



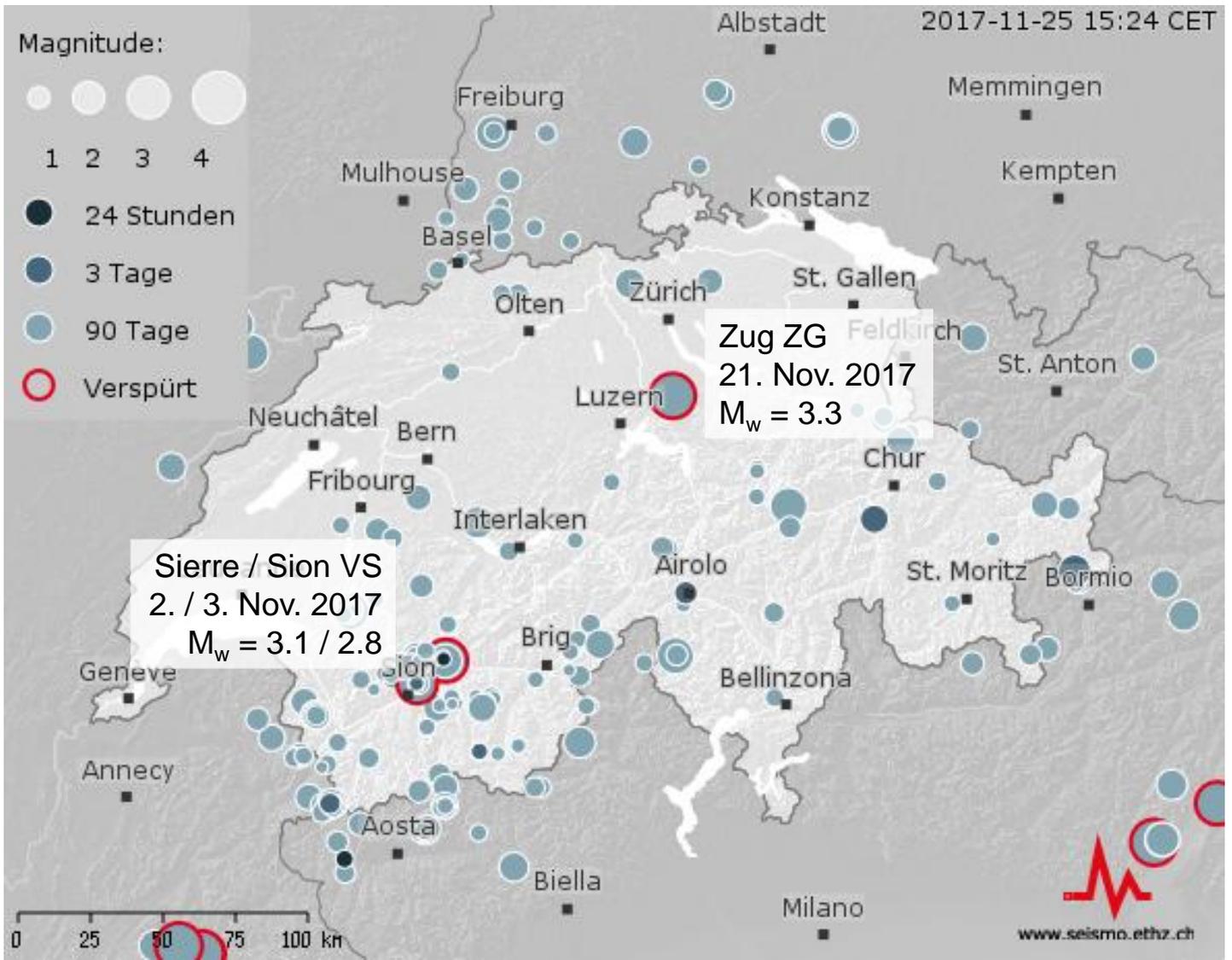
Erdbebenprävention bei Anlagen der Abwasserentsorgung

Zürich, 27.11.2017

Quelle web

AWEL, Kantonale Tagung für das zürcherische Klärwerkpersonal | 27.11.2017 | YM

Basler & Hofmann



**Wir wissen, dass ein Erdbeben kommt –
wir wissen nicht, wann es kommt.**

Basler & Hofmann

Inhalt

Erdbebenrisiko

Bedeutung für den Kanton Zürich

Typische Schadenbilder und -mechanismen

Rechtsslage

Erdbebensicherheit der Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Flyer und Leitfaden des AWEL

Einfache konstruktive Massnahmen

Fragen, Diskussion und weitere Informationen

Basler & Hofmann

Risiko = Gefährdung × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

Grosses Risiko für die Schweiz

Schadenpotential

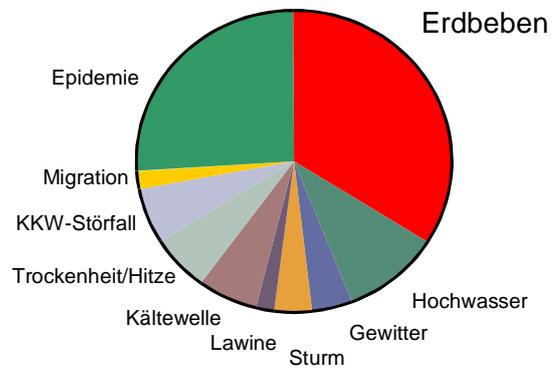
Erdbeben gehören für die Schweiz zu den grössten Risiken

Basler-Beben 1356 heute

Tote in den Hunderten

Verletzte in den Tausenden

über 100 Mia. Franken Sachschäden

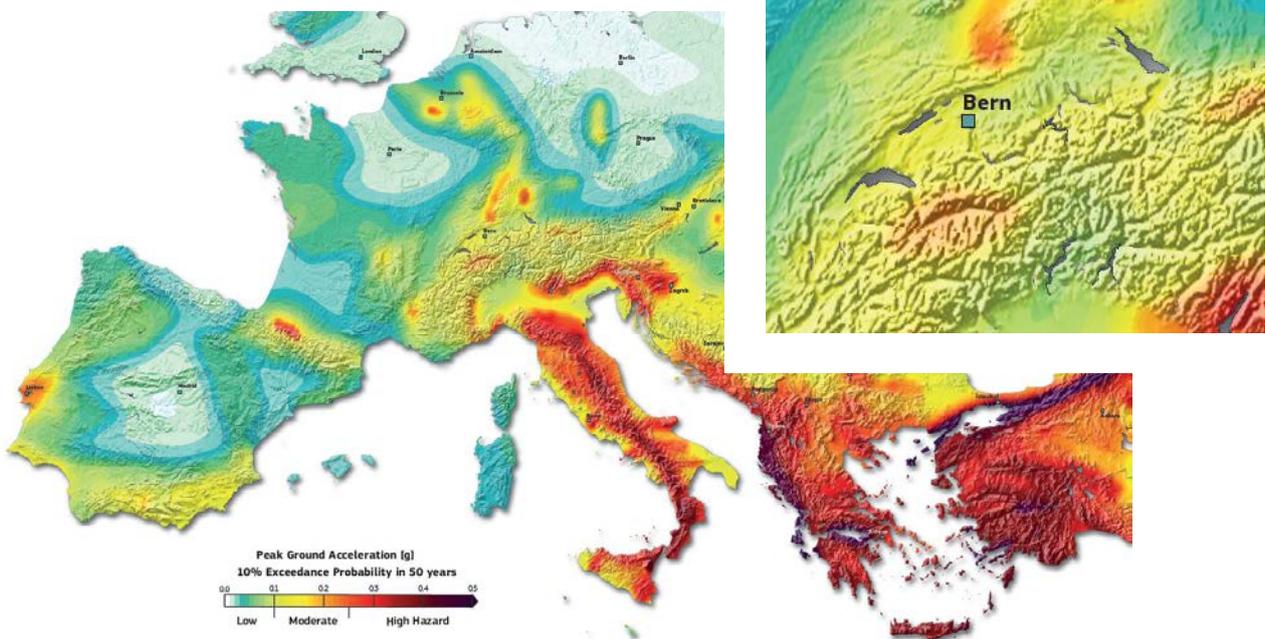


Quelle Katarisk 2003

Basler & Hofmann

Risiko = **Gefährdung** × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

Schweiz mit mittlerer Erdbebengefährdung

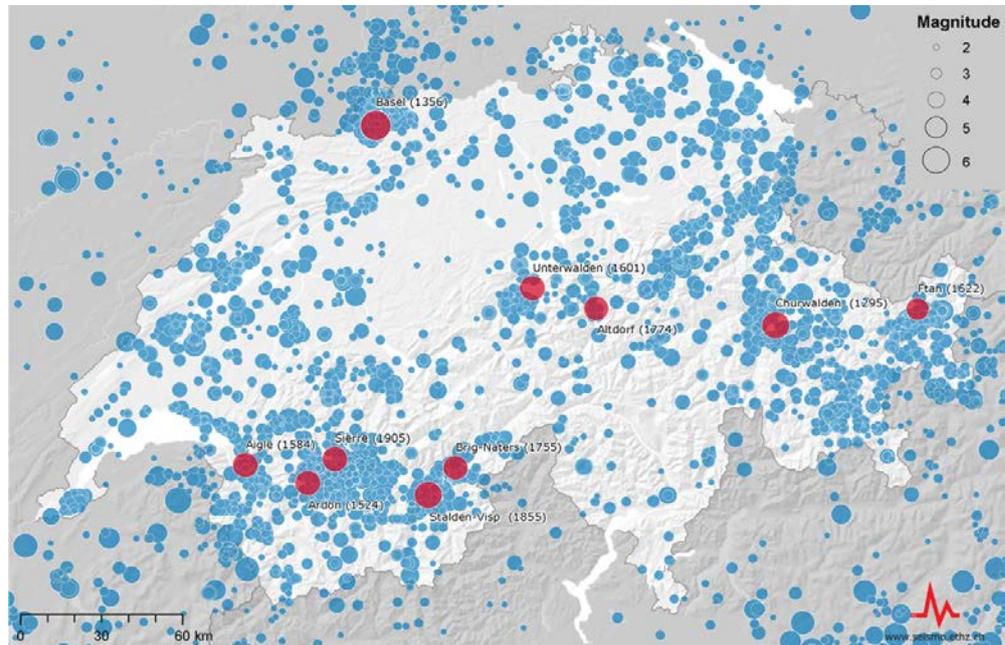


Quelle The EU-FP7 SHARE Project (2007 – 2013)

Basler & Hofmann

Risiko = **Gefährdung** × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

Zehn stärksten Erdbeben (rot), Beben zwischen 1975 - 2017 (blau)



Basler & Hofmann

Risiko = **Gefährdung** × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert



Ereignisse in der Schweiz (Beispiele)

Churwalden 1295, Magnitude 6,2

Basel 1356, Magnitude 6,6

Unterwalden 1601, Magnitude 5,9

Visp 1855, Magnitude 6,2

Sierre 1946, Magnitude 5,8



Statistik Schweizerischer Erdbebendienst SED

500 Beben pro Jahr, 2% wahrgenommen

alle 10 Jahre 1 Beben der Magnitude 5

alle 100 Jahre 1 Beben der Magnitude 6

alle 1'000 Jahre 1 Beben der Magnitude 6,5 - 7,0

Quelle Web & Crealp

Basler & Hofmann

Risiko = **Gefährdung** × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

L'Aquila Erdbeben 6.4.2009 M = 6,3

Christchurch Erdbeben 22.2.2011 M = 6,3

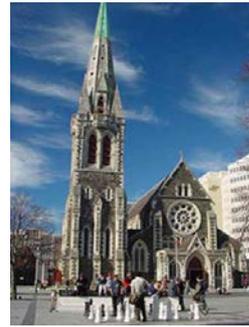
Finale Emilia Erdbeben 20.5.2012
und 29.5.2012 M = 6,1 und 5,8



Photo: AFP, Quelle: web



Photo: Thomas Wenk



Quelle: web



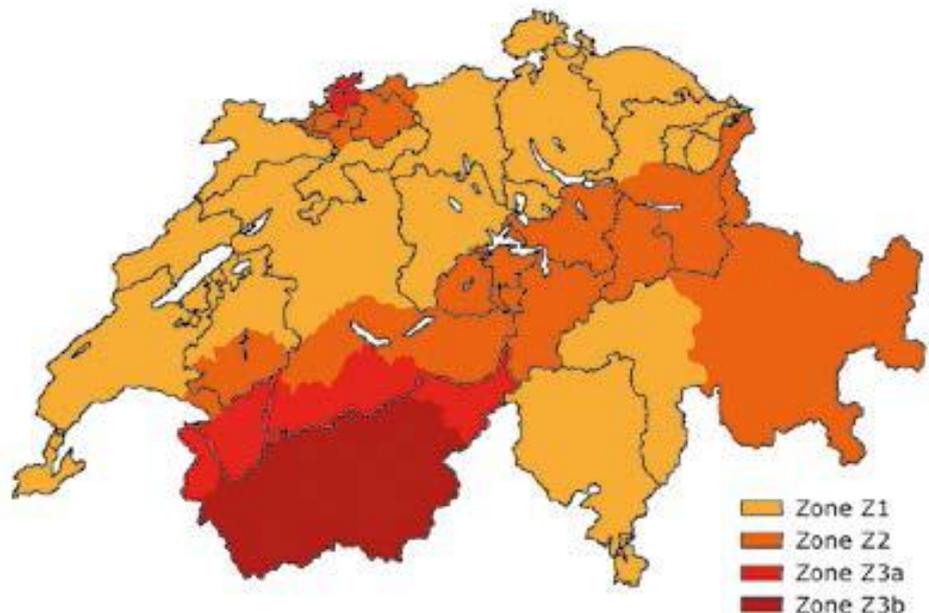
Photo: AP, Quelle: web

Zentralitalien (Accumoli, ...) Erdbeben
24.8.2016 und 26.10.2016 M = 6,2 und 5,9

Basler & Hofmann

Risiko = **Gefährdung** × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

SIA Norm 261: Erdbebenzonen Z1, Z2, Z3a, Z3b
Einfluss Faktor 2,7



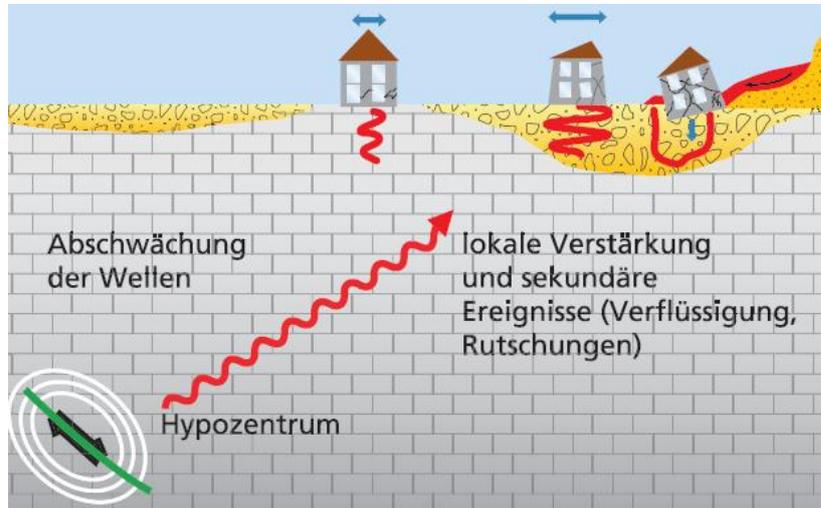
Quelle: BAFU

Basler & Hofmann

Risiko = Gefährdung × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

Lockergesteinsschichten verstärken die Erdbebeneerschütterungen

SIA Norm 261: Baugrundzonen A bis F,
Einfluss Faktor 2,6



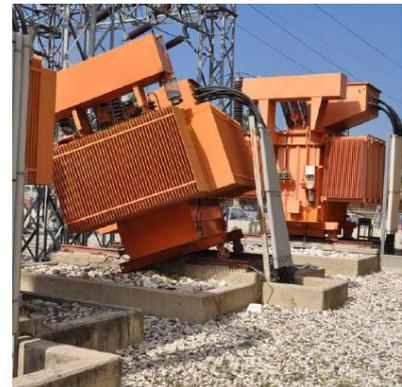
Quelle BAFU

Basler & Hofmann

Risiko = Gefährdung × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

Über 80% der Bauten in der Schweiz weisen eine unbekannte und oft ungenügende Erdbebensicherheit auf!

Verletzbar sind Gebäude – Inhalt – Infrastruktur



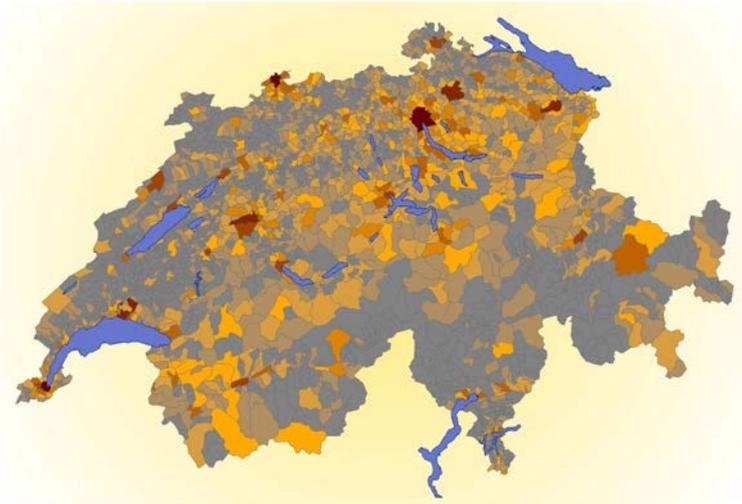
Quelle BAFU

Basler & Hofmann

Risiko = Gefährdung × Baugrund × Verletzbarkeit × Wert

hohe Wertedichte aufgrund
hohem Lebensstandard, hoher Bevölkerungsdichte,
stark ausgebauter und hochwertiger Infrastruktur

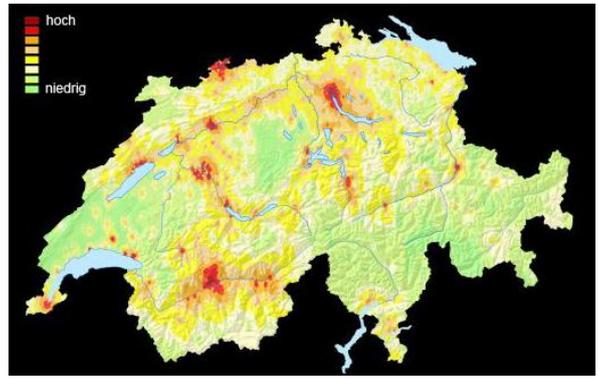
Gebäude – Gebäudeinhalt – Infrastruktur



Gebäudewerte
Quelle web



Erdbebenrisiko



Quelle SED & PartnerRe (nachbearbeitet BAFU)

Ø Erdbebensicheres Bauen senkt Verletzbarkeit / Risiko



Bedeutung für den Kanton Zürich

Starke Erdbeben treten selten auf, statistisch alle 500 bis 1'000 Jahre

Erdbeben der MSK-Intensitäten von VI bis VII zu erwarten, d.h.

∅ Leichtere bis mittlere Gebäudeschäden

∅ Leichtere bis stärkere Schäden an Gebäudeinhalt, Installationen und Infrastruktur

Basler & Hofmann

Typische Schadenbilder

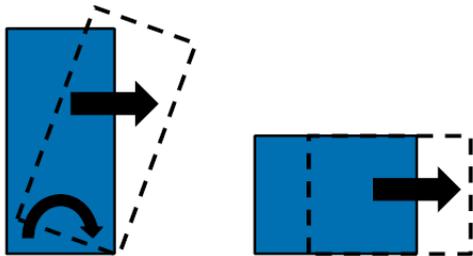


Quelle FEMA E-74

Basler & Hofmann

Typische Schadenmechanismen

Kippen / Gleiten von Installationen, sekundärem Mauerwerk



∅ Abreißen von Leitungen



Quelle FEMA E-74

Basler & Hofmann

Rechtslage

OR 58 Werkeigentümerhaftung

Der Eigentümer eines Werkes haftet für den Schaden, den das Werk infolge fehlerhafter Anlage oder mangelhafter Unterhaltung verursacht. Die Haftung des Werkeigentümers ist Verschuldens-unabhängig.

StGB 229 Gefährdung durch Verletzung der Regeln der Baukunde

Wer anerkannte Regeln der Baukunde verletzt, begeht eine Sorgfaltspflichtverletzung und ist bei einem Schaden strafrechtlich belangbar.

Basler & Hofmann

Rechtslage

Planungs- und Baugesetz (PBG) des Kantons Zürich

Verordnung über die ordentlichen technischen und übrigen Anforderungen an Bauten, Anlagen, Ausstattungen und Ausrüstungen (Besondere Bauverordnung I; BBV I)

BBV I, Erdbebenvorsorge seit 2011 im Anhang

2. Als Richtlinien und Normalien sind zu beachten:

2.9 Erdbebenvorsorge

2.9.1 Normen SIA 260 – 267 (2003) Tragwerksnormen

2.9.2 Merkblatt SIA 2018 (2004) Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben

∅ Umsetzung wird aber im Baubewilligungsverfahren nicht explizit gefordert und nicht kontrolliert.

Basler & Hofmann

Erdbebensicherheit der Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Schutzziel

Die Verschmutzung von Grundwasser und Oberflächengewässer nach dem Erdbebenereignis verhindern.

∅ Trinkwassergewinnung weiterhin möglich

Anforderungen

Der hydraulische Durchfluss des Abwassers und die mechanische Reinigung sind auch nach einem Erdbeben zu gewährleisten.

∅ Kein Unterbruch des Durchflusses in der Kanalisation im Siedlungsgebiet

∅ Vorklärstufe der ARA muss bei einem Erdbeben funktionstüchtig bleiben

∅ Reduzierte Reinigungsleistung der übrigen ARA-Verfahrensstufen kann vorübergehend geduldet werden, Reparatur soll aber innerhalb weniger Tage erfolgen können

Basler & Hofmann

Erdbebensicherheit der Abwasserreinigungsanlagen (ARA)

Handlungsbedarf

- Ø Bestehende Anlagen auf ihre Erdbebensicherheit überprüfen und allenfalls Massnahmen ergreifen

bei den ARAs sind v.a. Installationen und Komponenten gefährdet, die Bauten sind häufig ausreichend sicher da aus viel Stahlbeton

- Ø Neue Anlagen so planen und ausführen, dass die Funktionsfähigkeit aller Anlagen weitestgehend aufrechterhalten werden kann

Information und Hilfestellung des AWEL

- Ø Flyer für Werkeigentümer und politische Verantwortliche
- Ø Leitfaden für Betreiber und Bauherren

Basler & Hofmann

Flyer AWEL

Publikation des AWEL (2017)

Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Informationen und Empfehlungen für Werkeigentümer und politische Verantwortliche

www.awel.zh.ch

- > Wasser & Gewässer
- > Formulare & Merkblätter
- > Sektion Abwasserreinigungsanlagen
- > Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung



Basler & Hofmann

Leitfaden AWEL

Publikation des AWEL (2017)

Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Leitfaden für Betreiber und Bauherren

www.awel.zh.ch

- > Wasser & Gewässer
- > Formulare & Merkblätter
- > Sektion Abwasserreinigungsanlagen
- > Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung



Basler & Hofmann

Leitfaden AWEL

Anforderungen an die Erdbebensicherheit (2)

Vorgehen zur Gewährleistung und Verbesserung der Erdbebensicherheit

- ∅ im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bestehender Anlagen (3)
- ∅ bei Instandsetzung und Umbau (4)
- ∅ bei Neubauten (5)

Anforderungen an Ausschreibung sowie Kontrollen und Abnahmen der Ausführung (6)



Basler & Hofmann

Überprüfung im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bestehender Anlagen (3)

1. Einfache konstruktive Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit

- ∅ Betreiber kann Schwachstelle selber erkennen, ggf. Fachperson hinzuziehen und Massnahmen veranlassen
- ∅ Viele Beispiele im Leitfaden

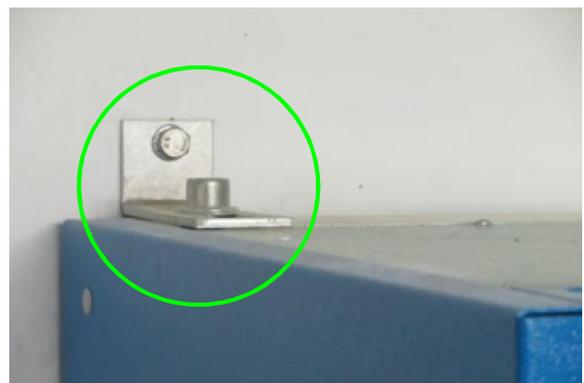
2. Risikobasierte Überprüfung der Erdbebensicherheit von Anlagen nach ihrer Bedeutung

- ∅ Betreiber zusammen mit beigezogenen Fachleuten
- ∅ Empfohlenes stufenweises Vorgehen im Leitfaden aufgezeigt
- ∅ Einbezug des Ergebnisses in die Unterhalts-/Instandsetzungsplanung und in die strategische Planung der Anlage

Basler & Hofmann

Technikschränke gegen Umkippen sichern

- ∅ **Fusspunkte des Schrankes befestigen**
am Boden oder am ausgesteiften Grundrahmen / Doppelboden
- ∅ **Schrank oben halten**
an einer tragenden Wand oder an der Decke



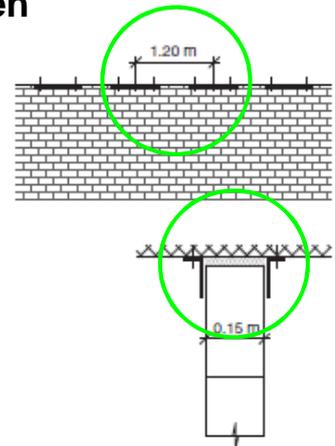
Basler & Hofmann

Sekundäres Mauerwerk gegen Umkippen sichern

Sekundäre (nicht-tragende) Mauerwerkswände können beim Erdbeben einknicken oder umkippen

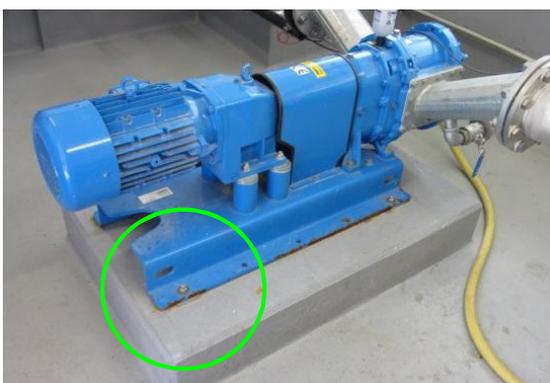
Ø Beschädigung von Installationen

Ø Sekundäre Mauerwerkswände am Wandkopf halten

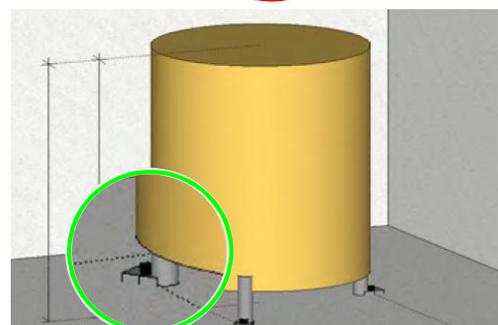


Basler & Hofmann

Komponenten gegen Umkippen / Gleiten sichern



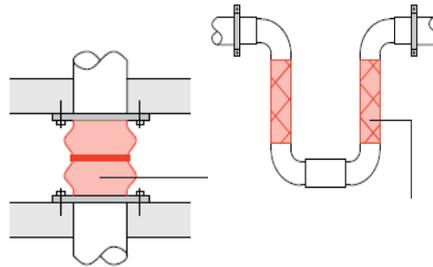
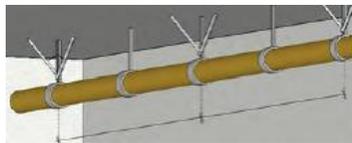
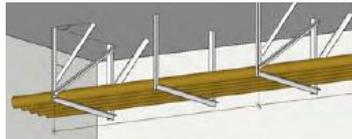
Ø Komponenten befestigen



Basler & Hofmann

Rohrleitungen am Tragwerk befestigen und aussteifen

- Ø Rohrleitungen am Tragwerk **verankern und aussteifen**
- Ø Rohrleitungen mit **flexiblen Anschlüssen** an Einbaukomponenten und Wändurchbrüchen versehen



Verbesserung der Erdbebensicherheit bei Instandsetzung und Umbau (4)

Instandsetzung und Umbau stellen eine Chance dar, die Erdbebensicherheit zu verbessern

- Ø **frühzeitig die Erdbebensicherheit des Bestands überprüfen**
- Ø rechtzeitig den Massnahmenbedarf ins Projekt einfließen lassen
- Ø **Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten regeln**

Eigentümer, Bauherr, Betreiber, Gesamtleiter, Architekt, Bauingenieur, Maschineningenieure, Verfahreningenieure, Baumeister, Handwerker, System- und Komponentenlieferanten usw.

so dass erdbebensicher projiziert, ausgeschrieben und erstellt wird.

Gewährleistung der Erdbebensicherheit bei Neubauten (5)

Neubauten erdbebensicher erstellen → keine neuen Altlasten erzeugen!

- ∅ Anforderungen an die Erdbebensicherheit im Projektpflichtenheft festhalten
- ∅ Fachübergreifende Nutzungsvereinbarung inkl. Erdbebensicherheitskonzept bei den Planern einfordern
- ∅ **Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten regeln**

Eigentümer, Bauherr, Betreiber, Gesamtleiter, Architekt, Bauingenieur, Maschineningenieure, Verfahrensingenieure, Baumeister, Handwerker, System- und Komponentenlieferanten usw.

so dass erdbebensicher projiziert, ausgeschrieben und erstellt wird.

Basler & Hofmann

Erdbebenprävention

Wenn wir alle an die Erdbebensicherheit denken, lässt sich mit wenig Aufwand viel Schaden vermeiden.

Basler & Hofmann

Fragen, Diskussion und weitere Informationen



Weitere Informationen zum Thema Erdbebenprävention

- www.awel.zh.ch -> Flyer und Leitfaden
- www.baudyn.ch -> Faltblätter
- www.bafu.admin.ch -> Diverse Publikationen
- www.seismo.ethz.ch -> Diverse Publikationen

Basler & Hofmann



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

Yves Mondet

Leitender Experte bauliche Sicherheit, Basler & Hofmann

yves.mondet@baslerhofmann.ch, +41 44 387 13 63

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit !

Basler & Hofmann Zürich