

Sehr geehrte Damen und Herren,

Bilder von durch Erdbeben zerstörte Gebäude oder sogar ganzer Städte kennen die meisten Menschen in Deutschland glücklicherweise nur aus den Nachrichten. Doch auch hier können sich durchaus größere Erdbeben ereignen, insbesondere Nordrhein-Westfalen und Baden-Württemberg sind hier am stärksten betroffen, aber auch Teile Bayerns und Thüringens.

Doch das Auftreten von Erdbeben muss nicht gleichbedeutend mit schweren Beschädigungen oder sogar einstürzenden Gebäuden sein, denn es gibt Möglichkeiten, erdbebensicher zu bauen. In Deutschland steht mit der DIN 4149 eine Norm zur Verfügung, nach der bauliche Anlagen so bemessen werden können, dass sie einem definierten Bemessungserdbeben widerstehen und auch nach dem Beben über eine ausreichende Resttragfähigkeit verfügen.

Mit diesem Technik Aktuell wollen wir Ihnen die grundlegende Herangehensweise für das erdbebensichere Bauen mit Rigips Produkten und Systemen vorstellen. Sollten bei Ihrem Bauvorhaben Anforderungen an die Erdbebensicherheit gestellt werden, zögern Sie nicht, uns anzusprechen! Ihren Ansprechpartner finden Sie unter www.rigips.de/kontakt.

Mit freundlichen Grüßen

Saint-Gobain Rigips GmbH



i.A. Dipl.-Ing. (FH) Andreas Ebbers
Systementwicklung



i.A. Dipl.-Min. Kai Fricke
Produktmanagement



Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis.....	2
1. Allgemeines.....	3
Gesetzliche und normative Rahmenbedingungen	3
Erdbebengebiete in Deutschland.....	4
2. Erdbebensicheres Bauen	5
Grundlagen	5
Erdbebenersatzlasten.....	6
Tragende und aussteifende Bauteile	7
Besonderheiten der Holzbauweise	7
Nicht tragende innere Trennwände.....	8
Unterdecken.....	10

Die Angaben in dieser Druckschrift basieren auf unseren derzeitigen technischen Kenntnissen und Erfahrungen sowie auf den zum Zeitpunkt der Erstellung gültigen Fassungen entsprechender DIN-Normen und Nachweisen durch Allgemeine bauaufsichtliche Prüfzeugnisse. Technische Veränderungen von DIN-Normen, Baustoffen und ihren Eigenschaften oder unserer Systeme können eine teilweise oder komplette Neubewertung des Sachverhaltes notwendig werden lassen. Die hier abgedruckten Angaben befreien den Verwender wegen der Fülle möglicher Einflüsse bei der Verarbeitung und Anwendung unserer Produkte nicht von eigenen Prüfungen und Versuchen und stellen nur allgemeine Richtlinien dar. Eine rechtlich verbindliche Zusicherung bestimmter Eigenschaften oder der Eignung für einen konkreten Einsatzzweck kann hieraus nicht abgeleitet werden. Etwaige Schutzrechte sowie bestehende Gesetze und Bestimmungen sind vom Verwender stets in eigener Verantwortung zu beachten. Änderungen, die dem technischen Fortschritt dienen, behalten wir uns vor. Weiterhin verweisen wir auf die allgemeinen Geschäftsbedingungen der Rigips GmbH in Bezug auf technische Beratungen



1. Allgemeines

Gesetzliche und normative Rahmenbedingungen

Gemäß Musterbauordnung §3 sind bauliche Anlagen „so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden“. Darüber hinaus gilt §12, wonach „jede bauliche Anlage [...] im Ganzen und in ihren einzelnen Teilen für sich allein standsicher sein“ muss. Dabei dürfen „die Standsicherheit anderer baulicher Anlagen und die Tragfähigkeit des Baugrundes der Nachbargrundstücke [...] nicht gefährdet werden.“ Diese Anforderung gilt auch im in Deutschland eher unwahrscheinlichen Fall eines stärkeren Erdbebens. Um die Standsicherheit von Gebäuden und Bauteilen im Erdbebenfall zu gewährleisten, gilt derzeit in Deutschland die DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten“, die sich mit den Lastannahmen sowie der Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten befasst. Im Zuge der Harmonisierung europäischer Normen darf davon ausgegangen werden, dass auf absehbare Zeit der Eurocode 8 „Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben“ diese nationale Norm ablösen wird.

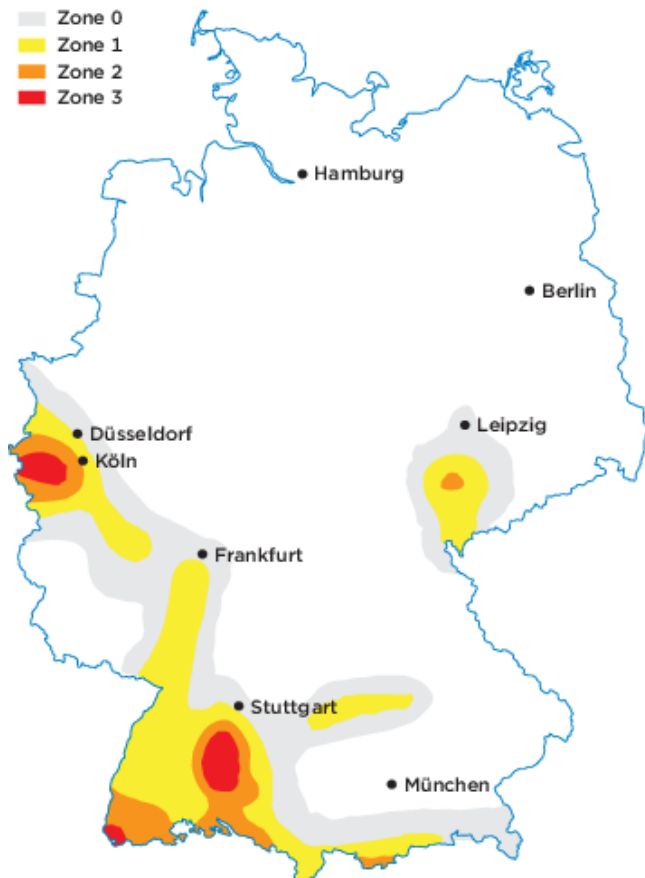
Die Inhalte beider Normenwerke sind jedoch weitgehend identisch und besagen, dass bauliche Anlagen so zu bemessen und auszubilden sind, dass sie einem definierten Bemessungserdbeben widerstehen können und auch nach dem Beben über eine ausreichende Resttragfähigkeit verfügen. Nicht tragende Bauteile sind so auszubilden, dass sie im Falle eines Erdbebens keine Personen gefährden. Auf den Kern reduziert heißt das:

- menschliches Leben ist zu schützen
- Schäden müssen begrenzt bleiben und
- wichtige Bauwerke zum Schutz der Bevölkerung müssen funktionstüchtig bleiben



Erdbebengebiete in Deutschland

Deutschland ist aus seismologischer Sicht ein relativ ruhiges Land, dennoch gibt es auch hier Gebiete, in denen durchaus stärkere Erdbeben möglich sind. Eine grobe Übersicht gibt die Karte der Erdbebenzonen in Deutschland. Eine genaue Zuordnung der Erdbebenzonen und Untergrundklassen nach Verwaltungsgrenzen kann über das DIBt bezogen werden.



Zone 0 = Intensität 6,0 - 6,5

- vornehmlich innerhalb von Gebäuden spürbar, außerhalb teilweise
- spürbare Erschütterung des gesamten Gebäudes, hängende Objekte schwingen deutlich, einige Gegenstände fallen um
- Haarrisse in einigen Wänden, vereinzelt brechen Glasscheiben, Putz kann herabfallen

Zone 1 = Intensität 6,5 - 7,0

- innerhalb und außerhalb von Gebäuden deutlich spürbar, einige Personen erschrecken und flüchten nach draußen
- Herunterfallen von Gegenständen, Möbel verschieben sich
- Risse und Ausbrüche in Wänden und Putz, Kamine können einstürzen

Zone 2 = Intensität 7,0 - 7,5

- innerhalb von Gebäuden können Personen das Gleichgewicht verlieren, viele erschrecken und flüchten nach draußen
- Möbel können umfallen, Wasser schwappt aus Pools
- Mauerrisse, einstürzende Kamine

Zone 3 = Intensität $\geq 7,5$

- innerhalb und außerhalb von Gebäuden verlieren Personen das Gleichgewicht
- Möbel fallen um, Bodenerschütterungen können sichtbar sein, Grabsteine fallen um
- einige Gebäude können teilweise einstürzen

Beschreibung der Erdbebenzonen

Die obenstehende Karte entspricht der Darstellung in DIN 4149:2005-04, Bild 2 „Erdbebenzonen der Bundesrepublik Deutschland“. Den Erdbebenzonen wurden Intensitätsintervalle auf Basis der Europäischen Makroseismischen Skala (EMS¹) zugeordnet. Die nebenstehend aufgeführten Beschreibungen stellen einen stark reduzierten Auszug aus dem englischen Originaltext dar und sollen lediglich der Veranschaulichung dienen.

Neben der eigentlichen Erdbebenzone spielen die Untergrundverhältnisse, der Baugrund und die Geologie des Gebäudestandorts eine wesentliche Rolle. Es ist daher unumgänglich, diese Randbedingungen durch spezialisierte Fachleute ermitteln und festlegen zu lassen.

¹ Grünthal G. et al. „European Macroseismic Scale 1998“ veröffentlicht vom Conseil de l'Europe Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, Volume 15, Luxemburg 1998





2. Erdbebensicheres Bauen

Grundlagen

Um ein erdbebensicheres Gebäude zu planen, gilt es das Verhalten von Gebäuden und Bauteilen unter seismischer Beanspruchung zu verstehen. DIN 4149 gibt in den Abschnitten 4.2 und 4.3 Empfehlungen für den Entwurf von Bauwerken, welche vereinfachend als „Regelmäßigkeit im Grund- und Aufriss“ beschrieben werden. Regelmäßige Strukturen verhalten sich erdbebentechnisch deutlich günstiger als unregelmäßige Strukturen. Nachfolgend sind auszugsweise einige der wichtigsten Kriterien aufgeführt:

- Wahl eines möglichst einfachen Tragwerksystems mit eindeutigen Kraftübertragungswegen
- Einsatz von Tragwerksteilen mit ähnlichen Steifigkeiten und Trageigenschaften
- Vorzug duktiler Konstruktionen mit großer Energiedissipation, d.h. Erdbebenkräfte werden ohne Tragfähigkeitsversagen in eine Bauteilverformung umgewandelt
- Vermeidung von großen Massen in den oberen Stockwerken
- Möglichst kompakte und symmetrische Grundrissplanung mit Verzicht auf stark gegliederte Formen
- Grundrisse mit möglichst hohem Torsionswiderstand
- Möglichst durchgehende Anordnung der aussteifenden Bauteile von der Gründung bis zum Dach
- Vermeidung größerer Rücksprünge zwischen den einzelnen Geschossen

Darüber hinaus sollten die nachfolgend aufgeführten Grundprinzipien beim statischen Nachweis berücksichtigt werden, sodass diese Bemessungsregeln im wörtlichen Sinn eine solide Basis bilden:

- vorwiegend horizontale Beschleunigungen aus dem Boden aktivieren die gesamte Tragstruktur des Gebäudes
- entgegen der quasi-statischen Lastannahmen von Eigen- und Nutzlasten weisen die tatsächlichen dynamischen Kräfte eines Erdbebens deutlich größere Streuungen im Vergleich zu den anzusetzenden Ersatzlasten auf
- die quasi-statische Bemessung eines Tragwerks ist durch eine auf der sicheren Seite liegenden „Unterschätzung“ der Steifigkeit gekennzeichnet, im Lastfall Erdbeben müssen die Steifigkeiten möglichst genau abgeschätzt werden, um realistische Ersatzlasten ermitteln zu können

Erdbebenersatzlasten

Das Auftreten von schweren Erdbeben ist in Deutschland sehr unwahrscheinlich. So beschreibt DIN 4149 im Abs. 5.1 (2), dass die Referenz-Wiederkehrperiode 475 Jahre beträgt, was einer Auftretenswahrscheinlichkeit von 10 % innerhalb von 50 Jahren entspricht. Der wichtigste Einwirkungsparameter ist der zonenspezifische Bemessungswert der Bodenbeschleunigung a_g , der in Tabelle 1 aufgeführt ist.

Erdbebenzone	Bodenbeschleunigung
0	-
1	0,4 m/s ²
2	0,6 m/s ²
3	0,8 m/s ²

Tabelle 1: Erdbebenzonen und Bodenbeschleunigung

Neben der Erdbebenzone spielen auch die vorherrschenden Untergrundverhältnisse eine Rolle. Diese können sich aus den verschiedenen Kombinationen aus den Baugrundklassen A bis C und den geologischen Untergrundklassen R, T und S ergeben:

Baugrundklasse A: unverwitterte (bergfrische) Festgesteine mit hoher Festigkeit.

Baugrundklasse B: mäßig verwitterte Festgesteine bzw. Festgesteine mit geringerer Festigkeit, grobkörnige (rollige) bzw. gemischtkörnige Lockergesteine mit hohen Reibungseigenschaften in dichter Lagerung bzw. in fester Konsistenz (z. B. glazial vorbelastete Lockergesteine).

Baugrundklasse C: stark bis völlig verwitterte Festgesteine

Untergrundklasse R: Gebiete mit felsartigem Gesteinsuntergrund.

Untergrundklasse T: Übergangsbereiche zwischen den Gebieten den Untergrundklassen R und S sowie Gebiete relativ flachgründiger Sedimentbecken.

Untergrundklasse S: Gebiete tiefer Beckenstrukturen mit mächtiger Sedimentfüllung.

In Abhängigkeit zu den Untergrundverhältnissen kann der Untergrundbeiwert **S** bestimmt werden:

Untergrundverhältnisse	Untergrundbeiwert S
C-S	0,75
A-R ; B-T	1,00
B-R ; C-T	1,25
C-R	1,50

Tabelle 2: Untergrundverhältnisse und -beiwerte

Gebäude können nach DIN 4149, Abs. 5.3 entsprechend ihrer Bedeutung für den Schutz der Allgemeinheit bzw. der mit einem Einsturz verbundenen Folgen (z. B. Gefahr für Leib und Leben,

Kulturgüter und Sachwerte) einer der vier Bedeutungskategorien nach Tabelle 3 zugeordnet werden. Den Bedeutungskategorien werden verschiedene Bedeutungsbeiwerte γ_I zugeordnet, die bei der Beschreibung der Erdbebeneinwirkung berücksichtigt werden.

Bedeutungskategorie	Bauwerkstyp	Bedeutungsbeiwert γ_I
I	Bauwerke von geringer Bedeutung für die öffentliche Sicherheit, z.B. landwirtschaftliche Bauten	0,8
II	Gewöhnliche Bauten, die nicht zu den anderen Kategorien gehören, z.B. Wohngebäude	1,0
III	Bauwerke, deren Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben im Hinblick auf die mit einem Einsturz verbundenen Folgen wichtig ist, z.B. große Wohnanlagen, Verwaltungsgebäude, Schulen, Versammlungshallen, kulturelle Einrichtungen, Kaufhäuser usw.	1,2
IV	Bauwerke, deren Unversehrtheit im Erdbebenfall von Bedeutung für den Schutz der Allgemeinheit ist, z.B. Krankenhäuser, wichtige Einrichtungen des Katastrophenschutzes und der Sicherheitskräfte, Feuerwehrhäuser usw.	1,4

Tabelle 3: Bedeutungskategorien und -beiwerte

Tragende und aussteifende Bauteile

Der Nachweis tragender und aussteifender Bauteile unter Erdbebenbeanspruchung ist im Leistungsspektrum der Tragwerksplanung enthalten. DIN 4149:2005-04 ist die in Deutschland für die Bemessung erdbebensicherer Bauten und Bauteile relevante Norm. Neben den bereits genannten allgemeinen Bemessungsregeln und den Kriterien der „Regelmäßigkeit im Grund- und Aufriss“ werden weitergehende besondere Regeln für die verschiedenen Bauweisen (z.B. Massivbau, Stahl- oder Holzbau) angegeben.

Besonderheiten der Holzbauweise

Der Holzbau stellt konstruktionsbedingt eine gegenüber seismischer Beanspruchung besonders robuste Bauweise dar, da sich die tragenden und aussteifenden Bauteile durch ein duktilen (zähes) Tragverhalten auszeichnen. Das bedeutet, dass sich die Konstruktion unter den auftretenden Erdbebenkräften zwar verformt, aber nicht schlagartig (spröde) versagt. Gebäude, die dem Schutz der Bevölkerung dienen (z.B. Krankenhäuser, Feuerwehr), werden zu Recht in eine höhere Bedeutungskategorie eingestuft, wie beispielsweise Wohnhäuser. Öffentliche Gebäude, wie Schulen oder Kindergärten (Bedeutungskategorie III) werden daher aus gutem Grund in Holzbauweise erstellt: Sie sind robust genug, um auch Erdbeben standzuhalten. Die Robustheit einer Gebäudestruktur in Holzbauweise wird im Wesentlichen durch die Fähigkeit beeinflusst, äußere Lasteinwirkungen in Form von elastisch-plastischer Verformung der mechanischen Verbindungsmittel aufzunehmen, was gemeinhin als Energiedissipation bezeichnet wird.

Die DIN 4149 beschreibt im Kapitel 10 die besonderen Bemessungsregeln für Holzbauten im Erdbebenfall. Holztafelbauten können abhängig von der Konstruktion in die Duktilitätsklasse 2 oder 3 eingeordnet werden. Je höher die Duktilitätsklasse, desto mehr Energie kann durch Dissipation abgebaut werden, sprich: desto höher ist auch die Erdbebensicherheit.

Ein essenzieller Bestandteil von Holztafeln ist die mittragende und aussteifende Beplankung aus Plattenwerkstoffen. DIN 4149 führt im Abschnitt 10.3 (2) Beispiele für uneingeschränkt anwendbare Beplankungsmaterialien für Holztafeln auf. Das sind größtenteils Holzwerkstoffplatten, doch auch Rigips-Produkte sind durch zwei allgemeine Bauartgenehmigungen ebenfalls uneingeschränkt anwendbar:

- [Z-9.1-898](#) regelt die Verwendung der Gipsfaserplatte Rigidur H
- [Z-9.1-830](#) regelt die Verwendung der Rigips Feuerschutzplatte RF

Die Ermittlung der Erdbebenlasten erfolgt im Rahmen der Tragwerksplanung. Neben den zuvor genannten Konstruktionsempfehlungen und Bemessungsregeln der DIN 4149 geben die allgemeinen Bauartgenehmigungen weitere besondere konstruktive Vorgaben und Hilfestellungen zur Bemessung von aussteifenden Holztafeln unter seismischer Beanspruchung.

Rigips Produkt	Technische Eigenschaften
Rigidur H	Gipsfaserplatte nach DIN EN 15283-2 Erdbebengeeignet nach Z-9.1-898 Duktilitätsklasse 2 nach DIN 4149 Verhaltensbeiwert $q \leq 2,5$
Habito; Feuerschutzplatte RF	Gipsplatte Typ GKF nach DIN 18180 bzw. Typ DF nach DIN EN 520 Erdbebengeeignet nach Z-9.1-830 Duktilitätsklasse 1 oder 2 nach DIN 4149 Verhaltensbeiwert $q \leq 2,0$

Tabelle 4: Rigips Produkte für erdbebensicheres Bauen

Nicht tragende innere Trennwände

Auch die statisch nicht tragenden Bauteile leisten einen Beitrag zum Verhalten eines Gebäudes gegenüber Erdbeben. Je höher die Gesamtmasse des Gebäudes ist, desto höher ist auch die mitschwingende Masse, also auch die im Erdbebenfall anzusetzenden Ersatzlasten. Der leichte Innenausbau bietet daher gleich zwei wichtige Vorteile:

- die Reduktion der mitschwingenden Masse, und
- die Dämpfung der dynamischen Reaktion

Nicht tragende innere Trennwände mit einer Höhe von mehr als 3,50 m müssen entsprechend DIN 4149, Abs. 6.4 gesondert nachgewiesen werden. Der Nachweis ist wie folgt zu führen:

- Ermittlung der Erdbebenersatzlast F_a nach den Gleichungen (34) und (35)
- Ermittlung der Verankerungslasten infolge der Erdbebenersatzlast F_a
- Ermittlung der Verankerungslasten infolge der Gebrauchslasten nach DIN 4103-1

Sind die Schnittgrößen und Verankerungslasten infolge der Erdbebenersatzlast F_a geringer als die Schnittgrößen und Verankerungslasten infolge der Gebrauchslasten nach DIN 4103-1, ist die nicht tragende Trennwand auch unter Erdbebenbeanspruchung ausreichend tragfähig.

Ermittlung der Erdbebenersatzlast F_a :

$$(34) \quad F_a = S_a \cdot m_a \cdot \gamma_a / q_a$$

Dabei gilt:

Die Masse m_a der nicht tragenden Trennwand kann den Systemseiten im Planen und Bauen entnommen werden (https://flipbooks.rigips.de/flipbook_waende/#Cover_Waende).

Für nicht tragende Wände darf der Bedeutungsbeiwert γ_a nach Abs. 5 mit 1,0 und der Verhaltensbeiwert q_a nach Tabelle 7 mit 2,0 angesetzt werden.

Der Wert des Bemessungsspektrums für nicht tragende Bauteile S_a ist im Zuge der Tragwerksplanung zu ermitteln, da dies eine genaue Kenntnis des Tragverhaltens des Gebäudes, seiner Geometrie und geografischen Lage voraussetzt.

$$(35) \quad S_a = a_g \cdot \gamma_I \cdot S \cdot [(3(1+z/H) / (1+(1-T_a/T_1)^2) - 0,5]$$

Häufig kann jedoch auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden, da die Bemessungslasten in der quasi-ständigen Bemessungssituation höher als die anzusetzenden Lasten unter seismischer Beanspruchung sind. Dies soll an nachfolgendem Beispiel verdeutlicht werden:

In der Gleichung (35) fließen das Verhältnis der Grundschwingzeiten (T_a/T_1) und der Einbauhöhe zur Gebäudehöhe (z/H) ein. Für den Fall, dass sowohl das Höhenverhältnis (z/H) als auch das Grundschwingzeitenverhältnis (T_a/T_1) gleich 1 werden, wird der Klammerausdruck mit einem Wert von 5,5 größtmöglich.

Die größte Bodenbeschleunigung a_g tritt in der Erdbebenzone 3 mit einem Wert von 0,8 m/s² auf, der höchste Bedeutungsbeiwert γ_I beträgt 1,4 in der Bedeutungskategorie IV.

Der Untergrundbeiwert S wird für die Untergrundverhältnisse C-R mit 1,5 größtmöglich.

Damit ergibt sich das größtmögliche Bemessungsspektrum S_a zu:

$$(35) \quad S_a = a_g \cdot \gamma_I \cdot S \cdot [...] = 0,8 \cdot 1,4 \cdot 1,5 \cdot 5,5 = 9,24 \text{ in m/s}^2$$

In die Gleichung (34) fließen neben dem Bemessungsspektrum auch die Verhaltens- und Bedeutungsbeiwerte ein. Mit $\gamma_a = 1$ und $q_a = 2$ ergibt sich daraus, dass in Relation zur Erdbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) etwa 47% des Wandgewichts als horizontale Erdbebenersatzlast anzusetzen ist.

Alle Rigips Metallständerwände werden generell mit einer Ersatzflächenlast von 0,285 kN/m² nachgewiesen. Somit ist für alle Wände mit einem Eigengewicht $m \leq 60 \text{ kg/m}^2$ auch im Erdbebenfall die Tragfähigkeit nachgewiesen, denn es gilt:

$$(34) \quad F_a = S_a \cdot m_a \cdot \gamma_a / q_a = 9,24 \cdot 60 \cdot 1 / 2 = 277,2 \text{ N/m}^2 \leq 0,285 \text{ kN/m}^2$$

Bei Wandeigengewichten $m \geq 60 \text{ kg/m}^2$ ist daher eine genauere Betrachtung erforderlich. In der nachfolgenden Tabelle sind für ausgewählte Rigips-Metallständerwände die flächenbezogenen Eigengewichte aufgeführt:

Rigips System	Beplankung je Seite	Wandengewicht
MW11RB und MW11DL	1 x 12,5 mm RB/RBI 1 x 25 mm Die Leichte	bis ca. 23 kg/m ² bis ca. 38 kg/m ²
MW11RF und MW11DD	1 x 12,5 mm RF/RFI 1 x 20 mm Die Dicke 1 x 25 mm Die Dicke	bis ca. 24 kg/m ² bis ca. 38 kg/m ² bis ca. 46 kg/m ²
MW11HA	1 x 12,5 mm Habito	bis ca. 28 kg/m ²
MW11RH	1 x 10 mm Rigidur H 1 x 12,5 mm Rigidur H 1 x 15 mm Rigidur H	bis ca. 27 kg/m ² bis ca. 33 kg/m ² bis ca. 39 kg/m ²
MW12RB	2 x 12,5 mm RB/RBI	bis ca. 42 kg/m ²
MW12RF	2 x 12,5 mm RF/RFI	bis ca. 45 kg/m ²
MW12HA	2 x 12,5 mm Habito	bis ca. 53 kg/m ²
MW12RH	2 x 10 mm Rigidur H 12,5 + 10 mm Rigidur H 2 x 12,5 mm Rigidur H	bis ca. 52 kg/m ² bis ca. 58 kg/m ² bis ca. 64 kg/m ²

Tabelle 5: Eigengewichte ausgewählter Rigips Metallständerwände

Unterdecken

Abgehängte Unterdecken können im Erdbebenfall zusätzlichen Beanspruchungen ausgesetzt sein. Dies können sowohl horizontale Deckenverschiebungen sein, als auch vertikale Sog- und Drucklasten. Dabei muss nachgewiesen werden, dass auch die Unterdecke unter der Bemessungs-Erdbebeneinwirkung kein Risiko für Personen darstellt und keine nachteiligen Auswirkungen auf das Verhalten der tragenden Bauteile hat.

Für die Bemessung von Unterdecken gibt es in DIN 4149 keine konkreten Vorgaben. Entsprechend Abs. 6.2.2.2 ist die Gesamterdbebenkraft, die auf ein Gebäude wirkt, nach Gleichung (14) zu ermitteln:

$$(14) \quad F_b = S_d(T_1) \cdot M \cdot \lambda$$

In diese Gleichung fließt die Gesamtmasse **M** des Gebäudes mit ein. Bei ausschließlicher Betrachtung von abgehängten Unterdecken kann in Anlehnung an die Gleichung (14) anstelle der Gesamtmasse des Gebäudes auch die Eigenlast der Unterdecke angesetzt werden. Der Korrekturfaktor λ wird in den meisten Fällen mit dem Maximalwert 1 angesetzt. Die Ordinate des Bemessungsspektrums **S_d(T₁)** kann durch das elastische Antwortspektrum **S_e(T)** nach Abs. 5.4.2 Gleichung (2) beschrieben werden:

$$(2) \quad S_e(T) = a_g \cdot \gamma_I \cdot S \cdot \eta \cdot \beta_0$$

Die Bodenbeschleunigung **a_g**, der Untergrundparameter **S** und der Bedeutungsbeiwert γ_I sind in den Tabellen 1 bis 3 aufgeführt. In Gleichung (2) wird der Dämpfungs-Korrekturbeiwert $\eta = 1$, der Verstärkungsbeiwert der Spektralbeschleunigung $\beta_0 = 2,5$ angesetzt. Bei vertikaler Erdbebenbeanspruchung darf die Bodenbeschleunigung mit dem Faktor 0,7 reduziert werden. Wird das Bemessungsspektrum **S_d(T)** in Relation zur Erdbeschleunigung ($g = 9,81 \text{ m/s}^2$) gesetzt, kann

daraus die Erdbebenersatzlast als prozentualer Anteil des Deckeneigengewichts betrachtet werden. Die nachfolgende Tabelle zeigt diese prozentualen Anteile in Abhängigkeit von der geografischen Lage (Erdbebenzone, Untergrund) und der Bedeutungskategorie des Gebäudes. Dabei ist zu beachten, dass diese Vertikallasten sowohl aufwärts (Druck) als auch abwärts (Sog) wirken können.

Erdbebenzone	Untergrund	Bedeutungskategorie des Gebäudes			
		I	II	III	IV
1	C-S	4%	5%	6%	7%
	A-R ; B-T	6%	7%	9%	10%
	B-R ; C-T	7%	9%	11%	12%
	C-R	9%	11%	13%	15%
2	C-S	6%	8%	10%	11%
	A-R ; B-T	9%	11%	13%	15%
	B-R ; C-T	11%	13%	16%	19%
	C-R	13%	16%	19%	22%
3	C-S	9%	11%	13%	15%
	A-R ; B-T	11%	14%	17%	20%
	B-R ; C-T	14%	18%	21%	25%
	C-R	17%	21%	26%	30%

Tabelle 6: Vertikale Erdbebenlasten F_v in % des Deckeneigengewichts

Wie der Tabelle zu entnehmen ist, liegt die vertikale Erdbebenersatzlast auf einem im Vergleich zum Deckeneigengewicht relativ niedrigen Niveau ($\leq 30\%$). Daher können Rigips Deckensysteme problemlos auch in Gegenden mit erhöhter Erdbebengefährdung eingesetzt werden. Dabei sind über die eigentliche statische Bemessung hinaus folgende konstruktiven Maßnahmen erforderlich:

- Ausführung einer Unterkonstruktion mit Grund- und Tragprofil (höhenversetzte Anordnung)
- Abhängehöhe so niedrig wie möglich planen
- Abhänger der Lastklasse 0,4 kN nach DIN 18168 verwenden
- Abhänger und Profilverbinder stets mit der Unterkonstruktion verschrauben
- Befestigung von Zusatzlasten direkt in der Rohdecke
- Verwendung von Befestigungsmitteln für seismische Beanspruchung
- Keine Einleitung von vertikalen Deckenlasten in die angrenzenden Wände
- Auswahl einer Beplankung mit möglichst geringem Eigengewicht

Neben der vertikalen Erdbebenersatzlast können durch die Gebäude- bzw. Stockwerksverschiebungen auch horizontale Beanspruchungen der Decke auftreten. Die Ermittlung dieser horizontalen Erdbebenersatzlasten kann in ähnlicher Weise erfolgen, wie es für die nichttragenden inneren Trennwände beschrieben ist. Dabei wird in die Gleichung (34) zur Ermittlung der Erdbebenersatzlast F_a das Bemessungsspektrum S_a durch das elastische Antwortspektrum $S_e(T)$ ersetzt. Wie bereits erläutert, dürfen der Bedeutungsbeiwert $\gamma_a = 1$ und der Verhaltensbeiwert $q_a = 2$ gesetzt werden. Es gilt jedoch zu berücksichtigen, dass die Reduktion der Bodenbeschleunigung a_g durch den Faktor 0,7 nicht

zulässig ist. Daraus kann der horizontale Anteil der Erdbebenersatzlast mit $F_h = F_v / (0,7 \cdot 2)$ errechnet werden.

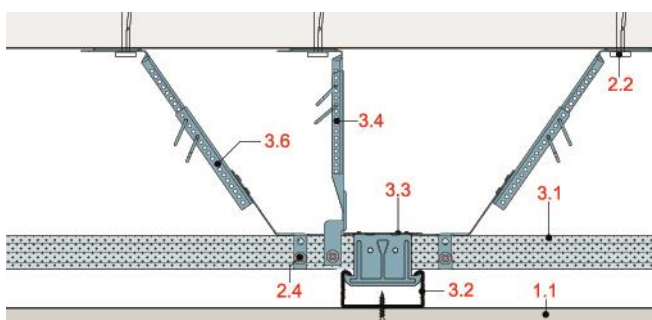
Erdbebenzone	Untergrund	Bedeutungskategorie des Gebäudes			
		I	II	III	IV
1	C-S	3%	4%	5%	5%
	A-R ; B-T	4%	5%	6%	7%
	B-R ; C-T	5%	6%	8%	9%
	C-R	6%	8%	9%	11%
2	C-S	5%	6%	7%	8%
	A-R ; B-T	6%	8%	9%	11%
	B-R ; C-T	8%	10%	11%	13%
	C-R	9%	11%	14%	16%
3	C-S	6%	8%	9%	11%
	A-R ; B-T	8%	10%	12%	14%
	B-R ; C-T	10%	13%	15%	18%
	C-R	12%	15%	18%	21%

Tabelle 7: Horizontale Erdbebenlasten F_h in % des Deckeneigengewichts

Zur Optimierung der Deckenkonstruktion gegenüber horizontalen Erdbebenlasten sind folgende Maßnahmen möglich:

- Anordnung von Diagonalaussteifungen zwischen Unterkonstruktion und Rohdecke
- Druckfester Anschluss an die angrenzenden Wände ohne Einleitung von Zugkräften

Die Ausbildung der Diagonalaussteifung kann z.B. mittels Noniusabhängern für Schrägzug erfolgen, siehe folgende Schemazeichnung:



Legende

- 1.1 Beplankung
- 2.2 Befestigungsmittel für seismische Beanspruchung
- 2.4 Rigips Befestigungsschraube
- 3.1 Grundprofil Rigips Deckenprofil CD 60/27
- 3.2 Tragprofil Rigips Deckenprofil CD 60/27
- 3.3 Rigips Kreuz-Schnellverbinder
- 3.4 Rigips Nonius-Abhängesystem
- 3.6 Rigips Nonius-Abhängesystem Schrägzug

Bild 1: Diagonalaussteifung bei horizontaler Erdbebenbeanspruchung (Schemazeichnung)