

# Nachhaltige Hochbaustützen

## Sustainable concrete columns

Empelmann, Martin; Müller, Corinna

### Abstract

On the basis of a parameter study, the potential of high-strength concrete columns in combination with high-strength steel reinforcement and larger diameters in regard to cost-effectiveness and sustainability is shown.

### 1. Einführung

Der Trend zu filigranen Tragwerken ist ungebrochen (Bild 1). Der ästhetische Anspruch an schlanke Stützenkonstruktionen im Bereich des Hochbaus wächst stetig und kann nun durch die Weiterentwicklung hochtragfähiger Materialien realisiert werden.



BILD 1 Post-Tower in Bonn als Beispiel für derzeitige Hochhauslösungen und Stützenausbildungen

Am Institut für Baustoffe, Massivbau und Brandschutz (iBMB), Fachgebiet Massivbau, der TU Braunschweig wurden im Rahmen einer Nachhaltigkeitsanalyse Potentiale für hochtragfähige und kostengünstige Hochbaustützen mit geringen Abmessungen untersucht. Neben den ökonomischen und energetischen Gesichtspunkten wurde in diesem Zusammenhang auch die Einsatzmöglichkeiten von Betonstählen außerhalb der Regelungen der DIN 488 /1/ betrachtet.

### 2. Ausgangsbedingungen

Untersucht wurden Druckglieder aus normal- und hochfestem Beton mit unterschiedlichen Längsbewehrungsgehalten im Rahmen der DIN 1045-1 /2/ und darüber hinaus.

Die für die Parameterstudie angesetzten Materialpreise können Tabelle 1 entnommen werden. Zusätzliche Kosten infolge erforderlicher Allgemeiner Bauaufsichtlicher Zulassungen für Baustoffe (C100/115, S670/800) bzw. der Realisierung erhöhter Bewehrungsgehalte (> 9 %) wurden innerhalb der Wirtschaftlichkeitsanalyse nicht berücksichtigt.

TABELLE 1 Materialpreise der Baustoffe

Baustoff	Materialpreis
C20/25	110 €/m <sup>3</sup>
C30/37	130 €/m <sup>3</sup>
C50/60	150 €/m <sup>3</sup>
C80/95	200 €/m <sup>3</sup>
C100/115	300 €/m <sup>3</sup>
BSt 500S	1200 €/t
S670/800	1440 €/t

In Bild 2 ist der angesetzte kumulierte Energiebedarfe (KEA) zur Herstellung der Betone und zum Vergleich für Stahl dargestellt, der aus /3/ ermittelt wurde.

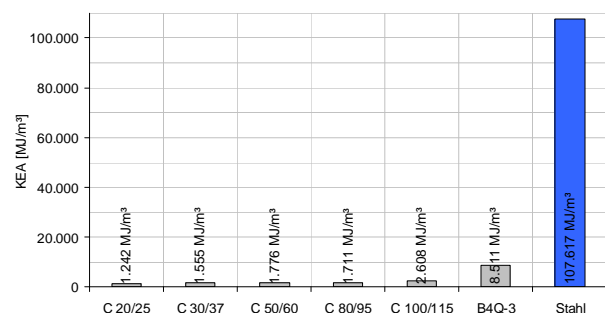


BILD 2 Kumulierter Energiebedarfe (KEA) zur Herstellung von Betonen und Stahl

### 3. Parameterstudie und Ergebnisse

Ausgehend von einer Querschnittstragfähigkeit von  $N_{Ed} = 20$  MN und einem Mindestbewehrungsgehalt nach DIN 1045-1 wurden in einer Parameterstudie die Stützenabmessung unter sukzessiver Erhöhung des Längsbewehrungsgehaltes minimiert und für jede sich ergebene Querschnittsauslegung die Gesamtmaterialekosten ermittelt. Einflüsse infolge vergrößerter Schlankheit blieben innerhalb dieser Studie unberücksichtigt.

In Bild 3 sind die Gesamtmaterialekosten des Querschnitts für normal- und hochfeste Betone unter Verwendung von Betonstählen BSt 500S bis zu einem maximalen Bewehrungsgehalt von 9 % aufgetragen. Bei Verwendung eines Betons der Festigkeitsklasse C80/95 stellt sich – unter den Annahmen in Tabelle 1 – ein absolutes Kostenminimum ein.

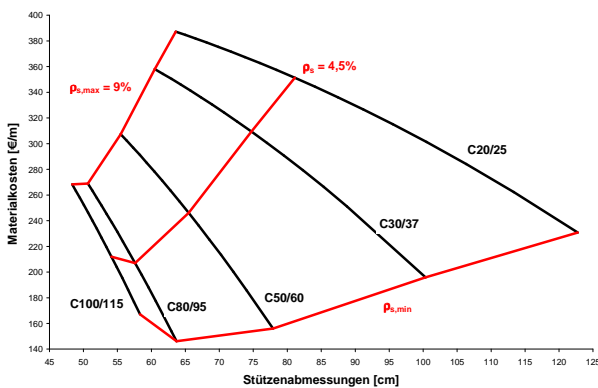


BILD 3 Materialkosten für verschiedene Betone und Bewehrungsgehalten (BSt 500S) unter Variation der Stützenabmessung bei  $N_{Ed} = 20$  MN

In Bild 4 wurden Bewehrungsgehalte von bis zu 20 % sowie ein hochfester Betonstahl S670/800 in die Untersuchung einbezogen.

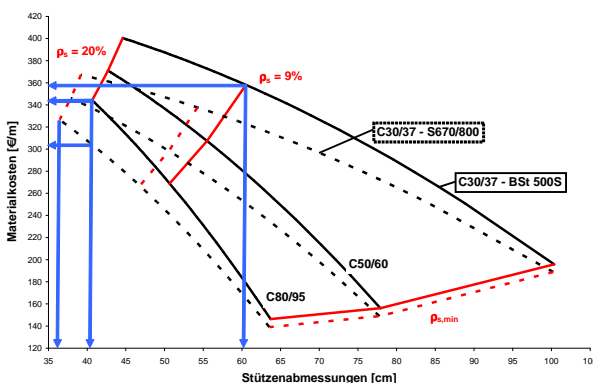


BILD 4 Materialkosten in Abhängigkeit von Beton- und Bewehrungsfestigkeit (BSt 500S, S670/800) bei Variation der Stützenabmessung ( $N_{Ed} = 20$  MN)

Für einen hochfesten Beton C80/95 in Kombination mit Betonstahl BSt 500 S lässt sich bei Erhöhung des Bewehrungsgehaltes auf 20 % die Stützenabmessung auf ca. 40/40 cm reduzieren. Dabei wird etwa das Kostenniveau einer C30/37-Stütze (60/60 cm) mit einem Bewehrungsgehalt von 9 % erreicht. Durch die Verwendung von Betonstahl S670/800 können die Stützenabmessungen und die Gesamtmaterialekosten weiter reduziert werden. Für einen Beton C80/95 lässt sich eine minimale Stützenabmessung von 37/37 cm realisieren.

In Bild 5 ist der Energieverbrauch von Druckgliedern mit  $N_{Ed} = 20$  MN dargestellt und zeigt einen klaren Vorteil bei Stützen aus ultra-hochfesten Betonen. Aber auch Stützen aus hochfesten Betonen weisen – unter den hier gemachten Annahmen – energetische Vorteile gegenüber Verbund- und Stahlstützen auf.

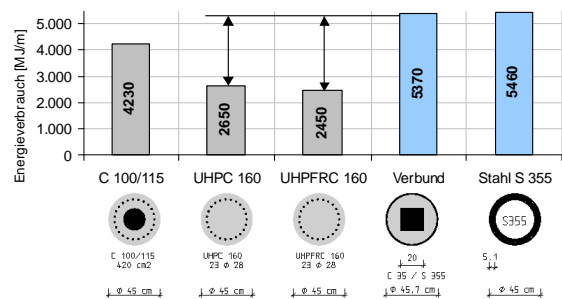


BILD 5 Energieverbrauch von Stützen mit  $N_{Ed} = 20$  MN

### 4. Fazit

Unter Ansatz der in Tabelle 1 und Bild 2 aufgeführten Materialpreise und kumulierten Energiebedarfe (KEA) lassen sich hochtragfähige Hochbaustützen aus Beton herstellen. Dabei zeigt ein Beton der Festigkeitsklasse C80/95 unter Kombination mit hochfestem Betonstahl ein Kostenoptimum, wobei auch das Einsatzpotential von Betonstählen mit großen Durchmesser bei hohen Bewehrungsgehalten deutlich wird. Unter energetischen Gesichtspunkten haben ultrahochfeste Betone aufgrund der geringen Querschnittsabmessungen Vorteile.

### 5. Literaturverzeichnis

- /1/ DIN 488-2: Betonstahl, Teil 2: Betonstabstahl, Maße und Gewichte
- /2/ DIN 1045-1:2001-07: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- /3/ Schießl, P. & Stengel, T.: Der kumulierte Energieaufwand (KEA) ausgewählter Baustoffe, 2007. [www.cbm.bv.tum.de](http://www.cbm.bv.tum.de)