

# Erdbebengerechtes Bauen in Horw

Eine Hilfestellung für Bauherren,  
Investoren, Gebäudeeigentümer und  
Hausverwaltungen



Gemeinde  
**HORW**

# Was ist ein Erdbeben?

(Auszug aus Webseite Schweizerischer Erdbebendienst SED an der ETH Zürich)

Erdbeben entstehen durch einen plötzlichen Spannungsabbau entlang von Brüchen in der Erdkruste, ausgelöst durch eine relative Bewegung der Gesteinsschichten auf beiden Seiten eines Bruches. Die dabei freiwerdende seismische Energie läuft in Form von Wellen durch die Erde und verursacht die als Beben wahrgenommenen Erschütterungen.

Die mit der Plattentektonik zu erklärenden Beben bezeichnet man als **tektonische** Beben. Sie machen den Großteil der weltweit auftretenden Erdbeben aus und treten meistens an den Randbereichen der tektonischen Platten auf. Im untenstehenden Beispiel ist die Aufschiebung der adriatischen auf die europäische Platte mit den sich hebenden Alpen dargestellt.

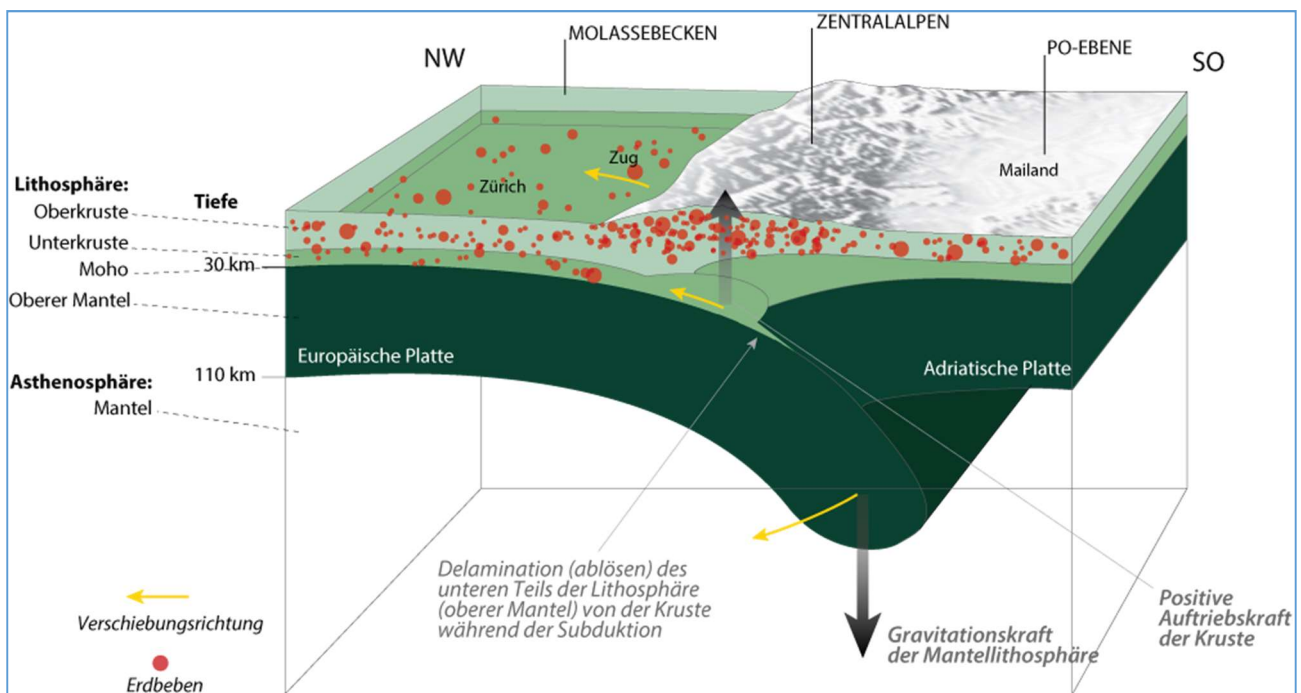


Abbildung 1: Ursachen der Erdbeben im Alpengebiet (Bild aus Webseite Schweizerischer Erdbebendienst SED an der ETH Zürich)

Die spannungsentladenden Verschiebungen in der tieferen Erdkruste breiten sich wellenförmig um das Epizentrum aus und erzeugen an der Geländeoberfläche Schwingungen, die mit Seismographen gemessen und aufgezeichnet werden können.

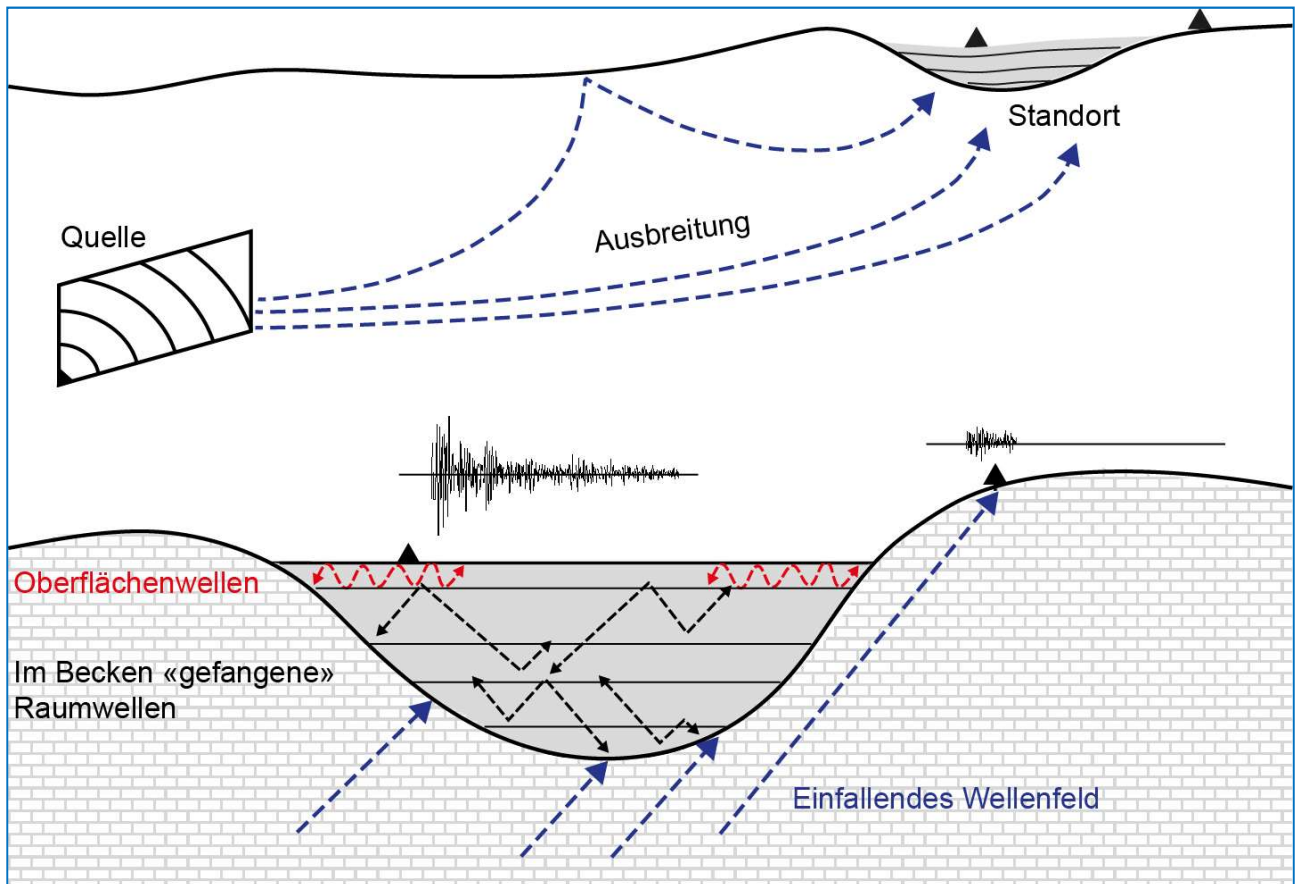


Abbildung 2: Ausbreitung der Erdbebenwellen (Quelle Bundesamt für Umwelt)

## Wie wirkt sich ein Erdbeben auf Bauwerke aus?

Wie gut ein Erdbeben verspürt wird, hängt neben seiner Stärke von der Tiefe des Erdbebenherds (Hypozentrum) sowie dem jeweiligen Untergrund ab. Auf einem weichen Boden (z.B. Talfüllungen, Seeablagerungen) werden Erdbeben deutlicher verspürt als auf felsigem Untergrund. Der lokale Untergrund wirkt sich auch auf die Schadenbilder aus: Erdbebenwellen erfahren in sedimentgefüllten Tälern (z.B. Talebene von Horw) verglichen mit festem Felsuntergrund eine 10-fache Verstärkung und richten im Talboden entsprechend grössere Schäden an. Generell gilt, je solider der Untergrund eines Gebäudes, desto weniger Schaden können Erdbebenwellen anrichten.

Die Auswirkungen eines Erdbebens an der Oberfläche (auf Gebäude, Personen, die Umwelt und Infrastrukturen) werden mit einer zwölfstufigen Intensitätsskala (EMS-98) beschrieben. Bei einer Bauweise wie sie in der Schweiz üblich ist, treten Schäden an Gebäuden im Allgemeinen bei Erdbeben ab Intensitäten von VI – VII auf. Zerstörerische Schäden sind ab einer Intensität von IX zu erwarten.

Bauwerke an der Geländeoberfläche erleiden durch die Bewegungen der Erdbebenwellen Beschleunigungen, die zu massgebenden horizontalen Kräften und Verschiebungen führen. Die Reaktion des Bauwerkes auf ein Erdbeben ist also auch massgeblich von der Konstruktion (und Höhe) des Bauwerkes abhängig. Die Ingenieure benutzen dafür die Antwortspektren, die die Interaktion des Erdbebens mit dem Bauwerk berücksichtigen. Sie zeigen die von der Eigenfrequenzen der Bauwerke abhängigen Erdbebenbeschleunigungen (und damit die „Erdbebenkräfte“) auf. Nachfolgend ist das Beispiel für den Entwicklungsschwerpunkt Bahnhof Horw dargestellt (fett) im Vergleich zum elastischen Antwortspektrum gemäss SIA 261 für die Erbebenzone 1b und die Baugrundklasse D (feine Linie).

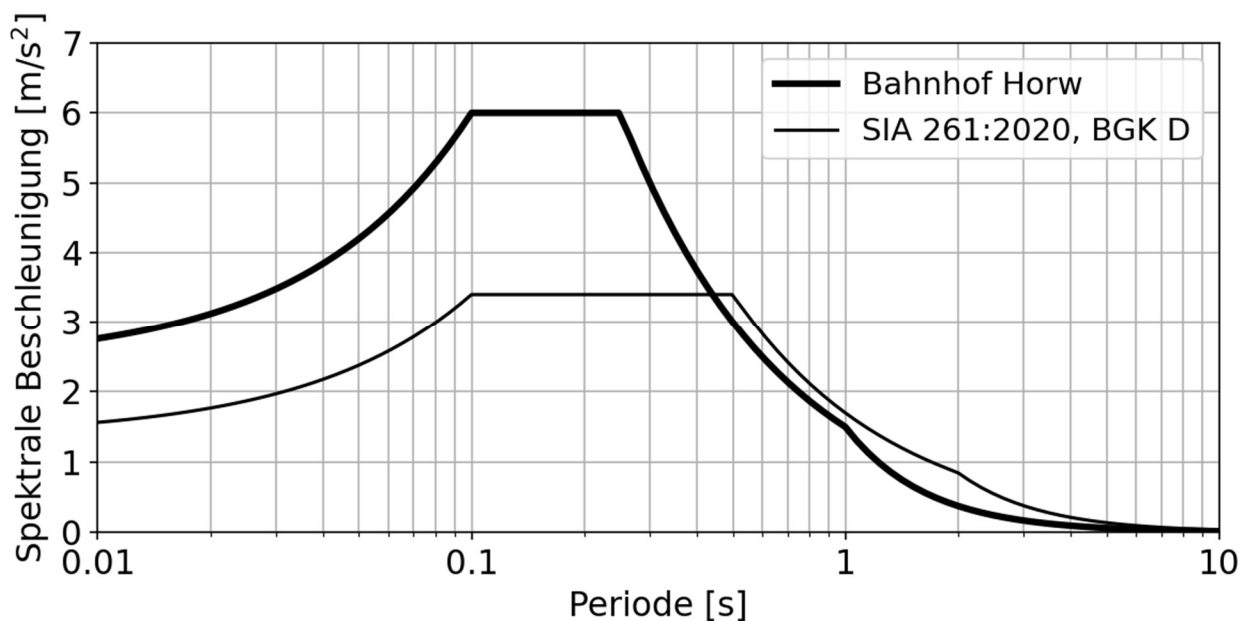


Abbildung 3: Beispiel für elastisches Antwortspektrum ( Bild aus Merkblatt der Gemeinde zur „Spektrale Erdbeben-Mikrozonierung“)

## Was bedeutet erdbebengerechtes Bauen?

Das Risiko „Erdbeben auf Bauwerke“ setzt sich grundsätzlich aus vier massgebenden Anteilen zusammen. In erster Linie wird das Risiko durch die seismische Gefährdung beeinflusst, die in der Schweiz durch die Erdbebenzonen definiert ist, welche in der Norm SIA 261 gegeben sind.

Als zweiter Punkt wirkt sich der Baugrundaufbau auf die Erdbebenauswirkungen aus. Der Baugrundaufbau ist grundsätzlich ortsabhängig und in der Norm SIA 261 durch Baugrundklassen definiert.

Das Schadenpotenzial (investierte Werte z.B. Wert eines Gebäudes) ist ein massgebender Faktor für das Risiko.

Und viertens ist die Verletzbarkeit (z.B. des Gebäudes) ein wesentlicher Faktor für das Risiko.

Da sich Erdbeben nicht vermeiden lassen und der Baugrund in aller Regel vorgegeben ist, lassen sich nur die betroffenen Werte und die Verletzbarkeit durch erdbebengerechtes Bauen beeinflussen. Es besteht die Möglichkeit, die zu erwartenden Schäden mit relativ einfachen Mitteln zu minimieren.

Ansatzpunkte für ein erdbebengerechtes Bauen sind:

- Ausreichend ausgesteifte Bauwerke
- Duktil konstruierte Tragwerke, das heisst Tragwerke, die in der Lage sind Verformungen aufzunehmen und Energien abzubauen
- Deformationsunempfindliche Einbauten
- Stabile Foundationen, die auch bezüglich einer allfälligen Bodenverflüssigung korrekt ausgelegt sind.

### **Welches sind die allgemeinen Grundlagen?**

Die Grundlagen für ein erdbebengerechtes Bauen sind:

- Diverse Publikationen des Schweizerischen Erdbebendienstes SED
- Seismische Gefährdung: Erdbebenzone gemäss Norm SIA 261
- Baugrundklasse gemäss Norm SIA 261
- Zuteilung der Baugrundklassen gemäss Baugrundkarten der Kantone
- Mikrozonierung für spezielle Gebiete
- Bauwerksklasse gemäss Norm SIA 261
- Tragwerksnormen des SIA (260 ff)
- Fachliteratur bezüglich Dimensionierung und Bemessung auf Erdbeben

### **Was ist auf dem Gemeindegebiet von Horw speziell zu beachten?**

Besonders in der Talebene von Horw, zwischen dem Schattenberg im Westen, den Anhöhen der Horwer-Halbinsel im Osten, der Waldegg im Norden und dem See im Süden, führen die unter der Talebene steil abfallenden Felsflanken zu einer Aufschaukelung der Erdbebenwellen und damit zu einer Verstärkung der Beschleunigungen an der Geländeoberfläche. Ähnlich dem Verhalten einer Flüssigkeit in einem Gefäss: bei einem flachen Teller

überschwappt die Flüssigkeit leicht mit moderaten Wellenhöhen, bei einem Becher erleidet die Flüssigkeit bei einer Erschütterung Interferenzen der reflektierten Wellen, die zu vertikalen Spritzern führen.

Das weitere Vorgehen beim Entwurf und der Bemessung von Bauwerken entspricht den aktuellen Normen, setzt keinen Beizug von Erdbebenspezialisten voraus und ist im nachfolgenden Ablaufschema dargestellt.

Beim Entwurf von erdbebengerechten Bauten in der Talebene von Horw ist noch die (beschränkte) Gefahr einer Bodenverflüssigung zu beachten. Unter Erdbebenwellen können sich feinkörnige, gesättigte Bodenschichten verdichten, was bei wassergesättigten Böden, wie sie in der Talebene von Horw verbreitet sind, zum temporären Verlust der Scherfestigkeit führt. Die diesbezüglich empfindlichen Schichten sind auf den obersten 15 m bis 20 m unter der Terrainoberfläche zu erwarten, zeigen aber im Allgemeinen nur eine geringe Mächtigkeit. Um diese Gefahren besser abschätzen zu können, sind für Bauwerke der Klasse II und III (gemäss Norm SIA 261, z.B. wichtige Infrastrukturbauten, Schulhäuser, Feuerwehrmagazine, etc.) zusätzlich Baugrunduntersuchungen angezeigt.

Im Bereich des Seeufers mit dem steil bis auf grössere Tiefe abfallenden Seegrund ist besonders die Stabilität des Ufers und der angrenzenden Gebiete zu beachten. Die Gefahr von Bodenverflüssigung ist dabei mit zu berücksichtigen und kann Instabilitäten erheblich begünstigen.

## **Ortsspezifische Grundlagen**

Mit der vom Kanton Luzern initiierten und von der Gemeinde Horw mitgetragenen und fachtechnisch begleiteten Mikrozonierung wurden die ortsspezifischen Grundlagen für die Bemessung von Bauwerken bezüglich Erdbeben geschaffen. Das Merkblatt der Gemeinde zur „Spektrale Erdbeben-Mikrozonierung“ (siehe [www.horw.ch](http://www.horw.ch)) stellt die Ergebnisse für die planenden und ausführenden Fachleute zusammen.

Die Karte der Baugrundklassen des Kantons Luzern (siehe unter: [www.geo.lu.ch/map/baugrundklassen](http://www.geo.lu.ch/map/baugrundklassen)) definiert die ortsspezifischen Baugrundklassen, wie sie in den Normen des SIA (siehe Norm SIA 261) vorgegeben sind.

# Ablauf für erdbebengerechtes Bauen in Horw

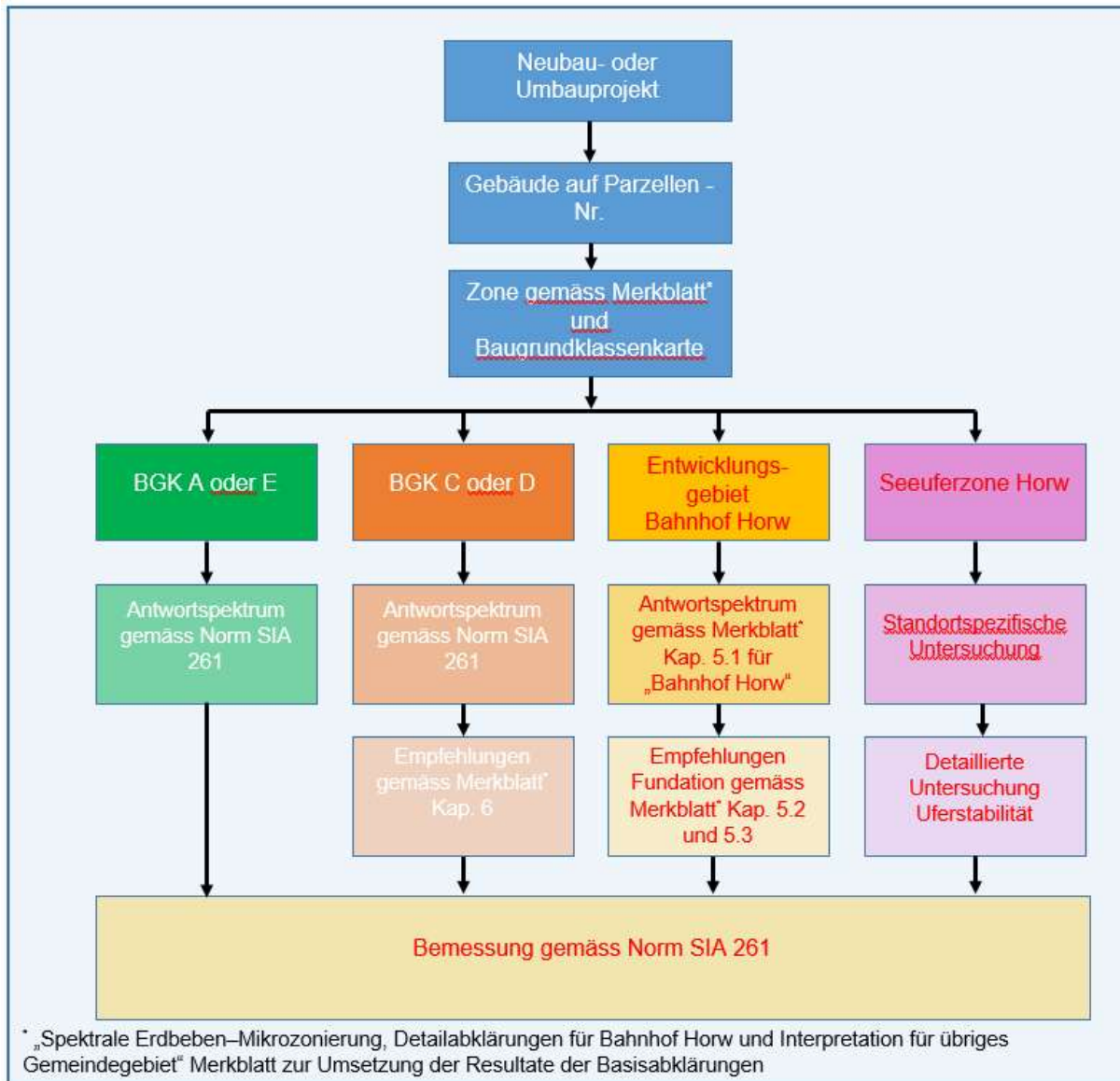


Abbildung 4: Vorgehensschema für Erdbebenbemessung im Gebiet der Gemeinde Horw

## Impressum

Der vorliegende Flyer wurde von der Baudirektion der Gemeinde Horw aufgrund der Vorgaben der durchgeführten Mikrozonierung erstellt. Zur Illustration und zur Verbesserung der Verständlichkeit wurden ausserdem diverse Publikationen des Schweizerischen Erdbebendienstes an der ETH Zürich sowie Informationen aus der Fachliteratur verwendet. Weitere Informationen sind unter: [www.seismo.ethz.ch](http://www.seismo.ethz.ch) zu finden.

Gemeinde Horw  
Baudepartement  
Gemeindehausplatz 1  
Postfach  
6048 Horw  
Tel. 041 349 12 92  
[baudepartement@horw.ch](mailto:baudepartement@horw.ch)  
[www.horw.ch](http://www.horw.ch)

Öffnungszeiten:  
Montag bis Freitag 08.00 - 11.45 und 14.00 – 17.00 Uhr  
Termine sind auch ausserhalb der ordentlichen  
Öffnungszeiten möglich

Ausgabe Juni 2021