

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 105 (1987)
Heft: 48

Artikel: Schwingungsprobleme bei Bauwerken: Fortbildungskurs für Bauingenieure an der ETH Zürich
Autor: Kaufmann, W.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-76766>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 15.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

im Bohrlochbereich auch bei sehr aggressiver Außenatmosphäre, wo an den genannten Werkstoffen in ungünstigen Fällen lokale Korrosionserscheinungen auftreten können, gut bewährt.

Fernhalten von aggressiven Medien

In der Praxis ist die Korrosionsschutzmaßnahme bei Verbundankern «automatisch» realisiert. Der bei den meisten Produkten verwendete Kunstharzmörtel verhindert eine Korrosion der metallischen Dübelbestandteile im Bohrloch.

Bei Dübelsystemen, die zwischen Dübelkörper und Bohrlochwand einen Spalt aufweisen, ist es möglich, dem Eindringen von korrosiven Medien in diesen Bereich durch eine Abdichtung des Bohrlochs nach aussen entgegenzuwirken. Andererseits kann aber dadurch die Entfeuchtung des Spalts behindert sein. Günstiger ist es deshalb, das Bohrloch nach dem Setzen des Dübels mit einem geschlossenporigen Schaum, z. B. aus Poly-

urethanbasis oder mit dauerelastischen Korrosionsschutzmassen, z. B. auf Vaseline-, Petrolatum- oder Bitumbasis [11], vollständig zu verfüllen.

Es muss allerdings überprüft werden, inwieviel durch solche Massnahmen die Funktion der Dübel, z. B. deren Nachspreizverhalten, verändert wird.

Schlussbemerkung

Die Korrosion von Befestigungselementen ist häufig ein sehr komplexer Vorgang. Neben den äusseren korrosiven Einflüssen spielen dabei die Höhe und Art der Belastung, Befestigungselemente – spezifische Gegebenheiten und die jeweils herrschenden konstruktiven Verhältnisse eine wesentliche Rolle. Eine Beurteilung der Korrosionsgefährdung ist vielfach schwierig und oft nur aus der Erfahrung möglich. Herstellerempfehlungen und allgemeine Baurichtlinien, in

welchen diese Erfahrung zum Ausdruck kommt, sollten deshalb unbedingt beachtet werden. In Zweifelsfällen ist der Bezug eines Korrosionsfachmannes ratsam.

Für kritische Bauteile werden periodische Kontrollen gefordert (siehe z. B. Bild 1). Bei Befestigungselementen ist jedoch deren Durchführung aus praktischen und Kostengründen oft kaum realisierbar. In solchen Fällen muss dem Auftreten schwerwiegender Schäden beim Ausfall einzelner Befestigungen durch geeignete konstruktive Massnahmen entgegengewirkt werden (kein Reissverschlusseffekt!).

Adresse der Verfasser: Daniel Bindschedler und Hans-Dieter Seghezzi, Hilti AG, 9494 Schaan/FL.

Schwingungsprobleme bei Bauwerken

Fortbildungskurs für Bauingenieure an der ETH Zürich

Das Institut für Baustatik und Konstruktion an der ETH Zürich veranstaltete am 26. und 27. März 1987 unter der Leitung von Prof. Dr. H. Bachmann einen Fortbildungskurs über durch Menschen und Maschinen induzierte Bauwerksschwingungen. Anlass dazu waren Erfahrungen und Erkenntnisse, welche Professor Dr. H. Bachmann mit seinen Mitarbeitern in den letzten Jahren aus Expertentätigkeit und eigener Forschung gewinnen konnte. Die Teilnahme von rund 250 Ingenieuren, beinahe ausschliesslich aus der Praxis, beweist die Aktualität des Themas. Denn in zunehmendem Mass treten unangenehme Schwingungsprobleme, ernsthafte Schadenfälle und kostspielige Sanierungen gerade im Hochbau auf.

Drei Gründe für diese Entwicklung wurden genannt:

1. Die stärkere Ausnutzung der Materialfestigkeiten unserer hochwertigen Baustoffe gestattet grössere Spannweiten, aber auch geringere Konstruktionsstärken. Der Anteil des Eigengewichts an der Gesamtlastung hat sich oft reduziert. Massenarme und schlanke Tragwerke sind aber schwingungsanfälliger als massive, gedrungene und damit steifere Tragwerke.

2. Verschiedene dynamische Einwirkungen haben sich verändert oder sind intensiver geworden. Wenn beispielsweise in bestehenden Fabrikgebäuden ältere Maschinen durch neue, schneller laufende ersetzt werden, kann dies zu dynamischen Lasten in anderen Frequenzbereichen und damit zu unerwarteten Schwingungsproblemen führen.

3. Die Menschen sind auch auf Schwingungseinflüsse empfindlicher geworden. Die internationale Normung über zulässige Schwingungseinwirkungen auf den Menschen wird laufend verschärft. Heute müssen allenfalls Schwingungen reduziert werden, wo solche früher noch hingenommen wurden.

Zielsetzung: Der Kurs war absichtlich ausgerichtet auf die Bedürfnisse des vor allem im konstruktiven Hochbau praktisch tätigen Bauingenieurs. So beschränkte er sich auf Schwingungen von Bauwerken, welche durch Menschen oder durch Maschinen induziert werden. Menscheninduzierte Schwingungen entstehen durch rhythmische Bewegungen wie Gehen, Laufen, Hüpfen, Tanzen. Sie treten auf bei Fussgängerbauwerken, Bürogebäuden, Turn- und Sporthallen, Tanzlokalen, Konzertsälen, Tribünen usf. Maschineninduzierte Schwingungen entstehen durch rotierende, oszillierende oder stossende Maschinen. Im Kurs wurden kleine und mittlere Maschinen behandelt, die auf normalen Hochbaudecken montiert sind.

Vorlesungen

Der Ausbildungsstoff wurde von drei Kursreferenten in Form von Vorlesungen gehalten.

□ **Grundlagen (Dr. D. Somaini):** Merkmale dynamischer Lasten; mathematische Berechnung freier und erzwungener Schwingungen von Ein- und Mehrmassenschwing-

gern; verschiedene Methoden zur Behandlung erzwungener Schwingungen; Bauwerksverhalten unter stossartigen Lasten.

□ **Menscheninduzierte Schwingungen (Prof. Dr. H. Bachmann):** Dynamische Lasten aus Gehen, Laufen, Hüpfen und Tanzen; Lastmodelle; Auswirkungen auf Fussgängerbrücken, Bürogebäude, Tanzlokale, Turnhallen usf; Massnahmen zur Verhinderung unerwünschter Schwingungen; konkrete Schadenfälle. Die Vorlesung vermittelte eine erstmalige systematische Gesamtdarstellung dieser Thematik.

□ **Maschineninduzierte Schwingungen (Dr. W. Ammann):** Dynamische Lasten von Maschinen mit rotierenden, oszillierenden und stossenden Teilen. Auswirkungen auf Bauwerke; Schwingungsisolation mit Feder-Dämpfer-Elementen; Lagerung von Maschinen auf Geschossdecken (Bild 1).

□ **Praktische Ergänzungen (Prof. Dr. H. Bachmann):** Dynamische Biegesteifigkeit ungerissener und gerissener Stahlbetonkonstruktionen, anzunehmende Dämpfungskennwerte, Bemessung von Schwingungstilgern.

□ **Anhaltswerte (Dr. W. Ammann):** «Zulässige» Schwingungseinwirkungen auf Menschen, Maschinen und Bauwerke; Normenwerte; Sondermassnahmen zur Schadenverhütung.

Die Referenten berücksichtigten die immer noch verbreitete Skepsis vieler Bauingenieure gegenüber dynamischen Problemen durch praxisnahe Anschaulichkeit und durch weitgehenden Verzicht auf Formel-Ballast. Es gelang ihnen dadurch, das Wesentliche herauszuschälen und ein grundlegendes Verständnis für dynamische Erscheinungen zu wecken. Die Kursteilnehmer hatten überdies Gelegenheit, in Übungen das Gelernte zu vertiefen und Fragen zu stellen.

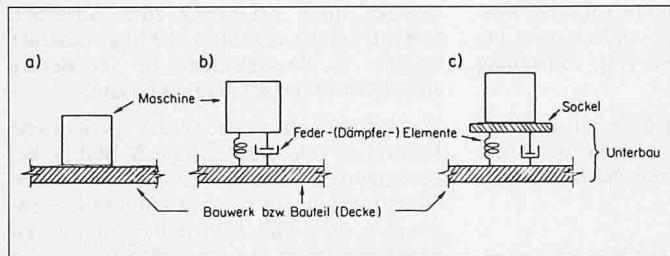


Bild 1. Lagerung von rotierenden oder oszillierenden Maschinen auf Geschosdecken (Tiefabstimmung)

- a) Direkte Befestigung der Maschine auf dem Bauwerk bzw. Bauteil
- b) Lagerung der Maschine auf Feder- (Dämpfer-) Elementen
- c) Befestigung der Maschine auf einem schwingungsisolierten Sockel

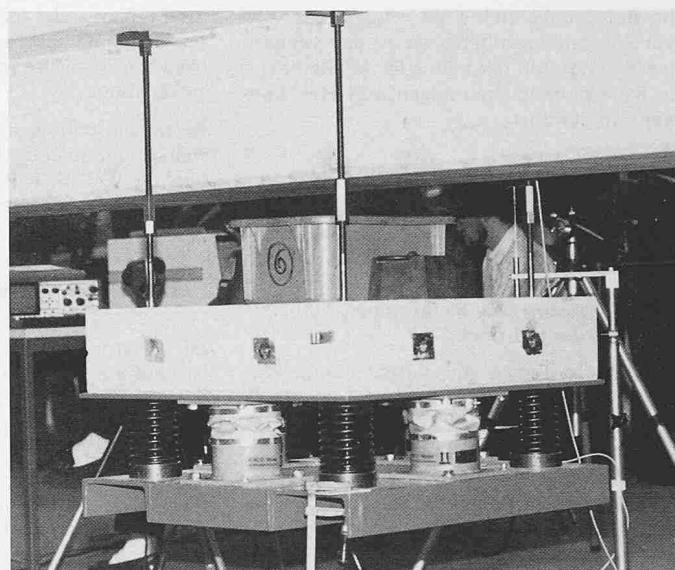


Bild 2. Schwingungs-Tilger im Demonstrationsversuch

Demonstrationsversuche

Jeder der beiden Kurstage wurde abgeschlossen durch höchst eindrückliche Demonstrationsversuche im Massstab 1:1. An einem 19 m langen Fussgängersteg wurde das Verhalten bei gerade noch tolerierbarer sowie bei unzulässiger Grundfrequenz gezeigt. Es gelang dabei einer einzigen Versuchsperson, den 20 t schweren Balken allein durch Gehen und Hüpfen so in Schwingungen zu versetzen, dass sich die Auflager abheben. Anschliessend wurde die Wirkung eines Schwingungstilgers gezeigt (Bild 2). Ein Turnhallenträger mit unzulässiger Grundfrequenz wurde durch Hüpfen in Resonanz mit der 2. und 3. Harmonischen der dynamischen Last versetzt. Auf einem Deckenelement eines Industriebaus konnten die Teilnehmer die physiologische Wirkung von Schwingungen auf den Menschen erleben. Schliesslich wurde die Wirkungsweise von Tiefabstimmung und Hochabstimmung mit Hilfe eines servohydraulischen Schwingers anschaulich dargestellt.

Würdigung

Der zweifellos grosse Aufwand für Vorbereitung und Durchführung dieses erfolgreichen Fortbildungskurses hat sich bestimmt gelohnt. Die Teilnehmer konnten sich ein Gefühl für dynamische Phänomene aneignen. Sie haben gelernt, wo dynamische Probleme auftreten können, und wo Vorsicht geboten ist. Und schliesslich haben sie geeignete Massnahmen kennengelernt, um das Schwingungsverhalten von Tragwerken zu beeinflussen.

Mit der raschen Aufarbeitung des Kunststofes hat das Institut für Baustatik und Konstruktion der ETH den in der Praxis stehenden Bauingenieuren erneut eine direkt aus aktueller Forschung resultierende Dienstleistung erbracht. Das vermittelte Wissen ist in einem als Kursautographie dienende Buch [1] niedergeschrieben worden. Es wird vor allem den kleinen und mittleren Ingenieurbüros von Nutzen sein. Die wesentlichsten Erkenntnisse werden übrigens auch in die revidierte SIA Norm Nr. 160 «Einwirkungen auf Tragwerke» einfließen.

Die Kursunterlagen können solange Vorrat beim Institut für Baustatik und Konstruktion an der ETH Zürich nachbezogen werden (Übungsbeispiele Fr. 9.-; Demonstrationsheft mit Versuchsresultaten Fr. 4.-; Buch Fr. 78.- bzw. IVBH-Mitglieder Fr. 52.-).

Dipl. Ing. W. Kaufmann
Rothpletz, Lienhard + Cie AG
Schiffenstrasse 35, 5000 Aarau

Literatur

- [1] Bachmann H, Ammann W.: Schwingungsprobleme bei Bauwerken. Zürich: Internationale Vereinigung für Brückenbau und Hochbau 1987.

biologischen Abbau des Holzes, insbesondere für seine Beiträge zur Aufklärung des biologischen Lignin-Abbaus verliehen.

Die Forschungsarbeiten von Dr. Leisola bilden einen Markstein in der Aufklärung des biologischen Ligninabbaus und eröffnen für den Umweltschutz und viele Entsorgungsprobleme der industriellen und öffentlichen Bereiche interessante, zukunftsweisende Perspektiven: In jüngerer Zeit wurde nachgewiesen, dass hartnäckige Schadstoffe wie DDT oder Dioxin durch ligninolytische Enzyme abgebaut werden können.

Dr. Matti S.A. Leisola, Absolvent und stv. Professor für Biochemie der Helsinki University of Technology, führt seine Arbeit seit 1981 am Institut für Biotechnologie der ETH Zürich als Wissenschaftlicher Mitarbeiter von Prof. Dr. Armin Fiechter durch. Der Latsis-Preis der ETH Zürich ist mit 25 000 Fr. dotiert und kann jungen Forschern der ETH Zürich zugesprochen werden.

Preise

Ausschreibung des Rudolf-Kellermann-Preises für Technikgeschichte 1987

Im Jahre 1966 stiftete der Gründer der Kämax-Werke Rudolf Kellermann GmbH & Co KG, Osterode/Harz, den Preis für Technikgeschichte. Er wollte damit technikgeschichtliches Interesse unter jüngeren Ingenieuren, Historikern, Politologen, Archivaren usw. wecken und bestärken und hervorragende wissenschaftliche Leistungen auf diesem Gebiet auszeichnen. Der Preis wird vom Verein Deutscher Ingenieure (VDI), Bereich Technikgeschichte, verliehen.

Er ist mit 3000 DM dotiert und wird jährlich der besten eingereichten technikgeschichtlichen Arbeit in deutscher Sprache (Diplom-

arbeit, Magisterarbeit, Dissertation, Habilitationsschrift u. ä.) zuerkannt.

Die eingereichten Arbeiten müssen im Jahr 1987 abgeschlossen sein. Einsendung bis 31. Januar 1988 in mindestens zwei Exemplaren an den Verein Deutscher Ingenieure, VDI-Hauptgruppe, Bereich Technikgeschichte, Postfach 1139, 4000 Düsseldorf 1. Angaben zur Person und zum wissenschaftlichen Werdegang des Verfassers sollen beigelegt werden.

Die Preisverleihung wird anlässlich der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin, Naturwissenschaft und Technik im Herbst 1988 vorgenommen.

Latsis-Preis der ETH Zürich

Der Latsis-Preis 1987 der ETH Zürich wurde Dr. Matti S.A. Leisola, Leiter einer Forschungsgruppe am Institut für Biotechnologie der ETH Zürich, für seine Arbeiten zum