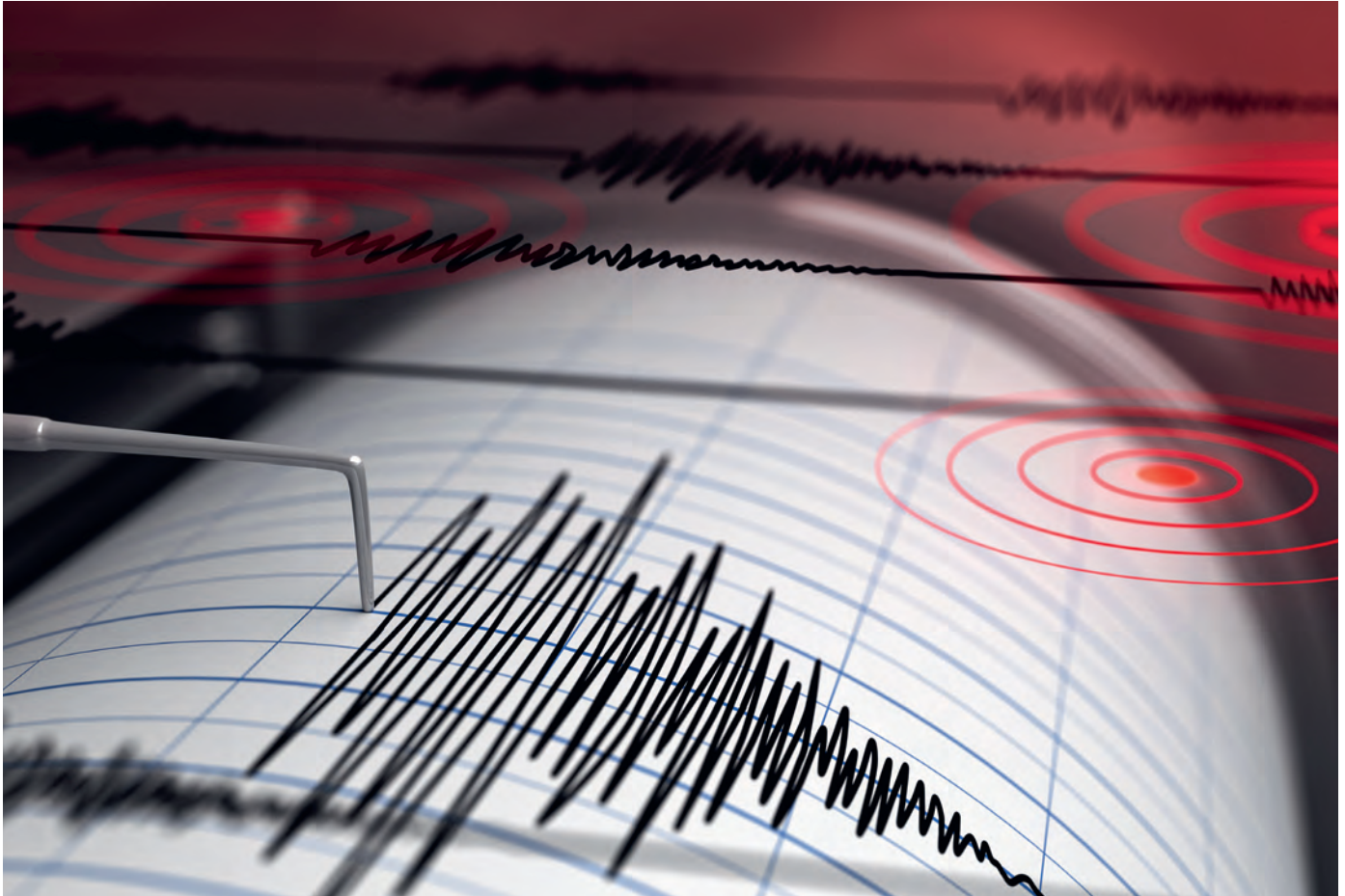


Erdbebensicherheit: Der Trockenbau ist gefordert

Text **Daniel Amsler**



Ein Seismograph zeichnet die Ausschläge eines Erdbebens auf. Bild: zVg

Die Schweiz ist ein Erdbebenland. Zwar sind schwere Ereignisse mit bedeutenden Schäden sehr selten, doch zeigen historische Beispiele, was passieren kann. Die Anforderung nach Erdbebensicherheit von Gebäuden betrifft nicht nur die Statik von massiven Bauteilen. Auch Trockenbaukonstruktionen müssen so beschaffen sein, dass sie Kräfte und Verschiebungen aushalten.

1000 bis 1500 Erdbeben werden in der Schweiz pro Jahr gemessen. Alle 8 bis 15 Jahre findet ein Erdbeben mit einer Magnitude von etwa 5 statt. Alle 50 bis 150 Jahre ist mit einem Erdbeben in einer Stärke von 6 oder mehr zu rechnen. Das letzte Mal war dies im Jahr 1946 bei Sierre im Wallis der Fall. Zum Vergleich: Das katastrophale Erdbeben in Marokko vom 8. September 2023 erreichte eine Magnitude von 6,8, die noch verheerenderen Beben in der Türkei und Syrien im Februar 2023 wiesen gar eine Magnitude von 7,5 bis 7,8 auf.

Autor Daniel Amsler ist Leiter Technik und Schulungen Trockenbausysteme der Knauf AG Schweiz

Was sich hinter diesen Zahlen und Wahrscheinlichkeiten des Schweizerischen Erdbebendienstes verbirgt, ist klar: Auch wenn es sich nüchtern betrachtet «nur» um eine mittlere Gefährdung handelt, ist die Schweiz zweifellos Erdbebenland. Damit ist gemäss dem Schweizerischen Ingenieur- und Architektenverein (SIA) «in der Schweiz (...) jedes Gebäude einer Erdbebengefährdung ausgesetzt».

Das wirft für alle am Bau beteiligten Partner Fragen auf: Wie muss ich planen und bauen, dass mein Gebäude sicher ist und vor allem keine Menschen durch Einstürze oder Ähnliches gefährdet werden? Eigentlich ist das keine Frage, sondern eine Anforderung, die inzwischen in immer mehr Ausschreibungen explizit gestellt wird. Oder: Was bedeutet «sicher» im Falle von Erdbeben überhaupt? Wer ist verantwortlich? Und auch: Ist erdbebensicheres Bauen überhaupt bezahlbar? Dieser Beitrag soll auf diese grundlegenden Fragen Antworten für den



Das grosse Beben in Basel von 1356 auf einem Bild aus dem 16. Jahrhundert von Sebastian Münster. Quelle: seismo.ethz.ch

Gemäss dem SIA ist in der Schweiz jedes Gebäude einer Gefährdung ausgesetzt.

Bereich Trockenbau liefern (es geht also nicht um massive, tragende Bauteile wie Wände oder Decken). Die Antworten können in diesem Rahmen nicht erschöpfend und abschliessend sein, sollen aber eine gute erste Orientierung in diesem immer wichtiger werdenden Thema bieten.

Im zweiten Teil des Artikels folgen Einblicke in das erdbebensichere Bauen mit Trockenbausystemen als Sekundärbauteile. Grundlage dafür sind die Erfahrung des Schreibenden und seiner Kollegen in der Beratung für erdbebensicheres Bauen und dessen Umsetzung in Projekten wie beispielsweise dem Kinderspital Zürich oder dem Kantonsspital Baden AG.

Sicherheit von Gebäuden

Im Falle eines Erdbebens bringen die Bodenbewegungen Gebäude zum Schwingen. Daraus entstehen horizontale Kräfte und Verschiebungen, die vom Tragwerk der Gebäude, den



Schäden nach dem Beben von Sierre VS im Jahr 1946. Quelle: seismo.ethz.ch

primären Bauteilen, aufgenommen und abgetragen (in das Fundament abgeleitet) werden müssen. Auch erdbebensicher realisierte Gebäude weisen nach Auftreten von Erdbeben kleine bis mittlere Schäden auf, die meist repariert werden können. Auch bei grösseren Erdbeben bleibt die Einsturzgefahr meist klein. Die Auswirkungen nehmen aber mit der Stärke des Bebens progressiv zu, bis hin zu irreparablen Schäden am Gebäude.

Erdbebensicheres Bauen

Neubauten in der Schweiz sind seit 2003 «erdbebengerecht» gemäss den geltenden SIA-Normen zu erstellen. Ihre Standsicherheit muss gewährleistet sein. Das bedeutet beispielsweise, dass bei schweren Beben Fluchtwege intakt und passierbar bleiben müssen. Dazu müssen die Aussteifungsbau- teile (Primärbauteile) vom Gründungs- niveau ab über die gesamte Höhe des

Gebäudes durchgängig verlaufen und möglichst symmetrisch angeordnet sein. Sie dürfen nicht durch Aussparungen für Installationen geschwächt werden. Auch sekundäre Bauteile wie die Trockenbaukonstruktionen sind erdbebensicher zu befestigen.

Bauwerke mit lebenswichtigen Funktionen wie beispielsweise Spitäler müssen in der Lage sein, ihre Aufgabe auch unmittelbar nach einem Erdbeben zu erfüllen. Kurz: Ihre Funktions- tüchtigkeit muss gewährleistet sein. In diesem Bereich gelten besondere nor- mative Anforderungen an die Erd- bebensicherheit.

Normenwerk

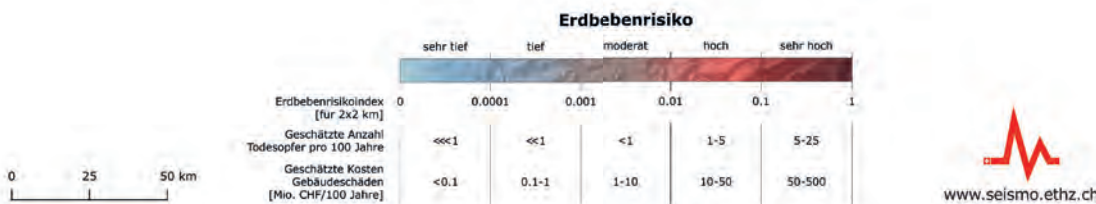
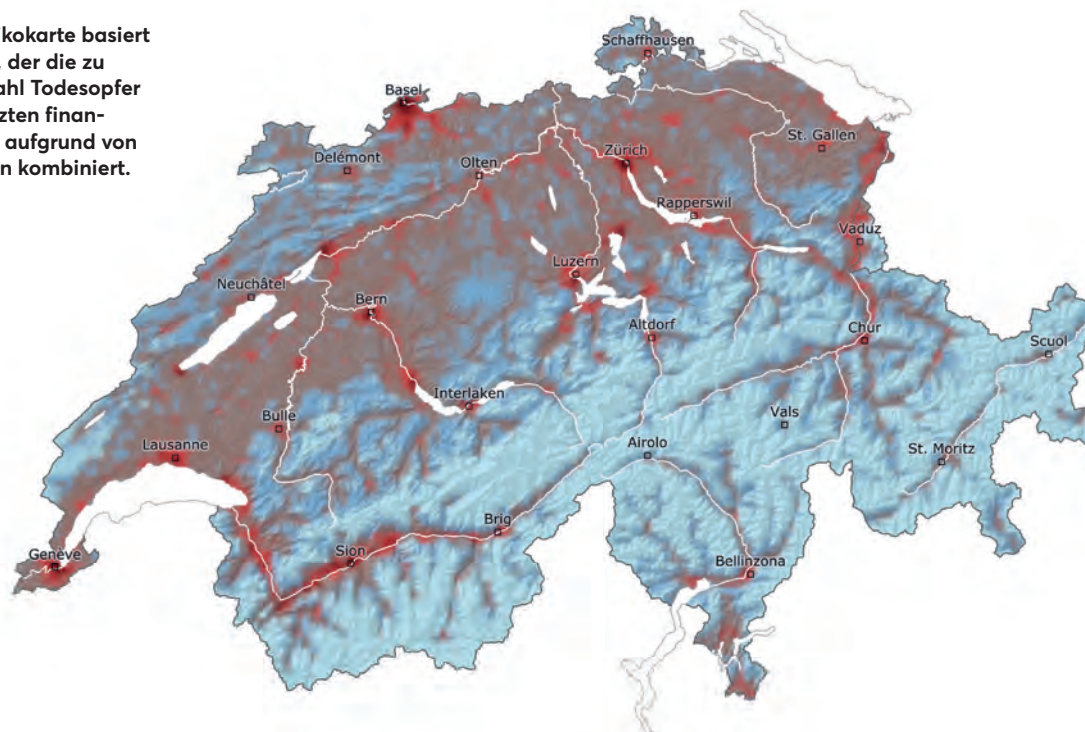
In der Schweiz sind die zentralen Anforderungen an das erdbebensichere Bauen in den SIA-Normen geregelt. Zusätzlich sind in einigen Kantonen erdbebenspezifische Aufla-

gen im Rahmen von Baubewilligungs- verfahren zu berücksichtigen. Die SIA- Normen verlangen: Das Bauwerk muss genügend standfest gegenüber den in der Norm SIA 261 definierten Erdbebeneinwirkungen sein. Grosse Schäden am Tragwerk, vor allem ein Einsturz, müssen ausgeschlossen wer- den können. Oberstes Ziel ist die Sicherheit von Personen.

Die Bauwerke müssen für die an ihrem Standort geltende Gefährdung und entsprechend ihrer Bedeutung entworfen, berechnet, bemessen und konstruktiv begleitet werden. Für die Definition der standortgemässen Erdbebengefährdung und der Bedeu- tung des Bauwerks sind drei Parame- ter der Norm SIA 261 massgeblich:

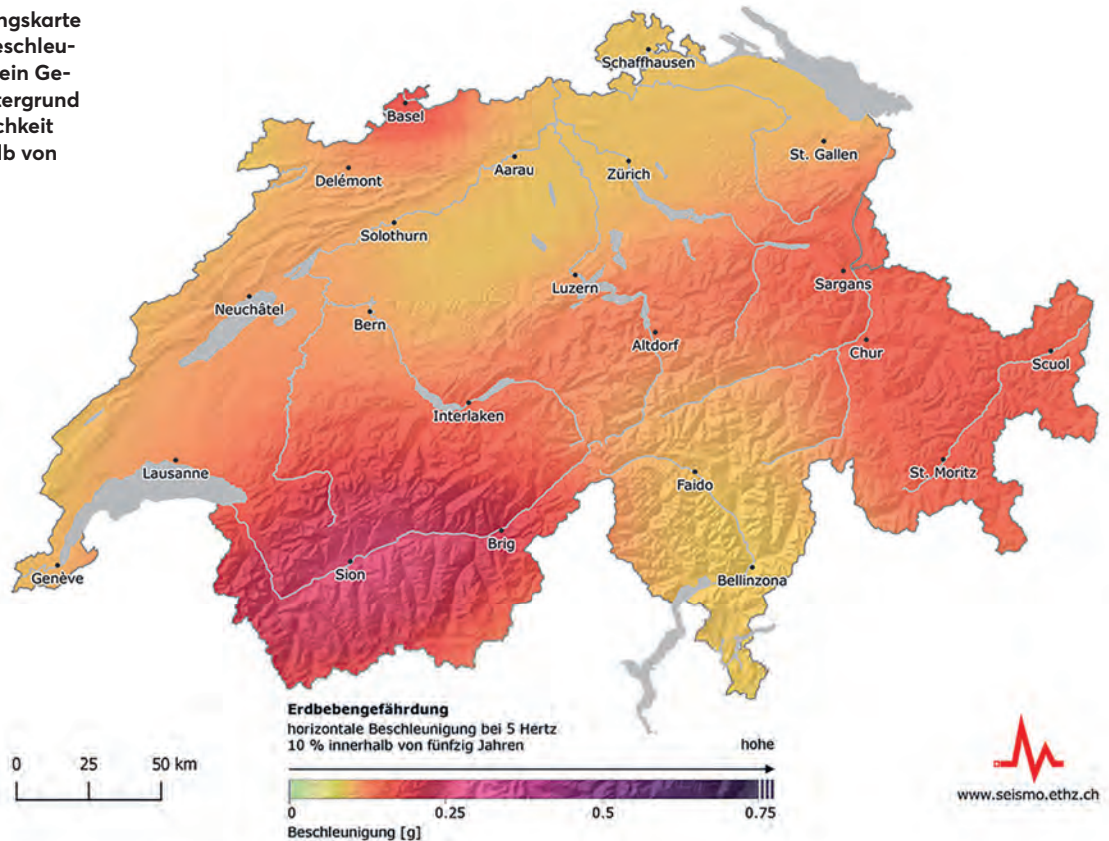
- Erdbebenzone: Für die Schweiz weist die SIA fünf Erdbebenzonen mit zugehörigen Referenzwerten der Bodenbeschleunigung auf Fels aus.

Die Erdbebenrisikokarte basiert auf einem Index, der die zu erwartende Anzahl Todesopfer mit den geschätzten finan- ziellen Verlusten aufgrund von Gebäudeschäden kombiniert.



Karten: Schweizerischer Erdbebedienst an der ETH Zürich

Die Erdbebengefährdungskarte zeigt die horizontale Beschleunigung bei 5 Hertz, die ein Gebäude auf felsigem Untergrund mit einer Wahrscheinlichkeit von 10 Prozent innerhalb von 50 Jahren erfährt.



- **Baugrundklasse:** Sie klassifiziert den lokalen Baugrund in sechs Kategorien mit entsprechendem Verstärkungspotenzial der Erdbebeneinwirkungen von A (Fels oder andere felsähnliche geologische Formation mit höchstens 5 m Lockergestein an der Oberfläche) über C (Ablagerungen von dichtem oder mitteldichtem Sand, Kies oder steifem Ton mit einer Mächtigkeit von einigen 10 bis mehreren 100 m) bis F (Strukturempfindliche, organische und sehr weiche Ablagerungen [beispielsweise Torf, Seekreide, weicher Lehm] mit einer Mächtigkeit über 10 m.)
- **Bauwerksklasse:** Klassifizierung in drei Bauwerksklassen von BWK I (gewöhnliche Gebäude) über BWK II (Gebäude mit grösseren Menschenansammlungen) zu BWK III (Gebäude mit lebenswichtiger Infrastruktur).

Anforderungen steigen

Die Norm SIA 260 legt Anforderungen bezüglich Tragsicherheit und Gebrauchstauglichkeit des Gebäudes

sowie der Sicherung sekundärer Bauteile, insbesondere Installationen und Einrichtungen, fest. Sekundäre Bauteile sind zum Beispiel Fassadenelemente und Wände, die weder der vertikalen Lastabtragung noch der horizontalen Aussteifung des Tragwerks dienen, Trennwände und Verkleidungen, Deckenbekleidungen usw.

Die Anforderungen an sekundäre Bauteile, die mit Trockenbau ausgeführt werden, sind in der Vergangenheit zunehmend verschärft worden. Zunehmend werden in Projekten erdbebensichere Trockenbaukonstruktionen gefordert.

Vorgehen

In der SIA 261 sind die Einwirkungen auf Tragwerke definiert. In den meisten Fällen ermittelt der Bauingenieur die zu erwartende Erdbebenbelastung. Konsollasten (ruhend oder dynamische) sind durch die Planung zu definieren und den Wandtypen im Projekt zuzuteilen. Zusatzgewichte

müssen berücksichtigt und eingerechnet werden. Die Planung muss diese angeben und den Wandtypen zuordnen. Diese Vorbemessungen haben je nach Projektumfang eine entsprechende Kostenfolge.

In diesem Prozess müssen einige wichtige Schritte beachtet werden. Siehe dazu die Checkliste «Erdbebensicherheit: Deckensystem» auf der Seite 30.

Bedeutung für Trockenbau

Mit dem oben grob erläuterten Normenwerk vor Augen dürften sich Verarbeiter jetzt fragen, wo ihre Verantwortung für erdbebensicheres Bauen beginnt und wo sie endet. Grundsätzlich gilt: Verantwortlich für die Sicherheit von Gebäuden ist die Eigentümerschaft/Bauherrschaft.

Daneben kommen aber allen am Bau beteiligten Partnern – von Planer und Architektin bis zu ausführendem Unternehmen – Schlüsselfunktionen

zu. Im Folgenden eine grobe Übersicht mit Empfehlungen für die Praxis in jeder Planungs- und Bauphase.

Die erste Empfehlung lautet: Das Thema Erdbebensicherheit ist schon für die Ausschreibung zu berücksichtigen inklusive aller erforderlichen Berechnungen. Spätere Anpassungen und Nachbesserungen kosten Zeit und Geld! Hersteller wie die Knauf AG unterstützen Planerinnen und Planer bei der Erdbebenermittlung für Ausschreibungen.

Geht es an die Ausführungsplanung, ist eine enge Abstimmung zwischen Bauherrschaft, Bauingenieur/Tragwerksplaner und Architekt über die vorgesehenen Massnahmen zur erdbebensicheren Bauweise sinnvoll.

Bauingenieure und Architekten sind für die Einhaltung der SIA-Normen in Bezug auf die Erdbebensicherheit zuständig. Der Architekt ist laut Norm SIA 261 verantwortlich dafür, frühzeitig mit dem Bauingenieur erdbebensichere Massnahmen in der Planung zu erörtern. Beide führen gemeinsam

die nötigen Kontrollen der Umsetzung auf der Baustelle durch. Planänderungen, insbesondere Aussparungen im Tragwerk, sind mit dem Bauingenieur abzustimmen.

Bei Ausführung zu beachten

Während der Bauphase ist die Bauherrschaft über die konkrete Umsetzung der Massnahmen auf der Baustelle zu informieren. Zusätzlich sind diese Massnahmen in den zu archivierenden Bauakten angemessen zu dokumentieren.

Beim Erstellen von Trockenbaukonstruktionen ist neben der Planung und Ingenieurleistung das ausführende Trockenbau-Unternehmen gefordert. Denn in der Umsetzung müssen einige Zusatzpunkte über den klassischen Aufbau hinaus mitberücksichtigt werden. So ist speziell bei Deckenkonstruktionen darauf zu achten, dass alle Konstruktionsteile miteinander verbunden werden. Hinweise dazu finden sich im Knauf-Datenblatt Erd01.ch.

Verarbeitern sei wärmstens ans Herz gelegt, die Verarbeitungs- und Mon-

tagehinweise zu den verwendeten Produkten in den Datenblättern der Hersteller aufmerksam durchzulesen – und ganz genau zu befolgen. Die Verarbeitung exakt nach Vorgabe der Hersteller ist eine wichtige Absicherung für den Handwerker, wenn es zu Reklamationen oder Schadensfällen kommen sollte.

Im Zweifelsfall ist es ratsam, beim Hersteller direkt nachzufragen und einen konkreten Einzelfall vorab zu besprechen, bevor abweichend von den Hersteller-Richtlinien gearbeitet wird.

Systeme und Sicherheit

Trockenbausysteme gewährleisten grundsätzlich die Sicherheit der Nutzer eines Gebäudes. Zentrale Anforderung dafür ist die Standsicherheit für definierte Lastfälle. Damit sind Trockenbausysteme dank ihrer weichen Struktur/Duktilität per se auch hervorragend geeignet für erdbebensicheres Bauen. Der Ausdruck Duktilität bezeichnet die Eigenschaft eines Werkstoffs, sich plastisch verformen zu können, bevor er bricht.

Das Projekt Elissa

Im Rahmen von Elissa (**E**nergy **E**fficient **L**ightweight-**S**ustainable-**S**Afe-Steel Construction) haben sich Partner aus Forschung und Industrie über drei Jahre mit der Weiterentwicklung der Stahlleichtbauweise beschäftigt, unter anderem auch im Hinblick auf die Erdbebensicherheit. Getestet wurde neben einzelnen Wand- und Deckenaufbauten auch das als Gesamtkonzept angelegte «Elissa-Haus» – ein zweistöckiges Gebäude in Stahlleichtbaukonstruktion mit einer aus Gründen der Versuchsanordnung beschränkten Grundfläche von 11 Quadratmetern. Zur Bewertung der dynamischen Eigenschaften wie Grund-

schwingungsdauer und Dämpfungsverhältnis wurden dazu an der darauf spezialisierten Universität Neapel (IT) verschiedene Prüfverfahren auf einem Rütteltisch durchgeführt. Neben dynamischen Identifikationstests wurden dabei reale Erdbeben mit natürlicher Bodenbewegung simuliert. Das Ergebnis: Die Konstruktionen halten selbst Erschütterungen der Stärke 6 stand. /



ONLINE

Mehr Informationen zum Projekt Elissa: smgv.ch



Beim Einbau von Trockenbausystemen sind einige Punkte zu beachten. Neben den Befestigungsmitteln und der Unterkonstruktion sind die gewählten Beplankungen und das System auf die Anforderungen abzustimmen.

Nichttragende Wandsysteme

Der Vorteil des Einsatzes von Wandsystemen zum Beispiel von Knauf als nichttragende Trennwände liegt vor allem in der Massenreduzierung sowie dem Verformungsverhalten (Duktilität). Die Reduzierung des Gewichtes nichttragender Elemente durch Trockenbau führt zu deutlich geringeren Belastungen des Tragwerks im Erdbebenfall.

Eine ideale Einsatzmöglichkeit solcher Wandsysteme bietet sich im Bereich der erdbebensicheren Sanierung als Ausfachung von Stahlbetonskelettbauwerken. Das für gewöhnlich an solchen Stellen eingesetzte Füllmauerwerk ist spröde und verhältnismässig steif. Deshalb kommt es im Erdbebenfall zu ungewollten Lastumlagerungen mit plötzlichem und gefährlichem Versagen, was nicht selten zum Gesamtversagen des Tragwerks führt. Trockenbauwände hingegen behalten selbst unter grossen Verformungen ihre raumabschliessende Funktion bei und versagen nicht komplett.

Deckensysteme

Decken müssen als horizontales Bauteil im Erdbebenfall Lasten in vertikaler und horizontaler Richtung abtragen. Der vertikale Anteil, der quer zur Bauteilebene wirkt, führt bei Unterdecken und Deckenbekleidungen zu einer höheren Last auf die Unterkonstruktion. Diese muss bei der Bemessung der Abstände von Profilen und Abhängern von abgehängten Unterdecken und Deckenbekleidungen beziehungsweise der maximalen Spannweiten von freitragenden Unterdecken berücksichtigt werden.

Dabei sind eventuelle Zusatzlasten wie Dämmstoffe oder Einbauteile, welche die Deckenbekleidung oder Unterdecke zusätzlich zum Eigen-

ANZEIGE

wiederkehr

JETZT AKTION

Gültig bis 30. April 2024 oder solange Vorrat.

15 %

AUF KOMPLETTE GERÜSTE
ODER AB 1'000.- ERSATZTEILE

ALUMINIUM ROLL- UND KLAPPGERÜSTE

ALUMINIUM-ROLLGERÜSTE ALTREX

Nutzlast 200 kg/m²
max. Nutzlast 750 kg

Modell RS TOWER 41/42
- ohne Treppen

Modell RS TOWER 51/52
- ohne Treppen

Modell RS TOWER 52-T/53-T
- mit Treppen

Modell RS TOWER 51-S/52-S
- mit Safe-Quick Geländer



ALUMINIUM-KLAPPGERÜSTE ALTREX

6-sprossig

Modell RS POWER 44
- max. Nutzlast 220 kg
- max. Standhöhe 1.30 m

Modell RS TOWER 54/55
- Nutzlast 200 kg/m²
- max. Nutzlast 750 kg
- max. Standhöhe 1.80 m



SCHNELLBAU-FAHRGERÜSTE MITOWER ALTREX

Nutzlast 150 kg/m²

Modell MiTOWER
- Aufbau durch 1 Person

Modell MiTOWER PLUS
- Aufbau durch 2 Personen

Modell MiTOWER STAIRS
- Erweiterungssset für Treppen



	Was	Massnahme	Erledigt
Planung	Brandschutz	Brandschutz, Systemwahl beachten	<input type="checkbox"/>
	Schallschutz	Aus Datenblatt auswählen	<input type="checkbox"/>
	Bepankung	Bepankung anhand Anforderungen Brandschutz, Schallschutz. Andere in Datenblättern Knauf D11.ch, D12.ch, D14.ch u.a. auswählen	<input type="checkbox"/>
	Last	Zusatzlasten miteinrechnen: Mineralwolle, andere Lasten	<input type="checkbox"/>
	Gewicht	Aus Gewicht der Decke in kg wird die Lastklasse der Unterdecke ermittelt.	<input type="checkbox"/>
	Bemessung	Ermittlung der Parameter zur Erdbebenbemessung: Bodenparameter S und Bemessungsbeschleunigung a_{gd}	<input type="checkbox"/>
	Tragfähigkeit	Bemessung der Belastung für die Auswahl der Achsabstände für die Unterkonstruktion und Abhänger	<input type="checkbox"/>
	Gleitender Anschluss	Gleitender Deckenanschluss zweiseitig geplant Erhöhte Anforderungen, gleitender Anschluss vierseitig	<input type="checkbox"/>
	Aussteifungen	Aussteifungen eingeplant	<input type="checkbox"/>
	Befestigungsmittel	Abstand (Achsabstand) der Befestigungsmittel Seismisch geprüfte Befestigungsmittel	<input type="checkbox"/>
Ausführung	Abhängung	Nonius oder Direktabhängersystem Nonius System, immer 2 Noniussplinten oder 1 Noniusklammer Nonius Ober- und Unterteil kraftschlüssig verschraubt	<input type="checkbox"/>
	Unterkonstruktion	U-Profil allseitig montiert Keine Verschraubung der Platten in das montierte U-Randprofil Profilverbinder/Multiverbinder mittels Schnellbauschrauben verbunden Kreuzverbinder verschraubt Nonius Ober- und Unterteil verschraubt	<input type="checkbox"/>
	Befestigungsmittel	Abstand (Achsabstand) Befestigungsmittel	<input type="checkbox"/>
	Fugen	Fugen mit Armierung Kurt ausführen, rissfreie Konstruktion	<input type="checkbox"/>
Kontrolle	Kontrolle	Sind die Anforderungen eingehalten?	<input type="checkbox"/>

Checkliste Erdbebensicherheit: Deckensystem. Grafik: Knauf AG (aus Knauf Erd01)



Versuchsordnung im Projekt Elissa. Bild: zVg

gewicht belasten, einzubeziehen. Mit der Last aus Eigengewicht (Konstruktion und Zusatzlasten) plus der Erdbebenlast lässt sich die entsprechende Lastklasse für die weitere Bemessung der Decke ermitteln.

Im Folgenden weitere Anwendungen von Trockenbausystemen im Zusammenhang mit Erdbebensicherheit. Die Aufzählung ist nicht abschliessend.

Holztafelwände

Holztafelwände sind Wände, die planmässig eine aussteifende Funktion für horizontale und teilweise auch vertikale Lasten in der Wandebene besitzen. Dabei steift die Gipsplatten-Beklankung die Tafel für horizontale Lasten aus; die vertikalen Lasten werden allein von der Unterkonstruktion abgetragen.

Stahlleichtbau

Die Stahlleichtbauweise ähnelt der Holztafelbauweise. Gebäude aus Stahlleichtbau bestehen aus einem Stahlskelett zur Abtragung vertikaler Lasten sowie aussteifenden Wand- und Deckentafeln, die horizontale Kräfte ableiten.

Diese Wand- und Deckentafeln bestehen aus dünnwandigen Stahlblechprofilen und einer aussteifenden Beplankung aus Gips- oder Gipsfaserplatten. Dabei macht man sich zunutze, dass die stabilitätsgefährdeten dünnwandigen Stahl-

blechprofile durch die Beplankung gegen Stabilitätsversagen gehalten werden.

Aussenwände und -decken

Auch im Bereich der Gebäudehülle können Leichtbaukonstruktionen die massive Bauweise effektiv und sicher ersetzen. Natürlich sind hier die klimatischen Bedingungen und Bean-

spruchungen, die auf die Bauteile einwirken, anspruchsvoller als im Innenbereich. Der Einsatz von Gipsplatten im Aussenbereich ist daher nur sehr beschränkt möglich.

In einigen Ländern werden zwar spezielle Gipsplatten für Aussenwände eingesetzt. Deutlich günstiger ist es jedoch, Zementbauplatten wie Aquapanel Cement Board Outdoor anzubringen

Bodenkonstruktionen

Bodenkonstruktionen aus Gipsplatten können in drei unterschiedlichen Varianten ausgeführt werden: Fertigteilestrich, Hohlboden und Doppelboden.

Während Fertigteilestrich als trockener Fussbodenaufbau mit oder ohne Dämmung oder als Heizestrich ausgeführt wird, stellen Hohl- und Doppelböden eine zusätzliche Installationsebene zur Verfügung. Doppelböden sind für den Einsatz in Erdbebengebieten individuell zu bemessen und Konstruktionsdetails speziell zur Lastableitung zu planen. /

Service

Auf der Knauf-Website können Checklisten heruntergeladen werden, die einen guten ersten Überblick über die wichtigsten Massnahmen in den Phasen Planung, Umsetzung und Kontrolle bieten. Für detailliertere Informationen ist das Knauf-Datenblatt **Erd01.ch** – «Erdbebensicheres Bauen mit Trockenbausystemen» zu empfehlen. Dieses findet sich wie alle im Beitrag aufgeführten Datenblätter im Downloadcenter. Weitere nützliche, im Internet zu findende Informationen bieten:

- Fachinformationen Erdbeben des Bundesamtes für Umwelt.
- Swiss Seismological Service (SED) der ETH Zürich. Übersicht über alle Erdbeben, die in der Schweiz aufgetreten sind.
- Karte der Schweizer Erdbebenzonen SIA 261.
- Knauf-Elissa-Projekte. Untersuchungen, wie sich Gebäude in Stahl-Leichtbauweise bei Erdbeben verhalten.



ONLINE 

Weitere Infos und Downloads
Finden Sie unter:
knauf.ch