



Freigabe von Wohngebäuden

Handbuch zur Gebäudebeurteilung nach Erdbeben



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
Monbijoustrasse 51 A, 3003 Bern
Tel.: 031 322 50 11
www.bevoelkerungsschutz.ch

Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF
Bundesgasse 20, 3001 Bern
Tel.: 031 320 22 22
www.vkf.ch

Schweizerischer Versicherungsverband SVV
C. F. Meyer-Strasse 14, 8022 Zürich
Tel.: 044 208 28 28
www.svv.ch

Auflage

800 d / 300 f / 100 i

Zitiervorschlag

Handbuch zur Gebäudebeurteilung nach Erdbeben
Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, Vereinigung
Kantonalen Feuerversicherungen VKF und Schweizerischer
Versicherungsverband SVV (Hrsg.), Bern, 2010.

Die Fotos wurden zur Verfügung gestellt von:

Grünthal G. (Ed.) European Macroseismic Scale 1998.
Cahiers du centre Européen de Géodynamique et
de Séismologie, Volume 15, Luxemburg 1998

Erdbebengerechter Entwurf von Hochbauten – Grundsätze
für Ingenieure, Architekten, Bauherren und Behörden.
Hugo Bachmann, Richtlinien des BWG – Directives de
l'OFEG – Direttive dell'UFAEG, Bern 2002

Dazio, Beyer, Braune, Fritsche, Mittaz:
Das Mw = 6.3 Erdbeben von L'Aquila am 6. April 2009
Bericht der SGEB Erkundungsmission vom 15.–18. April 2009
SGEB, Zürich, August 2009

Das Handbuch ist zu beziehen bei:

Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS
forschung@babs.admin.ch

September 2010

Autoren

Dr. Jost A. Studer
Studer Engineering, Zürich

Martin Jordi
Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF, Bern

Dr. Oliver Lateltin
Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF, Bern

Christoph Werner
Bundesamt für Bevölkerungsschutz BABS, Bern

Begleitkommission

Hanspeter Bieri
Basler Versicherungen, Basel

Dr. Peter J. Blumer
Gebäudeversicherung des Kantons
Basel-Stadt, Basel

Friederike Braune
Bundesamt für Umwelt BAFU, Ittigen

Dr. Donat Fäh
Schweizerischer Erdbebendienst SED/ETHZ, Zürich

Jörg Meyer
Basler Versicherungen, Basel

Stefano Villa
Soforthilfe der Armee, Bern

Dr. Thomas Wenk
Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-
ingenieurwesen und Baudynamik SGEB, Zürich

Literaturverzeichnis

EMS 98

Grünthal G. (Ed.) European Macroseismic Scale 1998.
Cahiers du centre Européen de Géodynamique et
de Séismologie, Volume 15, Luxemburg 1998

Rapid Assessment

Rapid Assessment – Schnelle Analyse komplexer
Schadensgebiete, Führungsstab der Armee, Eidgenössisches
Departement für Verteidigung, Bevölkerungsschutz
und Sport VBS, Bern 2009

ATC-20-1

Applied Technology Council ACT. Field Manual: Postearth-
quake Safety Evaluation of Buildings, Second Edition,
Redwood City CA, USA, 2005

4 **Problemstellung**

5 **Bewältigung eines Erdbebenereignisses**

Vorstufe: Abschätzung des Zerstörungsausmasses

Stufe 1: Bergen und Retten

Stufe 2: Freigabe der Bewohnbarkeit

Stufe 3: Festlegung des endgültigen Schadenausmasses

6 **Vorgehen in der Stufe 2**

Aufgabe und Zielsetzung

Zuständigkeit

Zeitaufwand

Ausführung

7 **Freigabe der Bewohnbarkeit**

Unterteilung nach Schadengrad

Klassifizierung der Gebäude nach dem Ampelsystem

Kategorie «grün»

Kategorie «gelb»

Kategorie «rot»

8–23 **Anhänge**

8–11 **Anhang 1: Checkliste Bewohnbarkeit**

12–14 **Anhang 2: Anschläge grün / gelb / rot für Gebäudemarkierung**

15 **Anhang 3: Schadengrade für Mauerwerk und Stahlbetonbauten EMS 98**

16–20 **Anhang 4: Bildbeispiele zu den Schadengraden und möglichen Schäden**

21 **Glossar / Erläuterungen**

22–23 **Technische Ausdrücke Checkliste**

Problemstellung

Ein schweres Erdbeben in der Schweiz würde an Bauten und Infrastruktur in einem grösseren Umkreis Schäden verursachen. Dies hätte unter anderem Einfluss auf die Wohnbarkeit von Wohngebäuden. Die Schäden müssen möglichst rasch beurteilt, Gebäude für die Wohnbarkeit freigegeben oder gesperrt werden.

Stufe	Aufgabe	Zuständig	Ausführende	Hilfsmittel
Vorstufe	Beobachtungen während Beben	Erdbebendienst SED	Bevölkerung Laien	Formulare SED Messnetz SED
Stufe 1	Bergen und Retten	Führungsorgan	Feuerwehr Zivilschutz	Checkliste
Stufe 2	Freigabe der Wohnbarkeit	Führungsorgan	Baufachleute	Begehung Handbuch
Stufe 3	Detailliertes Schadenausmass	Versicherungen	Bauspezialisten	Begehung Berechnung

Die Beurteilungen in den einzelnen Stufen benötigen unterschiedliche fachliche Qualifikationen. Sie sind zeitlich wie personell voneinander unabhängig durchzuführen.

Als Basisinformation für die Beurteilung sollen die Angaben der vorangehenden Stufen dienen, soweit dies möglich ist. Der Aufwand steigt mit jeder Stufe merklich an.

Bewältigung eines Erdbebenereignisses

Bei der Bewältigung eines Erdbebenereignisses können bezüglich Schäden an Gebäuden vier, sich zum Teil zeitlich überschneidende, Stufen unterschieden werden.

Die Vorstufe «Abschätzung des Zerstörungsausmasses», die Stufe 1 «Bergen und Retten», die Stufe 2 «Freigabe der Bewohnbarkeit» und die Stufe 3 «Endgültiges Schadenausmass».

Vorstufe: Abschätzung des Zerstörungsausmasses

Ziel ist es, möglichst rasch einen Überblick über das Schadenausmass zu erhalten und so die Bereiche mit der grössten Schadenvermutung von den Bereichen mit geringerer Schadenerwartung zu differenzieren.

Mittels seines Messnetzes ermittelt der Schweizerische Erdbebendienst SED innert weniger Minuten die Stärke (Magnitude) und die Lage des Epizentrums des Erdbebens. Diese Informationen werden zusammen mit einer ersten aus Modellrechnungen abgeleiteten Intensitätskarte (EMS 98) der Nationalen Alarmzentrale NAZ des Bundesamtes für Bevölkerungsschutz BABS und weiteren Amtsstellen weitergeleitet sowie auf der SED-Website (www.seismo.ethz.ch) publiziert.

Die NAZ informiert die kantonalen Führungsstäbe. Auf der oben genannten Website des SED ist der Erdbeben Fragebogen für die Bevölkerung abrufbar. Die Daten werden vom SED zur Vervollständigung der Karte über die Auswirkungen eines Erdbebens benutzt.

Zeitspanne: unmittelbar nach dem Erdbeben.

Stufe 1: Bergen und Retten

Bergen und Retten liegen in der Kompetenz der Interventionskräfte (Feuerwehr, Sanität, Zivilschutz und subsidiär Armee). Diese Arbeiten haben Vorrang vor allem Anderen.

Die Aktivitäten der Interventionskräfte konzentrieren sich auf Bauten mit Teileinsturz und Total-einsturz. Gefährdete Bereiche in der Umgebung der Gebäude werden abgesperrt. Als Grundlage kann u. a. die Dokumentation *Rapid Assessment – Schnelle Analyse komplexer Schadensgebiete* (Führungstab der Armee, 24. 8. 2009) angewendet werden.

Zeitspanne: drei bis fünf Tage nach dem Erdbeben.

Stufe 2: Freigabe der Bewohnbarkeit

Ziel ist die rasche Abklärung der Bewohnbarkeit von Wohngebäuden. Als Hilfsmittel soll dieses Handbuch dienen.

Zeitspanne: mehrere Tage bis Wochen nach dem Erdbeben.

Stufe 3: Festlegung des endgültigen Schadenausmasses

Das Gebäude wird detailliert durch Fachleute auf Schäden hin untersucht. Es werden Begehungen mit der Freilegung von Tragwerksteilen und umfangreiche Berechnungen durchgeführt.

Das Resultat dieser Stufe dient als Vorbereitung für den Wiederaufbau, insbesondere für die Schadenregulierung zwischen Eigentümern und Versicherungen, um die Zeitspanne bis zur Wiederaufbau möglichst kurz zu halten.

Zeitspanne: mehrere Wochen bis Monate nach dem Erdbeben.

Vorgehen in der Stufe 2

Das vorliegende Handbuch befasst sich mit der Stufe 2, also der Freigabe der Bewohnbarkeit von Wohngebäuden. Die Beurteilung der Bewohnbarkeit ist unter anderem wichtig, um die Anzahl der benötigten Notunterkünfte zu erfassen.

Aufgabe und Zielsetzung

Das Handbuch eignet sich insbesondere zur Beurteilung der Gebäudeschäden an Wohngebäuden mit einfacher Baustruktur, d. h. Einfamilienhäuser bis Wohnblöcke mit mehreren Wohnungen. Gebäude mit komplexen Strukturen, Hochhäuser und ähnliches können mit dem Handbuch nicht beurteilt werden.

Kern für die Gebäudebeurteilung bildet die Checkliste Bewohnbarkeit (Anhang 1).

Zuständigkeit

Für die Aufgaben in der Stufe 2 nimmt das zuständige Führungsorgan die zentrale Rolle ein:

- Vor dem Ereignis: Sicherstellung der Ausbildung sowie Klärung der Entschädigung der beurteilenden Baufachleute, Bereithalten der Checklisten und der notwendigen Hilfsmittel wie Absperrband etc.
- Unmittelbar nach dem Ereignis: Organisation und Betreuung der beurteilenden Teams, Weiterleiten der notwendigen Informationen.
- Nach dem Ereignis: fachgerechte Aufbereitung / Archivierung der Checklisten, Organisation der Zutrittsberechtigung bei Gebäuden der Kategorie gelb.

Zeitaufwand

Der Zeitaufwand für die Beurteilung der Bewohnbarkeit von Wohngebäuden soll für ein durchschnittliches Gebäude (drei bis sechs Wohnungen) im Bereich von maximal einer Stunde liegen.

Ausführung

Es ist davon auszugehen, dass Bauspezialisten für die Beurteilung der Gebäudeschäden u. a. für kritische Infrastrukturen wie z. B. Spitäler benötigt werden und somit für die Gebäudebeurteilung von Wohngebäuden in den ersten Tagen nach dem Erdbeben nur sehr beschränkt zur Verfügung stehen. Die Gebäudebeurteilung der meisten Wohngebäude muss somit von Baufachleuten vorgenommen werden.

Nicht Bestandteil des vorliegenden Handbuchs sind rechtliche Fragen (Verantwortlichkeiten).

Freigabe der Bewohnbarkeit

Gebäude der Kategorie «grün» können ohne Einschränkungen betreten werden.

Benutzung für Berechtigte erlaubt!
Dieser Schaden wurde beurteilt und es ist keine Einverständniserklärung notwendig.
 Der Schaden ist schwer.
 Der Schaden ist leicht.
Wichtige Sachverständigen sind dem Führungsgremium zu melden.
Bewertung der Beschädigten:
Name der Beschädigten:
Merkmal:
Wohnung:
Dieser Anschlag darf ohne Einwilligung des Führungsgremiums nicht betreten, überholt oder entfernt werden.

Gebäude der Kategorie «gelb» dürfen nur aus wichtigen Gründen und mit Einverständnis des zuständigen Führungsorgans betreten werden.

Zugang eingeschränkt!
Der Schaden wurde beurteilt und folgende Schritte sind zu ergreifen:
1. Zugang einschränken.
2. Wichtige Sachverständigen sind dem Führungsgremium zu melden.
3. Die Beurteilung erfolgt im Auftrag des Führungsgremiums.
4. Keine Betretung zum Schutz von Sachwerten.
5. Weitere Beschädigten melden.
Merkmal:
Wohnung:
Dieser Anschlag darf ohne Einwilligung des Führungsgremiums nicht betreten, überholt oder entfernt werden.

Gebäude der Kategorie «rot» dürfen nicht mehr betreten werden.

Zutritt verboten!
Dieser Anschlag ist sehr schwer.
Der Schaden wurde beurteilt und es ist zu erwarten, dass weitere Schäden eintreten und das Gebäude einstürzen könnte.
Die Beurteilung erfolgt im Auftrag des Führungsgremiums.
Keine Betretung zum Schutz von Sachwerten.
Wichtige Sachverständigen sind dem Führungsgremium zu melden.
Merkmal:
Wohnung:
Dieser Anschlag darf ohne Einwilligung des Führungsgremiums nicht betreten, überholt oder entfernt werden.

Abbildungen aus Anhang 2

Unterteilung nach Schadensgrad

Möglichst frühzeitig beginnend, parallel zu Bergen und Retten, erfolgt die Beurteilung der Gebäudesubstanz in Hinblick auf die Bewohnbarkeit. Als Hilfsmittel dient die Checkliste Bewohnbarkeit (siehe Anhang 1).

Die Beurteilung konzentriert sich auf die Einteilung in Gebäude mit:

- **keinen oder leichten Schäden (Kategorie grün, Schadensgrad 1 gemäss EMS 98)**
- **mässigen Schäden, d. h. leichte Schäden am Tragwerk und mässige Schäden an nichttragenden Bauteilen (Kategorie gelb, Schadensgrad 2 gemäss EMS 98)**
- **erheblichen bis schweren Schäden, d. h. mittlere Schäden am Tragwerk und schwere Schäden an nichttragenden Teilen (Kategorie rot, Schadensgrade 3 bis 5 gemäss EMS 98).**

Klassifizierung der Gebäude nach dem Ampelsystem

Basierend auf der Beurteilung gemäss der Checkliste Bewohnbarkeit (siehe Anhang 1 und Anhang 2) werden die Gebäude nach dem Ampelsystem (grün, gelb, rot) gut sichtbar markiert. Das Ampelsystem in dieser Art wird auch in den USA angewendet (ATC-20 der FEMA). Die drei Farben haben eine klar zugeordnete Bedeutung.

Nach einem stärkeren Nachbeben sind die Kategorie grün (primär) und die Kategorie gelb (sekundär) zu überprüfen. Letztere sekundär, da diese Gebäude ohnehin nur mit Einwilligung der Sicherheitskräfte betreten werden dürfen.

Kategorie «grün»

Es sind keine Schäden am Tragwerk und leichte Schäden an nichttragenden Elementen vorhanden (Schadensgrad 1 gemäss EMS 98, siehe Anhang 3). Die Sicherheit des Gebäudes ist auch nach einem Nachbeben gewährleistet (muss nach stärkeren Nachbeben nochmals überprüft werden).

- Das Gebäude kann ohne besondere Einschränkungen weiter benutzt werden. Exponierte Teile können jedoch eingestürzt oder beschädigt sein (z. B. Kamine).

Kategorie «gelb»

Es sind leichte Schäden am Tragwerk und mässige Schäden an nichttragenden Elementen vorhanden (Schadensgrad 2 gemäss EMS 98, siehe Anhang 3). Die Sicherheit des Gebäudes ist während einem Nachbeben nicht mehr eindeutig gewährleistet.

Die Schäden an den nichttragenden Elementen verhindern eine Weiternutzung momentan weitgehend. Für diese Gebäude müssen weitere Abklärungen und Untersuchungen durch Bauspezialisten durchgeführt werden.

- Das Gebäude darf nur aus wichtigen Gründen (z. B. Beschaffung persönlicher Gegenstände) kurzzeitig betreten werden. Hierzu muss eine Einwilligung des zuständigen Führungsorgans vorliegen.
- In der näheren Umgebung sind Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Kategorie «rot»

Es sind mässige bis schwere Schäden am Tragwerk und schwere bis sehr schwere Schäden an nichttragenden Elementen vorhanden (Schadensgrade 3 bis 5 gemäss EMS 98, siehe Anhang 3). Die Standfestigkeit des Gebäudes ist nicht mehr gewährleistet. Der Einsturz bei Nachbeben oder Sturm ist wahrscheinlich.

- Das Gebäude darf nicht mehr betreten werden.
- In der Umgebung sind Sicherheitsvorkehrungen zu treffen.

Anhang 1: Checkliste Bewohnbarkeit

Nur eine Antwort geben Hier sind mehrer Antworten möglich

Örtlichkeit / Objekt

Eigentümer	Foto-Nr.
Strasse	Nummer
Gemeinde	Postleitzahl
Bezirk	Kanton
Anzahl betroffene Wohnungen	Anzahl Bewohner

Baujahr

vor 1900 1900 bis 1970 1970 bis 1990 nach 1990

Gebäudenutzung

Wohngebäude <input type="checkbox"/>	Schule <input type="checkbox"/>	Gebäude Einsatzkräfte <input type="checkbox"/>
Bürogebäude <input type="checkbox"/>	Einkaufszentrum <input type="checkbox"/>	histor. Gebäude (Kirche, Schloss, etc.) <input type="checkbox"/>
Lagergebäude <input type="checkbox"/>	Verwaltungsgebäude <input type="checkbox"/>	Andere <input type="checkbox"/>
leerstehendes Gebäude <input type="checkbox"/>	Spital <input type="checkbox"/>	

Anzahl Stockwerke über Terrain

1 bis 2 3 bis 4 5 bis 6 7 bis 10 mehr als 10

Anzahl Stockwerke unter Terrain

keine unbekannt 1 bis 2 3 oder mehr

Tragsystem / Bauwerkstyp

Mauerwerk / Holzbalkendecken <input type="checkbox"/>	Stahlbetonrahmen <input type="checkbox"/>	Holzbau <input type="checkbox"/>
Mauerwerk / Betondecken <input type="checkbox"/>	Stahlrahmen <input type="checkbox"/>	Natur- / Feldsteine <input type="checkbox"/>
Stahlbetontragwände in Skelettbauten <input type="checkbox"/>	Stahlfachwerke <input type="checkbox"/>	unbekannt <input type="checkbox"/>
Mischbauweise (Decken) <input type="checkbox"/>	Mischbauweise (Wände) <input type="checkbox"/>	

Erhaltungszustand	gut <input type="radio"/>	schlecht <input type="radio"/>
Regelmässiger Aufriss	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Regelmässiger Grundriss	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Weiches Stockwerk	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Kurze Stützen	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Mauerwerksanker vorhanden	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>
Eck- / Abschlusshaus	ja <input type="radio"/>	nein <input type="radio"/>

Schäden an Gebäudeinstallationen

Schäden	Massnahmen
Hausanschluss Wasserleitung defekt (Wassereinbruch)	Wasserversorgung informieren
Hausanschluss Gasleitung defekt (Gasgeruch)	Gasversorgung informieren
Feuerungsanlagen (Kamin, Öfen) defekt	
abgerissene / abisolierte elektrische Leitungen	

Sicherungsmassnahmen

keine notwendig notwendig dringend notwendig

Art der Sicherungsmassnahmen

Gesamtbeurteilung

Wenn in obiger Schadensbewertung ein Punkt als gelb oder rot beurteilt werden muss, ist das Gebäude insgesamt als gelb bzw. rot zu beurteilen.

grün gelb rot

Benutzung für Berechtigte erlaubt

Zugang nur eingeschränkt gestattet

Betreten verboten

Beurteilende

(Personen, die das Gebäude beurteilt haben)

Zutrittsgeber Gebäude

(Gebäudeeigentümer)

Namen

Ort / Datum / Zeit

Unterschriften

Benutzung für Berechtigte erlaubt!

Anhang 2: Anschläge grün / gelb / rot für Gebäudemarkierung

Dieses Gebäude wurde beurteilt und es sind keine offensichtlichen Mängel festgestellt worden.

nur von aussen beurteilt

von innen und aussen beurteilt

Allfällige Sicherheitsmängel sind dem Führungsorgan zu melden!

Bemerkungen der Beurteilenden:

Gebäudeadresse:

Datum:

Uhrzeit:

V O R S I C H T !

Nachbeben nach der Inspektion können die bauliche Sicherheit herabsetzen.

Die Beurteilung erfolgte im Auftrag des Führungsorgans von:

Namen der Beurteilenden:

Unterschriften:

Dieser Anschlag darf ohne Einwilligung des Führungsorgans nicht verändert, überklebt oder entfernt werden!

Zugang eingeschränkt!

Das Gebäude wurde beurteilt und folgende Mängel sind festgestellt worden:

Datum:

Uhrzeit:

VORSICHT!

Nachbeben nach der Inspektion können die bauliche Sicherheit herabsetzen.

Betreten, mit Bewilligung des Führungsorgans, unter nachfolgenden Einschränkungen erlaubt:

Folgende Bereiche dürfen nicht betreten werden:

Kurzes Betreten zum Sicherstellen von Wertgegenständen

Weitere Einschränkungen:

Namen der Beurteilenden:

Unterschriften:

Dieser Anschlag darf ohne Einwilligung des Führungsorgans nicht verändert, überklebt oder entfernt werden!

Zutritt verboten!

(Dieser Anschlag ist keine Abrissfreigabe)

Das Gebäude wurde beurteilt und ist als unsicher klassiert worden. Folgende Mängel sind festgestellt worden:

Datum:

Uhrzeit:

Die Beurteilung erfolgte im Auftrag des Führungsorgans von:

Betreten nur mit schriftlicher Spezialbewilligung des Führungsorgans gestattet.

Namen der Beurteilenden:

Gebäudeadresse:

Unterschriften:

Dieser Anschlag darf ohne Einwilligung des Führungsorgans nicht verändert, überklebt oder entfernt werden!

Anhang 3: Schadensgrade für Mauerwerk und Stahlbetonbauten EMS 98



Schadenklassifizierung von Mauerwerksbauten

Schadengrad 1: Keine oder leichte Schäden (keine Schäden am Tragwerk, leichte Schäden an nichttragenden Elementen) Haarrisse in wenigen Wänden. Kleine Stücke Verputz bröckeln ab. Vereinzelt fallen von oben Steine herunter.



Schadengrad 2: Mässige Schäden (leichte Schäden am Tragwerk, mässige Schäden an nichttragenden Elementen) Risse in vielen Wänden. Grosse Stücke Verputz fallen herunter. Teileinsturz von Kaminen.



Schadengrad 3: Erhebliche bis schwere Schäden (mässige Schäden am Tragwerk, schwere Schäden an nichttragenden Elementen) Breite und lange Risse in den meisten Wänden. Dachziegel lösen sich. Kamine stürzen vollständig ein. Einsturz einzelner nichttragender Elemente (Trennwände, Giebelwände)



Schadengrad 4: Sehr schwere Schäden (schwere Schäden am Tragwerk, sehr schwere Schäden an nichttragenden Elementen) Wände stürzen ein. Teileinsturz des Dachs und von Decken

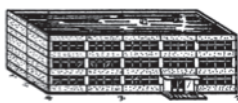


Schadengrad 5: Zerstörung (sehr schwere Schäden am Tragwerk) Totaler oder fast totaler Gebäudeeinsturz.



Schadenklassifizierung von Stahlbetonbauten

Schadengrad 1: Keine oder leichte Schäden (keine Schäden am Tragwerk, leichte Schäden an nichttragenden Elementen) Haarrisse im Verputz entlang Rahmenelementen oder in unteren Wänden, Haarrisse in Trennwänden und Ausfachungen.



Schadengrad 2: Mässige Schäden (leichte Schäden am Tragwerk, mässige Schäden an nichttragenden Elementen) Risse in Rahmenriegeln und -stielen und tragenden Wänden. Risse in Trennwänden und Ausfachungen. Spröde Verkleidungen und Verputz fallen herunter. Mörtel in Wandfugen fällt heraus.



Schadengrad 3: Erhebliche bis schwere Schäden (mässige Schäden am Tragwerk, schwere Schäden an nichttragenden Elementen) Risse in Rahmenstielen und Rahmenecken im unteren Gebäudebereich und an Fugen gekoppelten Wänden. Abplatzen der Betonüberdeckung. Knicken von Bewehrungseisen. Grosse Risse in Trennwänden und Ausfachungen. Einsturz einzelner Ausfachungen.



Schadengrad 4: Sehr schwere Schäden (schwere Schäden am Tragwerk, sehr schwere Schäden an nichttragenden Elementen) Grosse Risse an tragenden Elementen mit Druckversagen des Betons und Bruch der Bewehrungseisen, Verbundversagen der Trägerbewehrung. Versagen einzelner Stützen oder eines einzelnen Stockwerks.



Schadengrad 5: Zerstörung (sehr schwere Schäden am Tragwerk) Einsturz des Erdgeschosses oder eines Gebäudeteils (z. B. Gebäudeflügel)

Anhang 4: Bildbeispiele zu den Schadengraden und möglichen Schäden



Bild 1

Oberflächliche Risse, abgeplatzter Verputz, betrifft nur wenige Wände: [SG 1](#)



Bild 2

Beschädigter Kamin: [SG 1](#)



Bild 3

Heruntergefallene Fassadenelemente, weitere Einstürze bei Nachbeben möglich: [SG 2](#)

**Bild 4**

Herausgefallene Giebelwand (nichttragend), weitere Einstürze bei Nachbeben möglich: [SG 2](#)

**Bild 5**

Beschädigte Kamine, eingesackte Dachebene, verschobene und heruntergefallene Dachziegel: [SG 2](#)

**Bild 6**

Zerstörter Balkon, Absturz bei Nachbeben möglich: [SG 2](#)

**Bild 7**

Risse in vielen Wänden, grossflächige Putzabplatzungen: [SG 2](#)

**Bild 8**

Durchgehende, klaffende Risse: [SG3](#)

**Bild 9**

Herausgefallenes Wandstück, betrifft wenige Wände: [SG3](#)

Bild 10

Zerstörte Giebelwand (nichttragend): [SG3](#)

**Bild 11**

Betonabplatzungen, deformierte Bewehrung, betrifft wenige Stützen: [SG3](#)

**Bild 12**

Plastische Deformation der Bewehrung, betrifft wenige Stützen: [SG3](#)

**Bild 13**

Lange, klaffende Risse, Teilversagen von vielen Wänden: [SG3](#)

**Bild 14**

Durchgehende, klaffende Risse, lose Wandverbindung auf Dachebene: [SG4](#)

**Bild 15**

Lose Wandverbindung in Ecken, betrifft viele Wände: [SG4](#)

Bild 16

Freistehende deformierte Bewehrungsseisen, betrifft viele Stützen: [SG4](#)

**Bild 17**

Teilweise zerstörte tragende Wandstücke, Teileinsturz des Dachs und Decken: [SG4](#)

Bild 18

Plastische Deformationen, betrifft viele Stützen: [SG4](#)

**Bild 19**

Mauerwerk oberhalb Sturz gerissen: [SG 4](#)

**Bild 20**

Mehrheit der Wände im EG mit starken Betonabplatzungen, deformierte Bewehrung: [SG 4](#)

**Bild 21**

Zerstörte Stütze, deformierte Bewehrung, betrifft viele Stützen: [SG 3](#)

**Bild 22**

Freiliegende Bewehrung, starke Abplatzungen, betrifft viele Stützen: [SG 4](#)

Glossar / Erläuterungen

Grundwissen Erdbebenbemessung

EMS 98

Die Europäische Makroseismische Skala (EMS) ist die Grundlage für die Abschätzung der seismischen Intensität von Erdbeben. Sie wird auch als EMS 98 bezeichnet. Sie umfasst ein ausführliches Handbuch, das Anleitungen, Abbildungen und Anwendungsbeispiele enthält.

Intensität

Die Intensität ist ein Mass für die Wirkung des Erdbebens an einem bestimmten Ort. Sie wird in römischen Ziffern von I bis XII angegeben.

Magnitude

Die Magnitude ist ein Mass für die während eines Erdbebens freigesetzte Energie.

Schadengrad

Einteilung der beschädigten Gebäude in fünf Kategorien (Schadengrade) gemäss der Europäischen Makroseismischen Skala (siehe Anhang 3).

Organisation

Baufachleute

Personen mit einer Ausbildung an einer höheren Fachschule im Bereich Bau. Beispiele: Techniker HF, Polier. Führen im Berufsalltag keine statischen Berechnungen durch.

Bauspezialisten

Personen mit einer Ausbildung an einer Hochschule im Bereich Bau. Beispiel: Ingenieur. Führen im Berufsalltag statische Berechnungen durch.

Führungsorgan

Das Führungsorgan trägt die Führungsverantwortung und unterstützt die Behörde bei der Vorbereitung der notwendigen Entscheide. Wichtige Aufgaben sind insbesondere:

- Sicherstellung der Information der Bevölkerung über Gefährdungen, Schutzmöglichkeiten und Schutzmassnahmen.
- Warnung und Alarmierung sowie Erteilung von Verhaltensanweisungen an die Bevölkerung.
- Sicherstellung der Führungstätigkeit.
- Koordination der Vorbereitungen und der Einsätze der Partnerorganisationen des Verbundsystems Bevölkerungsschutz.

Rechtliche Fragen

Unter rechtlichen Fragen wird im Zusammenhang mit diesem Handbuch vor allem die Regelung der Verantwortung und Rechtssicherheit für die Ausführenden verstanden. Diese Rahmenbedingungen sind im vorliegenden Handbuch nicht geregelt.

Technische Ausdrücke

Checkliste

Bodenverflüssigung

Unter starken Erschütterungen können wassergesättigte sandige Bodenschichten ihre Festigkeit verlieren und sich vorübergehend wie eine Flüssigkeit verhalten.

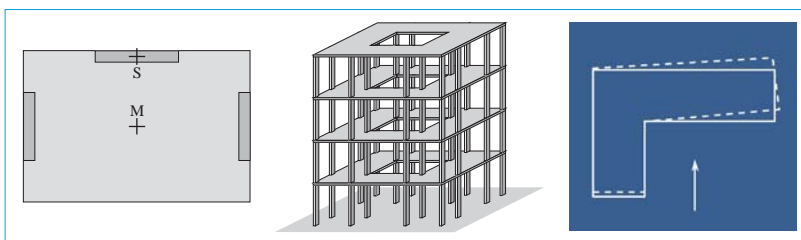
Grosse Setzungen und das Kippen von Gebäuden sind typische Konsequenzen einer Bodenverflüssigung.



Regelmässiger Grundriss

Ein Gebäude ist im Grundriss als regelmässig zu betrachten, wenn:

- die Horizontalsteifigkeit und Massenverteilung hinsichtlich zweier orthogonaler Richtungen ungefähr symmetrisch im Grundriss ist,
- die Grundrissform kompakt ist (Gesamtabmessungen von rückspringenden Ecken oder Aussparungen nicht grösser als 25 % der gesamten äusseren Grundrissabmessung in entsprechender Richtung),
- die Steifigkeit der Decken in ihrer Ebene im Vergleich zur Horizontalsteifigkeit der vertikal tragenden Bauteile gross ist.

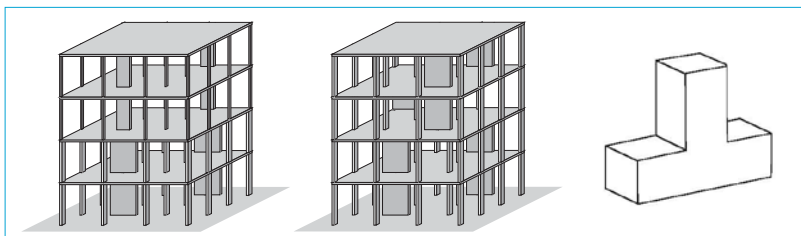


Beispiele von unregelmässigen Konfigurationen im Grundriss: stark unsymmetrische Verteilung der aussteifenden Elementen, grosse Aussparungen, nicht kompakter Grundrissform.

Regelmässiger Aufriss

Ein Gebäude ist im Aufriss als regelmässig zu betrachten, wenn:

- die Abtragung von an Horizontalkräften beteiligten Bauteile (wie Kerne, tragende Wände, Rahmen oder Fachwerke) ohne Unterbrechung vom Fundament bis zur Oberkante des Bauwerks oder Bauwerksteils verlaufen.
- die Horizontalsteifigkeit (Tragwiderstand für Horizontalkräfte und Masse der einzelnen Geschosse) über die Höhe des Bauwerks konstant bleibt oder sich allmählich verringert, ohne sprunghafte Veränderungen von unten nach oben (Ausnahme: Übergang in Untergeschosse).



Beispiele von unregelmässigen Konfigurationen im Aufriss.

Weiche Geschosse («soft storey»)

Viele Einstürze sind auf weiche Geschosse zurückzuführen.

Die Aussteifungselemente, z. B. Wände, die in den Obergeschossen vorhanden sind, werden im Erdgeschoss weggelassen. Dadurch entsteht ein in horizontaler Richtung weiches Erdgeschoss. Die Stützen sind nicht in der Lage, die Relativverschiebungen zwischen dem Boden und dem oberen Teil des Gebäudes schadlos mitzumachen. Die grossen plastischen Verformungen am oberen und unteren Ende der Stützen führen zum gefürchteten so genannten Stützenmechanismus und zum Kollaps des Geschosses wenn nicht des gesamten Gebäudes.

Auch ein Obergeschoss kann im Verhältnis zu den übrigen Geschossen weich sein. Der Versagensmechanismus und die Konsequenzen sind die gleichen wie bei einem weichen Erdgeschoss.



Weiches Erdgeschoss

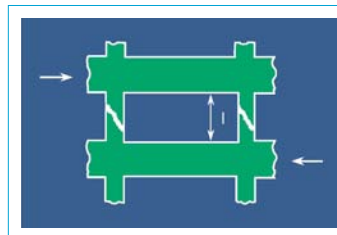
Stützenmechanismus im Erdgeschoss

Weiches Obergeschoss

Kurze Stützen

Das Schubversagen von so genannten kurzen Stützen ist eine häufige Einsturzursache von Gebäuden bei Erdbeben.

Es handelt sich um gedrungene, d. h. im Verhältnis zu ihrer Höhe dicke Stützen, die oft in starken Riegeln eingespannt sind oder durch die nachträgliche Anordnung von Brüstungen entstehen («unplanmässig verkürzte Stützen»).



Mauerwerksanker

Verankerungselement aus Stahl zur Rückverankerung von Mauerwerksfassadenwänden mit anderen Wänden oder mit den Decken.

