Füllzeit konnte auf ein vertretbares Maß gekürzt werden. Die horizontal gedeckelten Flächen konnten aufgrund des Kippens in einer vertretbaren Qualität hergestellt werden. Sie genügen zwar keinen Sichtbetonanforderungen, aber ein einfacher Bodenanstrich reicht aus, um die kleinen Luftporen zu schließen. Es traten fast keine Sammelporen auf, die ein Spachteln des Bodens erfordern. Ein weiterer Vorteil des Kippens der Schalung ist, dass der Beton entlang der Wandung in die Schalung rutscht. Die Schalung dient somit als eine Art Rutsche und der Beton reichert sich auf seinem Weg nach unten nicht so sehr mit Luft an.

Trotz aller positiven Faktoren ist auch mit dieser Methode unser Ziel nicht zu erfüllen, denn großvolumige Luftporen, nicht nur an den Oberflächen, sondern auch innerhalb der vertikalen Wänden sind in dieser Form nicht akzeptabel.

### Dritter Schritt: „Geh deinen eigenen Weg“

Die Ergebnisse aus dem zweiten Versuch ließen nur einen Rückschluss zu. Der Beton muss nahezu luftfrei eingefüllt werden. Das kann mit speziellen Betonierlanzen durchgeführt werden, die in die Schalung eingeführt werden und mit fortschreitender Betonierhöhe langsam nach oben gezogen werden, sodass die Lanzen Spitze immer wenige Zentimeter in den eingefüllten Beton eintaucht. So kann man SVB luftarm einfüllen. Diese Methode schied allerdings aus mehreren Gründen sofort aus. Zum einen ist diese Methode sehr teuer, zum anderen erreicht man bei sehr komplexen Geometrien nur eine recht geringe Betonierleistung und bei engen Schalungen müssen definierte Betoniergassen geschaffen werden, wo die Lanze eingeführt werden kann. Diese stören das architektonische Bild und erschweren in unserem Fall die Bewehrungsführung erheblich.

Unsere Überlegungen gingen aus diesen Gründen zu einem Druckbetonieren von unten nach oben. Das erschien uns die beste und effizienteste Lösung. Hierzu wurde das Betonrezept aus dem zweiten Versuch noch einmal angepasst. Zusätzlich wurden alle Anstrengungen unternommen, dass der hergestellte Beton auf seinem Weg in die Pumpe entlüftet und da-



Besuchen Sie uns

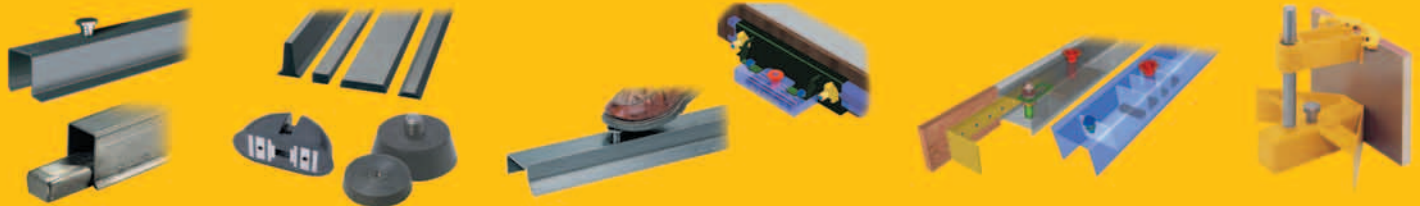
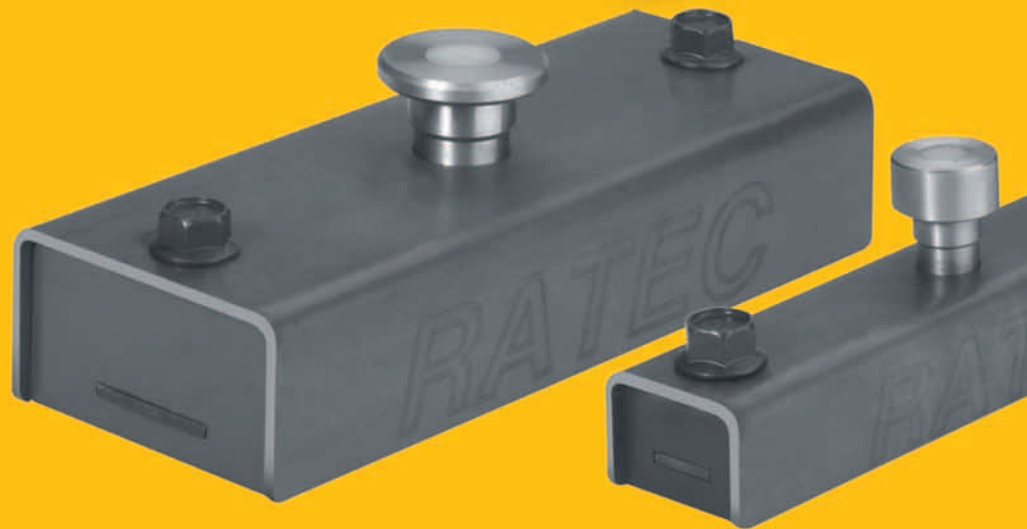


Halle B1, Stand 414

# ...macht die besseren Produkte.

RATEC ist die Nummer 1 in der Entwicklung magnet-basierender Schalungselemente. Unsere Produkte sind in aller Welt so erfolgreich, weil sie Schalungskosten senken und die Fertigungsqualität steigern.

Mehr Information:  
 +49 6205-9407-29 Europa  
 +1 727-363-7732 Nordamerika



# RATEC

*Meet the better ideas!*

RATEC GmbH, Karlsruher Str. 32, 68766 Hockenheim/Germany, Phone. +49 6205-9407-29, info@ratec.org  
 RATEC LLC, 250 Julia Circle N., St. Petersburg, FL 33706, Toll-Free: (877) 33-RATEC, infous@ratec.org  
 www.ratec.org

keine Luft mehr aufnehmen kann. Grund für diesen vorentlüfteten Beton ist, dass die Luftporen innerhalb der Schalung aufgrund des Betonierens von unten nach oben keine Möglichkeit haben, die freie Oberfläche zu erreichen. Zudem versprechen wir uns für die gedeckelten Oberflächen exzellente Qualitäten.

Die Ergebnisse:

- Aller kürzeste Füllzeiten
- Druckbefüllung von unten nach oben
- Günstiger Beton
- Kein Einsatz von Rüttlern
- Hohe Sichtbetonqualitäten
- Kein Entmischen
- Hohlraumfreies Ausfüllen auch engster Schalungsgeometrien
- Einfaches Handling

Nach der Durchführung dieses Versuchs

wussten wir dass wir, die richtige Methode entwickelt haben, um unserem Kunden die gewünschten Kapazitäten seiner geplanten Produktion zu erfüllen (Fig. 5).

## Betontechnologie

Die Entwicklung des geeigneten Betons erfolgte in enger Zusammenarbeit mit dem Betotech Labor in Eppelheim. Höchsten Anforderungen des Betons sind sein erforderliches gutes Pumpverhalten, eine gute Vorentlüftbarkeit und seine niedrige Viskosität bei gleichzeitiger hoher Stabilität. Viele Versuche im Labor waren notwendig, um die richtige Zusammensetzung und die richtigen Zusatzmittel- und Stoffe zu finden. Eingesetzt wurde eine Betonzusammensetzung mit 8 mm Größtkorn (Basalt), Fluss- und Grubensanden, sowie Flugasche. Zuletzt wurde die Flugasche gegen Zement ersetzt, da bei der späte-

ren Produktion nur schwer eine konstante Flugaschenqualität zu beziehen ist. Als Zusatzmittel werden PCE Fließmittel und Stabilisierer eingesetzt.

Zusätzlich mussten wir unseren Beton über eine Wegstrecke von 15 km transportieren, da wir keine Mischanlage vor Ort hatten. Dies erschwerte die Aufgabe, da wir im Sommer mit hohen Temperaturen zu kämpfen hatten und wir den Beton zusätzlich mit einem Abbindeverzögerer einstellen mussten, der sich wiederum nicht negativ auf die restlichen rheologischen Eigenschaften des Frischbetons auswirken durfte.

Unmittelbar vor dem Einbauen des Betons war es aufgrund des Zeitdruckes nicht möglich, umfassende Frischbetontests durchzuführen. Aus diesem Grund reduzierten wir unsere Untersuchungen auf eine in Augenscheinnahme, die Messung



6a

*Gut – aber teuer und ineffizient*



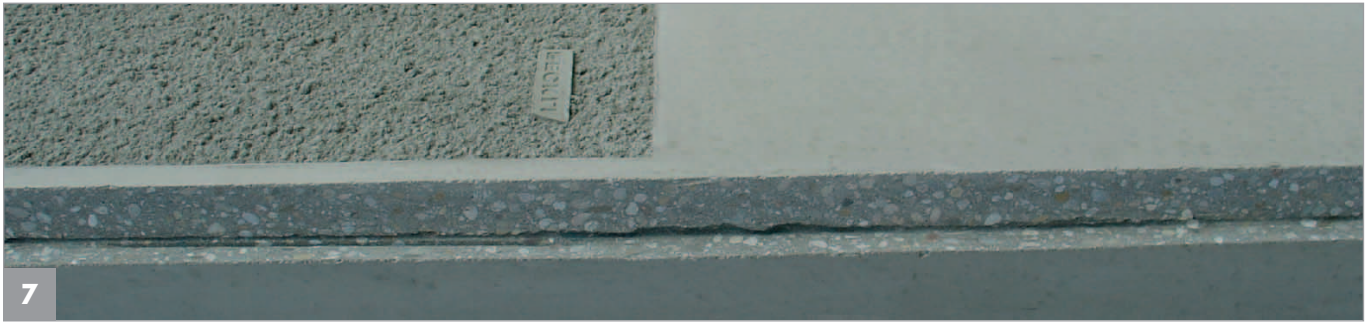
6a

*Schlecht – aber günstig*



6a

*Günstig, effizient und höchste Qualität*



Schnittprofil mit bester Matrix

der Trichterauslaufzeit und die Ermittlung des Setzfließmaßes. Diese drei Tests reichten bei der Beurteilung des Betons vor Ort aber auch völlig aus.

### Zusammenfassung / Ausblick

1. Luffreies Füllen im steigenden Strom von unten nach oben extrem schwieriger Geometrien
2. Ein Kippen der Schalung ist nicht notwendig
3. Produktion schwieriger Geometrien in Einbaulage ist möglich
4. Extrem schneller Füllvorgang bedingt keine Luftporen
5. Höchste Sichtbetonqualitäten
6. Hohe Anforderungen an die Frischbetoneigenschaften
7. Monolithische Strukturen können nun effizient produziert werden

### Zusammenfassung der Entwicklungsphase

Mit den Ergebnissen dieser Testphase fiel der Startschuss für die Produktion mehrerer Großraumschalungen für ein neues Haus-system. Ein spezieller höchsteffizienter Schrumpfkern musste ebenso entwickelt werden wie ein Betonfluss- und Verteil-System und viele Kleinteile. Ein Kernelement ist ein intelligenter Füllanschluss, der es ermöglicht, schalungsglatt abzuschließen, den Betonfluss zu regulieren und extrem wartungsarm konstruiert ist. Auch die Maschinenbautechnik musste an die neuen Betoniermethoden angepasst werden. In einer freundschaftlichen Partnerschaft mit Putzmeister wurde eine speziell angepasste Pump-technik entwickelt, die zu Einsatz kommt.

Nach dieser straffen, schwierigen Zeit der Entwicklung freuen wir uns, das erste SVB-Betoniersystem auf dem Markt anbieten zu können, welches umfassendes, wissenschaftliches SVB-Wissen auf höchst praktikable Weise umsetzt und dem Fertigteilmarkt die ungeahnten Möglichkeiten des neuen Werkstoffs in einer neuen Weise erschließt.

### Weitere Informationen:



Reymann Technik GmbH  
 Karlsruher Straße 32  
 68766 Hockenheim, DEUTSCHLAND  
 T +49 6205 94070 · F +49 6205 940720  
[info@reymann-technik.de](mailto:info@reymann-technik.de)  
[www.reymann-technik.de](http://www.reymann-technik.de)  
[www.upcrete.com](http://www.upcrete.com)