Zeitschrift: Schweizer Ingenieur und Architekt
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 116 (1998)
Heft: 30/31

Artikel: Erschütterungsmessungen: Mehrzweckanlage Säntis
Autor: Bendel, Hermann
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-79545

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: 13.12.2025

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

Hermann Bendel, Buchrain

Erschütterungsmessungen

Mehrzweckanlage Säntis

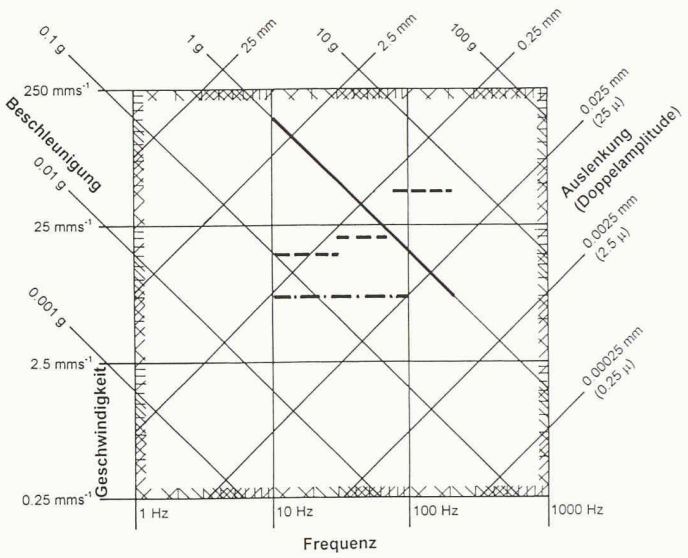
Bei Sprengungen entstehen Erschütterungen, die sich wellenförmig im Boden ausbreiten und bei zu hoher Intensität Gebäude und Sendeanlagen gefährden. Der Felsaushub für das Mastfundament erfolgte teilweise sehr nahe am bestehenden Gebäude und am Sendeturm. Mit Erschütterungsmessungen war zu gewährleisten, dass höchstens geringfügige Gebäudeschäden und keine nennenswerten Betriebsstörungen auftreten.

Die Schweizer Norm SN 640 312a definiert Richtwerte für die zulässigen Erschütterungen an Gebäuden. Unter Zugrundelegung der Bauwerkskategorie 3 (normal erschütterungsempfindlich) wurden folgende Richtwerte in Funktion der Hauptfrequenz vorgeschrieben:

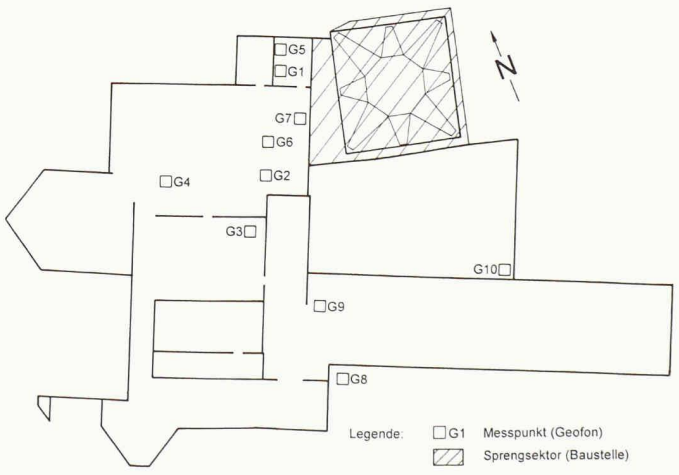
- $f < 30$ Hz $V_{zul} = 15$ mm/s
- $30 < f < 60$ Hz $V_{zul} = 20$ mm/s
- $f > 60$ Hz $V_{zul} = 30$ mm/s

Für die Sendeanlagen wurde in der Submission ein frequenzunabhängiger Maximalwert von $V_{zul} = 8$ mm/s definiert. Im Zuge der Erschütterungsüberwachung zeigte sich, dass die Innehaltung dieses Werts eine unwirtschaftliche Beeinträchtigung der Sprengarbeiten erfordert hätte. In Absprache mit der Bauherrschaft wurde der Richtwert auf 1 g (Erdbeschleunigung) erhöht. Ausgangspunkt der Überlegungen war, dass die Sendeanlagen für eine Beschleunigung von 2 g ausgelegt sind (Bild 1).

Die Erschütterung, die auf ein Objekt einwirkt, wird durch die Amplitude und

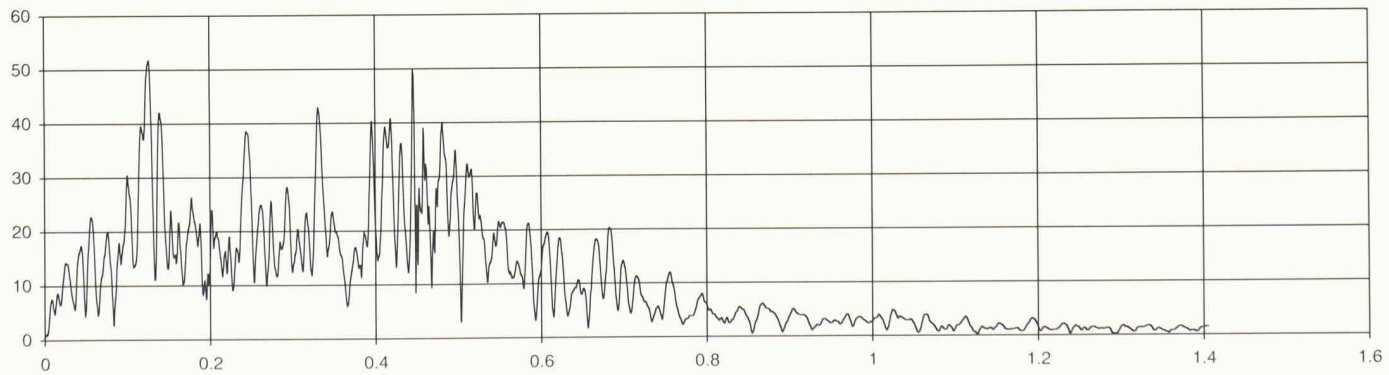


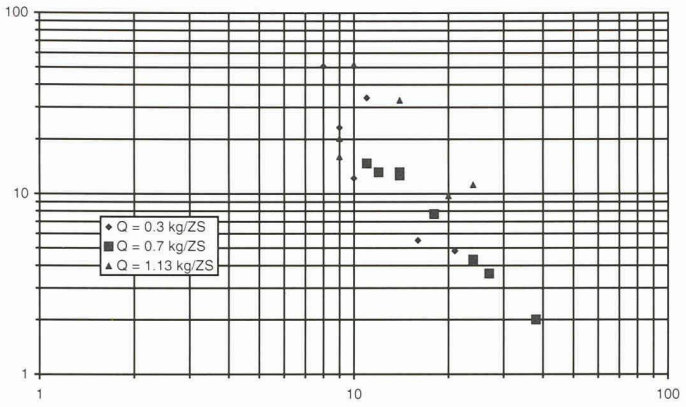
1
Erschütterungslimiten



2
Situation mit Sprengsektor und Messpunkten

3
Diagramm des Erschütterungsvektors. Auf der Ordinate ist die Schwingungsgeschwindigkeit in mm/s aufgetragen. Der maximale Wert des Vektors beträgt 51,78 mm/s





4
Doppeltlogarithmische Darstellung von Erschütterungsvektor und Distanz

die zugehörige Frequenz definiert. Geschwindigkeit und Beschleunigung lassen sich berechnen. Es gibt aber hauptsächlich geschwindigkeits- bzw. beschleunigungsproportionale Messgeofone. Ob die «Schadenbeanspruchung» eines Objekts besser durch einen Geschwindigkeits- oder einen Beschleunigungsrichtwert erfasst wird, hängt von vielen Parametern ab. Bei Gebäuden sind bei niedrigen Frequenzen (< 3 Hz, z.B. Erdbeben) die Beschleunigungen massgebend, bei technischen Beanspruchungen (z.B. Rammarbeiten, Verkehr, Sprengungen) die Geschwindigkeiten. Für die Sendeanlagen hat sich die Beschleunigung als sinnvoller Richtwert erwiesen.

Durchführung der Erschütterungsmessungen

Alle Sprengungen wurden an bis zu zehn Messstellen überwacht. Zum Einsatz gelangten triaxiale Messgeofone und Seismografen.

Lademenge Q pro Zündstufe [kg]	Gebäude f_{massg} [Hz]	Gebäude V_{zul} [mm/s]	Gebäude D_{krit} [m]	Sendeanlage f_{krit}
0,1	> 60	30	4,5	50
0,3	30-60	20	10	80
0,5	30-60	20	12,5	80
0,75	10-30	15	18	100
1,0	10-30	15	21	100

V_{zul} Erschütterungsvektor in mm/s
D_{krit} Kleinste zulässige Distanz für die betrachtete Lademenge zur Gewährleistung von V_{zul}
f_{krit} höchste zulässige Frequenz an den Sendeanlagen zur Gewährleistung von $b_{zul} \leq 1$ g

5
Zulässige Lademengen pro Zündstufe

Die Messdaten wurden in situ ausgedruckt und zusätzlich gespeichert. Bei Bedarf wurden die Messwerte per Modem abgerufen (Bild 2 und 3).

Auswertung

Unter Berücksichtigung dreier Probe- und aller Aushubsprengungen wurde das folgende mittlere Wellenausbreitungsgesetz gefunden (Bild 4):

$$V_{zul} = 1350 \frac{Q^{2/3}}{D^{1,5}}$$

Dies ergab zulässige Lademengen pro Zündstufe gemäss Bild 5.

Gesamtbeurteilung

Richtwerte

Es sind keine nennenswerten Schäden oder Störungen aufgetreten. Die Erkenntnisse sind:

- Gebäude: Vereinzelte Überschreitungen der Richtwerte gemäss SN 640 312a bis etwa 30% vergrössern die Schadenwahrscheinlichkeit nur geringfügig.
- Sendeanlage: Der Richtwert $b_{zul} \leq 1$ g hat sich bewährt. Die Reserve bezüglich kleinerer Störungen bei Überschreitungen dieses Werts ist eher gering.

Lademengen

Schon innerhalb derselben Baustelle treten bei gleichen Lademengen grosse Streuungen bezüglich gemessener Vektoren und Frequenzen auf. Die beste Prognose bezüglich zulässiger Lademengen ergibt sich durch Probesprengungen in situ. Die nachfolgende Dauerüberwachung an exponierten Stellen ist unerlässlich.

Adresse des Verfassers:
Hermann Bendel, Dr. sc. techn., dipl. Ing. ETH SIA, Vibrotest AG, Hofmattweg 1, 6033 Buchrain