



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

<b>1. Einleitung</b>	<b>4</b>
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
<b>2. Anforderungen an die Erdbebensicherheit der Anlagen</b>	<b>6</b>
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	
<b>3. Vorgehen im Rahmen des Betriebs und Unterhalts bestehender Anlagen</b>	<b>9</b>
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	
<b>4. Vorgehen bei Instandsetzungen und Umbauten</b>	<b>11</b>
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	
<b>5. Vorgehen bei Neubauten und Erweiterungen</b>	<b>14</b>
5.1 Ausschreibung der Projektierung	14
<b>6. Ausschreibung, Kontrolle und Abnahme der Ausführung</b>	<b>15</b>
6.1 Zielführende Ausschreibung in der Submissionsphase	15
6.2 Kontrolle und Abnahme der Ausführung	15
<b>7. Literatur</b>	<b>16</b>
<b>8. Glossar</b>	<b>17</b>
<b>Anhang</b>	
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 Wasserversorgungsanlagen [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 $\gamma_f$	Erdbebenwiederkehrperiode	Erforderliche Nachweise SIA 261
<b>I</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Personenbelegung <math>PB^1 \leq 50</math> Personen</li> <li>■ keine grösseren Menschenansammlungen oder besonders wertvolle Güter/Einrichtungen</li> <li>■ Schädigung der Bevölkerung oder der Umwelt ausgeschlossen</li> </ul>	1.0	475 Jahre  Überschreitungswahrscheinlichkeit von 10 % in 50 Jahren	Tragsicherheit inkl. Nachweis der sekundären Bauteile
<b>II</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ Personenbelegung <math>PB^1 &gt; 50</math> Personen</li> <li>■ grössere Menschenansammlungen</li> <li>■ besonders wertvolle Güter und Einrichtungen</li> <li>■ bedeutende Infrastrukturfunktion</li> </ul>	1.2	ca. 700 Jahre  Überschreitungswahrscheinlichkeit von 7 % in 50 Jahren	Tragsicherheit inkl. Nachweis der sekundären Bauteile
<b>III</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ lebenswichtige Infrastrukturfunktion</li> </ul>	1.4	ca. 1000 Jahre  Überschreitungswahrscheinlichkeit von 5 % in 50 Jahren	Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit inkl. Nachweis der sekundären Bauteile

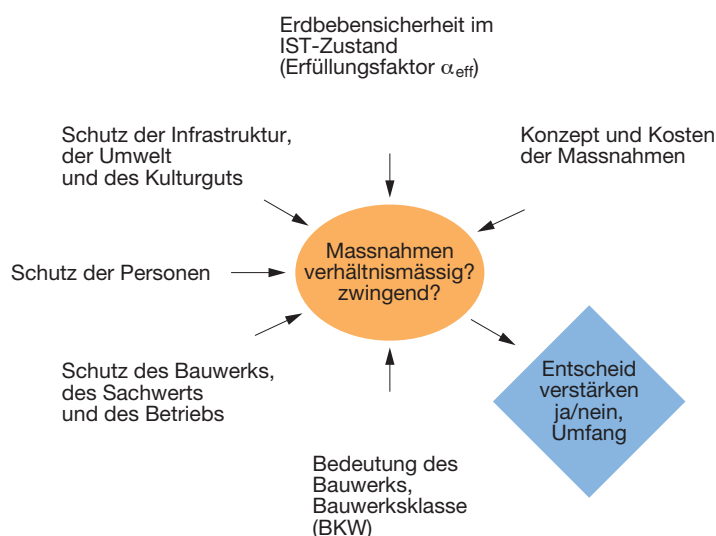
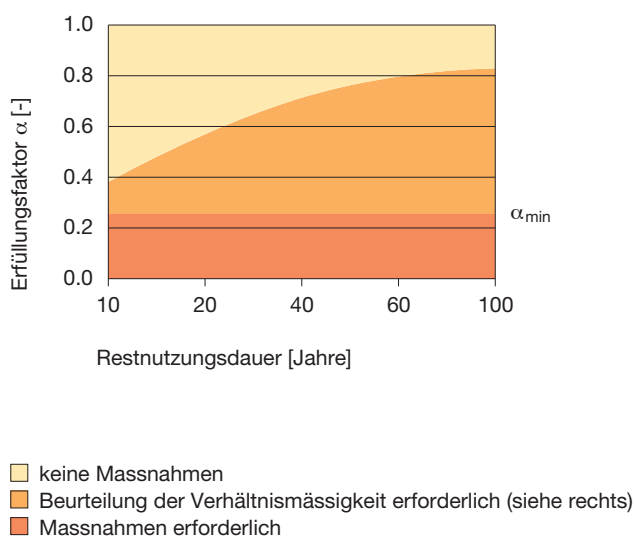
<sup>1</sup>Personenbelegung: Über die Nutzungsdauer betrachteter Mittelwert der Anzahl Personen in und um ein Bauwerk, die durch dessen Versagen gefährdet ist.

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  $\alpha_{\text{eff}}$  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  $\alpha_{\text{eff}}$  im Ist-Zustand unterhalb des Mindesterfüllungsfaktors ( $\alpha_{\text{min}}$ ) 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**

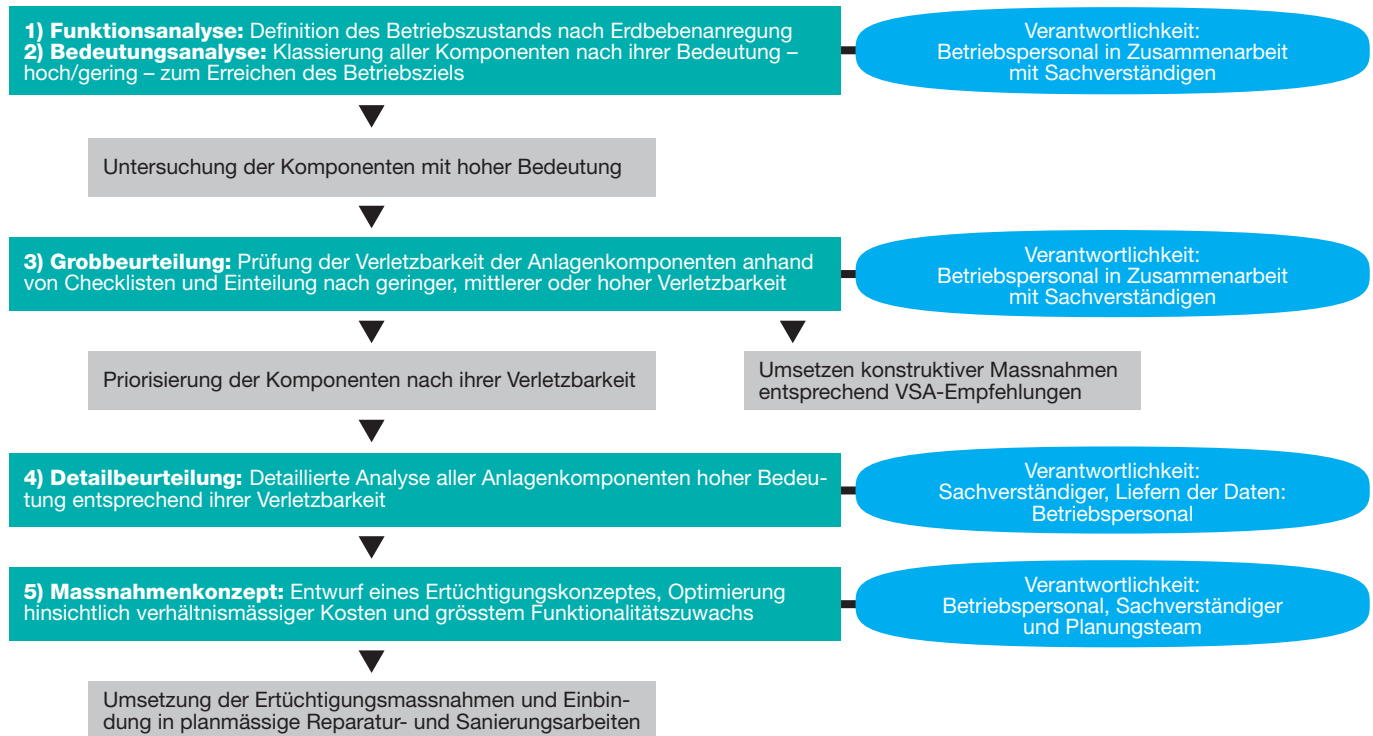
Das Ergebnis der Überprüfung kann in die Unterhalts- und Instandsetzungsplanung einbezogen werden, um einfache konstruktive Massnahmen zur Verbesserung der Erdbebensicherheit direkt zu realisieren. Zudem kann es auch bei der strategischen Planung der Anlage hinsichtlich Abbrüchen, Umbauten, Instandsetzungen, 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 Erdbbensicherheit 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 Erdbbensicherheit von Anlagenteilen in Instandsetzungs-, Umbau- und Neubauprojekten

	Gesamtprojektleiter										
	Bauleiter	Architekt	Bauingenieur	Elektroingenieur	Maschinen-/Verfahrensingenieur	Heizungs-/Lüftungs-/Klima-/Sanitäringenieur	Brandschutzexperte	Fassadenplaner	...	Produktehersteller/Systemlieferant	Installateur/Ersteller vor Ort (z.T. Baumeister)
Tragwerk	KO	IK	BE, AS								MO
Abgehängte Decken											
Doppelböden											
Aussen- und Innenwände (sekundär)	KO	AS	BE	IK		IK				(BE)	MO
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
Lagerung gefährlicher Substanzen											IK
Kunstgegenstände											
...											

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 Qualitätsrichtlinien 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 Erdbeningenieurwesen 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](http://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

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

## **Anlage**

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.

## **Baugrundklasse (BGK)**

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  $\gamma_f$  von 1.0 (BWK I) bis 1.4 (BWK III).

## **Bauwerksklasse (BWK)**

Massnahmen, um Schäden abzuwenden (vgl. Vorbeugung).

## **Erdbebenprävention**

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).

## **Erdbebenzone**

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

## **Gebrauchstauglichkeit**

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

## **Installationen**

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.

## **Komponenten**

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.

## **Nutzungsvereinbarung**

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.

## **Schutzziel**

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.

## **Sekundäre Bauteile**

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

## **Sekundäres Mauerwerk**

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

## **Tragsicherheit**

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).

## **Vorbeugung**

# 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

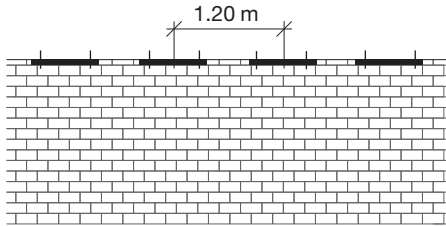
#### Sekundäres Mauerwerk

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

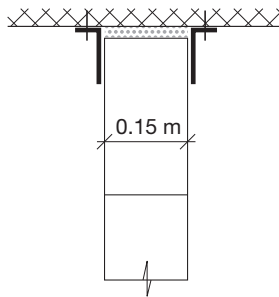
#### Beurteilung

● 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 I = 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.



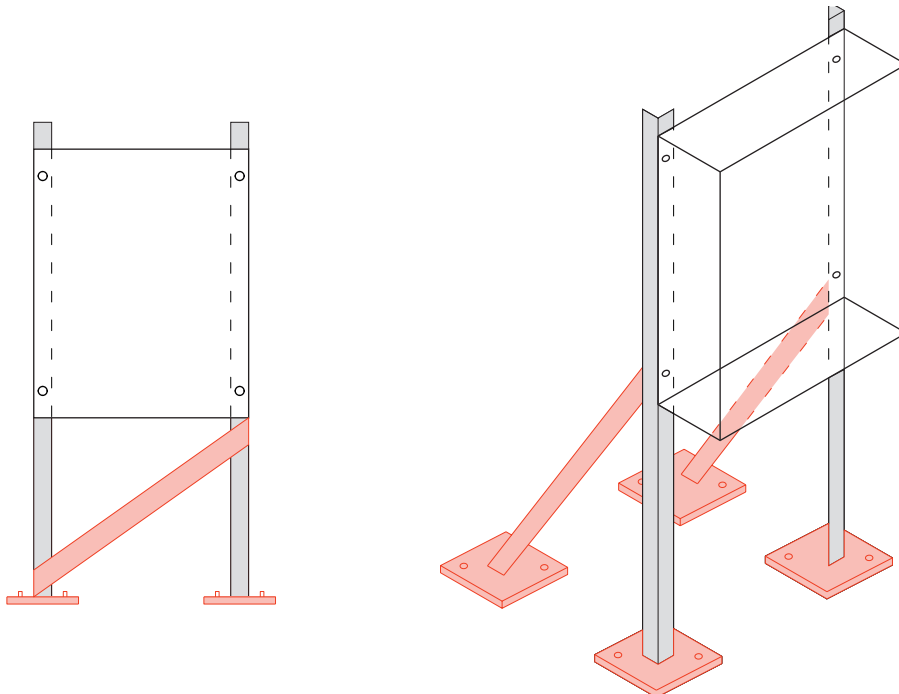
### Steuerschrank

Der Steuerschrank ist in der Bodenplatte verankert.

### Beurteilung

● Gutes Beispiel

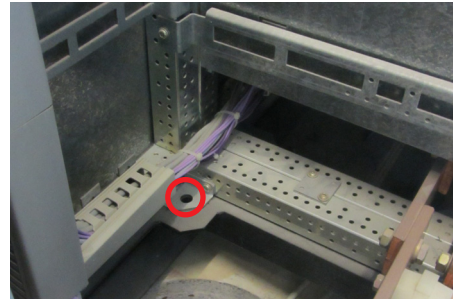
### Empfehlungen/Massnahmen



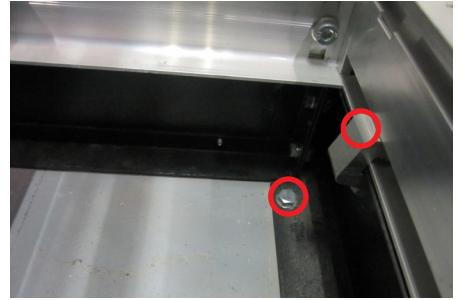
→ Verankerung der Füße des Steuerschranks mit Ankerschrauben und/oder Streben in der Bodenplatte, sodass er gegen Kippen und Gleiten gesichert ist.



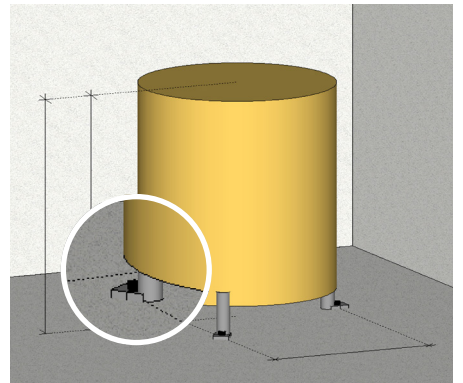
<b>Steuerschrank</b>	Der Schrank steht auf liegendem Stahlrahmen, aber sie sind miteinander nicht verschraubt.
<b>Beurteilung</b>	● Schlechtes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Den Steuerschrank und die Stahlrahmen miteinander verschrauben, damit der Schrank nicht umkippen kann.</li> <li>→ Die Steuerschrankmodule ebenfalls untereinander verbinden.</li> </ul>



<b>Steuerschrank</b>	Der Schrank ist auf einem Stahlrahmen befestigt.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Den Steuerschrank mit Klemmen am Stahlrahmen befestigen, um ihn gegen Umkippen zu sichern.</li> <li>→ Den Stahlrahmen mit Schrauben im Tragwerk verankern.</li> </ul>



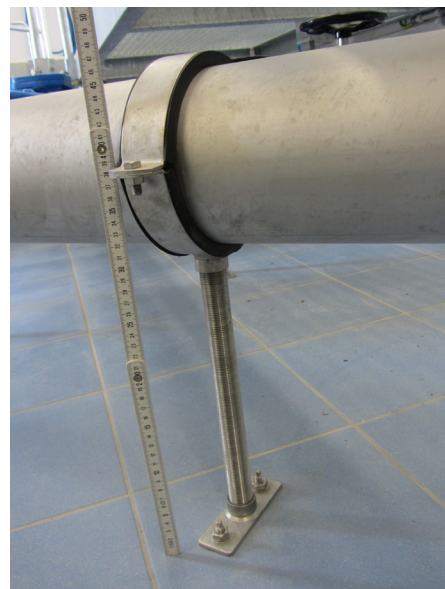
<b>Behälter</b>	Die Behälter sind an den Fusspunkten verankert.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Behälter an den Fusspunkten verankern oder an der Wand befestigen, um ihn gegen Umkippen und Gleiten zu sichern.</li> </ul>



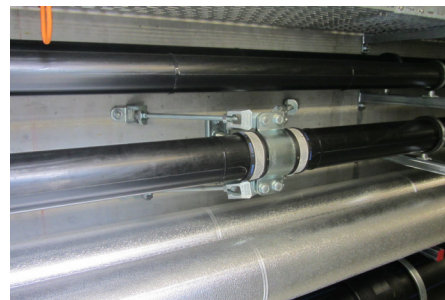
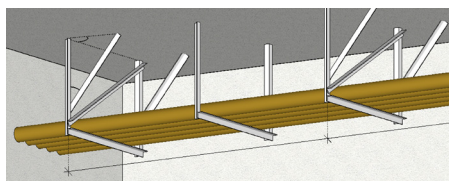
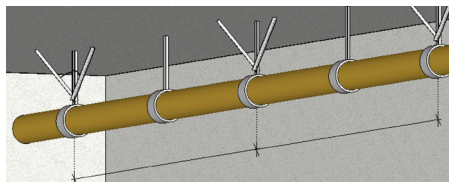
<b>Behälter</b>	Die Stahlkonstruktionen sind nicht verankert.
<b>Beurteilung</b>	● Schlechtes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	→ Die Stahlkonstruktionen der Behälter verankern, damit sie bei einem Erdbeben nicht weggleiten und gegen die Tragkonstruktion oder gegeneinander schlagen.



<b>Rohrleitungshalterung</b>	Die Halterung ist mit Rohrschelle an der Rohrleitung verbunden und über Dübel im Tragwerk verankert, der Dübelhebelarm ist senkrecht zur Rohrleitungsachse angebracht.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Rohrleitungen in regelmässigen Abständen mit Rohrleitungshalterungen versehen.</li> <li>→ Abstützungen mit der Rohrleitung verbinden und am Tragwerk verankern.</li> <li>→ Hebelarm der Dübel soll senkrecht zur Rohrleitungsachse angebracht sein.</li> <li>→ Bei der Anordnung der Abstützungen darauf achten, dass benachbarte Stützen keine massiven Steifigkeitsunterschiede aufweisen; nach Möglichkeit gleiche Stützenquerschnitte und Stützenlängen wählen.</li> </ul>

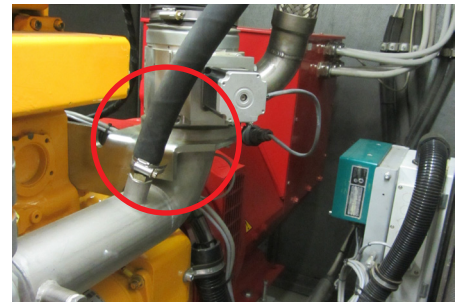
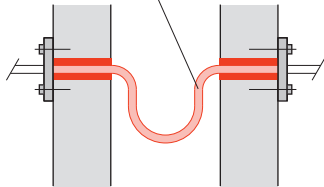


<b>Rohrleitungen</b>	Die Rohrleitungen sind auf Stahlkonsolen aufgelegt, die an der Betonwand verankert sind. In Rohrleitungsrichtung sind sie teilweise mit Streben horizontal ausgesteift.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Rohrleitungen am Tragwerk (nicht am sekundären Mauerwerk) befestigen.</li> <li>→ Parallel und senkrecht zur Rohrachse sind Aussteifungen erforderlich, horizontaler Winkel <math>&gt; 90^\circ</math>.</li> <li>→ Aussteifungen gut mit vertikalen Halterungen verbinden (Schrauben/Schweissen), Winkel <math>&gt; 30^\circ</math>.</li> <li>→ Aussteifungen sind mindestens bei jeder zweiten Halterung erforderlich.</li> </ul>



<b>Anschlussleitungen</b>	Die Anschlussleitungen sind flexibel ausgeführt.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	→ Sämtliche Anschlüsse (z.B. an Maschinen, zwischen zwei Gebäuden oder Stockwerken, bei Dilatationen, an schwingungs isolierten oder steif befestigten Geräten) flexibel ausführen, damit differenzielle Verschiebungen aufgefangen werden können.

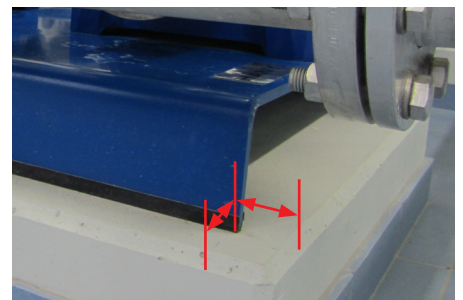
Ausreichender Durchhang



## Komponenten von Wasserversorgungsanlagen

### Komponenten/Installationen

<b>Kreiselpumpe</b>	Die Pumpe ist weder im Boden noch an der Wand verankert.
<b>Beurteilung</b>	● Schlechtes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	→ Die vertikale Kreiselpumpe mit Membrandruckkessel am Boden oder an der Wand derart verankern, dass ein Umkippen und Gleiten bei Erdbebeneinwirkung verhindert wird.
<b>Kurze Stütze</b>	Die kurze Stütze hat keine Verankerung am Tragwerk.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	→ 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.
<b>Lagerung</b>	Bei der Lagerung der Komponenten auf der Betonkonstruktion ist das Mindestmass eingehalten.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	→ 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.



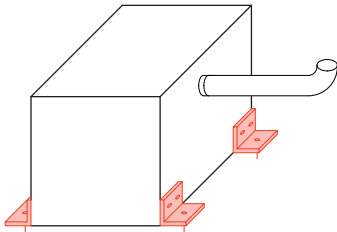


**Primärschlammpumpe**

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**

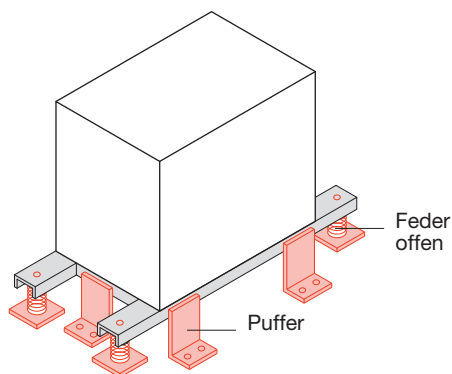
- Die Pumpenmotoren der Schneckenpumpen fest mit dem Fundament verbinden und die Verankerungen robust ausführen.
- Die Pumpe und den Motor auf einem gemeinsamen Fundament verankern, sodass keine differenziellen Setzungen auftreten.

**Motor des Blockheizkraftwerks**

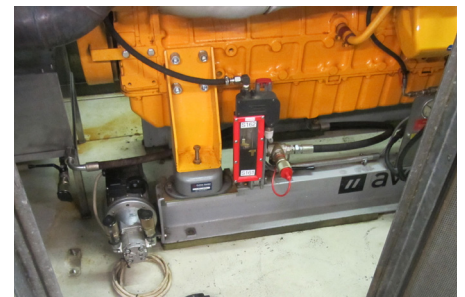
Der Motor ist auf zwei liegenden Stahlprofilen schwingungsdämpfend gelagert, aber die Stahlprofile sind nicht mit dem Tragwerk (Bodenplatte) verbunden. Der Motor kann sich verschieben oder umkippen.

**Beurteilung**

● Schlechtes Beispiel

**Empfehlungen/Massnahmen**

- Bei schwingungs isolierten 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**

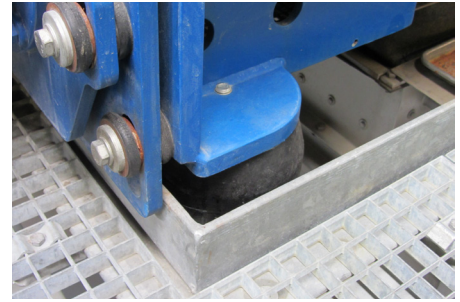
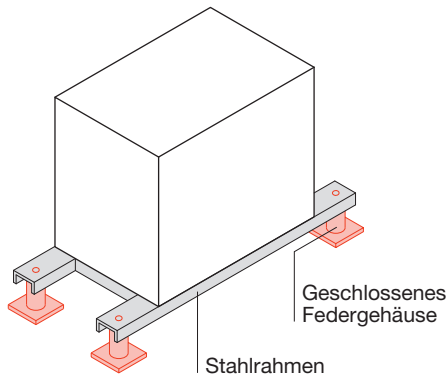
Die Maschine ist auf Elastomerlagern schwingungsdämpfend gelagert, aber horizontal nur in eine Richtung gegen Gleiten gehalten.

**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**

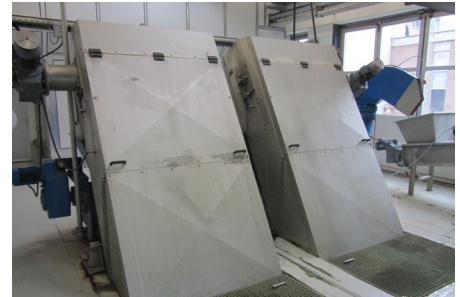
Die Rechen sind eingehaust.

**Beurteilung**

● Gutes Beispiel

**Empfehlungen/Massnahmen**

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

**Konsolbefestigung**

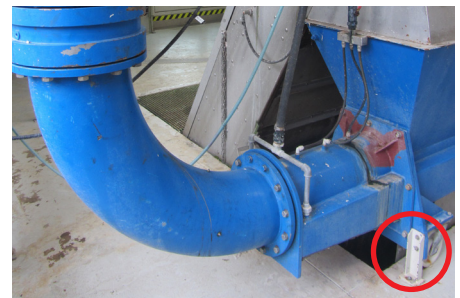
Der Rechen ist unten über eine Konsole mit der Bodenplatte verbunden.

**Beurteilung**

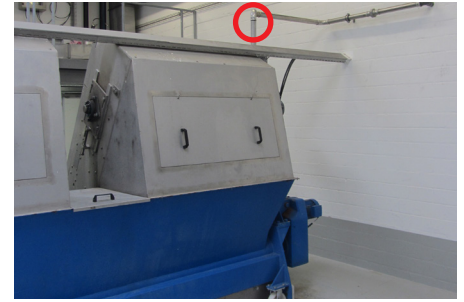
● Gutes Beispiel

**Empfehlungen/Massnahmen**

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



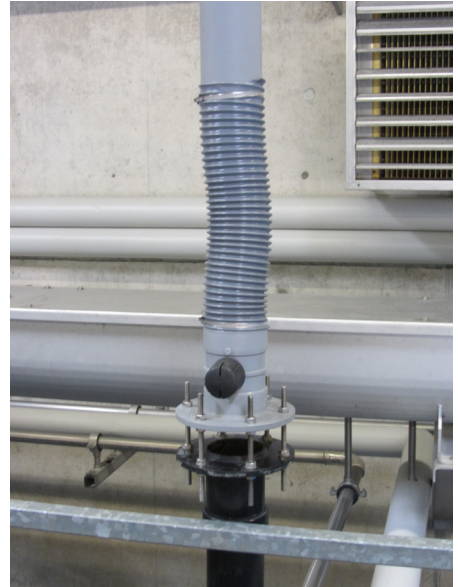
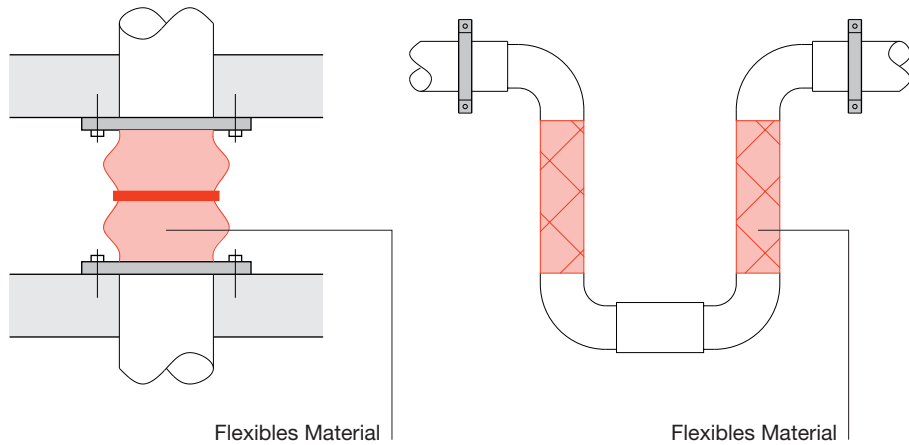
<b>Kabelanschlüsse</b>	Die Kabel- und Rohranschlüsse an den Rechen sind nicht flexibel ausgeführt.
<b>Beurteilung</b>	● Schlechtes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Die Kabel- und Rohranschlüsse an den Rechen und anderen Installationen flexibel ausführen, damit die Anschlüsse nicht bereits bei kleinen differentiellen Verschiebungen ab- oder ausreißen.</li> <li>→ Strom- und Wasserversorgung des Rechens und der anderen Installationen während und nach dem Erdbeben sicherstellen.</li> </ul>
<b>Motor der Rechengut-Waschpresse</b>	Der Motor der Rechengut-Waschpresse ist ausreichend befestigt.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Den Motor der Rechengut-Waschpresse sowie andere Maschinenteile an Stahlkonstruktionen befestigen.</li> <li>→ Die Fussplatten der Stahlkonstruktionen im Tragwerk verankern, sodass sich die Maschinenteile nicht verschieben oder umkippen können.</li> </ul>
<b>Einlaufhebewerk</b>	Rechengebäude mit Mauerwerkswänden, deren Versagen das Einlaufhebewerk blockieren würde.
<b>Beurteilung</b>	● Schlechtes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Die Wände des Rechengebäudes usw. nicht aus Mauerwerk ausführen, da die Gefahr besteht, dass die Mauerwerkswände im Erdbebenfall einstürzen und den Betrieb blockieren.</li> </ul>
<b>Rohranschlüsse</b>	Die Anschlüsse an den Gasdrucktank sind nicht flexibel ausgeführt, und die Anschlussleitungen sind an einer sekundären, also nichttragenden Kalksandsteinwand befestigt.
<b>Beurteilung</b>	● Schlechtes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>→ Die Anschlussleitungen nicht an sekundären Mauerwerkswänden befestigen, da sie bei einem Erdbebenereignis versagen können.</li> <li>→ Die Anschlüsse flexibel ausführen.</li> </ul>



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



<b>Rohrleitungen</b>	Das Entlüftungsrohr ist mit einem flexiblen Anschluss an der Einbaukomponente befestigt.
<b>Beurteilung</b>	● Gutes Beispiel
<b>Empfehlungen/Massnahmen</b>	→ 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:  
Anlage:

Überprüfungsdatum:  
Fachperson Bau (z.B. Bauing.):

Komponenten: Behälter, Tanks, Pumpen, Maschinen, Geräte usw.

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.

Überprüfungspunkte		Element	Elektro- / Schalt- / Steuerschrank	Nichttragen- de Wände (i.a. Mauerwerk)	(Druck-) Behälter / Tank	Pumpe horizontal aufgestellt	Pumpe vertikal aufgestellt	Rohr- leitungen	Löschbogen
Element vorhanden ja / nein?									
<b>Schlanges Element gegen Kippen gesichert?</b> 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	nicht relevant
<b>Element gegen Verschieben / Gleiten gesichert?</b> Elektro- / Schalt- / Steuerschrank an Bodenplatte oder an ausgesteiftem Holboden befestigt? (Druck-)Behälter / Tank an den Füßen verankert oder an der Wand befestigt? Pumpen befestigt oder ausreichend verschiebbar gelagert (siehe untersten Punkt)? Ausragende Leitungsteile / Armaturen (z.B. Löschbogen) befestigt?			nicht relevant						
<b>Rohrleitung in regelmässigen Abständen mit ähnlichen (in Breite und Höhe) Abstützungen / Halterungen befestigt?</b> Sind die Dübel senkrecht zur Rohrleitungssachse angebracht? Sind genügend Aussteifungen / Halterungen vorhanden?			nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant
<b>Anschlussleitungen an Komponenten ausreichend flexibel ausgeführt oder schädliche Relativbewegungen Anschlussleitungen - Komponenten verhindert?</b>			nicht relevant	nicht relevant					nicht relevant
<b>Schwimmend gelagerte, d.h. nicht verankerte / befestigte Komponenten auf Betonsockel mit mindestens 10 cm Abstand zum Betonsockelrand gelagert?</b>			nicht relevant	nicht relevant	nicht relevant			nicht relevant	nicht relevant
Massnahmen									
Erledigt (Datum, wenn Massnahme umgesetzt worden ist)									

# Anhang 3

## Konzeptbericht Erdbebensicherung 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

<b>Bauherr:</b>	
<b>Objektnummer:</b>	
<b>Strasse Nr., PLZ, Ort:</b>	
<b>Allg. Projektinformationen:</b>	
<b>Benutzer/Mieter:</b>	
<b>Objektnutzung/-klasse:</b>	
<b>Bauwerksklasse:</b>	
<b>Geometrie</b>	
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 (Abgabeverision für die Bauherrendokumentation)**

Verantwortlicher Ingenieur  
für das Erdbebenkonzept:

Geprüft und freigegeben:

Ort, Datum  
Ingenieurbüro Muster AG

Ort, Datum  
Ingenieurbüro Muster AG

Peter Muster  
Projektleiter

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 präzise 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 Tausalzeinswirkung 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**

Foundation, absolute Setzungen, differenzielle Setzungen

**Nachhaltigkeit**

Recyclingbeton, Zertifizierung nach SGNi (Schweizer Gesellschaft für Nachhaltige Immobilienwirtschaft)

**Weitere Anforderungen**

Schwingungen, Setzungen, Schall- und Lärmschutz, Entwässerung, Reinigung, Bauleranzen, 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  $a_{gd} = xx \text{ m/s}^2$ .

**— Baugrundverhalten**

Baugrundklasse, Mikrozonierung, Bodenverflüssigungspotenzial

**— Tragwerksverhalten**

Gemäss Norm SIA 26x beträgt der Verhaltensbeiwert für das vorliegende Tragwerk  $q = xx$ . Damit wird ein (duktiler, beschränkt duktiler oder nicht duktiler) 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 zuhänden 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  $\alpha_{int}$  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 Schutzziele 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

Gesamtsprojektleiter/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



[illegible]

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](mailto:awel@bd.zh.ch)

Zürich März 2018