

# Zukunft Bau

## KURZBERICHT zum BBSR-Forschungsvorhaben

---

### Titel

Langfassung Titel: „Entwicklung einer thermischen Entkopplung von Stahlbetonwänden im Wand-Deckenknoten“

---

### Anlass/ Ausgangslage

Gegenwärtig werden Wände im Übergangsbereich von unbeheizten zu beheizten Räumen nicht oder nur in Teilbereichen gedämmt. Dadurch entstehen erhebliche Wärmebrücken. Durch einen innovativen Wand-Decken-Anschluss könnte eine Verbesserung der wärmedämmenden Eigenschaften des Gebäudes erreicht werden (vgl. Bild 1). Derzeit gibt es für Wand-Decken-Anschlüsse im Stahlbetonbau kein geeignetes integrales System mit Dämmwirkung und lastabtragender Funktion. Daher sollten im Forschungsvorhaben die wissenschaftlichen Grundlagen für Anschlüsse zur thermischen Entkopplung zwischen Stahlbetonwänden und Decken erarbeitet werden.

### Gegenstand des Forschungsvorhabens

Der Forschungsansatz besteht darin, einen Wandanschluss zu entwickeln, der unter Einhaltung der ursprünglichen Wandgeometrie (Außenabmessungen) sowohl die Anforderungen an die Wärmedämmeigenschaften erfüllt, als auch den Lastabtrag gewährleistet.

Hinsichtlich der Methodik gliedert sich das Vorhaben in drei Teilbereiche: den theoretischen Teil, den experimentellen Teil sowie den analytischen Teil. Im theoretischen Teil (*Arbeitspakete 1 bis 4*) werden die statischen und bauphysikalischen Anforderungen an thermisch entkoppelte Anschlüsse von Stahlbetonwänden erarbeitet. Mit ausgewählten Materialien wird anschließend eine theoretische Variantenuntersuchung durchgeführt. Im experimentellen Teil (*AP 5, 8 und 10*) werden an einzelnen Ausführungsvarianten der Wandanschlüsse Belastungsversuche durchgeführt. Die statischen Traglastversuche werden sowohl kleinmaßstäblich für Teilbereiche des Anschlusses als auch an Wandabschnitten im Maßstab 1:1 durchgeführt. Im analytischen Teil (*AP 6, 7 und 9*) werden rechnergestützte Modellierungen der statischen und thermischen Eigenschaften durchgeführt.

Grundlage zur Anwendbarkeit des Wandanschlusses bildet die Erfüllung der bauphysikalischen Einflüsse. Wesentlich ist hierbei die Vorgabe aus dem Brandschutz, dass kraftübertragende Bereiche nur aus nichtbrennbaren Materialien bestehen dürfen. Mithilfe einer numerischen Berechnung zur Bestimmung des Wärmeflusses am Wand-Decken-Knoten konnte die einzuhaltende Wärmeleitfähigkeit für den Wandanschluss bestimmt werden.

Unter Beachtung der normativen Grundlagen für Wand-Decken-Anschlüsse und definierter geometrischer Vorgaben wurden die vertikalen Einwirkungen auf den Wand-Decken-Anschluss ermittelt. In horizontaler Richtung wurden Einwirkungen aus Erddruck, Anprall und Temperatur untersucht. Hierbei zeigte sich, dass die Einwirkungen aus Temperatur im Falle einer monolithischen Ausführung des Anschlusses maßgebend sind. In den Anschlüssen wird zwischen dem Winter- und dem Sommerlastfall unterschieden und für den Bemessungsfall in Scheibenrichtung stets der höchstbelastete 1m-Wandstreifen berücksichtigt.

Die mittels einer Literaturrecherche identifizierten Materialien wurden anhand von statischen, bauphysikalischen und ökonomischen Kriterien bewertet. Als geeignete Materialien zur Übertragung von Druckkräften im Wandanschluss erwiesen sich Leichtbeton und ultrahochfester Beton. Darauf aufbauend wurden zwei Varianten (vollflächiger und punktueller Lastabtrag) entwickelt und bewertet.

Die wesentliche Fragestellung ist die Ausbildung der Verbundfuge zur Übertragung der einwirkenden Horizontalkraft aus Temperatur. Im Rahmen von experimentellen Untersuchungen an Kleinkörpern aus Leicht- und Normalbeton wurde das Tragverhalten dieser Verbundfuge erforscht. Dazu wurde zunächst in Vorversuchen eine geeignete Geometrie der Verzahnung erforscht und eine Lösung zur Berücksichtigung von evtl. bei der Betonage verursachten Fehlstellen identifiziert. Weiterhin wurden der Einfluss der Fugenneigung und der Einsatz von Verbundbewehrung geprüft. Dabei konnte die Traglast durch den Einsatz von Verbundbewehrung erheblich gesteigert und größere Verformungen vor dem Bruch gemessen werden.

Zur Prüfung der Tragfähigkeit bei einer gleichzeitig zur Schubkraft auftretenden Biegebeanspruchung wurden Großversuchskörper aus Leicht- und Normalbeton entwickelt und geprüft (vgl. Bild 2). Hierbei wurden ausschließlich verzahnte Fugenausführungen mit Verbundbewehrung geprüft. Im Versuch wurde zusätzlich ein Biegemoment von  $0,7 \cdot M_{Rm}$  (Widerstandsmoment der Fuge unter Verwendung von Mittelwerten der Materialfestigkeit) aufgebracht. Über den Vorfaktor 0,7 wurde dabei berücksichtigt, dass das Biegemoment die Begleiteinwirkung darstellt. Bei gleichzeitigem Auftreten einer Biegebelastung (Deckenverdrehung) und der Beanspruchung aus dem Lastfall Temperatur wurde eine Reduktion der Schubtragfähigkeit festgestellt. Zugleich zeigen die Ergebnisse, dass die im späteren Bauwerk bzw. in den Probekörpern vorhandene Übergreifungslänge der Bewehrung ausreichend ist, um die Verbundbewehrung im Wand-Decken-Knoten zu verankern.

Anhand der Verbundfugenversuche an den Kleinkörpern wurde ein numerisches Modell erstellt, mit dem die Tragfähigkeiten nachgerechnet werden konnten. Dabei wurden die Bruchbedingungen für die unterschiedlichen Fugenausbildungen realitätsnah abgebildet.

## Fazit

Der neuartige Wandanschluss erreicht durch eine optimierte Ausbildung der Fugengeometrie und einer Fugenbewehrung bei monolithischer Ausführung i. d. R. ausreichend hohe Tragfähigkeiten zur Aufnahme der maßgeblichen Lasten, wie z. B. Biegemoment, Schub aus Temperaturänderung. Durch die Verwendung von Leichtbeton ist dieser zugleich kostengünstig in der Herstellung und erfüllt die Anforderungen zum Material bzgl. Brandschutz. Gleichzeitig reduziert der Wandanschluss die Wärmeverluste an der Wärmebrücke maßgeblich. Für eine Umsetzung der Forschungsergebnisse in ein zugelassenes Bauprodukt sind noch Detailfragen insbesondere im Hinblick auf die Bemessungswerte bzw. Anwendungsgrenzen zu klären. Insgesamt ist der neuartige Anschluss auf Basis der Untersuchungsergebnisse für außenliegende, erdgeschüttete Wände (Außer Süd-West Seite) und innenliegende Wände geeignet.

## Eckdaten

Kurztitel: Thermisch entkoppelte Stahlbetonwände

Forscher / Projektleitung: Technische Universität Darmstadt, Institut für Massivbau, Prof. Dr.-Ing. C.-A. Graubner (Projektleitung), Dr.-Ing. Tilo Prose (Projektleitung), Dipl.-Ing. Jochen Zeier (Projektbearbeitung)

Gesamtkosten: 198.079,28€

Anteil Bundeszuschuss: 123.079,28€

Projektlaufzeit: 30 Monate

## BILDER/ ABBILDUNGEN:

Bild 1: Temperaturverteilung in einem Wand-Decken-Knoten

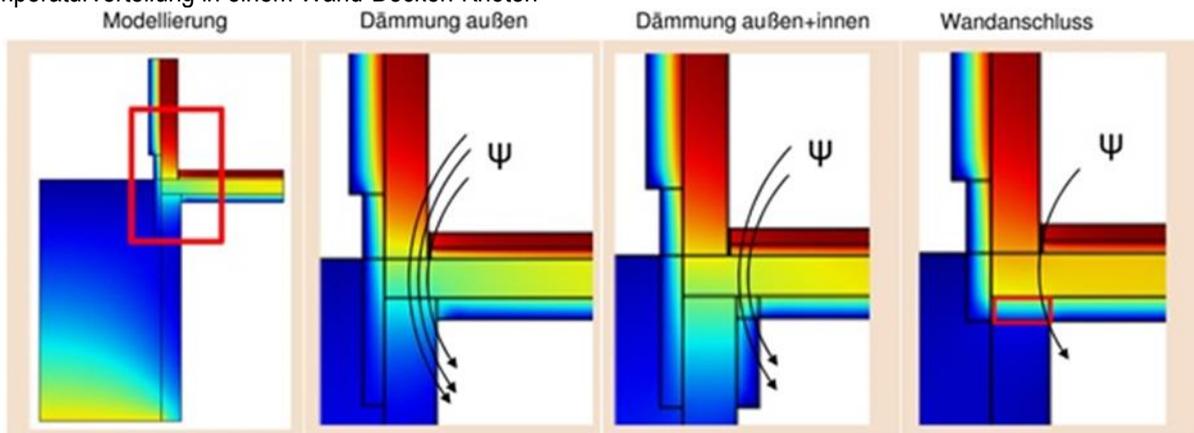


Bild 2: Großversuchskörper in der Prüfmaschine

