

Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 110 (1992)
Heft: 11

Artikel: Vibrationen: Ursachen, Messungen, Analyse und Massnahmen
Autor: Moser, Konrad
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-77877>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 16.05.2025

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

Literatur

- [1] H. U. Mann, R. Mück, M. Schubert, H. Hautzinger, R. Hamacher: «Personenverkehrsprognose 2010 für Deutschland», Juni 1991
- [2] Werner Voigt, «Ausgewählte Aspekte zur Situation im Verkehrswesen der DDR», Strassenverkehrstechnik, Heft 3/90
- [3] Karin Arndt, «Kolloquium über städtische Verkehrsplanung – ein Tagungsbericht», Strassenverkehrstechnik 1/91

Güterverkehr von der Schiene auf die Strasse verlagert wird. Während derzeit noch rund 75% des Güterverkehrs in Ostdeutschland auf der Bahn ablaufen, werden es gemäss Prognosen im Jahre 2000 noch etwa 50% sein. Einmal auf der Strasse, wird befürchtet, kann der Anteil auch bei einem späteren Ausbau des Schienennetzes oder der Wasserstrassen nicht mehr zurückverlagert werden.

Berlin spielt in den Verkehrsplanungen für die neuen Bundesländer eine zentrale Rolle. Nach Meinung der Bundes-

regierung wird die Stadt in wenigen Jahren zur wichtigsten Verkehrsdrehscheibe zwischen West- und Osteuropa werden. Unter den derzeit oft chaotischen Verkehrsverhältnissen ist das allerdings nicht ohne weiteres vorstellbar. Verkehrszusammenbrüche auf der Strasse und beim Güterverkehr auf der Bahn sind keine seltenen Ereignisse.

Die Verbindungen von Berlin und den neuen Bundesländern nach den grossen Städten in Westdeutschland sind trotz neuen Intercity-Verbindungen ungenügend. Die erste Hochgeschwindigkeitsstrecke zwischen Berlin und Hannover wird erst in der zweiten Hälfte der neunziger Jahre in Betrieb genommen. Im Strassenverkehr wird man sich in den kommenden Jahren auf lange Staus bei den unzähligen Baustellen im Autobahn- und Fernstrassennetz einstellen müssen. Durch die plötzliche Umstellung des ostdeutschen Verkehrs auf westeuropäische Verhältnisse mit den zu erwartenden hausgemachten Verkehrsströmen und den Transitströmen wird das Verkehrssystem von Ostdeutschland trotz grosser baulicher Anstrengungen überfordert.

Schlussbemerkung

Die Dringlichkeit der wirtschaftlichen Probleme vermag offenbar keine Pause zum Nachdenken oder gar zu einer anderen Weichenstellung. Ähnlich wie in den meisten westlichen Ländern wird zunächst versucht, mit einer nachfrageorientierten Planung die vordringlichsten Probleme in den Griff zu bekommen. Zu gross ist das Mobilitätsbedürfnis der Wohnbevölkerung und zu gross die Angst, die so dringend herbeigesehnte Entwicklung zu bremsen. Die eingangs gestellte Frage, ob Erfahrung klüger macht, kann deshalb nicht ohne weiteres bejaht werden.

Adresse des Verfassers: Dr. Ing. Giovanni Gottardi, Jenni + Gottardi AG, Beratende Ingenieure, Mutschellenstrasse 21, 8059 Zürich.

Zwei weitere Beiträge zur ZBV-Studienreise 1991 folgen in Heft 14/92.

Vibrationen: Ursachen, Messungen, Analyse und Massnahmen

Die Schweizer Gruppe für Erdbeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB), eine Fachgruppe des SIA, führte am 24. und 25. Oktober 1991 an der ETH Zürich im Rahmen der zweijährlichen D-A-CH-Dreiländertagungen (Deutschland, Österreich, Schweiz) eine Studientagung unter dem Titel: «Vibrationen: Ursachen, Messungen, Analyse und Massnahmen» durch. In 26 Beiträgen wurden Ergebnisse von Forschungsarbeiten und praktische Lösungen von Schwingungsproblemen vorgestellt und im Plenum diskutiert.

Der Tagungsleiter Dr. W. Ammann, Schaan, Präsident der SGEB, konnte bei der Eröffnung über 200 Teilnehmer, davon 70 aus dem Ausland, begrüßen und gab seiner Freude darüber Ausdruck, dass das Tagungsthema auf ein derart breites Interesse gestossen war.

Menscheninduzierte Schwingungen

Die erste Sitzung unter dem Thema «Menscheninduzierte Schwingungen» wurde von Dr. H. Bachmann, Professor für Baustatik und Konstruktion an der ETHZ, mit einem Einführungsvortrag zum Thema der Schwingungssanierung von Turnhallen, Gesellschaftssälen, Fussgängerbrücken und Sprungtürmen eröffnet. Nach einer Einführung erläuterte

er fünf unter seiner Leitung durchgeführte Beispiele von Schwingungssanierungen: Bei einem zu stark schwingenden Turnhallenboden wurde ein versteifender Stahlträgerrost unter die Betonrippendecke eingebaut; bei einer anderen Turnhalle mit einer Verbunddecke konnte unten direkt an die Hauptträger ein IPE-Profil angeschweisst werden. Mit diesen Massnahmen liess sich die Steifigkeit der Decken derart anheben, dass keine störenden Schwingungen mehr auftreten. Bei einem Tanzsaal wurden im Untergeschoss zur Schwingungsbehebung zusätzliche Stützen eingebaut. Eine Fussgängerbrücke mit sehr kleiner Eigendämpfung (Bild 1) und ein Sprungturm in einem Freibad konnten

mit Schwingungstilgern saniert werden. Bei einer anderen Fussgängerbrücke wurden die Stützen durch Anbetonieren eines Stahlbetonmantels derart versteift, dass die Horizontalschwingungen nicht mehr störend sind.

Prof. Dr. Meskouris berichtete von Untersuchungen und temporären Unterstützungsmassnahmen an einem zu stark schwingenden Sportstadion. In der Diskussion wurde über die Abgrenzung des Tilgereinsatzes gegenüber Verstärkungen des Tragwerks diskutiert. Schwingungstilger eignen sich vor allem für stabartige Tragwerke und weniger für Platten und dergleichen, feste Regeln lassen sich aber zurzeit noch nicht aufstellen. Generell wurden die Schwingungsamplituden von den Benutzern stark überschätzt.

Verkehrsinduzierte Erschütterungen

Die zweite, von Doz. Dr. R. Flesch, Wien, geleitete Sitzung widmete sich den verkehrsinduzierten Erschütterungen. Die sechs Referenten erläuterten verschiedene Abschirmungsmethoden an der Quelle, beim Empfänger oder auf dem Übertragungsweg. An Quelle und Empfänger bewähren sich Schwingungsisolationen mit Elastomermatten oder Schraubenfederlagern. Verschiedene Beispiele der Anwendung von Unterschootermatten oder elastomergela-

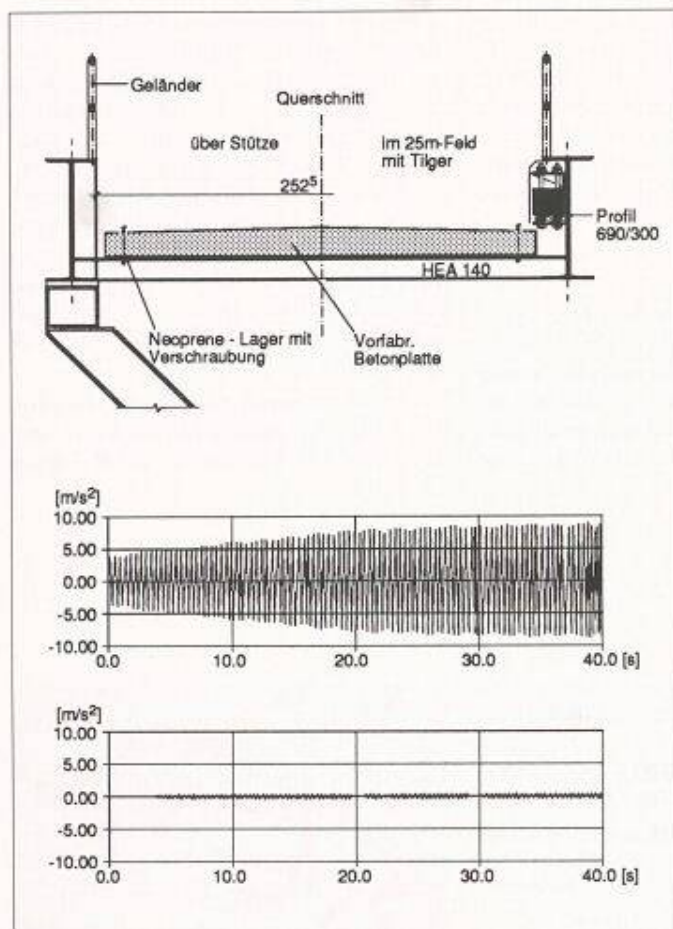


Bild 1. Querschnitt der Fuss- und Radwegbrücke sowie Beschleunigungsverläufe mit und ohne Tilger.

gertem Unterbau, vor allem aus dem U-Bahn-Bau, wurden dargestellt und erläutert. Ein direkt über einem U-Bahntunnel stehendes Gebäude mit sechs Obergeschossen wurde mit Elastomermatten elastisch auf den Pfahlkopfplatten gelagert. Schweizer Immissionsrichtwerte für Erschütterungen und Körperschall aus Bahnverkehr bei Ausbauten und bei Neuanlagen wurden präsentiert. Ein neuartiges Verfahren zur Offenhaltung eines Schlitzes im Baugrund mit Hilfe von Luftkammern aus aluminiumkaschierten Kunststoffschläuchen wurde an einem in Deutschland ausgeführten Beispiel gezeigt. Die Abschirmwirkung dieses Systems und die Dauerhaftigkeit der Luftröhren wurde anschliessend eingehend diskutiert.

Messung und Analyse

Die dritte Sitzung «Messung und Analyse» wurde von Dr. G. Darbre, Bern, geleitet und widmete sich den verschiedenen Möglichkeiten der Messung und Auswertung von Schwingungen. Zur Aufnahme der Schwingungen oder Erschütterungen werden meist Beschleunigungsaufnehmer verwendet. Die jeweils an Beispielen erläuterten Mess- und Auswertegeräte basieren durch-

wegs auf mehr oder weniger leistungsfähigen PCs und erlauben (Teil-)Auswertungen vor Ort. Die digital gespeicherten Daten können damit schnell ausgewertet und in geeigneter Form dargestellt werden. Diese Messgeräte lassen sich auch bei erschütterungsbedingten Haftungsfragen verwenden, erlauben sie doch einen unterbrechungsfreien Betrieb und damit die eindeutige Zuweisung von störenden Erschütterungen an verschiedene Quellen (im Beispiel: zwei Baustellen in der Nähe eines Betriebes für hochpräzise Elektronikbauteile).

Erschütterungen infolge Bauarbeiten

Die vierte Sitzung unter der Leitung von Prof. Dr. H.J. Dolling, Berlin, war dem Thema «Erschütterungen infolge Bauarbeiten» gewidmet. Nach einer Erläuterung des Gelbdruckes der DIN 4150 Teil 2 mit einem neuen Bewertungsverfahren für Erschütterungen infolge Bauarbeiten, wurden auch die Richtwerte im neuen Entwurf der Schweizer Norm SN 640 312 vorgestellt und besprochen (Bild 2). Neu ist dabei vor allem, dass die Richtwerte nach der Häufigkeit der Einwirkung abgestuft sind. Zwischen den Richtwerten der

Empfindlichkeitsklasse	Häufigkeitsklasse	Scheitelwerte des Geschwindigkeitsvektors (V_R) in mm/s^1		
		massgebende Frequenzen		
		< 30 Hz*	30 – 60 Hz	> 60 Hz**
(1) sehr wenig empfindlich	gelegentlich	Richtwerte: Bis zu den 3fachen entsprechenden Werten der Empfindlichkeitsklasse (3)		
	häufig			
	permanent			
(2) wenig empfindlich	gelegentlich	Richtwerte: Bis zu den 2fachen entsprechenden Werten der Empfindlichkeitsklasse (3)		
	häufig			
	permanent			
(3) normal empfindlich	gelegentlich	15	20	30
	häufig	6	8	12
	permanent	3	4	6
(4) erhöht empfindlich	gelegentlich	Richtwerte: Zwischen den Richtwerten der Klasse (3) und der Hälfte davon.		
	häufig			
	permanent			

* Bei Frequenzen unter 8 Hz sind tiefere Richtwerte anzusetzen.

** Bei Frequenzen über 150 Hz können höhere Richtwerte angesetzt werden.

Bild 2. Richtwerte für die Schwinggeschwindigkeit infolge von Bauarbeiten (aus Entwurf SN 640 312).

Schwinggeschwindigkeit für gelegentliche und für dauernde Schwingungen liegt ein Faktor fünf!

Von verschiedenen Referenten wurden Beispiele von Prognosen und Messungen in verschiedensten Böden vorgestellt und erläutert. Abschliessend wurde eine Forschungsarbeit zum Einfluss von Bodeneinbaukörpern zur Verminderung von Schwingungen in einem darüberliegenden Bauwerk vorgestellt. Die Diskussion konzentrierte sich auf die grossen Streuungen der Bodenbewegungswerte und auf die Verwendung derartiger Richt- und Anhaltswerte als feste Grenzwerte in juristischen Verfahren. Die Gewichtung gemessener Grössen bedarf in jedem Fall eines Sachverständigen, es geht hier, und darin schien sich das Plenum einig, nicht um Prozente, sondern um Grössenordnungen.

Maschineninduzierte Schwingungen

Dr. M. Wieland, Zürich, leitete die Sitzung zum Thema «Maschineninduzierte Schwingungen». Diese können sich bei grossen Maschinen wie Stanzen und Pressen, ähnlich den verkehrsinduzierten Schwingungen, ebenfalls durch den Untergrund in die Umgebung ausbrei-

Dokumentation

Die Vorträge sind als SIA-Dokumentation D079 erschienen und können beim Sekretariat des Schweizerischen Ingenieur- und Architekten-Vereins, Postfach, CH-8039 Zürich, Tel. 01 283 15 60, bezogen werden.

ten und dort störend wirken. Meist stehen jedoch die Wirkungen am Gebäude selbst, vor allem störende Deckenschwingungen, im Vordergrund. In solchen Fällen hat sich die Schwingungsisolierung der schwingungserzeugenden Maschine als Massnahme bewährt. In selteneren Fällen werden empfindli-

che Geräte gegen die störenden Schwingungen ebenfalls periodischer Anregung und von Isolationsmassnahmen ist der Einfluss der Dämpfung von grosser Bedeutung. Konkrete Grössen gemessener oder geschätzter Dämpfung wurden deshalb auch in der Diskussion mehrmals angesprochen.

Spezialprobleme

Die letzte Sitzung unter dem Titel «Spezialprobleme» wurde von Dr. A. Ziegler, Zürich, geleitet und umfasste einen Beitrag zur Sanierung von Maschinen-aufstellungen mittels Untergrundinjektionen sowie die Vorstellung einer

«sanften» Sprengtechnik (Sprengung in bentonitgefüllten Bohrlöchern). Darauf folgte ein theoretischer Beitrag zu Schwingungen von Abspannseilen hoher Offshore-Plattformen mit pauschaler Berücksichtigung des Wassereinflusses. Ein praktisch-numerischer Beitrag zum Thema der Seilschwingungen mit Video- und Computervorfürungen von Versuchen an Einzelseilen und Berechnungen von seilabgespannten hohen Sendemasten schloss die Sitzung ab.

Konrad Moser, dipl. Bauing.
ETH/SIA, Institut für Baustatik und
Konstruktion, ETH Zürich

Wettbewerbe**Mehrzweckturnhalle Gähwil SG**

Die Primarschulgemeinde Gähwil veranstaltete einen öffentlichen Projektwettbewerb für eine Mehrzweckturnhalle. Teilnahmeberechtigt waren Architekten, die seit dem 1. Januar 1990 ihren Wohn- oder Geschäftssitz in den Bezirken Altotggenburg, Neutoggenburg, Obertoggenburg, Untertoggenburg oder Wil haben. Es wurden 25 Projekte beurteilt. Ein Entwurf musste von der Preisverteilung ausgeschlossen werden. *Ergebnis:*

1. Preis (12 000 Fr. mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Zöllig und Partner, Flawil
2. Preis (8500 Fr.): Peter & Jörg Quarella, St. Gallen; Mitarbeiter: Remo Wirth
3. Preis (7500 Fr.): F. Bereuter AG, Mitarbeiter: F. E. Reist
4. Preis (4500 Fr.): Bernhard Angehrn + Markus Spiess, Wil; Mitarbeiter: Peter Haug
5. Preis (4000 Fr.): Kuster & Kuster, St. Gallen
6. Preis (3500 Fr.): Hubert Mäder, Kirchberg

Ankauf (5000 Fr.): Thomas Bürkle, St. Gallen; Mitarbeiter R. Antoniol jun., Hanspeter Stacher

Fachpreisrichter waren M. Bollhalder, St. Gallen, S. Senti, Triesenberg, H. Bischoff, St. Margrethen, W. Binotto, St. Gallen, Ersatz.

Mehrzweckgebäude Giswil OW

Die Einwohnergemeinde Giswil OW veranstaltete einen öffentlichen Projektwettbewerb für ein neues Mehrzweckgebäude. Teilnahmeberechtigt waren alle Architekten, die seit mindestens dem 1. Januar 1991 Wohn- oder Geschäftssitz im Kanton Obwalden haben. Zusätzlich wurde ein auswärtiger Architekt zur Teilnahme eingeladen. Es wurden zwölf Projekte beurteilt. *Ergebnis:*

1. Preis (10 000 Fr.): Georges Burch, Sarnen; Mitarbeiter: Pascal Hüller
2. Preis (9000 Fr.): E. Thür, Alpnachdorf; Mitarbeiter: M. Thür, R. Halter

3. Preis (8000 Fr.): Paul Dillier, Sarnen; Mitarbeiter: F. Baumeler, F. van Muyden

4. Preis (5000 Fr.): Architektengemeinschaft: G & L. Architekten, Sachseln; Mennel Architekten, Sarnen; Mario Garovi, Sachseln

5. Preis (1500 Fr.): Peter Amrein, Sarnen; Projektbearbeitung: Markus J. Zingg; Mitarbeiter: Bärli Halter

6. Preis (1500 Fr.): Bruno Küng, Sarnen; Mitarbeiter: Kurt Keller

1. Ankauf (3500 Fr.): Ernst E. Anderegg, Meiringen; Mitarbeiter: Thomas Henauer

2. Ankauf (1500 Fr.): Hans Kuchler, Walter Kuchler, Kägiswil; Mitarbeiter: Adi Zemp

Das Preisgericht empfahl dem Veranstalter, die Verfasser der drei erststrangierten Projekte zu einer Überarbeitung einzuladen. Fachpreisrichter waren Otti Gmür, Luzern, Theo Stierli, Zürich, Armando Meletta, Luzern, Walter Truttmann, Kantonsarchitekt, Ersatz.

Nach dieser Überarbeitung beantragt nun das als Expertengremium amende Preisgericht, Georg Burch, Sarnen, (Mitarbeiter: Pascal Hüller), mit der Weiterbearbeitung der Bauaufgabe zu betrauen.

Schulanlage Langlen, Herisau AR, Überarbeitung

Die Einwohnergemeinde Herisau veranstaltete einen öffentlichen Projektwettbewerb für ein Primarschulhaus, eine Turnhalle und Aussenanlagen. Teilnahmeberechtigt waren Architekten, die seit mindestens dem 1. Januar 1990 ihren Wohn- oder Geschäftssitz im Kanton Appenzell Ausserrhodan hatten. Zusätzlich wurden drei auswärtige Architekten zur Teilnahme eingeladen. Es wurden 20 Projekte beurteilt. Zwei Entwürfe mussten wegen schwerwiegender Verletzung von Programmbestimmungen von der Preisverteilung ausgeschlossen werden. Ein Projekt musste nachträglich wegen Nichterfüllung der Teilnahmebestimmungen ausgeschlossen werden. *Ergebnis:*



1. Preis (11 500 Fr.): ABC Alex Buob, Heiden; Landschaftsgestaltung: Paul Rutishauser

2. Preis (10 500 Fr.): Cremer + Schlaf AG, Herisau; Mitarbeiterin Elisabeth Steiner

3. Preis (9500 Fr.): Hubert Bischoff, Zelt-Wolfhalden; Mitarbeiter: Ivo Walt, Ralph Beck, Paul Meier, Andreas Bänziger

4. Preis (7500 Fr.): René Antoniol + Kurt Huber, Frauenfeld; Mitarbeiter: Jörg Losenegger, Jürgen Mayer

5. Preis (6500 Fr.): Adrian Ebnetter, Heiden

6. Preis (4500 Fr.): P. Lanter + M. Obrecht, Herisau; Mitarbeiter: Th. Müller

Ankauf (8000 Fr.): A. Benz + M. Engeler, St. Gallen; Mitarbeiter: Markus Buschor, Manuela Keller

Das Preisgericht empfahl, die Verfasser der drei erststrangierten Entwürfe sowie des angekauften Projektes mit einer Überarbeitung zu beauftragen. Fachpreisrichter waren Otto Baumann, St. Gallen; Ruedi Krebs, St. Gallen; Markus Zbinden, St. Gallen; Otto Hugentobler, Kantonsbaumeister, Herisau; Beat Rey, Herisau, Ersatz.

Nach dieser Überarbeitung empfiehlt nun das als Expertengremium amende Preisgericht, Alex Buob, Heiden, mit der Weiterbearbeitung seines Projektes zu betrauen.

Erweiterung Schule Lengnau AG

Die Gemeinde Lengnau, vertreten durch den Gemeinderat, veranstaltete einen Projektwettbewerb unter zehn eingeladenen Architekten für Erweiterung des Schulhauses Dorf