

Zukunft Bau

KURZBERICHT zum BBSR-Forschungsvorhaben

Titel

Langfassung Titel: Entwicklung thermisch entkoppelter Druckanschlüsse für Stahlbetonstützen

Ausgangslage

Im Zuge der steten Verschärfung der Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) ist bei Neubauten eine weitere Verbesserung der Gebäudehülle im Hinblick auf den Wärmedurchgang erforderlich. Um dies zu erreichen, müssen die wärmedämmenden Eigenschaften der Einzelbauteile verbessert werden. Dies führt zu einem zunehmend größeren Einfluss der Wärmebrücken auf den Gesamtwärmeverlust des Gebäudes. Eine Vermeidung oder Reduzierung dieser Wärmebrücken kann erheblich dazu beitragen, eine Erhöhung der Gebäudequalität zu erreichen und somit den künftigen Anforderungen an energieeffizientes Bauen gerecht zu werden. Darüber hinaus stellen höhere Oberflächentemperaturen ein behaglicheres Raumklima sowie den Schutz der Bausubstanz und der Bewohner sicher (Schimmelpilzfreiheit). Zur Minimierung von Wärmebrücken im Bereich von überwiegend auf Biegung und Querkraft beanspruchten Stahlbetonanschlüssen, wie z.B. Kragplattenanschlüsse, gibt es bereits entwickelte Lösungen verschiedener Firmen. Technologischer Vorreiter ist hierbei die Firma Schöck Bauteile GmbH, mit der auch dieses Forschungsvorhaben umgesetzt wird. Gegenwärtig existiert jedoch noch keine fertige Lösung für eine ausreichende thermische Entkopplung des Druckanschlusses von Stahlbetonstützen. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, die wissenschaftlichen Grundlagen zur Entwicklung und Einführung thermisch entkoppelter Anschlüsse für Stahlbetonstützen zu erarbeiten und die Machbarkeit anhand erster Prototypen aufzuzeigen. Der zu entwickelnde Stützenanschluss soll eine ausreichende thermische Entkopplung der Stahlbetonstütze (im Bereich kalter Außenluft) von der Stahlbetondecke (warmer Innenraum) ermöglichen und gleichzeitig hohe Normalkräfte übertragen. Solche Anschlüsse können einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung und Senkung der Lebenszykluskosten liefern, ohne architektonische Einschränkungen zu erzeugen. Das Hauptanwendungsgebiet des Stützenanschlusses wird bei Wohn- und Bürogebäuden mit Tiefgaragen gesehen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Der Forschungsansatz gliedert sich im Wesentlichen in drei Teilbereiche: den theoretischen Teil, den experimentellen Teil und die rechnergestützte Modellierung mit dem analytischen Teil.

Im theoretischen Teil (Arbeitspakete 1 bis 4) werden die Grundlagen für thermisch entkoppelte Druckanschlüsse von Stahlbetonstützen (kurz: Stützenanschlüsse) auf Basis umfangreicher Studien erarbeitet. In *Arbeitspaket 1* werden die bauphysikalischen Einflüsse Brand, Wärme, Feuchte, Licht und Schall untersucht und sich ergebende Anforderungen an den Stützenanschluss zusammengestellt. Hierbei ergeben sich insbesondere Vorgaben für die für den Stützenanschluss zu verwendenden Materialien. Die statischen Auswirkungen der thermisch entkoppelten Stützenanschlüsse auf unterschiedliche Stützen-Decken-Systeme sind in *Arbeitspaket 2* ermittelt worden. Die Stützenanschlüsse sollen darüber hinaus aus gestalterischen Gründen dieselben Außenabmessungen haben, wie die weiterführenden Stützen, daher können nur Materialien verwendet werden, die eine über der Be-

tonfestigkeit der Stützen liegende Druckfestigkeit besitzen. Im Hochbau ist es weiterhin häufig nicht möglich, gleiche Stützweiten und -raster für die Decke über unbeheizten Bereichen (z.B. Parkdecks) zu realisieren. Aus einer numerischen Untersuchung ist erkennbar, dass es Einschränkungen im Hinblick auf die statischen Systeme geben müsse und die Tragfähigkeit des Stützenanschlusses auf die Querschnittstragfähigkeit der weiterführenden Stahlbetonstütze zu beziehen ist. Thermisch entkoppelte Druckanschlüsse werden in der Literatur bislang nicht behandelt, daher dient eine Literaturrecherche (*Arbeitspaket 3*) in erster Linie der Materialienfindung. Im Anschluss wurden die Materialien identifiziert und ausgeschlossen, die den Anforderungen aus *Arbeitspaket 1* und *2* nicht entsprechen. Aufbauend auf den verbleibenden Materialien erfolgt in *Arbeitspaket 4* eine theoretische Variantenuntersuchung. Aus dieser gehen zwei Varianten hervor, die für den thermisch entkoppelten Druckanschluss geeignet sind.

Im experimentellen Teil (*Arbeitspakete 5, 6, 9 und 11*) sind die beiden Ausführungsvarianten der Stützenanschlüsse einem umfangreichen Versuchsprogramm unterzogen worden (*Arbeitspaket 6*). Die Baustoffkenngrößen (*Arbeitspaket 5*) sind parallel zu den Versuchen getestet worden. Die ausschließlich statischen Traglastversuche wurden sowohl kleinmaßstäblich für Teilbereiche des Stützenanschlusses als auch am einbetonierten Stützenanschluss im Maßstab 1:1 durchgeführt. Diese Traglastversuche dienten in erster Linie der Findung ausreichend tragfähiger Stützenanschlusssysteme. Eine Optimierung im Hinblick auf die Tragfähigkeit des gefundenen Stützenanschlusses erfolgte nach der numerischen Modellierung der Versuche in *Arbeitspaket 9*. Weitere Traglastversuche am Stützenanschluss wurden zur Verifizierung des im analytischen Teil der Arbeit entwickelten Bemessungskonzeptes durchgeführt (*Arbeitspaket 11*).

Die rechnergestützten Modelle (*Arbeitspakete 7, 8 und 10*) dienen der Untersuchung des statischen Tragverhaltens sowie der Ermittlung der bauphysikalischen Eigenschaften der Stützenanschlüsse. Finite-Elemente (FE)-Modelle dienen einerseits der Vorhersage der Versagensarten (z.B. Druckversagen im Stützenanschluss, Überschreitung der ertragbaren Materialspannungen im Stützenanschluss) sowie der Festlegung des Belastungsniveaus in den Bauteilversuchen, andererseits der Optimierung der Form der Stützenanschlüsse. Darüber hinaus werden die FE-Modelle zur Überprüfung des analytischen Bemessungskonzeptes verwendet. Die bauphysikalischen Modelle dienen in erster Linie der Ermittlung der wärmetechnischen Kennwerte. Der analytische Teil (*Arbeitspaket 10*) umfasst die Entwicklung eines Bemessungskonzeptes. Dieses Bemessungskonzept muss alle möglichen Versagensarten berücksichtigen sowie eine zuverlässige Vorhersage der Versagenslast ermöglichen.

Ergebnisse

Die Anforderungen an den thermisch entkoppelten Stützenanschluss im Hinblick auf die einzelnen bauphysikalischen Einflüsse Brand, Wärme, Feuchte, Licht und Schall wurden zusammengestellt. Als wesentlich zeigte sich insbesondere die Vorgabe, dass das Bauelement in den tragenden Teilen aus „nichtbrennbaren“ Materialien bestehen muss. Zugleich ist es für eine erfolgreiche Anwendung in der Praxis erforderlich, dass der Stützenanschluss nicht nur weniger Wärmeverluste erzeugt als eine durchgehende Stahlbetonstütze, sondern auch weniger Wärmeverluste erzeugt, als die konstruktive Lösung mit Dämmung am Stützenkopf. Hinsichtlich der Einhaltung der bauphysikalischen Anforderungen Feuchte, Licht und Schall ergeben sich keine weiteren Vorgaben für das Bauelement.

In diesem Forschungsvorhaben werden nur ausgesteifte Gebäude behandelt, die im Rahmen des üblichen Hochbaus liegen, daher ist höchstens eine Flächenlast von $5,0 \text{ kN/m}^2$ gestattet. Grundsätzlich lässt sich keine erforderliche Traglast als quantitativer Wert festlegen, daher wurde das Ziel der Erreichung der Tragfähigkeit des Stahlbetonquerschnittes ausgegeben. Für die Bemessung des Stützenanschlusses bei biegesteif mit den Decken verbundenen Stützen ist es notwendig ein Spannweitenverhältnisses von $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$, eine maximale Spannweite von 7,5 m und eine von den Außenabmessungen der Stütze abhängigen dazugehörigen erforderlichen Deckenstärke einzuhalten. Für andere statische Systeme mit Unterzügen und/oder Konsolen ergeben sich die Belastungen aus der Statik und die Stützen werden nicht pauschal als Pendelstützen berechnet, wie dies bei Stützen, die monolithisch an Flachdecken angeschlossen sind, gängige Baupraxis ist. Ferner ist der Stützenanschluss für eine horizontale Last für den Lastfall Anprall auszulegen.

Die identifizierten Materialien wurden anhand von statischen, bauphysikalischen und ökonomischen Kriterien bewertet. Als geeignete Materialien für den Stützenanschluss erwiesen sich hierbei Leichtbeton und ultrahochfester Beton. Darauf aufbauend wurden theoretische Varianten zur Ausbildung des Stützenanschlusses entwickelt, anhand eines Bewertungsschemas einander gegenübergestellt und hierdurch die beiden geeignetsten Varianten identifiziert. In der einen Variante erfolgt die Übertragung der Druckkraft mithilfe eines vollflächigen Leichtbetonelements und in der anderen Variante wird der Stützenanschluss aus einem quadratischen UHPC-Hohlprofil gebildet. Beide Varianten der Stützenanschlüsse (vollflächiger Leichtbeton sowie quadratisches UHPC-Hohlprofil) wurden in einem umfangreichen Versuchsprogramm hinsichtlich des Tragverhaltens analysiert. Zusammenfassend wurden die Ausmitte der Normalkraft, der kritische Bereich unterhalb des Leichtbetonelements sowie verschiedene Betondruckfestigkeiten variiert. Die Versuche mit einem UHPC-Hohlprofil verliefen nicht erfolgreich und somit wurde diese Variante nicht weiter verfolgt.

Mithilfe eines FE-Modells zur thermischen Modellierung konnte der Wärmedurchgangskoeffizient λ für den Stützenanschluss bestimmt und demjenigen der konstruktiven Lösung mit Dämmung am Stützenkopf gegenübergestellt werden. Es zeigte sich, dass z. T. erhebliches Einsparpotential vorhanden ist und der Wärmeverlust an der Wärmebrücke gegenüber der konstruktiven Lösung signifikant verringert werden kann. Hierbei sind Einsparpotentiale von bis 50 % gegenüber den Wärmeverlusten der konstruktiven Lösung möglich.

Die Nachrechnung der Versuche zeigte, dass die FE-Modellierung hinsichtlich der Tragfähigkeit, der Verformung, des Rissbildes und der Dehnung der Bewehrung gut mit den Versuchen übereinstimmt. Mithilfe dieses FE-Modells zur Traglastberechnung, mit dem eine zuverlässige Vorhersage der Versagenslast ermöglicht wird, wurde ein Bemessungsansatz entwickelt, der möglichst einfach in der Anwendung ist. Parameterstudien zeigten, dass nur der Bewehrungsgrad, die Betondruckfestigkeit und die Außenabmessung der Stütze unter den untersuchten Parametern einen wesentlichen Einfluss auf den Ausnutzungsgrad der Querschnittstragfähigkeit besitzen. Der über den Bemessungsvorschlag ermittelte Abminderungsfaktor η wird mit der Querschnittstragfähigkeit der Stahlbetonstütze multipliziert und ergibt die Tragfähigkeit des Stützenanschlusses. Die sich so ergebenden Tragfähigkeiten können schnell und einfach ermittelt werden und sind nachweislich auf der sicheren Seite.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der neuartige Stützenanschluss, bestehend aus einem Leichtbetonelement mit einer kreisrunden Rüttelöffnung (75 mm) und einem horizontalen Bügel auf halber Höhe, eine hohe Tragfähigkeit aufweist, kostengünstig ist und zugleich die punktuelle Wärmebrücke maßgeblich reduziert. Aus diesen Gründen wird mit einer zeitnahen Umsetzung der Forschungsergebnisse in ein zugelassenes Bauprodukt gerechnet.

Eckdaten

Kurztitel: Thermisch entkoppelte Stützenanschlüsse

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

Gesamtkosten: 183.130,16€

Anteil Bundeszuschuss: 118.130,16€

Projektlaufzeit: 24 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:

Bild 1: Gesamtablaufschema.jpg / Bildunterschrift: Ablaufschema des Forschungsprojekts

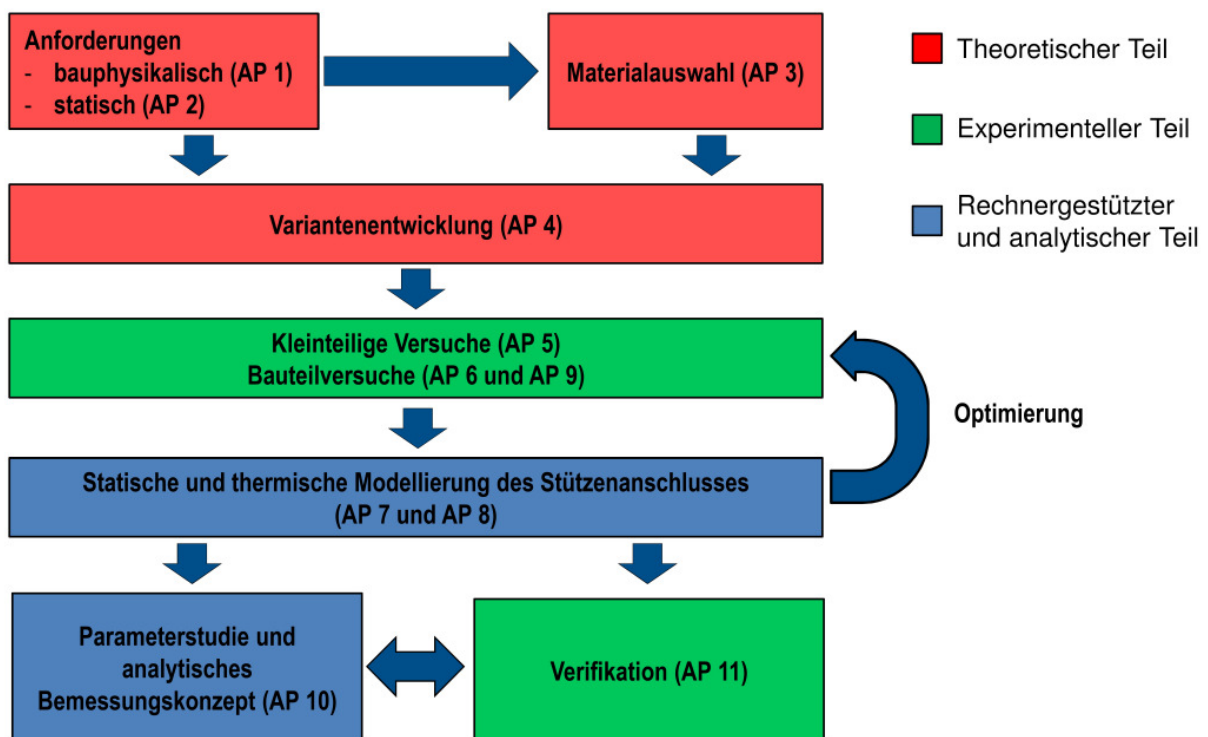
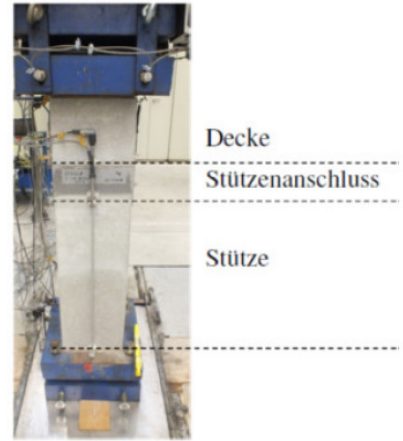
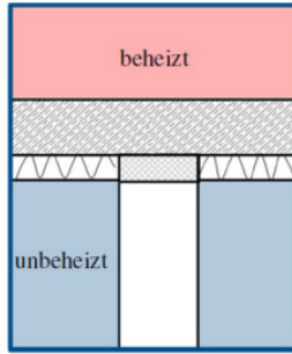


Bild 2: Übersicht.jpg / Bildunterschrift: Übersicht



Zukunft Bau

KURZBERICHT zum BBSR-Forschungsvorhaben

Titel

Langfassung Titel: Entwicklung thermisch entkoppelter Druckanschlüsse für Stahlbetonstützen

Ausgangslage

Im Zuge der steten Verschärfung der Energie-Einspar-Verordnung (EnEV) ist bei Neubauten eine weitere Verbesserung der Gebäudehülle im Hinblick auf den Wärmedurchgang erforderlich. Um dies zu erreichen, müssen die wärmedämmenden Eigenschaften der Einzelbauteile verbessert werden. Dies führt zu einem zunehmend größeren Einfluss der Wärmebrücken auf den Gesamtwärmeverlust des Gebäudes. Eine Vermeidung oder Reduzierung dieser Wärmebrücken kann erheblich dazu beitragen, eine Erhöhung der Gebäudequalität zu erreichen und somit den künftigen Anforderungen an energieeffizientes Bauen gerecht zu werden. Darüber hinaus stellen höhere Oberflächentemperaturen ein behaglicheres Raumklima sowie den Schutz der Bausubstanz und der Bewohner sicher (Schimmelpilzfreiheit). Zur Minimierung von Wärmebrücken im Bereich von überwiegend auf Biegung und Querkraft beanspruchten Stahlbetonanschlüssen, wie z.B. Kragplattenanschlüsse, gibt es bereits entwickelte Lösungen verschiedener Firmen. Technologischer Vorreiter ist hierbei die Firma Schöck Bauteile GmbH, mit der auch dieses Forschungsvorhaben umgesetzt wird. Gegenwärtig existiert jedoch noch keine fertige Lösung für eine ausreichende thermische Entkopplung des Druckanschlusses von Stahlbetonstützen. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, die wissenschaftlichen Grundlagen zur Entwicklung und Einführung thermisch entkoppelter Anschlüsse für Stahlbetonstützen zu erarbeiten und die Machbarkeit anhand erster Prototypen aufzuzeigen. Der zu entwickelnde Stützenanschluss soll eine ausreichende thermische Entkopplung der Stahlbetonstütze (im Bereich kalter Außenluft) von der Stahlbetondecke (warmer Innenraum) ermöglichen und gleichzeitig hohe Normalkräfte übertragen. Solche Anschlüsse können einen wesentlichen Beitrag zur Energieeinsparung und Senkung der Lebenszykluskosten liefern, ohne architektonische Einschränkungen zu erzeugen. Das Hauptanwendungsgebiet des Stützenanschlusses wird bei Wohn- und Bürogebäuden mit Tiefgaragen gesehen.

Gegenstand des Forschungsvorhabens

Der Forschungsansatz gliedert sich im Wesentlichen in drei Teilbereiche: den theoretischen Teil, den experimentellen Teil und die rechnergestützte Modellierung mit dem analytischen Teil.

Im theoretischen Teil (Arbeitspakete 1 bis 4) werden die Grundlagen für thermisch entkoppelte Druckanschlüsse von Stahlbetonstützen (kurz: Stützenanschlüsse) auf Basis umfangreicher Studien erarbeitet. In *Arbeitspaket 1* werden die bauphysikalischen Einflüsse Brand, Wärme, Feuchte, Licht und Schall untersucht und sich ergebende Anforderungen an den Stützenanschluss zusammengestellt. Hierbei ergeben sich insbesondere Vorgaben für die für den Stützenanschluss zu verwendenden Materialien. Die statischen Auswirkungen der thermisch entkoppelten Stützenanschlüsse auf unterschiedliche Stützen-Decken-Systeme sind in *Arbeitspaket 2* ermittelt worden. Die Stützenanschlüsse sollen darüber hinaus aus gestalterischen Gründen dieselben Außenabmessungen haben, wie die weiterführenden Stützen, daher können nur Materialien verwendet werden, die eine über der Be-

tonfestigkeit der Stützen liegende Druckfestigkeit besitzen. Im Hochbau ist es weiterhin häufig nicht möglich, gleiche Stützweiten und -raster für die Decke über unbeheizten Bereichen (z.B. Parkdecks) zu realisieren. Aus einer numerischen Untersuchung ist erkennbar, dass es Einschränkungen im Hinblick auf die statischen Systeme geben müsse und die Tragfähigkeit des Stützenanschlusses auf die Querschnittstragfähigkeit der weiterführenden Stahlbetonstütze zu beziehen ist. Thermisch entkoppelte Druckanschlüsse werden in der Literatur bislang nicht behandelt, daher dient eine Literaturrecherche (*Arbeitspaket 3*) in erster Linie der Materialienfindung. Im Anschluss wurden die Materialien identifiziert und ausgeschlossen, die den Anforderungen aus *Arbeitspaket 1* und *2* nicht entsprechen. Aufbauend auf den verbleibenden Materialien erfolgt in *Arbeitspaket 4* eine theoretische Variantenuntersuchung. Aus dieser gehen zwei Varianten hervor, die für den thermisch entkoppelten Druckanschluss geeignet sind.

Im experimentellen Teil (*Arbeitspakete 5, 6, 9 und 11*) sind die beiden Ausführungsvarianten der Stützenanschlüsse einem umfangreichen Versuchsprogramm unterzogen worden (*Arbeitspaket 6*). Die Baustoffkenngrößen (*Arbeitspaket 5*) sind parallel zu den Versuchen getestet worden. Die ausschließlich statischen Traglastversuche wurden sowohl kleinmaßstäblich für Teilbereiche des Stützenanschlusses als auch am einbetonierten Stützenanschluss im Maßstab 1:1 durchgeführt. Diese Traglastversuche dienten in erster Linie der Findung ausreichend tragfähiger Stützenanschlusssysteme. Eine Optimierung im Hinblick auf die Tragfähigkeit des gefundenen Stützenanschlusses erfolgte nach der numerischen Modellierung der Versuche in *Arbeitspaket 9*. Weitere Traglastversuche am Stützenanschluss wurden zur Verifizierung des im analytischen Teil der Arbeit entwickelten Bemessungskonzeptes durchgeführt (*Arbeitspaket 11*).

Die rechnergestützten Modelle (*Arbeitspakete 7, 8 und 10*) dienen der Untersuchung des statischen Tragverhaltens sowie der Ermittlung der bauphysikalischen Eigenschaften der Stützenanschlüsse. Finite-Elemente (FE)-Modelle dienen einerseits der Vorhersage der Versagensarten (z.B. Druckversagen im Stützenanschluss, Überschreitung der ertragbaren Materialspannungen im Stützenanschluss) sowie der Festlegung des Belastungsniveaus in den Bauteilversuchen, andererseits der Optimierung der Form der Stützenanschlüsse. Darüber hinaus werden die FE-Modelle zur Überprüfung des analytischen Bemessungskonzeptes verwendet. Die bauphysikalischen Modelle dienen in erster Linie der Ermittlung der wärmetechnischen Kennwerte. Der analytische Teil (*Arbeitspaket 10*) umfasst die Entwicklung eines Bemessungskonzeptes. Dieses Bemessungskonzept muss alle möglichen Versagensarten berücksichtigen sowie eine zuverlässige Vorhersage der Versagenslast ermöglichen.

Ergebnisse

Die Anforderungen an den thermisch entkoppelten Stützenanschluss im Hinblick auf die einzelnen bauphysikalischen Einflüsse Brand, Wärme, Feuchte, Licht und Schall wurden zusammengestellt. Als wesentlich zeigte sich insbesondere die Vorgabe, dass das Bauelement in den tragenden Teilen aus „nichtbrennbaren“ Materialien bestehen muss. Zugleich ist es für eine erfolgreiche Anwendung in der Praxis erforderlich, dass der Stützenanschluss nicht nur weniger Wärmeverluste erzeugt als eine durchgehende Stahlbetonstütze, sondern auch weniger Wärmeverluste erzeugt, als die konstruktive Lösung mit Dämmung am Stützenkopf. Hinsichtlich der Einhaltung der bauphysikalischen Anforderungen Feuchte, Licht und Schall ergeben sich keine weiteren Vorgaben für das Bauelement.

In diesem Forschungsvorhaben werden nur ausgesteifte Gebäude behandelt, die im Rahmen des üblichen Hochbaus liegen, daher ist höchstens eine Flächenlast von $5,0 \text{ kN/m}^2$ gestattet. Grundsätzlich lässt sich keine erforderliche Traglast als quantitativer Wert festlegen, daher wurde das Ziel der Erreichung der Tragfähigkeit des Stahlbetonquerschnittes ausgegeben. Für die Bemessung des Stützenanschlusses bei biegesteif mit den Decken verbundenen Stützen ist es notwendig ein Spannweitenverhältnisses von $0,5 \leq l_1/l_2 \leq 2,0$, eine maximale Spannweite von 7,5 m und eine von den Außenabmessungen der Stütze abhängigen dazugehörigen erforderlichen Deckenstärke einzuhalten. Für andere statische Systeme mit Unterzügen und/oder Konsolen ergeben sich die Belastungen aus der Statik und die Stützen werden nicht pauschal als Pendelstützen berechnet, wie dies bei Stützen, die monolithisch an Flachdecken angeschlossen sind, gängige Baupraxis ist. Ferner ist der Stützenanschluss für eine horizontale Last für den Lastfall Anprall auszulegen.

Die identifizierten Materialien wurden anhand von statischen, bauphysikalischen und ökonomischen Kriterien bewertet. Als geeignete Materialien für den Stützenanschluss erwiesen sich hierbei Leichtbeton und ultrahochfester Beton. Darauf aufbauend wurden theoretische Varianten zur Ausbildung des Stützenanschlusses entwickelt, anhand eines Bewertungsschemas einander gegenübergestellt und hierdurch die beiden geeignetsten Varianten identifiziert. In der einen Variante erfolgt die Übertragung der Druckkraft mithilfe eines vollflächigen Leichtbetonelements und in der anderen Variante wird der Stützenanschluss aus einem quadratischen UHPC-Hohlprofil gebildet. Beide Varianten der Stützenanschlüsse (vollflächiger Leichtbeton sowie quadratisches UHPC-Hohlprofil) wurden in einem umfangreichen Versuchsprogramm hinsichtlich des Tragverhaltens analysiert. Zusammenfassend wurden die Ausmitte der Normalkraft, der kritische Bereich unterhalb des Leichtbetonelements sowie verschiedene Betondruckfestigkeiten variiert. Die Versuche mit einem UHPC-Hohlprofil verliefen nicht erfolgreich und somit wurde diese Variante nicht weiter verfolgt.

Mithilfe eines FE-Modells zur thermischen Modellierung konnte der Wärmedurchgangskoeffizient λ für den Stützenanschluss bestimmt und demjenigen der konstruktiven Lösung mit Dämmung am Stützenkopf gegenübergestellt werden. Es zeigte sich, dass z. T. erhebliches Einsparpotential vorhanden ist und der Wärmeverlust an der Wärmebrücke gegenüber der konstruktiven Lösung signifikant verringert werden kann. Hierbei sind Einsparpotentiale von bis 50 % gegenüber den Wärmeverlusten der konstruktiven Lösung möglich.

Die Nachrechnung der Versuche zeigte, dass die FE-Modellierung hinsichtlich der Tragfähigkeit, der Verformung, des Rissbildes und der Dehnung der Bewehrung gut mit den Versuchen übereinstimmt. Mithilfe dieses FE-Modells zur Traglastberechnung, mit dem eine zuverlässige Vorhersage der Versagenslast ermöglicht wird, wurde ein Bemessungsansatz entwickelt, der möglichst einfach in der Anwendung ist. Parameterstudien zeigten, dass nur der Bewehrungsgrad, die Betondruckfestigkeit und die Außenabmessung der Stütze unter den untersuchten Parametern einen wesentlichen Einfluss auf den Ausnutzungsgrad der Querschnittstragfähigkeit besitzen. Der über den Bemessungsvorschlag ermittelte Abminderungsfaktor η wird mit der Querschnittstragfähigkeit der Stahlbetonstütze multipliziert und ergibt die Tragfähigkeit des Stützenanschlusses. Die sich so ergebenden Tragfähigkeiten können schnell und einfach ermittelt werden und sind nachweislich auf der sicheren Seite.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der neuartige Stützenanschluss, bestehend aus einem Leichtbetonelement mit einer kreisrunden Rüttelöffnung (75 mm) und einem horizontalen Bügel auf halber Höhe, eine hohe Tragfähigkeit aufweist, kostengünstig ist und zugleich die punktuelle Wärmebrücke maßgeblich reduziert. Aus diesen Gründen wird mit einer zeitnahen Umsetzung der Forschungsergebnisse in ein zugelassenes Bauprodukt gerechnet.

Eckdaten

Kurztitel: Thermisch entkoppelte Stützenanschlüsse

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

Gesamtkosten: 183.130,16€

Anteil Bundeszuschuss: 118.130,16€

Projektlaufzeit: 24 Monate

BILDER/ ABBILDUNGEN:

Bild 1: Gesamtablaufschema.jpg / Bildunterschrift: Ablaufschema des Forschungsprojekts

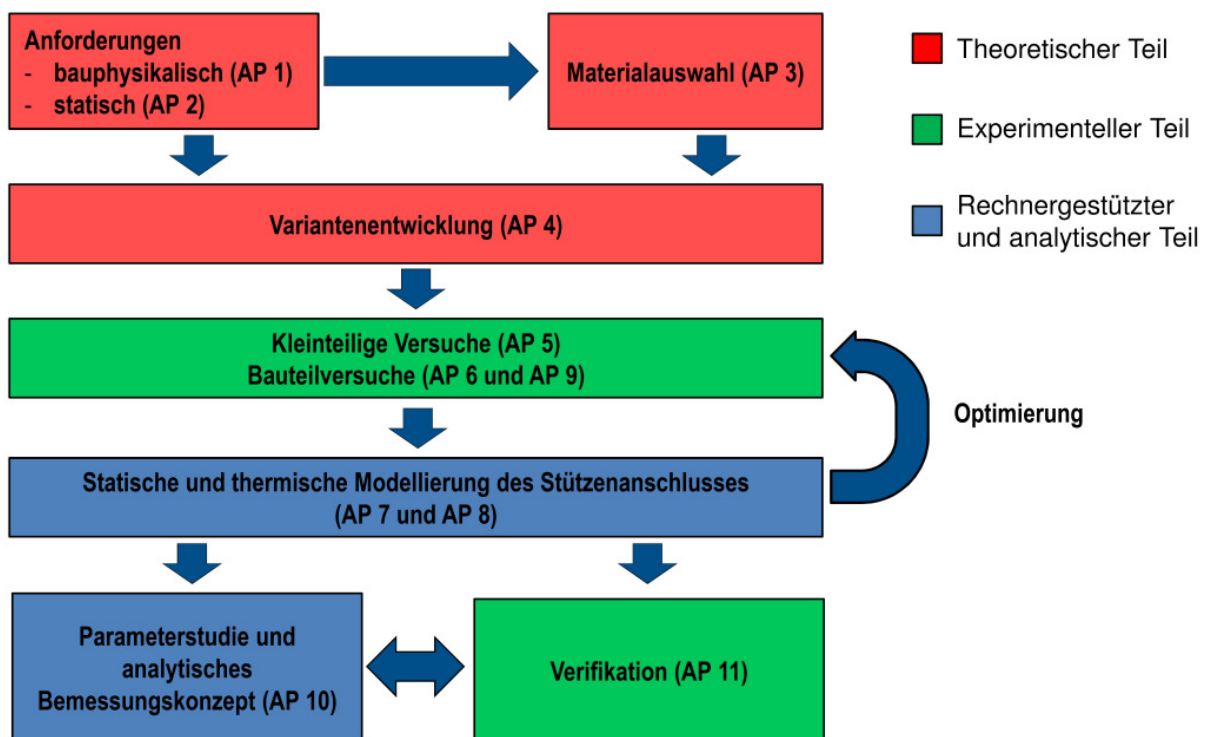


Bild 2: Übersicht.jpg / Bildunterschrift: Übersicht

