Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 98 (1980)

Heft: 4

Artikel: Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude: Anhaltswerte verschiedener Staaten

Autor: Raab, Alfons / Widmer, René

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-74032

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: 23.08.2025

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

Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude

Anhaltswerte verschiedener Staaten

Von Alfons Raab, Rattenberg, und René Widmer, Fehraltdorf

Das Technische Komitee 108/SC 2 der Internationalen Organisation für Normung ISO hat unter Federführung des zuständigen Normenausschusses der Bundesrepublik Deutschland einen ISO-Norm-Vorschlag «Vorermittlung und Messung von Schwingungen in baulichen Anlagen» ausgearbeitet und zur schriftlichen Abstimmung den zuständigen Normungsausschüssen der Teilnehmerstaaten zugeleitet. Das Papier wurde nach dem im Juli 1978 bekanntgegebenen Abstimmungsergebnis überwiegend abgelehnt. Zugestimmt haben nur die Bundesrepublik Deutschland und Schweden, letzteres wahrscheinlich aus Versehen: In Schweden müssen seit vielen Jahren wegen der bestehenden geologischen Verhältnisse zahl- und umfangreiche Sprengarbeiten in unmittelbarer Nähe von Bauwerken aller Art durchgeführt werden, so dass die dort geltenden weit höheren Richtwerte (sie sind im Abschnitt 2, Schweden, aufgeführt) als gut gesichert angesehen werden können. Der zuständige ISO-Ausschuss beriet zuletzt vom 28. September bis 3. Oktober 1978 in Berlin u. a. über das weitere Vorgehen in dieser Sache.

Die Ablehnung erfolgte in erster Linie wegen der überspitzten Anforderungen. So bemerkte z. B. die australische Standardisierungsvereinigung, dass ein vorgeschriebener Grenzwert unter 5 mm/s gleichbedeutend mit einem Verbot von Sprengarbeiten sei.

Der abgelehnte Entwurf sah folgende Werte für einen Frequenzbereich von «etwa 1 bis etwa 100 Hz» vor:

$v_R \leq$ 3 bis 5 mm/s
Grenzschäden, bestehend aus sichtbaren Rissen in nicht tragenden Bauteilen wie z. B. Trennwänden, Verkleidungen, Putzwänden, usw. Als Richtmass für sichtbare Risse gelten solche mit einer Breite ab 0,02 mm

$v_R \leq$ 5 bis 30 mm/s
Leichter Schaden, bestehend aus sichtbaren Rissen in tragenden Bauteilen wie Wänden aus Mauerwerk, Balken, Stützen, Platten, ohne bemerkenswerte Verringerung der Tragfähigkeit

$v_R \leq$ 100 mm/s
Schwerer Schaden, bestehend aus grossen, ständigen Rissen in nicht tragenden und tragenden Bauteilen; auch Setzung und Verschiebung von Fundamenten, die eine Verringerung der Tragfähigkeit zur Folge haben können.

Es sei an dieser Stelle kurz darauf hingewiesen, dass für die Beurteilung der Schädlichkeit von Erschütterungen nicht die auftreffende Energie, sondern eine physikalische Ersatzgrösse, die leichter zu messen ist, betrachtet wird. In den meisten Fällen – bei Spreng- und Rammarbeiten in der Regel – ist es die bereits erwähnte Schwinggeschwindigkeit v. Diese wird am gefährdeten Gebäude, an der der Erschütterungsquelle zugewandten Seite auf der Höhe des Bodenaustrittes des Fundamentes gemessen.

Bei den Beratungen des ISO-Ausschusses in Berlin zeigte sich, dass die Ansichten über die Höhe dieser Grenzwerte zum Teil beträchtlich auseinander gingen. Einzelne Experten vertraten sogar die Meinung, dass sich eine internationale Norm auf die Anforderungen an die Messgeräte, auf die Messmethoden, den Anwendungsbereich sowie auf die Definition einer Schadenskala beschränken solle; die Festlegung der Grenzwerte wäre in diesem Fall den einzelnen zuständigen staatlichen Stellen zu überlassen. Es dürfte daher von Interesse sein, den heutigen Stand in der Beurteilung der Einwirkung von Erschütterungen auf Gebäude zusammenzustellen, wie er sich weltweit darbietet. Gegenwärtig sind ja auch in unserem Lande Bestrebungen zur Vereinheitlichung von Messung und Schadenkriterien mit der Schaffung einer Norm im Rahmen der Strassenbau-Normensammlung der Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute abgeschlossen worden. Zudem fand im September eine weitere Diskussionsrunde der eingangs erwähnten Arbeitsgruppe im Schosse der ISO statt.

Die zusammengestellten Kriterien unterteilen sich in solche, wie sie von verschiedenen Stellen vorgeschlagen werden, dann in solche, nach denen bereits Bauwerke erstellt worden sind, und schliesslich in solche, die als Normen bindenden Charakter erhalten haben.

1. Vorgeschlagene Anhaltswerte für die Schwinggeschwindigkeit

Quelle: Dokument ISO/TC 108/SC 2 N 20 vom Juli 1978

Australien

Gemessen wird die resultierende Schwinggeschwindigkeit v_R. Der zulässige Grenzwert, bei dessen Einhaltung keine Schäden entstehen sollen, richtet sich nach der Art der Gebäude. Baugrund und Frequenz der Erschütterungswellen bleiben unberücksichtigt.

$v_R < 15$ mm/s für Gebäude, in denen sich empfindliche Apparaturen befinden
$v_R < 25$ mm/s für Wohngebäude
$v_R < 50$ mm/s für allgemeine Geschäftsgebäude, soweit sie nicht zu den vorgängig erwähnten Gebäudearten zu zählen sind

Tschechoslowakei

Betrachtet wird eine Komponente der Schwinggeschwindigkeit (v_H oder v_Z) bei einem angenommenen Frequenzbereich von 5 bis 200 Hz. Unberücksichtigt bleiben Art der Gebäude und Baugrund.

$v =$ 10 bis 30 mm/s
erste Anzeichen von Schäden
$v =$ 30 bis 60 mm/s leichte Schäden
$v =$ 60 bis 140 mm/s ernste Schäden
$v \geq$ 140 mm/s Zerstörungen

Frankreich

Die Schadenarten entsprechen denjenigen im Norm-Vorschlag der ISO «Vorermittlung und Messung von Schwingungen in baulichen Anlagen». Gebäudeart, Baugrund und Frequenzbereich werden nicht in Betracht gezogen.

$v =$ 5 bis 20 mm/s
Schadenart 1: Grenzschäden
$v =$ 20 bis 50 mm/s
Schadenart 2: leichte Schäden
$v \geq$ 100 mm/s
Schadenart 3: schwere Schäden

Japan

Infolge der häufig auftretenden Erdbeben und demzufolge entsprechender Konstruktion der Gebäude reagiert die Bevölkerung in der Regel nicht besonders auf baubedingte Erschütterungen. In Anlehnung an die landeseigene Erdbeben-Skala wurden folgende Zusammenhänge zwischen Schwinggeschwindigkeit (horizontale Komponente v_H) und Schadenbild beobachtet; die Frequenzen lagen stets im Bereich um 2 Hz. Als Schadenskala gilt wiederum diejenige aus dem Norm-Vorschlag der ISO (Tabelle 1).

2. In der Praxis verwendete Tabellen

Kanada

Für den Bau der unterirdischen Teile der Stadtautobahn von Montreal in den Jahren 1965 bis 67 – wobei 700 000 t Kalksteinfels durch Sprengen ausgebrochen werden mussten – galt die

Tabelle 1

Magnitude gemäss Erdbeben-Skala	gemessene mittlere v_H	Gebäudeschäden
I	1,3 mm/s	keine Schäden
II	4,2 mm/s	keine Schäden
III	13,1 mm/s	keine Schäden
IV	42 mm/s	1. Grenzschäden
V	131 mm/s	2. leichte Schäden
VI	259 mm/s	3. Schwere Schäden

Quelle: Erdbeben-Beobachtungen der Jahre 1904 bis 1976.

nachstehende Vorschrift, wobei es sich bei den angegebenen Werten um die grösste Einzelkomponente handeln dürfte. Der Frequenzbereich liegt zwischen 3 und 100 Hz.

Sicherheitszone $v \angle$ 80 mm/s
Vorsichtszone $v =$ 80 bis 120 mm/s
Gefahrenzone $v \searrow$ 120 mm/s

Quelle: Nobel-Heft Nr. 34/1968, «Bohr- und Sprengarbeiten für den Bau eines unterirdischen Verkehrsknotenpunktes sowie der Zubringerstrassen in Montreal» von H. Friede.

Tschechoslowakei

Die für den Bau der Untergrundbahn in Prag aufgestellte technische Vorschrift gilt zur Zeit noch. Ausgegangen wird von 50 bis 150 Erschütterungen je Objekt während der Bauzeit. Angegeben sind die zulässigen Komponenten (horizontal oder vertikal) der Schwinggeschwindigkeit.

$v \angle$ 10 mm/s
historisch sehr wertvolle und sehr empfindliche romanische und gotische Objekte
$v \angle$ 20 bis 25 mm/s
Familienhäuser
$v \angle$ 35 mm/s
mehrstöckige Wohnhäuser
$v \angle$ 80 mm/s
Eisenbeton-Skelettbauten mit vorgefertigten Bauelementen
$v \angle$ 100 mm/s
feste monolithische Stahlkonstruktionen
$v \angle$ 50 bis 150 mm/s
Rohre bis ⌀ 100 mm, Stahlröhren, Kabel (Rohre über ⌀ 100 mm, Röhren aus Stahlguss sowie Maulprofile sind empfindlicher)

Grössere Widerstandsfähigkeit haben Tiefbauten wie Brücken, Tunnels, Strassen, usw.
Quelle: Veröffentlichung der Kammer der gewerblichen Wirtschaft, Linz/Donau 1974, «Die Sprengtechnik in der Prager U-Bahn» von Milada Kàdnerovà.

Deutschland DDR

Die KDT-Richtlinie 046/72 «Wirkung von Sprengerschütterungen auf Gebäude» gilt für übertägige gewerbliche Sprengungen bei Gebäuden mit «mindestens befriedigendem Bauzustand» und Frequenzen zwischen 3 und 100 Hz. Verglichen wird die Vertikalkomponente der Schwinggeschwindigkeit v_Z mit einem Grenzwert, der «ohne Auftreten von Schäden wiederholt ertragen wird». Die nachstehende Tabelle wird in der Richtlinie graphisch dargestellt. Im Bereich zwischen 30 und 100 Hz wird auf einem doppelt logarithmischen Netz linear interpoliert. Die tabellierten Werte für 60 und 100 Hz sind diesem Bild entnommen.

Tabelle 2

Gebäudeklasse	Beschrieb	Grenzwert der Komponente v_Z bei Frequenzen von		
		3 bis 30 Hz	60 Hz	100 Hz
I	unter Denkmalschutz stehende Gebäude	2 mm/s	6 mm/s	14 mm/s
II	Fachwerkgebäude	5 mm/s	15 mm/s	35 mm/s
III	Wandbauweise, z. B. Gebäude aus Platten, Grossblöcken oder Mauerwerk	10 mm/s	30 mm/s	70 mm/s
IV	Skelettbauweise, z. B. Gebäude aus Stahl, Stahlbeton oder Beton, sowie Holzbauweise	30 mm/s	90 mm/s	200 mm/s

England

Gemessen wird der Schwingweg der Horizontalbewegung, der für Bauwerke bei Sprengungen über Tage in Steinbrüchen den nachstehenden Wert nicht übersteigen sollte:

$A_{max_{zul}} \angle$ 0,008 in (= 0,203 mm)

Dies entspricht einer Horizontalkomponente der Schwinggeschwindigkeit v_H, aufgeteilt in verschiedene Frequenzen, von

$v_H =$ 3,8 mm/s bei 3 Hz
$v_H =$ 12,8 mm/s bei 10 Hz
$v_H =$ 38 mm/s bei 30 Hz
$v_H =$ 77 mm/s bei 60 Hz
$v_H =$ 128 mm/s bei 100 Hz

Quelle: «The Journal» No 1, London 1963, «The Application of Explosives in Quarrying» von Partington.

Schweden

Gemessen wird die Horizontalkomponente der Schwinggeschwindigkeit v_H senkrecht zur der der Sprengstelle zugewandten Aussenmauer eines Gebäudes, wobei die Angaben für normale Wohngebäude gelten, aufgeteilt nach verschiedenen Baugrundverhältnissen. Die angegebenen Fortpflanzungsgeschwindigkeiten c der Erschütterungswelle dienen nur zur Einteilung in die zutreffende Gesteinsklasse (Tabelle 3).

Russland

Die erhältlichen Quellen geben nicht an, ob es sich um die Horizontal- oder Vertikalkomponente der Schwinggeschwindigkeit handelt und ob eine Frequenzabhängigkeit besteht. Die Aussage lautet

Tabelle 3

Bodenart	Sand, Kies, Lehm im Grundwasser	Moräne, Schiefer, weicher Kalkstein	harter Kalkstein, Sandstein, Granit, Gneis, Diabas
Wellenfortpflanzungsgeschwindigkeit c in m/sec	1000–1500	2000–3000	4500–6000
keine erkennbaren Risse	18 mm/s	35 mm/s	70 mm/s
unbedeutende Rissbildung (Schadenschwelle)	30 mm/s	55 mm/s	100 mm/s
Rissbildung	40 mm/s	80 mm/s	150 mm/s
grössere Risse	60 mm/s	115 mm/s	225 mm/s

Quelle: «The modern Technique of Rock Blasting» von Langefors und Kihlström, 1967, Verlag Almqvist & Wiksell, Stockholm/Uppsala.

Tabelle 4

Gebäudeart	zulässige Schwinggeschwindigkeit für	
	häufige Erschütterungen	einzelne Stösse
Bruchsteinmauerwerk in schlechtem Zustand, historisch und architektonisch wertvolle Gebäude, Spitalanlagen	10 mm/s	30 mm/s
einstöckige Spitäler und öffentliche Gebäude, Regierungs- und Industriebauten in befriedigendem Zustand, Fernheizanlagen	30 mm/s	60 mm/s
Regierungs- und Industriegebäude in gutem baulichem Zustand, Hochkamine, Eisenbahntunnels, Böschungen aus nassem sandigen Material	60 mm/s	120 mm/s
zweistöckige Industriebauten, Gebäude aus armiertem Beton, Stollen von Wasserkraftanlagen, Dammschüttungen mit Felsmaterial	120 mm/s	240 mm/s
stehende Wände in Steinbrüchen	240 mm/s	480 mm/s

Quelle: Medvedev, Moskau

ungefährliche Schwinggeschwindigkeit: zwischen 30 und 120 mm/s.

Quelle: Veröffentlichung von S. G. Awerschin und W. N. Mossinez von der Kirgisischen Akademie der Wissenschaften, Frunse Bergakademie 19, 11/1967.

USA

Vom US Bureau of Mines, Washington, wurde eine Tabelle mit Frequenzen und jeweils zulässiger maximaler Wegamplitude herausgegeben (Bulletin 442, 1942). Gemessen wird die Horizontalgeschwindigkeit bzw. die grösste Wegamplitude an der der Sprengstelle zugewandten Aussenmauer auf Bodenhöhe, senkrecht zu dieser Wand. Es ergeben sich folgende Richtwerte

v ∠ 51 mm/s	keine Schäden an Wohnhäusern
v = 51 bis 137 mm/s	Verputzrisse, usw.
v = 137 bis 193 mm/s	durchgehende Risse

Jugoslawien

Die angegebenen Werte gelten für die meisten Ostblockländer. Untersucht wird die grösste Komponente der Schwinggeschwindigkeit ohne Berücksichtigung der aufgetretenen Frequenzen (Tabelle 4).

3. Normen

Australien

Es gilt der Australian Standard CA 23-1967 in der Fassung von 1967 Ziffer 10.7 «Sprengen in der Nachbarschaft von Gebäuden und Bauwerken». Frequenzangaben werden nicht gemacht. Möglich ist sowohl die Messung von Amplitude und Frequenz getrennt als auch direkt der Schwinggeschwindigkeit. Der empfohlene Grenzwert von umgerechnet 19 mm/s enthält «einen Sicherheitsfaktor für leichten Schaden von ungefähr 6, wenn ein Gebäude als sich in gutem Zustand befindlich betrachtet wird».

Bundesrepublik Deutschland

Die DIN 4150 «Erschütterungsschutz im Bauwesen» aus dem Jahr 1939 wurde 1970 zurückgezogen und durch den Entwurf der Vor-Norm «Erschütterungen im Bauwesen» vom Juli 1971 ersetzt. Dieser Gelbdruck wurde dann im September 1975 durch einen Weissdruck gleichen Titels als Vor-Norm abgelöst. Nach den im Deutschen Institut für Normung üblichen Regeln soll eine Vor-Norm nach 3 Jahren Laufzeit entweder zurückgezogen oder durch eine endgültige DIN-Norm ersetzt werden. Gegenwärtig arbeiten mehrere Unterausschüsse des Fachnormenausschusses Bauwesen an dieser Neufassung.

Die folgende Tabelle stammt aus der inzwischen abgelaufenen Vor-Norm DIN 4150 vom September 1975. Angegeben sind Anhaltswerte der Raumgeschwindigkeit v_R, gemessen am Gebäudefundament, bis zu denen Schäden im Sinne einer Verminderung des Gebrauchswertes nicht zu erwarten sind. Für Sprengerschütterungen gelten diese Anhaltswerte im Frequenzbereich von «einigen Hz bis etwa 60 Hz», wenn derartige Erschütterungen selten auftreten. Bei Frequenzen über 60 Hz, bei Bausprengungen und bei sehr seltenen Sprengungen können höhere Anhaltswerte in Frage kommen (Tabelle 5).

Tabelle 5

Zeile	Gebäudeart	Anhaltswerte für v_R
1	Wohn-, Geschäfts- und in ihrer Konstruktion gleichartige Bauten in einem Erhaltungszustand entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik	8 mm/s
2	Gut ausgesteifte Bauten [1]) aus schweren Bauteilen und gut ausgesteifte Skelettbauten in einem Erhaltungszustand entsprechend den allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik	30 mm/s
3	Bauten, die nicht denen nach Zeile 1 und 2 entsprechen, sowie unter Denkmalschutz stehende Bauten	4 mm/s

[1]) Bei diesen Bauten ist die wirkliche Widerstandsfähigkeit gegenüber Erschütterungsbelastungen besonders zu beachten.

Deutschland DDR

Es gilt die KDT-Richtlinie 046/72 (siehe Abschnitt 2, DDR)

Österreich

Eine ÖNORM ist in Arbeit; Einzelheiten sind jedoch nicht bekannt.

Schweiz

Die in die Reihe der VSS-Normen aufgenommene kürzlich erschienene SN-Norm 640 312 sieht folgende Richtwerte für Erschütterungen, verursacht durch Sprengungen, vor, bei denen noch keine Schäden auftreten sollten: Tabelle 6.

Tschechoslowakei

Die Tschechische Staatsnorm ČSN 73 0036 «Seismische Belastung von Bauwerken» enthält folgende Angaben über die Auswirkungen von Sprengarbeiten auf Gebäude: Tabelle 7.

Schlussbetrachtung

Die endliche Herausgabe einer schweizerischen Norm über die Durchführung und Bewertung von Erschütterungsmessungen bei Bauarbeiten wird von den Betroffenen allgemein sehr begrüsst. Die darin enthaltenen Richtwerte für die resultierende Schwinggeschwindigkeit, bei denen keine Schäden auftreten sollten, mögen dem Sprengfachmann vorerst ziemlich einschrän-

Tabelle 6

Bauwerktyp	Frequenzbereich	Richtweite v_{max} Gesamtvektor
I Stahlbeton- und Stahlkonstruktion (ohne Mörtelverputz) wie Industrie- und Gewerbebauten, Stützmauern, Brücken, Masten, offen verlegte Rohrleitungen Untertagebauten wie Kavernen, Tunnels, Stollen, mit und ohne Betonauskleidung	10 ... 60 Hz 60 ... 90 Hz	30 mm/s 30 ... 40 mm/s
II Gebäude mit Fundamentmauern und Decken in Beton, aufgehendes Mauerwerk aus künstlichen Bausteinen, Hausteinen oder aus Beton, Stützmauern in Hausteinmauerwerk Untertagebauten wie Kavernen, Tunnels, Stollen, mit Mauerwerkauskleidung, Rohrleitungen in Lockergestein verlegt	10 ... 60 Hz 60 ... 90 Hz	18 mm/s 18...25 mm/s
III Gebäude mit Fundamentmauern und Kellerdecke in Beton, Holzbalkendekken in oberen Stockwerken, aufgehendes Mauerwerk aus künstlichen Bausteinen	10 ... 60 Hz 60 ... 90 Hz	12 mm/s 12 ... 18 mm/s
IV Bauwerke, die besonders erschütterungsempfindlich oder schützenswert sind	10 ... 60 Hz 60 ... 90 Hz	8 mm/s 8...12 mm/s

Im höheren Frequenzbereich gilt der untere Wert für 60 Hz, der obere für 90 Hz, dazwischen ist zu interpolieren.

Tabelle 7

Schadenskala	Grenzen der Schwinggeschwindigkeit
a) erste Anzeichen von Schäden Abbröckeln von Farbe, Haarrisse im Verputz, insbesondere an Stellen, wo zwei verschiedene Materialien zusammenstossen, wo eine Trennwand angeschlossen ist, an Decken, welche durch Überweisseln oder Übermalen zu beheben sind	10– 30 mm/s
b) leichte Schäden Grössere Risse im Verputz, in Zwischenwänden und in der Umgebung von Maueröffnungen, Lockerung von selbständigen Elementen, Herabfallen feiner Putzteilchen	30– 60 mm/s
c) grössere Schäden Risse in tragenden Wänden, Herunterfallen grosser Putzteile, Abfallen von Teilen der Schornsteine und Dachabdeckungen und kleine Risse in Betonwänden	60–140 mm/s
d) Zerstörungen Zusammenbrechen von Trennwänden und Mauerwerk, grössere Risse in Eisenbeton	über 140 mm/s
Bei Bauten in schlechtem Zustand wie z. B. Burgruinen wird die Möglichkeit der Beschädigung bei der Hälfte dieser Werte für die Schwinggeschwindigkeit zugrunde gelegt	

Die untere Grenze in der Tabelle gilt für kleinere Bauten wie z. B. Einfamilienhäuser. Für grössere Objekte, welche gut ausgesteift sind, gelten höhere Werte. Das Erhöhen der Grenzwerte auf Grund fachmännischer Messung der seismischen Einflüsse unter Beobachtung des gefährdeten Objektes ist in allen Fällen zulässig.

kend erscheinen, sie liegen jedoch, verglichen mit den vorgängig aufgeführten Vorschriften anderer Staaten, durchaus im Rahmen. Dank der Unterteilung in zwei Frequenzbereiche und vier verschiedene Bauwerkstypen ist eine gute Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten möglich. Auf den wünschbaren Miteinbezug der Baugrundverhältnisse wurde verzichtet, wohl in der Annahme, dass sich diese in den auftretenden Frequenzen der Erschütterungen ausdrücken würden.

Mit der Schweizer Norm SN 640 312 verfügen nun einerseits Bauherren und die von ihnen beauftragten Projektverfasser und Bauleitungen, anderseits die Bauunternehmen als die möglichen Verursacher von Erschütterungen über Kriterien und Richtwerte zum Schutze von Bauwerken gegen Erschütterungsschäden. Es liegt an ihnen, durch Sammeln von Unterlagen und Durchführen von Messreihen die vorliegenden Richtwerte zu bestätigen oder allenfalls ihre Korrektur – nach oben wie nach unten – einzuleiten und zu belegen.

Adresse der Verfasser: *Alfons Raab*, Dipl. Phys., Wies 37/3, D-8441 Rattenberg, und *René Widmer*, Bauing. ETH, techn. Leiter der Explosiv Consult AG, CH-8320 Fehraltorf