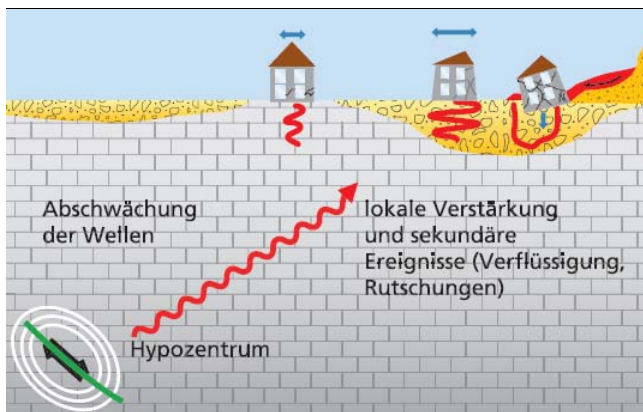


> Die seismische Mikrozonierung

Die Stärke und Dauer der Erdbebenschütterungen an einem Standort hängen sehr stark von den Eigenschaften des lokalen Baugrunds ab. Die Erdbebengefährdungskarten und -kurven des Schweizerischen Erdbebendienstes SED liefern Werte der Erdbebengefährdungsparameter auf einem Referenzfels. Zur Bestimmung der lokalen Erdbebengefährdung müssen diese Gefährdungswerte auf Fels mittels Standortuntersuchungen für die lokalen geologischen Eigenschaften angepasst werden (so genannte seismische Mikrozonierung). Als Förderungsmassnahme unterstützt das BAFU die Realisierung von Karten der seismischen Baugrundklassen nach Norm sia 261, einer der Lösungsansätze zur seismischen Mikrozonierung.

Einführung

Je weicher ein Untergrund ist, desto stärker werden die Erdbebenschütterungen lokal verstärkt. Darüber hinaus dauern Erdbebenschütterungen auf Lockergestein länger an als auf Fels. Begründet ist dies dadurch, dass die Erdbebenwellen durch Reflektions- und Refraktionseffekte im Lockergestein „gefangen werden“. Diese Phänomene werden in tiefen und schmalen Tälern wie den alpinen Tälern besonders stark.



Bei Erdbeben werden die Erdbebenschütterungen, je weicher der Untergrund, desto stärker und länger. Dies erklärt warum benachbarte, identische Gebäude auf unterschiedlichem Baugrund bei einem Ereignis sehr verschiedentlich beschädigt werden können. Neben dem Baugrund spielt auch die Umgebung eine Rolle, da Erdbeben auch Felsstürze und Massenbewegungen aktivieren, sowie eine Bodenverflüssigung verursachen können.

Die Bodenbewegungen können einen Untergrund aus wassergesättigtem, locker gelagertem Sand „verflüssigen“. Dabei verliert dieser für kurze Zeit seine Tragfähigkeit; das Bauwerk sinkt ein oder neigt sich zur Seite.

Werden Steine, grössere Felspartien oder Lockergestein in Bewegung gesetzt, kann es unter dem Bauwerk oder

in seiner Umgebung zu Massenbewegungen (Steinschlag, Felssturz, Bergsturz, Rutschungen) kommen, welche das Gebäude beschädigen oder gar zerstören können

Mit Standortuntersuchungen überprüft man, wie die Intensität der Bodenerschütterungen durch die lokale Geologie beeinflusst wird. Dabei werden die Verstärkung der Erdbebenwellen im Lockergestein, sowie der Einfluss der Geometrie des Felsuntergrunds (2D und 3D Effekte) berücksichtigt. Die Möglichkeit einer von Erdbeben ausgelösten Bodenverflüssigung oder Massenbewegung wird ebenfalls untersucht. Diese Standortuntersuchungen können in verschiedenem Umfang erfolgen.

Die Karte der Baugrundklassen nach Norm sia 261

Die Norm sia 261 umfasst fünf Baugrundklassen von A bis E mit unterschiedlicher Erdbebeneinwirkung sowie einer sechsten Baugrundklasse F für strukturempfindliche und organische Böden, für die eine besondere bodendynamische Untersuchung verlangt wird.

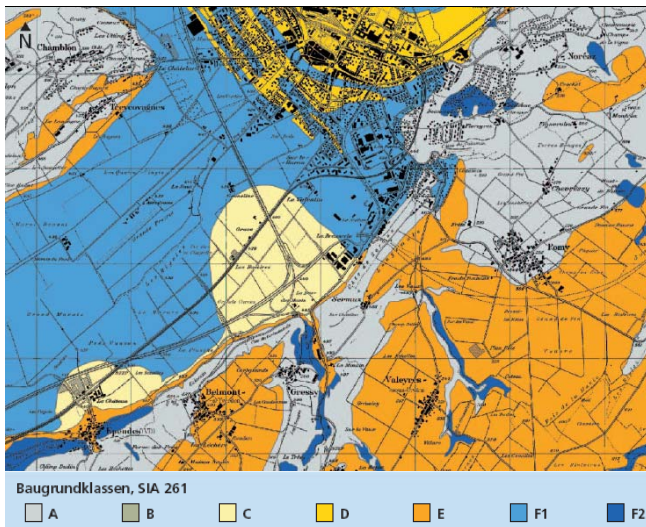
Baugrundklassen nach Norm sia 261 (2003)

A	Harter Fels (z. B. Granit, Gneis, Quarzit, Kieselkalk, Kalk) oder weicher Fels (z. B. Sandstein, Nagelfluh, Juramergel, Opalinuston) unter max. 5 m Lockergesteinsabdeckung
B	Ablagerungen von grossräumig zementiertem Kies und Sand und/oder vorbelastete Lockergesteine mit einer Mächtigkeit über 30 m
C	Ablagerungen von normal konsolidiertem und unzementiertem Kies und Sand und/oder Moränenmaterial mit einer Mächtigkeit über 30 m
D	Ablagerungen von nicht konsolidiertem Feinsand, Silt und Ton mit einer Mächtigkeit über 30 m
E	Alluviale Oberflächenschicht der Baugrundklassen C oder D mit einer Mächtigkeit zwischen 5 und 30 m über einer steiferen Schicht der Baugrundklassen A oder B
F1	Strukturempfindliche und organische Ablagerungen (z. B. Torf, Seekreide) mit einer Mächtigkeit über 10 m
F2	Aktive oder reaktivierbare Rutschungen

Ein erster Lösungsansatz zur Mikrozonierung besteht in der Zuteilung des Baugrunds in eine der Baugrundklas-

sen der Norm sia 261. Diese Zuteilung erfolgt auf Grund der Bewertung von geologischen Unterlagen (geologischen Karten, Bohrungen, geotechnische Berichte, Gefahrenkarten für Massenbewegungen).

Mit diesem Vorgehen können Karten der Baugrundklassen nach Norm sia 261 im Massstab 1:25'000 (Ausdehnung: Regionen oder ganze Kantone) erstellt werden.



Beispiel einer Karte der Baugrundklassen nach sia 261 im Raum Yverdon (VD)

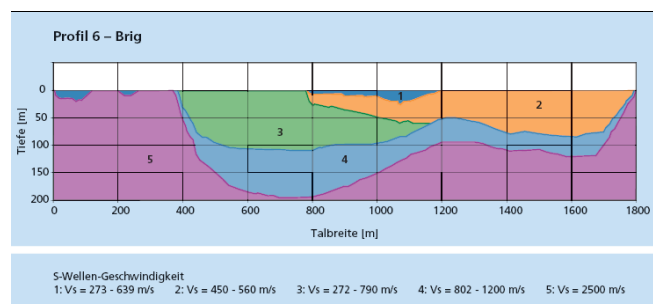
Mit Hilfe der Karte der Baugrundklassen und der Karte der Erdbebenzonen der Norm sia 261, können sowohl die Erdbebenzone als auch die Baugrundklasse für einen Standort ohne spezifische Untersuchung bestimmt werden. Mit diesen zwei Parametern können dann die Erdbebenkräfte anhand der Bestimmungen der Baunorm sia 261 berechnet werden.

Das BAFU unterstützt die Finanzierung der Erstellung solcher Karten der Baugrundklassen in den Kantonen und zentralisiert die Ergebnisse in einer interaktiven Internetapplikation (siehe weitere Informationen). Zurzeit haben die Kantone GE, FR, OW, NW, SO, VD, VS flächendeckende Karten der Baugrundklassen erstellt. Bei den Kantonen JU und NE sind diese flächendeckenden Karten in Erarbeitung. In den Kantonen TI, SG, LU und GR wurden selektierte Gebiete kartiert.

Seismische spektrale Mikrozonierungsstudien

Ein zweiter Lösungsansatz besteht in der Modellierung der Amplifikation der Erdbebenwellen in der lokalen Geologie mittels einer spektralen seismischen Mikrozonierung. Dieses Verfahren ist aufwändiger als die Herstellung von Karten der Baugrundklassen und wird vor allem für Zonen oder Bauwerke mit hohem Risikopotential verwendet. Als Ergebnis werden lokale seismische Amplifikationsfunktionen und Antwortspektren bestimmt. Diese Antwortspektren können anstatt der Antwortspektren der Baunorm sia 261

zur Bestimmung der Erdbebenkräfte vom Ingenieur angewendet werden. Die dadurch bestimmten Erdbebenkräfte sind oft (aber nicht immer) kleiner als diejenigen die mit den vordefinierten Antwortspektren der Baunorm sia 261 bestimmt werden. Zonen für die solche spektrale Mikrozonierungen existieren und durch kantonale Baubehörden in Kraft gesetzt wurden, existieren in Wallis (Monthey und Brig/Visp). Eine spektrale Mikrozonierung wird in den Kantonen Basel Stadt und Basel Land 2009 abgeschlossen. Weitere Studien sind auch in den Kantonen Waadt und Wallis vorgesehen. Die Zonen, für welche spektrale Mikrozonierungen in Kraft sind, können auch auf der interaktiven Internetapplikation des BAFU konsultiert werden (siehe weitere Informationen).



Beispiel eines geophysikalischen Modells zur Modellierung der Amplifikation der Erdbebenwellen bei der lokalen Geologie in der Region Brig.

Kosten

Die Kosten für die Erstellung von Karten der Baugrundklassen nach sia 261 liegen in der Grössenordnung von SFr. 130.-/km², können jedoch, je nach Umfang und Qualität der vorhandenen geologischen Grundlagen variieren. Sie beinhalten nicht eine allfällige systematische Digitalisierung der Geologie.

Das BAFU stellt den Kantonen bis SFr. 100'000.- pro Jahr zur Unterstützung von Projekten für die Erstellung von Karten der Baugrundklassen nach SIA 261 zur Verfügung.

Die Realisierung von seismischen spektralen Mikrozonierungsstudien ist deutlich aufwändiger und wird von der Komplexität und die Fläche des zu untersuchenden Gebiets stark beeinflusst.

Weitere Informationen

www.bafu.admin.ch/erdbeben -> Erdbebengefährdung -> Karte der Erdbebenzonen und Baugrundklassen

Literatur

Verfahren zur Erstellung und Verwendung von Mikrozonierungsstudien in der Schweiz. 2004, BWG, 2004
www.bafu.admin.ch/erdbeben -> Publikationen aus dem Bereich Erdbeben

Bearbeiter/in: Blaise Duvernay, Friederike Braune; Stand: April 2009
 Kontakt: Blaise Duvernay, BAFU, Bern | Blaise.Duvernay@bafu.admin.ch
 Friederike Braune, BAFU, Bern | Friederike.Braune@bafu.admin.ch