Wenn's in der Wand knackt

Autor(en): **Fleischer, Pascal Stefan**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **143 (2017)**

Heft 24-25: **Fassaden : Hüllen mit Hintergrund**

PDF erstellt am: **15.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-737383

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

GERÄUSCHE IN NEUBAUTEN

Wenn's in der Wand knackt

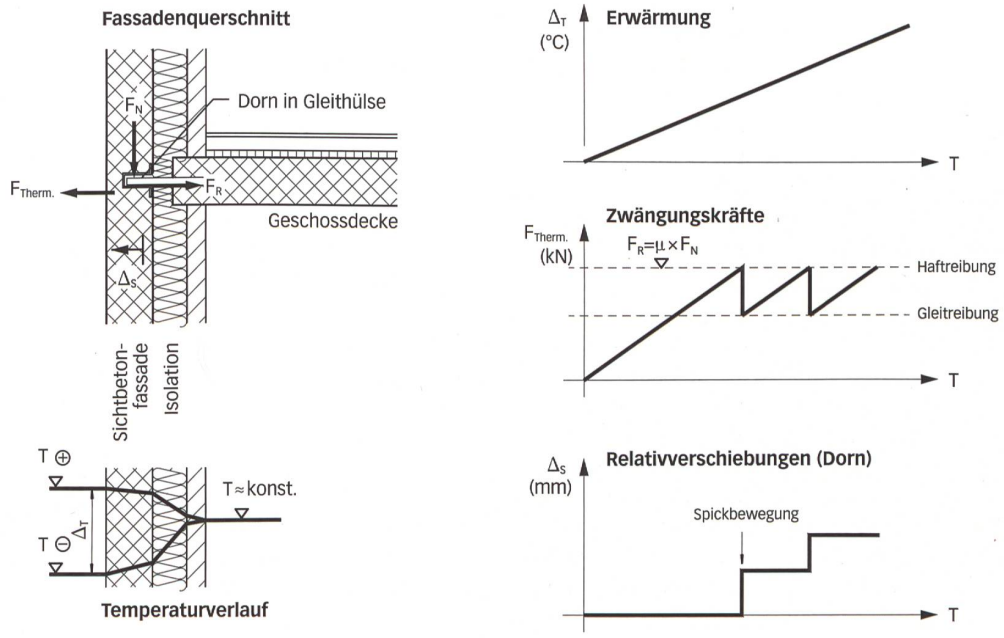
Ein noch weithin unbekanntes Phänomen: Spickende Dorne verursachen laute Geräusche in zweischaligen Aussenwänden. Das Knacken ist rund um die Uhr zu hören, den SIA-Normen noch nicht zugrunde gelegt und kann den Totalersatz einer Verbindung erfordern. Erschütterungs- und Schallmessungen helfen die Ursache aufzuspüren.

Text: Pascal Stefan Fleischer

Seit einigen Jahren treten in Wohnneubauten öfters Geräusche auf, die die Bewohner mit «Knistern», «Knacken» oder «Knallen» beschreiben. Während man sie in historischen Bauten noch wohlwollend wahrnimmt, ist man in Neubauten dadurch eher irritiert – insbesondere, wenn es sich nicht um Holzbauten handelt. Die Lautstärke der Geräusche lässt sich mit dem Brechen eines Asts oder dem Aufprall eines Gegenstands auf eine harte Oberfläche vergleichen. Die Reaktionen und das Empfinden der Anwohner auf die plötzlich auftretenden Geräusche fallen unterschiedlich aus. Innerhalb ein und derselben Liegenschaft melden Bewohner bei vergleichbaren Knackgeräuschen gleichzeitig «schlaflose Zustände» und «keine persönliche Registrierung» (weil unterhalb der persönlichen Reizschwelle).

Woher kommt das Knacken?

Die Anforderungen an die Energiekennzahlen sind in den letzten Jahrzehnten stark gestiegen. Die Wärmedämmungen sind heute deutlich stärker. Die grossen Dämmstärken führen zu thermisch komplett unabhängigen inneren und äusseren Tragkonstruktionen. Wärmebrücken gilt es aus bauphysikalischen Gründen zu verhindern, daher werden Aussenhaut und Innenkonstruktion möglichst entkoppelt. Für die wenigen Trage-



Verschiebung in Dornlängsrichtung (bei Fassadenecken): Unterschiedliche Wärmeausdehnungen verschiedener, mit einem Dorn verbundener Bauteile führen zu Zwängungen. Diese entspannen sich im Dorn ruckartig, sobald die Rückhaltekräfte F_R überwunden werden. Die dabei entstehenden Luftdruckschwankungen können als Knackgeräusche wahrgenommen werden.

lemente, die die thermische Gebäudehülle durchbrechen, werden oft Sonderanfertigungen wie Kragplattenanschlüsse und Dorne (Abb. S. 33) vorgesehen, die den bauphysikalischen Anforderungen gerecht werden.

Infolge Temperaturschwankungen verändern Bauteile entsprechend ihrem Wärmekoeffizienten ihre Abmessungen. Weil alle aussen liegenden Bauteile den thermischen Einwirkungen wie Temperatur und Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind, dehnen sie sich entsprechend aus oder ziehen sich zusammen. Die innen liegenden Bauteile sind hingegen an die mehr oder weniger konstante Raumtemperatur gekoppelt. Sie erfahren keine massgebenden thermischen Einwirkungen und entsprechend keine wesentlichen Verformungen.

Mit der unterschiedlichen Wärmeausdehnung verschieben sich die Bauteile differenziell zueinander, was die Ingenieure bei der Bemessung und bei der konstruktiven Ausbildung der Tragelemente und deren Verbindungen entsprechend mit beweglichen Konstruktionsdetails berücksichtigen müssen. Die Ingenieure setzen oft Dorne ein, die Vertikalkräfte zwischen Tragelementen übertragen und in horizontaler Richtung verschiebbar sind. Diese Bewegungsfähigkeit ist jedoch eingeschränkt, dass heisst, der Dorn bewegt sich nur «ruckelnd» – es baut sich eine Zwängungskraft auf, die sich periodisch wieder «losreisst». Die dadurch entstehenden «Spickbewegungen» rufen die hörbaren Knackgeräusche hervor. Sie stellen im Allgemeinen aber kein Tragfähigkeitsproblem dar. Die einzelnen Spickvorgänge laufen im Hundertstelsekundenbereich ab, und die totalen Relativverschiebungen innen–aussen liegen im Bereich weniger Mikromillimeter.

Über die genaue Entstehung des Spickvorgangs und die massgebenden Einflussgrössen auf die störenden Schallpegelwerte ist bislang wenig bekannt. Als Ursachen vermutet werden: zu hohe Querkräfte, dadurch sehr hohe Haftreibung, unsachgemässer Einbau, leichte Schräglage der Dorne, Unstetigkeiten in der (Gleit-)Oberfläche und/oder fehlerhafte Dorne.

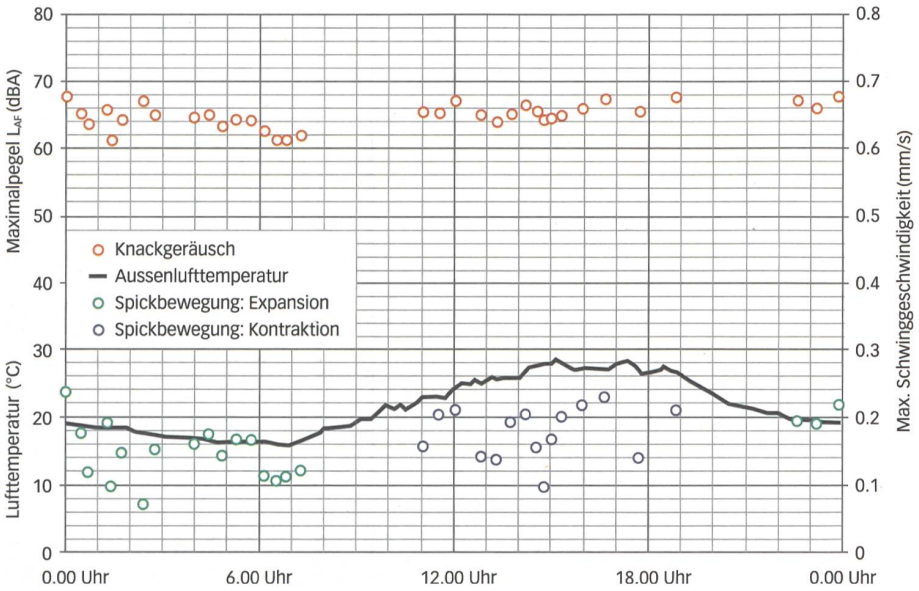
Messungen geben Aufschluss

Ausgewertete Schwingungs- und Schallmessungen in den betroffenen Gebäuden bestätigen, dass die Ursache für das Knallen unter anderem in Querkraftdornverbindungen liegt – meist knacken mehrere solcher Verbindungen. Gemessene Spickvorgänge werden mit gleichzeitig erfassten Schallereignissen korreliert. Zusätzliche Temperaturmessungen der Aussenluft und der Bauteile verdeutlichen die Zusammenhänge zwischen Temperatur, Knall und Konstruktion. Die Bewegungsrichtungen der Spickvorgänge sind am Nachmittag entgegengesetzt zur Richtung nachts. Die Erwärmungen respektive die Abkühlungen und die daraus resultierenden thermischen Expansionen bzw. Kontraktionen können bei entsprechender Messinstrumentierung festgestellt werden (Abb. S. 35). Registrierte Maximalpegel $L_{A,F}$ – Schalldruckpegel gemessen mit Frequenzbewertung «A» (entspricht den Kurven gleicher Lautstärkepegel bei ca. 20 bis 40 phon) und der Zeitbewertung *«fast»* (engl. für schnell) – einzelner Knackgeräusche liegen im Mittel im Bereich bis 45 dBA, maximal im Bereich von über 70 dBA.

Knacken Tag und Nacht

Das Knistern, Knacken und Knallen ist praktisch 24 Stunden lang zu hören. Besonders während der Nacht, wenn die Schlafphase gestört wird, ist die Beeinträchtigung enorm. Oft bemerkt man die Geräusche zwischen Mitternacht und den frühen Morgenstunden – verzögert zur Abkühlung der Aussenluft – sowie zwischen der Mittagszeit und dem Abend – verzögert zur Erwärmung der Aussenluft (Diagramm unten).

Mit den heute besser gegen potenzielle Lärmemissionen gedämmten Gebäuden dürfen Bewohner ausserdem davon ausgehen, dass sie in ihren Wohnungen in der Regel kaum etwas von den Nachbarn oder von aussen hören. Dieser gegenüber früher abgesenkte



Typischer Tagesverlauf maximaler Knackgeräusche und Korrelation mit Schallereignis: Der getriggerte Schallpegel liegt über den Anforderungen an maximale Schallpegel von Knackgeräuschen. Bei dieser «Einzahlbeurteilung» gemäss SIA 181:2006 gilt es zu erwähnen, dass sie lediglich auf dem Mittelwert aller Ereignisse basiert, dass die «sinngemässe» Beurteilung einen Spielraum offen lässt und dass eine Beurteilung der Maximalwerte und der Häufigkeit der Ereignisse nicht erfolgte.

Ruhepegel bewirkt, dass bis anhin nicht wahrgenommene Quellen hörbar sind – und im schlechtesten Fall neu als störend empfunden werden. Schliesslich begünstigen moderne Grundrissgestaltung, glatte Oberflächen und wenig Stoff in der Raumgestaltung hohe Nachhallzeiten – Geräusche wie das Knacken werden dadurch ausgeprägter wahrgenommen.

Der Geräuschpegel nimmt ohne Massnahmen nicht ab. Die Ingenieure rechnen aber damit, dass sich die Belästigung dennoch verkleinert, vermutlich aber nicht, weil sich der Schalldruckpegel reduziert, sondern weil sich die Bewohner daran gewöhnen.

In den Normen nicht berücksichtigt

Um subjektive Wahrnehmung normativ zu erfassen, ziehen Ingenieure die aktuell gültigen Normen bei, auch wenn für die Immissionsart «Knacken» (knack- bis knallartige Geräusche infolge ruckartiger thermischer Relativbewegungen der Tragstruktur) in der Schweiz keine expliziten Vorgaben für zulässige Werte in Wohnräumen existieren.

Im Zusammenhang mit Schallschutz im Hochbau wird üblicherweise die Norm SIA 181:2006, «Schallschutz im Hochbau» beigezogen. Unter 3.2.3.9.6. steht, dass konstruktionsbedingte Geräusche, die beispielsweise aus plötzlicher Entlastung von Zwängungen entstehen können, sinngemäss wie Funktionsgeräusche zu beurteilen sind. Die registrierten Knackgeräusche überschreiten die Anforderungen «Geräusche haustechnischer Anlagen und fester Einrichtungen im Gebäude» dabei meistens (z. B. Anforderungswert bei Eigentumswohnungen resp. bei erhöhten Anforderungen und mittlerer Lärmempfindlichkeit: $L_H = 30$ dBA) – ein Wert, der von Knackgeräuschen relativ rasch überschritten wird.

Die mit den Geräuschen gleichzeitig auftretenden Erschütterungen bemängeln die Bewohner selten, was auch messtechnisch nachvollziehbar ist, zumal die gemessenen Schwingungsamplituden meist deutlich unterhalb der Wahrnehmungsgrenze und den Beurteilungswerten liegen (z. B. DIN-Norm Nr. 4150-2 «Erschütterungen im Bauwesen, Teil 2: Einwirkungen auf Menschen und Gebäude»). In den Tragwerksnormen werden bauphysikalische Fragestellungen dieser Art nicht behandelt; thermisch beanspruchte Elemente sind lediglich bezüglich Tragsicherheit und Ermüdungsfestigkeit zu überprüfen.

Schaden beheben und Wissen erweitern

Um das Problem zu beheben, reicht eine statische Analyse allein nicht aus. Vielmehr sind Anschlussdetails notwendig, die präzise, sachgemäss und sauber eingebaut und hergestellt werden müssen. Auch die möglichen ruckartigen Verschiebungen sind zu untersuchen. Entweder sind die Verschiebeebenen genügend gleitend auszubilden, oder sie sind zu verhindern. Das heisst, es sind nach Möglichkeit keine Verschiebungen zuzulassen, die Struktur auf Zwängungen zu bemessen und die vorhandenen Wärmebrücken entsprechend auszubilden.

Die Spickbewegungen treten gleichzeitig mit den Knackgeräuschen auf. Die Messinstrumentierung nimmt beides auf: **Horizontale Schwinggeschwindigkeitssensoren erfassen die Bewegung der Tragstruktur direkt an der Fassade**, während ein Mikrofon im Innenraum (nicht im Bild) den hörenden Menschen simuliert und den abgestrahlten Körperschall bzw. das Knacken aufnimmt.

Bei einem Schadenfall hilft meist nur der komplette Ersatz der betroffenen Dorne. Die Tragfunktion wird dabei durch Ersatzbauteile wie beispielsweise Konsolen mit Gleitlagern, zusätzliche Stützen, Schub- oder Gleitlaschen gewährleistet – ein enormer nachträglicher planerischer und kostenintensiver Aufwand, der sich gestalterisch negativ auswirken kann und den es vorab zu verhindern gilt.

Bei den untersuchten Schadenfällen war den Planenden die Problematik der Knackgeräusche vor Baubeginn nicht bekannt. Das Phänomen war ihnen mit ihrem üblichen und zu erwartenden Wissensstand und Fachwissen nicht bewusst, was grundsätzlich das Risiko einer Fehlkonstruktion birgt. In der Lehre wird diese Thematik nicht behandelt, und in der Forschung wurden erst in den jüngsten Jahren Untersuchungen hinsichtlich «Spickgeräuschen» injiziert. Das Wissen um die Gefahr von Knackgeräuschen beschränkt sich zum heutigen Zeitpunkt auf wenige – meist durch einen Fall betroffene – Planende und Baufachleute. Es ist anzunehmen, dass Hersteller und Lieferanten von kraftübertragenden Anschlussteilen bereits ähnliche Fälle kennen, dieses Wissen von den Planenden jedoch aktiv eingeholt werden muss. Das Bewusstsein um knackende Bauteile vermindert längerfristig das Risiko eines Mangels oder eines Schadenfalls. •

Pascal Stefan Fleischer, dipl. Bauing. MSc/ETH/HTL/SIA, Trombik Ingenieure; p.fleischer@trombik.ch