



Foto: Akustik-Analyse-Service

Das Ohr am Leder. Die auf Holzrahmen gezogene Ledertapete wurden eingehend akustisch darauf hin untersucht, ab welchem Luftschallpegel und bei welchen Frequenzen sie in Bewegung gerät.

Andachtsraum des Klosters. Zustand vor Beginn der gegenwärtigen Restaurierungsmaßnahmen mit Kennzeichnung des zunächst exemplarisch schwingungstechnisch untersuchten Tapetenfeldes Nr. 9.



Foto: staatliches Baumanagement Braunschweig

Stressfaktor Schall

Akustik und Denkmalschutz | Schall stresst nicht nur Menschen, sondern nagt auch an Materialien, so z. B. an wertvollen Goldledertapeten aus dem 17. Jahrhundert in einem Kloster in Wolfenbüttel. Ihr Zustand hatte sich zuletzt deutlich verschlechtert. Akustiker Peter Karsten erläutert in diesem Bericht, dass mit hoher Wahrscheinlichkeit auch Schalleinwirkung an dieser Schädigung beteiligt ist.

Wolfenbüttel ist nicht arm an historischen Denkmälern. Zu ihnen gehört das Kloster „Zur Ehre Gottes“. Es wurde 1699 in Salzdahlum gegründet und wurde 1791 in das ehemalige Hofbeamtenhaus in Wolfenbüttel verlegt. In seinem jetzigen Andachtsraum befinden sich wertvolle Goldledertapeten. Sie sind eines der wenigen erhaltenen Exemp-

lare ihrer Art aus dem 17. Jahrhundert. Für die Zeit einer gegenwärtig geplanten Komplettanierung des Klosters sind die Tapetenteile in Hannover ausgelagert, wo ihr Zustand untersucht und als teilweise kritisch bewertet wurde. Bei einer Restaurierung ab 1986 wurden die etwa 80 × 60 cm großen Lederteile auf Holzrahmen gespannt und mit diesen an einer

Putzwand befestigt (siehe Anfangsbilder), wobei zwischen Tapete und Wand ein Hohlraum entstand.

Im Zusammenhang mit einer schalltechnischen Komplettanalyse des historischen Gebäudekomplexes in Bezug auf die Schalldämmung der Innen- und Außenbauteile sowie der Raumakustik eines barocken Festsaales wurde von uns auch

die Zustandsbeurteilung des Landesamt für Denkmalpflege Sachsen ausgewertet. Aus dieser sind sowohl die Vorgeschichte als auch die bisherigen Schadensbilder ersichtlich. Auf Grund von Erfahrungen mit anderen Schadenbildern an historischer Substanz haben wir sofort vermutet, dass neben anderen Faktoren insbesondere in der jüngsten Vergangenheit auch Schallenergie einen Beitrag zum Schädigungsprozess geleistet haben könnte.

Unmittelbar vor dem Andachtsraum liegt nämlich ein zentraler Busbahnhof mit über 600 täglichen Busbewegungen. Die dort generierte, insbesondere die energiereiche tieffrequente Schallanregung durchdringt die Fachwerkfassade sowie die einfach verglasten Kastenfenster nahezu ungehindert.

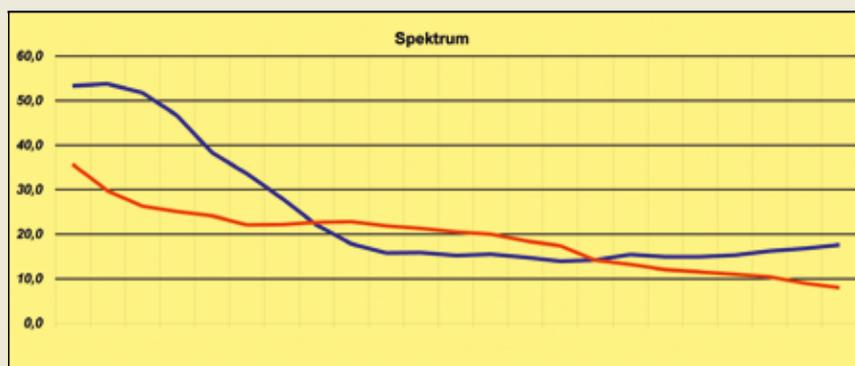
Tieffrequenter Schall zermürbt Material durch Mikrovibration

Zur Objektivierung unserer Verdachtsmomente haben wir unter anderem folgende Untersuchungen durchgeführt: Messung der in den Andachtsraum bei einer Busbewegung (Anfahrt/Vorbeifahrt) bei geschlossenen Fenstern eindringenden Schallanteile und deren Frequenzspektrum. Des Weiteren: Messung der „Reaktionsschwelle“ der Ledertapeten. Damit wird von uns aufgezeigt, ab welchem Luftschallpegel und bei welchen Frequenzen die Ledertapetenfelder im Raum in Bewegung geraten.

Wie Abbildung 1 zeigt, übersteigt insbesondere bei tiefen Frequenzen der gemessene extern einwirkende Schallpegel deutlich die Schwellenwerte für die Anregung mechanischer Schwingungen der Ledertapetenfelder. Hierbei ist im Raum selbst auftretender Schall ebenso wie abrupte Luftdruckschwankungen (wie sie z. B. beim Öffnen/Schließen von Türen entstehen) noch nicht einmal berücksichtigt. In weiteren raumakustischen Untersuchungen (Messung der Nachhallzeit, Berechnung der Raumresonanzen) wurde zudem festgestellt, dass das konkrete Resonanzverhalten des Raumes ungünstigerweise eine verlängerte Einwirkungsdauer nach erfolgter externer oder interner Schallanregung bewirkt (Abbildung 2).

Die vor Ort einwirkende Schallenergie ist also jederzeit ausreichend groß,

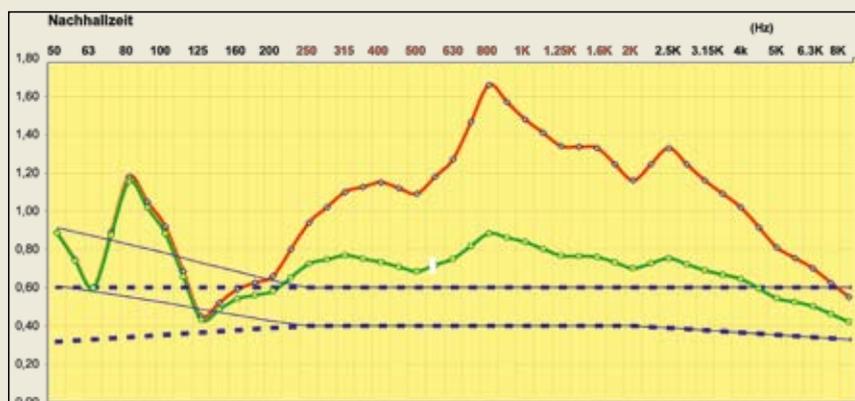
ABBILDUNG 1



Vor dem Andachtsraum liegt ein Busbahnhof mit über 600 täglichen Busbewegungen. Die energiereiche tieffrequente Schallanregung durchdringt die Fachwerkfassade nahezu ungehindert und nagt zusätzlich am Interieur. Blaue Linie: einwirkender Verkehrslärm. Rote Linie: Schallpegelniveau, ab dessen Vorhandensein die Ledertapeten in Schwingungen geraten; beides in Abhängigkeit von der Frequenz.

Abbildung: Akustik-Analyse-Service

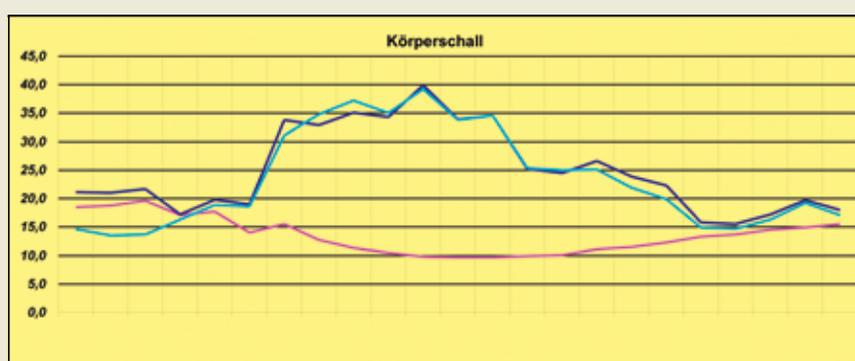
ABBILDUNG 2



Die rote Linie zeigt den Nachhallzeitverlauf im Raum und korrespondiert mit der errechneten Resonanzfähigkeit des Raumes. Die grüne Linie zeigt die nach Wiedermontage der Ledertapeten im Andachtsraum zu erwartende Nachhallzeit – falls die Anbringungsart beibehalten wird.

Abbildung: Akustik-Analyse-Service

ABBILDUNG 3



Die türkisarbe Linie zeigt die mittig punktuell gestützte Fläche – zum Vergleich die dunkelblaue Linie bei freier Schwingung.

Abbildung: Akustik-Analyse-Service



Knickbeschädigung. Ledertapete bei 200facher Vergrößerung. Die Bruchlinien im Randbereich verlaufen überwiegend parallel zu den Leisten des Spannr Rahmens an der klar vordefinierten Knicklinie am linken Bildrand.

Foto: Akustik-Analyse-Service



Nachhaltig geschädigt. Die Bruchlinien in der Fläche sind feiner, gleichmäßiger und nicht gerichtet.

Foto: Akustik-Analyse-Service

Große Wirkung mit einfachen Schwingungsdämpfern

In diesem Zusammenhang ist bemerkenswert, dass einige durch Hinterklebung in den 1980er Jahren restaurierte Risse in ihrer unmittelbaren Nähe erneut aufgebrochen sind. Wir sehen es folglich als sehr wichtig an, das Schwingungspotenzial der Tapetenfelder zukünftig zu minimieren. Ideal hierfür wäre natürlich wieder eine flächige Anbringung. In Modelluntersuchungen konnten wir aber auch zeigen, dass bereits eine mittig angeordnete weiche Rückenstütze das Schwingungsverhalten unter Schallbelastung deutlich mindert, und zwar besonders in den kritischen tiefen Frequenzen (Abbildung 3).

Erkennbar ist, dass die mittige Stützung die Membran im tiefen Frequenzbereich effektiv am Schwingen hindert und sich das Schwingverhalten im mittleren/oberen Frequenzbereich leicht verschiebt. In jedem Fall ist damit eine sehr einfache und effektive Möglichkeit aufgezeigt, das Schwingverhalten gezielt zu beeinflussen.

Allein dies könnte folglich einen wesentlichen Beitrag zur Vermeidung der Schwingungen und Reduktion der Ausschwingzeit nach ggf. unvermeidlicher Anregung bewirken. Selbstverständlich ist im Detail eine enge Abstimmung mit den Restauratoren nötig, denn jegliche Arten von Rückenstützungen dürfen auch langfristig keine schädigenden Emissionen in die Ledertapeten abgeben.

Zudem sind die baulichen Eingriffe in die Gebäudesubstanz – ebenfalls aus Gründen des Denkmalschutzes – zu minimieren. So bestünde weiterhin die Möglichkeit, die in den Raum einwirkenden Schallanteile durch Ertüchtigung der Umfassungsbauteile zu minimieren. Um die Außenansicht nicht zu beeinträchtigen, wären in erster Linie die Innenfenster der Kastenfenster schalltechnisch zu ertüchtigen. Die aus bauklimatischen Gründen erforderliche Leckage der Fensterfugen könnte durch Anordnung einer schallgedämpften Fensterfalzlüftung aufrechterhalten werden. Zusätzlich kann die Schalldämmung der Kastenfenster durch eine hoch schallabsorbierende Laibungsbekleidung wirksam erhöht werden.

Es ist zu hoffen, dass die wertvollen Wolfenbütteler Goldledertapeten durch

um die membranartig frei gespannten Ledertapetenfelder in Schwingungen zu versetzen – es erfolgt eine fortdauernde Wechselknickbeanspruchung genau am Übergang vom Holzrahmen zur freien Fläche. Diese permanent generierte Mikro vibration an der vordefinierten Knickstelle stresst das gemäß Vorgutachten versprödete Leder mechanisch und wird vor allem auch deshalb als so kritisch eingeschätzt, weil die Knickbeanspruchung bei trocknungsbedingten Schrumpfungsprozessen gleichzeitig mit einwirkenden Zugkräften auftritt. Genau so bekommt man auf Dauer jedes versprödete Material zerbrochen – ausreichend lange hin und her knicken und dabei ziehen... (siehe Vergrößerungsbilder).

Aus den Unterlagen des Landesamt für Denkmalpflege Sachsen geht hervor, dass die Tapeten ursprünglich vermutlich direkt auf dem Lehmputz der Wände aufgeklebt gewesen waren. Möglicherweise hat auch dies – obwohl als unübliche Anbringungsweise benannt – mit zu dem außergewöhnlich guten Erhaltungszustand beigetragen. In jedem Falle dürften hierdurch schnelle klimatische Veränderungen (Wärme/Feuchte) wesentlich gedämpfter abgelaufen und Schwingungen in der nachgewiesenen Art gar nicht aufgetreten sein. – Die alten Baumeister und Handwerker waren offenbar mit ihrer Erfahrung auch ohne wissenschaftliche Bauphysik in der Lage, kluge Entscheidungen zu treffen.

zweckmäßige Maßnahmen zukünftig vor den Stressfaktoren unserer Zeit besser bewahrt werden und damit künftigen Generationen längstmöglich in gutem Zustand erhalten bleiben können. □

Autor

Dipl.-Ing. Peter Karsten BDB ist Inhaber des Büros Akustik-Analyse-Service in Braunschweig. Der Text dieses Berichts folgt der gutachterlichen Stellungnahme „Raumakustik und Schallschutz, Kloster Zur Ehre Gottes, Braunschweig, Februar 2012.

Tn Online

Abonnenten können diesen Beitrag auch online recherchieren.

www.trockenbau-akustik.de

- › Archiv
 - Schallschutz
 - Sanierung

Foto: Akustik-Analyse-Service



Schalleintrag minimieren. Die Verbesserung des Schallschutzes ist in Absprache mit dem Denkmalschutz am ehesten über die großen Fensterflächen möglich.

Anzeige

VRM: VRM_1596 Newsroom
mm x mm