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

Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung

Leitfaden für Betreiber und Bauherren zum Vorgehen und Hinweise zur Verbesserung der Erdbebensicherheit



Impressum

Baudirektion des Kantons Zürich
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL)
Basler & Hofmann AG, Ingenieure,
Planer und Berater
steiger texte, konzepte, beratung

Zürich, 2018

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung **4**
Bevölkerungsschutz im Erdbebenfall
Wirkung eines Erdbebens
Gesetzliche Verankerung
1.1 Ziel des Leitfadens 5
Hilfestellung für die effiziente Pflichterfüllung
Aufzeigen von Defiziten und Schwachstellen
Arbeitshilfe und Hinweise für Planer
1.2 Abgrenzung und Gültigkeit 5

2. Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Anlagen **6**
2.1 Geltende SIA-Normen 6
2.2 Schutzziele 6
2.3 Beurteilung bestehender Anlagen 7
Stärke der Erdbebeneinwirkung
2.4 Anforderungen an neue Anlagen im Kanton Zürich 8
Anforderungen an neue Wasserversorgungsanlagen
Anforderungen an neue Kanalisationsanlagen und ARA
2.5 Anforderungen an bestehende Anlagen im Kanton Zürich und Handlungsbedarf 8
Handlungsbedarf bei bestehenden Wasserversorgungsanlagen
Handlungsbedarf bei bestehenden ARA-Anlagen

3. Vorgehen im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bestehender Anlagen **9**
3.1 Einfache konstruktive Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit 9
3.2 Risikobasierte Überprüfung von Anlagen nach ihrer Bedeutung 9
Die einzelnen Schritte der Überprüfung
Nutzen der Überprüfung
Beizug von Fachpersonen

4. Vorgehen bei Instandsetzungen und Umbauten **11**
4.1 Überprüfung 11
Wichtige Aspekte der Ausschreibung und Bestellung
4.2 Ertüchtigung 12
Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten
Nutzungsvereinbarung
Ertüchtigungskonzepte und Kontrolle der Umsetzung

5. Vorgehen bei Neubauten und Erweiterungen **14**
5.1 Ausschreibung der Projektierung 14

6. Ausschreibung, Kontrolle und Abnahme der Ausführung **15**
6.1 Zielführende Ausschreibung in der Submissionsphase 15
6.2 Kontrolle und Abnahme der Ausführung 15

7. Literatur **16**

8. Glossar **17**

Anhang
Anhang 1 18
Häufige Schwachstellen und konstruktive Massnahmen
Übersicht über die Beispiele
Anhang 2 29
Checklisten
Anhang 3 30
Konzeptbericht Erdbebensicherung und -bemessung
Anhang 4 32
Nutzungsvereinbarung für Gebäude und Anlagen

1. Einleitung

Bevölkerungsschutz im Erdbebenfall
Stärkere Erdbeben sind im Kanton Zürich zwar sehr selten, im Ereignisfall sind aber Gebäude- und Infrastrukturschäden zu erwarten. Dabei ist für den Schutz der Bevölkerung die Erdbebensicherheit von Wasserversorgungsanlagen (WV-Anlagen) sowie von Abwasserreinigungsanlagen (ARA) von existenzieller Bedeutung. Denn im Krisenfall, wie er nach einem Erdbeben von erheblicher Stärke eintritt, müssen die wichtigsten Infrastrukturen funktionsfähig bleiben.

Bei WV-Anlagen liegt der Fokus auf der Sicherstellung der Trinkwasserversorgung nach dem Erdbebenereignis. Um Krankheiten oder Seuchen zu vermeiden, muss aber auch ein längerer Rückstau von Abwasser im Kanalisationssystem im Siedlungsgebiet verhindert werden. Entsprechend muss dafür gesorgt werden, dass das Abwasser auch im Krisenfall abgeleitet wird. Zudem kann ungereinigtes Abwasser Grund- und Oberflächengewässer und somit auch das Trinkwasser verschmutzen. Bei den ARA ist daher die Reinigungsleistung sicher- oder wiederherzustellen, damit Gewässerverschmutzungen verhindert werden, welche die Trinkwassergewinnung beeinträchtigen.

Wirkung eines Erdbebens
Im Erdbebenfall werden Bauwerke, sekundäre Bauteile (vgl. Glossar, S. 17), Installationen und Komponenten von Wasserversorgungsanlagen und ARA durch die Bodenbewegung vor allem horizontal angeregt. Dies hat zur Folge, dass schwere und schlanke Objekte verrutschen, umkippen, abstürzen oder in ihrer Funktion versagen. Menschen werden dadurch gefährdet, Fluchtwege blockiert und die Funktion der Anlage wird beeinträchtigt. Ziel der Erdbebenprävention ist es deshalb, die Bauwerke, Installationen und Komponenten erdbebengerecht zu realisieren. Dies bedeutet, sie gegen horizontale Erdbebeneinwirkung auszusteifen und vor allem Installationen, aber auch nichttragende (sekundäre) Bauteile so zu befestigen oder zu verankern, dass ein Versagen verhindert wird.

Gesetzliche Verankerung
Der Regierungsrat des Kantons Zürich hat 2011 die SIA-Normen und -Merkblätter zum erdbebensicheren Bauen in der Besonderen Bauverordnung I (BBV I) als verbindlich erklärt; mit den Normen SIA 260 ff. [9] diejenigen für Neubauten und mit dem Merkblatt SIA 2018 [11] dasjenige für bestehende Bauten. Damit ist die Erdbebenprävention durch erdbebensicheres Bauen im Kanton Zürich gesetzlich verankert.

Die Kosten bei Neubauten, die aus den Massnahmen für erdbebensicheres Bauen erwachsen, sind gering, sofern bei der Planung die Mindestanforderungen frühzeitig und zielgerichtet berücksichtigt werden. Auch bei bestehenden Anlagen lässt sich die Erdbebensicherheit in der Regel mit wenig Aufwand erheblich verbessern.

1.1 Ziel des Leitfadens

Der vorliegende Leitfaden dokumentiert die anwendungsorientierten Erkenntnisse und Folgerungen aus den vorliegenden Untersuchungen zur Erdbebensicherheit bestehender Wasserversorgunganlagen [7] und ARA [8] und aus dem Rahmenbericht des Bundes [2].

Hilfestellung für die effiziente Pflichterfüllung
Der Leitfaden soll den Betreibern und Bauherren der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung im Kanton Zürich helfen, ihre Pflichten hinsichtlich der Erdbebenprävention effizient erfüllen zu können. Dazu werden

- die Anforderungen an die Erdbebensicherheit erläutert (Kap. 2),
- das effiziente und zielgerichtete Vorgehen zur Gewährleistung und Verbesserung der Erdbebensicherheit
  - im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bestehender Anlagen (Kap. 3),
  - bei Instandsetzung und Umbau (Kap. 4) sowie
  - bei Neubauten (Kap. 5) aufgezeigt und
- die Anforderungen an Ausschreibung sowie Kontrolle und Abnahme der Ausführung (Kap.6) beschrieben.

Für Instandsetzungen und Umbauten sowie für Neubauten wird aufgezeigt, wie Bauherren die Leistungen unter Berücksichtigung der Erdbebensicherheit sinnvoll und zielführend ausschreiben und bestellen. So wird sichergestellt, dass die beauftragten Planer ihre Pflichten hinsichtlich der Erdbebensicherheit kennen und effizient erfüllen können.

Aufzeigen von Defiziten und Schwachstellen
Der Leitfaden zeigt den Betreibern auf, wo im Falle von Erdbeben bei der Wasserversorgung und der Abwasserentsorgung Defizite bestehen können. Es werden häufige Schwachstellen und Fehlkonstruktionen erläutert, die die Erdbebensicherheit reduzieren und die in der Regel im Rahmen der laufenden Instandhaltung und des Unterhalts mittels einfacher konstruktiver Massnahmen eigenständig behoben werden können (Anhang 1).

Arbeitshilfe und Hinweise für Planer
Die Anhänge 1 bis 4 stellen für die Bauherren und Betreiber nützliche Arbeitshilfen und Hinweise dar. Diese dienen auch den beauftragten Planern.

1.2 Abgrenzung und Gültigkeit

Das gesamte Gebiet des Kantons Zürich ist gemäss Norm SIA 261 der tiefsten Erdbebengefährdungszone Z1 zuzuordnen. Die Aussagen dieses Leitfadens gelten deshalb grundsätzlich für alle Wasserversorgungsanlagen und ARA im Kanton Zürich.

Der Leitfaden ist als Empfehlung und Arbeitshilfe zu verstehen. Aus seiner Anwendung lassen sich keine Forderungen im Schadenfall ableiten.

2 Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Anlagen

2.1 Geltende SIA-Normen

Die Bestimmungen zur Erdbebensicherheit neuer und bestehender Anlagen formulieren die Normen SIA 260 und SIA 261 [9] sowie das Merkblatt SIA 2018 [11].

Sie verlangen, dass im Falle eines Erdbebens die Tragsicherheit der Anlagen (Bauwerke, sekundäre Bauteile, Installationen und Komponenten) gewährleistet ist und wichtige Anlagen funktionstüchtig bleiben. Bei Neubauten kann dieses Ziel durch eine normgerecht erdbebensichere Bauweise und Ausführung der Anlagen erreicht werden. Wird dieses Ziel bei bestehenden Anlagen nicht erreicht, soll es mit verhältnismässigen Massnahmen angestrebt werden.

Das Merkblatt SIA 2018 beziehungsweise die künftige Norm SIA 269/8 regelt die Notwendigkeit und die Verhältnismässigkeit von Massnahmen.

2.2 Schutzziele

Je nach der Bedeutung einer Anlage werden unterschiedliche Schutzziele angestrebt. Die Norm SIA 261 berücksichtigt die Bedeutung des Bauwerks und regelt das angestrebte Sicherheitsniveau über die sogenannten Bauwerksklassen I bis III (vgl. Abb. 1).

Anlagen der Wasserversorgung müssen als lebenswichtige Infrastrukturen nach einem Erdbeben nicht nur strukturell intakt, sondern auch funktionstüchtig (gebrauchstauglich) bleiben. Deshalb gelten für sie die höchsten Schutzziele der Bauwerksklasse III (BWK III) – mit Ausnahme der erdverlegten Leitungen, die der Bauwerksklasse II zugeordnet werden (vgl. Kap. 2.4).

Abb. 1
Bauwerksklasse (BWK) nach Norm SIA 261

BWK und Merkmale	Bedeutungsbeiwert γ_f	Erdbebenwiederkehrperiode	Erforderliche Nachweise SIA 261
I ▪ Personenbelegung PB[1] ≤ 50 Personen ▪ keine grösseren Menschenansammlungen oder besonders wertvolle Güter/Einrichtungen ▪ Schädigung der Bevölkerung oder der Umwelt ausgeschlossen	1.0	475 Jahre Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 % in 50 Jahren	Tragsicherheit inkl. Nachweis der sekundären Bauteile
II ▪ Personenbelegung PB[1] > 50 Personen ▪ grössere Menschenansammlungen ▪ besonders wertvolle Güter und Einrichtungen ▪ bedeutende Infrastrukturfunktion	1.2	ca. 700 Jahre Überschreitungswahrscheinlichkeit von 7 % in 50 Jahren	Tragsicherheit inkl. Nachweis der sekundären Bauteile
III ▪ lebenswichtige Infrastrukturfunktion	1.4	ca. 1000 Jahre Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % in 50 Jahren	Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit inkl. Nachweis der sekundären Bauteile

[1]Personenbelegung: Über die Nutzungsdauer betrachteter Mittelwert der Anzahl Personen in und um ein Bauwerk, die durch dessen Versagen gefährdet ist.

Anlagen der Abwasserentsorgung wie Abwasserkanäle, Schmutzwasserpumpwerke, Sonderbauwerke und die ARA gelten als bedeutende Infrastrukturen mit mittlerem Schutzziel. Sie sind grundsätzlich der Bauwerksklasse II zugeordnet. In erster Linie muss bei einem Erdbebenereignis die Tragsicherheit dieser Anlagen gewährleistet bleiben, sodass kein strukturelles Versagen wie Einstürze von Bauwerken oder Bauwerksteilen, Abreissen oder Bruch von Anlagenteilen wie Komponenten und Installationen auftritt. Diese Anlagen müssen unmittelbar nach einem Erdbeben nur so weit funktionstüchtig bleiben, dass das sichere Ableiten des Abwassers gewährleistet ist. Dies bedeutet, dass dem hydraulischen Durchfluss und der mechanischen Reinigungsstufe im Erdbebenfall eine höhere Bedeutung zukommt als den restlichen Anlagenteilen. Um Verschmutzungen des Trinkwassers zu vermeiden, erfordern Abwasseranlagen im Bereich von Grundwasserfassungen jedoch besondere Beachtung.

2.3 Beurteilung bestehender Anlagen

Nach Merkblatt SIA 2018 beziehungsweise nach künftiger Norm SIA 269/8 wird die Erdbebensicherheit bestehender Anlagen anhand des Erfüllungsfaktors α_{eff} beurteilt. Je nach verwendetem Berechnungsverfahren beschreibt dieser das Verhältnis von Tragwiderstand zu Erdbebeneinwirkung oder das Verhältnis von Verformungsvermögen zu Verformungsbedarf beim Erdbeben. Der Erfüllungsfaktor ist durch eine Fachperson rechnerisch und unter Einbezug von konzeptionellen und tragwerksspezifischen Aspekten zu ermitteln. Wenn der Erfüllungsfaktor α_{eff} im Ist-Zustand unterhalb des Mindesterfüllungsfaktors (α_{min}) liegt, sind Massnahmen zwingend erforderlich und zu realisieren. Liegt er darüber, sind Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit dann zu ergreifen, wenn sie verhältnismässig sind. Die Verhältnismässigkeit kann dabei nach Merkblatt SIA 2018/Norm SIA 269/8 unter anderem mit Hilfe der Risikoreduktion, der Rettungskosten und der Massnahmenkosten beurteilt werden (Abb. 2).

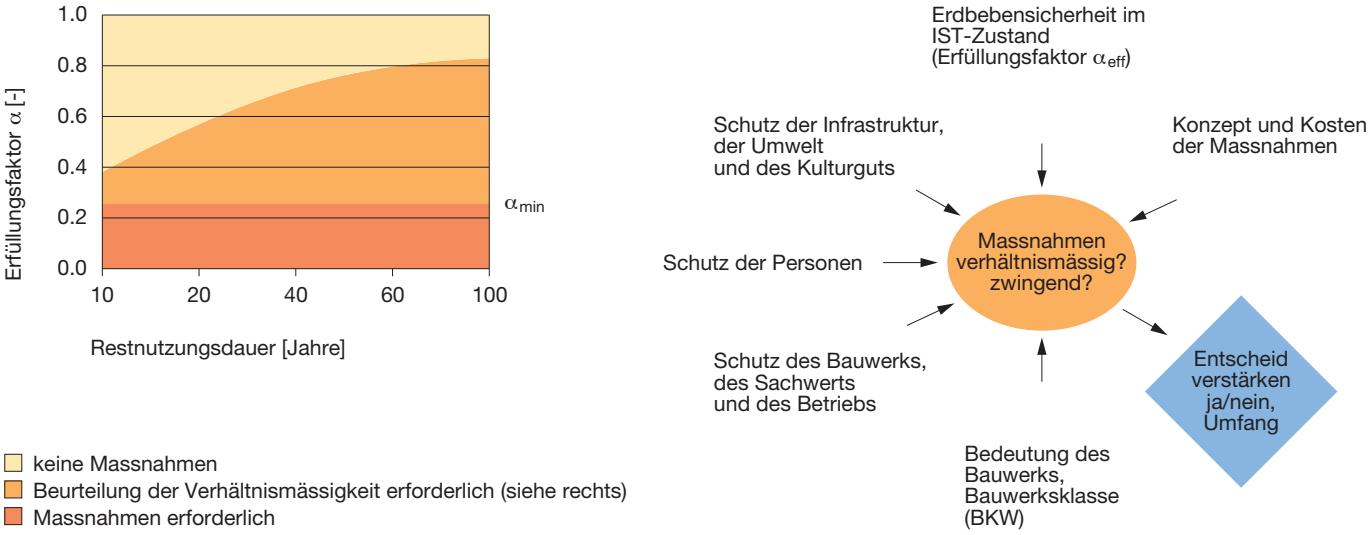


Abb. 2
Konzept SIA-Merkblatt 2018, Erfüllungsfaktor und Verhältnismässigkeitsbeurteilung

Stärke der Erdbebeneinwirkung

Die Stärke der Erdbebeneinwirkung auf Anlagen nach Norm SIA 261 (sogenanntes Bemessungserdbeben) ergibt sich aus der Kombination von Gefährdungszone Z1 bis Z3b, Baugrundklasse (BGK A bis F) und Bauwerksklasse (BWK I bis III). Der ganze Kanton Zürich befindet sich in der für die Schweiz tiefsten Gefährdungszone Z1. Einen ebenso grossen Einfluss auf die Erdbebenstärke (Bemessungserdbeben) wie die Gefährdungszone haben jedoch die Baugrundverhältnisse am Standort, die mit der Baugrundklasse berücksichtigt werden. Mit der Bauwerksklasse (BWK) wird der Bedeutung des Bauwerks und dem angestrebten Sicherheitsniveau Rechnung getragen.

2.4 Anforderungen an neue Anlagen im Kanton Zürich

Anforderungen an neue Wasserversorgungsanlagen
Alle neuen Wasserversorgungsanlagen sind mit BWK III zu planen. Als Ausnahme sind die erdverlegten Leitungen der BWK II zuzuordnen. Schäden an erdverlegten Leitungen werden in Kauf genommen, sollen im Schadenfall aber rasch behoben werden können. Dafür sollte eine entsprechende Vorsorgeplanung für den Schadenfall erfolgen.

Anforderungen an neue Kanalisationsanlagen und ARA
Damit die Abwasserableitung aus dem Siedlungsgebiet sichergestellt ist, darf die hydraulische Wirksamkeit der Kanalisation durch ein Erdbeben nicht unterbrochen werden. Alle neuen ARA sind mit BWK II zu planen. Zudem sollten neue Anlagen derart geplant und gebaut werden, dass nach einem Erdbebenereignis die Funktionsfähigkeit aller Komponenten weitestgehend aufrechterhalten bleibt. In den ARA sind insbesondere der hydraulische Durchfluss des Abwassers und die mechanische Reinigung zu gewährleisten. Die Reinigungsleistungen der übrigen ARA-Verfahrensstufen können zeitweise reduziert sein. Auftretende Schäden sollen innerhalb weniger Tage repariert werden können. Dafür sollte eine entsprechende Vorsorgeplanung für den Schadenfall erfolgen.

2.5 Anforderungen an bestehende Anlagen im Kanton Zürich und Handlungsbedarf

Für bestehende Anlagen gelten grundsätzlich die gleichen Schutzziele und damit Anforderungen wie für neue Anlagen. Sind sie bei der bestehenden Anlage nicht erfüllt, sind Massnahmen zu ergreifen, um die Anforderungen so weit wie erforderlich und verhältnismässig zu erfüllen.

Handlungsbedarf bei bestehenden Wasserversorgungsanlagen
Die wichtigsten Anlagen der Wasserversorgung sind im Rahmen der Konzepte für die Trinkwasserversorgung in Notlagen (TWN-Konzepte) zu bestimmen und auf offensichtliche Mängel zu untersuchen. Falls zur Erfüllung der Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Wasserversorgung erforderlich, sind Mängel bis Ende 2025 gemäss Kapitel 3.1 zu beheben.
Für die Trinkwasserfassungen sind die Risiken im Zusammenhang mit der Versickerung von Abwasser aus beschädigten Leitungen in der Grundwasserschutzzone S2 aufzuzeigen.

Handlungsbedarf bei bestehenden ARA-Anlagen
Die bestehenden ARA sind auf Erdbebensicherheit zu überprüfen. Dabei sind die zu erwartenden Schäden und die zulässige Ausfalldauer von Komponenten oder Anlagen zu beurteilen. Auf dieser Basis sind die Massnahmen zur Verbesserung der Sicherheit festzulegen, zu priorisieren und umzusetzen.
Bei ARA, bei denen das AWEL ein hohes Potenzial für Gewässerverschmutzungen im Erdbebenfall feststellt, werden die Eigentümer direkt informiert und das weitere Vorgehen wird abgeklärt. Beispielsweise müssen im Ereignisfall sensible Grundwasserfassungen ausser Betrieb genommen werden.

3 Vorgehen im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bestehender Anlagen

Im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bieten sich einerseits Chancen, einfache konstruktive, aber wirkungsvolle Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit direkt zu realisieren. Andererseits kann die Erdbebensicherheit der bestehenden Anlage und ihrer Teile im Ist-Zustand durch eine risikobasierte Überprüfung nach Massgabe ihrer Bedeutung erfasst werden. Ersteres kann häufig durch den Betreiber erfolgen, Letzteres erfordert die Mitwirkung einer Fachperson.

3.1 Einfache konstruktive Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit

Die Arbeitshilfe in Anhang 1 bietet den Betreibern Unterstützung, um häufige Schwachstellen bei Komponenten, Installationen und sekundären Bauteilen bei Wasserversorgungsanlagen und ARA zu erkennen und auf einfache Weise zu beheben. Die Arbeitshilfe dient als Basis für eine Anlagebegehung, bei der die häufigsten Schwachstellen visuell überprüft werden. Sie erfolgt am besten durch zwei Personen (Vieraugenprinzip). Mittels der Checkliste in Anhang 2 kann das Ergebnis dokumentiert werden. Die Dokumentation bildet die Grundlage für die Ausführung einfacher konstruktiver Massnahmen. Anhang 1 zeigt neben den potenziellen Schwachstellen mögliche Massnahmen, die häufig direkt durch den Betreiber vorgenommen werden können.

3.2 Risikobasierte Überprüfung von Anlagen nach ihrer Bedeutung

Bei bestehenden ARA wird empfohlen, die Erdbebensicherheit in Zusammenarbeit mit Fachleuten zu überprüfen. Damit die Mittel für die Risikoreduktion effizient eingesetzt werden, sollte die risikobasierte Überprüfung in Schritten und nach Bedeutung der Anlage(teile) erfolgen, wie sie Abbildung 3 wiedergibt.

Bestehende Wasserversorgungsanlagen sind analog der ARA zu betrachten, können aber wegen der meist einfacheren Bauweise in der Regel mit der Checkliste in Anhang 2 von den Betreibern selbst überprüft werden. Bei Unsicherheiten ist immer ein Fachmann beizuziehen.

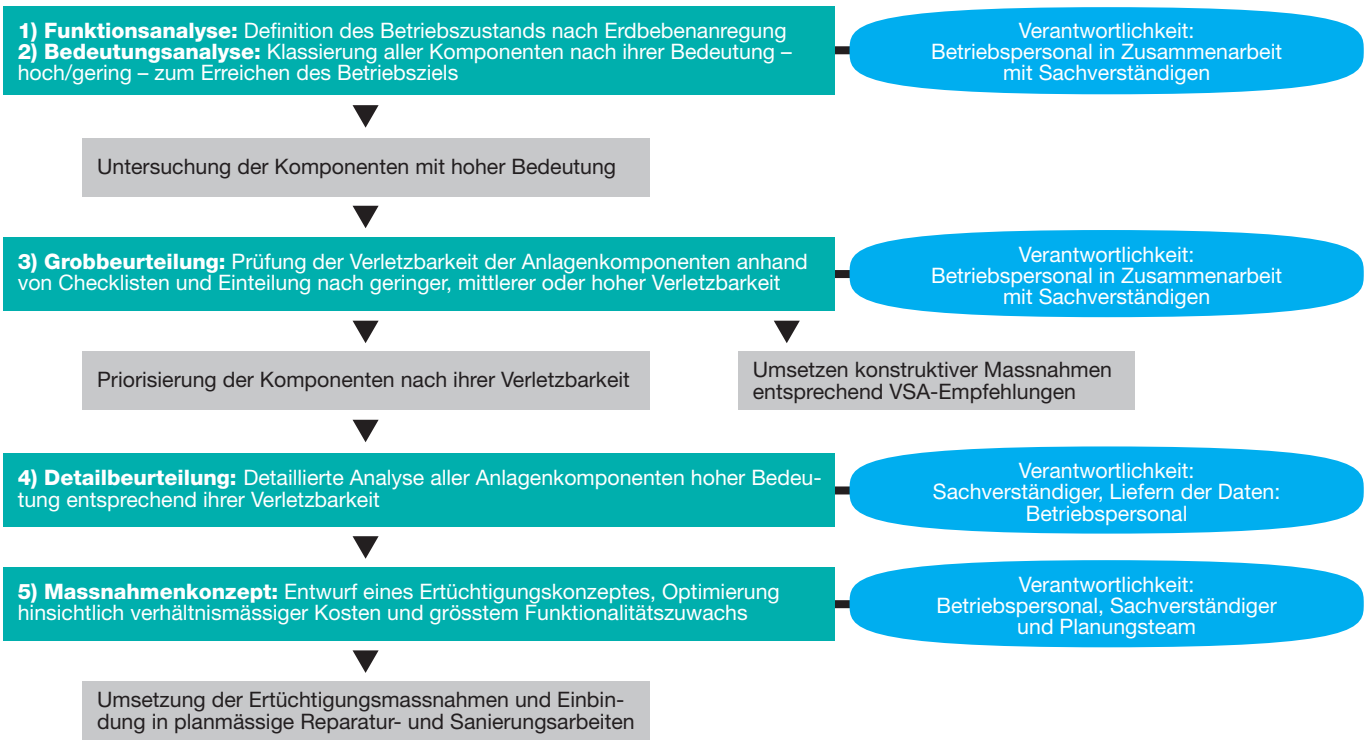
Die einzelnen Schritte der Überprüfung
Das Ziel der Funktions- und Bedeutungsanalyse ist es, diejenigen Anlagenteile zu identifizieren, die für die Erfüllung der Anforderungen bei Erdbeben eine hohe Bedeutung aufweisen. In der anschliessenden Grobbeurteilung werden die identifizierten Anlagenteile durch die beigezogene Fachperson nach ihrer Verletzbarkeit bei Erdbeben kategorisiert. Dazu dienen unter anderem die entsprechenden Checklisten der BAFU-Studie [2]. Die Grobbeurteilung hat zum Ziel, die anschliessende Detailbeurteilung risikobasiert mit denjenigen Anlagenteilen zu beginnen, die eine hohe Verletzbarkeit aufweisen. Die Detailbeurteilung und das Massnahmenkonzept sollen gemäss Merkblatt SIA 2018 beziehungsweise Norm SIA 269/8 erstellt werden.

Nutzen der Überprüfung
Das Ergebnis der Überprüfung kann in die Unterhalts- und Instandsetzungsplanung einbezogen werden, um einfache konstruktive Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit direkt zu realisieren. Zudem kann es auch bei der strategischen Planung der Anlage hinsichtlich Abbrüchen, Umbauten, Instandsetzungen, Erweiterungen und Neubauten dienen, wodurch sich eine grosse Wirkung hinsichtlich einer effizienten Erdbebenprävention (Kostenoptimierung, Nutzung von Synergiepotenzialen) ergibt.

Beizug von Fachpersonen

Um die Überprüfung der Erdbebensicherheit effizient und zielgerichtet durchzuführen, wird empfohlen, eine spezialisierte Fachperson zu beauftragen, denn für die Beurteilung der Erdbebensicherheit – insbesondere von sekundären Bauteilen, Installationen und Komponenten – ist in der Baupraxis kaum Fachwissen und Erfahrung vorhanden. Eine qualitativ ungenügende oder falsche Beurteilung der Erdbebensicherheit kann dazu führen, dass Risiken nicht erkannt werden oder falsche, ineffiziente, nicht notwendige und viel zu teure Massnahmen ergriffen werden.

Abb. 3
Ablaufschema Überprüfungskonzept Erdbebensicherheit von ARA-Anlagen gemäss BAFU-Studie [2]



4 Vorgehen bei Instandsetzungen und Umbauten

Instandsetzungen, Umbauten, Erneuerungen, Sanierungen usw. bieten die beste Gelegenheit, die Erdbebensicherheit bestehender Anlagen zu verbessern. Dabei können Synergien zwischen den Instandsetzungs- und Umbaumassnahmen und den Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung optimal genutzt werden. Dies stärkt die Verhältnismässigkeit der Massnahmen zur Erdbebenertüchtigung und erhöht damit wesentlich die Chancen ihrer Umsetzung.

4.1 Überprüfung

Um diese Chance effizient und zielführend zu nutzen, ist die Erdbebensicherheit derjenigen Anlagenteile möglichst frühzeitig zu überprüfen, die von der Instandsetzung und dem Umbau betroffen sind. «Möglichst frühzeitig» heisst am besten in der strategischen Planung (SIA-Phase 1) oder im Rahmen der Vorstudien (SIA-Phase 2), spätestens aber im Vorprojekt (SIA-Phase 31). Bestenfalls sind einzelne Anlagenteile aufgrund ihrer hohen Bedeutung und Verletzbarkeit bereits im Rahmen des laufenden Betriebs überprüft worden (vgl. Kap. 3).

Wichtige Aspekte der Ausschreibung und Bestellung
Bei der Ausschreibung und Bestellung einer Überprüfung der Erdbebensicherheit durch den Betreiber ist insbesondere Folgendes zu beachten:

- Vom Betreiber sind die Schutzziele und Anforderungen an die Erdbebensicherheit vorzugeben (vgl. Kap. 2). Daraus können der Umfang und die Tiefe der Überprüfung der einzelnen Anlagenteile abgeleitet werden.
- Der Betreiber hat explizit die Überprüfung der Erdbebensicherheit der tragenden Bauteile (Tragwerk der Bauwerke), der sekundären Bauteile, der Installationen und der verschiedenen Komponenten einzufordern.
- Vom Betreiber ist festzulegen, dass die Überprüfung der Erdbebensicherheit nach Merkblatt SIA 2018 beziehungsweise künftig nach Norm SIA 269/8 zu erfolgen hat. Auf diese Weise werden die zu erbringenden Leistungen, das Vorgehen und das Beurteilungsverfahren für die Erdbebensicherheit festgelegt. Die Überprüfung sollte in drei Schritten erfolgen:
  1. Grundlagenvorbereitung und qualitative Beurteilung der Erdbebensicherheit.
  2. Rechnerische Überprüfung der Erdbebensicherheit nach SIA 2018 bzw. SIA 269/8.
  3. Wo erforderlich, Massnahmenvorschläge inklusive Abschätzung der Kosten.

Nach jedem Schritt sollten die Ergebnisse dem Betreiber präsentiert und mit ihm besprochen werden. Gleichzeitig sind die Leistungen für den nächsten Schritt definitiv festzulegen.

- Die Erarbeitung von Massnahmenvorschlägen besteht darin, ingenieurtechnische Konzepte zur Erdbebenertüchtigung aufzuzeigen. Nicht zu den Leistungen einer Überprüfung der Erdbebensicherheit gehören die Ausarbeitung detaillierter Ertüchtigungsvarianten, die Ermittlung einer Bestvariante oder die abschliessende Abklärung der Verhältnismässigkeit einer Ertüchtigung. Diese Arbeiten haben im Rahmen der weiteren Konkretisierungsarbeiten durch ein interdisziplinäres Planungsteam unter Einbezug des Bauherrn und des Betreibers zu erfolgen.
- Der Betreiber hat explizit eine nachvollziehbare Dokumentation der Untersuchungen einzufordern. Diese umfasst einen technischen Bericht mit einer kurzen, allgemein verständlichen Zusammenfassung, nachvollziehbare Berechnungen, eine aussagekräftige Auswahl an Fotos als Anhang zum technischen Bericht und gegebenenfalls einen Sondagebericht.
- Vom Auftragnehmer ist explizit zu fordern, dass er seine eigenen Qualitätssicherungsrichtlinien anzuwenden und einzuhalten hat. Zudem sind die Berechnungsergebnisse von Computerprogrammen stets mittels Abschätzungsberechnungen auf Plausibilität und die Auswirkungen massgebender Annahmen mittels Sensitivitätsuntersuchungen zu prüfen.
- Es sind nur ausgewiesene Fachleute mit entsprechenden Erfahrungen zu beauftragen.

Den beauftragten Fachleuten sind die Anhänge 1 und 2 des vorliegenden Leitfadens abzugeben. Sie dienen als Arbeitshilfe und geben wertvolle Hinweise.

4.2 Ertüchtigung

Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten

Bei einem Instandsetzungs- und Umbauprojekt sind verschiedene Beteiligte involviert: Eigentümer, Bauherr, Betreiber, Gesamtprojektleiter, Architekt, Bauingenieur, Maschineningenieure, Verfahrensingenieure, Baumeister, Handwerker, System- und Komponentenlieferanten usw. Um eine Ertüchtigung (Verstärkung) hinsichtlich der Erdbebensicherheit effizient zu planen und auszuführen, ist es von zentraler Bedeutung, die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten frühzeitig im Projekt zu regeln und festzuhalten. Auf diese Weise wird sichergestellt, dass alle Beteiligten ihre Aufgaben kennen und die Ertüchtigung korrekt realisiert wird. Beispielhaft veranschaulicht Abb. 4, wie die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten geregelt werden könnten. Die Regelung liegt in der Verantwortung des Gesamtprojektleiter und hat im Planerteam zu erfolgen. Sie ist in einem Dokument festzuhalten. Der Bauherr beziehungsweise der Betreiber sollten dieses Dokument einfordern.

Abb. 4
Beispielhafte Regelung der Zuständigkeiten/Verantwortlichkeiten hinsichtlich der Erdbebensicherheit von Anlagenteilen in Instandsetzungs-, Umbau- und Neubauprojekten

	Gesamtprojektleiter	Bauleiter	Architekt	Bauingenieur	Elektroingenieur	Maschinen-/ Verfahrensingenieur	Heizungs-/Lüftungs-/ Klima-/Sanitäringenieur	Brandschutzexperte	Fassadenplaner	…	Produkthersteller/ Systemlieferant	Installateur/Ersteller vor Ort (z.T. Baumeister)	Facility-Manager
Tragwerk		KO	IK	BE, AS								MO	
Abgehängte Decken													
Doppelböden													
Aussen- und Innenwände (sekundär)		KO	AS	BE	IK		IK				(BE)	MO	IK
Fassadenbauteile		KO	AS	IK					BE			MO	
Brüstungen													
Schilder und Reklametafeln													
Vordächer													
Treppenläufe und Podeste													
Verglasungen, Türen und Fenster													
…													
Kamine, Schornsteine und Masten													
Tanks, Kessel, Behälter, Reaktoren		AB		IK		AS	AS				BE	MO	
Pumpen, Ventile, Armaturen													
Systemtechnik, Komponenten													
Transformatoren													
Relaisstationen													
Steuer-/Schaltschränke		AB		IK	AS						BE	MO	
Notstromdiesel und -batterien (USV)													
Befestigung Rohre, Kanäle und Leitungen		AB		IK	AS	AS	AS				BE	MO	
Monoblöcke (Heizung, Klima, Sanitär)													
Aufzüge und Rolltreppen													
Beleuchtungssysteme													
Schwingungsdämpfer und -isolatoren													
Brandschutzeinrichtungen													
…		AB	IK	IK				BE, AS		BE, AS		MO	
Computer (Bildschirme)													
Schränke, Regale und sonstige Möbel		AB	AS								BE	MO	IK
Lagerung gefährlicher Substanzen													
Kunstgegenstände													
…													

Ausschreibung der Fachplanerleistung

AB: Endabnahme während Objektabnahme
AS: Ausschreibung
BE: Bemessung in allen Projektphasen
IK: Information/Konsultation in allen Projektphasen
KO: vorzeitige Abnahme während Ausführung
MO: Montageinstruktion einfordern und umsetzen
XX: …

Nutzungsvereinbarung

Bei grösseren Instandsetzungen und bei Umbauten ist im Vorprojekt (SIA-Phase 31) eine fachübergreifende Nutzungsvereinbarung nach Norm SIA 260 zwischen Bauherr, Betreiber und Planer zu erstellen. Eine mögliche Struktur der Nutzungsvereinbarung ist im Anhang 4 dargestellt. In dieser Vereinbarung sind auch die Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Anlage (Bauwerke, sekundäre Bauteile, Installationen und Komponenten) festzuhalten (vgl. Kap. 2). Sie dienen als Grundlage für die Entwicklung zielgerichteter Ertüchtigungskonzepte und -massnahmen.

Ertüchtigungskonzepte und Kontrolle der Umsetzung

Der Bauherr oder Betreiber soll zudem von den Planern sowie den System- und Komponentenlieferanten das Konzept zur Erdbebenertüchtigung/Erdbebensicherheit einfordern und sich dieses erläutern lassen. Eine mögliche Struktur und die erforderlichen Inhalte eines Konzeptberichts zeigt Anhang 3 auf. Das Konzept soll sicherstellen, dass die Erdbebensicherheit thematisiert und behandelt wird. Schliesslich sollte sich der Bauherr die Umsetzung dieses Konzepts von den Planern bestätigen lassen.

5 Vorgehen bei Neubauten und Erweiterungen

Die Tragwerksnormen des SIA für Neubauten enthalten bereits seit 1989 relevante Vorschriften für das erdbebensichere Bauen. Der SIA hat 2003 diese Vorschriften ein erstes Mal und mit der heute gültigen Norm SIA 261 [9] von 2014 ein zweites Mal verschärft. Bis heute werden diese Normen jedoch häufig missachtet, was vor allem am mangelnden Bewusstsein für das Erdbebenrisiko, am häufig fehlenden oder ungenügenden Fachwissen, an der unzureichenden Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten in den Ordnungen des SIA [12] und an der ungenügenden Zusammenarbeit aller Projektbeteiligten liegt. Der Bauherr hat aber dafür zu sorgen, dass diese Mängel in seinem Projekt vermieden werden und keine neuen nicht erdbebensicheren «Altlasten» erstellt werden.

5.1 Ausschreibung der Projektierung

Bei der Ausschreibung und Bestellung der Projektierungsleistung (Planungsleistung) für eine neue Anlage oder für eine Erweiterung einer bestehenden Wasserversorgungsanlage oder ARA ist insbesondere Folgendes zu beachten:

- Der Bauherr hat im Projektpflichtenheft sowie in der Ausschreibung und Bestellung die Schutzziele und Anforderungen an die Erdbebensicherheit (Kap. 2) vorzugeben. Auf Basis dieser Angaben kann der Umfang der Erdbebensicherung für die einzelnen Anlagenteile abgeleitet werden. Hiermit wird festgelegt, bei welchen Anlagenteilen (Bauwerke, inklusive der sekundären Bauteile, Installationen und Komponenten) die Tragsicherheit und bei welchen zusätzlich die Gebrauchstauglichkeit und Funktionstüchtigkeit bei Erdbeben zu gewährleisten ist.
- Der Bauherr hat explizit festzulegen, dass die definierten Schutzziele und Anforderungen an die Erdbebensicherheit der jeweiligen Anlagenteile (Bauwerke, inklusive der sekundären Bauteile, Installationen und Komponenten) durch konstruktive Ausbildung und Bemessung nach den aktuell gültigen Normen des SIA 260 ff. [9] zu gewährleisten sind.
- Vom Gesamtprojektleiter der Planung hat der Bauherr explizit eine fachübergreifende Nutzungsvereinbarung, inklusive Erdbebensicherheitskonzept, einzufordern. Der Gesamtprojektleiter arbeitet dazu mit allen Beteiligten zusammen und ist für die Umsetzung verantwortlich (weiteres zur Nutzungsvereinbarung vgl. Kap. 4.2 und Anhang 4).
- Vom Gesamtprojektleiter hat der Bauherr die Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Planungs-, Projektierungs- und Ausführungsprozess, insbesondere hinsichtlich der Erdbebensicherheit der sekundären Bauteile, Installationen und Einrichtungen, zu verlangen. Gesamtprojektleiter bezieht dazu alle Beteiligten ein, erstellt dazu ein Dokument und ist für die Überwachung verantwortlich (vgl. Kap. 4.2).
- Der Bauherr hat von den Planern sowie den System- und Komponentenlieferanten einen Konzeptbericht «Erdbebensicherung und -bemessung» zu verlangen und sich diesen erläutern zu lassen. Anhang 3 gibt eine mögliche Struktur und die erforderlichen Inhalte eines Konzeptberichts wieder.
- Vom Auftragnehmer ist explizit zu fordern, dass er seine eigenen Qualitätssicherungsrichtlinien anzuwenden und einzuhalten hat. Zudem sind die Berechnungsergebnisse von Computerprogrammen stets mittels Abschätzungsberechnungen auf Plausibilität und die Auswirkungen massgebender Annahmen mittels Sensitivitätsuntersuchungen zu prüfen.
- Es ist ein Ingenieur zu beauftragen, der über ausreichend Fachwissen im Erdbebeningenieurwesen verfügt.

6 Ausschreibung, Kontrolle und Abnahme der Ausführung

6.1 Zielführende Ausschreibung in der Submissionsphase

Entscheidend für die Ausführung des erdbebensicheren Bauens ist neben dem erdbebensicheren Planen insbesondere die zielführende Ausschreibung der entsprechenden Leistungen in der Submissionsphase durch die Planer (SIA-Phase 4). Damit diese erfolgen kann, müssen alle Projektbeteiligten ihre Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten auch hinsichtlich der Ausschreibung kennen. Diese sind im Dokument zur Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Planungs-, Projektierungs- und Ausführungsprozess festzulegen.

6.2 Kontrolle und Abnahme der Ausführung

Die Erdbebensicherheit von Anlagenteilen ist häufig von konstruktiven Details abhängig, beispielsweise davon, ob ein Elektroschrank am Kopf mit einem Winkel und Dübel an der tragenden Wand befestigt ist oder nicht. Deshalb ist die Ausführung hinsichtlich Erdbebensicherheit zu kontrollieren und eine Abnahme der Erdbebensicherheit mit den jeweiligen Planern durchzuführen. Diese Abnahme muss häufig bereits während der Ausführung erfolgen, da Massnahmen zur Erdbebensicherheit im Endzustand oft nicht mehr direkt sichtbar sind. Die Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten für die Kontrolle und Abnahme sind ebenfalls im Dokument zur Regelung der Zuständigkeiten und Verantwortlichkeiten im Planungs-, Projektierungs- und Ausführungsprozess festzulegen.

Literatur

[1] Kanton Zürich, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL): Erdbebenprävention bei Anlagen der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung, Informationen und Empfehlungen für Werkeigentümer und politisch Verantwortliche, Flyer, 2018

[2] Studer Engineering GmbH: Bericht Erdbeben und Infrastrukturen, Abwassersysteme, Freigabe BAFU, September 2012 (www.bafu.admin.ch/erdbeben)

[3] Braune F., Berweger A., Szczesiak T., Vogt R.: Erdbebensicherheit sekundärer Bauteile und weiterer Installationen und Einrichtungen. Empfehlungen und Hinweise für die Praxis. Umwelt-Wissen Nr. 1643, Bundesamt für Umwelt, 2016.

[4] Bundesamt für Umwelt (BAFU): Erläuterungen zur Verordnung über die Trinkwasserversorgung in Notlagen, Mitteilungen zum Gewässerschutz, 1995

[5] Bundesamt für Umwelt (BAFU)/Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen (SBE): Erdbebengerechte Neubauten in der Schweiz, Flyer, 2013

[6] Bundesamt für Umwelt (BAFU)/Stiftung für Baudynamik und Erdbebeningenieurwesen (SBE): Ist unser Gebäude genügend erdbebensicher?, Flyer, 2013

[7] Basler & Hofmann AG: Erdbebensicherheit der Wasserversorgung im Kanton Zürich, Überprüfung von drei ausgewählten Rohrkellern, 4. November 2014

[8] Basler & Hofmann AG: Erdbebensicherheit der Abwasserentsorgung im Kanton Zürich, Grobbeurteilung von drei Abwasserreinigungsanlagen, 6. November 2014

[9] Normen SIA 260 ff., Tragwerksnormen (2013/2014)

[10] Normen SIA 269 ff., Erhaltung von Tragwerken (2011 ff.)

[11] Merkblatt SIA 2018, Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben, 2004 (zukünftig Norm SIA 269/8)

[12] Ordnungen SIA 102, 103 und 108, Leistungen und Honorare der Architektinnen und Architekten (102), der Bauingenieurinnen und Bauingenieure (103) und der Ingenieurinnen und Ingenieure der Bereiche Gebäudetechnik, Maschinenbau und Elektrotechnik (108)

Glossar

Anlage
Im vorliegenden Leitfaden Gesamtbegriff für alle Anlagenteile eines Werkes wie Bauwerke, inklusive der sekundären Bauteile, Installationen und Komponenten.

Baugrundklasse (BGK)
Klassierung des lokalen Baugrunds in einer von sechs definierten Baugrundklassen (BGK) A bis F. Die Klassierung widerspiegelt die frequenzabhängige Verstärkung der Erdbebeneinwirkungen. Der relative Einfluss auf die Erdbebeneinwirkungen nach Norm SIA 261 [9] variiert von Faktor 1.0 bis 2.6.

Bauwerksklasse (BWK)
Klassierung des Bauwerks in einer von drei Bauwerksklassen (BWK) aufgrund seiner Bedeutung und des Schadenpotenzials. Der relative Einfluss auf die Erdbebeneinwirkungen nach Norm SIA 261 [9] variiert mit dem sogenannten Bedeutungsfaktor γf von 1.0 (BWK I) bis 1.4 (BWK III).

Erdbebenprävention
Massnahmen, um Schäden abzuwenden (vgl. Vorbeugung).

Erdbebenzone
Region, für die ein einheitliches Gefährdungsniveau angenommen wird. Die Schweiz ist in die vier Regionen Z1, Z2, Z3a und Z3b eingeteilt. Der ganze Kanton Zürich befindet sich in Z1. Der relative Einfluss auf die Erdbebeneinwirkungen nach Norm SIA 261 [9] variiert von Faktor 1.0 (Z1) bis 2.7 (Z3b).

Gebrauchstauglichkeit
Fähigkeit eines Anlagenteils, seine Funktionstüchtigkeit nach einem Erdbeben noch zu gewährleisten.

Installationen
Haustechnikinstallationen (Heizung, Lüftung, Kälte, Sanitär), Elektroinstallationen, Schalt- und Steuerschränke, Tanks, Gasflaschen, Beleuchtungssysteme, Elemente der Notstromversorgung, Mobiliar, Monitore, Lager, Transformatoren, Behälter usw.

Komponenten
Rohrleitungssysteme mit Rohrleitungshalterungen, Löschbogen, Pumpen, Ventilen, Schiebern usw. Bei ARA kommen weitere Komponenten (teilweise eigene Bauwerke) hinzu: Anlagenteile wie Rechenanlage, Sandfang, Vorklärbecken, Nachklärbecken, Belebtschlammbecken, Schlammbehandlung, Faulraum, Schlammstapel oder Entwässerung und ihre Komponenten wie Rührwerke, Pumpen, Gebläse usw.

Nutzungsvereinbarung
Beschreibung der Nutzungs- und Schutzziele der Bauherrschaft oder der Eigentümerschaft sowie der grundlegenden Bedingungen, Anforderungen und Vorschriften für die Projektierung, Ausführung, Nutzung und Erhaltung des Bauwerks.

Schutzziel
Niveau an Sicherheit, das bestimmte Verantwortungsträger in ihrem Verantwortungsbereich grundsätzlich anstreben. In der Praxis dient das Schutzziel auch als Überprüfungskriterium, um den Handlungsbedarf für die Erreichung der angestrebten Sicherheit zu beurteilen.

Sekundäre Bauteile
Bauteile, die nicht Bestandteil des Tragwerks sind, wie abgehängte Decken, Doppelböden, Fassaden, Brüstungen, Geländer, Vordächer und sekundäre Wände, die weder der vertikalen Lastabtragung noch der horizontalen Aussteifung des Tragwerks dienen.

Sekundäres Mauerwerk
Mauerwerkswände, die nicht kraftschlüssig mit dem Tragwerk verbunden sind, nicht nennenswert zur horizontalen Steifigkeit des Tragwerks beitragen und keine Vertikallasten abtragen.

Tragsicherheit
Fähigkeit eines Anlagenteils, die Gesamtstabilität sowie einen für die anzunehmenden Einwirkungen (z.B. Erdbeben) ausreichenden Tragwiderstand zu gewährleisten.

Vorbeugung
Handlungen, die im Sinne des integralen Risikomanagements zum Ziel haben, die Verletzbarkeit von Systemen gegenüber Naturgefahren und somit auch das Risiko zu vermindern. Die Vorbeugung besteht aus Prävention (Massnahmen, um Schäden abzuwenden) und Vorsorge (Handlungen, um Katastrophen zu bewältigen).

Anhang 1

Häufige Schwachstellen und konstruktive Massnahmen

— Arbeitshilfe anhand von Beispielen für das Erkennen und einfache Beheben von häufigen Schwachstellen in der Erdbebensicherheit
— Beispielhafte, nicht abschliessende oder vollständige Auflistung als Arbeitshilfe
— Beispiele von Komponenten von Abwasserreinigungsanlagen gelten sinngemäss auch für Wasserversorgungsanlagen und umgekehrt.

Übersicht über die Beispiele

Komponenten von Wasserversorgungs- und Abwasserreinigungsanlagen
— Sekundäre Bauteile
  › Sekundäres Mauerwerk
  › Verankerung an sekundären Bauteilen
— Komponenten/Installationen
  › Verankerung Steuerschrank
  › Verankerung Behälter
  › Rohrleitungen
  › Anschlussleitungen

Komponenten von Wasserversorgungsanlagen
— Kreiselpumpe
— Stützen
— Lagerung
— Verwendung von Formstücken

Komponenten von Abwasserreinigungsanlagen
— Pumpenanschlüsse
— Primärschlammpumpe
— Pumpenmotor
— Motor des Blockheizkraftwerks
— Lagerung von Komponenten
— Schwenkkran
— Rechen
— Konsolbefestigungen
— Kabelanschlüsse
— Motor der Rechengut-Waschpresse
— Einlaufhebewerk
— Rohranschlüsse
— Räumer
— Rohrleitungen

Komponenten von Wasserversorgungs- und Abwasserentsorgungsanlagen

Sekundäre Bauteile

Sekundäres Mauerwerk

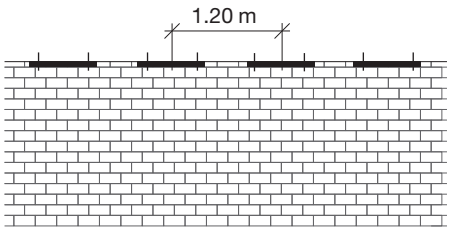
Die sekundäre Mauerwerkswand mit Wandstärke 10 cm ist überhoch ausgeführt und am Wandkopf nicht gehalten.



Beurteilung

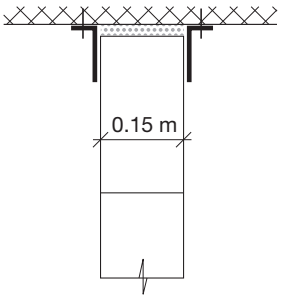
● Schlechtes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen



→ Sekundäres Mauerwerk am Wandkopf mit geeigneten Massnahmen (z.B. Stahlwinkeln) halten, damit es bei einem Erdbebenereignis nicht umkippt/einstürzt und dadurch Komponenten oder Installationen beschädigt.

→ Auf schweres sekundäres Mauerwerk verzichten und stattdessen Leichtkonstruktionen (z.B. Gipsständerwände) wählen.



Stahlwinkel l = 70 cm beidseitig
alle 1,20 m mit Verankerung
je 2 Dübel in Decke

Verankerungen an sekundären Bauteilen

Rohrleitungen und Kabelbrücken sind an der sekundären Wand befestigt.



Beurteilung

● Schlechtes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Die Verankerung von Komponenten und Installationen wie Rohrleitungen, Kabelbrücken, Schaltschränken, Steuerschränken, Lüftungsrohren usw. sollte direkt am Tragwerk und nicht an sekundären Bauteilen wie nichttragenden Mauerwerkswänden erfolgen.

Komponenten/Installationen

Steuerschrank

Der Steuerschrank ist am Wandkopf mit 2 Stahlwinkeln verankert.



Beurteilung

● Gutes Beispiel

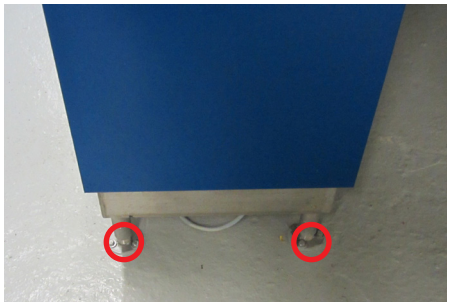
Empfehlungen/Massnahmen

→ Befestigung an der Betonwand, an der Decke oder am Boden mit Stahlwinkeln, damit der Steuerschrank nicht umkippen kann.



Steuerschrank

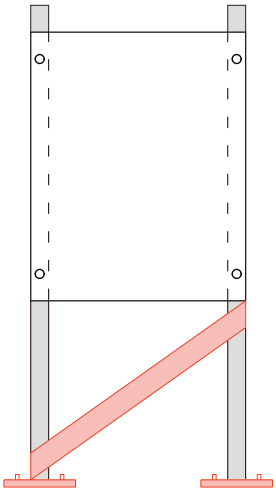
Der Steuerschrank ist in der Bodenplatte verankert.

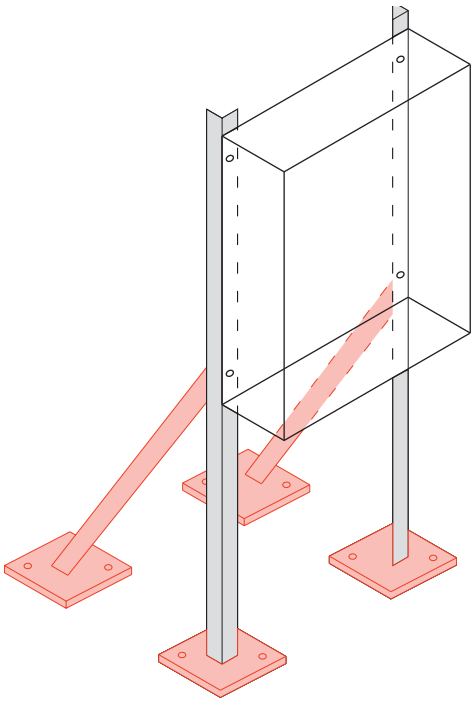


Beurteilung

● Gutes Beispiel

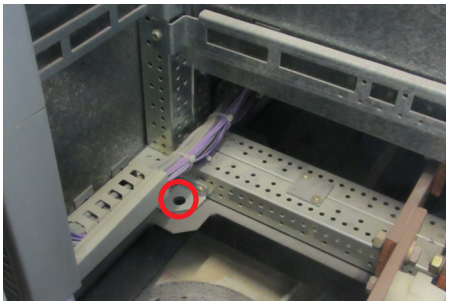
Empfehlungen/Massnahmen



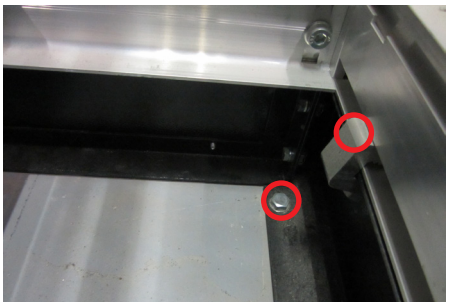


→ Verankerung der Füsse des Steuerschranks mit Ankerschrauben und/oder Streben in der Bodenplatte, sodass er gegen Kippen und Gleiten gesichert ist.

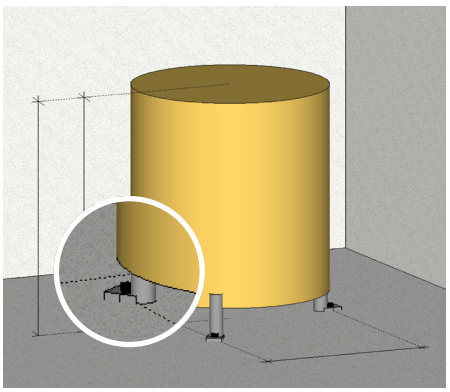
Steuerschrank	Der Schrank steht auf liegendem Stahlrahmen, aber sie sind miteinander nicht verschraubt.
Beurteilung	● Schlechtes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Den Steuerschrank und die Stahlrahmen miteinander verschrauben, damit der Schrank nicht umkippen kann. → Die Steuerschrankmodule ebenfalls untereinander verbinden.



Steuerschrank	Der Schrank ist auf einem Stahlrahmen befestigt.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Den Steuerschrank mit Klemmen am Stahlrahmen befestigen, um ihn gegen Umkippen zu sichern. → Den Stahlrahmen mit Schrauben im Tragwerk verankern.



Behälter	Die Behälter sind an den Fusspunkten verankert.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Behälter an den Fusspunkten verankern oder an der Wand befestigen, um ihn gegen Umkippen und Gleiten zu sichern.



Behälter

Die Stahlkonstruktionen sind nicht verankert.



Beurteilung

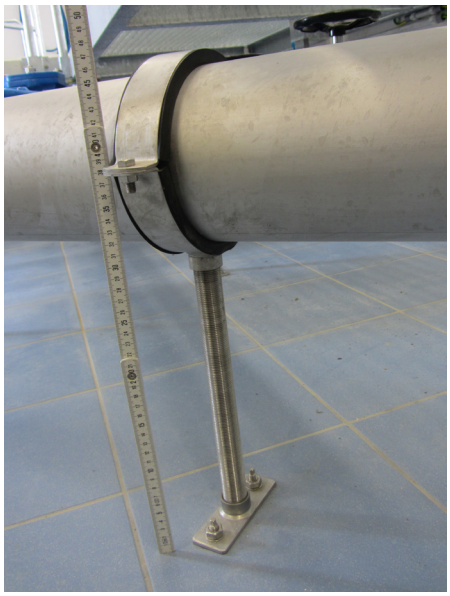
● Schlechtes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Die Stahlkonstruktionen der Behälter verankern, damit sie bei einem Erdbeben nicht weggleiten und gegen die Tragkonstruktion oder gegeneinander schlagen.

Rohrleitungshalterung

Die Halterung ist mit Rohrschelle an der Rohrleitung verbunden und über Dübel im Tragwerk verankert, der Dübelhebelarm ist senkrecht zur Rohrleitungsachse angebracht.



Beurteilung

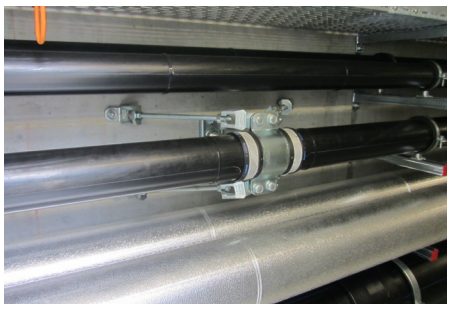
● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Rohrleitungen in regelmässigen Abständen mit Rohrleitungshalterungen versehen.
→ Abstützungen mit der Rohrleitung verbinden und am Tragwerk verankern.
→ Hebelarm der Dübel soll senkrecht zur Rohrleitungsachse angebracht sein.
→ Bei der Anordnung der Abstützungen darauf achten, dass benachbarte Stützen keine massiven Steifigkeitsunterschiede aufweisen; nach Möglichkeit gleiche Stützenquerschnitte und Stützenlängen wählen.

Rohrleitungen

Die Rohrleitungen sind auf Stahlkonsolen aufgelegt, die an der Betonwand verankert sind. In Rohrleitungsrichtung sind sie teilweise mit Streben horizontal ausgesteift.

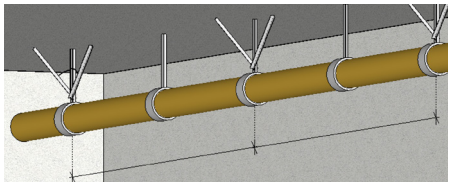


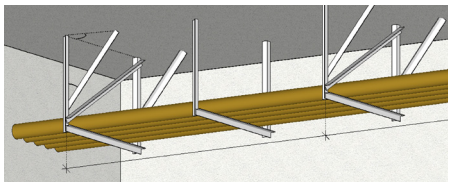
Beurteilung

● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

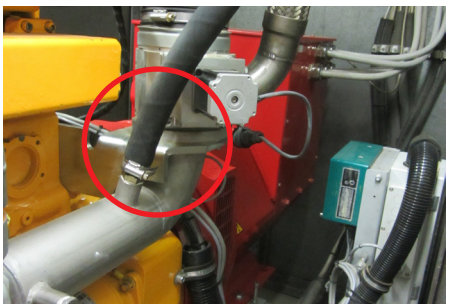
→ Rohrleitungen am Tragwerk (nicht am sekundären Mauerwerk) befestigen.
→ Parallel und senkrecht zur Rohrachse sind Aussteifungen erforderlich, horizontaler Winkel > 90°.
→ Aussteifungen gut mit vertikalen Halterungen verbinden (Schrauben/Schweissen), Winkel > 30°.
→ Aussteifungen sind mindestens bei jeder zweiten Halterung erforderlich.





Anschlussleitungen

Die Anschlussleitungen sind flexibel ausgeführt.



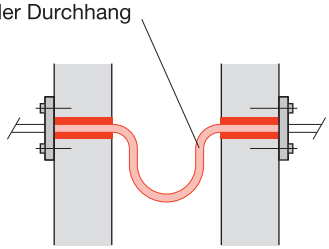
Beurteilung

● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Sämtliche Anschlüsse (z.B. an Maschinen, zwischen zwei Gebäuden oder Stockwerken, bei Dilatationen, an schwingungsisolierten oder steif befestigten Geräten) flexibel ausführen, damit differenzielle Verschiebungen aufgefangen werden können.

Ausreichender Durchhang



Komponenten von Wasserversorgungsanlagen

Komponenten/Installationen

Kreiselpumpe

Die Pumpe ist weder im Boden noch an der Wand verankert.



Beurteilung

● Schlechtes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Die vertikale Kreiselpumpe mit Membrandruckkessel am Boden oder an der Wand derart verankern, dass ein Umkippen und Gleiten bei Erdbebeneinwirkung verhindert wird.

Kurze Stütze

Die kurze Stütze hat keine Verankerung am Tragwerk.



Beurteilung

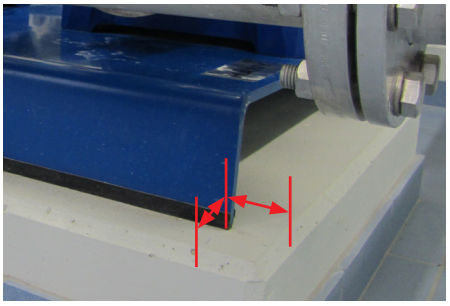
● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Bei vertikalen Abzweigungen mit Änderung der Höhenlage der Rohrleitungsachse kurze Stützen nicht in der Nähe der Abzweigung anbringen. Wenn dies nicht zu vermeiden ist, ist auf eine Fussverankerung der kurzen Stütze zu verzichten, damit keine Zwängungskräfte entstehen.

Lagerung

Bei der Lagerung der Komponenten auf der Betonkonstruktion ist das Mindestmass eingehalten.



Beurteilung

● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Werden Komponenten auf Beton-/Sockelkonstruktionen schwimmend gelagert, ist darauf zu achten, dass ohne rechnerische Untersuchung ein empfohlenes Mindestmass von 10 cm zur Absturzsicherung eingehalten wird.

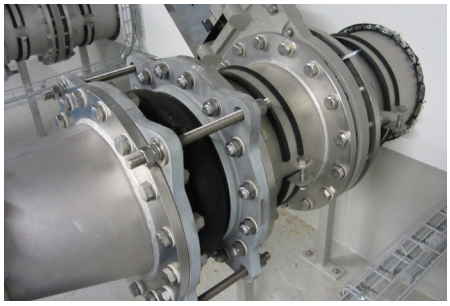
Einsatz von Standard-Formstücken	
Beurteilung	● Schlechtes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Im gesamten Rohrleitungssystem sind Standard-Formstücke nach gültigen Rohrleitungsnormen zu verwenden, da ein Innendrucknachweis für die Rohre und Formstücke (Bogen, Reduzierung und T-Stück respektive Abzweiger) zu führen und zu erfüllen ist. Für Nicht-Standard-Formstücke wie Y-Formstücke sind die erforderlichen Einzelnachweise aufwändig.



Komponenten von Abwasserreinigungsanlagen

Komponenten/Installationen

Pumpenanschlüsse	Der Pumpenanschluss ist flexibel ausgeführt.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Die Rohrleitungen sind mit einem flexiblen Anschluss mit den Pumpen zu verbinden, sodass im Falle eines Erdbebens die Rohre nicht beschädigt oder abgerissen werden.

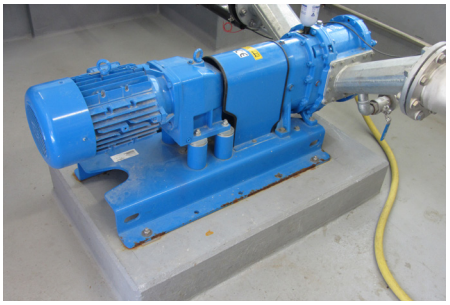


Primärschlammpumpe	Die Pumpe ist mittels einer Stahlkonstruktion ausreichend am Tragwerk befestigt.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Die Pumpe (Motor und Pumpe) an einer Stahlkonstruktion befestigen. → Die Fussplatten der Stahlkonstruktion sind in der Bodenplatte (Tragwerk) zu verankern. → Sind die Anschlüsse an die Pumpe nicht flexibel ausgeführt, müssen alle Anschlüsse am gleichen Stahlbetontragwerk verankert sein. Auf diese Weise ist zu erwarten, dass sich Tragwerk und Pumpe ähnlich verhalten und es zu keinen nennenswerten differenziellen Verschiebungen kommt, die Anschlüsse also nicht abreissen.



Primärschlammpumpe

Die Pumpe ist ausreichend am Fundament befestigt.

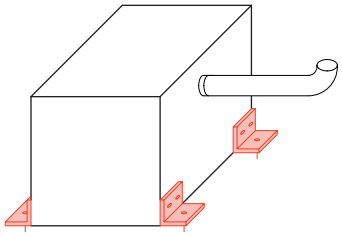


Beurteilung

● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Die Verbindungen steif befestigter Installationen ausreichend gegen Verrutschen, Umkippen oder Anprallen an andere Gegenstände bemessen.
→ Liegt der Schwerpunkt schwerer Gegenstände tief, sind die Bauteile weniger kippgefährdet.



Pumpenmotor

Der Pumpenmotor ist ausreichend am Fundament befestigt.



Beurteilung

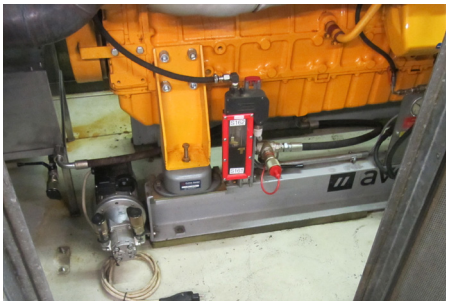
● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Die Pumpenmotoren der Schneckenpumpen fest mit dem Fundament verbinden und die Verankerungen robust ausführen.
→ Die Pumpe und den Motor auf einem gemeinsamen Fundament verankern, sodass keine differenziellen Setzungen auftreten.

Motor des Blockheizkraftwerks

Der Motor ist auf zwei liegenden Stahlprofilen schwingungsdämpfend gelagert, aber die Stahlprofile sind nicht mit dem Tragwerk (Bodenplatte) verbunden.
Der Motor kann sich verschieben oder umkippen.

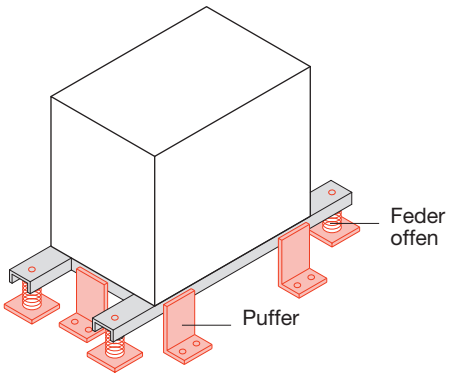


Beurteilung

● Schlechtes Beispiel

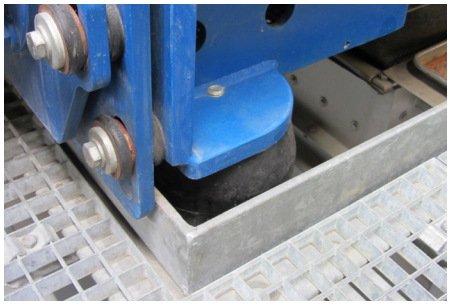
Empfehlungen/Massnahmen

→ Bei schwingungsisolierten Maschinen müssen die Lagerungen am Tragwerk befestigt werden.
→ Offene Federn ohne Schub- und Abhebewiderstand müssen mit Dämpfern oder Puffern kombiniert werden, um zu grosse Verschiebungen zu verhindern.



Lagerung von Komponenten

Die Maschine ist auf Elastomerlagern schwingungsdämpfend gelagert, aber horizontal nur in eine Richtung gegen Gleiten gehalten.



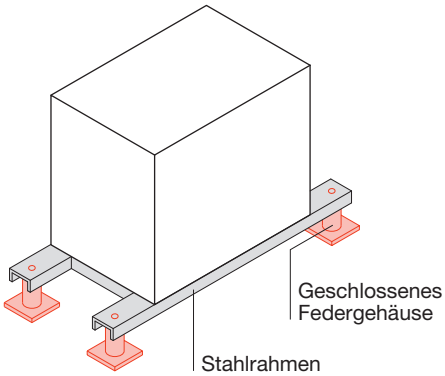
Beurteilung

● Schlechtes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Einbaukomponenten, die auf Elastomerlagern gelagert sind, müssen horizontal in alle Richtungen gegen Gleiten gehalten sein, damit sie nicht rutschen.

→ Eingespannte Federn beschränken Bewegungen in alle Richtungen, müssen aber auf die zu erwartenden Schub- und Abhebekräfte abgestimmt werden.



Schwenkkran

Der Schwenkkran ist nicht arretierbar.



Beurteilung

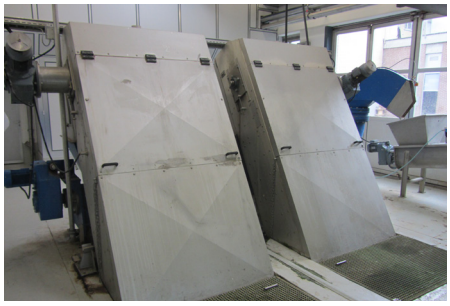
● Schlechtes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Schwenkkräne und andere schwenkende Maschinenteile müssen arretierbar sein, damit sie nicht unkontrolliert ausschwenken und andere Bauteile (z.B. Glasbausteinwand) beschädigen.

Rechen

Die Rechen sind eingehaust.



Beurteilung

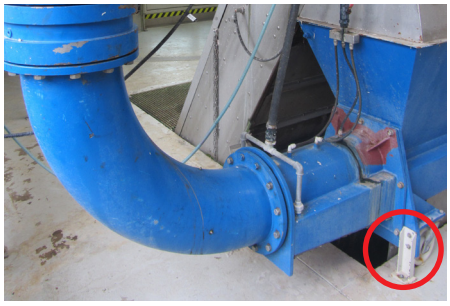
● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Mit einer Einhausung werden die Rechen sowie andere Installationen vor herabfallenden Gegenständen geschützt.

Konsolbefestigung

Der Rechen ist unten über eine Konsole mit der Bodenplatte verbunden.



Beurteilung

● Gutes Beispiel

Empfehlungen/Massnahmen

→ Die Komponenten unten über eine Konsole mit der Bodenplatte verbinden, sodass sie sich nicht verschieben oder umkippen.

Kabelanschlüsse	Die Kabel- und Rohranschlüsse an den Rechen sind nicht flexibel ausgeführt.
Beurteilung	● Schlechtes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Die Kabel- und Rohranschlüsse an den Rechen und anderen Installationen flexibel ausführen, damit die Anschlüsse nicht bereits bei kleinen differenziellen Verschiebungen ab- oder ausreissen. → Strom- und Wasserversorgung des Rechens und der anderen Installationen während und nach dem Erdbeben sicherstellen.



Motor der Rechengut-Waschpresse	Der Motor der Rechengut-Waschpresse ist ausreichend befestigt.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Den Motor der Rechengut-Waschpresse sowie andere Maschinenteile an Stahlkonstruktionen befestigen. → Die Fussplatten der Stahlkonstruktionen im Tragwerk verankern, sodass sich die Maschinenteile nicht verschieben oder umkippen können.



Einlaufhebewerk	Rechengebäude mit Mauerwerkswänden, deren Versagen das Einlaufhebewerk blockieren würde.
Beurteilung	● Schlechtes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Die Wände des Rechengebäudes usw. nicht aus Mauerwerk ausführen, da die Gefahr besteht, dass die Mauerwerkswände im Erdbebenfall einstürzen und den Betrieb blockieren.



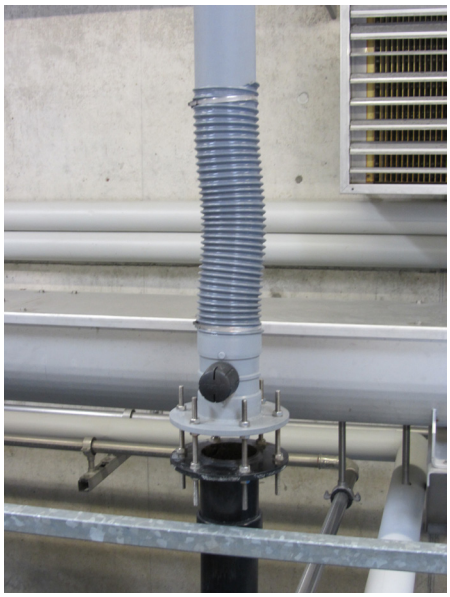
Rohranschlüsse	Die Anschlüsse an den Gasdrucktank sind nicht flexibel ausgeführt, und die Anschlussleitungen sind an einer sekundären, also nichttragenden Kalksandsteinwand befestigt.
Beurteilung	● Schlechtes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Die Anschlussleitungen nicht an sekundären Mauerwerkswänden befestigen, da sie bei einem Erdbebenereignis versagen können. → Die Anschlüsse flexibel ausführen.

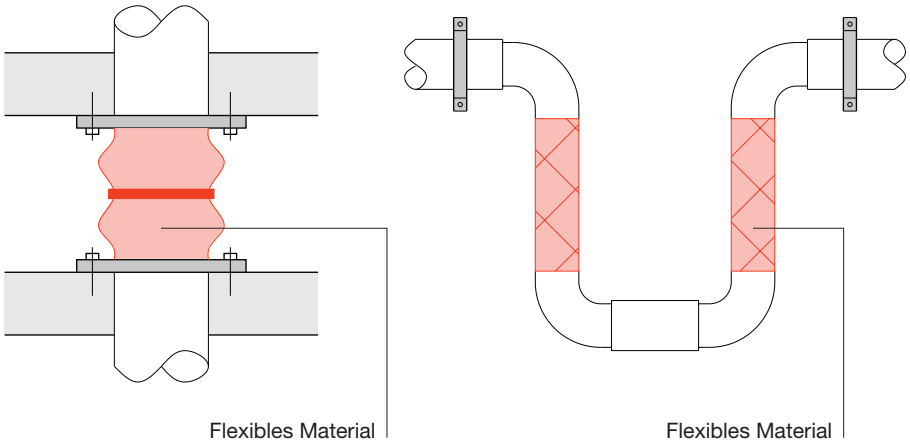


Räumer	Der Räumer ist seitlich auf einer Schiene geführt.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Den Räumer seitlich auf einer Schiene führen, damit kein Verkanten des Räumers oder Herausspringen aus der Führungsschiene stattfindet.



Rohrleitungen	Das Entlüftungsrohr ist mit einem flexiblen Anschluss an der Einbaukomponente befestigt.
Beurteilung	● Gutes Beispiel
Empfehlungen/Massnahmen	→ Rohrleitungen mit flexiblen Anschlüssen an Einbaukomponenten oder Wanddurchbrüchen versehen, damit bei einem Erdbeben grosse Relativbewegungen ohne Abreissen der Anschlüsse aufgefangen werden.





Anhang 2
Checklisten

— Checkliste für die Abnahme, Kontrolle und Überprüfung ausgewählter sekundärer Bauteile, Installationen und Komponenten
— Checkliste für bestehende Wasserversorgungsanlagen zur Überprüfung der Erdbebensicherheit von Elementen, nicht abschliessende oder vollständige Vorlage als Hilfestellung

Checkliste Erdbebensicherheit
Elemente bestehender WV-Anlagen

Wasserversorgung: **Überprüfungsdatum:** Komponenten: Behälter, Tanks, Pumpen, Maschinen, Geräte usw.

Anlage: **Fachperson Bau (z.B. Bauing.):**

Falls bei den Überprüfungspunkten ein Nein steht, ist die Erdbebensicherheit mutmasslich nicht gewährleistet und entsprechende Massnahmen sind einzuleiten.
Die Gebäude selber sind mit dieser Checkliste nicht abgedeckt und müssen getrennt davon beurteilt werden.

Element / **Überprüfungspunkte**	Elektro- / Schalt- / Steuerschrank	Nichttragende Wände (i.a. Mauerwerk)	(Druck-) Behälter / Tank	Pumpe horizontal aufgestellt	Pumpe vertikal aufgestellt	Rohrleitungen	Löschbogen
Element vorhanden ja / nein?							
Schlankes Element gegen Kippen gesichert? Schränke oben gehalten [z.B. mit Stahlwinkel an der tragenden (Stahlbeton-)Wand befestigt]? Mauerwerkswände am Wandkopf gehalten [z.B. mit Stahlwinkeln an der Decke befestigt)? Behälter / Tank an den Füssen verankert oder an der tragenden (Stahlbeton-)Wand befestigt]? Vertikal aufgestellte Pumpe kippsicher aufgestellt oder gehalten?				nicht relevant		nicht relevant	nicht relevant
Element gegen Verschieben / Gleiten gesichert? Elektro- / Schalt- / Steuerschrank an Bodenplatte oder an ausgesteiftem Hohlboden befestigt? (Druck-)Behälter / Tank an den Füssen verankert oder an der Wand befestigt? Pumpen befestigt oder ausreichend verschiebbar gelagert (siehe untersten Punkt)? Auskragende Leitungsteile / Armaturen (z.B. Löschbogen) befestigt?		nicht relevant					
Rohrleitung in regelmässigen Abständen mit ähnlichen (in Breite und Höhe) Abstützungen / Halterungen befestigt? Sind die Dübel senkrecht zur Rohrleitungsachse angebracht? Sind genügend Aussteifungen / Halterungen vorhanden?	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant		nicht relevant
Anschlussleitungen an Komponenten ausreichend flexibel ausgeführt **<u>oder</u>** **schädliche Relativbewegungen Anschlussleitungen - Komponenten verhindert?**	nicht relevant	nicht relevant					nicht relevant
Schwimmend gelagerte, d.h. nicht verankerte / befestigte Komponenten auf Betonsockel mit mindestens 10 cm Abstand zum Betonsockelrand gelagert?	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant			nicht relevant	nicht relevant
Massnahmen							
Erledigt (Datum, wenn Massnahme umgesetzt worden ist)							

Anhang 3

Konzeptbericht Erd-bebensicherung und -bemessung

— Beispielhafte, nicht abschliessende oder vollständige Vorlage als Hilfestellung

Konzeptbericht
Erdbebensicherung und -bemessung

Bericht-Nr.		Index	Datum
Projektphase			
Verfasser			
Verteiler	Bauherr		
	Gesamtprojektleiter GPL		
	Architekt		
	Haustechnikplaner		

Das Ziel dieses Berichts ist die Beschreibung und Dokumentation des Konzepts zur Gewährleistung der Erdbebensicherheit bei Neubauten und Umbauten. Der Bericht wird im Vorprojekt vom beauftragten Bauingenieur erstellt und den Projektbeteiligten gemäss Verteiler erläutert. Er muss im Lauf der Projektierung (Bauprojekt, Realisierung) bei relevanten Änderungen aktualisiert werden. Abschliessend ist der Bericht nach der Ausführung zu aktualisieren und unterzeichnet als Bestandteil der Bauwerksdokumentation des Bauingenieurs zusammen mit der Nutzungsvereinbarung und den Ausführungsplänen dem Bauherrn abzugeben.

1. Beschreibung des Objekts

Bauherr:	
Objektnummer:	
Strasse Nr., PLZ, Ort:	
Allg. Projektinformationen:	
Benutzer/Mieter:	
Objektnutzung/-klasse:	
Bauwerksklasse:	

Geometrie	
Anzahl Geschosse ü. Terrain:	Höhe über Terrain:
Anzahl Untergeschosse:	Höhe unter Terrain:
Einzelne Stockwerkshöhen:	
Grundrissform:	
Zwischengeschosse:	
Gefahr durch Nachbarbauten:	

2. Bemessungsgrundlagen

Grundlagen
[1] Normen, Merkblätter und Publikationen
[2] Nutzungsvereinbarung
[3] Plangrundlagen
[4] Geotechnischer Bericht
[5] Sonstige Bauwerksakten
[6]

Erdbebeneinwirkung
— Gefährdungszone, Bauwerksklasse und Verhaltensbeiwert q
— Baugrund (Baugrundklasse, Mikrozonierung, Verflüssigungspotenzial)
— Darstellung des Bemessungsspektrums

Materialeigenschaften
— Spezifikation der verwendeten Baustoffe

3. Tragwerkskonzept, Befestigungs- und Verankerungskonzept

— Erläuterung des Tragwerkskonzepts zur Erdbebenstabilisierung in Gebäude-Längs- und -Querrichtung
— Grundrisse und Schnitte mit Darstellung der aussteifenden Elemente und allfälligen Sperrzonen für Aussparungen > Information an Architekt und Fachplaner
— Erläuterung zu den Anforderungen, zu den Zuständigkeiten und zum Umgang mit der Erdbebensicherheit bei den sekundären Bauteilen, Installationen und Komponenten, inkl. Befestigungs- und Verankerungskonzept
— BWK III: Erläuterungen zum Nachweis der Gebrauchstauglichkeit

4. Vorgehen bei der Erdbebenberechnung

— Kurze Beschreibung und evtl. Darstellung des gewählten Bemessungsverfahrens für die Tragwerke und des Gebäudemodells (2-D- oder 3-D-Modell, Berücksichtigung der Torsion, Lage des Einbindehorizontes, Annahmen für die Steifigkeit der einzelnen Bauteile bei Erdbeben, Methode zur Modalform- und Richtungsüberlagerung), inkl.
  › Stockwerkmassen
  › Grundschwingzeiten in beide Hauptrichtungen und evtl. Torsionsschwingzeit
  › Konventionelle Methode oder Kapazitätsbemessung
  › Spezielle konstruktive Details
— Kurze Beschreibung und evtl. Darstellung des gewählten Bemessungsverfahrens bei den sekundären Bauteilen, Installationen und Komponenten
  › Konventionelle Methode oder Kapazitätsbemessung
  › Spezielle konstruktive Details

Unterzeichnung (Abgabeversion für die Bauherrendokumentation)

Verantwortlicher Ingenieur
für das Erdbebenkonzept:

Ort, Datum
Ingenieurbüro Muster AG

Peter Muster
Projektleiter

Geprüft und freigegeben:

Ort, Datum
Ingenieurbüro Muster AG

Paul Muster
Koreferent

Bei einem Objekt der BWK III ist eine Prüfung und entsprechende Unterzeichnung durch eine ausgewiesene, erfahrene Fachperson zwingend. Bei BWK II obliegt der Entscheid zur Durchführung dieser Prüfung bei der Bauherrschaft.

Ort, Datum, Unterschrift und Firmenstempel

Peter Spezialist

Anhang 4

Nutzungsvereinbarung für Gebäude und Anlagen

— mit umfangreicherer Hilfestellung für die Auswirkung von Erdbeben
— Beispielhafte, nicht abschliessende oder vollständige Vorlage als Hilfestellung

Nutzungsvereinbarung (beispielhaft, nicht abschliessend, nicht vollständig)

Änderungsverzeichnis

Revisionen

Revisionsindex	Projektphase		Änderungen und Bemerkungen	Urheber	Datum
	Vorprojekt		Ersterstellung	Peter Muster	TT.MM.JJ
A	Vorprojekt		Auf Basis Stand TT.MM.JJ, inkl. Anmerkungen der Beteiligten gemäss Verteiler nach Zirkulation am TT.MM.JJ	Peter Muster	TT.MM.JJ

Tabelle 1

Revisionen des vorliegenden Berichts

1. Zweck und Geltungsbereich dieses Berichts

Nutzungsvereinbarung
In der fachübergreifenden Nutzungsvereinbarung werden gemäss den Leistungshonorarordnungen des SIA und der Norm SIA 260 die Nutzungsanforderungen seitens der Bauherrschaft an das Bauwerk kurz und präzis festgehalten. Die Nutzungsvereinbarung umschreibt allgemeine Ziele für die Nutzung des Bauwerks, Umfeld und Drittanforderungen, Bedürfnisse des Betriebs und Unterhalts, besondere Vorgaben der Bauherrschaft, Schutzziele und Sonderrisiken sowie normenbezogene Bestimmungen. Es werden in der Nutzungsvereinbarung keine technischen Detaillösungen zur Einhaltung der Nutzungsanforderungen aufgezeigt.

Die fachübergreifende Nutzungsvereinbarung ist mittels eines Dialogs zwischen Bauherrschaft und Projektverfassenden von den Fachplanern (Architekt, Bauingenieur und HLKSE-Ingenieure) unter der Führung durch den Gesamtprojektleiter zu erarbeiten. Sie wird dem Projektstand entsprechend nachgeführt und ist von der Bauherrschaft zu genehmigen.

Abgrenzung
Die sich ergebenden Grundlagen und Anforderungen für die weitere Projektierung, Ausführung, Nutzung und Erhaltung des Tragwerkes sind in der Projektbasis festgehalten.

Abgrenzung (Parzelle, Gebäudeteile, Bauteile, z.B. bei Umbauten)

2. Grundlagen

Normen, Pläne, Protokolle, Gutachten, Bericht und Dokumente, Nutzungs- und Betriebskonzepte, Gefahrenkarte Naturgefahren
[1] xxx
[2] xxx

3. Beschrieb Bauvorhaben

Projektbeschrieb
Anlass des Projekts und kurzer Projektbeschrieb (Erfassung der Situation/Umgebung, Situationsplan/Grundriss, Bezeichnungen)

Nutzung
Vorgesehene Nutzung, Nutzungsdauer bei Neubauten bzw. Restnutzungsdauer bei Umbauten (für die einzelnen Anlagenteile), Nutzungsveränderungen, Vorinvestitionen und Vorkehrungen für zukünftige Nutzung (z.B. Aufstockungen, Anbauten, Unterkellerungen usw.)

Betriebs- und Unterhaltsanforderungen
Wichtige Randbedingungen des Betriebs, Anforderungen aus Überwachung und Unterhalt der Anlagenteile (z.B. Bedürfnisse an Zugänglichkeit, Schutz vor Tausalzeinwirkung auf Decken/Wänden/Stützen, Fassade: Befestigungselemente) usw.

Fundations- und Tragkonzept
Fundationskonzept, Tragkonzept (Bauweise, Tragwerkscharakterisierung, Stützenraster), Stabilisierung (z.B. gegen Wind und Erdbeben)

Haustechnikinstallationen
Regelung der Koordination von Haustechniker und Bauingenieur

Weiteres
Nur sofern relevant: Bauphasen, Baugrube, Verkehrs- und Erschliessungskonzepte usw.

4. Situation, Umfeld und Anforderungen von Dritten

Bestehende Bauten
Bestand, Abbruch, Umbau (z.B. wegen Anbindung an bestehende Bauten), in Betrieb oder unter Denkmalschutz stehende Gebäude

Baugrund
Geologische Baugrunduntersuchungen, Bodenaufbau (Baugrundprofil), Baugrundverhältnisse

Grundwasser
Grundwassersituation, Einbauten ins Grundwasser, Bemessungswasserspiegel, Höchst-Hochwasserspiegel, Hangwasser, Entwässerungskonzept

Anforderungen von Dritten
Notwendige Koordination, Lärmbelastung für Umfeld, Denkmalschutz, Landschaftsbild, nachbarrechtliche Vereinbarungen, Schäden an Nachbarbauten usw.

Weiteres
Nur sofern relevant: Altlasten, Werkleitungen, Baustellenverkehr usw.

5. Lastannahmen und Einwirkungen

Eigenlasten
Eigenlasten werden gemäss Ziffer 2.1.1 der Norm SIA 261 als ständige Einwirkungen behandelt. Die charakteristischen Werte von Eigenlasten werden gemäss Ziffer 2.2 bestimmt (Details gehören in die Projektbasis).

Ständige Auflasten
Ständige Auflasten kurz und zusammenfassend definieren (Details gehören in die Projektbasis).

Nutzlasten
Nutzlasten kurz und zusammenfassend definieren (Details gehören in die Projektbasis)

Übrige Einwirkungen
Erdlasten, Erddruck, Wasserdruck, Auftrieb, Schnee, Wind, Temperatur

6. Anforderungen an die Anlage

Wasserdichtheit
Wasserdichtheit, Dichtheitsklasse, Abdichtungskonzept, Garantie Wasserdichtheit

Beschränkung der Risse
Betonbauteile, Sichtbetonteile, Bauteile aus Mauerwerk, Bauteile aus Holz, Massnahmen (z.B. Mindestbewehrung)

Dauerhaftigkeit
Frost- und Frosttausalzbeständigkeit, Park- und Verkehrsflächen und weitere Beläge, Korrosionsschutz Bewehrung und Stahl, Abdichtungen, Ermüdung, Witterungsschutz Holz

Verformungen
Deformationen, Deckenranddeformationen, Fassadenkonstruktionen

Setzungen
Fundation, absolute Setzungen, differenzielle Setzungen

Nachhaltigkeit
Recyclingbeton, Zertifizierung nach SGNI (Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft)

Weitere Anforderungen
Schwingungen, Setzungen, Schall- und Lärmschutz, Entwässerung, Reinigung, Bautoleranzen, Aussparungen, Einlagen, nachträgliche Bohrungen, Innenausbau, Zuständigkeiten sekundäre Bauteile, Installationen und Einrichtungen

7. Aussergewöhnliche Ereignisse und Risiken

Erdbeben
— **Erdbebeneinwirkung**
Das Bauwerk liegt in der Erdbeben-Gefährdungszone Zx. Der Bemessungswert der Bodenbeschleunigung beträgt a_{gd} = xx m/s^2.
— **Baugrundverhalten**
Baugrundklasse, Mikrozonierung, Bodenverflüssigungspotenzial
— **Tragwerksverhalten**
Gemäss Norm SIA 26x beträgt der Verhaltensbeiwert für das vorliegende Tragwerk q = xx. Damit wird ein (duktiles, beschränkt duktiles oder nicht duktiles) Tragwerksverhalten vorgesehen.
— **Schutzziele, Anforderungen und Bauwerksklasse BWK**
Es gelten für die Anlage und die einzelnen Anlagenteile (Bauwerke, inkl. der sekundären Bauteile, Installationen und Komponenten) die folgenden Schutzziele und Anforderungen hinsichtlich Erdbebensicherheit:
› …
› …
Die Anlage und die einzelnen Anlagenteile werden darauf basierend der folgenden Bauwerksklasse zugeordnet:
› …
› …
— **Erdbebensicherheit Neubau und Erweiterung**
Der Architekt und der Bauingenieur entwerfen zusammen ein erdbebengerechtes Tragwerk (Neubau). Sie sind beide gemeinsam dafür verantwortlich. Für die Bemessungssituation Erdbeben wird gemäss den Normen SIA 260 bis 267 die Tragsicherheit (Abtragung der Kräfte und Aufnahmevermögen der Verformungen ohne Einsturz) und bei BWK III auch die Gebrauchstauglichkeit des Tragwerks, die Einhaltung der konzeptionellen und konstruktiven Massnahmen und die erdbebengerechte Ausbildung von Fugen gewährleistet.

— **Erdbebensicherheit Instandsetzung und Umbau**
Die Erdbebenüberprüfung des bestehenden Bauwerks und die Beurteilung der Notwendigkeit von Massnahmen werden (oder sind bereits) nach SIA-Merkblatt 2018 (künftig SIA-Norm 269/8) durchgeführt und in einem Bericht, inkl. Berechnungen zuhanden des Bauherrn und Eigentümers, dokumentiert. Bei Umbauten darf die vorhandene Erdbebensicherheit nicht reduziert werden, ausser es wird nachgewiesen, dass die Normen SIA 260 bis 267 auch im umgebauten Zustand eingehalten sind. Der Architekt und der Bauingenieur entwerfen zusammen erdbebengerechte und gemäss SIA-Merkblatt 2018 verhältnismässige Verstärkungs-/Ertüchtigungsmassnahmen (Umbau). Sie sind beide gemeinsam dafür verantwortlich. Die Verbesserung der Erdbebensicherheit durch Verstärkungs-/Ertüchtigungsmassnahmen wird durch die Berechnung des Erfüllungsfaktors im verstärkten/ertüchtigten Zustand α_{int} nachgewiesen.
— **Eingriffe am Tragwerk**
Eingriffe am Tragwerk (z.B. Aussparungen, Bohrungen, Abbrüche) bedürfen immer der vorgängigen Zustimmung des Bauingenieurs.
— **Komponenten, Installationen und sekundäre Bauteile**
Die Erdbebensicherheit von Komponenten, Installationen und sekundären Bauteilen wird basierend auf den einzelnen Schutzzielen und Anforderungen und den entsprechend zugeordneten Bauwerksklassen unter Beachtung von Nachhaltigkeit und Verhältnismässigkeit insbesondere für wichtige Elemente gewährleistet. Im Speziellen sind folgende Elemente auf die Erdbebeneinwirkung auszulegen (gemeinsam durch Bauherrn, Bauingenieur und Architekten festzulegen):
› XY
› XY

Brand
Feuerwiderstand, Feuerwiderstandsklasse, Verweis auf Brandschutzkonzept

Weitere aussergewöhnliche Ereignisse
Hochwasser, Anprall (z.B. Stützenanprall), Murgang, Lawinen, Sturm, Hagel, Lastabstürze (z.B. bei Kranbetrieb)

Akzeptierte Risiken
Sabotageakte, Terroranschläge, Flugzeuganprall, Explosion, Inhomogenitäten des Baugrunds, Herausziehen des Gesteins durch Anker usw.

8. Weiteres

Zum Beispiel weitere Gewerke, Beiträge Fachplaner usw.

9. Genehmigung

Bauherr, Firmenname, PLZ Ort

Ort, Datum Unterschrift

Gesamtprojektleiter/Generalplaner, Firmenname, PLZ Ort

Ort, Datum Unterschrift

Architekt, Firmenname, PLZ Ort

Ort, Datum Unterschrift

Anlagenplaner, Firmenname, PLZ Ort

Ort, Datum Unterschrift

Bauingenieur, Firmenname, PLZ Ort

Ort, Datum Unterschrift

Zur Kenntnisnahme und Stellungnahme (Kopie)

- Nutzer, Firmenname, PLZ Ort
- Betreiber, Firmenname, PLZ Ort
- Elektroplaner, Firmenname, PLZ Ort
- HLKS-Planer, Firmenname, PLZ Ort
- Brandschutzplaner, Firmenname, PLZ Ort
- Fassadenplaner, Firmenname, PLZ Ort
- ...

Verteiler

- alle oben stehenden Firmen

Meine Notizen

Meine Notizen

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

Walcheplatz 2
8090 Zürich

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

Zürich März 2018