

Vortragsmanuskript für Fachsymposium “Gestalten und Konstruieren mit Beton“

Intelligentes Bausystem mit präzisen Betonfertigteilen

1. Einleitung

Das Bauen mit Fertigteilen, die nachträglich mit Ortbeton ergänzt werden, hat in Deutschland lange Tradition. Seit mehr als 10 Jahren hat diese kombinierte Bauart auch in den europäischen Nachbarländern an Bedeutung gewonnen; sie stellt die Weichen für einen rationellen Bauablauf mit hoher Qualität **und** den Vorteilen des Ortbetons:

- Monolithisches Tragverhalten.
- Geringerer Planungsaufwand.
- Große Gestaltungsfreiheit.
-

Die Hauptvorteile ergeben sich aus der industriellen Vorfertigung:

- Witterungsunabhängiges Bauen: verkürzte Bauzeit.
- Großflächige Bauteile: schnelle Montage.
- Hohe Fertigungspräzision: geringe Nacharbeit
- Tapezier- und streichfähige Oberflächen: kein Putz erforderlich.
- Geringe Baufeuchte: Austrocknungszeiten entfallen.

Darüber hinaus verbessert die Herstellung im Werk die Gebrauchsfähigkeit, z. B. ergeben sich für Wände im drückenden Grundwasser größere Sicherheiten als bei klassischen Bauweisen. Sie sind Grundlage für verlängerte Gewährleistungszeiten, in Einzelfällen bis zu 20 Jahren.

In dieser kombinierten Bauart stehen insbesondere für den Wohn- und Gewerbebau die klassische Elementdecke als marktführendes Bauteil und seit mehr als 15 Jahren die Doppelwand zur Verfügung.

Standardmäßig enthalten diese Fertigteile bereits umfangreiche Einbauteile und Vorinstallationen für Haustechnik und Ausbau.

Als weiterer Schritt in der Systementwicklung folgte hier vor mehr als zehn Jahren die werkseitige Integration der Dämmung. Durch diese Produktveredlung entfallen sonst übliche, zum Teil sehr komplex abzustimmende Leistungsbestandteile auf der Baustelle. Es entstand ein neues Bausystem, das bei hoher Tragfähig-

keit einen hohen Wärme-, Schall-, Brand- und Feuchteschutz bietet. Durch die Anwendung von Faserbeton gelang es, die Fertigteile sehr leicht und dünn herzustellen, und zwar ohne Einbußen in der Tragfähigkeit in Kauf nehmen zu müssen.

Die weitere Verschlankung des Systems erbrachte neue Bauteile mit noch höherem Anteil an werkseitig integrierter Leistungen wie z. B. die Fertigdecke mit integrierter Bodenheizung und Estrich. Damit verfügen wir jetzt über ein facettenreiches High-Tech-Bausystem vor, das gestalterische Flexibilität, hohe Qualität und rationellen Bauablauf verbindet.

2. Die Grundlage: traditionelle Serienprodukte

Das Bauen mit Elementdecken basiert auf einer ausgereiften Technik, die sowohl in Normen für die Fertigplatten als auch für die statisch mitwirkende Ortbetonergänzung geregelt ist. Für die Verbund-Gitterträger gelten zusätzliche Bestimmungen, die in bauaufsichtlichen Zulassungen dargelegt sind. Die Elementdecken eignen sich für eine Vielzahl von Bauvorhaben, von kleineren Objekten des privaten Wohnbaus bis zu großen Gewerbe- und Industriebauten. Selbst punktförmig gestützte Platten so genannte Flachdecken können rationell ausgeführt werden.

Die Dicke der Fertigplatten kann zwischen 4 cm und 7 cm variiert werden. Die Elemente sind bis zu 3,00 m breit und 12,0 m lang, bei Gesamtdicken zwischen 10 cm und 50 cm.

Mit der Doppelwand konnte das Prinzip der Fertigplatte konsequent ausgebaut werden. Hierbei werden zwei Fertigplatten durch Gitterträger werkseitig miteinander verbunden. Nach dem Verguss des Kerns auf der Baustelle entsteht eine monolithische Konstruktion.

Die Gesamtwanddicken betragen 18 bis 46 cm. Die Fertigplatten sind in der Regel 5 bis 6 cm dick, der Kernbeton muss mindestens 7 cm dick sein.

Sehr schnell erschloss sich diese Doppelwand die Kelleraußenwand als größtes Anwendungsgebiet. Die Bauweise mit Doppelwänden hatte sich bis Mitte der 90er Jahre etabliert, wobei neben dem Wohnbau auch weitere Anwendungsfelder im Industriebau, unter dynamischer Beanspruchung sowie als wandartiger Träger und als integrierte Stütze hinzugekommen sind.

Das Wandsystem eignet sich für Ausführungen im drückenden Grundwasser, wobei im Vergleich zu reinen Ortbetonbauweisen Bewehrung gespart werden kann. Mit einem optimalen Fugensystem wird die Wandkonstruktion garantiert dicht.

Die Wände sind beidseits schalungsglatt und porenarm, d. h. sie sind oberflächenfertig, es muss kein Putz aufgetragen werden. Aufgrund der industriellen Fertigungspräzision halten diese Wandelemente nun immer mehr Einzug im Geschossbau bis hin zu Anwendungen mit Sichtbetonqualität.

Diese Philosophie der Syspro-Gruppe, in der sich innovative Fertigteilwerke mit automatisierten Anlagen zusammengeschlossen haben, basiert auf folgenden Prinzipien:

- Fehlerfreie Herstellung in automatisierten Prozessen.
- Perfekte Logistik mit Lieferung just-in-time für größte
- Mengen in kürzester Zeit, d. h. 10 Wohneinheiten in einer Anlage an einem Tag herstellbar.

Maßgeschneiderte Elementformen für vielfältigste Gestaltung und statische Anforderungen ohne aufwändigen Schalungsbau oder komplizierte Bewehrungskörbe.

Die Syspro-Gruppe verleiht das HiQ-Gütesiegel, das garantiert, dass die Qualität der Bauprodukte über das hinausgeht, was die jeweils üblichen Vorschriften verlangen.

Die Syspro-Gruppe ist alleiniger Lieferant für das hier beschriebene Bausystem und hält entsprechende bauaufsichtliche Zulassungen und Patente. Mit einem zentralen Beratungszentrum und regionalen Stützpunkten wird garantiert, dass nur die geeigneten Produkte – d. h. auf Nutzungswünsche abgestimmte Materialien und Konstruktionsdetails – im Werk und auf der Baustelle zur Anwendung kommen. Damit ist ein neuer Standard für die fortschrittliche Bauproduktion fest geschrieben.

Dieser Standard basiert auf einer weit gehenden Automatisierung der Produktion von Elementdecken, die zur Computer-integrierten Bauproduktion – dem sog. CIM – geführt hat. Wesentliche Komponenten sind der Schalungs- und der Bewehrungsroboter.

Ausgehend von der automatisierten Elementdeckenproduktion auf Umlaufanlagen ließ sich mit Hilfe von einer weiteren Komponente, dem Wendeautomaten, auch die Doppelwand wirtschaftlich produzieren; selbst bei komplexer Geometrie.

Vor mehr als zehn Jahren führte die erwähnte werkseitige Integration von Zusatzleistungen zur sog. Multifunktionsanlage. Der Vorfertigungsgrad der Elemente im Fertigteilwerk geht bis in den Ausbaubereich. Das heißt, Elektro- und Sanitärin-

stallationen, Fenster, Türen, Anschlüsse und Abschaltungen werden im Werk eingebaut, sodass die entsprechenden Arbeiten auf der Baustelle entfallen können.

Beispiele für die Veredlung der Elementdecke sind das Massivdach und die leichte Trennwand, die beide mit einer enormen Einsparung an Folgearbeiten verbunden sind.

Das Massivdach wurde mit einem besonderen Gitterträger konstruiert, der die Lattung und die Dämmung bereits in Werk aufnehmen kann. Bei der leichten Trennwand wird die Fertigplatte werkseitig mit eingebauten Ständerprofilen ausgerüstet.

3. Integration einer Dämmung für Außenwände

Mit der Übertragung des neuen Produktionsverfahrens auf die Herstellung von gedämmten Betonwänden machte die Syspro-Gruppe in 1999 auf sich aufmerksam. „Thermowand“ wurde die Innovation getauft. In Anlehnung an die klassischen Sandwich-Fertigteile konnten erstmals nun in der Doppelwand die Dämmplatten bereits werkseitig eingebaut werden.

Die Thermowand basiert vollständig auf dem klassischen Doppelwandsystem mit Betonfertigplatten als Innen- und Außenschale und dem Vergussbeton. Die Fertigplatten sind auch hier bereits werkseitig miteinander verbunden. Die Kerndämmung ist ebenso bereits dort zwischen die Gitterträger eingebaut; genauso wie Elektroinstallationen, Durchführungen, etc. Die Fugen zwischen den Dämmplatten im Bereich der Gitterträger werden mit PU-Schaum ausgeschäumt.

Planern und Baufirmen leuchteten die Vorteile der Thermowand schnell ein. Zu den Vorteilen der Doppelwand-Bauweise, die auch bei der Thermowand erhalten bleiben, kommen gute bauphysikalische Eigenschaften. Insbesondere sind dies die geringen Ausführungsrisiken im Vergleich zu Perimeter-Dämmungen sowie der hohe Wärmeschutz bereits bei dünnen Wänden. Beispielsweise wird bei einer Wanddicke von nur 30 cm mit einer 12 cm-Dämmung aus Styropor WLG 035 der so genannte Niedrigenergie-Standard gemäß der neuesten Wärmeschutzvorschrift erreicht.

Bei Kellerräumen mit einer hochwertigen Nutzung als Aufenthalts- oder Wohnraum bestehen an die Außenwände besonders hohe Anforderungen, damit es nicht zu konstruktionsbedingten Feuchteschäden z. B. aus Sicker- oder Stauwasser kommt.

Der Feuchtetransport der neu entwickelten Thermowand wurde mit dem konventioneller Ortbetonwände und Ziegelwände – beide mit außen liegender Wärmedämmung und Putz – verglichen.

Gegenüber Ortbetonwänden verhalten sich Thermowände günstiger, da die Fertigteile aufgrund ihrer geringen Dicke und hohen Festigkeit bereits im Bauzustand weitestgehend ausgetrocknet sind.

Neben den bauphysikalischen Vorteilen ergeben sich durch den Gitterträger vorteilhafte Möglichkeiten in der Statik.

Gegenüber klassischen Skelett-Konstruktionen z. B. in Verbrauchermärkten entfallen nun Stütze und Einzelfundament. Bei der Verwendung der Thermowand wird die Bewehrung direkt von der Bodenplatte etwa 80 cm in den Kernbeton der Doppelwand geführt. Die Stütze ist somit in der Thermowand über die Außenschale "integriert".

Dabei eröffnen sich kostengünstige Möglichkeiten der Fassadengestaltung: Die Oberfläche wird als Sichtbeton ausgeführt, der mit Scheinfugen optisch aufgelockert werden kann. Farbliche Akzente lassen sich durch entsprechende Anstriche oder durch den Zusatz von Farbpigmenten zum Beton der Außenschale erzielen.

4. Verschlankung durch Faserbeton

Die Verschlankung des Systems begann mit der Doppelwand, und zwar hinsichtlich der Fertigplattendicke, Kernbetondicke, Wanddicke und Bewehrungsgehalt. Bei gleichzeitiger Verringerung von Fertigplattendicke und Bewehrung spielt die Zugfestigkeit von jungem Beton in dünnwandigen Querschnitten eine wichtige Rolle. Nahe liegend ist für solche Fälle nun die Anwendung von Faserbeton. Acrylfasern sind in der Lage, die Rissbildung im jungen Beton entscheidend zu verhindern. Dies ist für die vorgesehene Anwendung äußerst vorteilhaft, da der Produktionsprozess kurze Entschalzeiten von wenigen Stunden erlaubt. Die Dicke der Betonschalen kann nun auf 3,6 cm reduziert werden.

Wird ein spezieller Fließbeton vorgesehen, lässt sich der Kern zwischen den Fertigschalen auf eine Dicke von 4 cm reduzieren.

Mit diesen beiden Schritten war der Weg für den Einsatz der Wand im Geschossbau eröffnet; selbst dünne hochbelastete Ortbetonwandscheiben sind mit dem Doppelwandssystem ausführbar.

Heute ist durch die Möglichkeiten von selbstverdichtenden Beton „SCC“ für diese Anwendung eine äußerst wirtschaftliche Grundlage geschaffen. Das Betonieren erfolgt ohne Verdichtarbeit auf Knopfdruck.

In letzter Konsequenz der Verschlankung wurde auf den Kernbeton verzichtet. Daraus ergaben sich nun zunächst Möglichkeiten für den Einsatz von Innenwänden mit Dicken von 10 cm bis zu 14 cm. Sie bestehen aus den zwei Fertigschalen, die nun mit wenigen Gitterträgern zu einem monolithischen Vollwandquerschnitt verbunden sind. Der Schritt in das Marktsegment der Vollmontagebauweise hatte begonnen.

Aus der Weiterentwicklung der Doppelwände ohne Kernbeton folgten mit Hilfe von speziellen Gitterträgern weitere Möglichkeiten zur Herstellung von klassischen Sandwichtafeln für Skelettbauweisen, jedoch mit weitaus dünneren Tragschalen. Anstelle der bisher üblichen 14 cm wird nun – wegen der Aktivierung der Gitterträger – die Tragschale mit 7 cm ausgeführt. Dies bedeutet Gewichtsersparnis um 30 % und eine noch deutlichere Reduzierung der Bewehrungsarbeiten, da keine Körbe geflochten werden müssen und nun einlagig bewehrt werden kann. Die Innenseite ist wie die Außenseite schalungsglatt.

Für eine Gesamtwanddicke von 22 cm und einer Dämmdicke von 8 cm werden bereits die Anforderungen für den Hallenbau erfüllt.

5. Von der Wand ins Dach und zurück zur Decke

In Kenntnis der statischen Vorteile der quer belasteten Kellerwand führte die konsequente Weiterentwicklung des Sandwichbauteils zu einem neuen Dachelement. Mit diesem Dachelement ergeben sich wesentliche Vorteile gegenüber dem eingangs erwähnten Massivdach als Fertigplatten-Element, bei dem ein beachtlicher Kostenfaktor durch Schweißarbeiten am First und an der Traufe entsteht. Am neuen Dachelement gelang es, durch einen mit einem Spezialgitterträger ausgebildeten Auflagerpunkt diese Schwierigkeit zu umgehen. Das Dach wird nun montagefreundlich. Eine Montage-Unterstützung oder Hilfskonstruktion ist nicht erforderlich. Auch ergeben sich durch die Ausführung als Doppelwand nur geringe Durchbiegungen im Endzustand.

Schall- und Feuchteschutz sind ideal für die Nutzung des Dachgeschosses als Wohnraum. Niedrigenergiestandard wird ab 30 cm Gesamtdicke mit 16 cm Dämmung erreicht. Messungen der Luftdichtheit (Blower Door Test) ergaben, dass selbst bei orkanartiger Belastung keine zugige Raumluft zu erwarten ist. Aufgrund der Betontragfähigkeit lassen sich Dachüberstände bis zu 1,00 m realisieren.

Als neuester Entwicklungsschritt folgte kürzlich die Übertragung der Konstruktionsprinzipien des Steildaches in die horizontale Lage als Flachdach bis hin zur

Anwendung für Wohnraumdecken als sog. Doppeldecke. Diese Doppeldecke hat für den Einsatz im Wohnungsbau eine Gesamtdicke von 20 cm mit 8 cm Dämmung bei der Anwendung als Decke über unbeheizten Kellerräumen.

Die Doppeldecke ist systembedingt oberflächenfertig, d. h. kein unterseitiger Putz und kein Estrich erforderlich. Die Fußbodenheizung ist integriert, dadurch entfallen wiederum zahlreiche Arbeitsgänge auf der Baustelle und der erhebliche Eintrag von Baufeuchte durch die Estricharbeiten unterbleibt.

Die Doppeldecke ist um etwa 30 % leichter als die Ortbetonausführung. Sie wird mit Faserbeton hergestellt, das Schwinden ist somit erheblich reduziert. Diese beiden Eigenschaften verbessern die Dauerhaftigkeit, sodass die Durchbiegungen geringer sind als bei gleich dicken Ortbetondecken, entsprechend fallen die Spannweiten der Doppeldecken um 20 % größer aus.

Bei hohen Schallschutzerfordernissen genügt zusätzlich zum 8 mm dicken Teppichboden eine Trocken-Estrichmatte z. B. im Fliesenbereich bei mehrgeschossigen Wohnanlagen.

Als Perspektive zeichnet sich ab, dass diese "Heizdecke" zur "Klimadecke" werden kann. Die integrierten Rohrschlangen lassen sich – entsprechende Haustechnik vorausgesetzt – nämlich auch zur Kühlung des Gebäudes heranziehen.

5. Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag zeigt die jüngsten Möglichkeiten eines High-Tech-Bausystems, das auf der Verwendung von Fertigplatten für klassische Elementdecken und Doppelwände basiert.

Das System umfasst nunmehr Decken-, Sandwich- und Dachelemente sowie Außen-, Innen- und Trennwände vom Keller bis zum Dach.

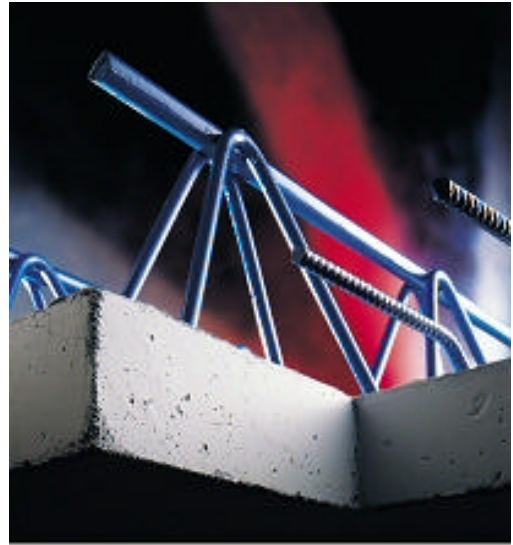
Diese Fertigteile werden durch Ortbeton auf der Baustelle zu einer monolithischen Konstruktion ergänzt, können aber auch in der automatisierten Produktionsanlage als Komplettfertigteile mit zahlreichen Ausbaufeatures geliefert werden.

Alle bisherigen Systemvorteile bleiben erhalten, d. h. die Einfachheit der Konstruktion aus Fertigplatten erlaubt einen hohen Vorfertigungsgrad, wobei zugleich vielfältigste architektonische Gestaltungswünsche und hohe Automatisierungsleistungen in der baustellenunabhängigen Vorproduktion realisiert werden können. Zu diesen Vorteilen ergibt sich die Möglichkeit von schlanken Bauteilen durch die Verwendung von Faserbeton.

Gez. Dr. Herbert Kahmer, Erlensee, im Juni 2004

Bilder zum Beitrag „Intelligentes Bausystem mit präzisen Betonfertigteilen“

- 1 Tradition: Fertigteile mit nach-träglicher Ortbetonergänzung



- 2 Innovation im High-Tec-Rohbau: Passivhaus in Sichtbeton



- 3 Flachdecke in Elementdeckenkonstruktion



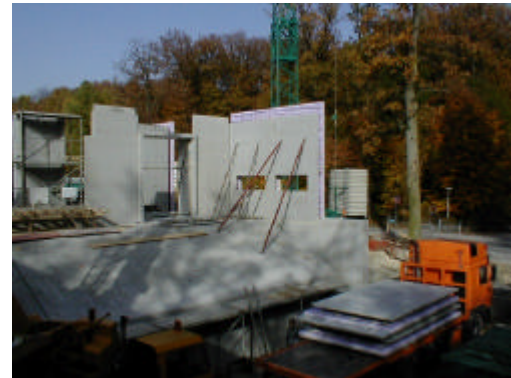
- 4 Doppelwand in der Lückenbebauung



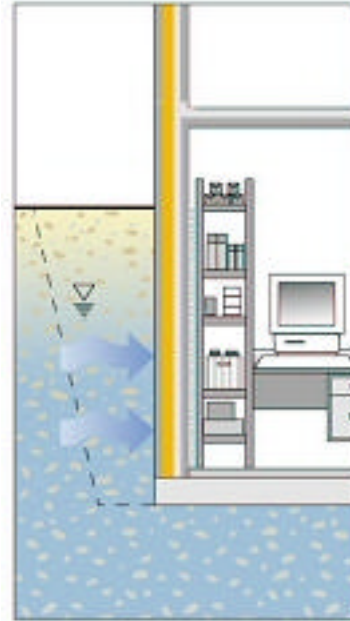
- 5 Automatisierte Produktion



- 6 Doppelwände für kurze Bauzeit



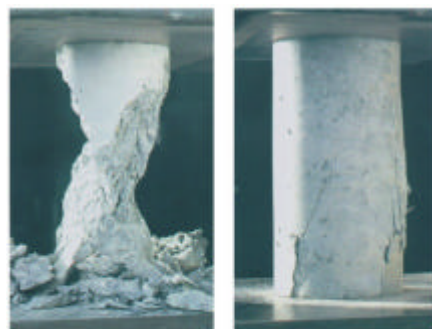
- 7 Bei hochwertiger Nutzung:
Thermowände gegen
Feuchteschäden



- 8 Gestalterisches Element:
Eingefärbter Beton



- 9 Druckversuch: Links
Normalbeton; rechts
Faserbeton



- 10 Verschlankung:
Gitterträgerbewehrtes
Sandwichelement
(„Thermowand Null“)



- 11 Montagefreundliches
Massivdach mit integrierter
Dämmung



- 12 „Doppeldecke“ mit
integrierten Installationen für
die Fußbodenheizung; auch
Kühlung möglich!

