

ETH-BIB ex. B

Diss. ETH Nr. 11740

Erdbebengefährdung in Abhängigkeit vom Geologischen Untergrund



CatE

Abhandlung zur Erlangung des Titels
Doktor der Naturwissenschaften
der
Eidgenössischen Technischen Hochschule Zürich

vorgelegt von
Christoph Beer

dipl. geol., lic. phil. nat. Univ. Bern
geboren am 02. 02. 1963
von Neunkirch SH und Trub BE

Angenommen auf Antrag von:
Prof. Dr. C. Schindler, Referent
Dr. D. Mayer-Rosa, Korreferent
Dr. J. Studer, Korreferent
Prof. Dr. V. Dietrich, Korreferent

1997



ZUSAMMENFASSUNG

Rezente Erdbebenkatastrophen zeigen, dass ein Zusammenhang zwischen dem Grad der Erschütterung und den Eigenschaften des Untergrundes besteht. Ziel dieser Studie ist es, die geologisch-geotechnischen Einflussparameter und deren Signifikanz zu ermitteln sowie eine Methode der Erdbeben-Mikrozonierung, unter Anwendung der gewonnenen Erkenntnisse, zu entwickeln. Zudem wird der Einfluss von Erdbebenerschütterungen in Gebieten der Schweiz mit erhöhtem seismischen Risikopotential bei unterschiedlichen geologischen Bodenverhältnissen untersucht.

Die wichtigsten Grundlagen für die Erarbeitung von Erdbeben-Zonierungskarten bilden der Katalog der Erdbebenbeobachtungen, die makroseismischen Karten und möglichst detaillierte geologische und geotechnische Unterlagen über das Untersuchungsgebiet.

Korrelationsanalysen der Abweichung zwischen den beobachteten Intensitäten vom regional berechneten Durchschnitt mit den standortspezifischen Bodenparameter ergeben Hinweise auf die Sensitivität und Signifikanz der einzelnen Parameter. Die Untersuchungen werden mit unterschiedlicher Datenmenge und Auflösungsqualität durchgeführt.

Die Analysen zeigen, dass, im Gegensatz zu Felsuntergrund, in Gebieten mit Lockergesteinsablagerungen zum Teil wesentlich höhere Intensitäten beobachtet werden. Kritisch hinsichtlich der Erdbebenerschütterung verhalten sich insbesondere feinkörnige, siltig-feinsandige, lockergelagerte Sedimente. Grobkörnige und dichter gelagerte Lockergesteine heben sich vom regionalen Mittel kaum ab, auch weil sie dem überwiegenden Bodentyp entsprechen. Entscheidenden Einfluss hat die Lage des Grundwasserspiegels, insbesondere in den oberen 5 bis 10 Metern des Bodens. Die Lockergesteinsmächtigkeit übt vor allem im dominierenden Frequenzbereich beachtlichen Einfluss auf die lokale Bodenerschütterung aus.

Für die seismische Mikrozonierung werden den geologischen Bodeneigenschaften Korrekturwerte zugeordnet, gegeneinander gewichtet und der regional berechneten Gefährdung überlagert. Die umfassende Gefährdungsanalyse beinhaltet auch die Abschätzung zusätzlich auftretender Sekundäreffekte von Erdbeben, wie die Gefährdung durch Setzungen, Bodenverflüssigung oder induzierten Hangbewegungen.

Je nach Verwendungszweck der Gefährdungskarten und Verfügbarkeit der Grundlagendaten wird in verschiedenen Massstäben gearbeitet.

Die Gefährdungszonierungen in den ausgesuchten Gebieten (Kantone Obwalden, Nidwalden, Solothurn, St. Galler Rheintal) zeigen, dass die MSK-Intensitäten, bedingt durch die geologischen Eigenschaften des Untergrundes, in einem Bereich von zwei bis drei Einheiten variieren können (Makroseismische Skala).

ABSTRACT

Recent earthquake disasters have shown that a relationship exists between the severity of the ground motion and the characteristics of the local soil conditions. The purpose of this study is to determine the geological and geotechnical parameters which affect this relationship and their weighting, and also to systematically develop a method of mapping specific areas in detail by applying the knowledge gained. In addition, the effect of earthquakes intensity in particular areas of Switzerland, with an increased potential of seismic risk, is investigated mainly with respect to differing geological ground conditions.

The most important basic information for developing detailed maps of earthquake hazard areas consists of a complete catalogue of earthquake observations, the macro-seismic maps and the most detailed geological and geotechnical documents relating to the area under investigation.

Analysis of the variation in the observed local intensities compared with the calculated average intensities for the region and the ground parameters specific to the location provides information about the sensitivity and significance of the individual parameters. The investigations were carried out with varying quantities of data and resolution quality.

The analysis shows that deposits of unconsolidated soil significantly increase the intensities, in comparison to those on solid rock. Loosely packed, fine-grained sediments composed of silt and fine sands behave critically with respect to the earthquake ground motion. Coarse-grained and more tightly packed deposits of loose rock give results which are scarcely greater than the regional mean. The position of the ground-water table, especially when situated in the upper 5 to 10 metres, has a dominating influence. The thickness of the unconsolidated soil exerts a considerable influence on the local ground tremor, especially in the predominant frequency range.

In order to produce detailed shakeability maps, correction factors are assigned to the geological ground characteristics, given relative weightings, and superimposed on the calculated regional hazard. The comprehensive hazard analysis also includes the estimation of secondary effects of earthquakes such as the danger due to settlement, ground flooding or induced slope instabilities.

The work is carried out on various scales according to the intended application of the risk maps and the availability of the basic data.

The detailed shakeability mapping in the districts investigated (the Cantons of Obwalden, Nidwalden, Solothurn and the St. Galler Rhine Valley) shows that the MSK-intensities can vary within a range of 2 to 3 units, as determined by the geological characteristics of the subsoil.

RESUME

Les tremblements de terre récents montrent une relation entre l'amplitude du tremblement et les caractéristiques du sous-sol. Les buts de l'étude sont la détermination des paramètres géologiques et géotechniques, l'évaluation de leur influence et le développement d'une nouvelle méthode de zonation sismique. Quatre régions de la Suisse qui présentent un risque sismique élevé, sont analysées et l'influence des tremblements est calculée en fonction des paramètres géologiques.

Le catalogue des observations sismiques ainsi que les cartes macrosismiques, associées à des données géologiques et géotechniques aussi détaillées que possible sur le terrain étudié, forment les principales bases pour l'élaboration de cartes de zonations sismiques.

L'analyse des aberrations d'intensité observées par rapport à la moyenne régionale calculée, et corrélées aux paramètres des sols donne des indications sur la sensibilité et la signification de ces paramètres. Les analyses sont effectuées par des données plus ou moins denses.

Ces analyses montrent que les dépôts de sédiments meubles, contrairement aux roches ignées, augmentent fortement les intensités sismiques. Ce sont surtout les sédiments meubles, fins, silteux à gréseux et peu compactés, qui se comportent de façon critique lors de tremblements de terre. Les dépôts meubles grossiers et plus compactés correspondent au type de sol prépondérant et, de ce fait, ne se différencient guère de la moyenne régionale. L'épaisseur du sédiment meuble influence le tremblement local du sol et du sous-sol, surtout aux fréquences dominantes. De plus, les tremblements locaux sont influencés par la position de la nappe phréatique.

Pour la microzonation sismique, des valeurs de correction sont assignées aux caractéristiques géologiques des sols, lesquelles sont surimposées à la moyenne régionale calculée. L'analyse universelle des dangers comporte aussi l'évaluation des effets secondaires des tremblements de terre, tels que les tassements, liquéfactions et glissements induits.

En fonction de l'utilisation des cartes de danger et des données de base, différentes échelles sont appliquées.

La zonation des dangers dans les régions choisies (cantons d'Obwald, Nidwald, Soleure, vallée du Rhin dans sa partie

Saint-Galloise) montre que les intensités MSK peuvent varier dans un domaine de deux à trois unités selon les propriétés géologiques du sous-sol (échelle macrosismique).