INSTITUT FÜR BAUFORSCHUNG
Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen
Leitung: Univ.-Prof. Dr.-Ing. W. Brameshuber
Univ.-Prof. Dr.-Ing. M. Raupach

Postfach, D-52056 Aachen
Schinkelstraße 3, D-52062 Aachen

Telefon:
Vermittlung (02 41) 80-9 51 00
Durchwahl (02 41) 80-9 51 01
Telefax (02 41) 80-9 21 39

eMail:
uebachs@ibac.rwth-aachen.de

www.ibac.rwth-aachen.de

Datum 13.05.2004
Ue/Di-F 807
(f-807-kb-ue.doc)

KURZBERICHT

F 807

Rationalisierungspotential bei dem Einsatz eines Selbstverdichtenden Betons im Fertigteilwerk
Z6-5.4-01.16/II 13-800101-16

1 ZIEL DER FORSCHUNGSAUFGABE

Der Einsatz eines Selbstverdichtenden Betons (SVB) im Fertigteilwerk kann fertigungstechnische Vorteile bringen. Bauteile mit komplexer geometrischer Formgebung können in einem Arbeitsgang hergestellt werden und die Betonqualität der Bauteile ist nicht mehr von der Qualität der Verdichtungsarbeit abhängig. Die Oberfläche des Betons (Sichtbeton) und die Qualität der Betondeckungsschicht (Dichtheit) werden i. A. durch den Einsatz eines Selbstverdichtenden Betons verbessert. Der Produktionsprozess wird durch den nicht mehr notwendigen Arbeitsschritt des Verdichtens rationalisiert. Außerdem werden der Geräuschpegel bei der Produktion durch den Einsatz eines SVB entscheidend verringert und die Arbeitsbedingungen des Personals verbessert. Der Einsatz eines SVB ermöglicht somit die rationelle Herstellung von Fertigteilen mit einer hohen Qualität. Offen ist jedoch noch die Frage, in welchem Maße die Produktion von Betonfertigteilen durch den Einsatz eines SVB rationalisiert werden kann und die Wirtschaftlichkeit des Einsatzes gegeben ist. Kürzere Herstellzeit, geringere Schal-, Lohn-, Energie- und Maschinenkosten beim Einsatz eines SVB stehen den i. d. R. höheren Stoffkosten solcher Betone gegenüber. Im Rahmen des Forschungsvorhabens sollte deshalb das Rationalisierungspotential, das sich aus der Verwendung von SVB bei der Herstellung vorgefertigter Stahlbetonbauteile ergibt, aufgezeigt werden.

2 DURCHFÜHRUNG DER FORSCHUNGSAUFGABE

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sollte eine ganzheitliche Betrachtung des Rationalisierungspotentials beim Einsatz von Selbstverdichtendem Beton im Fertigteilwerk durchgeführt werden. Dazu werden in Abhängigkeit vom Entwurfsprinzip des SVB (Mehlkorn-, Stabilisierer- und Kombinationstyp) Produktionskosten ermittelt und mit den Herstellkosten vergleichbarer Bauteile aus Rüttelbetonen verglichen. Bei der Ermittlung des Kostenreduzierungspotentiales spielt nicht nur der Herstellprozess der Bauteile eine entscheidende Rolle. Untersucht werden soll auch, inwieweit sich die Eigenschaftskennwerte, wie z. B. die Druck- und Zugfestigkeit, der statische E-Modul, das Schwinden und Kriechen sowie die Verbundeigenschaften bei Verwendung von SVB im Vergleich zu Rüttelbetonen verändern. Eine Änderung dieser Eigenschaftskennwerte könnte eine Änderung der Bemessung der Fertigteile bewirken, was dann direkt die Kosten beeinflusst. Die genannten Aspekte wurden im Gesamtkomplex des Forschungsvorhabens ganzheitlich betrachtet. Es wurden zur Untersuchung der geänderten Herstellungsabläufe Daten in einem Fertigteilwerk erhoben und daraus Kennwerte für die Herstellkosten abgeleitet. Mit den so ermittelten Daten wurden Modellrechnungen durchgeführt, um anhand von Fallstudien ein mögliches Kostenreduzierungspotential für ausgewählte Bauteile im direkten Vergleich Rüttelbeton und SVB zu ermitteln.

3 ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

Die Angaben in der Literatur, die als Basis zur Bearbeitung des Forschungsprojektes dienen sollten, sind sehr uneinheitlich. Bei fast allen zu diesem Thema gefundenen Literaturstellen stehen die erhöhten Stoffkosten bei Verwendung von SVB im Vergleich zu Rüttelbeton im Vordergrund. Diese Mehrkosten werden meist den Einsparungen durch einen geringeren Personalaufwand bzw. verkürzte Produktionszeiten gegenübergestellt. Die Betrachtung sämtlicher Einflüsse, die sich durch den Einsatz von SVB ergeben, fehlt zur Zeit noch. Es werden jeweils nur Teilbereiche untersucht und miteinander verglichen. Bei den in der Literatur beschriebenen bauteilbezogenen Verfahrensvergleichen wird deutlich, dass die Einflüsse aus Bauteilgeometrie, Einfüllverfahren oder Mischungszusammensetzung zu gravierend sind, um nicht bei einer Beurteilung des Rationalisierungspotentials berücksichtigt zu werden. Deshalb wurde im Rahmen des Forschungsprojektes ein bauteilbezogener Verfahrensvergleich zwischen Rüttelbeton und SVB durchgeführt.

Die Ergebnisse der Charakterisierung der Festbetoneigenschaften der untersuchten SVB zeigen keine Unterschiede zu Rüttelbetonen gleicher Festigkeit. Bei dem Einsatz eines SVB gleicher Festigkeitsklasse anstelle eines Rüttelbetons ist somit keine Änderung der Kosten aufgrund veränderter Dauerhaftigkeits- oder mechanischer Eigenschaften zu erwarten.

Zur Aufstellung von Arbeitszeitrichtwerten wurden in einem Fertigteilwerk Daten gesammelt und anschließend mit einer systematischen Multimoment-Aufnahme ausgewertet. Dabei konnte ein Arbeitszeitrichtwert für ein flächig betoniertes Bauteil mit ausreichender statistischer Sicherheit ermittelt werden. Für die Aufstellung eines Richtwertes für ein wandartiges Bauteil wurden für eine erste Annäherung ebenfalls Daten gesammelt und ausgewertet. Dabei zeigte sich, dass die Aufwandswerte für die Betonage mit SVB erwartungsgemäß deutlich unter denen für Rüttelbeton liegen.

Für die Aufstellung eines Bewertungsmodells wurden Eingangsparameter ermittelt. Die Basis für dieses Modell bilden dabei die bei der Charakterisierung der entwickelten SVB-Mischungen sowie die im Fertigteilwerk gesammelten Daten. Dabei wurden die Ergebnisse der Festbetonprüfungen der entwickelten SVB-Rezepturen für die Bemessung von exemplarischen Bauteilen herangezogen. Für die nicht ermittelbaren Eingangsparameter des Bewertungsmodells wurden Annahmen getroffen, um eine ganzheitliche Betrachtungsweise zu ermöglichen.

Zur Ermittlung von Rationalisierungspotentialen wurden Fallstudien mit dem erstellten Rechenmodell durchgeführt. Es ergaben sich Einsparpotentiale, die von verschiedenen Parameter abhängen. Hauptparameter sind dabei die Mischungszusammensetzung und die damit verbundenen Stoffkosten. Die eingesetzten Betonzusatzmittel, insbesondere das Fließmittel, üben einen maßgeblichen Einfluss auf die Stoffkosten aus. Als weiterer Parameter gehen die Bewehrungsgehalte ein. Die Einsparpotentiale sind immer von der Mischungszusammensetzung und den auf die Bauteile einwirkenden Lasten abhängig. Ein weiterer Punkt, der zu einer Kostenreduktion beiträgt, ist die Reduzierung der Nacharbeiten bei dem Einsatz eines funktionstüchtigen SVB. Die Ergebnisse der Fallstudien zeigen ebenfalls, dass eine allgemeine Aussage über die Rationalisierungspotentiale beim Einsatz von SVB im Fertigteilwerk nicht möglich ist, sondern nur bauteilbezogen durchgeführt werden kann.

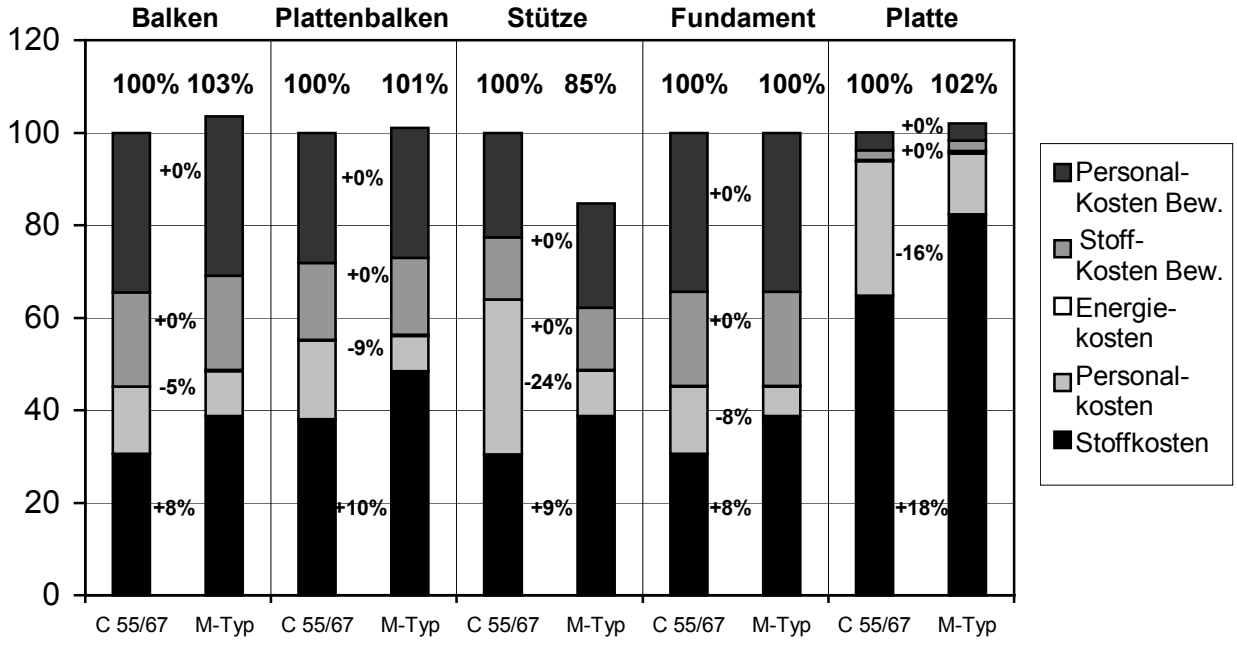

Bild 1: Prozentuale Kostenänderungen bei dem Einsatz eines Mehlkorntyp-SVB (M-Typ) der Festigkeitsklasse C55/67 bezogen auf einen Rüttelbeton gleicher Festigkeit; (Bew.: Bewehrung)

Es konnte gezeigt werden, dass beim Einsatz von SVB im Fertigteilwerk Rationalisierungspotentiale vorhanden sind. So ist z. B. bei dem Einsatz eines Mehlkorntyp-SVB anstelle eines Rüttelbetons gleicher Festigkeit mit keinen höheren Herstellkosten zu rechnen (siehe Bild 1). Bei Bauteilen, die einen erhöhten Einsatz von Personal für den Betoniervorgang erfordern, ist in diesem Fall sogar eine Kostensenkung möglich.

Dem bisher fehlenden Ansatz einer ganzheitlichen Betrachtung konnte bauteilbezogen nachgekommen werden. Um eine optimale Ausnutzung der vorhandenen Potentiale bei dem Einsatz von SVB im Fertigteilwerk zu erreichen, müssen die eingesetzten Produktionstechniken und Verfahrensabläufe den Erfordernissen angepasst werden. Erst bei einer vollständigen Umstellung eines Fertigteilwerkes können sämtliche sich bietende Rationalisierungspotentiale genutzt werden.