

Körper- oder Trittschall kann sich für die Bewohner eines Gebäudes auf Zeit sehr belastend auswirken. Deshalb gilt es dieser Problematik mit technisch ausgereiften Lösungen zu begegnen. Welche Massnahmen sich für den Stahl- und Metallbau eignen könnten und welche Normen dabei zu berücksichtigen sind, erfahren Sie in diesem Beitrag.

Text: H.P. Bertschinger, Bilder: Stauffer Produktions AG

Schallschutz wird in der Schweiz nicht nur aufgrund von individuellen Vorstellungen einzelner Bauherrschaften betrieben sondern es existieren seit 1988 verbindliche bundesrechtliche sowie ergänzende normative Vorgaben. Die Ermittlung und Beurteilung von Schallimmissionen und baulichen Schallschutzmassnahmen erfolgen auf der Basis der eidgenössischen Lärmschutzverordnung (LSV, SR 814.41), welche ihrerseits auf dem allgemein gehaltenen Umweltschutzgesetz (USG, SR 814.01) aufbaut. Für Neubauten ist demnach (Art. 32 LSV) der Schallschutz gemäss den anerkannten Regeln der Baukunde und insbesondere entsprechend den Mindestanforderungen nach Norm SIA 181 zu realisieren. Dies ist Bundesrecht und kann nicht wegbedungen werden. Die Regelungen betreffen nur nach 1988 erstellte Bauten. Ersatz, Umbau und neue Einbauten haben die Vorgaben nach Möglichkeit einzuhalten, wobei Ausnahmen durch die Bewilligungsbehörden spezifisch gewährt werden können. Betriebseigene Wohnungen sowie vor 1988 erstellte Bausubstanz sind von den gesetzlichen Regelungen ausgeschlossen.

Die Mehrheit aller Bauten wird in der Schweiz unter Anwendung der SIA-Normen erstellt. Somit greifen die Vorgaben der ebenfalls seit 1988 existierenden Norm SIA 181, welche im Jahre 2006 eine generelle Erneuerung durchlaufen hat. Seither sind neben Anforderungen an den Schallschutz zwischen nachbarschaftlichen Nutzungen auch Empfehlungen an den Schall-



Körper und Trittschall können die Bewohner eines Hauses stark belasten. Deshalb gilt es, der Entstehung von unangenehmem Schall (Lärm) bereits in der Planungsphase entgegenzuwirken. Les bruits de structure et de choc peuvent s'avérer très pénibles pour les occupants d'une maison. Il faut donc remédier au problème dès la phase de planification.

schutz innerhalb einer Nutzungseinheit in der Norm aufgeführt. Diese Regelungen sind vertragsrechtlicher Natur und können von den Vertragspartnern (unter Wahrung der gesetzlichen Anforderungen) somit beliebig an die Bedürfnisse angepasst oder wegbedungen werden. Ohne solche eigenen Regelungen gelten die erhöhten Anforderungen für Doppel- und Reiheneinfamilienhäuser sowie neu gebautes Stockwerkeigentum und die bereits erwähnten Mindestanforderungen für alle anderen Objekte wie beispielsweise Mehrfamilienhäuser mit Mietwohnungen.

Schallereignisse

Um dem Phänomen «Schall» etwas näher zu kommen, gilt es zuerst einige Begriffe zu klären. Unter Luftschall wird derjenige Schall verstanden, welcher durch die Luft übertragen wird. Sei es der Lärm einer Maschine, das Rascheln von Kleidern, der Klang einer Computertastatur oder eines Instrumentes; Luftschall ist immer und überall vorhanden und gelangt letztlich zu unseren Ohren, wo er als Schall wahrgenommen wird. In allen diesen Fällen ist die Ursache für den Schall eine mechanische Bewegung. Diese mechanische Bewegung führt auch zu Schallwellen im Material selber, welche unter gewissen Umständen auch mechanisch, also im festen Material weitergeleitet werden. Dann spricht man von Körperschall. Luft- und Körperschall sind also Bezeichnungen, welche klarstellen, wie der Schall weitergeleitet wird, ohne auf

ISOLATION ACOUSTIQUE

Prévenir les bruits de structure

Les bruits de structure ou de choc peuvent s'avérer très pénibles pour les occupants d'un bâtiment. Il faut donc remédier au problème au moyen de solutions sophistiquées. Cet article fait le tour des mesures appropriées pour la construction métallique ainsi que des normes applicables.

En Suisse, l'isolation acoustique ne dépend pas seulement des conceptions des différents maîtres d'ouvrage : depuis 1988, il existe des prescriptions normatives fédérales obligatoires et complémentaires. La détermination et l'évaluation des nuisances sonores ainsi que des mesures d'isolation acoustique des

bâtiments s'effectuent conformément à l'Ordonnance fédérale sur la protection contre le bruit (OPB, RS 814.41), qui se fonde quant à elle sur la Loi sur la protection de l'environnement (LPE, RS 814.01). Selon l'art. 32 de l'OPB, l'isolation acoustique des nouvelles constructions doit satisfaire aux règles reconnues

de la construction et notamment aux exigences minimales selon la norme SIA 181. Ces directives relèvent du droit fédéral et sont exécutoires. Elles concernent uniquement les constructions réalisées après 1988. Tout remplacement, transformation ou nouvelle construction doit, dans la mesure du possible, respecter

les directives, des exceptions pouvant être spécifiquement concédées par les autorités compétentes en matière d'autorisation. Les appartements appartenant à des entreprises antérieurs à 1988 sont exclus des directives légales. En Suisse, la plupart des constructions sont réalisées

die Ursache seiner Entstehung einzugehen. Unter Gehrschall versteht man die Geräusche, welche am Ort des Gehens in die Luft abgestrahlt werden, währenddem Trittschall diejenigen Geräusche bezeichnet, welche mittels Körperschallleitung in Nachbarräume übertragen werden.

Schall und Metallbau

Die Aufmerksamkeit des vorliegenden Artikels liegt beim Schallschutz im Metallbau. Daher interessieren primär zwei der oben genannten Begriffe. Zum einen kann bei Stahlkonstruktionen erheblicher Gehrschall entstehen, zum anderen ist es in vielen Fällen notwendig, Stahlbauteile so am Bauwerk anzuschließen, dass die Übertragung von Körperschall minimiert wird. Ersteres betrifft beispielsweise Treppen und Passerellenkonstruktionen sowie Verladerampen, letzteres ist bei Treppenhäusern, vorgelagerten Balkonkonstruktionen sowie Aufzugsanlagen und Maschinenunterkonstruktionen von Bedeutung.

Dämmung und Dämpfung

Die beiden Begriffe Dämmung und Dämpfung bezeichnen sehr unterschiedliche Vorgänge, welche jedoch beide genutzt werden können, um



Studien belegen, dass unangenehm empfundene Schallentwicklungen krank machen können.

Des études montrent que des bruits désagréables peuvent rendre malade.

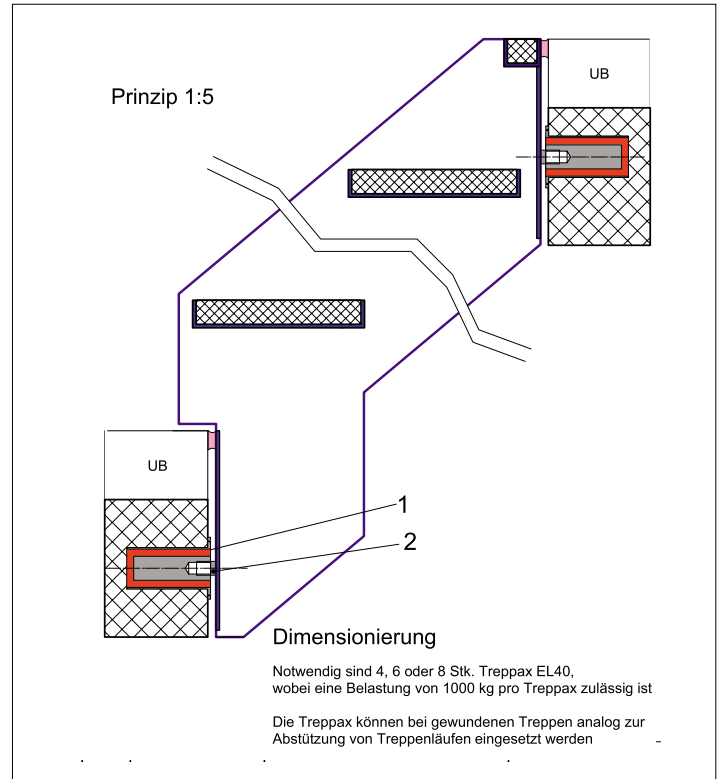
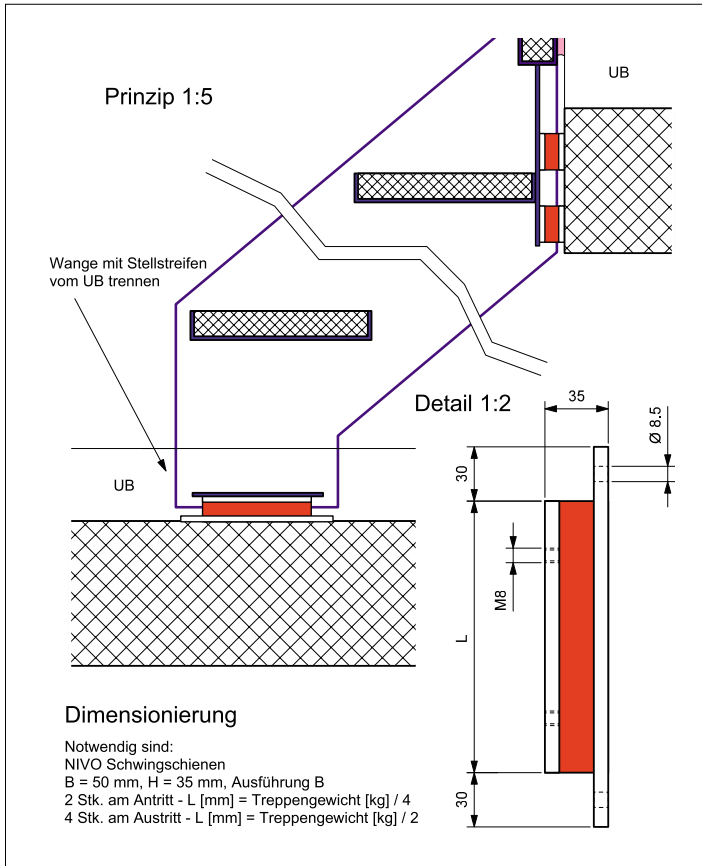
störenden Lärm gering zu halten. Gerade der Dämpfung kommt im Stahlbau besondere Bedeutung zu. Sie bewirkt ein schnelles Abklingen von einmal durch äussere Ursachen angeregten Schwingungen des Materials selber. Da Stahl eine sehr geringe Eigendämpfung aufweist, neigen Stahlbaukonstruktionen dazu, zu klingen (Membrane bei Blechverkleidungen, Treppenläufe etc. sind Beispiele dazu). Wird das Material bedämpft (z.B. durch Anbringen von bituminöser Schwerfolie, durch Ausgiessen von Treppentritten mit Beton oder ähnlicher Massnahmen), so kann ein erheblicher Teil der Schallerzeugung gleich an der Quelle bekämpft werden. Unter Dämmung versteht man hingegen die Isolierwirkung, welche im Übergang von unterschiedlichen Materialien entsteht. Je unterschiedlicher die Materialien in ihren Schallleitungseigen-

conformément aux normes SIA. Les directives de la norme SIA 181, en vigueur depuis 1988 et révisée en 2006, s'appliquent donc. Depuis, la norme contient non seulement des exigences en matière d'isolation acoustique entre habitations voisines ou mitoyennes, mais aussi des recommandations au sein d'une unité d'utilisation. Ces directives sont de nature contractuelle et peuvent ainsi être adaptées aux besoins des parties contractantes (sous réserve des exigences légales) ou exclues. En l'absence de telles

directives, les exigences renforcées applicables aux maisons de deux appartements et aux maisons individuelles mitoyennes, ainsi qu'à toute nouvelle propriété par étages, et les exigences minimales déjà évoquées s'appliquent à tous les autres biens tels que les immeubles collectifs avec appartements en location.

Événements sonores

Le phénomène de « bruit » implique tout d'abord de clarifier quelques notions. Les bruits aériens englobent les bruits transmis par l'air. Qu'ils



Bei waagrechten Auflageflächen eignen sich die so genannten Schienenelemente «Staufer Nivo Schwingschiene», mit welchen eine elastische Verbindung erstellt werden kann.

Au niveau de surfaces d'appui horizontales, un raccordement élastique peut être assuré au moyen de systèmes de rails « Staufer Nivo ».

Mit einem elastischen Querkraftdorn vom Typ Staufer Treppax liegt das Elastomerelement satt am massereichen Massivbau an. Dabei ist wichtig, dass die Treppe an eine Deckenstirne anschliesst, da der Dorn nur auf Kräfte senkrecht zu seiner Achse belastet werden darf.

Avec un goujon élastique de reprise des charges transversales de type Staufer Treppax, l'élément en élastomèreaffleure la construction en dur volumineuse. Il est important que l'escalier soit raccordé à une tête de dalle, le goujon ne devant être sollicité que perpendiculairement par rapport à son axe.

> schaften (man spricht von Wellenimpedanz, resp. von schallharten und schallweichen Materialien) sind, desto besser fällt die Isolierwirkung resp. eben die Dämmung aus. Stahl und Beton sind sehr schallharte Materialien, wäh-

rendessen weiche Elastomere (Shorehärten <= 50°) als schallweich gelten. Die Materialfolge Stahl-Gummi-Beton ergibt somit automatisch die bestmögliche Dämmung von Körperschall. Damit das auch praktisch funktioniert sind aber

neben der Shorehärte noch einige weitere Kriterien zu beachten.

Der stabile Untergrund

Frei nach Archimedes gilt: «Gebt mir einen

ISOLATION ACOUSTIQUE

proviennent d'une machine, du froufroutement d'habits, d'un clavier d'ordinateur ou d'un instrument, les bruits aériens sont présents partout et perçus par nos oreilles en tant que bruit. Dans tous ces cas, les bruits résultent d'un mouvement mécanique. Ce dernier génère des ondes sonores dans le matériau même ; dans certaines circonstances, les ondes sont aussi transmises mécaniquement, autrement dit dans le matériau solide. On parle alors de bruits de structure. Les désignations de bruits aériens et de bruits de structure précisent donc comment un son est transmis, quelle qu'en soit l'origine. Les bruits de pas englobent les bruits émis dans l'air à l'endroit où on marche, tandis que les bruits de choc désignent les bruits transmis dans les pièces voisines par les bruits de structure.

Bruit et construction métallique

Cet article porte sur l'isolation acoustique dans la construction métallique. Deux des notions ci-dessus sont notamment essentielles. Des bruits de pas importants pouvant survenir dans les constructions en acier ; il est souvent nécessaire de raccorder les éléments en acier au bâtiment de manière à minimiser la transmission des bruits de structure. Cela concerne par exemple les escaliers, les passerelles et les rampes de chargement, ainsi que les cages d'escaliers, les balcons, les ascenseurs et aussi les machines.

Insonorisation et atténuation des bruits

L'insonorisation et l'atténuation des bruits sont des procédés très différents, mais qui servent tous deux à réduire les nuisances sonores.

L'atténuation des bruits, primordiale au niveau des constructions en acier, réduit rapidement les vibrations du matériau résultant d'origines externes. L'acier présentant une faible atténuation propre, les constructions en acier ont tendance à tinter (par ex. membranes pour les revêtements en tôles, volées d'escaliers, etc.). En cas d'amortissement du matériau (par ex. par l'installation d'un isolant bitumeux haute performance, par scellement des pas de marches avec du béton ou par le biais de toute autre mesure similaire), la plupart des bruits produits peuvent être combattus à la source.

L'insonorisation englobe en revanche la transition des différents matériaux. Plus les caractéristiques de transmission sonore des matériaux sont différentes (on parle d'impédance

d'ondes ou de matériaux réverbérants et perméables au son), plus l'isolation ou l'insonorisation sera efficace. L'acier et le béton sont des matériaux extrêmement réverbérants, tandis que les élastomères souples (dureté Shore <= 50°) sont considérés comme perméables au son. La combinaison acier-caoutchouc-béton assure ainsi une insonorisation optimale contre les bruits de structure. Côté pratique, il y a d'autres critères à respecter en plus de la dureté Shore.

Une surface stable

Archimède a dit : « Donnez-moi un point fixe et un levier et je soulèverai la Terre ». Le principe est le même en ce qui concerne l'isolation acoustique. Pour qu'un élément en caoutchouc isole contre le bruit, il faut un point fixe du côté à isoler. Si

festen Punkt und ich werde die Welt aus den Angeln heben.» Den gleichen Grundsatz gilt es im Schallschutz zu beherzigen. Damit ein Gummielement seine Dämmwirkung auch entfalten kann, benötigt es einen festen Punkt auf derjenigen Seite, welche vom Lärm geschützt werden soll. Ist das Bauwerk am Verankerungspunkt zu wenig steif oder wird das Element gar auf einem Hebelarm (z.B. Stahlkonsole) eingesetzt, so wird ein wesentlicher Teil der möglichen Dämmwirkung gleich durch die Konstruktion vernichtet. Ein Isolierelement soll demnach so nahe und so satt wie möglich an einem massereichen resp. bezüglich Krafrichtung ausgesteiften Bauelement verankert werden.

Praxisgerechte Lösungen

Planung

Soll an einem Objekt Schallschutz umgesetzt werden, so geht dies umso besser, einfacher und günstiger, je früher die konstruktiven Voraussetzungen dazu geschaffen werden. Es gibt immer auch einen Weg in letzter Minute resp. entsprechend langjähriger «Traditionen», doch häufig erweisen sich diese Lösungen als schalltechnisch suboptimal.

Treppen

Schalltechnisch die beste Lösung ist dann erreicht, wenn das Elastomerelement so satt wie möglich am massereichen Massivbau anliegt. Mit einem elastischen Querkraftdorn vom Typ Stauffer Treppax (Bild A) kann diese Forderung ideal erreicht werden. Dazu ist es aber notwendig, dass die Treppe an eine Deckenstirne anschliesst, da der Dorn nur auf Kräfte senkrecht zu seiner Achse belastet werden darf. Gerade am Antritt können aber auch waagerechte Auflageflächen vorhanden sein, wo dann mittels so genannter Schienenelemente (Stauffer Nivo Schwingschiene) (Bild B) eine elastische Verbindung erstellt werden kann.

Zug-Druck-Kräfte

Wie bereits erwähnt, kann ein Querkraftdorn keine axialen Kräfte abfangen. Sind Zug- und /oder Druckbeanspruchungen vorhanden, so sind diese mit Teller-elementen vom Typ Stauffer Silenzio RD (Blatt C) oder bei grösseren Lasten mit spezifischen Zug-Druck-Elementen (Stauffer Silenzio ZD) (Blatt D) in das Bauwerk einzuleiten. Gerade bei Teller-elementen ist es wichtig, darauf hinzuweisen, dass diese nur bis zum satten Anliegen verschraubt werden sollen, da verspannte Elemente wiederum eine verminderte Wirkung aufweisen. Das heisst aber auch, dass damit keine genügend hohen Drehmomente erreicht werden können um Segmentanker sicher zu halten resp. die Verschraubung selber durch Anziehen zu >

le bâtiment n'est pas assez solide au niveau du point d'ancrage ou si l'élément est monté sur un bras de levier (par ex. console en acier), la construction annule en grande partie le pouvoir isolant potentiel. Un élément isolant doit donc être ancré aussi près que possible d'un élément de construction volumineux ou renforcé dans le sens de la force.

Solutions pratiques

Planification

Pour insonoriser un bâtiment, mieux vaut définir rapidement les conditions techniques requises. On peut toujours régler un problème, mais les solutions s'avèrent souvent insuffisantes sur le plan technique.

Escaliers

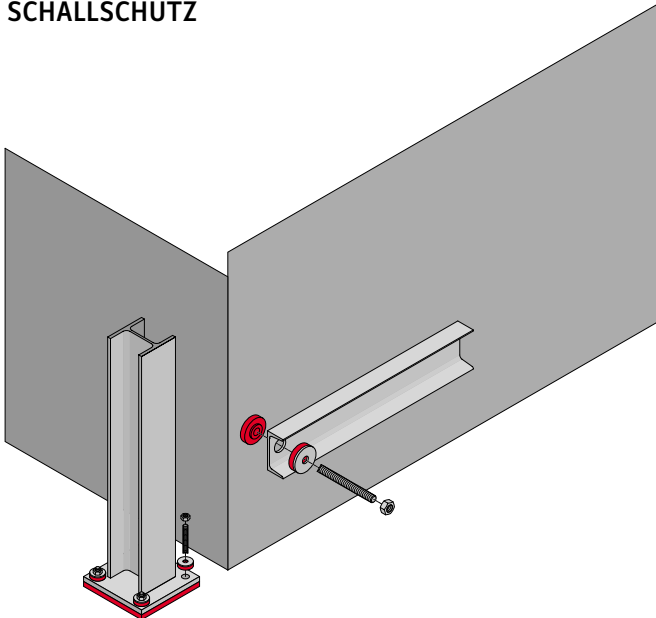
Sur le plan technique, la meilleure solution consiste à veiller à ce que

l'élément en élastomère affleure autant que possible la construction en dur volumineuse. Un goujon élastique de reprise des charges transversales de type Stauffer Treppax (ill. A) permet de satisfaire de façon optimale à cette exigence. L'escalier doit cependant être raccordé à une tête de dalle, le goujon ne devant être sollicité que perpendiculairement par rapport à son axe. Dès la marche palière, des surfaces d'appui horizontales peuvent aussi être présentes, un raccordement élastique pouvant être assuré au moyen de systèmes de rails anti-vibrations Stauffer Nivo (ill. B).

Forces de traction et de compression

Comme déjà évoqué, un goujon de reprise ne peut absorber aucune force axiale. En cas d'efforts de traction ou de compression, ces >

SCHALLSCHUTZ



Sind Zug- und /oder Druckbeanspruchungen vorhanden, so sind diese mit Teller-elementen vom Typ Stauffer Silenzio RD zu befestigen.

En cas d'efforts de traction et/ou de compression, la fixation doit être assurée avec des éléments à plateau de type Stauffer Silenzio RD.

> sichern. Somit sind bei Teller-elementen immer chemische Anker (z.B. Hilti HVU) und Kontermuttern (resp. Loctite-Schraubensicherungen) notwendig.

Scherkräfte

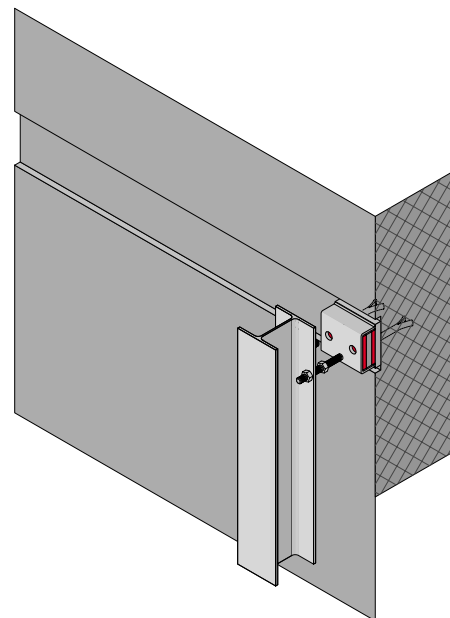
Scherkräfte können, wie bereits im Abschnitt Treppen erwähnt, mittels elastischer Querkraftdorne abgetragen werden. Zu beachten ist, dass eine Scherkraft am Ende des elastisch gelagerten Dornes automatisch auch ein Drehmoment des Dornes in der Gummiummantelung bewirkt. Dieses Drehmoment muss durch die äussere Konstruktion aufgefangen werden, was heisst, dass die Stahlbau-Anschlussplatte auch eine dem Drehmoment (und nicht nur der vertikalen Last) entsprechende Stärke aufweisen muss.

Verbindungen Stahlbau-Stahlbau

Es kann notwendig sein, Stahlbauteile miteinander, jedoch Körperschallgedämmt, zu verbinden. Wie vorangehend erwähnt, handelt es sich dabei um eine suboptimale Lösung, indem Stahlbau praktisch immer auskragend (Hebelwirkung) und im Vergleich zu den übertragenen Kräften sehr leicht ist. Es können die gleichen Bauteile und Ideen verwendet werden, wie in den beiden vorangehenden Abschnitten beschrieben.

Stahlbau-Einlageteile im Massivbau

Aufgrund der baulichen Fertigungstoleranzen gibt es zwei Verfahren, um die notwendige Einbaupräzision zu erhalten. Einerseits können Aussparungen im Bauwerk vorgesehen werden.



Bei grösseren Lasten mit spezifischen Zug-Druck-Elementen eignen sich die Körperschall-dämmenden Rückhalte-elemente «Stauffer Silenzio ZD».

Les éléments d'isolation des bruits de structure « Stauffer Silenzio ZD » conviennent en cas de charges plus élevées avec des éléments de traction et de compression spécifiques.

Die Stahlbauten werden zusammen mit den vormontierten Isolierelementen ausgerichtet und die Bauteile eingemörtelt (Achtung: elastische Bauteile weisen Einfederungen auf, welche beim Ausrichten zu berücksichtigen sind). Andererseits können bereits im Werk passende Einlageteile vorgefertigt werden, welche die richtigen Lochdistanzen für die spätere Montage aufweisen. Solche Konstruktionen müssen aber weiterhin Bautoleranzen durch geeignete Schiftmöglichkeiten auffangen können. ■

Autor: H.P. Bertschinger
dipl. El.-Ing. ETH / HTL / SIA
dipl. Akustiker SGA
Stauffer Engineering GmbH
8913 Ottenbach
www.akustik.ch

ISOLATION ACOUSTIQUE

> derniers doivent être déclenchés dans la construction à l'aide d'éléments à plateau de type Stauffer Silenzio RD (feuille C) ou en cas de charges plus élevées avec des éléments de traction et de compression spécifiques (Stauffer Silenzio ZD) (feuille D). Il est important de souligner que les éléments à plateau ne doivent être vissés que jusqu'à affleurement, l'efficacité d'éléments serrés étant moindre. Cela signifie aussi qu'aucun couple suffisamment élevé ne peut être obtenu pour assurer les ancrages de segments ou le boulonnage proprement dit par serrage. Des ancrages chimiques (par ex. Hilti HVU) et des contre-écrous (ou freins de filetages Loctite) sont ainsi systématiquement nécessaires au niveau d'éléments à plateau.

Efforts de cisaillement

Les efforts de cisaillement peuvent, comme déjà évoqué dans le paragraphe Escaliers, être absorbés à l'aide de goujons de reprise élastiques. Attention : un effort de cisaillement à l'extrémité du goujon élastique génère automatiquement un couple du goujon dans le revêtement en caoutchouc. Ce couple doit être absorbé par la construction extérieure, autrement dit la plaque de raccordement de la construction en acier doit aussi présenter une force correspondant au couple (et pas uniquement à la charge verticale).

Raccordements d'une construction en acier à l'autre

Il peut s'avérer nécessaire de relier entre eux des éléments de construc-

tion en acier, tout en amortissant les bruits de structure. Comme mentionné ci-dessus, cette solution laisse à désirer, les constructions en acier étant presque toujours en saillie (effet de levier) et très légères par rapport aux sollicitations transférées. Il est possible d'utiliser les éléments et les idées décrits dans les deux paragraphes ci-dessus.

Pièces rapportées de charpentes en acier dans la construction en dur

En raison des tolérances de construction, deux procédés permettent d'obtenir la précision de montage requise. Premièrement, des renforcements peuvent être prévus dans la construction. Les ossatures en acier sont agencées avec les éléments isolants pré-montés et les éléments de

construction fixés au mortier (attention : les éléments élastiques présentent des compressions dont il faut tenir compte lors de l'agencement). D'autre part, des pièces rapportées adéquates présentant des entraxes appropriés en vue d'un montage ultérieur peuvent être préfabriquées à l'usine. De telles constructions doivent cependant pouvoir continuer à respecter les tolérances de construction par le biais de mesures de glissement appropriées. ■

Auteur :
H.P. Bertschinger
Ing. él. dipl. EPF / ETS / SIA
Acousticien dipl. SSA
Stauffer Engineering GmbH
8913 Ottenbach
www.akustik.ch