

2024 BetonKalender

Sonderdruck

Tragende wärme- und
schallgedämmte
Bauteilanschlüsse und
Querkraftdorne

Martin Fenchel, Marc Müller
Daniela Kiefer, Michael Kämmerer
und Sebastian Hauswaldt

VI Tragende wärme- und schallgedämmte Bauteilanschlüsse und Querkraftdorne

Martin Fenchel, Marc Müller, Daniela Kiefer,
Michael Kämmerer und Sebastian Hauswaldt

Inhaltsverzeichnis

- 1 Einleitung 463**
- 2 Anschlüsse mit Wärmedämmung – Platten 463**
 - 2.1 Anwendungsbereich 463
 - 2.2 Konstruktive Durchbildung 464
 - 2.3 Statische Nachweise 465
 - 2.4 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit 465
 - 2.5 Brandschutz 465
 - 2.6 Schwingungen, Erdbeben 467
 - 2.7 Wärmeschutz 467
 - 2.8 Trittschallschutz 468
 - 2.9 Produkte der Hersteller/Anbieter 469
 - 2.9.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH 469
 - 2.9.2 Produkte aller Hersteller mit gültigen abZ/aBG, ETA, BTZ 469
- 3 Anschlüsse mit Wärmedämmung – Stützen und Wände 469**
 - 3.1 Allgemeines 469
 - 3.2 Wärmedämmende Stützenanschlüsse 471
 - 3.2.1 Anwendungsbereich 471
 - 3.2.2 Ausführung 471
 - 3.2.3 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (Spannungen, Rissbreiten, Verformungen) 472
 - 3.2.4 Statischer Nachweis 472
 - 3.2.5 Brandschutz 475
 - 3.2.6 Erdbeben 476
 - 3.2.7 Wärmeschutz 476
 - 3.2.8 Produkte der Hersteller/Anbieter 477
 - 3.2.8.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH (Regelwerk) 477
 - 3.2.8.2 Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich 477
 - 3.3 Wärmedämmende Wandanschlüsse 477
 - 3.3.1 Historie 477
 - 3.3.2 Anwendungsbereich 477
 - 3.3.3 Ausführung 478
 - 3.3.4 Statischer Nachweis, Steifigkeiten und Zwang aus Temperatur 478
 - 3.3.5 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (Verformungen, Risse) 479
 - 3.3.6 Brandschutz 479
 - 3.3.7 Erdbeben 479
 - 3.3.8 Wärmeschutz 479
 - 3.3.9 Produkte der Hersteller/Anbieter 480
 - 3.3.9.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH 480
 - 3.3.9.2 Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich 480
- 4 Treppenanschlüsse 481**
 - 4.1 Allgemeines/Anwendungsbereich 481
 - 4.2 Trittschallschutz 482
 - 4.3 Brandschutz 482
 - 4.4 Anschlussvarianten 482
 - 4.4.1 Podest/Platte an Treppenhauswand mit Konsolaufleger 482
 - 4.4.1.1 Anwendungsbereich 482
 - 4.4.1.2 Konstruktive Durchbildung 483
 - 4.4.1.3 Statischer Nachweis 483
 - 4.4.1.4 Produkte der Hersteller/Anbieter 483
 - 4.4.2 Dornsysteme: Podest, Platte, Treppe an Wand 483
 - 4.4.2.1 Anwendungsbereich 483
 - 4.4.2.2 Konstruktive Durchbildung 484
 - 4.4.2.3 Statischer Nachweis 485
 - 4.4.2.4 Produkte der Hersteller/Anbieter 485
 - 4.4.3 Treppenlauf an Podest mit gerader Fuge 486
 - 4.4.3.1 Anwendungsbereich 486
 - 4.4.3.2 Konstruktive Durchbildung 486
 - 4.4.3.3 Statischer Nachweis 486
 - 4.4.3.4 Produkte der Hersteller/Anbieter 487
 - 4.4.4 Treppenlauf an Podest oder Geschossdecke mit Betonkonsole 487
 - 4.4.4.1 Anwendungsbereich 487
 - 4.4.4.2 Konstruktive Durchbildung 488
 - 4.4.4.3 Statischer Nachweis 488
 - 4.4.4.4 Produkte der Hersteller/Anbieter 488
 - 4.4.5 Sonstige Produkte 488
- 5 Querkraftdorne 489**
 - 5.1 Allgemeines/Anwendungsbereich 489
 - 5.2 Produktgruppen 489
 - 5.2.1 Einzelschubdorne 489
 - 5.2.2 Schwerlastdorne 490
 - 5.2.3 Querkraftdorne für nicht vorwiegend ruhende Lasten 491
 - 5.2.4 Längs- und querverschiebbliche Dorne 491
 - 5.3 Statische Nachweise 491
 - 5.3.1 Ablauf der Bemessung 491
 - 5.3.2 Nachweis gegen Betonkantenbruch 492
 - 5.3.3 Nachweis gegen Stahlversagen 492
 - 5.3.4 Querkrafttragfähigkeit der Platte 492
 - 5.3.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit 493
 - 5.4 Konstruktive Durchbildung 493
 - 5.4.1 Anordnung von Dehnfugen 493
 - 5.4.2 Fugenbreite 493
 - 5.4.3 Einbau 494
 - 5.5 Brandschutz 495
 - 5.6 Produkte der Hersteller/Anbieter 495
 - 5.6.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH 495
 - 5.6.2 Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeitsnachweis 495
- Literatur 496**

1 Einleitung

Tragende wärme- und schalldämmte Bauteilanschlüsse werden in der Regel verwendet, um außenliegende Bauteile (z. B. Balkonplatten) an das Gebäude anzuschließen. Der Anschlussbereich liegt dabei in der Ebene der thermischen Gebäudehülle. Neben der Sicherstellung der Standsicherheit vermeiden die Bauteilanschlüsse unnötige Heizwärmeverluste und CO₂-Emissionen, indem sie die durch den Anschluss entstandene Wärmebrückenwirkung minimieren. Ungedämmte Wärmebrücken führen zu einer lokalen Absenkung der inneren Oberflächentemperaturen, was Schimmelbildung und Tauwasserausfall in Wohnräumen verursachen kann. Die Notwendigkeit zur Einhaltung eines ausreichenden Wärme- und Feuchteschutzes wird baurechtlich durch entsprechende Anforderungen in den einschlägigen baurechtlichen Regelwerken berücksichtigt. Wichtige nationale baurechtliche Regelwerke zum Wärme- und Feuchteschutz von Bauteilanschlüssen sind

D: Gebäudeenergiegesetz (GEG) [1], DIN 4108 Wärmeschutz im Hochbau [2],
 A: ÖNORM B 8110 [3], OIB-Richtlinie 6 [4],
 CH: SIA 180 [5].

Tragende schalldämmte Bauteilanschlüsse sind in der Regel trittschalldämmte Anschlüsse von Massivtreppen in Mehrfamilienhäusern. Da die Einhaltung des Schallschutzes in Gebäuden zum Wohnkomfort und Gesundheitsschutz beiträgt, ist die Trittschallübertragung von Bauteilanschlüssen zu minimieren. Wichtige baurechtliche Regelwerke zum Trittschallschutz von Bauteilanschlüssen sind

D: DIN 4109 [6],
 A: ÖNORM B 8115 [7], OIB-Richtlinie 5 [8],
 CH: SIA 181 [9].

Für die meisten tragenden wärme- und schalldämmten Bauteilanschlüsse und Querkraftdorne sind keine Technischen Baubestimmungen vorhanden.

Auf dem europäischen Markt werden technische Anforderungen an tragende wärme- und schalldämmte Bauteilanschlüsse und Querkraftdorne durch Europäische Bewertungsdokumente EAD (European Assessment Document) geregelt und können durch die Erlangung einer Europäischen Technischen Bewertung ETA (European Technical Assessment) im gesamten Europäischen Wirtschaftsraum vertrieben werden.

Für die Verwendung in Deutschland ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/allgemeine Bauartgenehmigung (abZ/aBG) oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) kombiniert mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung (aBG) zwingend notwendig. In Österreich kann die Verwendbarkeit der Bauteilanschlüsse und Querkraftdorne durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) nachgewiesen werden.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BaupVO) in Form des schweizeri-

schen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

Eine Produktübersicht aller bauaufsichtlich eingeführten Systeme für tragende wärme- und schalldämmende Bauteilanschlüsse und Querkraftdorne auf dem deutschen und österreichischen Markt findet sich im jeweiligen Abschnitt.

2 Anschlüsse mit Wärmedämmung – Platten

2.1 Anwendungsbereich

Balkone und Loggien finden seit jeher als stilistisches Element in der Architektur ihre Anwendung. Im 19. Jahrhundert trat, ausgelöst durch die Urbanisierung, der Balkon an die Stelle des privaten Gartens. Somit trägt der Balkon zur Steigerung des Wohnwerts im städtischen Raum bei. Der Laubengang, als eine Sonderform des Balkons, dient zur Erschließung einzelner Wohneinheiten und ist zusätzlich ein Ort für nachbarschaftliche Kommunikation. In den meisten Fällen erfüllt er die Aufgabe eines Flucht- und Rettungswegs. Balkone, Loggien und Laubengänge zählen zu den kritischen Wärmebrücken eines Gebäudes. Um gesundheitliche Beeinträchtigungen zu vermeiden, ist der Wärme- und Feuchteschutz einzuhalten. Zur Minimierung der Wärmebrücken und Reduktion der Schallbrücken werden tragende Wärme- und Trittschalldämmelemente eingesetzt. Sie vermindern den Wärmedurchgang, schließen das Bauteil statisch sicher an die Deckenkonstruktion an und vermindern die Schallübertragung. Gleiches gilt für den Anschluss einer Attika oder Brüstung auf einem Flachdach, sodass hier ebenfalls ein tragendes Wärmedämmelement eingeplant werden sollte.

In der Regel bestehen Balkone in Deutschland, Österreich und der Schweiz aus Stahlbeton. Diese werden als Voll- oder Halbfertigteile bzw. in Ortbetonbauweise hergestellt. Des Weiteren existieren Produktlösungen für die thermische Trennung von Balkonen aus Stahl bzw. Holz an Stahlbetondecken und Stahlbalkonen an Stahlkonstruktionen. Die Materialwahl des Balkons wirkt sich je nach Klimabedingungen auf die Dauerhaftigkeit der Konstruktion aus. In Meeresnähe ist ein erhöhter Korrosionsschutz für Stahlkonstruktionen gefordert.

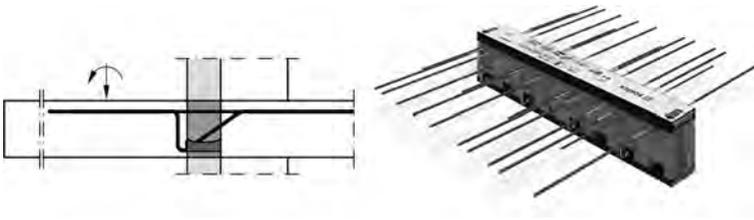


Bild 1. Frei auskragender Balkenanschluss (Beispiel: Schöck Isokorb® XT Typ K; weitere Hersteller s. Tabelle 2)



Bild 2. Anschluss mit Höhenversatz nach oben (Beispiel: Schöck Isokorb® XT Typ K-O; weitere Hersteller s. Tabelle 2)

2.2 Konstruktive Durchbildung

Tragende Wärmedämmelemente bestehen aus einem Dämmkörper zur Minderung des Wärmedurchgangs und aus hochtragfähigen Elementen, welche die außenliegende Platte mit der Deckenplatte verbinden und dadurch die Lastweiterleitung vom Balkon zur Decke sicherstellen. In der Regel bilden diese tragenden Elemente in der Dämmfuge ein Fachwerk aus Stabelementen. Verschiedene Ausführungen dieses Stabwerks sind in den einzelnen Produkten vorhanden:

- a) Zur Weiterleitung der Zug- und Querkräfte werden Stahlstäbe verwendet, die die Kräfte über Verbund in die angrenzenden Bauteile weiterleiten. Die Querkraftstäbe sind geneigte Stäbe innerhalb der Dämmfuge. Die Druckkräfte werden entweder durch Betondrucklager aus hochfestem faserverstärkten Beton oder Stahlrucklager über Flächenpressung in den angrenzenden Beton abgegeben (Bild 1).
- b) Zugstäbe und Querkraftstäbe verankern mit Kopfbolzen die jeweiligen Kräfte im Beton. Somit wird die Verankerungslänge deutlich reduziert und ein Einbau in Unterzüge oder Wände ist einfacher möglich. Diese Systeme kommen häufig bei Anschlüssen mit unterschiedlichen Höhen von Balkonplatte und Deckplatte zum Einsatz (Bild 2).
- c) Druckstäbe können durch Stoßverbindungen den Druck in den Beton übertragen.
- d) Quer- und Druckkräfte werden über ein Druckschublager aus hochfestem faserverstärkten Beton übertragen. Die Zugkräfte werden auch hier mittels Stahlstäben übertragen.
- e) Anstelle von Stahlstäben können auch Stäbe aus Glasfaserverbundwerkstoff eingesetzt werden. Die

Übertragung der Zugkräfte in das angrenzende Bauteil erfolgt auch hier über Verbund.

- f) Im Gegensatz zum Fachwerkmodell gibt es tragende Wärmedämmelemente gemäß Vierendeelträger-Prinzip. Idealerweise ist dies ein Träger aus zusammenhängenden rechteckigen Rahmenkonstruktionen, deren Ecken biegesteif ausgeführt werden. Diese Rahmenkonstruktion besteht aus U-förmigen nichtrostenden Stahlblechprofilen mit angeschweißten Betonrippenstahlbügeln und überträgt wechselwirkend auftretende Momente und Querkräfte.
 - g) Ein weiteres System sind tragende Wärmedämmelemente mit Stahlschubplatten. Bei dieser Ausführung wird eine Edelstahlplatte zwischen den Zug- und Druckstäben beidseitig steif angeschweißt. Damit wird ein I-Profil nachgebildet und die Kraftübertragung erfolgt äquivalent; die Momente werden wechselwirkend über die Stäbe (Profilmantel) übertragen und die Querkraft über die Schubplatte (Profilmantel). Nichtrostender Stahl wird aufgrund seines hohen Korrosionswiderstands und seines im Vergleich zu Schwarzstahl um ca. 70 % reduzierten Wärmedurchgangskoeffizienten eingesetzt. Zur Sicherstellung der Korrosionsfreiheit ist er beidseitig über die Dämmfuge hinaus mindestens 100 mm in den angrenzenden Beton einzubinden.
- Die Dämmstärke der Anschlüsse liegt in der Regel zwischen 80 und 120 mm, höhere Dämmstärken bis 160 mm sind möglich. Aufgrund des modularen Aufbaus der Elemente können Plattenanschlüsse für Deckenstärken von 160 bis 500 mm realisiert werden.
- Die Herstellung der Stahlbetonplatten kann in Fertigteil-, Halbfertigteil- und in Ortbetonbauweise erfolgen. Für Fertigteil- und Ortbetonbauweise können dieselben Produkte verwendet werden, da jeweils in einem Betoniervorgang über die gesamte Anschlusshöhe vergossen wird. Anschlüsse für Halbfertigteilbauweise sind hingegen modular aufgebaut: Im Fertigteilwerk wird nur der untere, druck- und querkraftübertragende Teilbereich des Anschlusselements anbetoniert. Auf der Baustelle werden dann entsprechend der gewünschten Plattendicke der mittlere Dämmteil und das zugkraftübertragende Oberteil auf das Anschlusselement aufgesetzt und anschließend die Decken- und/oder Balkonplatte vergossen.
- Eine Erweiterung des Anwendungsbereichs stellen Produkte für die nachträgliche Montage bei Bestandsgebäuden und die bauzeitenflexible Montage bei Neu-

bauten dar. Im ersten Fall wird zunächst in der Bestandsdeckenplatte mithilfe einer Schablone vorgebohrt und anschließend das Anschlusselement mit seinen Bewehrungsstäben mittels eines Mörtelsystems eingeklebt. Im zweiten, einfacheren Fall werden die benötigten Aussparungen für die Bewehrungsstäbe bereits bei der Betonage der Deckenplatte mittels spezieller Aussparungselemente mit strukturierter Formgebung hergestellt. Zu einem späteren Zeitpunkt kann dann der Fertigbalkon mit integriertem Wärmedämmelement und Bewehrung in die Aussparungen eingeschoben und vergossen werden. Bei Verwendung hochfester Mörtel kann der Balkon bereits nach zwei Tagen belastet werden.

2.3 Statische Nachweise

Tragende Wärmedämmelemente sind Verbindungselemente zum Anschluss bewehrter Platten aus Normalbeton nach DIN EN 206 [11]. In der Regel sind sie für die Übertragung statischer und quasi-statischer Einwirkungen von einer lastabgebenden zu einer lastaufnehmenden Stahlbetonplatte ausgelegt. Für Außenbauteile ist eine Mindestfestigkeitsklasse von C25/30 und für Innenbauteile eine Mindestfestigkeitsklasse von C20/25 einzuhalten. Je nachdem, ob die angeschlossene Platte frei auskragend oder gestützt ausgeführt wird, werden von den Herstellern entsprechend optimierte Anschlüsse für Querkräfte oder eine Kombination von Biegemomenten und Querkräften angeboten.

Für tragende Wärmedämmelemente ist eine statische Bemessung erforderlich. Aufgrund der gewünschten thermischen Optimierung der Produkte, welche durch Verwendung hoch tragfähiger Komponenten erreicht wird, resultieren im Übergang zwischen Element und angrenzender Platte sehr hohe lokale Spannungen, sodass das Tragverhalten in diesem Bereich nicht mehr rechnerisch, sondern nur noch versuchstechnisch ermittelbar ist. Darüber hinaus ist noch der statische Nachweis der Weiterleitung der Kräfte in den Stahlbetonplatten zu führen.

Hilfestellung bieten dabei typengeprüfte Bemessungstabellen der Hersteller, die im Optimalfall nicht nur die Tragfähigkeit der Produkte und der unmittelbar angrenzenden Bereiche behandeln, sondern darüber hinaus auch Aussagen zur bauseitigen Bewehrung treffen. Im Einzelnen ist eine bauseitige Bewehrung zur Druckkräfteinleitung von auftretenden Rand- und Spaltzugkräften zu bemessen sowie eine Mindestanschlussbewehrung im Zugbereich zu beachten. Je nach Konstruktion und Einbindung der tragenden Elemente in den Beton kann eine zusätzliche bauseitige Bewehrung erforderlich werden. Für weitere Details zu den Nachweisen muss aufgrund der Vielzahl an unterschiedlichen Produktkonzepten auf die technischen Informationen der Hersteller verwiesen werden.

Neben der statischen Berechnung ist für tragende Wärmedämmelemente ein Ermüdungsnachweis in der Dämmfuge zu führen. Dies ist dadurch begründet,

dass sich die außenliegende Platte durch Sonneneinstrahlung ausdehnt und durch Kälteeinwirkung zusammenzieht. Die Platte im Innenbereich unterliegt diesen Temperaturschwankungen nicht, wodurch die einzelnen Tragelemente des Anschlusselements quer zu ihrer Achse zyklisch ausgelenkt werden. Diese Auslenkung ist umso größer, je höher die Temperaturdifferenz zwischen den Platten ist und je weiter entfernt vom Verformungsnullpunkt der äußeren Platte das einzelne Tragelement liegt. Diesem Mechanismus wird im Rahmen des europäischen Prüfverfahrens nach EAD 050001-01-0301 [12] Rechnung getragen, indem die klimatischen Schwankungen über eine Lebensdauer von 50 Jahren durch unterschiedliche Auslenkungen und dazugehörige Lastwechselzahlen der Anschlusselemente in einem Ermüdungsversuch simuliert werden (für Details zum Lastkollektiv s. a. 3.3.4). Die hierdurch ermittelten Dehnfugenabstände der jeweiligen Elemente sind gemäß den bauaufsichtlichen Nachweisen, ETAs bzw. nationalen Zulassungen in der Planung einzuhalten. Da die Ermüdungsbeanspruchung der einzelnen Tragelemente im Wesentlichen von ihrer jeweiligen Schiefstellung abhängt (und nicht von ihrer absoluten horizontalen Auslenkung), sind bei Anschlüssen hoher Dämmstärke in der Regel größere Dehnfugenabstände zulässig.

2.4 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit

Rissbreitennachweise an der Stirnseite der Fuge und im Kräfteinleitungsbereich sind nicht erforderlich, wenn die Regelungen der jeweiligen ETA bzw. nationalen Zulassung eingehalten werden. Hierfür ist in der Regel die Anordnung von Steckbügeln notwendig, sollten diese nicht bereits im Produkt integriert sein. Zur Beschränkung der Durchbiegung bei Kragplattenanschlüssen kann eine Überhöhung bei der Ausführung sinnvoll sein. Die Hersteller geben für ihre Produkte entsprechende Empfehlungen hinsichtlich Überhöhung sowie Kennwerte für Dreh- und Senkfedersteifigkeiten an.

2.5 Brandschutz

Die Mindestanforderung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Plattenanschlüssen ergibt sich aus der Gebäudeklasse (GK), der Gebäudeart und der Lage des Plattenanschlusses im Gebäude.

Balkone und Laubengänge sind offene Konstruktionen, die sich vor der Außenwand befinden. In Deutschland werden daher keine Anforderungen an die Feuerwiderstandsklasse dieser Konstruktionen gestellt, da sie nicht zur Standsicherheit des Gebäudes beitragen. Sie werden dementsprechend von den Anforderungen der MBO [13] § 27 „Tragende Wände, Stützen“ und § 31 „Decken“ ausgenommen. Auch in Österreich und in der Schweiz sind die Anforderungen gering, jedoch müssen Balkone ab GK 4 in Österreich nichtbrennbar oder 30 min tragfähig sein.

Tabelle 1. Brandschutzanforderungen an Plattenanschlüsse von Geschossdecken

	GK 2	GK 3	GK 4	GK 5	Hochhaus
Deutschland	feuerhemmend	feuerhemmend	hochfeuerhemmend	feuerbeständig	feuerbeständig (bzw. F 120, wenn > 60 m Höhe) und nichtbrennbar
Österreich	REI 30	REI 60	REI 60	REI 90	REI 90 und A 2
	Gebäude geringer Höhe (≤ 11 m)		Gebäude mittlerer Höhe (≤ 30 m)		Hochhaus < 100 m
Schweiz	REI 30 und RF 3		REI 60 und RF 3		REI 90 und RF 1

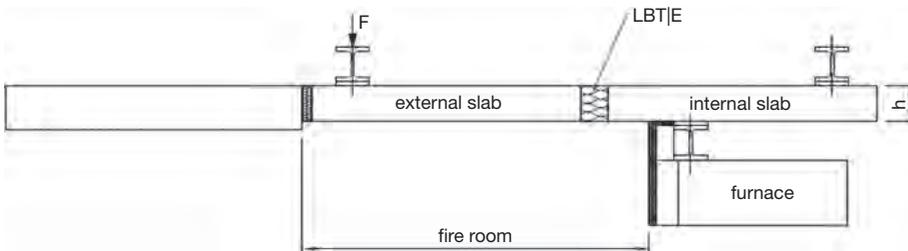


Bild 3. Typischer Versuchsaufbau für eine Brandbeanspruchung von unten

Wesentlich kritischer sind Bodenplatten von Wintergärten und Loggien zu bewerten, bei denen die Balkonkonstruktion „derart verkleidet bzw. eingehaust ist, dass sich die Balkone defacto nicht mehr vor, sondern hinter der Außenwand befinden. In diesem Fall gleichen sie [...] einem ‚Erker‘; der Boden des einzelnen Balkons stellt dann praktisch eine ‚Verlängerung der Geschossdecke‘ bis zur Außenwand dar“ [14]. Die Erleichterungen für Balkone gelten in diesem Fall also nicht und die geforderte Feuerwiderstandsfähigkeit von Bodenplatte und Plattenanschlüssen sollte derjenigen der anschließenden Geschossdecken entsprechen (s. Tabelle 1).

An Balkone und Laubengänge werden jedoch Anforderungen gestellt, wenn die Flächen „der Personenrettung dienen“ (Formulierung der LBO Berlin und Bayern) bzw. es sich um „notwendige Flure“ (Formulierung der anderen Bundesländer) handelt. Auch in diesem Fall wird üblicherweise die gleiche Feuerwiderstandsfähigkeit wie für Geschossdecken gefordert. Allerdings handelt es sich weiterhin um offene Konstruktionen; somit muss nur die Tragfähigkeit, nicht aber der Raumabschluss nachgewiesen werden.

Ist aufgrund der baulichen Situation die Möglichkeit des Brandgriffs eingeschränkt, da beispielsweise die Außenwand unterhalb des Laubengangs keine Öffnungen aufweist, aus denen Flammen schlagen können, so kann im Brandschutzkonzept mit Verweis auf die nach deutscher MBO niedrigeren Anforderungen an Treppen in Deutschland „feuerhemmend“ gefordert werden.

Im Rahmen der EAD 050001-01-030 [12] wird für die Bestimmung der Feuerwiderstandsfähigkeit von Balkonen und Laubengängen auf die Brandprüfnorm DIN EN 1365-5 [15] für Balkone und auf

DIN EN 1365-2 [16] für Plattenanschlüsse von Decken verwiesen. Die Brandprüfnorm für Balkone wird jedoch selten angewendet, da an Balkone im Sinne der MBO keine Brandschutzanforderungen gestellt werden.

Feuerwiderstandsprüfungen nach DIN EN 1365-2 [16] zur Ermittlung der Feuerwiderstandsfähigkeit tragender Plattenanschlüsse werden öfter durchgeführt. Als Prüfkonstruktion wird bei dieser Feuerwiderstandsprüfung ein Plattenanschluss zwischen einer Massivdecke und einer auskragenden Massivdeckenplatte untersucht. Diese Deckenanschlüsse werden vor und während der Brandprüfung mechanisch belastet und von unten oder oben brandbeansprucht, wie in Bild 3 dargestellt.

Auf diese Weise wird die Branddauer ermittelt, während der Tragfähigkeit und Raumabschluss gegeben sind. Auf Grundlage der Prüfergebnisse kann eine ETA (European Technical Assessment) erstellt werden. Darüber hinaus werden für die bauordnungsrechtliche Anwendbarkeit in der Schweiz Zulassungen des Verbands Kantonalen Feuerversicherungen (VKF) und in Deutschland allgemeine Bauartgenehmigungen (aBG) gefordert. Allgemeine Bauartgenehmigungen für Plattenanschlüsse werden durch das DIBt unter dem Geschäftszeichen 15.7-xxx unter Angabe der Feuerwiderstandsfähigkeit für raumabschließende Bauteile, der einseitigen Brandbeanspruchung und einer maximal zulässigen Einwirkung bei außergewöhnlichen Bemessungssituationen erteilt.

Häufig wird von Planern eine höhere Feuerwiderstandsfähigkeit der Plattenanschlüsse gefordert bzw. privatwirtschaftlich vereinbart, als notwendig ist. Dies kann beispielsweise geschehen, wenn nicht bekannt ist, dass übliche Balkone ohne Feuerwiderstandsfähigkeit

angewendet werden dürfen, oder die Befestigung der Bodenplatte eines offenen, notwendigen Flurs an tragenden, aber nicht raumabschließenden Anschlüssen ausreichend ist.

Dies führt dazu, dass die Auswahl an anwendbaren Plattenanschlüssen aufgrund der geforderten Feuerwiderstandsfähigkeit kleiner ist als für die Sicherstellung einer ausreichenden Brandsicherheit notwendig.

2.6 Schwingungen, Erdbeben

Begehbare freiauskragende Balkone können durch Gehen oder Hüpfen zum Schwingen angeregt werden. Die Begrenzung der Schwingungsanfälligkeit gehört zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit. Der Trend führt zu immer weiter auskragenden und filigraneren Balkonen, die aufgrund ihrer Geometrie zwangsläufig schwingungsanfälliger sind. Eine normative Regelung zur personeninduzierten Schwingungsbegrenzung von auskragenden und mit einem tragenden Wärmedämmelement verbundenen Balkonplatten gibt es in Deutschland, Österreich und der Schweiz bisher nicht. In der DIN EN 1992-1-1 [17] sind keine Nachweisverfahren zur Berechnung dieser dynamischen Belastung beschrieben. Die Fachliteratur empfiehlt, die Eigenfrequenz des Bauteils als Messwert heranzuziehen. Gemäß dem Stand der Technik sollte die Eigenfrequenz des Balkons größer als 7,5 Hz sein. Durch diese Frequenzabstimmung lässt sich das Zusammenreffen von Bauteileigenfrequenz und möglichen personeninduzierten Erregerfrequenzen (Resonanzfall) vermeiden. Das menschliche Empfinden für mechanische Schwingungen ist subjektiv. Unter Einhaltung des gängigen Grenzwerts von 7,5 Hz werden sie in der Regel als nicht störend empfunden.

Die Eigenfrequenz des Bauteils ist von der Steifigkeit der gesamten Tragkonstruktion inkl. der Anschlussseigenschaft und der deckenseitigen Konstruktion sowie von der Belastung abhängig. Bislang wird seitens der Hersteller das Schwingungsverhalten einer Kragplatte auf Basis von maximalen Auskragslängen berücksichtigt, die über einen konservativen Ansatz ermittelt werden. Dieser konservative Ansatz betrachtet bei Kragplatten nur die statische Höhe, sodass die Erhöhung der Plattenstärke die einzige Maßnahme ist, um größere Auskragslängen zu realisieren. Zur detaillierten Betrachtung des Grenzzustands werden produktspezifische Drehfedersteifigkeiten als Eingangsparameter für die FE-Programme benötigt. Neben der statischen Höhe ist die Drehfedersteifigkeit sowohl von den tragenden Komponenten des Wärmedämmelements als auch von der tatsächlichen Belastung abhängig. Je nach gewähltem Typ und Tragstufe des tragenden Wärmedämmelements kann die Drehfedersteifigkeit des Anschlusses um mehr als das 40-Fache variieren. Erst mit der produktspezifischen Anschlusssteifigkeit ist eine zuverlässige Prognose über das Schwingungsverhalten möglich. Bei der Verwendung von produktspezifischen Werten sind größere

Auskragslängen bei gleichbleibender Plattenstärke durch bewusste Wahl von Anschlusselementen mit höherer Drehfedersteifigkeit möglich.

Bei tragenden Wärmedämmelementen muss auch der außergewöhnliche Bemessungslastfall Erdbeben in den betreffenden Regionen für Balkone nachgewiesen werden. Die Bemessung erfolgt gemäß DIN EN 1998-1 [18] in Verbindung mit dem jeweiligen Nationalen Anhang des Landes. Für den Plattenanschluss mit einem tragenden Wärmedämmelement gibt es in der ETA und in der aBG (für Deutschland) zusätzliche Regelungen.

Balkone gelten im Sinne der Erdbebenanalyse als „nichttragende Bauteile“, da sie weder Teil der aussteifenden Gebäudestruktur sind noch aufgrund ihres geringen Gewichts im Verhältnis zur Gebäudemasse einen relevanten Einfluss darauf haben.

Die Lasten, die durch die Erdbebeneinwirkung entstehen, können als statische oder quasistatische Einwirkungen betrachtet werden. Sie unterteilen sich in eine horizontale statische Ersatzlast F_a nach Gl. (1)

$$F_a = \frac{S_{ap,R}}{2,5} \cdot \gamma_I \cdot S \cdot \left[A_a \cdot \left(1 + \frac{z}{H} \right) - 0,5 \right] \cdot m_a \cdot \frac{\gamma_a}{q_a} \quad (1)$$

und eine vertikale statische Ersatzlast F_{av} nach Gl. (2)

$$F_{av} = 2,5 \cdot a_{vg} \cdot S_v \cdot m_a \quad (2)$$

Die weitere Bemessung des Plattenanschlusses mit einem tragenden Wärmedämmelement erfolgt nach den allgemeinen Regeln der DIN EN 1990 [19] und DIN EN 1992-1-1 [17]. Hierbei wird für die Bestimmung des Bemessungswerts der Erdbebeneinwirkung der Kombinationsbeiwert ψ für die veränderliche Einwirkung vereinfacht mit $\psi_{E,i} = \psi_i \cdot \gamma_i = 1,0 \cdot 0,3 = 0,3$ verwendet. Die Einwirkungen E sind jedoch wechselwirkende Lasten. Sie sind daher in alle drei Richtungen x , y , z zu berücksichtigen und in Kombination zueinander zu bewerten. Die maßgebende Einwirkungskombination ergibt sich somit aus:

$$1,0 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z$$

$$0,3 \cdot E_x + 1,0 \cdot E_y + 0,3 \cdot E_z$$

$$0,3 \cdot E_x + 0,3 \cdot E_y + 1,0 \cdot E_z$$

Die Schnittgrößen aus der maßgebenden Kombination der Erdbebenkräfte werden der ständigen und vorübergehenden Bemessungssituation des Plattenanschlusses gegenübergestellt. Dies kann zu einer abweichenden Typenwahl bei den tragenden Wärmedämmelementen führen.

2.7 Wärmeschutz

Aus der Perspektive des Wärmeschutzes werden Plattenanschlüsse und die damit entstehenden Wärmebrücken unter zwei Aspekten betrachtet. Einerseits werden die zusätzlichen Wärmeverluste in der Gebäudabilanzierung berücksichtigt und müssen somit aus energetischer Sicht weitestgehend reduziert werden.

Andererseits dürfen die Oberflächentemperaturen an der Innenseite des Anschlussdetails kein Schimmelpilzwachstum begünstigen oder gar zu Tauwasserausfall führen.

Wärmebrücken werden hauptsächlich in den europäischen Normen EN ISO 10211 [20], EN ISO 13788 [21] und EN ISO 14683 [22] behandelt. In den einzelnen Ländern gibt es länderspezifische Anpassungen bzw. weitere ergänzende Normen. Der zusätzliche Wärmeverlust an einer Wärmebrücke wird allgemein durch den längenbezogenen Wärmedurchgangskoeffizienten ψ in $W/(m \cdot K)$ ausgedrückt. Dieser ist nicht nur vom Aufbau des Anschlusslements abhängig, sondern auch von der Konstruktion des gesamten Anschlussdetails und kann in 2D oder 3D mit der Finite-Differenzen-Methode (FDM) oder der Finite-Elemente-Methode (FEM) berechnet werden. Um die Anwendung in der Praxis zu vereinfachen und die zuverlässige Vergleichbarkeit verschiedener Anschlusslemente zu ermöglichen, beschreibt das EAD 050001-01-0301 [12] die Berechnung eines äquivalenten Wärmedurchlasswiderstands R_{eq} (berücksichtigt die Dicke des tragenden Wärmedämmelements) und der äquivalenten Wärmeleitfähigkeit λ_{eq} (geometrieunabhängig) für das jeweilige Produkt. Der sogenannte (Oberflächen-)Temperaturfaktor f_{Rsi} nach EN ISO 13788 ist ein Maß für die Temperatur einer Innenoberfläche in Relation zu Raum- und Außenlufttemperatur. Da ab 80 % relativer Luftfeuchte an der Innenoberfläche Schimmelpilzwachstum begünstigt wird, wird durch einen zu erreichenden Mindestwert $f_{Rsi,min}$ die Anforderung an die Wärmebrücke definiert.

In Deutschland können Wärmebrücken in der Bilanzierung gemäß Gebäudeenergiegesetz (GEG) pauschal über einen Gesamtzuschlag, eine detaillierte Berechnung oder eine Kombination aus beidem betrachtet werden. Durch das umfangreiche Beiblatt 2 zur DIN 4108 [23] sind Konstruktionen auch ohne Berechnung zu ermitteln. Gemäß DIN 4108-2 [2] muss bei $-5^\circ C$ Außentemperatur, $+20^\circ C$ Raumlufttemperatur und 50 % relative Feuchte ein $f_{Rsi,min}$ von 0,7 bzw. eine minimale Oberflächentemperatur von $12,6^\circ C$ erreicht werden.

In Österreich können gemäß ÖNORM B 8110-6-1 [3] Wärmebrücken ebenfalls über einen Gesamtzuschlag bilanziert werden. Die genaue Ermittlung des Wärmebrückenzuschlags kann durch Pauschalwerte für einzelne Wärmebrücken ([3], Tabelle 1) ergänzt werden. In der Planungsphase ist auch die Abschätzung über einen prozentualen Wert ([3], 5.3.2) möglich. Gemäß ÖNORM B 8110-2 Anhang A ist der Temperaturfaktor $f_{Rsi,min}$ auf der sicheren Seite liegend wie in Deutschland auf 0,7 festgesetzt.

In der Schweiz legt die SIA 380/1 [24] das Gebäudebilanzierungsverfahren fest. Beim Einzelbauteilnachweis sind Obergrenzen für ψ -Werte festgelegt (z. B. $0,3 W/(m \cdot K)$ für Auskragungen in Form von Platten). Beim Systemnachweis müssen Wärmebrücken einzeln bilanziert werden. ψ -Werte können detailliert berechnet, aus allgemeinen Katalogen oder von Herstelleran-

gaben übernommen werden. Das Bundesamt für Energie (BFE) stellt dafür z. B. den „Wärmebrückenkatalog“ [25] zur Verfügung. Solange übliche Raumbedingungen eingehalten werden, müssen $f_{Rsi,min}$ -Werte gemäß SIA 180 [5] Anhang F ortsabhängig nachgewiesen werden.

Grundsätzlich ist es bei der Gebäudebilanzierung so, dass Pauschalwerte für den Wärmebrückenzuschlag aus den jeweiligen Länder-Normen auf der sicheren Seite liegen und damit die pauschale Betrachtung gegenüber einer detaillierten Berechnung benachteiligen, da bei der pauschalen Betrachtung ein höherer Sicherheitszuschlag berücksichtigt werden muss.

Unabhängig von Landesgrenzen stellen verschiedene Hersteller vorberechnete Details mit ψ -Werten und teilweise auch mit f_{Rsi} -Werten zur Verfügung. Die Anzahl der Varianten und damit die mögliche Übereinstimmung mit dem konkreten Ausführungsdetail schwankt je nach Hersteller. Viele Hersteller veröffentlichen λ_{eq} -Werte für ihre Produkte und ermöglichen damit Bauphysikern die zielorientierte und zuverlässige Ermittlung der Wärmebrückenwerte ψ und f_{Rsi} mit ihrer eigenen Software.

2.8 Trittschallschutz

Neben der Hauptfunktion der Wärmedämmung ergeben sich beim Anschluss von Balkon- und insbesondere Laubengangplatten auch Anforderungen an den Trittschallschutz. Da Laubengänge außenliegende Treppen darstellen, gelten für Laubengänge im Wesentlichen dieselben baurechtlichen Anforderungen wie für Treppen in Mehrfamilienhäusern.

In Deutschland und in Österreich sind die Anforderungen an den Trittschallschutz von Balkonen baurechtlich relevant und in DIN 4109-1 [6] bzw. OIB-Richtlinie 5 [8] geregelt.

Um die Anforderungen an den Trittschallschutz von Balkon- und Laubengangplatten bereits in der Planungsphase berücksichtigen zu können, bedarf es geeigneter Prognoseverfahren und, als Eingangsgrößen für die Prognose, zuverlässiger Trittschall-Kennwerte der Anschlusslemente.

Seit Anfang 2022 liegt nun mit der überarbeiteten Version 01 des EAD für Balkonanschlüsselemente erstmalig ein detailliert beschriebenes Standardprüfverfahren zur Messung der Trittschall-Kennwert von Balkonanschlüsselementen vor (EAD 050001-01-0301 [12]). Mit diesem neuen EAD-Prüfverfahren ist es erstmals möglich, Trittschall-Kennwerte von unterschiedlichen Typen und Herstellern miteinander zu vergleichen. Gleichzeitig dienen diese als verlässliche Eingangswerte für die rechnerische Prognose des Trittschallschutzes von Balkonen und Laubengängen an Gebäuden in der Planungsphase.

Hierbei ist der maßgebende Trittschall-Kennwert nach EAD 050001-01-0301 [12] die sogenannte „bewertete Trittschall(pegel)minderung ΔL_w “. Dieser Kennwert dient nicht nur zum verlässlichen Vergleich der trittschalldämmenden Eigenschaften verschiede-

ner Balkonanschlusselemente, sondern ist gleichzeitig auch die Eingangsgröße für die Prognoseberechnung des Trittschallschutzes von Balkonen und Laubengängen in Analogie zum Deckenverfahren nach DIN EN ISO 12354-2:2017 [26].

2.9 Produkte der Hersteller/Anbieter

2.9.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

In Deutschland gilt für bauliche Anlagen und Bauprodukte die Musterbauordnung (MBO [13]) vom 25.09.2020. Für Plattenanschlüsse, die national geregelt und Ü-gekennzeichnet werden, gilt für deren Verwendbarkeit die MBO, § 16b und § 17. Für Plattenanschlüsse, die CE-gekennzeichnet werden (nach Bauproduktenverordnung (BauPVO) Nr. 305/2011 vom 09.03.2011), gilt die MBO, § 16c, d. h., die erklärten Leistungen nach ETA müssen die Bauwerksanforderungen nach MBO erfüllen.

Gemäß MBO, § 3 sind bei der Errichtung, Änderung und Instandhaltung von baulichen Anlagen die Grundanforderungen an Bauwerke gemäß BauPVO Anhang I zu berücksichtigen. In der Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) Teil A und Teil B werden diese konkretisiert und die technischen Regeln für die Planung, Bemessung und Ausführung angegeben.

Thermisch getrennte Plattenanschlüsse sind nicht in der MVV TB enthalten und gehören somit zu den Bauprodukten ohne Technische Baubestimmung und ohne anerkannte Regel der Technik (MBO, § 17, (1), 1.), für die ein Verwendbarkeitsnachweis (allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ)) erforderlich ist. Für Bauarten ist nach MBO, § 16a, (2) eine Bauartgenehmigung oder vorhabenbezogene Bauartgenehmigung erforderlich. Eine Europäische Technische Bewertung (ETA) ist eine dokumentierte Bewertung der Leistungen eines thermisch getrennten Plattenanschlusses, auf deren Grundlage Hersteller eine Leistungserklärung erstellen und die Bauprodukte mit dem CE-Zeichen kennzeichnen dürfen. Anwendungsbereich sowie Vorgaben zur Planung, Bemessung und Ausführung für thermisch getrennte Plattenanschlüsse, für die eine ETA erteilt wurde, sind durch eine allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) bzw. alternativ durch eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung zu regeln.

Ob das eingeplante Produkt über die zuvor benannten erforderlichen bauaufsichtlichen Nachweise verfügt – entweder abZ und aBG oder ETA und aBG – ist durch den Planer bei der Planung und durch den Bauunternehmer vor dem Einbau zu prüfen.

Für den österreichischen Markt sind die Regelungen der ETA ausreichend für die Verwendung als thermisch tragendes Bauteil.

Nationale Zulassungen in Deutschland und Österreich werden erteilt, wenn Hersteller keinen Vertrieb außerhalb des Landes anstreben. ETA bzw. nationale Zulassungen können vom Deutschen Institut für Bautechnik

DIBt bzw. dem Österreichischen Institut für Bautechnik OIB erteilt werden.

2.9.2 Produkte aller Hersteller mit gültigen abZ/aBG, ETA, BTZ

Am Markt verfügbare Wärmedämmelemente für Platten sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

3 Anschlüsse mit Wärmedämmung – Stützen und Wände

3.1 Allgemeines

Im Gegensatz zu Plattenanschlüssen, die vorwiegend durch Biegung und Querkraft beansprucht werden, sind Produktlösungen für tragende wärmedämmende Anschlüsse von Stützen und Wänden erst seit kurzer Zeit am Markt verfügbar. Grund hierfür sind die signifikant höheren Normalkräfte aufgrund der Vertikallasten von Gebäuden, welche mit wärmedämmenden Anschlüssen lange Zeit nicht in befriedigendem Maße übertragen werden konnten.

Bei der bislang üblichen Ausführung von Wänden und Stützen mit einem durchbetonierten Anschluss zur Decke führen die resultierenden Wärmebrücken zu hohen Energieverlusten von bis zu 10% des Heizenergiebedarfs moderner Gebäude und sind damit für ca. 40% ihrer Wärmebrückenverluste verantwortlich. Gleichzeitig besteht die Gefahr von Bauschäden durch Tauwasser oder Schimmelpilzbildung aufgrund lokal geringerer Oberflächentemperaturen im beheizten Bereich. Eine zusätzliche Flankendämmung kann zwar Abhilfe schaffen, ist jedoch unter räumlichen, gestalterischen, aber auch wirtschaftlichen Gesichtspunkten nicht optimal.

Moderne Produkte lösen diese Problematik mit Spezialbetonen und/oder hochfester nichtrostender Bewehrung. Bei den Betonkomponenten kommen entweder ultrahochfeste Elemente mit reduzierter Querschnittsfläche oder Hochleistungsleichtbetone mit reduzierter Wärmeleitfähigkeit zum Einsatz. Bei den Wandanschlüssen wird zudem das Konzept eines segmentierten Linienanschlusses verwendet, d. h., eine in Abhängigkeit der erforderlichen Traglast mehr oder weniger dichte Aneinanderreihung punktueller Anschlüsse entlang der Wand. Weiterhin muss beim Einsatz gegebenenfalls zwischen dem Einbau auf oder unter der Decke unterschieden werden, da der bautechnische Ablauf jeweils unterschiedliche Anforderungen stellt.

Ein Hauptanwendungsbereich liegt in der wärmetechnischen Entkopplung zwischen Unter- und Erdgeschoss. Insbesondere beim Einsatz in Tiefgaragen unter Wohn- und Bürogebäuden müssen erhöhte Anforderungen an den Brandschutz und, aufgrund der Gefahr des Tausalzeintrags, an die Korrosionsbeständigkeit erfüllt werden.

Tabelle 2. Tragende Wärmedämmelemente für Platten mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen

Handelsname des Bauprodukts/Zulassungsgegenstand	Hersteller/Antragsteller	Produktbewertung/ Zulassung, ausgestellt von	Nationale Bauart- genehmigung, ausgestellt von
Stahlbetonbalkon an Stahlbetonplatte			
Schöck Isokorb® mit Druckelementen aus Beton oder Stahl	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	ETA-17/0261, DIBt	Z-15.7-338, DIBt
Anschluss von Stahlbetonplatten an Stahlbetonplatten mittels Schöck Isokorb® RT Typ K/Q/Q-P für den nachträglichen Einbau im Bestand und Neubau	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	ETA-17/0261, DIBt	Z-15.7-297, DIBt
Plattenanschluss ISOPRO IP und ISOMAXX IM	PohlCon GmbH Nobelstraße 51 12057 Berlin	ETA-17/0466, DIBt	Z-15.7-354, DIBt
Halfen-ISO-Element HIT-HP/HIT-SP	Leviat GmbH Liebigstraße 14 40764 Langenfeld	ETA-18/0189, DIBt	–
Max Frank Egcobox MM/ML/MXL/MXXL	Max Frank GmbH & Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing	ETA-19/0046, DIBt	–
Schöck Isokorb® zum Anschluss von Stahlbetonplatten	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-239, DIBt	
Schöck IDock® für nachträgliche Plattenanschlüsse mit Schöck Isokorb® Ausführungsvariante ID	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-317, DIBt	
Schöck Isokorb® CXT/CT mit Betondrucklager und Combar® Zugstab für tragende wärmedämmende Verbindungen von Stahlbetonplatten	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-320, DIBt	
Anschlusselement ISOPRO IPT und ISOMAXX IMT für tragende wärmedämmende Verbindungen von Stahlbetonplatten	PohlCon GmbH Nobelstraße 51 12057 Berlin	Z-15.7-243, DIBt	
Anschlusselement ISOPRO für tragende wärmedämmende Verbindungen von Stahlbetonplatten	PohlCon GmbH Nobelstraße 51 12057 Berlin	Z-15.7-331, DIBt	
AVI-Thermokorb® TK, AVI-Thermokorb® TKQ, AVI-Thermokorb® XII-TK, AVI-Thermokorb® SL-TK Dämmelemente mit durchgehender Bewehrung	Alpenländische Veredelungs-Industrie GmbH Gustinus-Ambrosi-Straße 1–3 8074 Raaba-Grambach, Österreich	R-2.1.8-19-1174, BauCertSteiermark	
Isitherm – Anschlusselement; Tragendes und wärmedämmendes Element für die thermische Trennung von Bauteilen aus Stahlbeton	Hutter & Schrantz AG Großmarktstraße 7 1230 Wien, Österreich	BTZ-0031, OIB	
Stahlbalkon an Stahlbetonplatte			
Schöck Isokorb T/XT Typ SK/SQ zum Anschluss von Stahlbetonträgern an Stahlbetonplatten	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-292, DIBt	
Schöck Isokorb® RT Typ SK/SQ für den nachträglichen Einbau im Bestand und Neubau zum Anschluss von Stahlträgern an Stahlbetonplatten	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-298, DIBt	
Halfen-Iso-Element HIT-HP/SP Typ SDV/SMV/SZV zum Anschluss von Stahlträgern an Stahlbetonplatten	Leviat GmbH Liebigstraße 14 40764 Langenfeld	Z-15.7-336, DIBt	
Anschluss ISOPRO Typ SBM und SBQ	PohlCon GmbH Nobelstraße 51 12057 Berlin	Z-15.7-313, DIBt	

Wir schließen die letzte große Wärmebrücke.

SCONNEX® REDUZIERT DIE WÄRMEBRÜCKE AN WAND UND STÜTZE.

Das innovative Produktprogramm meistert bisher ungelöste Herausforderungen beim energieeffizienten Bauen. Schöck Sconnex® setzt auf bewährte Technologie, reduziert vertikale Wärmebrücken und erhöht den Gestaltungsfreiraum, für eine Zukunft ohne Flankendämmung.
www.schoeck.com/de/sconnex

Hugo Hens

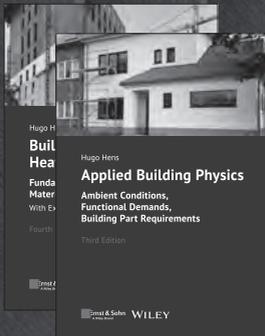
Building Physics – Heat, Air and Moisture

Fundamentals, Engineering Methods, Material Properties. With Exercises.

- combines theory with typical building engineering practice
- equally suitable as a textbook and for practitioners
- with solved problems and examples
- author with solved problems and examples

This book deals with heat air and moisture transport in building structures and whole buildings with a focus on applications in planning practice for energy-saving and sustainable buildings. It has been completely revised and expanded for the new edition.

Available as a package with
Building Physics

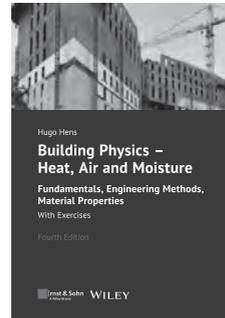


ORDER

+49 (0)30 470 31-236

marketing@ernst-und-sohn.de

www.ernst-und-sohn.de/en/3422



4. edition · 9/2023 · approx. 384 pages ·
approx. 31 figures · approx. 18 tables

Softcover

ISBN 978-3-433-03422-4 approx. € 69*

eBundle (Print + ePDF)

ISBN 978-3-433-03429-3 approx. € 99*

PACKAGE

Building Physics

+ Applied Building Physics

ISBN 978-3-433-03433-0 approx. € 119*

eBundle (Print + ePDF) PACKAGE

ISBN 978-3-433-03434-7 approx. € 179*

Available for pre-order.

3.2 Wärmedämmende Stützenanschlüsse

Schöck® Sconnex® Typ P

Sconnex® Typ P (Bild 4) ist Stand 2022 der einzige am Markt verfügbare tragende und wärmedämmende Stützenanschluss mit einem Verwendbarkeitsnachweis in Deutschland. Die zweiteilige Systemlösung besteht aus einem Leichtbetonelement mit Combar®-Bewehrungsstäben und zentrischer Rüttelöffnung (Part C) sowie einem direkt angrenzenden Bewehrungselement aus nichtrostendem Stahl (Part T), welches durch seine Umschnürungswirkung die schadenfreie Lastweiterleitung vom Leichtbeton in die Stütze sicherstellt. Der Anschluss ist feuerbeständig (R 90) und im eingebauten Zustand nichtbrennbar.

3.2.1 Anwendungsbereich

Grundanforderungen und Annahmen für den Entwurf

Die Produktlösung ist geregelt für die Anwendung bei Stahlbetonstützen entsprechend DIN EN 1992-1-1 [27, 28] in horizontal ausgesteiften Systemen unter statischen oder quasistatischen Einwirkungen. Die anzuschließenden Stahlbetonbauteile aus Normalbeton nach DIN EN 206 [11] müssen einer Festigkeitsklasse von mindestens C25/30 und höchstens C50/60 entsprechen und eine Rohdichte zwischen 2000 und 2600 kg/m³ aufweisen.

Der Einbau erfolgt zentrisch am Stützenkopf als Verbindung zwischen Stütze und Decke. Stand 2022 ist der Einsatz am Stützenfuß noch nicht zugelassen; eine diesbezügliche Erweiterung der Zulassung wird für Anfang 2024 erwartet. Sconnex® Typ P ist zur Übertragung von Druckkräften mit und ohne Exzentrizität geeignet. Die Combar® Stäbe dienen als konstruktive Bewehrung und Einbauhilfe; aufgrund ihrer kurzen Verankerungslänge können keine planmäßigen Zugkräfte übertragen werden. Weiterhin sind planmäßige Horizontalkräfte mit Ausnahme von Fahrzeuganprall auszuschließen.

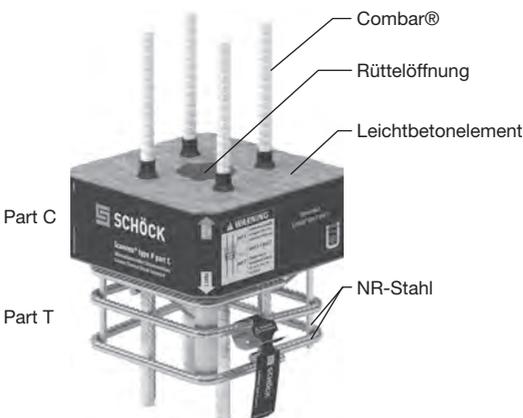


Bild 4. Wärmedämmender Stützenanschluss Schöck Sconnex® Typ P

Für die Schnittgrößenermittlung dürfen Stützen mit Sconnex® Typ P wie herkömmliche Stahlbetonstützen behandelt werden.

Geometrische Randbedingungen

Die quadratischen Leichtbetonelemente Sconnex® Typ P Part C sind in vier Größen verfügbar mit einer Nennbreite von 250 bis 400 mm (B250/B300/B350/B400). Sie dürfen in Stützen mit einem Seitenverhältnis $a_x : a_y \leq 2 : 1$ eingebaut werden, wodurch der Einbau in Stützen von 250/250 bis zu 800/400 mm Kantenlänge ermöglicht wird. Weiterhin gilt die Einschränkung, dass bezogen auf die Stützenabmessung immer das größtmögliche Element zentrisch einzubauen ist. Bei Anforderungen an den Feuerwiderstand ist die zulässige Stützenschlankheit begrenzt. In Abhängigkeit von der Größe des Leichtbetonelements reicht die maximale lichte Stützhöhe von 2,85 m (mit B250) bis 4,56 m (mit B400). Zwischenwerte dürfen linear interpoliert werden.

3.2.2 Ausführung

Hintergrund

Während des Zulassungsverfahrens wurden umfangreiche Untersuchungen zum Einbau am Stützenkopf von Großstützen durchgeführt. Sie zeigten, dass bei direktem Einbau des Leichtbetonelements in den Frischbeton der Stütze keine zuverlässige Druckfuge hergestellt werden kann, da durch Verdichtungsstellen und Bluten des Frischbetons eine nur schwach tragfähige Zwischenschicht zwischen Element und Stützenbeton entsteht. Auch ein Nachverdichten oder zeitversetztes Einrütteln der Leichtbetonelemente brachte keine zuverlässige Verbesserung. Daher wurde das Konzept der definierten Druckfuge entwickelt, bei dem planmäßig eine ca. 30 mm dicke Fuge zwischen Stützenbeton und Unterkante Leichtbetonelement vorzusehen ist, welche einen Tag später mit einem Quellschlamm vergossen wird.

Einbau in stehend betonierte Stahlbetonstützen

Im Folgenden wird nur auf die wichtigsten Schritte eingegangen (Bild 5). Eine ausführliche Einbauanleitung findet sich auf den Seiten des Herstellers.

1. Einmessen und Fixieren des Bewehrungselements Sconnex® Typ P Part T am Kopf der Stützenbewehrung. Part T dient gleichzeitig als Einbauhilfe für das Leichtbetonelement Part C. Seine Oberkante entspricht der Position der späteren Unterkante von Part C und liegt 100 mm unterhalb der anzuschließenden Decke.
2. Betonieren und Verdichten der Stütze wie gewohnt. Die Oberkante des Frischbetons sollte nach dem Verdichten zwischen dem mittleren und oberen Bügel von Part T liegen.
3. Unmittelbar danach Einbau des Leichtbetonelements, sodass seine Unterseite auf dem Bewehrungselement zu liegen kommt; die Combarstäbe werden dabei in den Beton eingedrückt. Anschließend

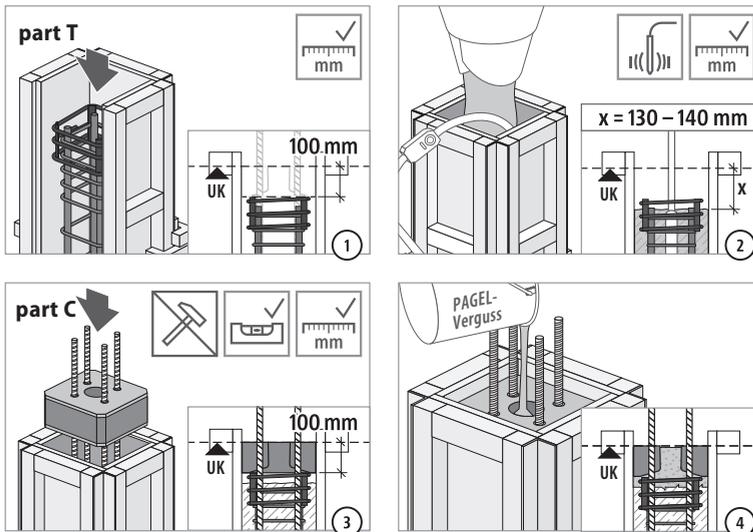


Bild 5. Einbau Sconnex® Typ P – wesentliche Schritte (Quelle: Einbauanleitung Schöck Bauteile)

Nachverdichten des oberen Stützenbereichs durch die Rüttelöffnung.

4. Ab 24 h nach Betonage Verfüllen der Fuge zwischen Stützenbeton und Leichtbetonelement mit dem Vergussmörtel Pagel® V1/50 bis zur Oberseite der Rüttelöffnung. Bei tiefen Temperaturen ist die Wartezeit nach den Herstellervorgaben zu erhöhen.

Einbau in liegend betonierte Stahlbetonfertigteilstützen

1. Einmessen und Fixieren des Bewehrungselements Part T an der Stützebewehrung. Einbau des Leichtbetonelements Part C in die Schalung, in direktem Kontakt zu Part T. Verschließen der Rüttelöffnung von Part C.
2. Betonieren der Stütze wie gewohnt. Aufgrund der geänderten Betonierrichtung ist kein Vergussmörtel erforderlich.

Bauseitige Bewehrung

Die wärmetechnische Entkopplung durch den Anschluss erfordert die Unterbrechung der üblicherweise durchlaufenden Längsbewehrung der Stütze. Zur Sicherstellung der Lastweiterleitung ist daher eine verstärkte Verbügelung unterhalb und oberhalb des Leichtbetonelements erforderlich (Bild 6).

3.2.3 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (Spannungen, Rissbreiten, Verformungen)

Die Nachweise im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG) dürfen wie für herkömmliche Stützen geführt werden. Im Bereich von Sconnex® Typ P wurde der GZG über die Zulassungsversuche nachgewiesen. Die aus der Verwendung des Anschlusses resultierenden leicht erhöhten Verformungen können vernachlässigt werden. Falls eine detaillierte Berechnung gefordert sein sollte, darf der E-Modul des Leichtbetonele-

ments mit $E = 15\,000\text{ MPa}$ für eine Elementhöhe von 100 mm angenommen werden.

3.2.4 Statischer Nachweis

Hintergrund zum Tragverhalten

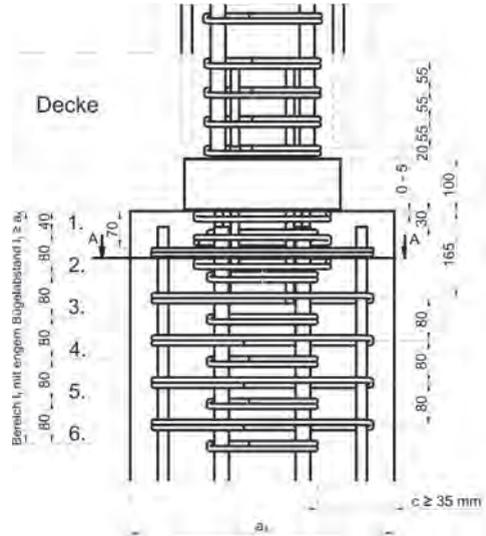
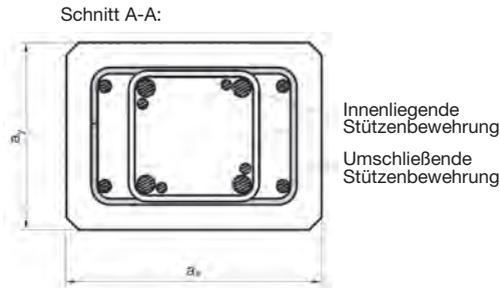
In einer Vielzahl an Bauteilversuchen sowie in FEM-Berechnungen wurden unterschiedlichste Einflüsse auf das Tragverhalten untersucht. Viele davon hatten nur eine sehr geringe Auswirkung, sodass sie bei der Bemessung unberücksichtigt bleiben können. Insbesondere der Bewehrungsgrad der Stütze ist – einigermaßen überraschend – für den Tragwiderstand des Anschlusses nicht von Bedeutung. Dagegen wirkt sich eine erhöhte Anzahl an Längsstäben in der Stütze aufgrund der gleichmäßiger verteilten Spitzenspannungen positiv auf die Tragfähigkeit aus.

Überblick zur statischen Bemessung

Beim statischen Nachweis von Stützen mit Sconnex® Typ P sind alle Nachweise wie bei herkömmlich hergestellten Stahlbetonstützen unverändert zu führen. Darüber hinaus ist die Tragfähigkeit im Anschlussbereich nachzuweisen, wofür ein vereinfachtes und ein allgemeines Bemessungsverfahren zur Verfügung stehen. Innerhalb des Anschlussbereichs sind die beiden Teilbereiche Leichtbetonelement Part C mit der Tragfähigkeit $N_{Rd,LC}$ sowie unbewehrter Stützenbeton im Bereich des Bewehrungselements Part T mit der Tragfähigkeit $N_{Rd,c}$ zu unterscheiden. Durch die Umschnürungswirkung von Part T resultiert ein günstiger dreidimensionaler Druckspannungszustand, der in den Bemessungswerten $N_{Rd,c}$ berücksichtigt ist. Der Tragwiderstand im Anschlussbereich N_{Rd} ergibt sich nach Gl. (3) aus dem Minimum der Teilbereiche

$$N_{Rd} = \min \left\{ \begin{array}{l} N_{Rd,c} \\ N_{Rd,LC} \end{array} \right. \quad (3)$$

a_x [mm]	Anzahl Bügel innen	Anzahl Bügel außen
≤ 440	6	4
≤ 520	7	5
≤ 600	8	6
≤ 680	9	7
≤ 760	10	8
≤ 800	11	9



(Beispiel: $a_x \leq 440$
 \rightarrow 6 Bügel innen erforderlich)

Bild 6. Anschlussbewehrung oberhalb und unterhalb Sconnex® Typ P

Vereinfachtes Bemessungsverfahren

Grundidee des vereinfachten Verfahrens für Innenstützen ist es, auf die genaue Ermittlung der Ausmitte der Stützennormalkraft verzichten zu dürfen und diese mit einem Pauschalwert von 20 mm anzunehmen. Hierfür müssen im Bauwerk folgende Randbedingungen eingehalten sein:

- Innenstützen innerhalb der Grenzen des üblichen Hochbaus [27, 28];
- gleichmäßig verteilte Nutzlasten ≤ 5 kN/m;
- Höhe der Stütze $\geq 2,50$ m;
- Stützweitenverhältnis des Randfelds zum 1. Innenfeld $0,5 \leq L_1/L_2 \leq 2$;
- Deckenspannweite $\leq 7,5$ m;
- Dicke der Decke ≥ 25 cm, wobei für je 0,5 m geringere Deckenspannweite die Deckendicke um 1 cm verringert werden darf.

In Abhängigkeit von der verwendeten Elementgröße (B250/B300/B400), der Tragstufe des Elements, des Stützenbetons und der Anzahl der Längsstäbe in der Stütze kann die Tragfähigkeit N_{Rd} des Anschlusses aus Tabelle 3 in Verbindung mit Gl. (3) abgelesen werden.

Allgemeines Bemessungsverfahren

Das allgemeine Verfahren ist für alle Randbedingungen gültig, die innerhalb des Anwendungsbereichs (s. Abschnitt 3.2.1) liegen, und damit auch für Randstützen anwendbar. Es berücksichtigt die genaue Lastausmitte der Stützennormalkraft und ist daher wirtschaftlicher als das vereinfachte Verfahren.

Im ersten Schritt wird der Tragwiderstand im Anschlussbereich für zentrischen Druck $N_{Rd,0}$ aus dem

Minimum des zentrischen Leichtbetontragwiderstands $N_{Rd,LC,0}$ und des zentrischen Tragwiderstands des Stützenbetons $N_{Rd,c,0}$ mithilfe von Gl. (4) ermittelt (s. a. Tabelle 4):

$$N_{Rd,0} = \min \left\{ \begin{array}{l} N_{Rd,c,0} \\ N_{Rd,LC,0} \end{array} \right. \quad (4)$$

Im zweiten Schritt wird die Abminderung der Traglast aufgrund der tatsächlich vorhandenen zweiaxialen Exzentrizitäten mithilfe des Spannungsblockverfahrens ermittelt. Der Bemessungswert des Tragwiderstands des Stützenanschlusses N_{Rd} ergibt sich nach Gl. (5) zu

$$N_{Rd} = N_{Rd,0} \cdot \left(1 - \frac{2e_x}{b_x}\right) \cdot \left(1 - \frac{2e_y}{b_y}\right) \quad (5)$$

mit

e_x Exzentrizität in x-Richtung ($e_x \leq b_x/6$)

e_y Exzentrizität in y-Richtung ($e_y \leq b_y/6$)

b_x Nennbreite Sconnex® Typ P in x-Richtung ($b_x = 250/300/350/400$ mm für B250/B300/B350/B400)

b_y Nennbreite Sconnex® Typ P in y-Richtung ($b_y = 250/300/350/400$ mm für B250/B300/B350/B400)

Tragfähigkeit in horizontaler Richtung

Aufgrund der Einschränkung für die Verwendung in horizontal aussteiften Systemen sind keine planmäßigen Horizontalkräfte zu berücksichtigen. Zur Schnittgrößenermittlung für horizontale Einwirkungen wie Fahrzeuganprall darf die Stütze als Pendel-

Tabelle 3. Bemessungswert der Tragfähigkeit [kN] $N_{Rd,c}$ im Stützenbeton sowie $N_{Rd,LC}$ im Leichtbetonelement für das vereinfachte Verfahren ($e = 20 \text{ mm}$) für unterschiedliche Elementgrößen, Betongüten, Anzahl der Längsstäbe der Stützenlängsbewehrung und Tragstufen von Part C [29]

Scconnex® Typ P	Bereich mit Tragwiderstand	Anzahl Längsstäbe der Stütze	C25/30	C30/37	C35/40	C40/50	C45/55	C50/60
B250	Stützenbeton $N_{Rd,c}$ [kN]	≥ 4	904	1016	1119	1212	1298	1376
		≥ 8	954	1069	1171	1261	1339	1407
	Part C $N_{Rd,LC}$ [kN]	Tragstufe N1	1207					
		Tragstufe N2	1341					
B300	Stützenbeton $N_{Rd,c}$ [kN]	≥ 4	1343	1505	1651	1784	1903	2012
		≥ 8	1418	1584	1728	1855	1964	2057
	Part C $N_{Rd,LC}$ [kN]	Tragstufe N1	1808					
		Tragstufe N2	2009					
B350	Stützenbeton $N_{Rd,c}$ [kN]	≥ 4	1868	2087	2282	2457	2613	2753
		≥ 8	1973	2196	2389	2555	2697	2815
	Part C $N_{Rd,LC}$ [kN]	Tragstufe N1	2529					
		Tragstufe N2	2810					
B400	Stützenbeton $N_{Rd,c}$ [kN]	≥ 4	2479	2761	3009	3229	3423	3593
		≥ 8	2618	2905	3150	3358	3532	3675
	Part C $N_{Rd,LC}$ [kN]	Tragstufe N1	3371					
		Tragstufe N2	3745					

Tabelle 4. Bemessungswert des Tragwiderstands [kN] bei zentrischem Druck ($e = 0 \text{ mm}$) $N_{Rd,c,0}$ im Stützenbeton sowie $N_{Rd,LC,0}$ im Leichtbetonelement für unterschiedliche Elementgrößen, Betongüten, Anzahl der Längsstäbe der Stützenlängsbewehrung und Tragstufen von Part C [29]

Scconnex® Typ P	Bereich mit Tragwiderstand	Anzahl Längsstäbe der Stütze	C25/30	C30/37	C35/40	C40/50	C45/55	C50/60
B250	Stützenbeton $N_{Rd,c,0}$ [kN]	≥ 4	1076	1210	1332	1443	1545	1638
		≥ 8	1136	1273	1394	1501	1594	1675
	Part C $N_{Rd,LC,0}$ [kN]	Tragstufe N1	1443					
		Tragstufe N2	1603					
B300	Stützenbeton $N_{Rd,c,0}$ [kN]	≥ 4	1549	1737	1905	2058	2196	2321
		≥ 8	1636	1827	1994	2140	2266	2374
	Part C $N_{Rd,LC,0}$ [kN]	Tragstufe N1	2092					
		Tragstufe N2	2324					
B350	Stützenbeton $N_{Rd,c,0}$ [kN]	≥ 4	2109	2356	2577	2774	2951	3018
		≥ 8	2227	2479	2697	2885	3045	3179
	Part C $N_{Rd,LC,0}$ [kN]	Tragstufe N1	2861					
		Tragstufe N2	3179					
B400	Stützenbeton $N_{Rd,c,0}$ [kN]	≥ 4	2754	3068	3344	3588	3803	3993
		≥ 8	2909	3227	3500	3731	3925	4083
	Part C $N_{Rd,LC,0}$ [kN]	Tragstufe N1	3750					
		Tragstufe N2	4167					

stütze bemessen werden (gelenkige Lagerung). Für Anprall von Pkw nach DIN EN 1991-1-7, 4.3.1 [30] darf auf den Nachweis der Fuge zwischen dem Leichtbetonelement Part C und anschließender Decke bzw. Stütze verzichtet werden. In anderen Fällen kann die Ermittlung der horizontalen Schubtragfähigkeit v_{Rd} analog zu DIN EN 1992-1-1, 6.2.5 [27] erfolgen, mit

$$v_{Rd} = \mu \cdot \sigma_n \leq 0,1 \cdot f_{cd} \quad (6)$$

Dabei ist

$$\mu = 0,5$$

$\mu = 0,6$ wenn sichergestellt werden kann, dass Konsistenzklasse des Betons $\leq F4$

σ_n Spannung infolge der minimalen Normalkraft rechtwinklig zur Fuge, die gleichzeitig mit der Querkraft wirken kann (positiv für Druck mit $\sigma_n < 0,6f_{cd}$ und negativ für Zug)

3.2.5 Brandschutz

Der Stützenanschluss Sconnex® Typ P besitzt eine Feuerwiderstandsdauer von 90 min und ist damit auch für den Einsatz in Parkgaragen geeignet. Bei geringeren Anforderungen an den Brandwiderstand von 60 min oder 30 min sind entsprechend höhere Tragfähigkeiten realisierbar. Das vorliegende Heißbemessungskonzept mit Momenten-Normalkraft-Interaktionsdiagrammen wurde durch eine Reihe von Klein- und Großbrandversuchen verifiziert. Hierbei wurden die Versuche ohne seitlich angrenzende Dämmung

durchgeführt, sodass auch bei Herabfallen der Dämmung im Realbrand ein ausreichender Brandwiderstand gewährleistet ist. Das Versagensbild in den Großversuchen entsprach demjenigen von herkömmlichen Stützen mit durchlaufender Bewehrung.

Heißbemessung: Tragfähigkeit im Brandfall

Der Nachweis erfolgt zum einen durch den herkömmlichen Nachweis einer ungestörten Stütze gemäß DIN EN 1992-1-2 [17, 31] (z. B. mit Gl. 5.7, Tabellenverfahren, FEM-Programmen) und zum anderen durch zusätzliche Querschnittsnachweise im Bereich des Anslusselements mithilfe der Bemessungsdiagramme in [29] (vgl. exemplarisch Bild 7 für das Element B250 und Feuerwiderstand 90 min). Diese umfassen:

- Querschnittsnachweis des Anslusselements Sconnex® Typ P am Übergang zur Stahlbetonstütze für $M_{Ed,fi}$ und $N_{Ed,fi}$ (gestrichelte Kurve im Diagramm);
- Nachweis des als unbewehrt zu betrachtenden Stützenquerschnitts am Übergang zu Sconnex® Typ P für $M_{Ed,fi}$ und $N_{Ed,fi}$ (durchgezogene Kurven im Diagramm, geordnet nach Betonfestigkeitsklassen);
- Nachweis einer überdrückten Fuge zwischen den beiden o.g. Querschnitten durch Einhalten der Kernweite $e_{d,fi} = M_{Ed,fi}/N_{Ed,fi} \leq b/6$ (durchgezogene Gerade im Diagramm).

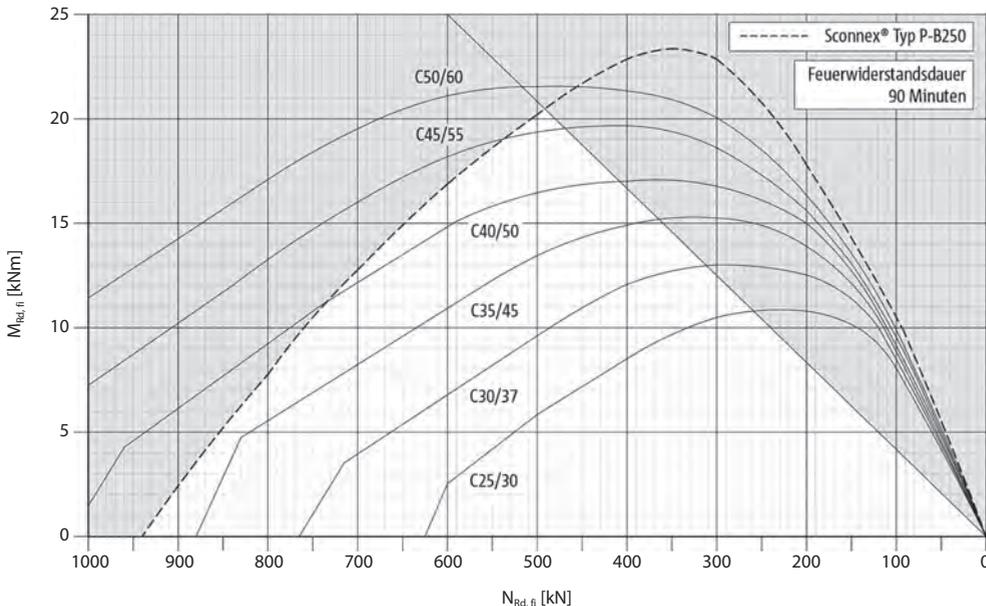


Bild 7. Interaktionsdiagramm zur Bemessung im Brandfall für Feuerwiderstandsdauer 90 min mit Grenzlinie für Sconnex® Typ P-B250 (gestrichelte Kurve), Grenzlinie der Kernweite (durchgezogene Gerade) und den Grenzlinien des Stützenquerschnitts (durchgezogene Kurven, geordnet nach Betonfestigkeitsklasse des Stützenbetons)

3.2.6 Erdbeben

Aufgrund der Einschränkung für die Verwendung in horizontal ausgesteiften Systemen sind Horizontalkräfte aus Erdbeben für den Anschluss nicht relevant. Sconnex® Typ P ist damit für den Einsatz in Erdbebengebieten geeignet, sofern die Vertikalbeschleunigungen nicht zu abhebenden Kräften führen. Es bleibt nachzuweisen, dass die Bemessungseinwirkung der Drucknormalkraft N_{Ed} den in Abschnitt 3.2.4 ermittelten Tragwiderstand der Drucknormalkraft N_{Rd} nicht überschreitet.

3.2.7 Wärmeschutz

Während bei einer durchbetonierten Stütze Beton mit der Wärmeleitfähigkeit $\lambda = 1,6 \text{ W/(m K)}$ und Betonstahl mit $\lambda = 50 \text{ W/(m K)}$ die Dämmebene durchdringen, unterbricht Sconnex® Typ P die Stahlbetonkonstruktion mit einer äquivalenten Wärmeleitfähigkeit von $\lambda_{eq} = 0,6 \text{ W/(m K)}$ bei einer rechnerischen Bauteilhöhe von 100 mm, wodurch die punktuellen Wärmebrückenverluste signifikant reduziert werden.

Mindestwärmeschutz und rechnerische Transmissionswärmeverluste

Bei Verwendung von Sconnex® Typ P werden die Mindestanforderungen nach DIN 4108-2 [32] von $f_{R,si} \geq 0,7$ und $\theta_{si} \geq 12,6^\circ\text{C}$ zuverlässig eingehalten. Bei der Berechnung der Transmissionswärmeverluste dürfen die

Verluste über den Stützenanschluss vernachlässigt werden.

Anforderung an Passivhaus-Komponenten

Der Anschluss Sconnex® Typ P ist vom Passivhaus Institut in Darmstadt (PHI) als Passivhaus-Komponente zertifiziert. Darin ist neben dem Energiekriterium (Beschränkung der Wärmeverluste) auch das Hygiene-Kriterium (Schutz vor Schimmelpilzbildung) nachzuweisen. Die detaillierten Nachweiskriterien können [33] entnommen werden.

Energie-Kriterium

Für eine typische Konstruktion mit einer quadratischen 250 mm breiten Stütze und einer 100 mm dicken Unterdeckendämmung liegt der Wärmeverlust durch eine ungedämmte Stahlbetonstütze bei $\chi = 0,306 \text{ W/K}$. Bei einer zusätzlichen 100 mm starken Flankendämmung über eine Höhe von 1 m (Referenz-Bauweise) reduziert sich dieser Wert auf $\chi_{\text{Flankendämmung}} = 0,148 \text{ W/K}$. Dieser Wert stellt gleichzeitig den Grenzwert χ_{Grenz} für die Zertifizierung dar. Wird anstelle der Flankendämmung Schöck Sconnex® Typ P eingesetzt, verkleinert sich χ nochmals auf $\chi = 0,136 \text{ W/K}$ (vgl. Bild 8). Die vom PHI definierte Bedingung $\chi \leq \chi_{\text{Grenz}}$ wird dadurch eingehalten.

Hygiene-Kriterium

Die Anforderungen an den Schutz vor Schimmelpilzbildung in Form des Temperaturfaktors $f_{R,si}$ sind beim

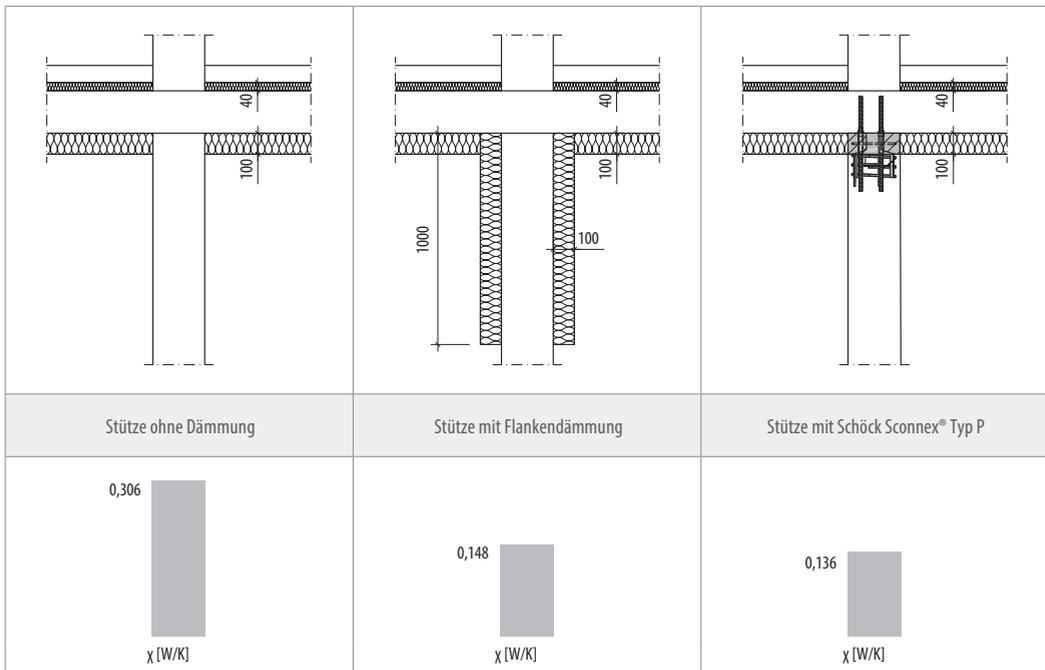


Bild 8. Unterschiedliche Varianten der Wärmedämmung eines Stützenanschlusses im thermischen Vergleich (Berechnung: Passivhaus Institut Darmstadt PHI)

Tabelle 5. Tragende wärmedämmende Stützenanschlüsse mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen

Handelsname des Bauprodukts/ Zulassungsgegenstand	Hersteller/Antragsteller	Produktbewertung/Zulassung, ausgestellt von	Nationale Bauartgenehmigung, ausgestellt von
Schöck Sconnex® Typ P	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-351, DIBt	

PHI erheblich höher als nach DIN 4108-2 [32], da anstelle des Wärmeübergangswiderstands für Innenwände der entsprechende Kennwert für Rauminnecken zugrunde gelegt wird ($R_{si,Innenwand} = 0,13 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ und $R_{si,Innenecke} = 0,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$). Hieraus ergibt sich ein mehr als doppelt so hoher Mindestwert für den Wärmedurchlasswiderstand R der Konstruktion. Mit einem Wert von $f_{R_{si}=0,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}} = 0,75$ liegt Sconnex® Typ P oberhalb des geforderten Mindestwerts von $f_{R_{si}=0,25 \text{ m}^2 \text{ K/W}} \geq 0,7$.

3.2.8 Produkte der Hersteller/Anbieter

3.2.8.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH (Regelwerk)

Für wärmedämmende Stützenanschlüsse gibt es noch keine spezifischen Regelungen in Deutschland, sodass Produktlösungen, die gemäß Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) mit den Technischen Baubestimmungen bzw. anerkannten Regeln der Technik konform sind, prinzipiell denkbar wären. Allerdings sind die ingenieurmäßigen Anforderungen so hoch, dass gute Produktlösungen kaum ohne unregelmäßige Konstruktionen oder Materialien auskommen werden, sodass dann eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) des DIBt in Verbindung mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung (aBG) als Verwendbarkeitsnachweis erforderlich wird. Zu Redaktionsschluss war keine Europäische Technische Bewertung (ETA) bekannt, die zusammen mit einer deutschen aBG zulässig wäre. Ein Europäisches Bewertungsdokument (EAD), welches die Grundlage für die Erteilung einer ETA bildet, ist nach Kenntnis des Verfassers zurzeit nicht in Arbeit.

In Österreich kann die Verwendbarkeit von unregelmäßigten Produkten durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) nachgewiesen werden. Bei Redaktionsschluss dieses Beitrags lag keine BTZ für einen wärmedämmenden Stützenanschluss in Österreich vor. Alternativ wird eine deutsche abZ/aBG akzeptiert.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen

Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

3.2.8.2 Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich

Zu Redaktionsschluss war nur ein Produkt mit Verwendbarkeitsnachweis in Deutschland und Österreich am Markt verfügbar (Tabelle 5). Darüber hinaus gibt es auf dem Schweizer Markt noch weitere Anbieter von Produkten ohne Verwendbarkeitsnachweis. Die Verwendung dieser Produkte ist mit dem Bauherrn abzustimmen oder eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.

3.3 Wärmedämmende Wandanschlüsse

3.3.1 Historie

Bereits Anfang der 2000er-Jahre wurden erste Lösungen für wärmedämmende Wandanschlüsse für einzelne Bauvorhaben konzipiert. Sie basierten im Wesentlichen auf den bekannten Kragplattenanschlüssen bei Balkonen und waren nur für geringe Drucknormalkräfte ausgelegt. Das erste speziell für diesen Einbauzweck optimierte Produkt kam 2015 in der Schweiz und bereits ein Jahr später in Österreich mit einer bautechnischen Zulassung auf den Markt [34]. Seit 2021 ist es auch in Deutschland verfügbar (Bild 9). In der Schweiz bieten mittlerweile eine ganze Reihe von Herstellern Produkte für wärmedämmende Wandanschlüsse an.

Im Unterschied zu Kragplattenanschlüssen, welche für die Übertragung hoher Momente, mäßiger Querkräfte und nur geringer Normalkräfte ausgelegt sind, erfordern wärmedämmende Wandanschlüsse die Übertragung hoher Normalkräfte bei mäßigen Querkräften. Eine Übertragbarkeit von Momenten kann sogar ungünstig sein, da durch ungewollte Ausmitten und Interaktionswirkung eine Reduktion der Normalkrafttragfähigkeit resultieren kann. Ein bloßes „Auf-den-Kopf-Stellen“ hochtragfähiger Balkonanschlüsse ist daher nicht zwangsläufig zielführend.

3.3.2 Anwendungsbereich

Die vorhandenen Produktlösungen sind in der Regel geeignet für den Einbau am Wandkopf oder Wandfuß, wobei sich der Bauablauf ggf. unterschiedlich gestal-



Bild 9. Wärmedämmender Wandanschluss am Beispiel des Schöck Sconnex® Typ W

ten kann bzw. Besonderheiten beim Einbau nach Herstellerangaben zu beachten sind. Weiterhin gilt die Anwendungseinschränkung auf statische oder quasi-statische Einwirkungen und Normalbetone mit Rohdichten oberhalb von 2000 kg/m^3 .

Als grobe Orientierung kann bei der Planung von folgenden Obergrenzen der Bemessungstragwiderstände ausgegangen werden (am Beispiel des meistverkauften Produkts Schöck Sconnex® Typ W bei engster Anordnung und größter Wandbreite, min. C30/37, nach [35]):

- Drucknormalkraft: $+N_{Rd} = 1700 \text{ kN/lfm}$,
- Zugnormalkraft: $-N_{Rd} = -1300 \text{ kN/lfm}$,
- Querkraft: $V_{Rd} = 300 \text{ kN/lfm}$
(senkrecht zur Wandebene),
- Horizontalkraft: $H_{Rd} = 200 \text{ kN/lfm}$
(in Wandrichtung, Schub).

3.3.3 Ausführung

Bei den Herstellern für wärmedämmende Wandanschlüsse lassen sich drei grundsätzlich unterschiedliche Ausführungen bzw. technische Produktlösungsansätze unterscheiden:

1. Dämmstoff + Kombination aus UHFB-Druckelement(en) und Bewehrung (Betonstahl oder NR-Stahl, alternativ auch Faserbewehrung denkbar). Ausbildung als „segmentierter Linienanschluss“, Druckelemente sind deutlich massiver als Drucklager bei Balkonanschlüssen.
2. Dämmstoff + Edelstahlbewehrung, ggf. mit Aussteifungsblechen, Ähnlichkeit zu Balkonanschlüssen hoher Tragstufen. Durchgehender Linienanschluss oder segmentierter Linienanschluss.
3. Leichtbetonelement (ggf. mit Oberflächenstruktur) + Bewehrung (Betonstahl, NR-Stahl oder Faserbewehrung denkbar). Ausbildung als Linienanschluss.

3.3.4 Statischer Nachweis, Steifigkeiten und Zwang aus Temperatur

Bei der Modellbildung und Nachweisführung ist zu beachten, dass wärmedämmende Wandanschlüsse zu einem erheblichen Steifigkeitssprung in der Fuge zwischen Wand und Decke führen. Die Hersteller müssen hierfür Federsteifigkeiten ihrer Produkte in allen drei Richtungen angeben, die für die Berechnungen und die Gesamtstatik zu verwenden sind. Da die Produkte in der Regel nicht als durchgängiger Linienanschluss, sondern passgenau zu den lokalen Beanspruchungen in variablen Abständen zueinander angeordnet werden, ergeben sich unterschiedliche Steifigkeitsbereiche, was bei der Modellbildung und Gesamtstatik ggf. zu berücksichtigen ist und einen zweiten Rechendurchlauf erfordern kann.

Die Herstellerangaben zu den zulässigen Tragfähigkeiten ihrer Wandanschlüsse sollten sich nicht nur auf das Produkt selbst beziehen, sondern auch Angaben zur Lastweiterleitung im unmittelbar angrenzenden Kontakt zu Wand und Decke enthalten, da häufig die angrenzenden Bauteile den Grenzwert der Tragfähigkeiten bestimmen und insbesondere eine erhebliche Abhängigkeit von Wanddicke und Ortbetonfestigkeit besteht. Aufgrund der unterschiedlichen Produktkonzepte kann hier nicht im Detail auf die jeweilige Nachweisführung eingegangen werden.

Zwang aus Temperatur – zulässige Verformungen in Wandlängsrichtung

Mechanismus bei herkömmlicher Bauweise

Bei herkömmlicher Bauweise mit durchbetoniertem Wand-Decken-Knoten und flankierender Wärmedämmung ändert sich die Temperatur kontinuierlich von kalt nach warm über einen größeren Wand-Decken-Bereich. Im Fall einer kalten Wand und einer warmen angrenzenden Deckenplatte führt die Temperaturdehnung der Decke zu Zugspannungen in der Wand, wodurch minimale vertikale Risse entstehen können. Diese Rissbildung ist günstig, da über sie die gesamte Relativverformung aufgrund der Temperaturdifferenz zwischen Wand und Decke gesteuert werden kann. Liegt beispielsweise eine Temperaturdifferenz von 20 K vor, so resultieren bei einem geschätzten Rissabstand von $0,2 \text{ m}$ unbedenkliche Rissbreiten von lediglich $0,04 \text{ mm}$. Wesentlich ist hierbei vor allem die Tatsache, dass die steife Deckenplatte die Wand zum Reißen bringen und gewissermaßen mit sich ziehen kann, so dass keinerlei relevante Relativverformung entsteht.

Mechanismus bei wärmedämmenden Wandanschlüssen

Bei wärmedämmenden Wandanschlüssen führt die thermische Trennung in der Fuge zu einem Temperatursprung zwischen Wand und Decke. Da die Steifigkeit der Anschlusselemente um Größenordnungen geringer ist als diejenige der Wand- und Deckenplatte, kann – im Gegensatz zum Beispiel oben – die warme Deckenplatte ihre Längsdehnung nicht ohne Weiteres

an die kalte Wand weitergeben; es resultiert eine Relativverformung, die mit steigender Temperaturdifferenz und steigender Wandlänge linear zunimmt.

Ermüdung bei wärmedämmenden Wandanschlüssen

Das obige Prinzip ist von Balkonanschlüssen schon seit Langem bekannt, weshalb je nach Anschlussituation maximale Dehnfugenabstände zu beachten sind. Diese können nicht direkt berechnet werden, sondern ergeben sich aus Ermüdungsversuchen mit einem Temperatur-Lastwechselkollektiv für die gewünschte Lebensdauer. Für Plattenanschlüsse ist dieses Kollektiv in der entsprechenden EAD [12] für eine Lebensdauer von 50 Jahren festgelegt (20 000 Zyklen mit ± 20 K, 2000 Zyklen mit ± 30 K und 100 Zyklen mit ± 35 K) und wurde davor schon in DIBt-Zulassungen angewandt. Bei der Versuchsdurchführung wird nicht die Temperaturdifferenz selbst, sondern die resultierende Relativverschiebung aufgebracht, die sich aus der Temperaturdehnzahl $\alpha_{T, \text{Beton}} = 10^{-5}$ [1/K] und dem gewünschten Fugenabstand ergibt. Kann beispielsweise ein Anschluss eine Verformung von $\pm 2/3/3,5$ mm für die entsprechende Zahl von 20 000/2000/100 Lastwechseln ohne nennenswerte Schädigung ertragen, so ist ein Fugenabstand von 10 m vom Verformungsnullpunkt aus zulässig.

Für wärmedämmende Wandanschlüsse existiert noch keine entsprechende Prüfvorgabe. Je nach Einbausituation können deutlich niedrigere Anforderungen als bei Balkonen realistisch sein; im Rahmen eines laufenden Zulassungsverfahrens beim DIBt ist aktuell ein alternativer Vorschlag in Bearbeitung. Bis dahin kann z. B. DIN EN 1991-1-5 [36] eine Orientierung geben, wobei die Ausrichtung der Bauteile, mögliche Sonneneinstrahlung etc. zu beachten sind.

Für die Hersteller ist das Vorhandensein einer angepassten Prüfvorgabe nicht zwingend erforderlich, da weniger die absolute Temperaturdifferenz als vielmehr das Verhältnis der Temperaturdifferenzen untereinander und die dazugehörigen Lastwechselzahlen entscheidend sind. In Anlehnung an Balkonanschlüsse kann in Ermüdungsversuchen beispielsweise gezeigt werden, dass ein Produkt eine Horizontalverschiebung von $\pm a/1,5$ a/1,75 a für eine Lastwechselzahl von $n = 20\,000/2000/100$ Zyklen ertragen kann. Der Planer kann dann auf Basis seiner konkreten Einbausituation und daraus resultierender Temperaturbeanspruchung den zulässigen Fugenabstand der Wand ermitteln. Von einem Einbau wärmedämmender Wandanschlüsse ohne eine Aussage zur zulässigen Horizontalverschieblichkeit wird dringend abgeraten. Aufgrund der im Vergleich zu Balkonanschlüssen deutlich massiveren Ausführung und der damit verbundenen höheren Steifigkeiten sind deutlich geringere zulässige Fugenabstände als bei Balkonplatten zu erwarten.

Interaktion

Versuche haben gezeigt, dass mit steigender Druckbeanspruchung aufgrund zunehmender Reibungsanteile auch die horizontal aufnehmbaren Lasten ansteigen

können. Gleichzeitig kann durch die höhere Auslastung der Tragkomponenten die Horizontalverschieblichkeit sinken. Ohne detaillierte Untersuchungen zur Normalkraft-Horizontalkraft-Interaktion sollten auf der sicheren Seite die Verschieblichkeit bei der maximalen Druckbeanspruchung sowie die aufnehmbare Horizontalkraft bei der minimalen und der maximalen Druckbeanspruchung vom Hersteller geprüft werden.

3.3.5 Nachweise der Gebrauchstauglichkeit (Verformungen, Risse)

Zusätzlich zu den Nachweisen nach DIN EN 1992-1-1 [27] zu Verformungen und Rissbreitenbegrenzung ist der maximal zulässige Fugenabstand nachzuweisen. Hierfür müssen die Hersteller detaillierte Werte zur maximalen Horizontalverschieblichkeit ihrer Produkte unter Berücksichtigung von Ermüdung und Interaktion angeben. Die wesentlichen Hintergründe für die Berechnung sind in Abschnitt 3.3.4 erläutert.

3.3.6 Brandschutz

Aufgrund der vielfältigen Einbausituationen auf oder unter der Decke, in Tiefgaragen oder Wohnräumen, bei Innen- und Außenwänden kann an dieser Stelle nicht im Detail auf den geforderten Brandschutz eingegangen werden. Für tragende Bauteile ist mindestens eine Feuerwiderstandsdauer von 30 min einzuhalten. Je nach Ausführungsart und produktseitigen oder bauseitigen Brandschutzmaßnahmen kann mit den am Markt verfügbaren Produkten ein Brandschutz von bis zu REI 120 erreicht werden. In der Regel können die Hersteller entsprechende Brandschutzgutachten für ihre Produkte vorweisen.

3.3.7 Erdbeben

Aufgrund der reduzierten Steifigkeiten in der Fuge sollten bei erhöhten Anforderungen an Erdbeben aussteifende Bereiche mit durchbetonierten Wandabschnitten vorgesehen werden. Die Wandbereiche mit Wärmedämmelementen beteiligen sich in Wandrichtung erst bei hohen Verformungen an der Lastaufnahme und sollten ohne detaillierten Nachweis nicht für die Gebäudeaussteifung berücksichtigt werden.

3.3.8 Wärmeschutz

Mindestwärmeschutz und rechnerische Transmissionswärmeverluste

Im Gegensatz zu wärmedämmenden Stützenanschlüssen dürfen bei wärmedämmenden Wandanschlüssen die linienförmigen Transmissionswärmeverluste nicht vernachlässigt werden. Weiterhin sind die Mindestanforderungen an den Wärmeschutz in Form der Mindestoberflächentemperatur $\theta_{si} \geq 12,6$ °C und des Temperaturfaktors $f_{Rsi} \geq 0,7$ nachzuweisen. Die Hersteller geben hierfür entsprechende Kennwerte an.

Anforderung an Passivhaus-Komponenten

Für eine Zertifizierung durch das Passivhaus Institut in Darmstadt (PHI) müssen das Energiekriterium (Beschränkung der Wärmeverluste) und das Hygiene-Kriterium (Schutz vor Schimmelpilzbildung) eingehalten werden (vgl. Abschnitt 3.2.7). Die detaillierten Nachweiskriterien finden sich in [33]. Entsprechende Produkte mit PHI-Zertifizierung sind am Markt verfügbar.

Energie-Kriterium

Die linienförmigen Wärmebrückenverluste der Anschlüsse müssen mindestens 20% niedriger sein als bei der Referenzkonstruktion einer durchbetonierten Wand-Decken-Verbindung mit Flankendämmung. Als Grenzwert für den Wärmebrückenverlustkoeffizienten gilt $\psi_{\text{Grenz}} \leq 0,8 \cdot \psi_{\text{Flankendämmung}}$. Bei segmentierten Linienanschlüssen sind ggf. unterschiedliche ψ -Werte in Abhängigkeit vom Elementabstand zu beachten.

Hygiene-Kriterium

Die Anforderungen entsprechen denen bei wärmedämmenden Stützenanschlüssen, vgl. Abschnitt 3.2.7.

3.3.9 Produkte der Hersteller/Anbieter

3.3.9.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

Für wärmedämmende Wandanschlüsse gelten in Deutschland bezüglich der Verwendbarkeit dieselben Anforderungen wie für thermisch getrennte Plattenanschlüsse; die ausführlichen Erläuterungen in Abschnitt 2.9.1 sind daher sinngemäß übertragbar.

Weichen Produkte aufgrund ihrer Konstruktion von den Regelungen der MVV TB ab und ist auch keine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) oder ETA vorhanden, ist für das Bauprodukt nach MBO §17 eine Zustimmung im Einzelfall (ZiE) erforderlich. Entsprechendes gilt für die Bauart, sodass ohne allgemeine Bauartgenehmigung (aBG) eine vorhabenbezogene Bauartgenehmigung (vBG) zu beantragen ist. ZiE und vBG werden von der jeweils zuständigen Baurechtsbehörde erteilt.

Eine ZiE ist nicht erforderlich, wenn ein Bauprodukt „nicht wesentlich“ von der MVV TB oder einer abZ abweicht; die Grenzen sind allerdings nicht klar definiert. Gleiches gilt sinngemäß für eine vBG, wenn die Bauart keine wesentlichen Abweichungen zur MVV TB oder zu einer aBG aufweist. So kann beispielsweise

auch ein Bauprodukt mit einer ausländischen nationalen Zulassung unter die Definition „nicht wesentliche Abweichung“ fallen, sofern diese Zulassung von der Baurechtsbehörde als im Wesentlichen gleichwertig zu einer abZ gesehen wird und die erforderlichen Nachweise auf Basis gültiger Normen und damit im Rahmen der MVV TB erbracht werden können.

In Österreich kann die Verwendbarkeit von ungeregelten Produkten durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) nachgewiesen werden.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktegesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

Auf europäischer Ebene ist nach Kenntnis des Verfassers kein Europäisches Bewertungsdokument (EAD) in Arbeit, welches die Voraussetzung für die Erteilung einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) ist, sodass bis zur ersten ETA für wärmedämmende Wandanschlüsse noch einige Jahre vergehen werden.

3.3.9.2 Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich

Stand 2022 ist kein Bauprodukt für wärmedämmende Wandanschlüsse auf dem Markt verfügbar, das ausschließlich auf Basis gängiger technischer Normen oder anerkannter Regeln der Technik nachweisbar ist, sodass zur Verwendung in Deutschland und Österreich die entsprechenden Verwendbarkeitsnachweise erforderlich sind. Daher wird aktuell nur das Produkt Schöck Scconnex® Typ W auf dem deutschen und österreichischen Markt angeboten (Tabelle 6). Darüber hinaus gibt es auf dem Schweizer Markt noch weitere Anbieter von Produkten ohne Verwendbarkeitsnachweis. Die Verwendung dieser Produkte ist mit dem Bauherrn abzustimmen oder eine Zustimmung im Einzelfall in Verbindung mit einer vBG einzuholen (für Deutschland).

Tabelle 6. Tragende wärmedämmende Wandanschlüsse mit bauaufsichtlichen Verwendbarkeitsnachweisen

Handelsname des Bauprodukts/ Zulassungsgegenstand	Hersteller/Antragsteller	Produktbewertung/Zulassung, ausgestellt von	Nationale Bauartgenehmigung, ausgestellt von
Schöck Scconnex® Typ W	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-376, DIBt BTZ-0002, OIB	

4 Treppenanlüsse

4.1 Allgemeines/Anwendungsbereich

Treppen spielen in der Architektur seit jeher eine bedeutende Rolle. Neben der ästhetischen Gestaltung stehen heutzutage funktionale und technische Aspekte verstärkt im Fokus. Daher gibt es bauliche Anforderungen, die sich nach Normen, Richtlinien, allgemeinen Regeln der Technik und dem Wunsch des Bauherrn richten. Diese Anforderungen werden zunehmend umfangreicher und unterliegen ständigen Veränderungen. Wesentliche Anforderungen ergeben sich vor allem an den Schallschutz und an den Brandschutz von Treppen als Flucht- und Rettungswege. Zu Beginn der Entwurfsphase müssen die jeweiligen Anforderungen bekannt sein, damit eine frühzeitige Berücksichtigung beim Entwurf möglich ist.

Um diesen Anforderungen gerecht zu werden, gibt es eine Vielzahl von schallgedämmten Treppenanlässen auf dem Markt. Bild 10 zeigt, in welchen Bereichen Anschlüsse prinzipiell möglich sind. Beim Anschluss von Treppenläufen an Podeste sind Varianten

mit gerader Fuge sowie mit Konsolaufleger möglich. Beim Anschluss von Treppen oder Podesten an Wände sind schallgedämmte Querkraftdornsysteme und Varianten mit einer Betonkonsole üblich. Für die Entkopplung des Treppenlaufs zur Bodenplatte existieren Anschlüsse, die häufig in Verbindung mit Dornen zur konstruktiven Lagesicherung genutzt werden. Zuverlässige Trittschallentkopplung funktioniert nur, wenn das gesamte System berücksichtigt wird und Schallbrücken vermieden werden. Ergänzend zu den tragenden Produkten gibt es Fugenplatten zur akustischen Trennung von Treppenläufen und -podesten zur Treppenhauswand, die das Schallschutzsystem komplettieren.

Im Folgenden werden die Anforderungen an den Schall- und Brandschutz in Deutschland, Österreich und der Schweiz (D-A-CH) vorgestellt. Da – den unterschiedlichen Anschlussvarianten geschuldet – keine allgemeinen Aussagen zu notwendigen Verwendbarkeitsnachweisen getroffen werden können, werden diese in den jeweiligen Abschnitten erläutert.

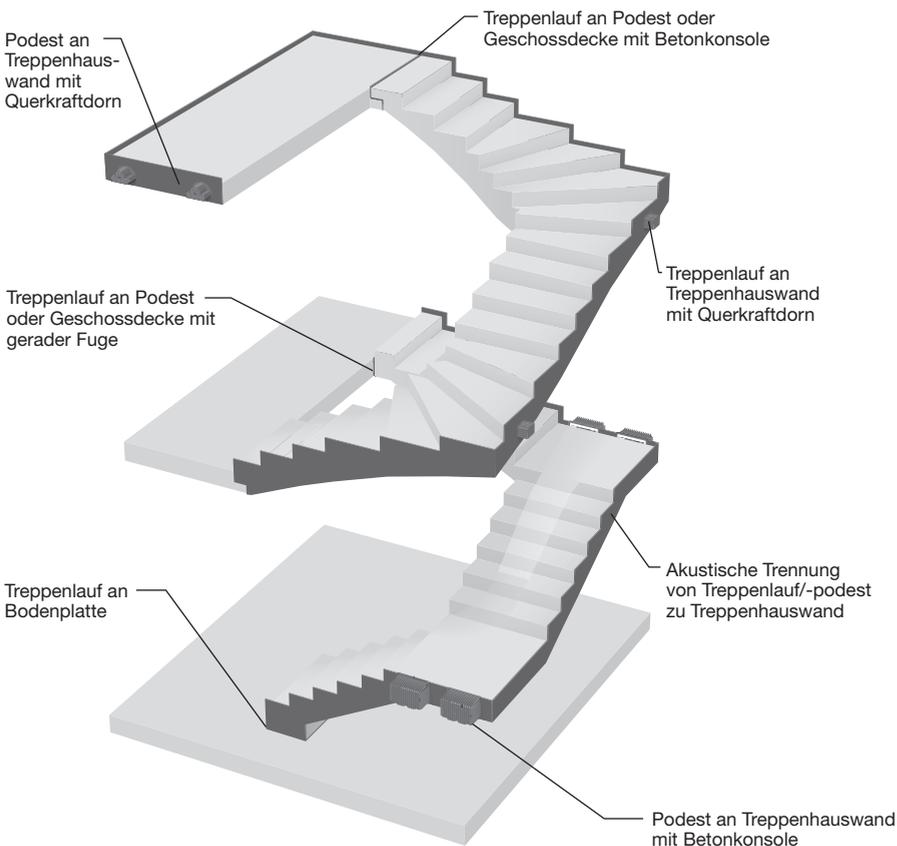


Bild 10. Anschlussmöglichkeiten im gesamten Treppenhaus

Generell ist in Deutschland ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich, wenn es für ein Bauprodukt keine Technische Baubestimmung oder anerkannte Regel der Technik gibt. Diese Bauprodukte müssen in Deutschland entweder national durch eine abZ/aBG oder europäisch durch eine ETA – in Ergänzung mit einer aBG oder einer vBG – geregelt sein und entweder ein Ü- oder ein CE-Zeichen tragen. Planer sind in der Pflicht zu prüfen, dass eingeplante Produkte über die zuvor benannten erforderlichen Nachweise verfügen. In Österreich kann die Verwendbarkeit durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder durch eine ETA nachgewiesen werden. Alternativ wird die deutsche abZ/aBG als Verwendbarkeitsnachweis anerkannt.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer ETA und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

In allen drei Ländern dienen Typenprüfungen dem Nachweis der Korrektheit von Standsicherheitsnachweisen, welche immer auf Basis eingeführter Technischer Baubestimmungen oder Zulassungen/Bauartgenehmigungen entstehen. Typenprüfungen bilden selbst keinen Verwendbarkeitsnachweis.

4.2 Trittschallschutz

Da der Schallschutz in Gebäuden für eine ausreichende Wohnqualität immer wichtiger wird, ist die Trittschallübertragung von Bauteilanschlüssen so gut wie möglich zu minimieren. Die entsprechenden nationalen baurechtlichen Regelwerke sind im Abschnitt 2.8 aufgeführt.

Analog zur Situation bei wärmedämmten Balkon- und Laubenganganschlüssen ergibt sich auch bei Treppenanschlüssen die Notwendigkeit, über ein geeignetes Prognoseverfahren – wieder in Kombination mit zuverlässigen Trittschall-Kennwerten der Anschlusselemente als Eingangsgrößen – für die Berechnung zu verfügen, um in der Planungsphase den sich später im Gebäude einstellenden Trittschallschutz der Treppen sicher prognostizieren zu können.

Vergleichbar zum EAD-Prüfverfahren zur Ermittlung der Trittschall-Kennwerte von Balkon- und Laubenganganschlüssen existiert in Deutschland mit dem Prüfverfahren nach DIN 7396 [37] ein standardisiertes Verfahren zur trittschalltechnischen Charakterisierung von Treppenanschlusselementen. Die Eingangsgröße nach DIN 7396 für die Trittschall-Prognose ist die bewertete Lauf- oder Podest-Trittschall(pegel)minderung $\Delta L_{w, Lauf}$ bzw. $\Delta L_{w, Podest}$.

Auf europäischer Ebene ist der von der DIN 7396 abgeleitete Prüfnorm-Entwurf E DIN EN 17823 [38] Grundlage für die Ermittlung der Trittschall-Kennwerte von Treppen-Anschlusselementen. Wie bei der DIN 7396 sind im europäischen Norm-Entwurf die Trittschall-Kennwerte $\Delta L_{w, Lauf}$ und $\Delta L_{w, Podest}$ die Eingangsgrößen für die Prognoseberechnung.

Die Prognose-Berechnung von Treppen, welche mit Treppen-Anschlusselementen entkoppelt sind, erfolgt mit dem in der DIN EN ISO 12354-2 [26] angegebenen Prognose-Verfahren für Treppen. Wie bei der Prognose des Trittschallschutzes von Balkon- und Laubengangplatten ist die Grundlage für die Prognose des Trittschallschutzes von Treppen das in der Norm ausführlich beschriebene Prognoseverfahren für Decken mit trittschalldämmenden Auflagen („schwimmender Estrich“).

4.3 Brandschutz

Notwendige Treppen müssen mindestens feuerhemmend sein, in Österreich und der Schweiz muss die Feuerwiderstandsfähigkeit von Treppen der von Geschosdecken (vgl. Tabelle 1) entsprechen. Treppen sind aber üblicherweise keine raumabschließenden Bauteile; der Nachweis der Tragfähigkeit der Treppenanschlüsse ist daher ausreichend.

Die Feuerwiderstandsbewertung von Treppenanschlüssen kann, wie in Abschnitt 2.5 erläutert, anhand der Ergebnisse von Brandversuchen nach DIN EN 1365-2 [16] erfolgen und die feuerwiderstandsfähigen Treppenanschlüsse durch entsprechende Nachweise wie aBG, ETA oder VKF-Zulassung anwendbar gemacht werden.

Stellt sich die Frage nach der zulässigen Brennbarkeit von freiliegenden Fugen zwischen Treppen und Wand, so ist festzustellen, dass ein Brandbeitrag nur über die Fugenöffnung erfolgen kann. Wurde das schwerentflammbare und nicht abtropfende Brandverhalten in der Fuge nachgewiesen, so hat die Verwendung von Fugendämmstreifen keinen negativen Einfluss auf die Brennbarkeit des schwerentflammbaren Bodens.

Bei Anwendung in höheren Gebäudeklassen, in Deutschland in Hochhäusern, in Österreich ab GK 4, müssen die Plattenanschlüsse und Fugendämmstreifen jedoch nichtbrennbar ausgeführt werden.

4.4 Anschlussvarianten

4.4.1 Podest/Platte an Treppenhauswand mit Konsolaufleger

4.4.1.1 Anwendungsbereich

Trittschalldämmelemente dieser Kategorie ermöglichen den punktförmigen Anschluss von Treppenbauteilen (Podestplatten und Treppenläufen) aus Stahlbeton unter vorwiegend ruhender Belastung an Treppenhauswände mittels eines Konsolauflegers (Bild 11). Der Einsatz ist sowohl für die Fertigteil- wie auch für die

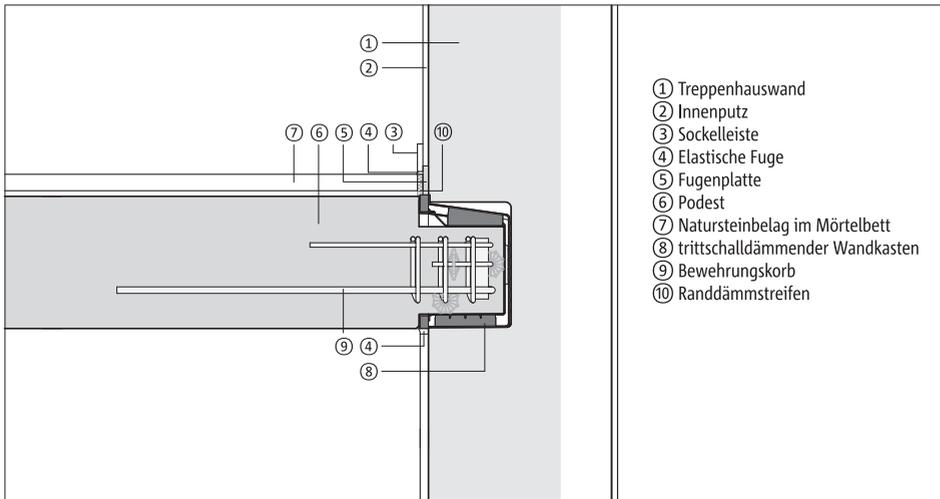


Bild 11. Beispielhaftes Anschlussdetail – Podest an Treppenhauswand mit vorgefertigtem Bewehrungskorb (Tragelement)

Ortbetonbauweise möglich. Prinzipiell können mit diesen Anschlüssen positive und negative Querkräfte in vertikaler und horizontaler Richtung sowie daraus resultierende Versatzmomente übertragen werden.

4.4.1.2 Konstruktive Durchbildung

Bei der Ausführung in Ortbetonbauweise wird ein trittschalldämmender Wandkasten in das lastabtragende Bauteil (z. B. Mauerwerks- oder Stahlbetonwand) eingesetzt. Die erforderliche Konsolbewehrung muss bis in den Wandkasten verlegt werden, wofür die Hersteller häufig vorgefertigte Bewehrungselemente anbieten. Als Betonfertigteile werden die Podest- bzw. Treppenbauteile mitsamt bewehrten Konsolen ausbetoniert und anschließend mit den Wandkästen versehen. Das Bauteil wird dann auf der Baustelle auf das lastabtragende Bauteil aufgelagert.

Die Herstellerangaben zur bauseitigen Bewehrung sind zu beachten. Üblicherweise gilt, dass die Zugbewehrung des Tragelements mit der bauseitigen Bewehrung im angrenzenden Podest zu übergreifen und die freien Ränder am Treppenpodest zu beiden Seiten des Schalldämmelements durch Steckbügel zu sichern sind. Weiterhin ist in der Regel eine zusätzliche Querkraftbewehrung in der Platte im Bereich der Lasteinleitung aus der Konsole erforderlich.

4.4.1.3 Statischer Nachweis

Der statische Nachweis der Betonkonsole ist zu erbringen, wobei auch typengeprüfte Bemessungstabellen in Kombination mit vorgefertigten Bewehrungskörben (Tragelementen) verwendet werden können. Zusätzlich muss ein Nachweis über die Querkrafttragfähigkeit der Podestplatte erbracht werden. Die über die Seitenflächen des Wandelements eingebrachten Quer-

kräfte müssen vom umgebenden Mauerwerk oder Beton aufgenommen werden können. Die Hersteller geben hier zur Vereinfachung Mindestbetonfestigkeitsklassen bzw. erforderliche Steifigkeitsklassen und Mörtelgruppen vor.

Bei der Planung ist die zu erwartende Einfederung durch die Elastomerlager zu berücksichtigen. Aufgrund der Nichtlinearität der Kraft-Verformungskurve von Elastomerlagern stellen die Hersteller in der Regel entsprechende Bemessungsdiagramme zur Verfügung.

4.4.1.4 Produkte der Hersteller/Anbieter

Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

Es sind keine Verwendbarkeitsnachweise erforderlich. Bei Produkten mit typengeprüften Bemessungswerten kann der statische Nachweis der Betonkonsole entfallen.

Produkte aller Hersteller mit typengeprüften Tragelementen

In Tabelle 7 sind am Markt verfügbare Anschlüsse dieses Typs mit typengeprüften Tragelementen aufgeführt. Darüber hinaus gibt es noch Anbieter ohne Typenprüfung. Bei der Verwendung dieser Produkte muss der statische Nachweis der Betonkonsole zusätzlich erbracht werden.

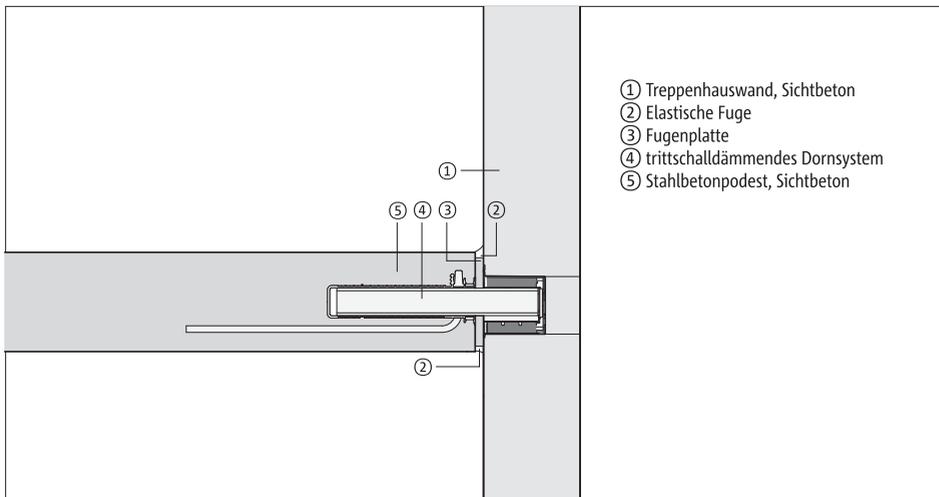
4.4.2 Dornsysteme: Podest, Platte, Treppe an Wand

4.4.2.1 Anwendungsbereich

Dornsysteme dieser Kategorie ermöglichen die trittschalldämmte Verbindung von Treppenbauteilen (Podestplatten und Treppenläufen) aus Stahlbeton mit Wänden aus Stahlbeton oder Mauerwerk nach DIN EN 1996-1-1 [39] unter vorwiegend ruhender Belastung. Es kann sich dabei sowohl um Ort- als auch

Tabelle 7. Übersicht von Produkten zum Anschluss von Podesten/Platten an Wände mit Konsolaufleger und typengeprüftem Tragelement (Stand: 15.11.2022)

Handelsname des Bauprodukts/Gegenstand der Typenprüfung	Hersteller/Antragsteller	Typenprüfung, ausgestellt von
Schall-Isobox SINTON X	H-Bau Technik GmbH Am Güterbahnhof 20 79771 Klettgau	Prüf-Nr. 12/2 Regierungspräsidium Tübingen Landesstelle für Bautechnik
Schöck Tronsole Typ Z	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	S-N/130257 Prüfamf für Standsicherheit Nürnberg Landesgewerbeanstalt Bayern
Tritt-Schall-Box TSB	Pakon AG Bahnhofstrasse 33 8867 Niederurnen Schweiz	Prüf-Nr. 15/1 Regierungspräsidium Tübingen Landesstelle für Bautechnik
Trittschalldämmbox Egcosono SP	Max Frank GmbH & Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing	Nr. T 22/006/351 Landesamt für Bauen und Verkehr Brandenburg

**Bild 12.** Beispielhaftes Anschlussdetail – Treppenpodest an Treppenhauswand mittels Querkraftdorn

um Fertigbetonbauteile handeln. Prinzipiell können mit diesen Anschlüssen (s. Bild 12) positive und negative Querkräfte in vertikaler und horizontaler Richtung übertragen werden. In Dornlängsrichtung werden keine planmäßigen Kräfte übertragen. Es können – produktabhängig – Fugenbreiten von bis zu 100 mm realisiert werden.

4.4.2.2 Konstruktive Durchbildung

Mehrheitlich bestehen Dornsysteme zur akustischen Entkopplung von Treppenpodesten aus den drei funktionalen Einheiten Wandelement, Dornelement und Podest- bzw. Treppenhülse (Bild 13). Das Wandelement ist in Abhängigkeit von der Lasteinwirkungsrichtung ein- bis vierseitig mit Elastomerlagern bestückt. Eine Lastverteilplatte, auf der das Tragelement aufliegt, ermöglicht eine gleichmäßige Weiterleitung der

Last aus dem Tragelement in das Elastomerlager und die Wand.

Das Dornelement kann sowohl einen runden wie auch einen rechteckigen Querschnitt aufweisen und als Stahlhohlprofil oder Stahlvollprofil vorliegen.

Die Podest- bzw. Treppenhülse stellt die Lastweiterleitung aus dem Treppenbauteil in das Dornelement her und ermöglicht eine Verschiebung des Dorns in Längsrichtung zur Realisierung der gewünschten Fugenbreite. Zusätzliche Krafteinleitungselemente, die in der Hülse integriert sind, können die hohe Betonpressung reduzieren und den Widerstand gegen ein Ausbrechen der Betonkante erhöhen.

Bestehen Anforderungen an den Feuerwiderstand, muss das Dornenteil ausreichend vor der Brandeinwirkung geschützt werden. Einige Hersteller bieten Brandschutz-Sets an, mit denen die Anforderungen erfüllt werden können.

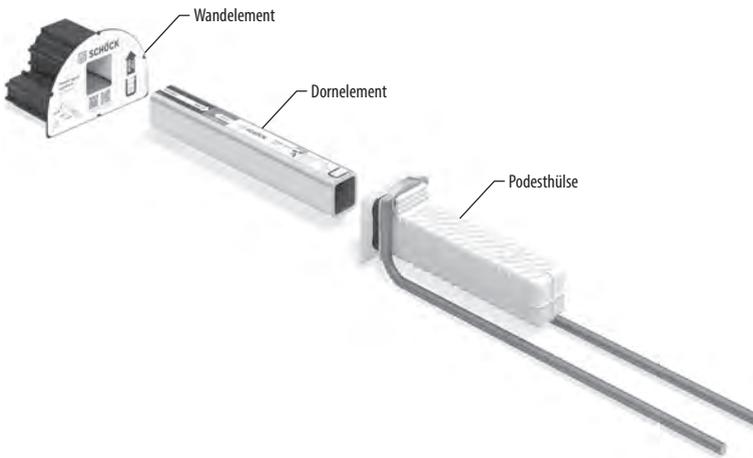


Bild 13. Typische Ausprägungsform von trittschalldämmenden Querkraftdornen mit drei funktionalen Einheiten am Beispiel von Schöck Tronsole® Typ P

4.4.2.3 Statischer Nachweis

Die Weiterleitung der Lasten zu den Auflagern der anschließenden Bauteile ist für den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit für jeden Einzelfall nachzuweisen. Für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit ist der Rissbreitennachweis nach DIN EN 1992-1-1 [27], Abschnitt 7.3, unter Beachtung der entsprechenden Abschnitte von DIN EN 1992-1-1/NA [28] zu führen. Werden die Regelungen der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen eingehalten, braucht kein zusätzlicher Nachweis für die Stirnseite der Fuge sowie im Kräfteinleitungsbereich geführt zu werden.

Die über die Seitenflächen des Wandelements eingebrachten Querkräfte müssen vom umgebenden Mauerwerk oder Beton aufgenommen werden können. Die Hersteller geben hier zur Vereinfachung Mindestbetonfestigkeitsklassen bzw. erforderliche Steinfestigkeitsklassen und Mörtelgruppen vor.

Bei der Planung ist die zu erwartende Einfederung durch die Elastomerlager zu berücksichtigen. Aufgrund der Nichtlinearität der Kraft-Verformungskurve von Elastomerlagern stellen die Hersteller in der Regel entsprechende Bemessungsdiagramme zur Verfügung.

4.4.2.4 Produkte der Hersteller/Anbieter

Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

Querkraftdorne gehören zu den Bauprodukten ohne Technische Baubestimmung und ohne anerkannte Regeln der Technik, für die ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich ist. Daher müssen diese in Deutschland entweder national durch eine abZ/aBG oder europäisch durch eine ETA – in Ergänzung mit einer aBG oder einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung – geregelt sein und entweder ein Ü- oder ein CE-Zeichen tragen. Planer sind in der Pflicht zu prüfen, dass eingekaufte Produkte über die zuvor benannten erforderlichen Nachweise verfügen.

In Österreich kann die Verwendbarkeit durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder durch eine ETA nachgewiesen werden. Alternativ wird die deutsche abZ/aBG als Verwendbarkeitsnachweis anerkannt.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

Typenprüfungen bilden selbst keinen Verwendbarkeitsnachweis.

Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich

In Tabelle 8 sind alle am Markt verfügbaren Anschlüsse dieses Typs mit Verwendbarkeitsnachweis aufgeführt. Darüber hinaus gibt es noch Anbieter ohne Verwendbarkeitsnachweis. Die Verwendung dieser Produkte ist mit dem Bauherrn abzustimmen oder eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.

Tabelle 8. Übersicht allgemein bauaufsichtlich zugelassener trittschalldämmter Querkraftdorne (Stand: 15.11.2022)

Zulassungsgegenstand	Antragsteller	abZ/aBG, ausgestellt von
Schöck Tronsole® Typ Q	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-311, DIBt
Trittschallboxen HQW	Pakon AG Bahnhofstrasse 33 8867 Niederurnen Schweiz	Z-15.7-321, DIBt
PHILIPP Trittschallschutzsystem	PHILIPP GmbH Lilienthalstraße 7-9 63741 Aschaffenburg	Z-15.7-332, DIBt
Schöck Tronsole® Typ P	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-349, DIBt
Egcopal Typ SP, SPH, SPX	Max Frank GmbH & Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing	Z-15.7-357, DIBt

4.4.3 Treppenlauf an Podest mit gerader Fuge

4.4.3.1 Anwendungsbereich

Die hier vorgestellten Trittschalldämmelemente für den Anschluss von geraden oder gewendelten Treppenläufen an Podeste oder Geschossdecken ermöglichen einen Anschluss mit gleichmäßiger gerader Fuge (Bild 14). Durch den Anschluss ohne Konsole und daraus resultierender geringerer Bauhöhe ergibt sich ein größerer architektonischer Gestaltungsspielraum. Diese Elemente übertragen planmäßig Querkräfte und geringe Horizontallasten parallel zur Anschlussfuge

bei gleichzeitiger Trittschalldämmung. Der Treppenlauf kann in Ortbeton oder als Vollfertigteil, das Podest in Ortbeton oder als Halbfertigteil ausgeführt werden.

4.4.3.2 Konstruktive Durchbildung

Dem Stand der Technik entsprechende Anschlüsse bilden eine elastische Fuge mit lastabtragenden und schalldämmenden Konsolen aus, in die eine Querkraftbewehrung integriert ist. Abweichend zu dieser Ausführungsvariante gibt es Produkte mit durch die Fuge gehenden Querkraftstäben, die jedoch nur eine geringe Trittschalldämmung ermöglichen.

Die Herstellerangaben zur bauseitigen Bewehrung sind zu beachten. Die Biegezugbewehrung des Treppenlaufs ist durch den Tragwerksplaner zu ermitteln. Am Treppenlauf muss beidseitig eine für die Querkraft dimensionierte Aufhängebewehrung angeordnet werden. Dies ist üblicherweise durch das Hochführen der unteren Bewehrung gegeben. Eine ausreichende Verankerung ist sicherzustellen.

4.4.3.3 Statischer Nachweis

Für die beidseitig angeschlossenen Bauteile ist ein statischer Nachweis vorzulegen; hierbei ist ein gelenkiges Auflager anzunehmen. Bei Einhaltung der Regeln und Bemessungswerte aus den Verwendbarkeitsnachweisen gilt der Nachweis der örtlichen Einleitung der durch das Anschlusselement übertragenen Lasten in die Stahlbetonbauteile als erbracht.

Bei der Planung ist die zu erwartende Einfederung durch die Elastomerlager zu berücksichtigen. Aufgrund der Nichtlinearität der Kraft-Verformungskurve von Elastomerlagern stellen die Hersteller in der Regel entsprechende Bemessungsdiagramme zur Verfügung.

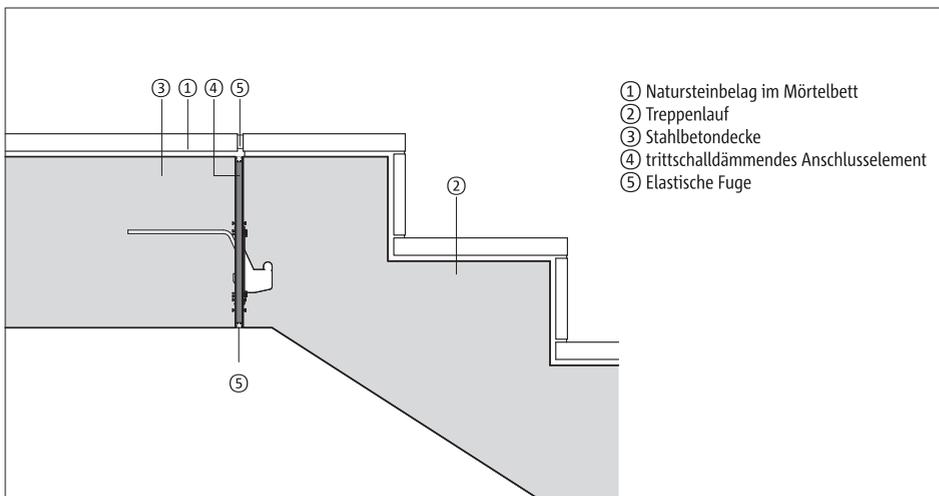


Bild 14. Beispielhaftes Anschlussdetail – Treppenlauf an Podest/Geschossdecke mit gerader Fuge

Tabelle 9. Übersicht allgemein bauaufsichtlich zugelassener Anschlüsse eines Treppenlaufs an ein Podest mit gerader Fuge (Stand: 15.11.2022)

Zulassungsgegenstand	Antragsteller	Zulassung, ausgestellt von	Nationale Bauartgenehmigung, ausgestellt von
Schöck Tronsole® Typ T	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-310, DIBt	

4.4.3.4 Produkte der Hersteller/Anbieter

Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

Anschlüsse von Treppenläufen an Podeste mit gerader Fuge und lastabtragenden Konsolen gehören zu den Bauprodukten ohne Technische Baubestimmung und ohne anerkannte Regeln der Technik, für die ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich ist. Daher müssen diese in Deutschland entweder national durch eine abZ/aBG oder europäisch durch eine ETA – in Ergänzung mit einer aBG oder einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung – geregelt sein und entweder ein Ü- oder ein CE-Zeichen tragen. Planer sind in der Pflicht zu prüfen, dass eingeplante Produkte über die zuvor benannten erforderlichen Nachweise verfügen. In Österreich kann die Verwendbarkeit durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder durch eine ETA nachgewiesen werden. Alternativ wird die deutsche abZ/aBG als Verwendbarkeitsnachweis anerkannt.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar

sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

Typenprüfungen bilden selbst keinen Verwendbarkeitsnachweis.

Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich

In Tabelle 9 sind alle am Markt verfügbaren Anschlüsse dieses Typs mit Verwendbarkeitsnachweis aufgeführt, welche dem Stand der Technik entsprechen. Darüber hinaus gibt es noch Anbieter ohne Verwendbarkeitsnachweis. Die Verwendung dieser Produkte ist mit dem Bauherrn abzustimmen oder eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.

4.4.4 Treppenlauf an Podest oder Geschossdecke mit Betonkonsole

4.4.4.1 Anwendungsbereich

Linienförmige Trittschalldämmelemente wie in Bild 15 dargestellt, ermöglichen einen Anschluss von Treppenläufen an Podeste oder Geschossdecken unter statischer und quasistatischer Einwirkung. Neben Quer-

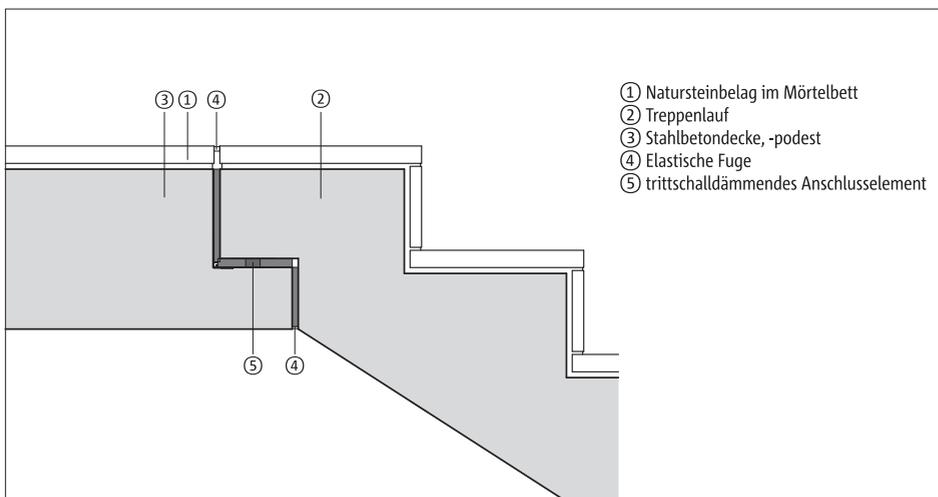


Bild 15. Beispielhaftes Anschlussdetail – Treppenlauf an Podest/Geschossdecke mit Betonkonsole

kräften können bei einigen Ausführungsvarianten auch geringe Horizontallasten übertragen werden. Die Podeste können in Ortbeton, als Halbfertigteil oder Vollfertigteil, die Treppenläufe in Ortbeton oder als Vollfertigteil ausgeführt werden.

4.4.4.2 Konstruktive Durchbildung

Verbindungselemente dieser Art bestehen üblicherweise aus einem oberen und unteren schalldämmenden Vertikalschenkel und einem mit einem oder mehreren Elastomerlagern bestückten schalldämmenden und lastübertragenden Horizontalschenkel. Einige Ausführungsvarianten besitzen davon abweichend auch Elastomerlager in den Vertikalschenkeln zur Aufnahme horizontaler Lasten. Neben einem durchgehenden Elastomer-Linienlager gibt es Ausführungsvarianten mit segmentierten Einzellagern. Integrierte Klebänder zur Befestigung am Treppenlauf vereinfachen die Montage auf der Baustelle und sorgen für eine sichere Fixierung des Produkts.

4.4.4.3 Statischer Nachweis

Die beidseitig anschließenden Stahlbetonbauteile müssen statisch nachgewiesen werden. Für die Ermittlung der Bewehrung ist eine freie Auflagerung anzunehmen, da durch die beschriebenen Anschlusselemente nur Querkräfte und geringe Horizontalkräfte übertragen werden können. Die Stahlbetonbauteile sind entsprechend DIN EN 1992-1-1 [27] in Verbindung mit DIN EN 1992-1-1/NA [28] zu bemessen.

Die Bemessung der Konsole kann bei allgemein bauaufsichtlich zugelassenen oder typengeprüften Produkten entfallen. Werden die entsprechenden Regelungen eingehalten, kann auf die zusätzlichen Nachweise an der Stirnseite der Fuge und im Krafteinleitungsbe-
reich verzichtet werden.

Bei der Planung ist die zu erwartende Einfederung durch die Elastomerlager zu berücksichtigen. Aufgrund der Nichtlinearität der Kraft-Verformungskurve von Elastomerlagern stellen die Hersteller in der Regel entsprechende Bemessungsdiagramme zur Verfügung.

4.4.4.4 Produkte der Hersteller/Anbieter

Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

Für Ausführungsvarianten mit einem durchgängigen Elastomerlager gibt es Technische Baubestimmungen in Form der DIN EN 1992-1-1 zum Nachweis der Betonkonsole. Im Fall von mehreren Einzellagern (segmentierte Elastomerlager) ist dieser Nachweis gegebenenfalls nicht mehr möglich und es wird dann ein Verwendbarkeitsnachweis erforderlich. Daher müssen diese Varianten in Deutschland entweder national durch eine abZ/aBG oder europäisch durch eine ETA – in Ergänzung mit einer aBG oder einer vorhabenbezogenen Bauartgenehmigung – geregelt werden und entweder ein Ü- oder ein CE-Zeichen tragen. Planer sind in der Pflicht zu prüfen, dass eingeplante Produkte über die zuvor benannten erforderlichen Nachweise verfügen.

Tabelle 10. Übersicht allgemein bauaufsichtlich zugelassener Anschlusselemente „Treppenlauf an Podest oder Geschosssdecke mit Betonkonsole“ (Stand: 15.11.2022)

Zulassungs-gegenstand	Antragsteller	abZ/aBG, ausgestellt von
Schöck Tronsole® Typ F	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	Z-15.7-359, DIBt

In Österreich kann die Verwendbarkeit durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder durch eine ETA nachgewiesen werden. Alternativ wird die deutsche abZ/aBG als Verwendbarkeitsnachweis anerkannt.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeit in Deutschland und Österreich

In Tabelle 10 sind alle am Markt verfügbaren Anschlüsse dieses Typs mit Verwendbarkeitsnachweis aufgeführt.

Weitere Anschlusselemente dieser Art sind z. B. von Aschwanden, Basys, HBT-Isol, Leschuplast, Leviat, Matteco, Max Frank, Pakon, Pohlcon und SPEBA erhältlich.

4.4.5 Sonstige Produkte

Neben den detailliert beschriebenen Anschlusselementen gibt es eine Reihe weiterer Produkte, um den vollumfänglichen Trittschallschutz im gesamten System sicherzustellen. In Bild 16 ist ein mögliches Detail für den Anschluss eines Treppenlaufs an eine Bodenplatte dargestellt. Der verbaute Dorn dient zur konstruktiven Lagesicherung und ist optional einsetzbar.

Ebenfalls notwendig sind Fugenplatten, welche die schallbrückenfreie Fugenausbildung zwischen Treppenläufen/-podesten und Wänden ermöglichen. Konkret verhindern die Platten, dass sich durch Schmutz in der Fuge Schallbrücken bilden können. Die Schalldämmwerte der Hersteller können üblicherweise nur mit Verwendung dieser Platten erreicht werden. Fugenplatten komplettieren das jeweilige Schallschutzsystem und ergeben eine umlaufende Linie um die zu entkoppelnde Treppe.

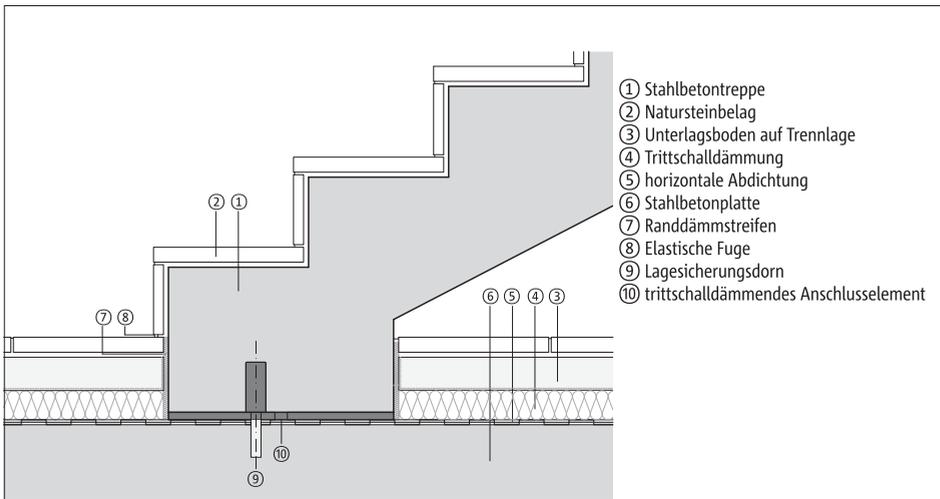


Bild 16. Beispielhaftes Anschlussdetail – Treppenlauf an Bodenplatte mit Lagesicherungsstange

5 Querkraftdorne

5.1 Allgemeines/Anwendungsbereich

In Bauteilen oder Gebäuden aus Stahlbeton treten Verformungen durch Schwinden des Betons beim Aushärten und durch Temperaturänderungen auf. Werden diese Verformungen behindert, können in Abhängigkeit von der Länge der Bauteile erhebliche Zwangskräfte entstehen. Diese Kräfte können zu Rissen oder anderen Bauschäden führen und müssen auch bei der Bauteilbemessung berücksichtigt werden. Aus diesem Grund werden Dehnfugen wie in Bild 17 vorgesehen, in denen sich die Bauwerksabschnitte oder einzelnen Bauteile zwangsfrei verformen können. Bei Gebäudefugen ist darauf zu achten, dass diese durch das gesamte Gebäude mit allen Anbauteilen bis zur Gründung gehen.

Einige Bauteile, wie zum Beispiel Decken oder Unterzüge, müssen im Bereich der Fuge aufgelagert werden, um ihre Kräfte in die Gründung weiterzuleiten. Konventionell kann dies durch Konsolen mit Gleitlagern oder eine doppelte Ausführung der Wände und Stützen beidseitig der Fuge gelöst werden. Die Bewehrung und Schalung dieser Lösungen sind aufwendig.

Zudem benötigen sie Raum, der für die spätere Nutzung nicht zur Verfügung steht. Als bessere Alternative haben sich Querkraftdorne bewährt. Sie bestehen aus einem Dorn- und einem Hülseenteil, die in den jeweils an der Fuge angrenzenden Gebäudeteilen einbetoniert sind. Dabei steckt der Stab des Dornenteils in einem Rohr des Hülsenteils. Diese Konstruktion ermöglicht die Übertragung von Kräften in der Fuge und gleichzeitig eine horizontale Beweglichkeit der Bauteile.

5.2 Produktgruppen

Je nach Anforderung gibt es verschiedene Bauformen von Dornen. In Abhängigkeit von der Größe und Art der Last, der Bauteilabmessung, Umweltbedingung und erforderlichen Verschieblichkeit bieten die Hersteller verschiedene Modelle an. Im Folgenden werden die Besonderheiten und Grenzen dieser Querkraftdorne erläutert.

5.2.1 Einzelschubdorne

Einzelschubdorne bestehen im Wesentlichen aus einem einfachen Dornstab und einem Rund- bzw. Rechteckrohr mit einer Befestigungsmöglichkeit an der Scha-

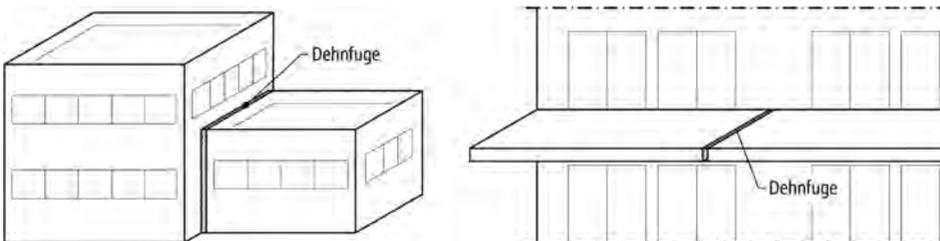


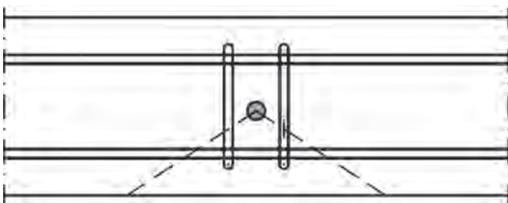
Bild 17. Dehnfugen in Gebäuden und Bauteilen



Bild 18. Einzelschubdorne in verschiedenen Ausführungen

lung (s. Bild 18). Diese Querkraftdorne ermöglichen in Abhängigkeit von Bauteildicke und Dorndurchmesser die Übertragung von Querkraften zwischen 5 und 80 kN pro Dorn. Da sie keine weitere Konstruktion zur Verbesserung der Verankerung im Beton aufweisen, erzeugen sie kleinere Ausbruchskörper im Vergleich zu Schwerlastdornen (s. Bild 19). Aus diesem Grund haben sie in dünnen Decken oder bei randnahe Einbau geringe Tragfähigkeiten. Des Weiteren liegt die Einspannstelle dieser Dorne aufgrund des fehlenden Ankerkörpers tiefer im Beton. Diese Einspanntiefe wird bei der theoretischen Fugenbreite berücksichtigt, wodurch die Tragfähigkeit im Vergleich zu Schwerlastdornen weiter sinkt. Durch ihre einfache Konstruktion sind sie jedoch meist günstiger als Schwerlastdorne. Einzelschubdorne sind in verschiedenen Materialkombinationen je nach Anwendungsbereich verfügbar. Die Dorne sind aus nichtrostenden Stählen der Korrosionsschutzklasse 3 gemäß DIN EN 1993-1-4 [40] oder aus verzinktem Stahl erhältlich. Letzterer ist besonders für den Einsatz im Innenbereich der Korrosivitätskategorie C1 und C2 gemäß DIN EN ISO 14713 [41] geeignet. Die Hülsen bestehen aus nichtrostendem Stahl oder aus Kunststoff. Die Varianten aus nichtrostendem Stahl eignen sich für Fugen zum Anschluss von Außenbauteilen. Durch tägliche und saisonale Temperaturschwankungen ist in diesem Fall mit häufigen Bewegungen zu rechnen; dabei haben die Stahlhülsen einen höheren Widerstand gegen Abrieb.

Einzelschubdorn



5.2.2 Schwerlastdorne

Schwerlastdorne besitzen im Vergleich zu Einzelschubdornen eine Konstruktion am Dorn- und Hülseenteil, um den Ausbruchskörper beim Betonkantenbruch zu vergrößern und die Einspannstelle des Dornstabs möglichst nahe an die Betonoberfläche zu verschieben. Je nach Hersteller wird dies durch Frontplatten bzw. Umlenkkörper in Verbindung mit angeschweißten Bügeln oder durch ein Schublech zwischen zwei angeschweißten Dornen erreicht. In Bild 20 wird beispielhaft ein Querkraftdorn mit einer solchen Konstruktion gezeigt. Weitere Anbieter sind in Abschnitt 5.6, Tabelle 12 aufgeführt. Durch diese Verankerungskörper können die Tragfähigkeit des Dornstabs selbst und die Tragfähigkeit im Beton erheblich gesteigert werden. Diese Querkraftdorne ermöglichen in Abhängigkeit von der Bauteildicke und Tragstufe die Übertragung von Querkraften zwischen 40 und über 400 kN pro Dorn. Besonders in dünnen Bauteilen sind somit wesentlich höhere Tragfähigkeiten gegenüber Einzelschubdornen möglich.

Alle Schwerlastdorne sind aus nichtrostendem Edelstahl der Korrosionsschutzklasse 3 bzw. 2 gemäß DIN EN 1993-1-4 [40] hergestellt. Dies ermöglicht wartungsfreie Anschlüsse von Betonbauteilen auch bei häufigen Fugenbewegungen im Innen- und Außenbereich.



Bild 20. Beispiel eines Schwerlastdorns

Schwerlastdorn

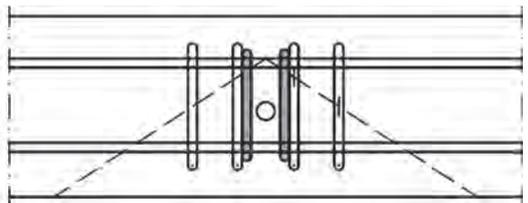


Bild 19. Vergleich der Bruchkörper von Einzelschubdornen und Schwerlastdornen beim Betonkantenbruch

5.2.3 Querkraftdorne für nicht vorwiegend ruhende Lasten

Bei diesem Querkraftdorn handelt es sich im Prinzip um einen Schwerlastdorn, der ebenfalls einen Verankerungskörper zur Traglaststeigerung im Beton besitzt. Der hier verwendete Dornstab besteht jedoch aus einem Material mit erhöhtem Widerstand gegen Ermüdung. Dementsprechend sind in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung dieses Querkraftdorns Bemessungswerte für die Querkraftschwingbreite enthalten. Ermüdungslasten können zum Beispiel in Decken von Parkhäusern, in Auffahrampen oder Lagergebäuden mit Staplerverkehr auftreten.

Alle oberflächennahen Bauteile dieses Dorns bestehen aus nichtrostendem Edelstahl der Korrosionsschutzklasse 2 bzw. 3 gemäß DIN EN 1993-1-4 [40]. Der Dornstab selbst besteht aus einem Vergütungsstahl, der durch ein Rohr aus nichtrostendem Stahl geschützt ist.

5.2.4 Längs- und querverschiebliche Dorne

Sowohl Schwerlastdorne als auch Einzelschubdorne sind als längsverschiebliche oder längs- und querverschiebliche Dorne verfügbar. Lediglich Querkraftdorne für nicht vorwiegend ruhende Last gibt es nur in längsverschieblicher Ausführung.

Die Hülsen der längsverschieblichen Dorne besitzen ein Rundrohr, in dem sich der Dorn in Längsrichtung verschieben kann. Dies ermöglicht Fugenbreiten je nach Produkt und Hersteller von bis zu 80 mm. Die minimale Fugenbreite ist bei den meisten Systemen 0 mm. Längs- und querverschiebliche Querkraftdorne besitzen ein Rechteckrohr als Hülse. Dies ermöglicht dem Dorn zusätzlich eine Verschiebung quer zur Dornachse. Je nach Produkt und Hersteller sind hier Querverschiebungen von ± 20 mm möglich.

Längs- und querverschiebliche Dorne sind in Fugen ab ca. 8 m erforderlich, wenn die Bauabschnitte beidseitig der Fuge zeitversetzt betoniert werden. In diesem Fall

kann der Beton im letzten Bauabschnitt auch längs zur Fuge schwinden, während der erste Bauabschnitt bereits ausgehärtet ist. Dadurch können Verspannungen zwischen den Dornen auftreten. Des Weiteren sind solche Dorne in Fugen erforderlich, die nicht gerade verlaufen (s. Bild 21), oder wenn unterschiedliche Bewegungsrichtungen wie zum Beispiel bei Eckbalkonen zu erwarten sind.

5.3 Statische Nachweise

5.3.1 Ablauf der Bemessung

Im ersten Schritt ist die Querkraft in der Fuge zu bestimmen. Diese kann anhand vereinfachter statischer Modelle oder mit einem Programm für Baustatik ermittelt werden. Da Querkraftdorne keine Biegemomente übertragen können, ist in der Fuge ein Momentengelenk anzuordnen. Im nächsten Schritt sind die Fugenbreite während der Betonage und die maximale Fugenbreite unter Berücksichtigung des Schwindens des Betons sowie Temperaturverformungen zu ermitteln. Weitere Informationen hierzu sind in Abschnitt 5.4.2 zu finden. Für die Ermittlung der Bemessungswiderstände der Querkraftdorne bieten alle Hersteller technische Informationen an. Diese enthalten Traglasttabellen, aus denen die Bemessungswerte der Tragfähigkeit in Abhängigkeit von der Plattendicke und maximalen Fugenbreite für jede Tragstufe abgelesen werden können. In diesen Tabellen sind die Nachweise aus den Abschnitten 5.3.2 bis 5.3.4 bereits enthalten. Bei einigen Herstellern ist zusätzlich noch ein Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gemäß Abschnitt 5.3.5 erforderlich.

Bei der Auswahl der Tragstufe des jeweiligen Querkraftdorns sind die Mindestbauteilabmessungen zu beachten. Wenn der passende Querkraftdorn gefunden wurde, kann der erforderliche Dornabstand aus der Querkraft in der Fuge und dem Bemessungswiderstand aus der Traglasttabelle berechnet werden. Dabei sind

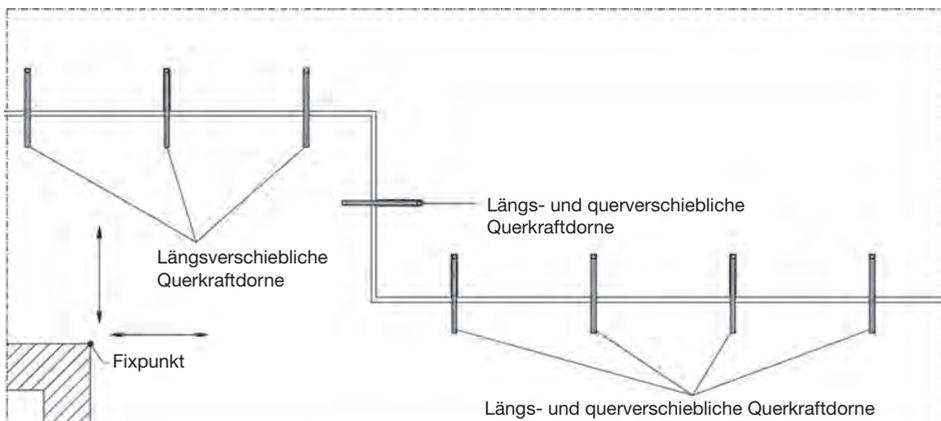


Bild 21. Grundriss einer nicht gerade verlaufenden Fuge

Mindest- und Maximalabstände der Querkraftdorne einzuhalten, welche ebenfalls in den technischen Informationen des jeweiligen Herstellers aufgeführt sind. Auch die erforderliche bauseitige Bewehrung kann aus entsprechenden Tabellen abgelesen werden.

Die Bewehrung am Plattenrand entlang der Fuge ist gemäß den Zulassungen als durchlaufender Randträger mit dem Dornabstand als Spannweite zu bemessen. Zusätzlich ist ein Rissbreitennachweis des Plattenbalkens nach DIN EN 1992-1-1 [27], Abschnitt 7.3, zu führen. Die hierfür erforderliche Fugenlängsbewehrung ist in den Bewehrungstabellen der meisten Hersteller berücksichtigt.

Um die Bemessung zu vereinfachen, bieten alle Hersteller Bemessungsprogramme an. Diese ermöglichen eine optimale und schnelle Bemessung unter Berücksichtigung der Bauteilabmessungen, der Querkraft in der Fuge und aller anderen Einflussparameter.

5.3.2 Nachweis gegen Betonkantenbruch

Beim Betonkantenbruch bricht, wie in Bild 19 dargestellt, ein Ausbruchskörper auf der lastabgewandten Seite des Dorns aus dem Betonbauteil. Die Größe des Ausbruchskörpers hängt von der Bauart und Tragstufe des Querkraftdorns ab. Dieser Ausbruchskörper wird durch die U-Bügel beidseitig vom Dorn gehalten. Bei einem kleinen Ausbruchskörper können nur wenige Bügel innerhalb dieses Ausbruchkegels angeordnet werden. Zudem haben die Bügel in diesem Fall nur eine geringe Verankerungslänge innerhalb des Ausbruchkörpers. Aus diesen Gründen ermöglichen die größeren Ausbruchskörper der Schwerlastdorne höhere Tragfähigkeiten.

Um eine gegenseitige Beeinflussung der Ausbruchskörper von benachbarten Querkraftdornen zu vermeiden, wird der minimale Dornabstand auf die 1,5-fache Plattendicke begrenzt.

Der Nachweis gegen Betonkantenbruch wird mit einem Bemessungsmodell geführt, das die Verankerung der U-Bügel durch den Winkelhaken und die Verankerungslänge innerhalb des Ausbruchkörpers berücksichtigt. Diese Bemessung ist sehr aufwendig, weshalb die Verwendung von Bemessungsprogrammen der Hersteller oder deren technischen Informationen empfohlen wird.

5.3.3 Nachweis gegen Stahlversagen

Als Bemessungsmodell für den Dornstab wird ein beidseitig eingespannter Balken angenommen, wie er in Bild 22 dargestellt ist. Die Bemessung erfolgt gemäß DIN EN 1993-1-1 [42]. Die Spannweite des Balkens ergibt sich aus der Fugenbreite f und einer beidseitigen Einspanntiefe e im Beton. Bei Einzelschubdornen wird gemäß EAD 050019-00-301 [43] und Heft 346 [44] des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton davon ausgegangen, dass die Einspannstelle ca. einen halben Dorndurchmesser unter der Betonoberfläche beidseitig der Fuge liegt. Dies vergrößert den Hebelarm und reduziert somit die Tragfähigkeit. Bei Schwer-

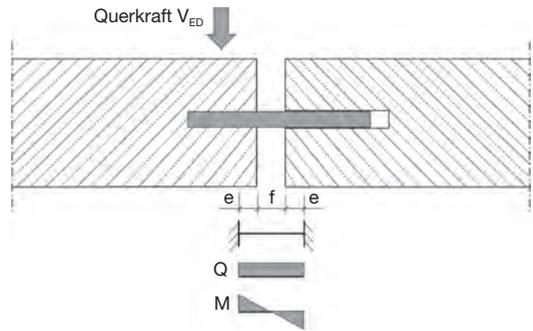


Bild 22. Statisches Modell des Dornstabs

lastdornen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung wird die Einspannstelle direkt an der Vorderkante des Verankerungskörpers angenommen ($e = 0$ mm). Für Schwerlastdorne mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) sind Versuche notwendig, um die Einspanntiefe zu bestimmen. Zum Zeitpunkt des Redaktionsschlusses dieses Beitrags war lediglich eine ETA für einen Schwerlastdorn veröffentlicht. Bei diesem Querkraftdorn liegt die Einspannstelle in einer Tiefe von $e = 7,8$ mm hinter der Vorderkante der Frontplatte.

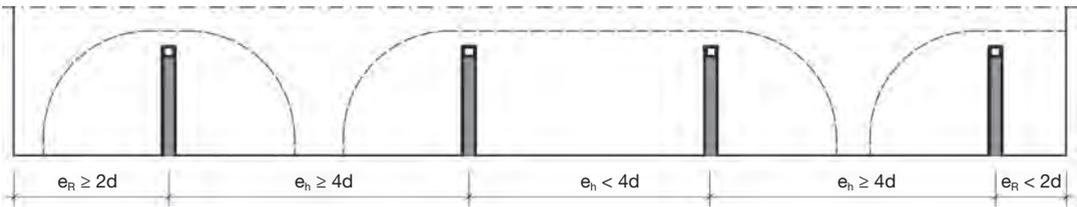
Weiterhin ist bei der Stahltragfähigkeit auch die Zugkraft aus der Reibung des Dornstabs in der Hülse zu berücksichtigen. Aus diesem Grund wird die Tragfähigkeit von längsverschieblichen Querkraftdornen um 10% und von querverschieblichen Querkraftdornen um 19% reduziert.

Zum Nachweis gegen Stahlversagen gehört bei Schwerlastdornen auch die Bemessung des Verankerungskörpers. Hier sind je nach Bauform des Querkraftdorns Schweißnähte, Lochleibungspressung, Verankerungslänge und Stahlquerschnitte nachzuweisen. Diese Nachweise wurden von den Herstellern bereits im Rahmen der Zulassungsverfahren erbracht.

5.3.4 Querkrafttragfähigkeit der Platte

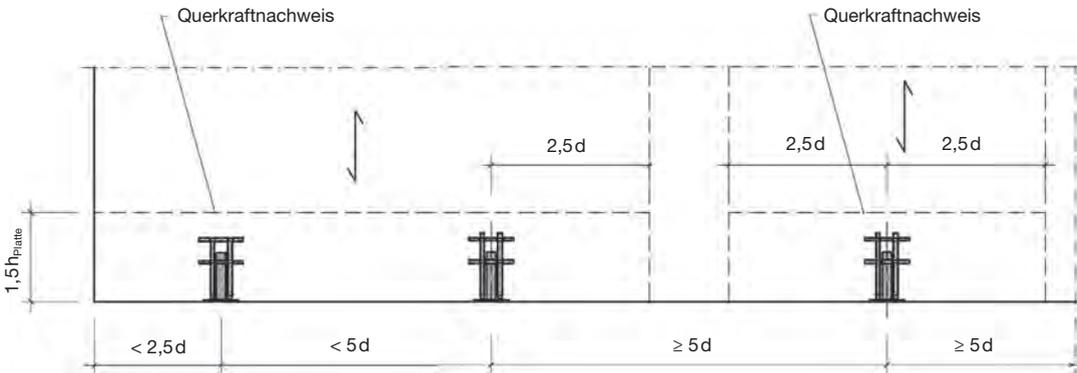
Querkraftdorne übertragen die Kräfte punktuell in das Auflager. Dies führt zu einer Lastkonzentration in diesem Bereich. Bei Querkraftdornen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung wird daher ein Durchstanznachweis mit einer Rundschnittführung wie in Bild 23 geführt. Kleine Rand- und Dornabstände führen zu einer sprunghaften Verkürzung der Rundschnittlängen, wodurch die Querkrafttragfähigkeit in diesem Bereich stark sinkt. Für Querkraftdorne mit einer Europäischen Technischen Bewertung (ETA) wird ein Querkraftnachweis gemäß DIN EN 1992-1-1 [27] im Bereich der Dorne geführt. Dabei wird, wie in Bild 24 dargestellt, eine Einflussbreite von $2,5 \cdot d$ (mit d für die statische Nutzhöhe) berücksichtigt.

Sowohl beim Querkraft- als auch beim Durchstanznachweis wird die Flächenbewehrung in der Platte berücksichtigt. Diese ist entsprechend am Plattenrand zu verankern.



d - statische Nutzhöhe der Platte

Bild 23. Rundschnitte für Durchstanznachweis am Querkraftdorn



d - statische Nutzhöhe der Platte

Bild 24. Bereiche für den Querkraftnachweis

5.3.5 Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

Zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit gehören die Begrenzung der Rissbreite und der Verformung. Letztere wurde im Rahmen der Zulassungsversuche nachgewiesen, weshalb diese Produkte als kraftschlüssige Verbindungsmittel eingesetzt werden können, die die Bedingungen zur Beschränkung der Durchbiegung nach DIN EN 1992-1-1 [17], Abschnitt 7.4.2, unter Beachtung von DIN EN 1992-1-1/NA [28], NCI zu 7.4.2 (2), erfüllen.

Die Begrenzung der Rissbreite am Plattenrandbalken ist gemäß DIN EN 1992-1-1 [27], Abschnitt 7.3, unter Berücksichtigung des Nationalen Anhangs nachzuweisen. Der Plattenrandbalken ist als Durchlaufträger mit dem Dornabstand als Spannweite zu bemessen.

Die Rissbreiten im Bereich des Betonkantenbruchs wurden im Rahmen der Zulassungsversuche bewertet. Daraus ergaben sich verschiedene Regelungen in den einzelnen Zulassungen der Hersteller, welche zu beachten sind.

5.4 Konstruktive Durchbildung

5.4.1 Anordnung von Dehnfugen

Die maximalen Abstände der Dehnfugen sind von vielen Parametern abhängig. Bei einzelnen Bauteilen, wie

zum Beispiel Balkonen oder Fassadenteilen, sind sie durch Normen oder Zulassungen der Verbindungselemente begrenzt. Für ganze Bauwerke gibt es aktuell keine allgemeingültigen Regeln, da die möglichen Abstände von vielen Einflüssen abhängen, wie z. B. Ort-beton- oder Fertigteilbauweise, Wärmedämmung, Zementsorte oder Alter und Nachbehandlung des Betons. Häufig wird daher die Technische Güte- und Lieferbedingung TGL 22903 [45] der ehemaligen DDR als grober Anhaltswert herangezogen. In Tabelle 11 ist ein Auszug aus dieser TGL für häufige Konstruktionen aus Stahlbeton aufgeführt. Darüber hinaus sind in dieser TGL auch maximale Fugenabstände für Gebäude aus Mauerwerk und mit Tragkonstruktionen aus Stahl angegeben.

5.4.2 Fugenbreite

Bevor die planerische Fugenbreite f_p bei der Betonage und die maximale Fugenbreite f_{max} für alle Verformungen ermittelt werden können, muss das gesamte Gebäude analysiert werden. Dabei ist abzuschätzen, wo sich die Fixpunkte der Bauteile einstellen werden. Der Abstand der Fuge zu diesem Fixpunkt wird wirksame Dehnlänge (l_w) genannt und für die Berechnung der Fugenbreiten verwendet. Bei Deckenplatten ergeben sich die Fixpunkte meist im Bereich aussteifender Kerne oder Wände.

Tabelle 11. Maximale Fugenabstände für Gebäude aus Stahlbeton nach TGL 22903 [45]

Konstruktion des Gebäudes	Maximaler Fugenabstand in Metern	
	Ortbetonbauweise	Fertigteilbauweise
Mehrgeschossige Gebäude mit einer rahmenstabilisierten Konstruktion aus Stützen und Riegel ohne Witterungseinfluss auf die Tragglieder	36	48
Mehrgeschossige Gebäude mit einer rahmenstabilisierten Konstruktion aus Stützen und Riegel mit Witterungseinfluss auf die Tragglieder	24	36
Mehrgeschossige Gebäude mit einer kern- oder scheibenstabilisierten Konstruktion ohne Witterungseinfluss auf die Tragglieder	48	72
Mehrgeschossige Gebäude mit einer kern- oder scheibenstabilisierten Konstruktion mit Witterungseinfluss auf die Tragglieder	36	48
Mehrgeschossige Gebäude in Wandbauweise ohne Witterungseinfluss auf die Tragglieder	36	48

Zuerst ist die planerische Fugenbreite der Dehnfuge vor der Betonage der angrenzenden Bauteile festzulegen. Diese Fugenbreite wird durch den Einbau einer kompressiblen Platte mit der entsprechenden Dicke in der Fuge erreicht. Hierfür wird meist eine Platte aus Mineralwolle verwendet. Die planerische Fugenbreite soll ausreichenden horizontalen Bewegungsraum für die Ausdehnung der Bauteile im Brandfall ermöglichen. Sie kann nach Gl. (7) berechnet werden:

$$f_p = \frac{\text{wirksame Dehnlänge } l_w}{1200} \quad (7)$$

Dabei ist die wirksame Dehnlänge der Bauteile beidseitig der Fuge zu berücksichtigen. Diese planerische Fugenbreite wird auf volle 10 mm aufgerundet und liegt in der Praxis meist zwischen 20 und 30 mm.

Für die Bemessung der Tragstufe des Querkraftdorns ist allerdings die maximale Fugenbreite maßgebend, die unter Berücksichtigung von Schwinden des Betons und Temperaturverformungen berechnet wird. Diese Breite kann mit Gl. (8) ermittelt werden:

$$f_{\max} = f_p + l_w \cdot (\Delta T \cdot \alpha_t + \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}) \quad (8)$$

mit

f_p planerische Fugenbreite bei der Betonage
 l_w wirksame Dehnlänge der Bauteile beidseitig der Fuge

ΔT T maximale Temperaturänderung des Bauteils gemäß DIN EN 1991-1-5

α_t $1,0 \cdot 10^{-5}$ [1/K] gemäß DIN EN 1992-1-1, Abs. 3.1.3 (5)

ϵ_{cd} Trocknungsschwinddehnung gemäß DIN EN 1992-1-1, Abs. 3.1.4 (6)

ϵ_{ca} Schrumpfdéhnung gemäß DIN EN 1992-1-1, Abs. 3.1.4 (6)

Für die Berechnung der maximalen Fugenbreite ist auch der Bauablauf zu berücksichtigen. Wenn die Bauabschnitte beidseitig der Fuge mit einem größeren zeitlichen Versatz betoniert werden, ist das Schrumpfen des zuerst betonierten Abschnitts möglicherweise

schon abgeschlossen, bevor der zweite Abschnitt betoniert wird. Damit führt das Schrumpfen des ersten Bauabschnitts zu keiner zusätzlichen Vergrößerung der Fugenbreite. Dies kann in der oben aufgeführten Gleichung durch eine getrennte Berechnung der Fugenvergrößerung für beide Seiten berücksichtigt werden.

Im Fall vorgespannter Decken sind auch das Kriechen des Betons und die Verformung während des Vorspannens zu berücksichtigen.

5.4.3 Einbau

Bei einer getrennten Errichtung der Bauabschnitte beidseitig der Fuge wird zuerst das Hülsenteil des Querkraftdorns an die Schalung des ersten Bauabschnitts genagelt. Dies hat den Vorteil, dass kein Loch in die Schalung gebohrt werden muss. Bei der Befestigung der Hülsen ist auf die parallele Anordnung zu achten, um Verspannungen zwischen den Dornen zu vermeiden. Anschließend ist die bauseitige Bewehrung gemäß den Angaben des Tragwerkplaners im Bereich der Dorne einzubauen. Hierbei ist besonders auf die Lage der U-Bügel seitlich des Querkraftdorns zu achten. Sollten diese zu weit entfernt vom Dorn eingebaut sein, könnten sie außerhalb des Bruchkegels liegen und somit den Widerstand gegen Betonkantenbruch erheblich reduzieren. Weiterhin kann je nach Einbausituation eine Fugenlängsbewehrung und Spaltzugbewehrung erforderlich sein. Einige Querkraftdorne benötigen auch Steckbügel innerhalb des Verankerungskörpers.

Nach der Betonage des ersten Bauabschnitts wird die Schalung entfernt und die Hülsenteile an der Stirnseite des ersten Bauteils werden sichtbar. Nun wird die Fugenplatte an der Stirnfläche angebracht und Löcher im Bereich der Hülsenrohre ausgeschnitten. Wenn eine Brandschutzmanschette erforderlich ist, so ist auch deren Umriss aus der Fugenplatte auszuschneiden. Anschließend kann der Dorn samt Brandschutzmanschette in die Hülse gesteckt werden. Bei Schwerlastdornen wird das Dornenteil bis zum Anliegen des Verankerungskörpers an der Fugenplatte in die Hülse ge-

schoben. Bei Einzelschubdornen ist darauf zu achten, dass die Dorne nicht zu tief in die Hülse gesteckt werden, um genügend Einbindetiefe in den zweiten Bauabschnitt sicherzustellen. Bei einigen Herstellern wird die Einstecktiefe durch Aufkleber am Dorn gekennzeichnet, andere geben in der Einbauanleitung Maße für die Einbindetiefe an.

Nachdem der Dorn in die Hülse gesteckt wurde, ist die bauseitige Bewehrung gemäß den Angaben des Tragwerkplaners im Bereich der Dorne einzubauen. Auch hier ist besonders auf die Lage der U-Bügel beidseitig des Dorns zu achten.

5.5 Brandschutz

Bauordnungsrechtlich sind Querkraftdorne punktförmige, tragende Plattenanschlüsse, die zwei Massivbauteile miteinander verbinden. Zwischen den Bauteilen befindet sich eine Fuge. Fugen werden bauordnungsrechtlich nicht eigenständig bewertet, d. h., sie müssen die Feuerwiderstandsfähigkeit und das Brandverhalten der sie einschließenden Bauteile aufweisen.

Um die Tragfähigkeit des Querkraftdorns im Brandfall zu gewährleisten, können Querkraftdorne mit Brandschutzmanschetten geschützt werden. Die Feuerwiderstandsbewertung kann, wie in Abschnitt 2.5 erläutert, anhand der Ergebnisse von Brandversuchen nach DIN EN 1365-2 [16] erfolgen. Die Brennbarkeit der Manschetten und der Feuerwiderstand des Anschlusses werden in einer ETA bzw. abZ bewertet. Der baurechtliche Verwendbarkeitsnachweis erfolgt in Deutschland dann mit einer aBG.

5.6 Produkte der Hersteller/Anbieter

5.6.1 Erforderliche Verwendbarkeitsnachweise in D-A-CH

In Deutschland ist eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung (abZ) vom DIBt oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) jeweils in Verbindung mit einer allgemeinen Bauartgenehmigung (aBG) als Verwendbarkeitsnachweis für Querkraftdorne erforderlich. Dabei ist darauf zu achten, dass auch alle Bestandteile wie Brandschutzmanschetten oder Materialien der Hülse in den bauaufsichtlichen Dokumenten enthalten sind. Anderenfalls ist eine privatrechtliche Einigung oder eine Zustimmung im Einzelfall durch die Baubehörde erforderlich.

In Österreich kann die Verwendbarkeit von Querkraftdornen durch eine Bautechnische Zulassung (BTZ) des OIB oder eine Europäische Technische Bewertung (ETA) nachgewiesen werden. Bei Redaktionsschluss dieses Beitrags lag keine Bautechnische Zulassung für einen Querkraftdorn in Österreich vor. In vielen Fällen wird daher auch eine deutsche allgemeine bauaufsichtliche Zulassung akzeptiert.

In der Schweiz wurde die europäische Bauproduktenverordnung (EU-BauPVO) in Form des schweizerischen Bauproduktgesetzes (BauPG) und der schweizerischen Bauprodukteverordnung (BauPV) übernommen, sodass Produkte nach harmonisierten Europäischen Normen (hEN) oder mit einer Europäischen Technischen Bewertung und CE-Zeichen verwendbar sind (sog. „harmonisierter Bereich“). In den übrigen Fällen („nicht harmonisierter Bereich“) gibt es keine strenge Regelung, da die Hersteller die geschuldete Sicherheit ihrer Produkte durch freiwillige Herstellererklärungen nachweisen dürfen [10].

5.6.2 Produkte aller Hersteller mit Verwendbarkeitsnachweis

In Tabelle 12 sind alle bei Redaktionsschluss des Beitrags am Markt verfügbaren Querkraftdornsysteme mit Verwendbarkeitsnachweis aufgeführt. Darüber hinaus gibt es noch Anbieter von Einzelschubdornen ohne Verwendbarkeitsnachweis. Die Verwendung dieser Produkte ist mit dem Bauherrn abzustimmen oder eine Zustimmung im Einzelfall einzuholen.

Tabelle 12. Allgemein bauaufsichtlich zugelassene oder europäisch technisch bewertete Querkraftdorne

Handelsname des Bauprodukts/Zulassungsgegenstand	Hersteller/Antragsteller	Produktbewertung/ Zulassung, ausgestellt von	Nationale Bauart- genehmigung, ausgestellt von
Einzelschubdorn			
Geoconnect® LL	STEEL FOR BRICKS GZ SL Polígono industrial Alfajarín-El Saco, parcela 10 50172 Alfajarín (Zaragoza) Spanien	ETA 16/0064, ITEC	–
Schöck Stacon® Typ LD	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	ETA 16/0545, ITB	–
Schwerlastdorne für vorwiegend ruhende Lasten			
Schöck Stacon® Typ SLD	Schöck Bauteile GmbH Schöckstraße 1 76534 Baden-Baden	ETA 21/0439, DIBt	–
JORDAHL® Doppelschubdorne JDSD und JDSDQ	JORDAHL GmbH Nobelstraße 51 12057 Berlin	Z-15.7-237, DIBt	
Schubdorn CRET zur Anwendung in Betonbauteilen	Leviat AG Grenzstrasse 24 3250 Lyss Schweiz	Z-15.7-253, DIBt	
Egcdorn N und Q- Querkraftdorn zur Verbindung zwischen Stahlbetonbauteilen	Max Frank GmbH & Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing	Z-15.7-301, DIBt	
Schwerlastdorne für nicht vorwiegend ruhende Lasten			
Egcdorn DND	Max Frank GmbH & Co. KG Mitterweg 1 94339 Leiblfing	Z-15.7-266	

Literatur

- [1] Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz (2020) *Gesetz zur Vereinheitlichung des Energieeinsparrechts für Gebäude und zur Änderung weiterer Gesetze*. Bonn: Bundesanzeiger.
- [2] DIN 4108 (2003–2021) *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*. Berlin: Beuth.
- [3] ÖNORM 8110 (2003–2019) *Wärmeschutz im Hochbau*. Wien: Austrian Standards International.
- [4] OIB-Richtlinie 6 (2019) *Energieeinsparung und Wärmeschutz*. Wien: Österreichisches Institut für Bautechnik.
- [5] SIA 180 (2014) *Wärmeschutz, Feuchteschutz und Raumklima in Gebäuden*. Zürich: Schweizerische Ingenieur- und Architektenkammer.
- [6] DIN 4109 (2018) *Schallschutz im Hochbau*. Berlin: Beuth.
- [7] ÖNORM 8115 (2021) *Schallschutz und Raumakustik im Hochbau*. Wien: Austrian Standards International.
- [8] OIB-Richtlinie 5 (2019) *Schallschutz*. Wien: Österreichisches Institut für Bautechnik.
- [9] SIA 181 (2020) *Schallschutz im Hochbau*. Zürich: Schweizerische Ingenieur- und Architektenkammer.
- [10] Bundesamt für Bauten und Logistik BBL (2020) *Inverkehrbringen und Bereitstellen von Bauprodukten* [online]. <https://www.bbl.admin.ch/bbl/de/home/themen/fachbereich-bauprodukte/inverkehrbringen-und-bereitstellen-von-bauprodukten.html> [Zugriff am 13.12.2022]
- [11] DIN EN 206:2021-06 (2021) *Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität*; Deutsche Fassung EN 206:2013 + A2:2021. Berlin: Beuth.
- [12] EAD 050001-01-0301 (2021) *Load bearing thermal insulating elements which form a thermal break between balconies and internal floors*. Brüssel: EOTA.
- [13] Musterbauordnung – MBO (2002), geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 25.09.2020, aktuelle Fassung unter www.is-argebau.de
- [14] IS-Argbau (2014) *Fragen-Antwort-Katalog zur Musterbauordnung: Brandschutzanforderungen an Balkone*.
- [15] DIN EN 1365-5:2005-02 (2005) *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 5: Balkone und Laubengänge*, Berlin: Beuth.

- [16] DIN EN 1365-2:2015-02 (2015) *Feuerwiderstandsprüfungen für tragende Bauteile – Teil 2: Decken und Dächer*. Berlin: Beuth.
- [17] DIN EN 1992-1-2:2010-12 (2012) *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall*; Deutsche Fassung EN 1992-1-2:2004 + AC:2008. Berlin: Beuth.
- [18] DIN EN 1998-1:2010-12 (2010) *Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten*. Berlin: Beuth.
- [19] DIN EN 1990:2021-10 (2021) *Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung*. Berlin: Beuth.
- [20] EN ISO 10211 (2017) *Wärmebrücken im Hochbau – Wärmeströme und Oberflächentemperaturen – Detaillierte Berechnungen*. Brüssel: CEN.
- [21] EN ISO 13788 (2001) *Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren*. Brüssel: CEN.
- [22] EN ISO 14683 (2018) *Wärmebrücken im Hochbau – Längenbezogener Wärmedurchgangskoeffizient – Vereinfachte Verfahren und Standardwerte*. Brüssel: CEN.
- [23] DIN 4108 Beiblatt 2:2019-06 (2019) *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden; Beiblatt 2: Wärmebrücken – Planungs- und Ausführungsbeispiele*. Berlin: Beuth.
- [24] SIA 380/1 (2016) *Heizwärmebedarf*. Zürich: Schweizerische Ingenieur- und Architektenkammer.
- [25] Bundesamt für Energie (2022) [www.bfe.ch Wärmebrückenkatalog](https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/465) [online]. Bern: Bundesamt für Energie. <https://pubdb.bfe.admin.ch/de/publication/download/465> [Zugriff am 29.11.2022]
- [26] EN ISO 12354 (2017) *Bauakustik – Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften*. Brüssel: CEN.
- [27] DIN EN 1992-1-1:2011-01 (2011) *Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*. Berlin: Beuth.
- [28] DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04 (2013) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*. Berlin: Beuth.
- [29] Z-15.7-351 (2022) *Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung/Allgemeine Bauartgenehmigung, Schöck Sconnex Typ P zum Anschluss an Stahlbetonstützen*. Berlin: Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt).
- [30] DIN EN 1991-1-7:2010-12 (2010) *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-7: Allgemeine Einwirkungen – Außergewöhnliche Einwirkungen*. Berlin: Beuth.
- [31] DIN EN 1992-1-2/NA/A2:2021-04 (2021) *Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall*. Berlin: Beuth.
- [32] DIN 4108-2:2013-02 (2013) *Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz*. Berlin: Beuth.
- [33] Passivhaus Institut (2020) *Zertifizierte Passivhaus Komponente – Stützen- und Wandanschlüsse. Kriterien und Algorithmen, Version 1.1*, 26.08.2020. Darmstadt: Passivhaus Institut.
- [34] BTZ-0002 (2023) *Bautechnische Zulassung – Sconnex Typ W: Dämmelement mit durchgehender Bewehrung für die thermische Trennung von Scheiben und Platten aus Stahlbeton*. Wien: Österreichisches Institut für Bautechnik (OIB).
- [35] Schöck Bauteile GmbH (2023) *Technische Information Sconnex für Wände und Stützen*.
- [36] DIN EN 1991-1-5:2010-12 (2010) *Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke – Teil 1-5: Allgemeine Einwirkungen – Temperatureinwirkungen*. Berlin: Beuth.
- [37] DIN 7396:2016-06 (2016) *Bauakustische Prüfungen – Prüfverfahren zur akustischen Kennzeichnung von Entkopplungselementen für Massivtreppen*. Berlin: Beuth.
- [38] DIN EN 17823:2022-03 – Entwurf (2022) *Akustische Eigenschaften von Bauteilen und von Gebäuden – Prüfstandsmessungen der Trittschalldämmung von Treppen und Treppen-Entkopplungselementen*. Berlin: Beuth.
- [39] DIN EN 1996-1-1:2013-02 (2013) *Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Allgemeine Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk*. Berlin: Beuth.
- [40] DIN EN 1993-1-4:2021-02 (2021) *Eurocode 3 – Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-4: Allgemeine Bemessungsregeln – Ergänzende Regeln zur Anwendung von nichtrostenden Stählen*. Berlin: Beuth.
- [41] DIN EN ISO 14713-1:2017-08 (2017) *Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit*. Berlin: Beuth.
- [42] DIN EN 1993-1-1:2010-12 (2010) *Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau*. Berlin: Beuth.
- [43] EAD 050019-00-301 (2019) *Dowels for structural joints under static and quasi-static loading*. Brüssel: EOTA.
- [44] Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (1983) Heft 346. Berlin: DAfStb.
- [45] TGL 22903:1983-04 (1983) *Bewegungsfugen in Bauwerken*. Leipzig: Verlag für Standardisierung (ehem. DDR).

