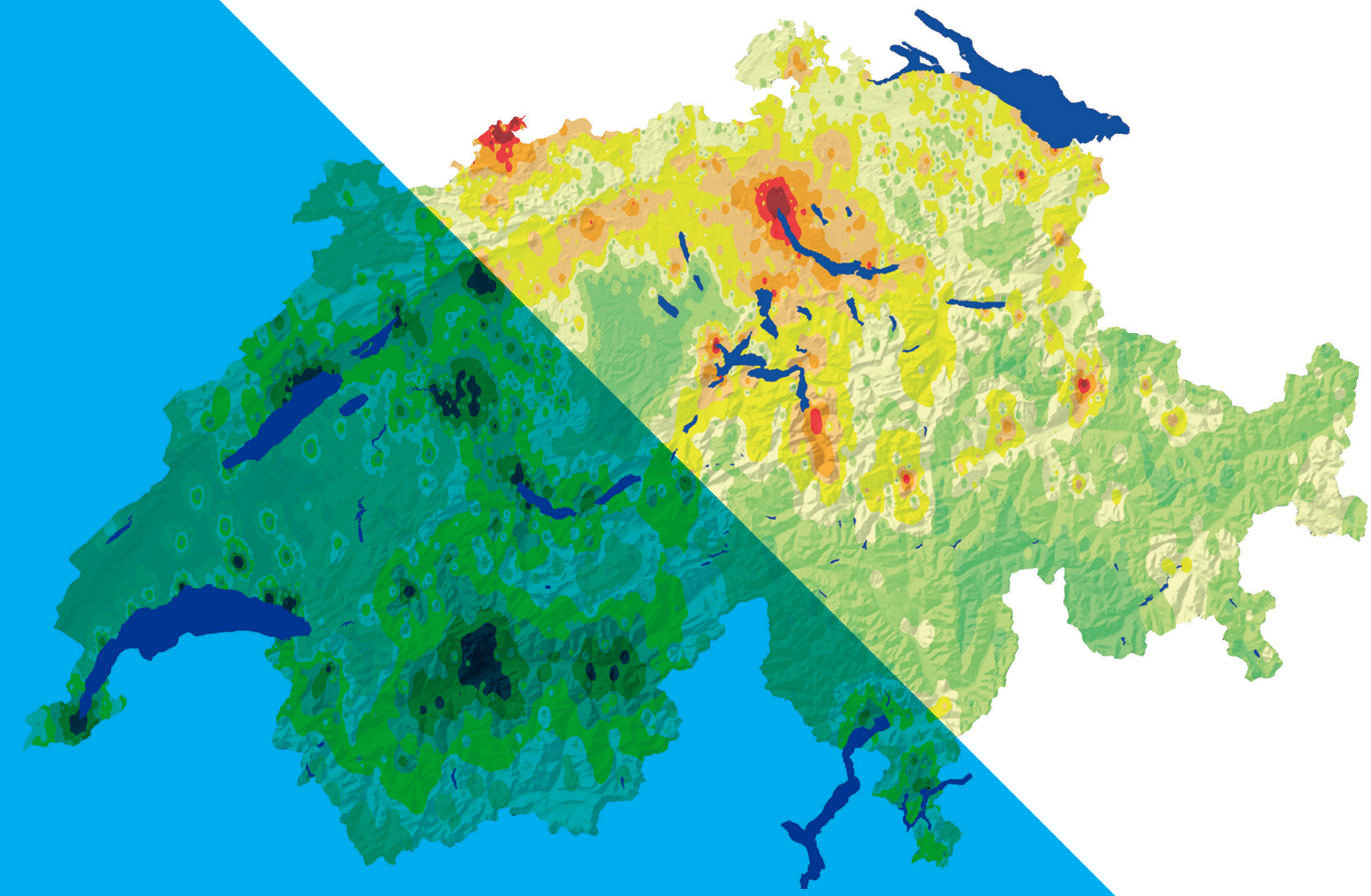
Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Informationen und Empfehlungen für Werkeigentümer und politisch Verantwortliche



Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Stärkere Erdbeben sind im Kanton Zürich sehr selten. Im Ereignisfall sind aber dennoch Gebäude- und Infrastrukturschäden zu erwarten. Der Zürcher Regierungsrat hat 2011 die SIA-Erdbebennormen in der Besonderen Bauverordnung I (BBV I) als verbindlich erklärt. Die Mehrkosten für Neubauten, die aus den Massnahmen für erdbebengerechtes Bauen erwachsen, sind gering, vorausgesetzt, die Anforderungen werden frühzeitig berücksichtigt. Auch bei bestehenden Anlagen lässt sich die Erdbebensicherheit zum Teil mit wenig Aufwand erheblich verbessern.

Das vorliegende Informationsblatt orientiert Werkeigentümer und die politisch Verantwortlichen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung über den Handlungsbedarf und die Handlungsmöglichkeiten in ihrem Verantwortungsbereich.



(© by-studio - Fotolia)

Dieses Informationsblatt soll

- für die Erdbebenproblematik bei Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen sensibilisieren,
- aufzeigen, welche Anforderungen an bestehende und neue Anlagen hinsichtlich der Erdbebensicherheit gestellt werden und wie vorzugehen ist, um diese Anforderungen zu erfüllen.

Bevölkerung braucht sauberes Trinkwasser!

Nach einem Erdbeben von erheblicher Stärke herrscht ein Krisenfall. In diesem Moment ist es von existenzieller Bedeutung, dass der Bevölkerung einwandfreies Trinkwasser zur Verfügung steht. Damit die Wasserversorgung gewährleistet werden kann, müssen die wichtigsten Infrastrukturen im Ereignisfall funktionsfähig bleiben.

Hygiene – eine Lebensnotwendigkeit!

Ungereinigtes Abwasser kann zu Verschmutzungen der Grund- und Oberflächengewässer führen und dadurch das Trinkwasser beeinträchtigen. Ein länger andauernder Rückstau von Abwasser kann im Siedlungsgebiet Krankheiten oder gar Seuchen zur Folge haben. Die sichere Ableitung des Abwassers nach einem Erdbeben stellt deshalb eine der ersten Aufgaben der Ereignisbewältigung dar. Danach sollte die Wiederherstellung der Abwasserreinigung erfolgen.

Biologische Reinigungsstufe einer Abwasserreinigungsanlage (ARA)

(© AWEL Priska Ketterer)



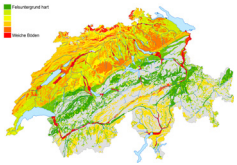
Erdbebenrisiko

Gemäss dem «Risikobericht 2012» des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz gelten Erdbeben nach Pandemien als zweitgrösstes Risiko für die Schweiz. Erdbeben weisen allerdings das höchste Schadenpotenzial aller betrachteten Gefährdungen auf.

Das Erdbebenrisiko ergibt sich aus der Verknüpfung verschiedener Faktoren: der generellen seismischen Gefährdung (Wahrscheinlichkeit für eine bestimmte Stärke eines Erdbebens), dem lokalen Untergrund (Bodenbeschaffenheit), der Verletzbarkeit der Bauwerke und der betroffenen Werte (Siedlungsdichte und Raumnutzung).



Seismische Gefährdung



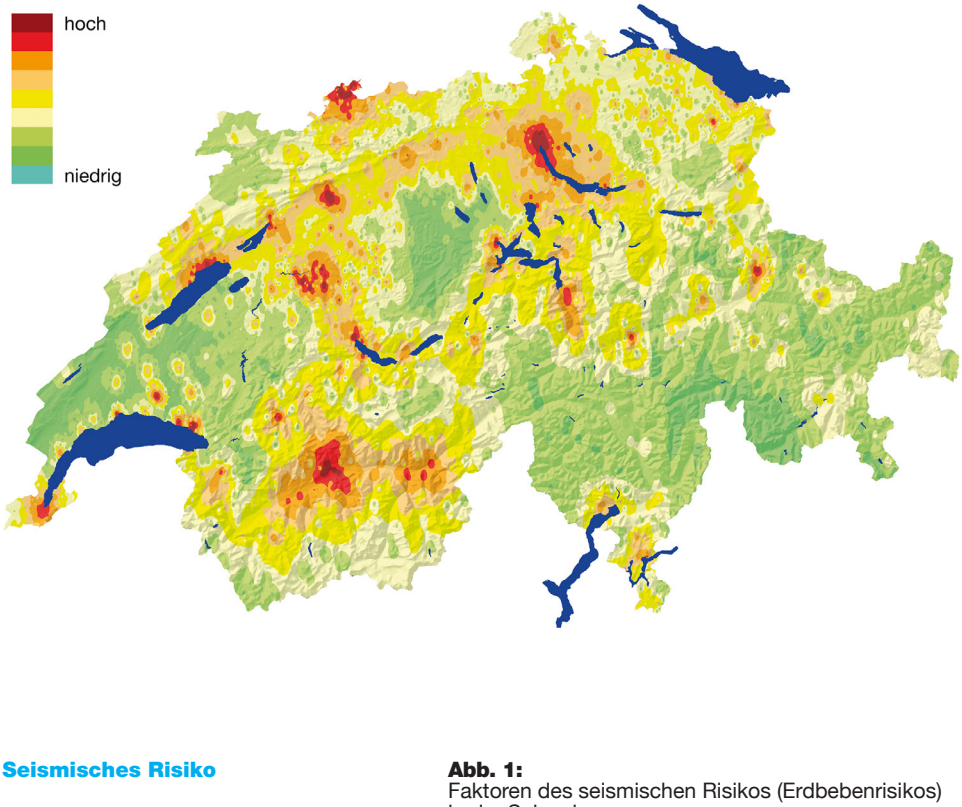
Bodenbeschaffenheit des Untergrunds



Verletzbarkeit



Betroffene Werte



Seismisches Risiko

Abb. 1:
Faktoren des seismischen Risikos (Erdbebenrisikos) in der Schweiz

©: Schweizerischer Erdbebendienst (SED) http://www.seismo.ethz.ch/

Im europäischen Vergleich weist die Schweiz eine mittlere Erdbebengefährdung auf. Wenn auch nur selten, können auch in der Schweiz starke Erdbeben auftreten. Am stärksten gefährdet ist das Wallis, gefolgt von Basel, Graubünden und dem Alpennordrand. Regionen gänzlich ohne Erdbebengefährdung gibt es in der Schweiz nicht. Für die Einwirkung auf Bauten durch Erdbeben ist die Beschaffenheit des Untergrundes jedoch genauso wesentlich wie die seismische Gefährdung. Auf einem ungünstigen Baugrund im Mittelland können somit bei schwachen Beben ähnlich starke Bodenbewegungen und damit Beanspruchungen der Bauten auftreten wie auf einem soliden Felsstandort im Wallis bei starken Beben.

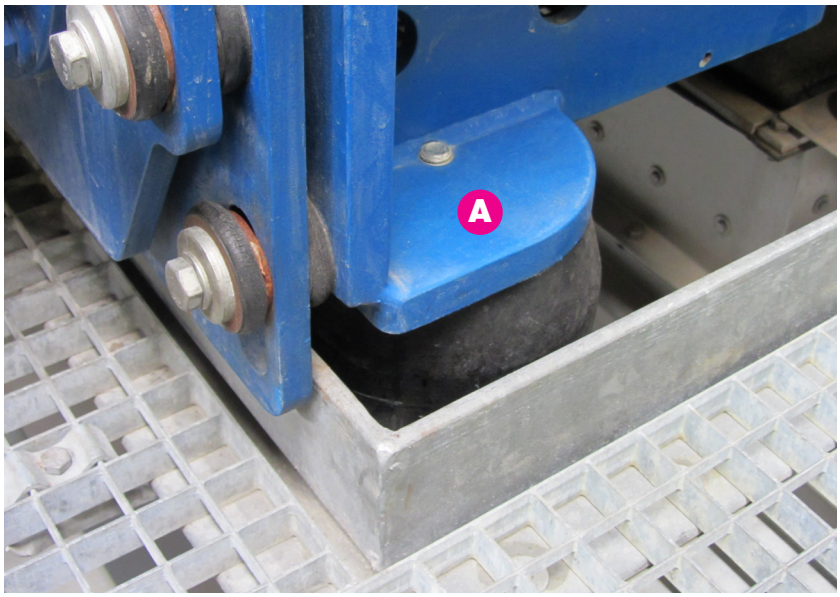
Erdbebenrisiko im Kanton Zürich

Der Kanton Zürich ist nur mässig durch Erdbeben gefährdet. Zu erwarten sind Intensitäten der Stufen VI und VII gemäss einer Klassifizierung von I bis XII. Bei einer Intensität VI muss bei Bauwerken mit schlechter Bausubstanz mit leichten Schäden gerechnet werden. Bei Intensität VII werden bei zahlreichen Bauwerken von solider Bauart leichte Schäden auftreten. Schwächere Bauwerke oder Bauwerke in schlechtem Zustand werden stärker beschädigt und können teilweise sogar einstürzen.

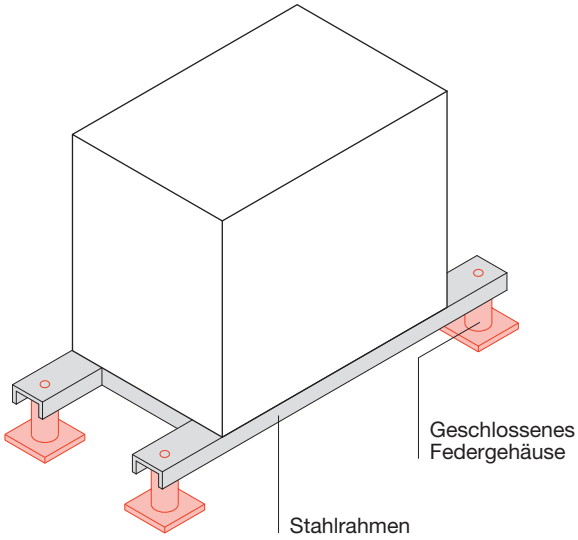
Auch wenn die seismische Gefährdung moderat ist, besteht – im Kanton Zürich vor allem aufgrund der hohen Verletzbarkeit vieler Bauwerke und der hohen Dichte an Werten – lokal ein hohes Risiko durch Erdbeben (vgl. Abb. 1).

Welche Schäden sind zu erwarten?

- Generell sind erdverlegte Leitungen wenig erdbebengefährdet. Übergänge von lockerer Lagerung zu kompakter Einbettung gelten jedoch als verletzbare Stellen. Auch können Rohrbrüche als Folge von Hangrutschungen und anderen Geländeinstabilitäten auftreten.
- Schäden an der Tragstruktur von Bauwerken hängen stark von der Konstruktionsart und den Baumaterialien ab.
- Ungenügend gesicherte Elemente können umkippen oder sich übermässig verschieben.



A – Schlechtes Beispiel: Der Anlageteil ist auf Elastomerlagern zwar schwingungsdämpfend gelagert, jedoch ungenügend – nur in einer Richtung – gegen das Weggleiten gesichert.
(© Basler & Hofmann)



Die Abbildung (aus Lit. 1, S. 26) zeigt verbesserte Lösungen:
• Auf Elastomerlagern gelagerte Einbaukomponenten müssen horizontal in alle Richtungen gegen das Weggleiten gesichert sein.
• Eingespannte Federn beschränken Bewegungen in alle Richtungen.

Wie sicher müssen Bauwerke sein?

Für den Bevölkerungsschutz gehören die Anlagen der Trinkwasserversorgung und Abwasserentsorgung zu den wichtigen Infrastrukturen und bedürfen einer entsprechenden Erdbebenprävention.

In der Besonderen Bauverordnung I (BBV I) sind die SIA-Erdbebennormen SIA 261 ff als verbindlich erklärt. Darin enthalten sind die Bestimmungen zur Erdbebensicherheit neuer Bauwerke. Die Norm verlangt, dass im Falle eines Erdbebens die Tragsicherheit von Bauwerken gewährleistet ist und wichtige Anlagen funktionstüchtig bleiben. Je nach Erdbebengefährdung und Beschaffenheit des Untergrundes (Baugrundklasse) haben Ingenieure, Planer und Betreiber von Infrastrukturanlagen entsprechende Vorkehrungen zu treffen.

In Abhängigkeit der Bedeutung eines Bauwerks oder einer Anlage werden unterschiedliche Schutzgrade angestrebt. Bauwerke der Wasserversorgung müssen als lebenswichtige Infrastrukturen nach einem Erdbeben funktionstüchtig bleiben. Für sie gilt deshalb der höchste Schutzgrad (Bauwerkklasse III). Anlagen der Abwasserentsorgung, wie Schmutzwasserpumpwerke, Sonderbauwerke und die Abwasserreinigungsanlagen (ARA), gelten als bedeutende Infrastrukturen mit mittlerem Schutzgrad und sind grundsätzlich der Bauwerkklasse II zugeordnet (vgl. Lit. 2). Sie müssen nach einem Erdbeben nur so weit funktionstüchtig bleiben, dass das Abwasser sicher abgeleitet werden kann.

Grundsatz

Um das Risiko durch Erdbeben bei Bauwerken und Anlagen der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung zu senken, sind die Werkeigentümer dafür verantwortlich,

1. neue Bauwerke gemäss gültiger Normen erdbebengerecht zu planen und zu bauen,
2. wichtige bestehende Anlagen zu überprüfen und wo nötig anzupassen.

Um dem obgenannten Grundsatz nachzukommen, sind zum einen konzeptionelle und konstruktive Massnahmen zu treffen, zum anderen ist auch der rechnerische Nachweis der Tragsicherheit und – je nach Anlage – der Gebrauchstauglichkeit und Funktionstüchtigkeit im Falle eines Erdbebens zu erbringen.



B – Schlechtes Beispiel: Die Anschlüsse an den Gasdrucktank sollten nicht starr, sondern flexibel ausgeführt werden, damit sie im Ereignisfall nicht abreissen.
(© Basler & Hofmann)

Anforderungen an bestehende Anlagen und Massnahmen zur Ertüchtigung

Trinkwasserversorgung

Die wichtigsten Bauwerke und Anlagen der Wasserversorgung sind im Rahmen der Konzepte für die Trinkwasserversorgung in Notlagen (TWN) zu bestimmen und gemäss den Checklisten des Leitfadens (vgl. Lit. 1) auf offensichtliche Mängel zu untersuchen. Allfällige Mängel sind bis Ende 2025 zu beheben. Für die bedeutenden Trinkwasserfassungen sind die Risiken im Zusammenhang mit der Versickerung aus beschädigten Abwasserleitungen aufzuzeigen.

Abwasserentsorgung

Die bestehenden Sonderbauwerke und die ARA sind vor geplanten Sanierungen und Erweiterungen auf die Erdbebensicherheit zu überprüfen. Dabei sind die zu erwartenden Schäden und die zulässige Ausfalldauer von Bauwerken und Anlagen zu beurteilen. Auf dieser Basis sind die Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit festzulegen und im Rahmen des Umbaus zu realisieren.

Bei ARA, bei denen das AWEL ein hohes Potenzial für Gewässerverschmutzungen im Erdbebenfall festgestellt hat, werden die Eigentümer direkt informiert und das weitere Vorgehen wird abgeklärt. Fällt eine dieser ARA bei einem Erdbeben aus, müssen allenfalls Grundwasserfassungen in ihrem Einflussbereich ausser Betrieb genommen werden.

Schlechtes Beispiel: Die Befestigung der Rohrleitungen und Kabelbrücken an der Kalksteinwand birgt die Gefahr, dass die Wand im Ereignisfall einstürzt und die Leitungen und Brücken abreissen.

(© Basler & Hofmann)



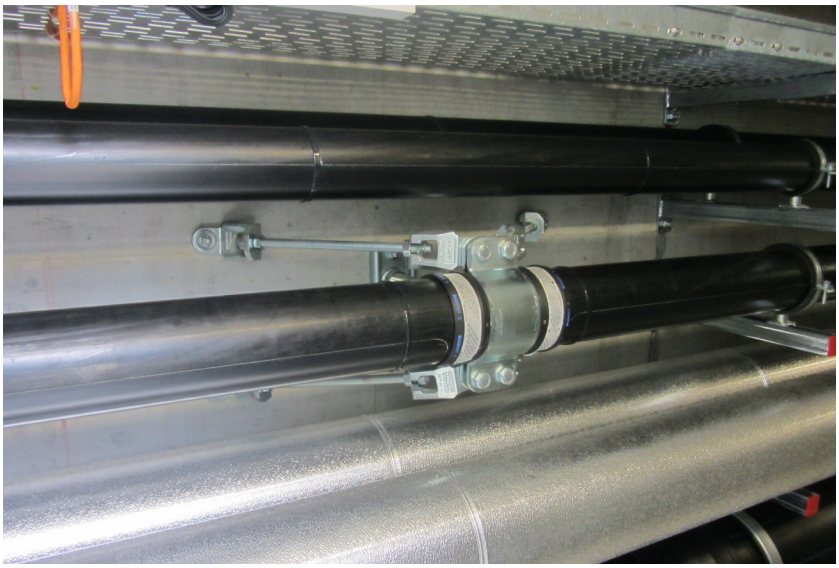
Schlechtes Beispiel: Die Kreiselpumpe ist weder im Boden noch an der Wand verankert. Sie kann im Erdbebenfall umkippen oder weggleiten.

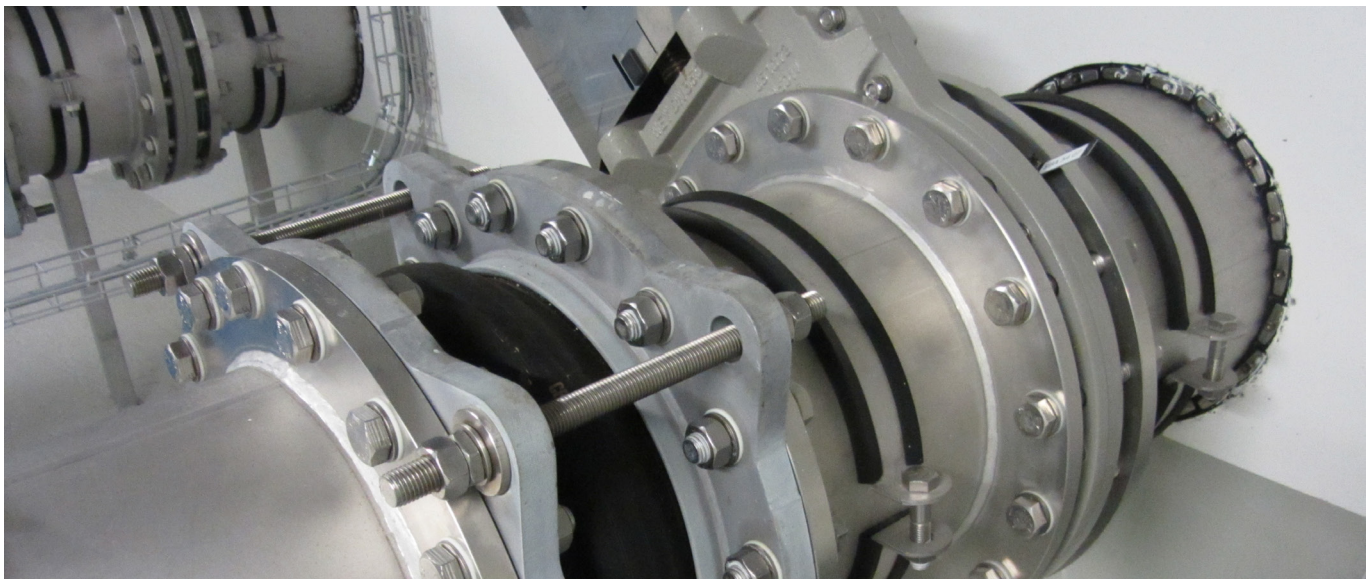
(© Basler & Hofmann)



Gutes Beispiel: Die Rohrleitungen sind auf Stahlkonsolen aufgelegt, die an der Betonwand verankert und in Rohrleitungsrichtung teilweise mit Streben horizontal ausgesteift sind.

(© Basler & Hofmann)





Gutes Beispiel: Flexibler Pumpenanschluss: Die Rohrleitungen sind flexibel mit den Pumpen verbunden, sodass im Falle eines Erdbebens die Rohre nicht beschädigt oder abgerissen werden.
(© Basler & Hofmann)

Anforderungen an neue Anlagen

Wasserversorgungsanlagen

Alle neuen Bauwerke und Anlagen der Wasserversorgung müssen gemäss der Norm SIA 261 erdbebengerecht geplant werden. Sie sind der Bauwerkklasse III zuzuordnen. Schäden an erdverlegten Leitungen werden in Kauf genommen. Es sind aber Vorkehrungen zu treffen, um sie im Schadenfall rasch beheben zu können.

Abwasseranlagen

Nach einem Erdbeben sollen bei neuen Bauwerken und Anlagen alle Komponenten weitestgehend funktionstüchtig bleiben. Damit die Abwasserableitung sichergestellt ist, darf im Siedlungsgebiet in der Kanalisation der Durchfluss nicht unterbrochen werden. In den ARA selbst müssen insbesondere der Durchfluss des Abwassers und die mechanische Reinigung jederzeit gewährleistet sein. Eine reduzierte Reinigungsleistung der übrigen ARA-Verfahrensstufen kann vorübergehend geduldet werden. Auftretende Schäden sollen aber innerhalb weniger Tage repariert werden können. Entsprechend ist die Vorklärstufe Bauwerkklasse III zuzuordnen, die übrigen Anlagen fallen in Bauwerksklasse II.

Leitfaden für die Verbesserung der Erdbebensicherheit

Als Hilfestellung für die Werksverantwortlichen und Planer hat das AWEL den Leitfaden «Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung» erarbeitet (vgl. Lit. 1). Der Leitfaden zeigt den Werksverantwortlichen auf, welcher Handlungsbedarf sich in ihrem Verantwortungsbereich eröffnet, um die Erdbebensicherheit ihrer bestehenden Wasserversorgungs- und Abwasseranlagen zu verbessern und die Erdbebensicherheit neuer Bauwerke und Anlagen zu gewährleisten. So zeigt der Leitfaden häufige Schwachstellen bezüglich Erdbebensicherheit auf und legt dar, wie sie mit Hilfe einfacher Massnahmen im Rahmen ihrer laufenden Instandhaltung behoben werden können.

Zugehörige Dokumente

Die Dokumente sind zu finden unter
www.abwasser.zh.ch > Erdbeben
www.wasserversorgung.zh.ch > Erdbeben

[1] Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Leitfaden für Betreiber und Bauherren zum Vorgehen und Hinweise zur Verbesserung der Erdbebensicherheit, AWEL, Zürich 2018

Quellen und weiterführende Literatur

[2] Erdbeben und Infrastrukturanlagen, Abwassersysteme, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern 2012 (Bericht der Studer Engineering GmbH, Zürich)
[3] Erläuterungen zur Verordnung über die Trinkwasserversorgung in Notlagen, Mitteilungen zum Gewässerschutz, BAFU, 1995
[4] Erdbebengerechte Neubauten in der Schweiz, Flyer, BAFU/SBE, 2013
[5] Ist unser Gebäude genügend erdbebensicher? Flyer, BAFU/SBE, 2013
[6] Erdbebensicherheit sekundärer Bauteile und weiterer Installationen und Einrichtungen, Empfehlungen und Hinweise für die Praxis, Bundesamt für Umwelt (BAFU), Bern 2016

www-Verweise

Schweizerischer Erdbebendienst
www.seismo.ethz.ch

BAFU
www.bafu.admin.ch/erdbeben

Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen
www.baudyn.ch

Kanton Zürich
Baudirektion
AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Walcheplatz 2
8090 Zürich

Telefon: 043 259 32 02
Fax: 043 259 32 69
E-Mail: awel@bd.zh.ch

Zürich März 2018