

Nachhaltig Bauen mit Betonfertigteilen

Andreas Nitsch, Holger C. Heilmann

1. Allgemeines

'Nachhaltig' bedeutet zunächst, die Lebensgrundlagen nachfolgender Generationen zu erhalten. Vor dem Hintergrund steigender Energiepreise, zunehmender Rohstoffknappheit und geringerem Deponieraum soll beim Bauen und bei der Gebäudenutzung ein möglichst geringer Verbrauch von Ressourcen und Energie angestrebt werden. Darüber hinaus sollen die Gebäude zukünftigen Anforderungen gerecht werden und hierdurch ein qualitatives Wachstum lebendiger Städte ermöglichen.

'Nachhaltig Bauen' erfordert demzufolge, neben dem Ressourcen- und Energieverbrauch während des gesamten Gebäudelebenszyklus, die Bedürfnisse nachfolgender Generationen durch eine größtmögliche Nutzungsflexibilität und Wiederverwendbarkeit zu berücksichtigen. Die Entsorgung entfällt dadurch und beansprucht keinen Deponieraum. Ein umgenutztes Gebäude infolge flexibler Gebäudestrukturen führt daher im Vergleich zu einem kompletten Abriss und Neubau zu einem geringeren Ressourcenverbrauch. Insgesamt ergeben sich drei Anforderungen, bei denen bereits einige Lösungsansätze formuliert werden können:

a) Hohe Nutzungsflexibilität

Die Flexibilität während des Gebäudelebenszyklus soll zukünftige Nutzungsänderungen für Wohnen und Arbeiten ohne großen Aufwand ermöglichen, z. B. durch weitgespannte Deckensysteme (möglichst stützenfrei) in Kombination mit einfacher Um- und Rückbaubarkeit z. B. durch lösbare Verbindungen.

b) Geringer Baustoffverbrauch

Zur Schonung der Ressourcen soll der Baustoffverbrauch minimiert werden, z. B. durch vorgespannte Hohldecken und Hochleistungsbaustoffe. Das Tragwerk soll gleichzeitig robust sein, um nachträgliche Veränderungen bei der Umnutzung bis hin zum Gesamtgebäuderecycling zu ermöglichen.

c) Effiziente Energienutzung

Beim Gebäudebetrieb sollen Umweltenergien möglichst weitgehend ausgeschöpft werden, z. B. durch eine thermische Betonkernaktivierung von Decken und energetisch optimierte Fassaden. Für die mögliche Umnutzung während des Lebenszyklus ist hierbei eine reversible Gebäudetechnik z. B. durch eine vom Tragwerk unabhängige Leitungsführung anzustreben.

Die bisherigen Untersuchungen [1] zeigten, dass diese Ziele nicht isoliert betrachtet werden können. Beispielsweise führt eine reine Querschnittsminimierung durch Hochleistungsbaustoffe wie z. B. hochfester Beton zunächst zu einer Verminderung des Ressourcenverbrauchs beim Bauen. Beim Gebäudebetrieb ergibt sich jedoch später ein erhöhter Energieverbrauch im Vergleich zur konsequenten Nutzung größerer Speichermassen. Darüber hinaus werden bei hoch ausgenutzten Querschnitten nachträgliche Änderungen, wie Durchbrüche bei Decken, erschwert und die Nutzungsflexibilität eingeschränkt. Daher ist die Entwicklung von Gesamtgebäudekonzepten unter Berücksichtigung aller Parameter von zentraler Bedeutung für das 'Nachhaltig Bauen'.

2. Konzepte für das nachhaltige Bauen mit Betonfertigteilen

Von der Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilebau e.V. (FDB) wurden auf der Grundlage der formulierten Anforderungen Konzepte erarbeitet, die für den Gewerbe-, Wohnungs- und Bürohausbau erste Lösungsansätze unter spezieller Berücksichtigung von Betonfertigteilen veranschaulichen. Der Betonfertigteilebau ermöglicht hierbei zunächst grundsätzlich einen geringeren Betonverbrauch, z. B. durch die im Vergleich zur Ortbetonbauweise kleineren Betondeckungen aufgrund der besseren Überwachung im Fertigteilewerk. Darüber hinaus bietet die elementierte Bauweise zahlreiche Vorteile für das nachhaltige Bauen. Einige Aspekte werden anhand der nachfolgenden Beispiele näher erläutert.

Lösungsansätze für den Industriehallenbau

Wegen der zunehmenden Anforderung an die Nutzungsflexibilität von Gewerbeimmobilien gewinnt die Möglichkeit zur Veränderung von Industrieaustrukturen zunehmend an Bedeutung und spielt im Hinblick auf den Immobilienwert eine immer größere Rolle. Hierbei zeichnen sich zwei Tendenzen ab: Einerseits kurze Nutzungszeiten, z. B. Hallen als 'Wegwerfhülle', andererseits steigender Bedarf an Erweiterungs- und Umbaumöglichkeiten.

Der Hallenbau ist aufgrund der weitgespannten Dachtragwerke ein klassisches Anwendungsgebiet des Betonfertigteilbaus. Die Weiterentwicklung der Bauweise ermöglicht heute, Stützweiten von bis zu 50 m mit weitgespannten Dachbindern ohne störende Innenbauteile auszuführen. Zur Erweiterung in Hallenlängsrichtung sollten die Giebelrahmen grundsätzlich wie die übrigen Hallenrahmen ausgebildet werden. Der Betonfertigteilbau ermöglicht den schnellen Rückbau, wenn die Struktur durch lösbare Verbindungen zusammengefügt wird (Bild 1).

Bei Anordnung einer Verschraubung in Höhe der Bodenplatte nach Bild 1c) können die vorgefertigten Fundamente beim Rückbau an Ort und Stelle bleiben und die Sohlplatte bei Bedarf ohne Beschädigung weitergenutzt werden [2]. Die Schraubverbindung am Knoten Binder/Stütze ermöglicht die Kipphalterung der Binder ohne Fugenverguss und damit den einfachen Rückbau und die Wiederverwendung der Bauteile an anderer Stelle (Bauteilrecycling). Wenn zusätzlich die Stützenköpfe lösbar mit Stützen verbunden werden, können bei einer späteren Erweiterung in Hallenquerrichtung (mehrschiffige Halle) die Stützenköpfe ausgetauscht werden, um z. B. zwei Binder auf einer Stütze aufzulagern. Eine zusätzliche Stützenachse mit Fundamenten neben der vorhandenen Halle entfällt hierdurch.

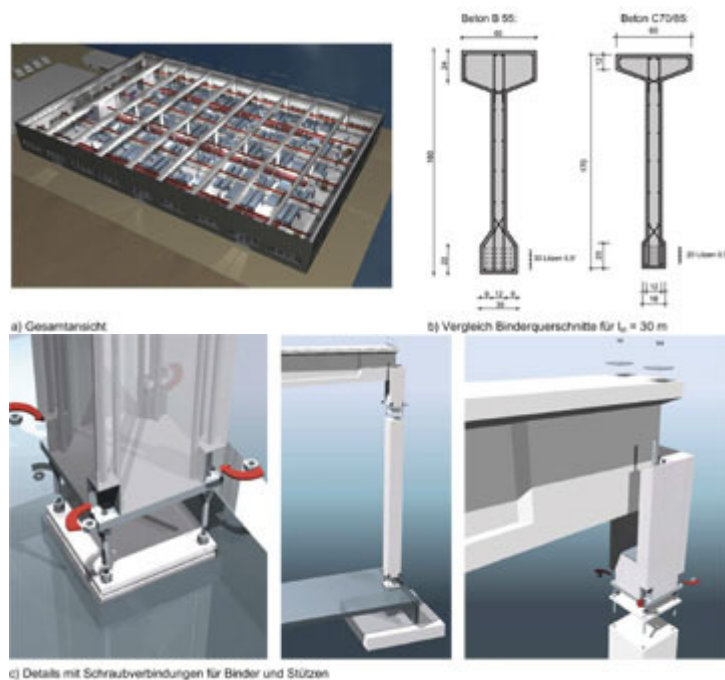


Bild 1: Beispiel einer Industriehalle

Die Gegenüberstellung in Bild 1b) verdeutlicht, dass durch den Einsatz von Hochleistungsbeton (hier Beton C70/85) die Querschnitte der Dachbinder im Vergleich zur bisherigen Bauweise um rund 30 % vermindert werden können [3]. Neben dem deutlich geringeren Beton- und Spannstahlverbrauch werden die Binder dementsprechend leichter. Zusätzlich zum geringeren Ressourcenverbrauch begünstigt dies den einfachen Rückbau und das Bauteilrecycling.

Dieses Beispiel belegt, dass die Anforderungen an das 'Nachhaltige Bauen' durch Lösungen erfüllt werden können, die beim Betonfertigteilbau bereits heute zum Stand der Technik gehören.

Lösungsansätze für den Einfamilien- und Reihenhausbau

Die bisherige Entwicklung in diesem Segment zeigt, dass die Möglichkeit der Nutzung von Umweltenergien hierbei von besonderem Interesse ist. Kompakte Gebäude mit geringer Hüllfläche begünstigen zunächst die Energiebilanz bei der Nutzung. Durch eine thermische Betonkernaktivierung können die Umweltenergien mit geringem Temperaturgefälle durch die großen Flächen und die hohe Speichermasse des Betons optimal genutzt werden.

Im Unterschied zum Gewerbebau ist die Möglichkeit zur Erweiterung und Rückbau der Tragwerkstruktur bei diesem Segment des Wohnungsbaus noch von geringer Bedeutung. Für das 'Nachhaltige Bauen' sollte jedoch die Trennbarkeit der Materialien beachtet werden. Die elementierte Bauweise erleichtert hierbei den Abriss. Schwer trennbare Verbundbaustoffe wie z. B. Wände mit Wärmedämmputz sollten vermieden werden.

Die gewünschte Nutzungsflexibilität lässt sich auf einfache Weise durch einachsige Deckenelemente ohne tragende Innenwände verwirklichen. Zusätzlich wird die Nutzungsflexibilität erhöht, wenn die vertikale Installation in einem Beton-FT-Kernmodul konzentriert wird und in den anschließenden Bereichen nach Bedarf verteilt wird.

Im Hinblick auf den geringen Ressourcenverbrauch zeigten die bisherigen Untersuchungen [1], dass vorgespannte Deckensysteme zu einer Verminderung des Betonverbrauchs führen. Hierbei sind Spannbeton-Fertigdecken besonders günstig, da durch die industrielle Fertigung der gegliederte Betonquerschnitt optimal an die Beanspruchung der Platte angepasst ist.

Bild 2 zeigt ein Konzept, bei dem durch die kompakte Bauform und die thermische Koppelung der Decken über dem Keller- und Erdgeschoss mit der Dachdecke und einem Bodenregister durch eine Wärmepumpe Umweltenergien genutzt werden. Dargestellt ist eine Betonkernaktivierung mit werkseitig ausgestatteten Spannbeton-Fertigdecken [4] in Kombination mit einem vorgefertigten Installationskern [5, 6]. Die Wärmedämmung ist trennbar hinter einer vorgehängten Fassade aus Betonfertigteilen angebracht. Durch die einachsigen gespannten Decken und die nicht tragenden Giebelseiten kann das Gebäude bei Bedarf erweitert werden.

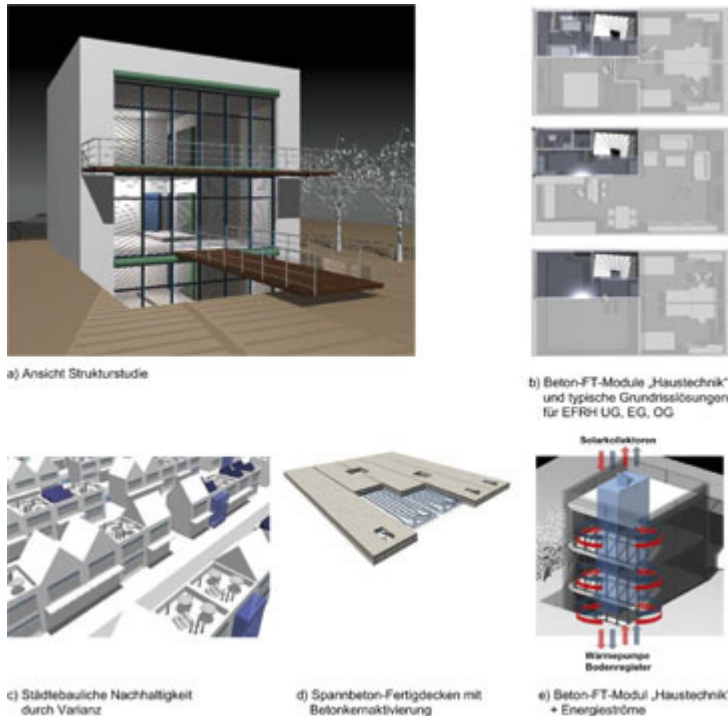


Bild 2: Konzept für den Einfamilien- und Reihenhausbau

Das dargestellte Konzept reagiert konsequent auf die Anforderungen an das 'Nachhaltige Bauen'. Dies führt zu einer Beschränkung auf das Notwendige. Hierdurch entfallen "Spielereien" wie z. B. Gauben und Erker bis hin zum Verzicht auf einen schwimmenden Estrich zur optimalen Nutzung der Speichermassen. Insgesamt ergibt sich eine minimalistische Architektur von hoher Qualität, die durch Variantenbildung im Quartier auch städtebauliche und soziologische Nachhaltigkeit erzeugt.

Lösungsansätze für den Geschosswohnungs- und Bürohausbau

Ausgehend von den formulierten Anforderungen, insbesondere an die Nutzungsflexibilität, wurde ein Gebäudekonzept in verdichteter Bebauung entwickelt, welches eine Umnutzung für Wohnen und Arbeiten über mehrere Generationen ermöglicht (Gesamtgebäuderecycling). Bild 3 zeigt das Tragwerk mit verschiedenen Fassadenlösungen und Details sowie den Grundriss mit einigen Nutzungsvarianten für Büro, Wohnung und Garage.

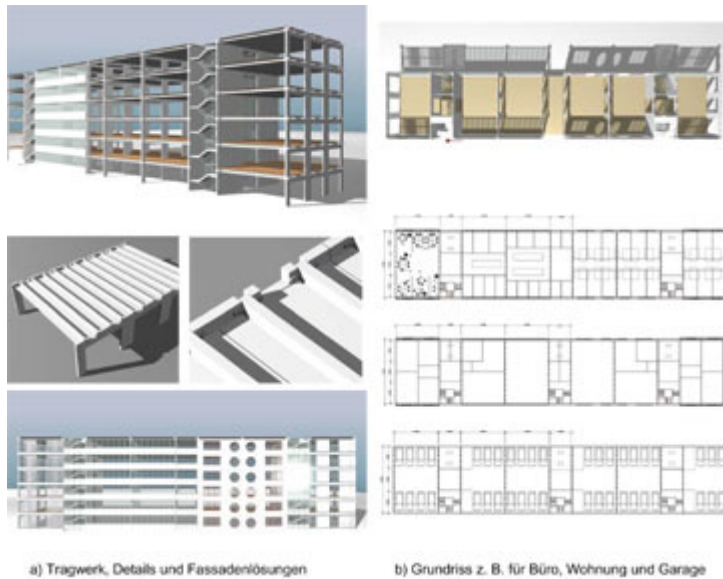


Bild 3: Beispiel eines Gebäudekonzepts mit hoher Nutzungsflexibilität

Durch die in Gebäudelängsrichtung gespannten Decken (hier: vorgespannte Stegplatten) und die wandartigen Querriegel aus Betonfertigteilen im Abstand von 10 m werden bei einer Gebäudetiefe von 15 m z. B. stützenfreie Wohneinheiten von rund 150 m² ermöglicht, die durch variable Aufteilung zukünftigen Anforderungen an den Wohnraum in jedem Fall erfüllen. Durch nicht tragende Innenwände wird die größtmögliche Nutzungsflexibilität erreicht. Die Fassade ist unabhängig vom übrigen Tragwerk und kann bei einer Umnutzung ggf. ausgetauscht werden. Die Tragwerksstruktur mit hohen Nutzlasten ist gleichermaßen für Büro- und Gewerbenutzung geeignet.

Das dargestellte Deckensystem mit einer vorgespannten Elementplatte und Stegen aus hochfestem Beton entspricht einer Vollplatte von 14 cm Dicke. Die bauphysikalischen Anforderungen werden durch eine Schüttung zwischen den Stegen erfüllt. Hierdurch wird der Betonverbrauch bei einer Spannweite von 10 m um rund 50 % vermindert. Der Verzicht auf Vergussbeton und die Auflagerung der Stege ermöglicht den einfachen Rückbau z. B. für zusätzliche vertikale Erschließungen. Das robuste und ressourcenschonende Tragwerk ermöglicht das Gesamtgebäuderecycling für unterschiedliche Nutzungsanforderungen.

Bei der Gebäudetechnik wird hier die reversible Leitungsführung ermöglicht. Für die vertikalen Installationen können durch die Konzentration der Bewehrung der Deckenelemente nachträglich Öffnungen mit einer Breite von 1 m an beliebiger Stelle zwischen den Stegen geschaffen werden. Zur horizontalen Verteilung bieten sich die Zwischenräume der Stegplatten an. Diese ermöglicht z. B. auch eine austauschbare Betonkerntemperierung auf der Oberseite des unteren Plattenspiegels. Die Plattenbreite von 2,50 m mit unverkleideter Unterseite in hochwertiger Sichtbetonqualität der Fertigteile ermöglicht hierbei die effektive Nutzung von Umweltenergien.

Insgesamt zeigen die Lösungsansätze und die dargestellten Gebäudekonzepte, dass die Anforderungen an das 'Nachhaltig Bauen' insbesondere durch Betonfertigteile erfüllt werden können.

3. Ausblick

Vom Deutschen Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb) wurde ein Verbundforschungsvorhaben "Nachhaltig Bauen mit Beton" ins Leben gerufen, das vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert wird. Das Projekt C "Ressourcen- und energieeffiziente, adaptive Gebäudekonzepte im Geschossbau" besteht aus drei Schwerpunkten: Gebäudestrukturen für die flexible Nutzung, Reduzierung des Ressourcenverbrauchs und energieeffizienter Hochbau. Hierfür wurden in der ersten Projektphase am Modell eines Stadtbausteins Anforderungen formuliert. In der nachfolgenden Projektphase soll unter Beteiligung der FDB als einer der Drittmittelgeber ein Grundsatzpapier erarbeitet werden, in dem Prinzipien für das nachhaltige Bauen mit Beton und konkrete Lösungsmöglichkeiten dargestellt werden.

4. Literatur und Quellennachweise

[1]

Hegger, J., Schneider, H. N., et. al.: Nachhaltig Bauen mit Beton, DAfStb-Verbundforschungsvorhaben gefördert von BMBF, Projekt C "Ressourcen- und energieeffiziente, adaptive Gebäudekonzepte im Geschossbau", unveröffentlicht

[2]

Künzel, E: Umweltgerechter und ressourcenschonender Systembau in der Beton und Fertigteilindustrie, Betonwerk + Fertigteiltechnik, Heft 02/2004, Seiten 120-121

[3]

Hegger, J., Nitsch, A.; Burkhardt, J.: Hochleistungsbeton im Fertigteilbau, Betonwerk + Fertigteiltechnik, Heft 2/1997, Seiten 81 - 90

[4]

Bundesverband Spannbeton-Fertigdecken e.V., Broschüre "Industrie- und Gewerbebau", Bonn

[5]

Holger Heilmann mit Prof. Peter Steiger ("PLENAR"): "Reihenhaustypen mit zentralem Versorgungskern", Zürich, 1977

[6]

RESULIT GmbH, Jörg Reymann, Hockenheim, mit Holger C. Heilmann (leanfield a.r.): "Reihenhaustypen mit vorgefertigten Haustechnik- und Erschließungsmodulen", 2002