

Weiche Böden verschärfen die Gefahr

Im Vergleich zu hartem Fels können weiche Lockergesteine die Bodenbewegungen durch ein Erdbeben bis um das Zehnfache verstärken. Neben der regionalen Gefährdungslage hat die geologische Beschaffenheit des Untergrunds damit einen wesentlichen Einfluss auf die lokale Erschütterungsfähigkeit. Bauingenieure und Architekten können Gebäude nur in Kenntnis der jeweiligen Baugrundverhältnisse erdbebensicher konstruieren. Als wichtiges Arbeitsinstrument dient ihnen dabei die vom BWG geförderte Mikrozonierung der Siedlungsgebiete.



Der weiche Baugrund am Seeufer in Luzern würde die Erschütterungen eines Erdbebens enorm verstärken.

bjo. Unmittelbar am Ufer des Vierwaldstättersees steht das neue Wahrzeichen von Luzern: Der renommierte Pariser Architekt Jean Nouvel hat mit seinem kühnen Entwurf des Kultur- und Kongresszentrums KKL ein viel beachtetes Meisterwerk moderner Baukunst geschaffen. Aus Sicht der Erdbebenvorsorge fällt das Urteil allerdings nicht so positiv aus. „So wie der Luzerner Bahnhof ist auch das KKL auf Sand gebaut“, bemerkt Olivier Lateltin vom BWG: „Im Fall eines starken Erdbebens in der Zentralschweiz, mit dem man in dieser gefährdeten Region rechnen muss, würden die Erschütterungen durch den weichen Untergrund massiv verstärkt.“

Auf Sand gebaut

Beim historischen Beben von 1601 in der Innerschweiz entstanden in der auf Molassefels erbauten Luzerner Oberstadt kaum Schäden. In der Talebene hingegen, wo der See und die Reuss viel lockeres Schwemmmaterial abgelagert haben, gab es die schlimmsten Zerstörungen.

Zwar sind sandige und siltige Böden mit hohem Wassergehalt für ruhende Lasten ein fester Baugrund mit guter Tragfähigkeit. Wenn sie aber von Erdbebenwellen vibriert werden, verlieren sie ihre Stabilität und verhalten sich wie eine Flüssigkeit. „Ganze Gebäude oder Teile davon können dann absinken oder umkippen, was je nach Ausbildung des Tragwerks meist zum Totaleinsturz führt“, erklärt der Erdbeben-Experte Professor Hugo Bachmann.

Jahrhundertlang haben frühere Generationen See- und Flussufer sowie Schwemmland und Talböden aus Furcht vor Hochwasser als Bauland gemieden. Heute sind diese Standorte gesuchte Gunstlagen. Die komplexe und verletzliche Infrastruktur unserer modernen Industriegesellschaft findet sich konzentriert auf den einst fre gehaltenen Überschwemmungsflächen. Doch das von Gletschern, Fließgewässern und Seen abgelagerte Lockermaterial wirkt sich bei Erdstössen denkbar ungünstig aus. Je nach Mächtigkeit und Zusammensetzung der Lockersedimente breiten sich die Erdbebenwellen

hier viel langsamer aus als über felsigem Untergrund und schlagen zudem stärker aus, was die Bauwerke ungleich mehr beansprucht.

Verstärkende Effekte von weichen Böden

„Weiche Böden können die Erdbebenerschütterungen im Vergleich zu solidem Felsuntergrund im Extremfall bis zum Zehnfachen verstärken“, erklärt Donat Fäh vom Schweizerischen Erdbebendienst. Auf Grund dieses Effekts ist es möglich, dass in grosser Entfernung vom Erdbebenherd schlimmere Schäden auftreten als im eigentlichen Epizentrum. Dies war etwa 1985 in Mexico City und 1989 in San Francisco der Fall. Im japanischen Kobe sind 1995 ganze Strassenzüge auf weichem Baugrund eingestürzt oder schwer beschädigt worden. Nur wenige Strassen entfernt bleiben die genau gleich konstruierten Gebäude auf festem Boden unbeschädigt stehen. Leider hatten es die Bauingenieure versäumt, bei der Konstruktion die unterschiedliche Be-



Mit Hilfe der Mikrozonierung werden gefährdete Gebiete erfasst: Rhonetal bei Sitten VS, Messung der lokalen Erschütterungsfähigkeit in Aigle VD und Karte der Baugrundverhältnisse in der Umgebung von Yverdon-les-Bains VD.

schaffenheit des Untergrunds angemessen zu berücksichtigen.

Notwendige Mikrozonierung

Neben Erdbebenkarten der gefährdeten Regionen brauche man für Baugebiete deshalb auch fundierte Angaben über die lokale Erschütterungsfähigkeit des Untergrunds, folgert Donat Fäh: „Solche Mikrozonierungsstudien erlauben es den Bauingenieuren, die Gebäude so zu dimensionieren, dass sie den zu erwartenden Erschütterungen auch wirklich standhalten können.“ So kann man Fundamente auf sandigen Böden, bei denen eine Verflüssigung droht, etwa auf Pfählen abstützen oder den Baugrund durch Injektionen von Beton verfestigen.

Am Anfang einer Mikrozonierung steht die geologische und geotechnische Kartierung der Lockergesteine, das Erfassen von tektonischen Störungen und die Beurteilung der Hangstabilität. Dabei dienen die vom BWG erarbeiteten Kartenblätter des „Geologischen Atlas der Schweiz“ als wichtige Grundlage. Entscheidende Faktoren für das Wellenverhalten bei Erdbeben sind die Mächtigkeit der Sedimente, deren Zusammensetzung, die Tiefe des Grundwasserspiegels sowie die Topografie der Felsoberfläche und des Geländes. Mit Hilfe von lokalen Messungen der Bodenunruhe und Berechnungen können die Experten anschliessend bestimmen, mit welcher Geschwindigkeit und in welchem Ausmass sich seismische Wellen im jeweiligen Untergrund ausbreiten.

Kartierung von Gebieten mit hoher Wertekonzentration

In der Schweiz sind in den letzten Jahren mehrere Pilotstudien zur Mikrozonierung durchgeführt worden, wobei man sich in erster Linie auf die besonders gefährdeten Regionen Wallis, St. Galler Rheintal und Basel konzen-

triert hat. Weitere Arbeiten in Form von detaillierten Karten liegen auch für Gebiete in den Kantonen Obwalden, Nidwalden, Solothurn und Waadt vor. Im Wallis ergab die Mikrozonierung unter anderem eine im Vergleich zum regionalen Durchschnitt höhere Erdbebengefährdung für das Areal der Lonza-Chemiewerke in Visp. Das Gelände im Rhonetal liegt auf einer 220 Meter mächtigen Schicht von Lockermaterial, was im Fall eines Starkbebens wie jenem von 1855 massive Bodenbewegungen erwarten lässt. Die Firma hat in den letzten Jahren entsprechend reagiert und bereits verschiedene bauliche und organisatorische Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit getroffen.

Das erhöhte Risiko von weichen Böden muss bei der Raum- und Bauplanung sowie beim Bauen künftig besser berücksichtigt werden. Je nach Baugrund ist die Konstruktion entsprechend anzupassen, wie dies auch die per 1. Januar 2003 ergänzten SIA-Normen verlangen. So teilt die Norm SIA 261 den lokalen Untergrund eines Bauwerkstandortes in eine von insgesamt sechs Baugrundklassen ein. Von der Kategorie A für Fels bis zur Bodenklasse F, die für weiche Böden steht, nimmt die Verstärkung der Amplituden laufend zu.

Anfangs 2004 erscheinen die vom BWG erarbeiteten Empfehlungen für die Mikrozonierung. Ähnlich wie die Gefahrenkarten zum Schutz vor Naturgefahren sollen diese Erkenntnisse möglichst rasch in die kantonale und kommunale Planung einfließen. „Die Prävention kommt uns auch hier viel billiger zu stehen als die Behebung von vermeidbaren Erdbebenschäden“, meint Olivier Lateltin.

Internet:

- www.crealp.ch
- <http://seismo.ethz.ch>

Impressum aquaterra 2 / 2003

aquaterra ist die Kundenzeitschrift des Bundesamtes für Wasser und Geologie (BWG). Sie erscheint zweimal jährlich in deutscher und französischer Sprache.

Herausgeber:

Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Das BWG ist ein Amt des Eidg. Departementes für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK

Mitarbeiter dieser Nummer:

Olivier Lateltn für die Koordination des Schwerpunkts

Konzept, Text und Produktion:

Beat Jordi, Biel (bjo)

Visuelle Gestaltung und Layout:

Beat Trummer, Lausanne

Redaktionsadresse: BWG, Redaktion aquaterra, Ruedi Bösch, 2501 Biel; Tel. 032 328 87 01, Fax 032 328 87 12, E-Mail: ruedi.boesch@bwg.admin.ch

Abonnemente und

Adressänderungen: aquaterra kann kostenlos abonniert werden: BWG, Kommunikation, Postfach 2501 Biel; Tel: 032 328 87 01, Fax: 032 328 87 12; E-Mail: info@bwg.admin.ch

Bestellnummer:

ISSN 1424-9480 (Deutsche Ausgabe)

ISSN 1424-9499 (Französische Ausgabe)

Druck: Druckerei Hertig & Co AG, 2500 Biel

Auflagen dieser Nummer:

2600 (d), 1100 (f)

Copyright: Nach Bewilligung durch den Herausgeber ist der Nachdruck von Artikeln mit Quellenangabe gestattet.

Redaktionsschluss dieser Nummer: 15. August 2003

Internet: Alle Ausgaben von aquaterra sind im PDF-Format auf der BWG-Internet-site verfügbar: www.bwg.admin.ch

Bildnachweis:

Schweiz Tourismus/L. Degonda: 1; Stephan Werlen, BWG: 3, 6 u., 7, 9 m., 11, 12 o.; Thomas Wenk, Zürich: 1 u. r., 4, 5, 9 o., 10 o. m.; Jost A. Studer, Zürich: 1 u. l., 8; Pierino Lestuzzi, Lausanne: 1 u. m., 2 m.; Homepage Schweizerischer Erdbebedienst: 2 l., 6 o.; Cagna architectes, Sion: 9 u.; Martin Koller, Carouge: 10 o.; Schweizerische Ziegeleiindustrie, Zürich: 10 u.; Tanja Janisch, ETH Zürich: 14 o.; Beat Jordi, Biel: 14 u.; NAGRA / Bildagentur Comet, Zürich: 15; BWG: alle übrigen Aufnahmen und Kartenausschnitte.

Nächster Redaktionsschluss:

15. Januar 2004