

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Lichte, P.; Schmidt, J.

Beurteilung von Sprengerschütterungen

Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/106173>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Lichte, P.; Schmidt, J. (1979): Beurteilung von Sprengerschütterungen. In: Mitteilungen der Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau; Schriftenreihe Wasser- und Grundbau 41. Berlin: Forschungsanstalt für Schifffahrt, Wasser- und Grundbau. S. 53-60.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Beurteilung von Sprengerschütterungen

Dipl.-Ing. P. Lichte KdT; Geophys.-Ing. J. Schmidt KdT
VEB Geophysik, Leipzig

Mit dem seit Jahren anhaltenden Wachstum der Industrie ist eine immer stärker werdende Belastung der Umwelt verbunden. Um diese Beeinflussung in Grenzen zu halten, wird dem Umweltschutz große Bedeutung beigemessen. Aufgabe muß es dabei sein, den Menschen und seine Umgebung weitestgehend zu schützen und trotzdem die Produktionsaufgaben zu erfüllen.

In vielen Industriezweigen, im Bauwesen und in der Landwirtschaft wird die Sprengtechnik angewandt. Sprengungen zur Rohstoffgewinnung und z.B. zum Baugrubenaushub weisen außer der gewünschten Sprengwirkung eine Erschütterungswirkung auf, die eine dynamische Belastung der Bausubstanz darstellt. Dabei zeigt es sich, daß es keine Möglichkeit gibt, diese Sprengerschütterung vollständig zu vermeiden. Man kann ihre Größe und damit ihre Wirkung durch eine entsprechende Anlage der Sprengung nur begrenzen. Um dabei zu einer optimalen Aussage zu kommen, ist es erforderlich, zahlreiche Einzelprobleme zu lösen. Diese Aufgaben stehen vor der Erschütterungsmeßtechnik in Verbindung mit anderen technischen Fachgebieten. Das Arbeitsgebiet reicht dabei von der Sprengtechnik über die Meßtechnik bis zur Bautechnik. Dabei finden vor allem die Erkenntnisse der Baudynamik und der mathematischen Statistik Anwendung.

An Hand eines Beispielles soll im folgenden der gegenwärtige Stand und ein Verfahren bei der Messung und Beurteilung der Sprengerschütterungen erläutert werden. Die Grundlage bilden die KDT-Richtlinie "Sprengerschütterungen" /1/ und die Berechnungsanleitung "Sprengerschütterungen" /2/.

Für ein Straßenbauvorhaben ist es erforderlich, die Massen eines Einschnittes durch Sprengungen zu lösen. Die geplante Umgehungsstraße führt in diesem Teil unmittelbar an einer Ortschaft vorbei (Abb. 1). Für die Erarbeitung einer Spreng-

technologie und insbesondere die Festlegung zulässiger Lademengen war die Voreinschätzung der zu erwartenden Erschütterungswirkung erforderlich. Durch eine Kontrollmessung während der Ausführung der Arbeiten sollte die Aussage überprüft werden, um ggf. Korrekturen der Technologie vornehmen zu können.

Die bisherigen Untersuchungen der Sprengerschütterungen haben gezeigt, daß das Sprengverfahren, die Lademenge, der Abstand von der Sprengstelle und die Zündungsart den wesentlichen Einfluß auf die Größe der Erschütterungen haben. Von der Schwingungsempfindlichkeit der Gebäude kann man andererseits zwischen Holzfachwerkgebäuden mit den geringsten zulässigen Erschütterungswerten (5 mm/s), Mauerwerksgebäuden mit mittleren zulässigen Schwinggeschwindigkeiten (10 mm/s) und Stahl- und Stahlbetongebäuden mit den größten zulässigen Erschütterungswerten (30 mm/s) unterscheiden.

Für die am häufigsten vorkommenden Sprengungen - Gewinnungs- und Baugrubenaushubsprengungen - enthält die KDT-Richtlinie zulässige Lademengen L bzw. Sicherheitsabstände a_s gegenüber Mauerwerksgebäuden nach Formel (1). Für Holzfachwerkgebäude ist der 1,5fache Sicherheitsabstand erforderlich.

$$a_s = 7 \cdot L^{2/3} \quad (1)$$

Für die Bedingungen des gewählten Beispielles - 50 m minimaler und 300 m maximaler Abstand der Sprengstelle von den nächsten Gebäuden (Fachwerk) (s. Abb. 1) ergeben sich danach zulässige Lademengen von 10 kg bis 150 kg. Mit diesen Tabellenwerten konnte die Sprengtechnologie aufgestellt werden.

Die Sprengarbeiten begannen im Abschnitt I (s. Bild 1), und bei einer der ersten Sprengungen erfolgte eine Kontrollmessung. Die Sprengung war mit einer Gesamtlademenge von 170 kg und maximal 17,8 kg je Zeitstufe bei Millisekundenzündung besetzt. Die oben vorgegebene zulässige Lademenge von 30 kg bei 100 m Abstand wurde nicht voll ausgeschöpft. Die Messung erfolgte mit elektrodynamischen Seismometern ISV/ISH als Erschütterungsaufnehmern, die über Kabel mit dem Registrierge-

rät 12-Kanal-Lichtschreiber 12 LS 1 verbunden waren. Die Apparatur entspricht den Anforderungen der KDT-Richtlinie. Entsprechend den Empfehlungen der Berechnungsanleitung Sprengerschütterungen wurden sechs Meßstellen im interessierenden Bereich des Ortes verteilt ausgewählt, wobei die Aufnehmer nach den Forderungen der KDT-Richtlinie auf den Fundamenten und auf dem tragenden Kellermauerwerk angeordnet waren. Aus den Amplituden und Wellenlängen des Registrierfilmes (Abb. 2) lassen sich über Eichkurven die maximalen Schwinggeschwindigkeiten - sie sind die Meßwerte bei Erschütterungsmessungen - und die Frequenzen errechnen. Tabelle 1 zeigt die Ergebnisse der Messung. Da nach der KDT-Richtlinie für Schwingungen mit Frequenzen über 30 Hz höhere zulässige Schwinggeschwindigkeiten angesetzt werden können als bei Frequenzen unter 30 Hz, werden die entsprechenden Schwinggeschwindigkeiten bewertet (s. Tabelle 1). Danach muß $v_{bew} < v_{zul}$ sein. Wie die Tabelle zeigt, wurde die für die vorhandenen Fachwerkgebäude zulässige Schwinggeschwindigkeit von 5 mm/s nicht überschritten, so daß die Sprengung zulässig war.

Um die Stärke der Erschütterungen in verschiedenen Entfernungen und bei unterschiedlichen Lademengen voraussagen zu können, geht man von einer statistisch ermittelten Abhängigkeit entsprechend Formel (2) aus, die aus der Berechnungsanleitung Sprengerschütterungen entnommen wurde.

$$v_T = 210 \cdot \frac{L^{2/3}}{r^{1,35}} \quad (2)$$

Man kann nun die gemessenen Werte v_{bew} den theoretischen Werten v_T gegenüberstellen und erhält aus deren Quotienten einen k-Wert (s. Tabelle 1). Große k-Werte deuten auf starke Erschütterungen und kleine k-Werte auf geringe Erschütterungen hin, wobei erfahrungsgemäß mit Streuungen um den Faktor 1,5 ... 2,0 zu rechnen ist.

Die Tabelle 1 zeigt im nördlichen Bereich der Ortslage (Meßpunkte A, B, C) k-Werte um 1,0 und im südlichen Bereich (Meßpunkte D, E, F) k-Werte um 0,5. Der Unterschied könnte

von der Dämpfung der Erschütterungswellen im Bereich des geophysikalisch-geologisch nachgewiesenen Gesteinswechsels von Zechsteinletten bzw. Dolomit nördlich und Phycodenschiefer südlich (s. Abb. 1) zurückgeführt werden. Für die Abschätzung von Sicherheitsabständen wird von dem größeren Wert $k = 1,0$ ausgegangen. Die maximale zu erwartende Schwinggeschwindigkeit ergibt sich damit nach Formel (3).

$$\max v_{erw} = v_T \cdot k \cdot s \quad (3)$$

Dabei ist s ein Sicherheitsfaktor, der die bei verschiedenen Sprengungen und an unterschiedlichen Stellen auftretenden Streuungen der Größe der Sprengerschütterungen berücksichtigt. Aus der Berechnungsanleitung Sprengerschütterungen ergibt er sich für das gewählte Beispiel zu $s = 1,75$. Da die maximale zu erwartende Schwinggeschwindigkeit nach den Forderungen der KDT-Richtlinie kleiner sein soll als die zulässige Schwinggeschwindigkeit, im Beispiel $v_{zul} = 5 \text{ mm/s}$, ergibt sich die zulässige Lademenge unter Zusammenfassung der Formeln (2) und (3) nach Formel (4).

$$L_{zul}^{2/3} = \frac{a_s^{1,35}}{210} \cdot \frac{v_{zul}}{k \cdot s} = \frac{a_s^{1,35}}{210} \cdot 2,85 \quad (4)$$

Bei den vorgegebenen Entfernungen von 50 ... 300 m der Sprengstellen zu den nächstgelegenen Gebäuden erhält man nach Formel (4) zulässige Lademengen von 5,0 ... 180 kg, die im wesentlichen mit den nach der KDT-Richtlinie erhaltenen Lademengen übereinstimmen. Die gewählte Sprengtechnologie und die vorgegebenen Lademengen konnten daher beibehalten werden.

Nach dem beschriebenen Verfahren lassen sich die meisten Routineaufgaben lösen. Unabhängig davon sind jedoch noch weitere Untersuchungen und Forschungen notwendig, um auch in Spezialfällen ein optimales Sprengen zu ermöglichen.

Literatur

- /1/ KDT-Richtlinie 046/72 "Wirkung von Sprengerschütterungen auf Gebäude"
- /2/ Lichte, Peter "Berechnungsanleitung Sprengerschütterungen" VEB Geophysik 1974

Tabelle 1 : Meßergebnisse der Sprengung mit einer Lademenge von 17,8 kg je Zeitstufe

Meßpunkt	r	v_g	f	v_{bew}	v_T	k
	m	mm/s	Hz	mm/s	mm/s	
A	100	3,5	34	2,9	2,8	1,0
B	180	1,4	25	1,4	1,2	1,2
C	260	0,7	24/9	0,7	0,68	1,0
D	380	0,25	27	0,25	0,41	0,61
E	310	0,10	35	0,09	0,55	0,15
F	260	0,85	55	0,31	0,70	0,45

Erläuterung:

- r = Abstand von der Sprengstelle
- v_g = gemessene Schwinggeschwindigkeit
- v_{bew} = bewertete Schwinggeschwindigkeit
- v_T = theoretische Schwinggeschwindigkeit
- f = Frequenz

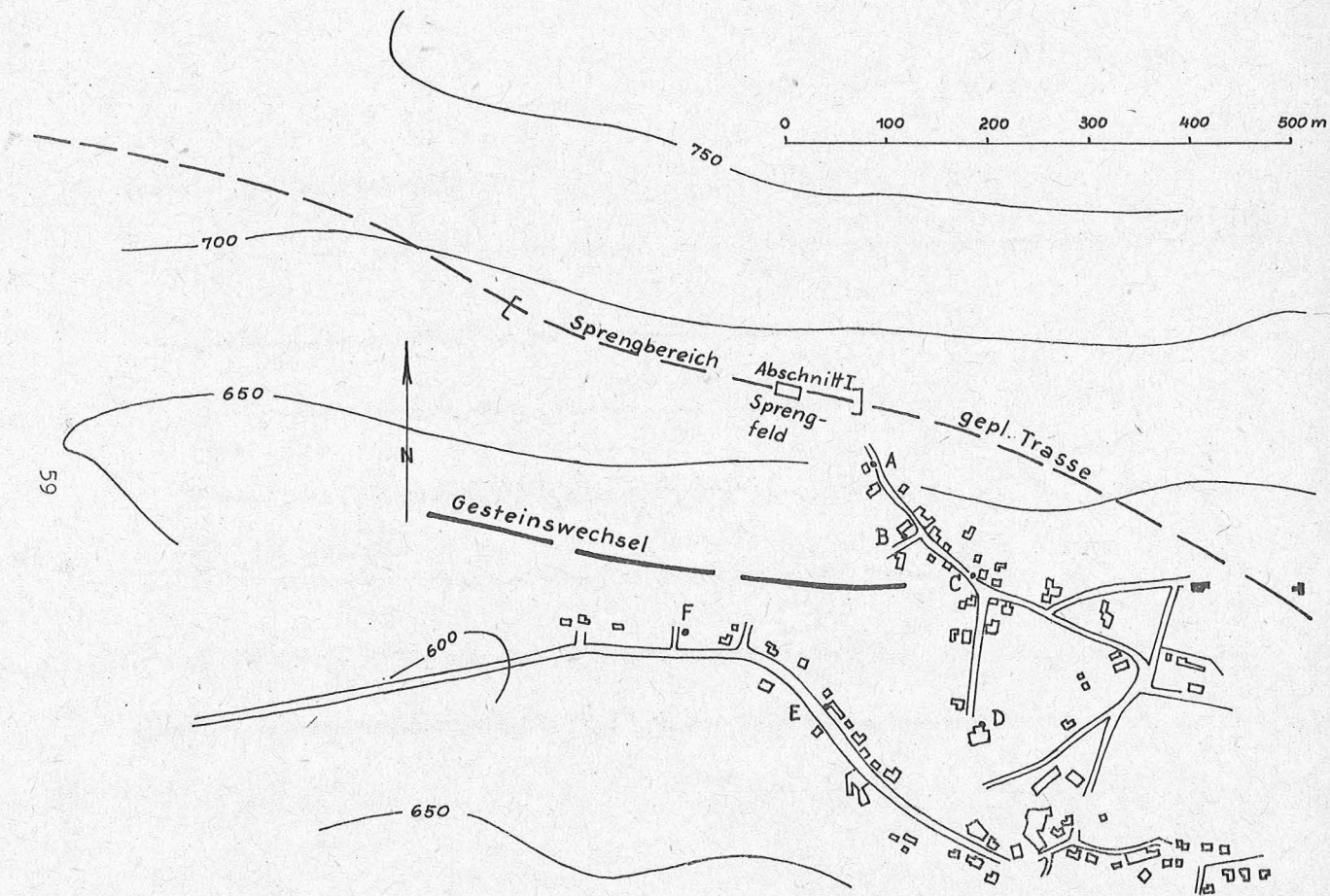


Abb. 1 Lageplan der Sprengstelle und Meßpunkte

60

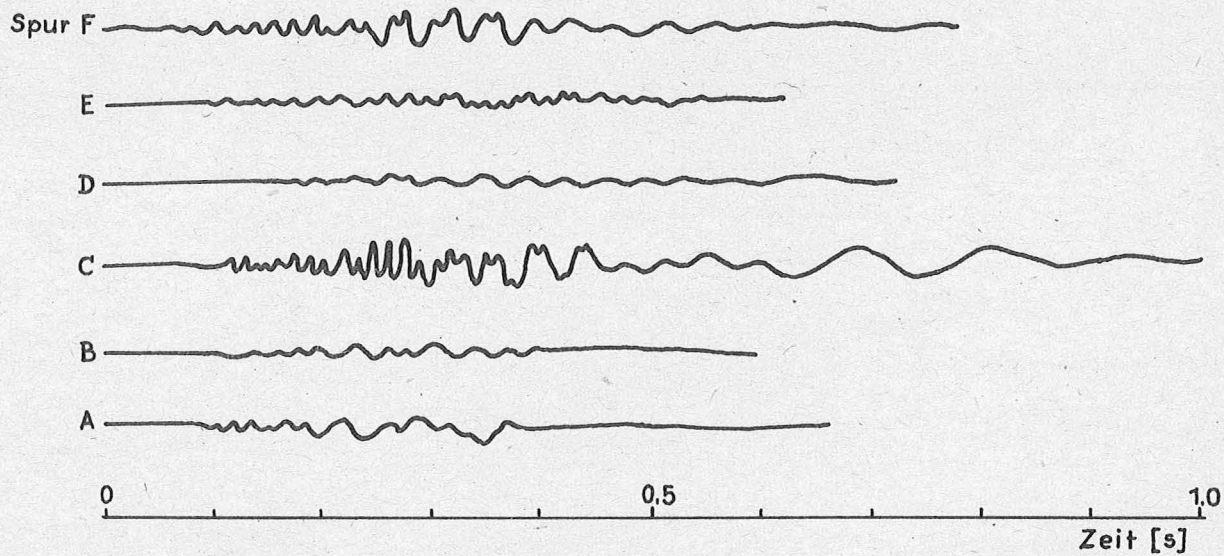


Abb. 2 Registrierfilm