

Geotechnische und seismische Mikrozonierung von Bukarest

VON KIENZLE, A., HANNICH, D. & CZURDA, K.*

Zusammenfassung

Bei mehreren, zum Teil katastrophalen Bebenereignissen der letzten 100 Jahren zeigte sich, dass die seismischen Intensitäten im Stadtgebiet von Bukarest starke Variationen aufwiesen.

Das Ziel dieser Mikrozonierung ist eine Quantifizierung der Standorteffekte im Arbeitsgebiet. Die seismische Gefährdung soll unter Einbeziehung der oberflächennahen geologischen und geotechnischen Gegebenheiten, der dynamischen Bodeneigenschaften und der regionalen Seismizität prognostiziert werden.

Die Verwaltung, Modellierung und Darstellung der räumlichen Daten erfolgt mit Hilfe eines Geo-Informationssystems.

1 Projektrahmen

Bukarest liegt in einem der am meisten von Erdbeben betroffenen Gebiete Europas. Das bisher verheerendste Beben mit einer Momentmagnitude von 7,4 ereignete sich am 4. März 1977 und hatte mit 1500 Todesopfern und über 11.300 Verletzten katastrophale Auswirkungen.

Die räumlich eng konzentrierten Epizentren der Starkbeben liegen in der seismisch aktiven Vrancea-Region (Ostkarpaten), ca. 140 km von Bukarest entfernt. Die Rekurrenzzeit für Starkbeben von Magnituden $\geq 7,4$ liegt bei 50 Jahren.

Im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 461 „Starkbeben: Von geowissenschaftlichen Grundlagen zu Ingenieurmaßnahmen“ beschäftigt sich das Projekt mit der Verknüpfung geologischer und seismischer Parameter hinsichtlich einer Gefährdungsprognose für das Stadtgebiet. Da der Durchmesser des Arbeitsgebietes im Vergleich zur Epizentralentfernung relativ gering ist, kann in Bukarest von einem konstanten seismischen Inputsignal ausgegangen werden. Unterschiede in der seismischen Intensität müssen deshalb durch variierende Standorteffekte bedingt sein, die wiederum von den geologischen, hydrogeologischen und geotechnischen Gegebenheiten abhängen.

* A. Kienzle, D. Hannich, K. Czurda
Lehrstuhl f. Angewandte Geologie
Universität Karlsruhe (TH)
Kaiserstr. 12
76128 Karlsruhe
Alexander.Kienzle@agk.uni-karlsruhe.de
Dieter.Hannich@agk.uni-karlsruhe.de

2 Geologischer Untergrund

Bukarest liegt im Randbereich eines jungtertiären Molassebeckens, das nach der Verlandung im Pleistozän von alluvialen und lakustrischen Sedimenten bedeckt wurde. Zu Beginn des Holozäns setzte Lösssedimentation ein, die zusammen mit rezenten Ablagerungen zweier Flüsse und anthropogenen Auffüllungen die jüngsten Bildungen darstellen.

Die Mächtigkeit der Quartärsedimente erreicht unter Bukarest eine Mächtigkeit von ca. 700 m. Verantwortlich für die Standorteffekte sind in erster Linie oberflächennahe Schichten, bestehend aus heterogenen Abfolgen von Sand-, Kies- und Ton- bzw. Mergellagen mit stark variierenden Mächtigkeiten. Hydrogeologisch bestimmend sind drei Aquifersysteme (Abb. 1).

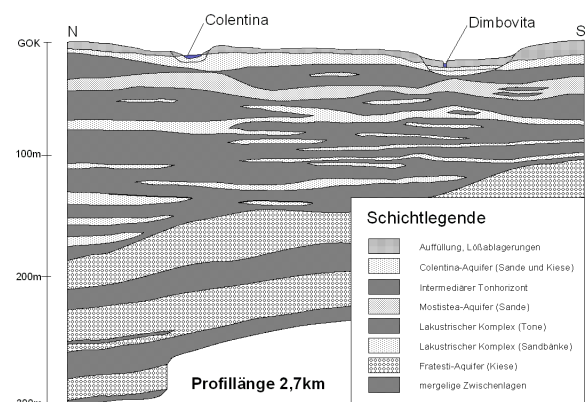


Abb. 1: Vereinfachtes geologisches N-S Querprofil im Innenstadtbereich.

2 Digitale Modellierung der geologischen Untergrundverhältnisse

Der erste Schritt in der Entwicklung des Untergrundmodells ist die Erhebung und digitale Bearbeitung von verfügbaren Untergrunddaten. Gegenwärtig sind geologische und geotechnische Parameter aus über 400 Bohrungen in einer ODBC-Datenbank abgelegt.

Mit Hilfe der Geo-Informationssysteme (GIS) Arc Info® und ArcView® werden die räumlichen Daten verwaltet, berechnet und visualisiert. Die punktförmigen Informationen der Bohrdaten werden durch geeignete Interpolationsalgorithmen in raster-basierte Karten (Grids) überführt. Jede Zelle eines Grids besitzt Raumkoordinaten (x-, y- und z-Werte) und Attributwerte bezüglich des Niveaus oder der Mächtigkeit geologischer Elemente.

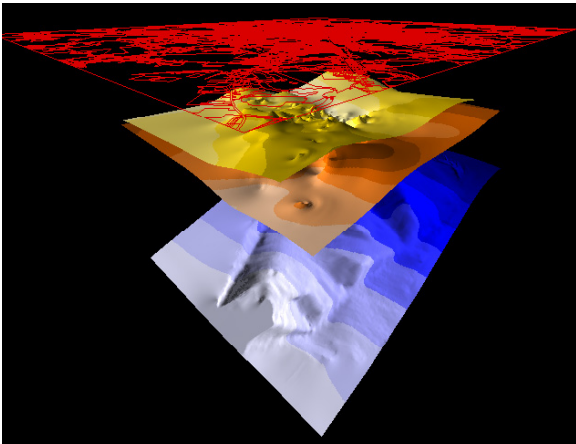


Abb. 2: Dreidimensionale Darstellung der Grenzen einiger geologischer Haupteinheiten in Bukarest mit geographischem Bezug (Stadtplan).

Für die nachfolgende numerische Modellierung der Standorteffekte werden die geologischen Informationen hinsichtlich ihrer bodendynamischen Parameter neu klassifiziert. Daraus resultiert eine Einteilung des Untergrundes in charakteristische Schichttypen.

3 Numerische Modellierung der seismischen Erschütterungen

Eine Kalibrierung der Schichttypen hinsichtlich der Scherwellengeschwindigkeit v_s erfolgte mittels Messung eines Vertikal-Seismischen Profils (VSP) in einer 200m tiefen Bohrung am Teststandort INCERC des SFB 461 in Bukarest.

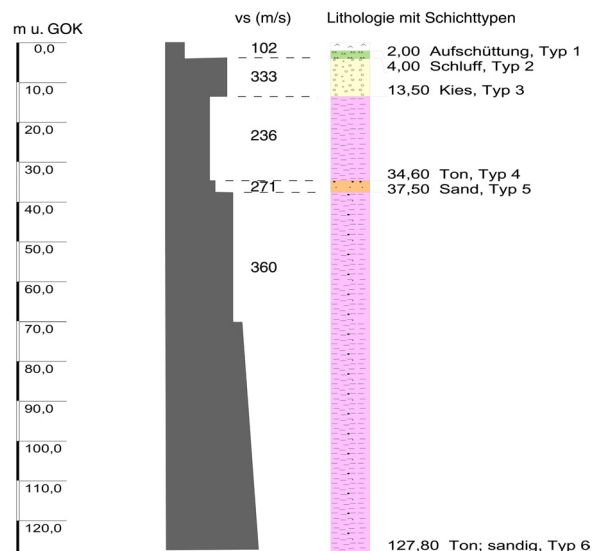


Abb. 3: Resultat der VSP-Messung. – Verändert nach LUNGU et al. (1999)

Statische und dynamische Bodenparameter sowie die Schichtmächtigkeiten fließen in die eindimensionale Modellierung von Bodenbewegungsspektren mit Hilfe der Software ProShake® ein. Dabei werden dominante Frequenzen in Abhängigkeit von Beschleunigungsamplituden dargestellt (W. WIRTH, pers. Kom.). Erste Resultate zeigen eine gute Übereinstimmung der synthetischen Modellierungen mit Spektren, die aus Bebenregistrierungen gewonnen wurden.

Weiterhin wird deutlich, dass die oberflächennahen Schichten signifikanten Einfluss auf den Amplituden- und Frequenzgehalt und damit auf die seismische Intensität haben.

Durch GIS-Verschnittoperationen lässt sich die räumliche Verteilung dieser Schwingungsparameter mit Gebäudevulnerabilitäten überlagern und daraus eine Gefährdungskarte ableiten.

Literatur

LUNGU, D. et al. (1999): Near-surface geology and dynamic properties of soil layers in Bucharest.- In: WENZEL, F. et al. (HRSG.): Vrancea Earthquakes: Tectonics, Hazard and Risk Mitigation.- S. 137-148.; Dordrecht (Kluwer Academic Publishers).