

**Zeitschrift:** Schweizer Ingenieur und Architekt  
**Herausgeber:** Verlags-AG der akademischen technischen Vereine  
**Band:** 112 (1994)  
**Heft:** 9

**Artikel:** Verstärkungsmassnahmen für erdbebengefährdete Bauwerke  
**Autor:** Ammann, Walter J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-78399>

### **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:** 13.01.2026

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

**Literatur**

- [1] Das Aktionsprogramm Energie 2000, Stand Juli 1992, Eidg. Energie- und Verkehrsdepartement EVED, Bern
- [2] Programm der Aktionsgruppe Regenerierbare Energien, Eidg. Energie- und Verkehrsdepartement EVED im Rahmen von Energie 2000, Bern 1992
- [3] *Gaegauf, Ch.; Jenni, A.; Scheuble, M.*: Situationsanalyse Klein-Holzfeuerungen Stand 1992, interner Bericht DIANE 7, Kurzfassung zur Publikation in Vorbereitung

☐ Hydraulik, Standardisierung der Einbindung: Erarbeitung von Standardkonzepten für die hydraulische Einbindung von Klein-Holzfeuerungen als Zentralheizung

☐ Standardisierte Planungsunterlagen: Erarbeitung von Planungsunterlagen

für Architekten und Planer mit Richtangaben für Platzbedarf, speziellen Anforderungen und Kosten.

**Weiteres Vorgehen von DIANE 7 ...**

Das Projektteam legt aufgrund der Situationsanalyse sowie der am Round-Table-Gespräch eingegangenen Vorschläge das weitere Vorgehen fest und definiert die Projektschwerpunkte. Die ab Punkt drei aufgeführten Vorschläge, also die meisten der am Round-Table-Gespräch eingebrachten Ideen, können berücksichtigt werden oder sind bereits in den laufenden und geplanten Aktivitäten enthalten. Hingegen sind die Rahmenbedingungen (erster Vorschlag) zwar ein wichtiges Anliegen für die Förderung der erneuerbaren Energieträger, aber nicht

Gegenstand der DIANE-Aktivitäten. Die Öffentlichkeitsarbeit (zweiter Vorschlag) erfolgt im Rahmen des DIANE-Projekts Klein-Holzfeuerungen vor allem über die Information von Anwendern und Bauherren sowie das Bekanntmachen guter Beispiele.

Mit dem nun vorhandenen Inventar an Bedürfnissen und Ideen konnten einige wichtige Weichen für das DIANE-Projekt Klein-Holzfeuerungen gestellt werden. Weitere Anregungen und neue Ideen werden von der Projektleitung gerne aufgenommen!

Adresse des Verfassers: *Thomas Nussbaumer*, Dr. sc. techn., dipl. Masch.-Ing. ETH, Verenum, Ingenieurbüro für Verfahrens-, Energie- und Umwelttechnik, Langmauerstrasse 109, 8006 Zürich.

## Verstärkungsmassnahmen für erdbebengefährdete Bauwerke

**Die Arbeitsgruppe «Verstärkungsmassnahmen» der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB) hat für den praktisch tätigen Ingenieur ein Handbuch erstellt, welches Methoden aufzeigt, wie die bestehende Bausubstanz dem heutigen Stand der Erkenntnisse angepasst werden kann.**

Verschiedene Studien schweizerischer Versicherungsgesellschaften haben in den letzten Jahren aufgezeigt, dass auch

VON WALTER J. AMMANN,  
DAVOS

in der Schweiz im Falle eines Wiederauftretens historisch belegter Erdbeben mit grossen Schäden zu rechnen ist. Zum Beispiel zeigt eine Studie der Schweizerischen Rückversicherungsgesellschaft von 1989, dass ein erneutes Auftreten eines Erdbebens in Basel mit einer Stärke analog zu demjenigen aus dem Jahre 1356 zum heutigen Zeitpunkt Schäden von bis zu 50 Milliarden Franken verursachen würde.

Erfahrungen im Ausland mit Bebenstärken, wie sie jüngst auch in der Schweiz aufgetreten sind (Erdbeben im Raume Tiefencastel-Lenzerheide vom November 1991 oder in Schaan-Buchs im Mai 1992) haben zudem gezeigt, dass beachtliche Schäden in Millionenhöhe resultieren können.

Parallel zu diesen Schadenstudien wurde im letzten Jahrzehnt in der Schweiz intensiv an neuen Erdbebenbestimmungen gearbeitet, die schliesslich 1989 im Rahmen der übrigen Einwirkungen als Bestandteil der SIA-Norm 160 (SIA, 1989) veröffentlicht wurden. Bei dieser Normenbearbeitung hat sich sehr deutlich gezeigt, dass in der Vergangenheit der Einwirkungsart «Erdbeben» in der Schweiz zu wenig Beachtung geschenkt worden ist. Erstmals wurden 1970 in der damaligen SIA-Norm 160 Einwirkungswerte definiert, die sich aber rückblickend in vielen Fällen als wesentlich zu tief angesetzt herausgestellt haben.

In der Schweiz muss deshalb davon ausgegangen werden, dass die überwiegende Zahl der vor 1970 erstellten Bauwerke ohne Berücksichtigung der Einwirkungsart Erdbeben bemessen wurde. Gegenüber den heute gültigen Erdbebenbestimmungen ergeben sich damit insbesondere in den seismisch aktiveren Gebieten der Schweiz (Wallis, Basel, Innerschweiz, Rheintal) zum Teil grosse Abweichungen.

**Mitglieder der SGEB-Arbeitsgruppe**

Dr. *Walter J. Ammann*, WSL/SLF, Davos (Vorsitz)

*Kurt Bucher*, E. Basler und Partner AG, Zollikon/ZH

*Daniel Kluge*, Hauptabteilung für die Sicherheit der Kernanlagen, Villigen-HSK

Dr. *Miroslav Matousek*, Ingenieurbüro Dr. Matousek, Schwerzenbach

*Erich Walter*, Hilti AG, Schaan/FL (Sekretariat)

*Thomas Wenk*, Institut für Baustatik und Konstruktion, ETHZ, Zürich

Dr. *Martin Wieland*, Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich

Dr. *Franz Zahn*, VSL International, Bern

*Peter Zwicky*, Basler und Hofmann, Ingenieure und Planer AG, Zürich

**Zielsetzung**

Die Arbeitsgruppe «Verstärkungsmassnahmen» der Schweizer Gesellschaft für Erdbebeningenieurwesen und Baudynamik (SGEB) hat sich zum Ziel gesetzt, ein Handbuch für den praktisch tätigen Ingenieur zu erstellen. Dieses Handbuch zeigt auf, mit welchen Methoden die bestehende Bausubstanz dem heutigen Stand der Erkenntnisse anzupassen ist. Das Handbuch ist als SIA-Dokumentation D 097 erschienen. Der vorliegende Katalog möglicher Massnahmen beschränkt sich bewusst auf mitteleuropäische Bauweisen und auf Gegenden mit schwacher bis mittle-

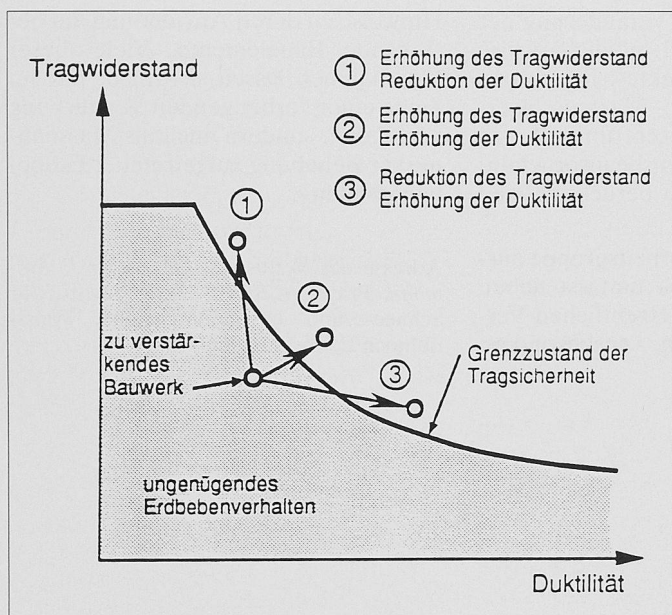


Bild 1. Möglichkeiten für Verstärkungsmassnahmen, dargestellt in der Tragwiderstand-Duktilitäts-Ebene (aus SGEB, 1993)

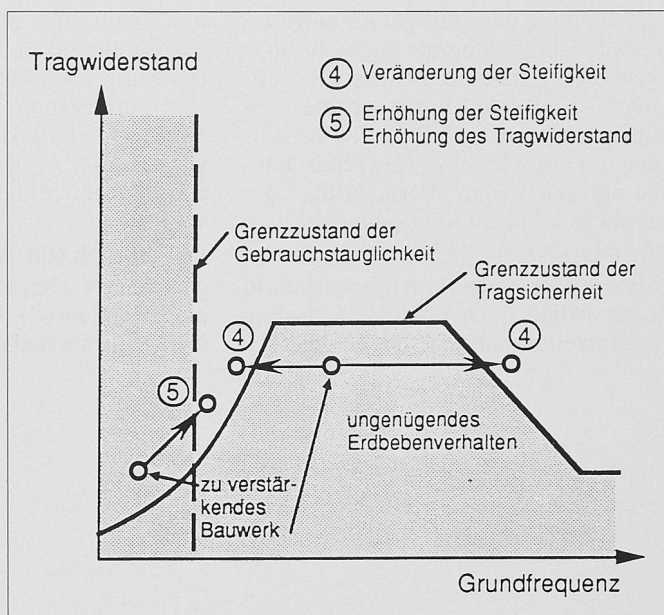


Bild 2. Möglichkeiten für Verstärkungsmassnahmen in der Tragwiderstand-Eigenfrequenz-Ebene (aus SGEB, 1993)

rer Seismizität. Das Schwergewicht liegt auf Massnahmen für Stahlbetonbauten und für Hochbauten aus Mauerwerk. Sonderbauwerke, die nicht in den Geltungsbereich der neuen SIA-Norm 160 fallen, müssen allenfalls mit zusätzlichen Massnahmen, die nicht Gegenstand dieses Handbuches sind, verstärkt werden.

Die Ausrichtung des Massnahmenkataloges auf schweizerische Verhältnisse, d.h. auf ein Gebiet mit schwacher bis mittlerer Seismizität, führt auch dazu, dass neben Massnahmen zur Verbesserung der Tragsicherheit auch eine Reihe konstruktiver Hinweise zur Sicherstellung der Gebrauchstauglichkeit, bzw. zur Verbesserung des Verhaltens nichttragender Bauteile, enthalten sind. Gerade in der Schweiz ist im Ereignisfalle damit zu rechnen, dass das Gros der Schäden nicht an der eigentlichen Tragstruktur, sondern an den nichttragenden Bauteilen (Fassaden, Zwischenwände, Kamine usw.) auftritt.

Das vorliegende Handbuch konzentriert sich ausschliesslich auf die Beantwortung der Frage: «Wie kann verstärkt werden?» Bewusst ausgeklammert wird die Frage: «Wann soll verstärkt werden?» Hierzu hat der SIA derzeit bekanntlich die Richtlinie SIA 462 in Bearbeitung. Es erhebt auch nicht den Anspruch auf Vollständigkeit, noch ist es als Kochbuch für den praktischen Gebrauch bestimmt. Es soll vielmehr dazu dienen, Anstösse und Anregungen zu vermitteln. Eine Reihe von Anwendungen werden erst mit intensiven Zusatzabklärungen seitens des projektierenden Ingenieurs realisiert werden können.

### Prinzipien der Erdbebenverstärkung

Wie bereits einleitend betont, ist es in Gebieten wie der Schweiz wichtig, dass allfällig erforderliche Verstärkungsmassnahmen für erdbebengefährdete Bauwerke sowohl den Erfordernissen der Tragsicherheit als auch insbesondere der Gebrauchstauglichkeit genügen. Der Begriff der Tragsicherheit darf in diesem Zusammenhang nicht bloss als statischer Vergleich von Tragwiderstand mit der Erdbebeneinwirkung verstanden werden, sondern muss auch den Vergleich zwischen erforderlicher und vorhandener Duktilität umfassen. Bei dynamisch und bis in den plastischen Bereich beanspruchten Bauwerken sind deren Tragwiderstand und die erforderliche Duktilität zwei untrennbare Grössen. Bei Neubauten kann der Tragwiderstand bekanntlich in dem Masse abgemindert werden, wie die Duktilität angehoben werden kann.

Im Falle von Verstärkungsmassnahmen in einem bestehenden Bauwerk geht es demnach nicht nur um die Ermittlung des vorhandenen Tragwiderstandes, sondern auch der vorhandenen Duktilität. Die Tragsicherheit ist dann gewährleistet, wenn die diesem Tragwiderstand entsprechend erforderliche Duktilität kleiner ist als die vorhandene Duktilität. Es sind also letztlich Duktilitäten miteinander zu vergleichen und nicht Widerstände mit Einwirkungen.

Der Begriff der «Verstärkungsmassnahme» hat dabei mit Blick auf das einleitend Gesagte mehrere Bedeutungen. Eine Massnahme kann folgendes Ziel haben (vgl. auch Bild 1 und Bild 2):

□ mit Blick auf die Tragsicherheit (widerstands- und einwirkungsseitig):

- Erhöhung des Tragwiderstandes bei gleichzeitiger Reduktion der Duktilität (Punkt 1 in Bild 1)
- Erhöhung sowohl des Tragwiderstandes als auch der Duktilität (Punkt 2 in Bild 1)
- Reduktion des Tragwiderstandes bei gleichzeitiger Erhöhung der Duktilität (Punkt 3 in Bild 1)
- Veränderung der Steifigkeit, d.h. der Eigenfrequenz bewirkt Veränderung der Einwirkung (Punkt 4 in Bild 2)

□ mit Blick auf die Gebrauchstauglichkeit:

- Veränderung der Steifigkeit, in der Regel eine Versteifung, geht aber auch einher mit einer Erhöhung der Einwirkung (Punkt 5 in Bild 2)
- Gezieltes Abtrennen der nichttragenden Bauteile vom tragenden Bauwerk

Sehr oft kann aus praktischen Gründen nur ein Teil der tragenden Bauteile verstärkt werden. Unterschiedliche Steifigkeiten zwischen verstärkten und unverstärkten Bauteilen führen zu unterschiedlichen Beanspruchungen der Bauteile und möglicherweise zu einer

### Literatur

SGEB, 1993: «Verstärkungsmassnahmen für erdbebengefährdete Bauwerke», SGEB-Arbeitsgruppe, SIA Dokumentation D 097, Sept. 1993.

Bezug: SIA-Generalsekretariat zum Preis von Fr. 60.– (SIA-Mitglieder Fr. 36.–)



Verschiebung des Steifigkeitszentrums. Deshalb ist die integrale Betrachtungsweise des gesamten Bauwerkes sehr wichtig. Eine lokal konzentrierte Verstärkungsmassnahme (z.B. die Verstärkung nur eines Stockwerkes) führt häufig nur zu einer Verlagerung der Schwachstellen in die benachbarten, unverstärkten Bauteile.

Verstärkungsmassnahmen bewirken in vielen Fällen auch eine Veränderung der Massenverhältnisse des Bauwerkes

und damit auch eine Veränderung der Eigenfrequenzen und möglicherweise des Massenschwerpunktes. Die mögliche Verlagerung von Massenschwerpunkt und Steifigkeitszentrums führt zu veränderten Torsionsbeanspruchungen, die unbedingt zu berücksichtigen sind.

Das von der SGEB-Arbeitsgruppe ausgearbeitete Handbuch umfasst neben einem Beschrieb der eigentlichen Verstärkungsmassnahmen insbesondere

Hinweise zu deren Anwendung auf bestehende Bauelemente. Viele dieser Massnahmen lassen sich nicht nur im Sinne einer vorbeugenden Verstärkung anwenden, sondern auch als Massnahme zur Behebung aufgetretener Erdbeschäden.

Adresse des Verfassers: Dr. Walter J. Ammann, Präsident SGEB, Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung, Weissfluhjoch/Davos, 7260 Davos

## Wettbewerbe

### Ausbau Schul- und Gemeindezentrum Buochs NW

Die Schulgemeinde, die Politische Gemeinde und die Kirchgemeinde Buochs veranstalteten einen Projektwettbewerb für den Ausbau des Schul- und Gemeindezentrums an zwei verschiedenen Standorten mit den gleichen Architekten. Eingeladen waren acht Büros. Ergebnis:

#### Standort A

1. Preis (11 00 Fr., mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Richard Senn, Buochs, in Architektengemeinschaft mit Jäger + Jäger AG, Emmenbrücke
2. Preis (10 000 Fr.): H.P. Ammann + P. Baumann, Luzern; verantw. Partner: P. Baumann; Entwurf und Bearbeitung: Roland Hergert, Georg Höing
3. Preis (6000 Fr.): Raeber und Sieber, Luzern; Mitarbeit: Roland Burkhard, Evelyne Meier

Jeder Teilnehmer erhielt eine feste Entschädigung von 1500 Fr.

#### Standort B

1. Rang, 1. Preis (6000 Fr., mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Richard Senn, Buochs, in Architektengemeinschaft mit Jäger + Jäger AG, Emmenbrücke
2. Rang, Ankauf (4000 Fr.): Germann & Achermann, Altdorf, M. Germann, B. Achermann; Mitarbeit: R. Chappuis, Monica Wipfli, Luzia Furrer, Petra Zraggen, Barbara Stadler
3. Rang, 2. Preis (3500 Fr.): Raeber und Sieber, Luzern; Mitarbeit: Roland Burkhard, Evelyne Meier
4. Rang, 3. Preis (2500 Fr.): H.P. Ammann + P. Baumann, Luzern; verantw. Partner: P. Baumann; Entwurf und Bearbeitung: Roland Hergert, Georg Höing
5. Rang, 4. Preis (2000 Fr.): Felix Schmid AG, Buochs; Mitarbeit: Matthias Schmid, Pius Bieri, Hermann Horlacher, Karin Felber

Fachpreisrichter waren Hannes Ineichen, Luzern, Walter Imbach, Luzern, Fritz Schmocker, Oberrieden, Max Bosshard, Luzern, Ersatz.

### Erweiterung Schulanlagen und Neubau Turnhalle in Eschenz TG

Die Oberstufen- und die Primarschulgemeinde Eschenz TG veranstalteten unter elf eingeladenen Architekten einen Projektwettbewerb für die Erweiterung der bestehenden Schulanlagen auf dem heutigen Schulareal. Ergebnis:

#### Primarschule

1. Preis (2500 Fr.): Christian Deggeller, Oberschlatt; Mitarbeiter: Pierre Nema
2. Preis (2000 Fr.): Edwin Bächli jun., Stein am Rhein/Berlingen; Mitarbeit: E. Bächli sen.
3. Preis (1500 Fr.): J. Gundlach + R. Grandits, Frauenfeld
4. Preis (1000 Fr.): R. Hofer, Schaffhausen
5. Preis (1000 Fr.): W. Weber AG, Stein am Rhein
6. Preis (1000 Fr.): Leo Graf, Stein am Rhein

#### Oberstufenschule

1. Preis (8000 Fr.): Christian Deggeller, Oberschlatt; Mitarbeiter: Pierre Nema
2. Preis (7000 Fr.): J. Gundlach + R. Grandits, Frauenfeld
3. Preis (6000 Fr.): Edwin Bächli jun.; Mitarbeit: E. Bächli sen., Stein am Rhein/Berlingen
4. Preis (4000 Fr.): M. Oderbolz, Islikon; Mitarbeiter: R. Borcherdig
5. Preis (2000 Fr.): Müller AG, Stein am Rhein; Mitarbeit: M. Nassereddine, E. Bernasconi
6. Preis (1000 Fr.): Leo Graf, Stein am Rhein

Das Preisgericht empfahl dem Veranstalter, den Verfasser der erstangierten Projekte sowohl für die Oberstufe wie für die Primarschule mit der Weiterbearbeitung der Bauaufgaben zu betreiben. Fachpreisrichter waren Arthur Baumgartner, Rorschach; Jo-

achim Mantel, Winterthur; Marianne Hui, Weinfelden; Heinrich Gloor, Rheinklingen; A. Kern, Kant. Hochbauamt, Frauenfeld, Ersatz.

### Schul- und Mehrzweckanlage in Fanas GR

Die Gemeinde Fanas veranstaltete unter zwölf eingeladenen Architekten einen Projektwettbewerb für eine Schul- und Mehrzweckanlage. Zwei Entwürfe mussten wegen Verletzung von Programmbestimmungen von der Preiserteilung ausgeschlossen werden. Ergebnis:

1. Preis (6000 Fr., mit Antrag zur Weiterbearbeitung): Th. Hartmann & Co., Chur; Projektverfasser: Aluis Huonder; Mitarbeiter: Gion Darms, Martina Derungs
2. Preis (4000 Fr.): D. Jüngling und A. Hagmann, Chur; Mitarbeiter: Rita Krättli, Peter Walser, Vincenzo Cangemi, Heinz Cafilisch
3. Preis (3000 Fr.): Obrist und Partner, St. Moritz
4. Preis (1000 Fr.): Valentin Bearth und Andrea Deplazes, Chur; Mitarbeiter: Susanne Kipfmüller, Daniel Ladner

Fachpreisrichter waren Armin Benz, St. Gallen, Christian Fausch, Rafz, Klaus Vogt, Scherz. Jeder Teilnehmer erhielt eine feste Entschädigung von 3000 Fr.

### Überbauung im Bereich Zentrum-Bahnhof Gümligen BE

Die Einwohnergemeinde Muri bei Bern, die Schweizerischen Bundesbahnen SBB, der Regionalverkehr Bern Solothurn RBS, die Frick & Co., Gümligen, sowie die Baugesellschaft Zähringer AG, Gümligen, veranstalteten einen öffentlichen Ideenwettbewerb für Vorschläge zur planerischen Festlegung und etappenweisen Realisierung einer gesamtheitlichen Überbauung im Bereich Zentrum – Bahnhof Gümligen.

Das Ergebnis wurde ausführlich in Heft 6/1994, S. 80, veröffentlicht. Wir zeigen die drei erstangierten Projekte.