

VICTORIA-Einsatz: Simulation & Messung verkehrserregter Erschütterungen im TRITOLWERK (Niederösterreich)

Johannes Reisinger & Wolfgang Köllner

ABC-Abwehrschule/ÖBH & arsenal research ÖFPZ Arsenal GesmbH

ZUSAMMENFASSUNG: Ein Straßenbauprojekt des Landes Niederösterreich tangiert mit der geplanten Trassenführung zwischen Wien und Wiener Neustadt die Westgrenze des ABC- und Katastrophenhilfe-Übungsplatzes TRITOLWERK des Österreichischen Bundesheeres, wo u. a. die Methode der Schallortung zum Auffinden von verschütteten Personen nach Gebäudeeinsturz zur Anwendung gelangt. Zum Zwecke der Evaluierung der durch den Straßenneubau zu erwartenden, verkehrsbedingten Erschütterungen kam der Hydraulische Reaktionsmassenerreger VICTORIA von arsenal research zum Einsatz. Die empirisch ermittelten Boden-Beschleunigungsparameter führen mit Berücksichtigung der Herstellerangaben zu den vom ÖBH verwendeten Schallortungsgeräten zu dem Ergebnis, dass, bei Einhalten eines Mindestabstandes von 110 m von der künftigen Straße, mit keiner Beeinträchtigung der Anwendbarkeit der akustischen Personenortung zu rechnen ist.

1. EINLEITUNG

In der Nähe von Wiener Neustadt (= ca. 50 km südlich vom Veranstaltungsort Wien der D-A-CH „Erdbebeningenieurwesen & Baudynamik“ Tagung 2007, siehe Abb. 1) liegt der ABC- und Katastrophenhilfe-Übungsplatz TRITOLWERK des Österreichischen Bundesheeres.

Wie bereits durch den Namen „TRITOL-WERK“ („Tritol“ = volkstümlicher Ausdruck für den Sprengstoff „Trinitrotoluol“, TNT) angedeutet, umfasst der Übungsplatz das eingezäunte Areal einer ehemaligen Munitionsfabrik. Das ganzjährig intensiv genutzte Terrain wird zum einen durch die ABC-Abwehrschule/ABC-Abwehrtruppe des ÖBH, zum anderen von den zivilen Einsatzorganisationen (Feuerwehr, Rettungsdienste sowie Rettungshundeorganisationen) für Ausbildung und Training in Anspruch genommen. Darüber hinaus bietet das TRITOLWERK ein ideales Gelände für die Durchführung internationaler Katastrophenhilfeübungen, wie z.B. die European Union Disaster Relief Exercise (EUDREX) im Herbst 2004.

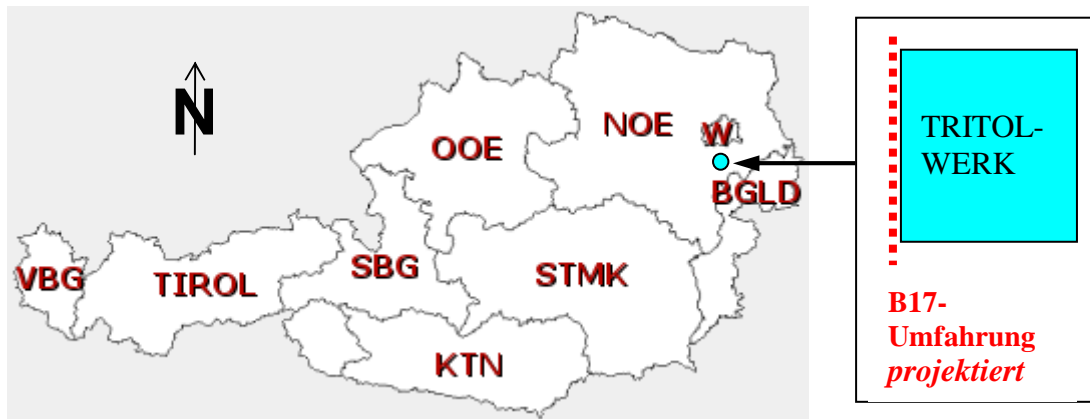


Abbildung 1: Lage des TRITOLWERKS

2. PROBLEMSTELLUNG

Anfang 2006 ergab sich folgende Situation: der geplante Trassenverlauf eines aktuellen Straßenbauprojektes des Landes Niederösterreich (Umfahrung der Straße B17 im Bereich der Ortschaften Sollenau / Theresienfeld) tangiert das TRITOLWERK-Areal entlang dessen – etwa in Nord-Süd-Richtung verlaufender – Westgrenze.

Daraus resultiert die Problematik einer potenziellen Beeinträchtigung des Ausbildungs- und Übungsbetriebes im TRITOLWERK durch den künftigen Verkehr auf der projektierten Umfahungsstraße. Zur Verifikation der Kompatibilität von bestehendem Übungsplatz und geplanter Straße galt es – neben der Implementierung adäquater Lärm- und Sichtschutzmaßnahmen – abzuklären, inwiefern sich die zu erwartenden, verkehrsbedingten Erschütterungen auf den Ausbildungs- und Übungsbetrieb auswirken. In diesem Kontext ist es von besonderer Bedeutung, dass im TRITOLWERK zum Auffinden von (nach Gebäudeeinsturz unter Trümmern eingeschlossenen) verschütteten Personen, die sich durch Klopfzeichen bemerkbar machen, Schallortungsgeräte zum Einsatz kommen. In der Folge wurde arsenal research von der Niederösterreichischen Landesregierung damit beauftragt, eine entsprechende Expertise zu erstellen.

3. DURCHFÜHRUNG

Die Realisierung der Aufgabenstellung umfasste insgesamt 3 Schritte:

- Vormessung – an der Straße B17
- Hauptmessung – im TRITOLWERK
- Evaluierung der Messergebnisse

Bei der Vormessung / Hauptmessung wurden folgende Geräte verwendet:

- Schwingbeschleunigungsaufnehmer Wilcoxon Research 731A-P31; jeweils 3 (2) Aufnehmer zu einer triaxialen (biaxialen) Einheit zusammengebaut (siehe Abb. 2)
- Dewetron Port 2010 Mess-PC mit DASLAB Messwerterfassungs- und Auswertesoftware
- Messsystem „La Vid_a“ (eine Kombination aus Lasersensorik- und Videotechnik) zur automatischen Erfassung von Verkehrsstromdaten

- Hydraulischer Reaktionsmassenerreger VICTORIA, arsenal research

3.1 VORMESSUNG

Vormessung: Die Vormessung (Lu et al., 2006) diente zur Ermittlung der Erschütterungen unter Regelverkehr und wurde an einem stark befahrenen Werktag (Freitag, 2. Juni 2006) an einer Lokation der Straße B17 in Guntramsdorf (= ca. 10 km südlich von Wien) durchgeführt. Die Bestimmung der dynamischen Belastung erfolgte unter Verwendung von jeweils 2 triaxialen Schwingbeschleunigungsaufnehmern mit den 3 Messrichtungen x = horizontal, parallel zur Straße B17, y = horizontal, orthogonal zur Straße B17 und z = vertikal. Es wurden 2 Vormessungen mit unterschiedlicher Sensoraufstellung vorgenommen (siehe Abb. 3). Bei der zweiten Aufstellung wurden neben den dynamischen Messparametern mit dem Messsystem „La Vid_a“ Verkehrsstromdaten erfasst: Fahrzeugart (Pkw, Lkw), Fahrzeuglänge und Geschwindigkeit. Die Analyse der Messdaten lieferte die Parameter für die Einstellungen bei der Hauptmessung.



Abbildung 2: Wilcoxon-Schwingbeschleunigungsaufnehmer, 3 Aufnehmer zu einer triaxialen Einheit zusammengebaut

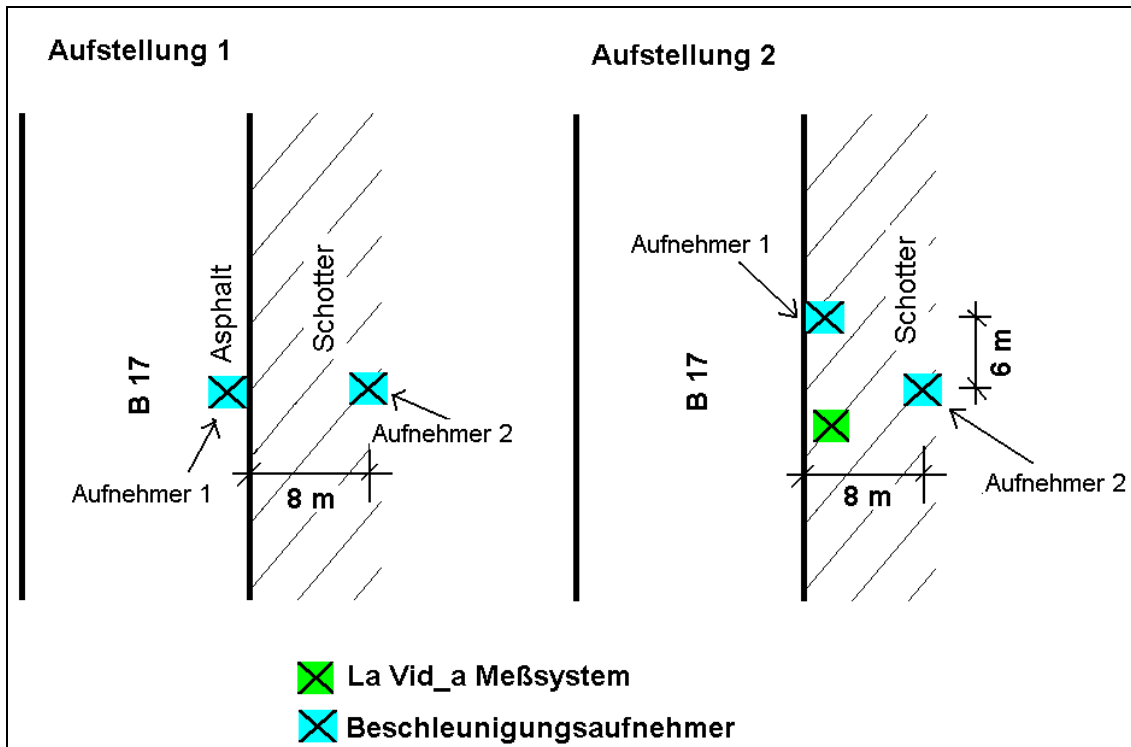


Abbildung 3: Sensoraufstellung bei der Vormessung (Straße B17)

3.2 HAUPTMESSUNG

Hauptmessung: Für die Durchführung der Hauptmessungen am 7. und 8. Juni 2006 (Lu et al., 2006) wurde der hydraulische Reaktionsmassenerreger VICTORIA von arsenal research (URL 1, 2007) auf der Fahrbahn einer bestehenden Baustraße unmittelbar neben dem Westzaun des TRITOLWERKS aufgestellt (siehe Abb. 4). Die Anregungskraft wurde entsprechend den Ergebnissen der Vormessung gewählt und mit einem unmittelbar neben dem Schwingerreger platzierten Beschleunigungssensor (Abstand = 0 m – siehe Abb. 5) verifiziert. Die Simulation des Regelverkehrs wurde in Form von kontinuierlichen Sinus-Sweeps und als Random-Anregung, jeweils mit den Frequenzbereichen 8-20 Hz und 20-70 Hz, gefahren.

Die Schwingungsanregung erfolgte in zwei VICTORIA-Aufstellungen, wobei die Sensorabstände vom Erreger in den zugehörigen Messprofilen von 8 m bis 64 m bzw. von 8 m bis 150 m variierten (siehe Abb. 5). Die Schwingbeschleunigung wurde biaxial erfasst mit den zwei Messrichtungen y = horizontal, orthogonal zur projizierten Straße und z = vertikal.



Abbildung 4: Messwagen (links), Hydraulischer Reaktionsmassenerreger VICTORIA (Mitte), 2 Schwingbeschleunigungsaufnehmer (Bildmitte und Vordergrund)



Abbildung 5: Hauptmessung TRITOLWERK, Aufstellung 1 (unten), Aufstellung 2 (oben)

3.2 EVALUIERUNG DER MESSERGEBNISSE

Evaluierung der Messergebnisse: Ausgehend von den Ergebnissen der Hauptmessung (Lu et al., 2006) wurden die Trendlinien aller Messwerte für die horizontale und vertikale Messrichtung ermittelt (siehe Abb. 6). Mit Hilfe der Kurven-Gleichungen lässt sich für jede Sensor-Entfernung vom Schwingungserreger VICTORIA (welcher den Verkehr auf der künftigen Straße simulierte) die zugehörige Schwingbeschleunigung berechnen (Köllner, 2006). In weiterer Folge kann mit Hilfe des – entfernungsabhängigen – Parameters Schwingbeschleunigung die in Frage gestellte künftige Anwendbarkeit der Schallortung zum Auffinden von Verschütteten im TRITOLWERK evaluiert werden.

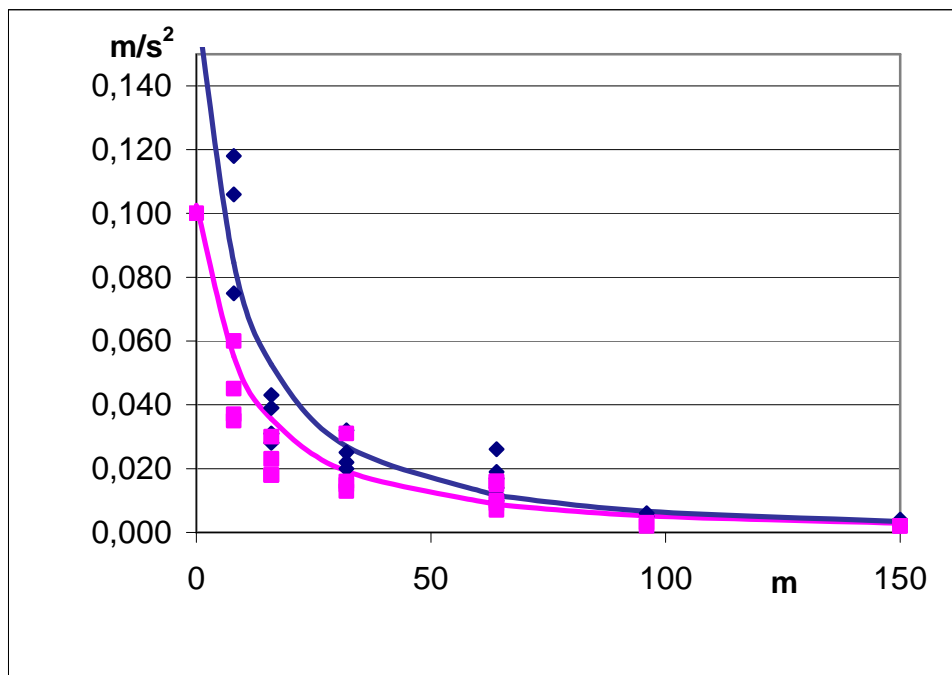


Abbildung 6: Trendlinien aller Messwerte, obere Kurve = horizontale (y) , untere Kurve = vertikale (z) Messrichtung

Gemäß den Herstellerangaben des beim Österreichischen Bundesheer eingeführten Schallortungsgerätes (welches die Klopfzeichen eines Verschütteten über Kopfhörer hörbar macht) geht dieses bei einer Frequenz von 40 Hz und einer Beschleunigung von ca. $0,04 \text{ m/s}^2$ in die Übersteuerung. Andererseits ist die der projektierten Straße am nächsten gelegene Trümmerstruktur im TRITOLWERK, wo Schallortung zur Anwendung gelangt, ca. 110 m von jener Straße entfernt.

Nach der Gleichung für die höhere Trendlinie (d. i. jene für die horizontale Schwingbeschleunigung, - siehe Abb. 6) ergibt sich für eine Entfernung von 110 m eine Erschütterung von $0,0055 \text{ m/s}^2$. Dies bedeutet für die Praxis, dass ein Klopfsignal, welches das Schallortungsgerät nur zur Hälfte bis zu einem Viertel aussteuert (= $0,02 - 0,01 \text{ m/s}^2$) immer noch mittels Kopfhörer-Detektion von der o. a. verkehrsbedingten Erschütterung abgetrennt, d. h. eindeutig als Klopfsignal identifiziert werden kann.

Diese Situation wird in Abb. 7 und Abb. 8 visualisiert: in den jeweils auf den vollen Aussteuerungsbereich von $0,04 \text{ m/s}^2$ skalierten Diagrammen wird ein Erschütterungssignal von $0,006 \text{ m/s}^2$ mit einem simulierten Klopfsignal überlagert, welches das Schallortungsgerät zur Hälfte (Abb. 7) bzw. zu einem Viertel (Abb. 8) aussteuert – in beiden Fällen ist das Klopfsignal noch deutlich erkennbar.

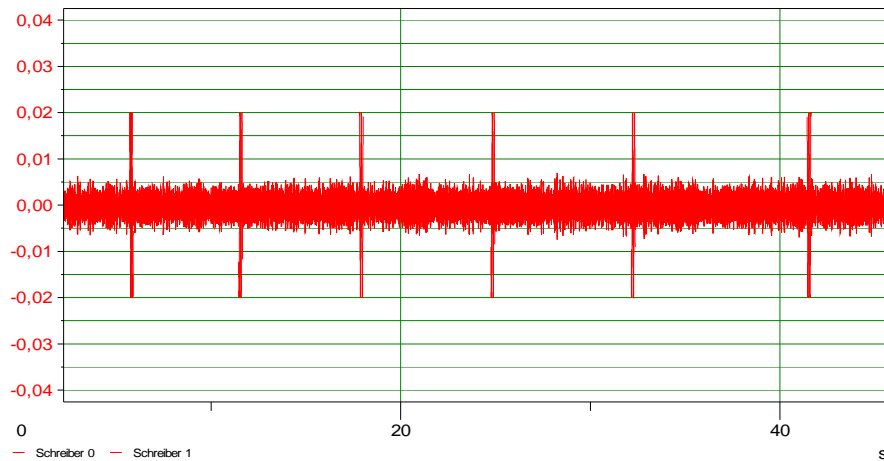


Abbildung 7: Simulation – Überlagerung eines Erschütterungssignals von $0,006 \text{ m/s}^2$ mit einem Klopfsignal von $0,02 \text{ m/s}^2$

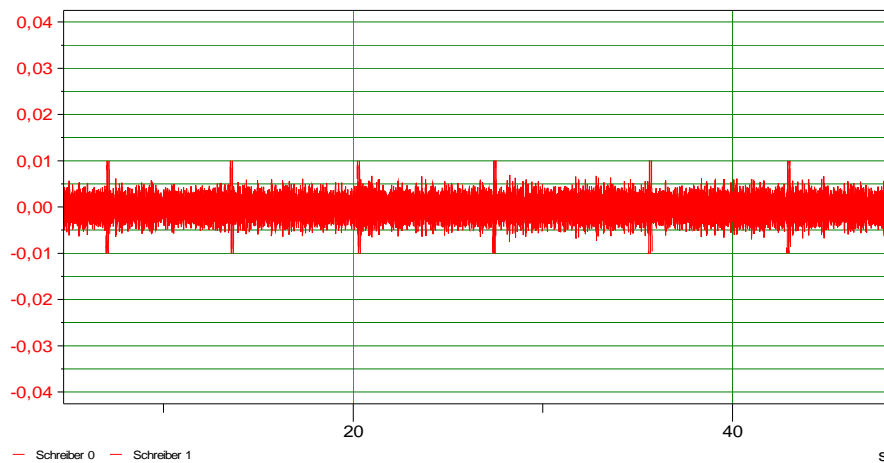


Abbildung 8: Simulation – Überlagerung eines Erschütterungssignals von $0,006 \text{ m/s}^2$ mit einem Klopfsignal von $0,01 \text{ m/s}^2$

Darüber hinaus gilt es folgendes zu berücksichtigen: Das menschliche Ohr vermag dank seiner Fähigkeit, Frequenz- und Amplituden-Information simultan zu verarbeiten, bestimmt signifikante Signale, wie z. B. Klopfgeräusche, selektiver zu erfassen, als dies durch die optische Betrachtung von Diagrammen möglich ist. Fazit: auch Klopfsignale, die noch schwächer sind als jene im Diagramm der Abb. 8, können mit dem menschlichen Ohr noch herausgefiltert werden.

Bei einer Entfernung von 110 m liegen die Verkehrserschütterungen von $0,0055 \text{ m/s}^2$ im Bereich des Bodenrauschens, welches mit $0,003$ bis $0,005 \text{ m/s}^2$ gemessen wurde. Ab dieser Distanz zur Straße sind somit die prognostizierten Verkehrserschütterungen nicht mehr relevant.

4. DANK

Die Autoren danken allen beteiligten Kollegen von arsenal research und der ABC-Abwehrschule/ÖBH sowie M. Grössinger/GRÖSSINGER ZT GmbH für die freundliche Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts.

LITERATUR

- Köllner, W., 2006. Zusatzbericht zum Bericht vom 21. 07. 2006 über Erschütterungsmessungen im Bereich des ehemaligen Tritolwerkes, B17 Umfahrung Sollenau Theresienfeld. Unveröff. Bericht (Proj. Nr. 2.05.00352.1.0) arsenal research, 11. 08. 2006.
- Lu, S., Köllner, W., Aleksa, M., 2006. Erschütterungsmessungen im Bereich des ehemaligen Tritolwerkes, B17 Umfahrung Sollenau Theresienfeld. Unveröff. Bericht (Proj. Nr. 2.05.00352.1.0) arsenal research, 21. 07. 2006.
- URL1, 2007. http://www.arsenal.ac.at/products/products_mob_geb_was_vic_de.html (11. 04. 2007)