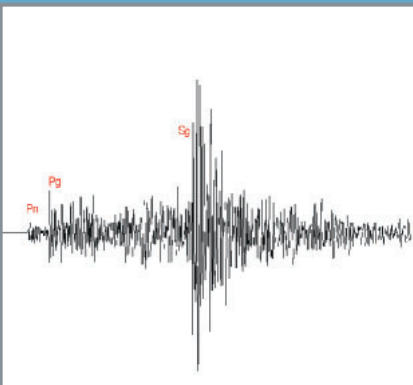
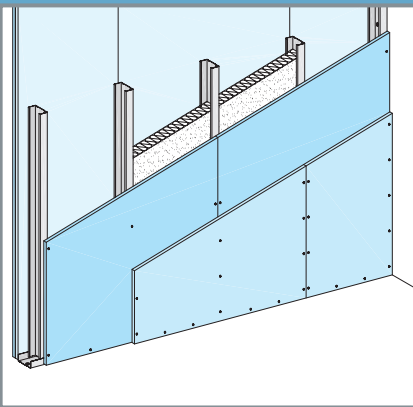
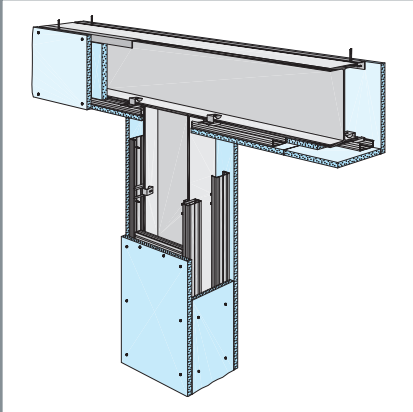
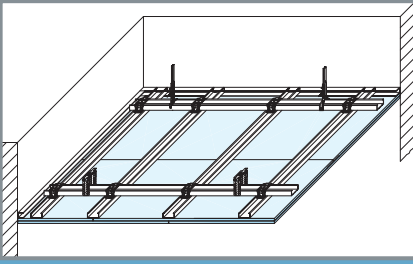


Knauf Seismic Design

Ausgabe 08/2004



KNAUF

Erbeben verursachen großen volkswirtschaftlichen Schaden aber vor allem verursachen Sie großes persönliches Leid durch Tod, Gesundheitsschädigung und Existenzverluste durch die Zerstörung von Lebensraum, Wohnraum usw.

Der größte Teil dieser Schäden wird durch Gebäude verursacht, die den Einwirkungen aus Erdbeben nicht widerstehen.

Um diese Schäden zu minimieren sind 3 Grundsätze, abgestuft nach Stärke der Erdbeben, formuliert, die sowohl die Wirtschaftlichkeit als auch die Erdbebensicherheit von Bauwerken berücksichtigen [1]:

- 1.) **Bauwerke müssen schwache Erdbeben ohne Schäden überstehen.**
- 2.) **Beben mittlerer Stärke dürfen nur vernachlässigbare Schäden am Tragwerk verursachen.**
- 3.) **Beben extremer Stärke, die Schäden am Tragwerk verursachen, dürfen nicht zum Versagen des Bauwerks führen.**

Oberste Prämisse muss der Schutz von Menschenleben durch Gewährleistung der Überlebens-, Flucht- und Rettungsmöglichkeiten im Falle eines Erdbebens sein.

Zur ingenieurtechnischen Umsetzung der genannten Grundsätze finden sich in der Fachliteratur [2], [3] sowie in der Normung (DIN 4149, Eurocode 8 - ENV 1998-1, etc. - siehe S. 19) konstruktive Regeln bei deren Umsetzung der Einsatz von **Knauf Systemen** in vielen Punkten Vorteile gegenüber der Massivbauweise besitzt.

Knauf Seismic Design

Erdbebensicherheit mit Knauf Systemen



Bild 1: Gebäudeschäden durch Erdbeben

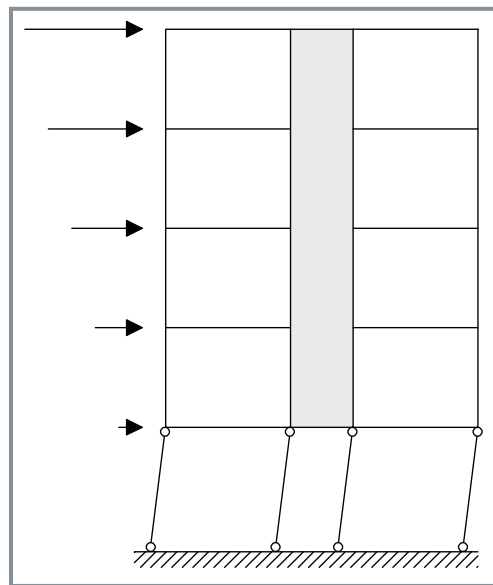


Bild 2: Effekt des weichen Erdgeschosses



Bild 3: Versagen eines zu weichen Geschosses durch Erdbebeneinwirkung

Weiche Bauwerke

Vorteile:

Durch niedrige Eigenfrequenz für harte Gründungsböden (höherfrequent) geeignet.

Erforderliche Duktilität leichter zu erreichen.

Klare Verhältnisse für die Berechnung.

Nachteile:

Nichttragende Bauteile müssen isoliert werden (Verformungen, Lastumlagerung).

Starke Beanspruchung von Knotenpunkten durch große Verformungen.

Steife Bauwerke

Vorteile:

Durch höhere Eigenfrequenz für weiche Gründungsböden geeignet.

Anschlussbereiche weniger aufwendig, durch geringere Verformungen Anschlüsse an nichttragende Elemente weniger problematisch.

Nachteile:

Große Beanspruchung bei harten Gründungsböden.

Geringere Duktilität.

Weniger klare Verhältnisse für die Berechnung.

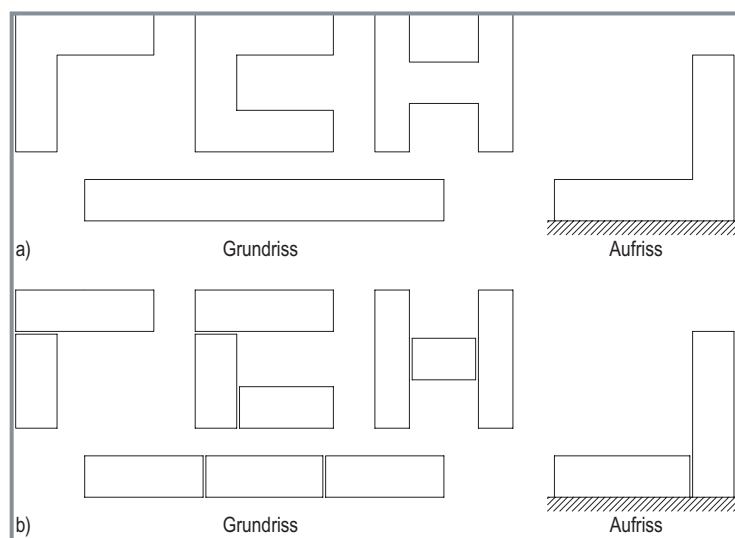


Bild 4: a) ungünstige Grundrisse b) Verbesserung durch statische Unterteilung



Bild 5: Durch versagendes Füllmauerwerk eingestürztes Gebäude

Konstruktionsgrundsätze

1.) Steifigkeit des Gesamttragwerkes.

Die Entscheidung über die Steifigkeit des Tragwerkes ist in Abhängigkeit vom vorhandenen Baugrund zu treffen.

Um ungewünschte Resonanzwirkungen und somit große Beanspruchungen zu vermeiden sollte ein steifes Bauwerk auf einem weichen Baugrund und ein weiches Tragwerk auf einem harten Baugrund gegründet werden.

2.) Gleichmäßige und symmetrische Verteilung von Massen und Steifigkeiten sowohl im Grund- als auch im Aufriss zur Vermeidung hoher Torsionsbeanspruchungen. (Bild 4)

3.) Kopflastigkeit im Aufriss muss vermieden werden, sowohl hinsichtlich Masse (nichttragende Teile berücksichtigen!) als auch Steifigkeit. Der Effekt des „weichen Stockwerks“ ist für den Großteil von Bauwerksversagen im Erdbebenfall verantwortlich. (Bild 2 und 3)

4.) Verwendung duktiler Baustoffe für nichttragende Bauteile.

Spröde Baumaterialien weisen ein ungünstiges Versagensverhalten (unangekündigt) auf und können bei unsachgemäßer Bauausführung zu Lastumlagerungen führen, was zu deutlich höherer Schädigung als bei duktilen Baustoffen führt. (Bild 5)

Es muss das Ziel sein, diese Regeln und Grundsätze für Neubauten umzusetzen und bestehende Gebäude zu verbessern.

Erdbebenzonen

Abhängig von der regionalen seismischen Aktivität sind in den jeweiligen Nationen unterschiedlich differenzierte Einteilungen in Erdbebenzonen geregelt, die Vorgaben zum Bemessungswert der horizontalen Bodenbeschleunigung beinhalten (Tabelle 2).

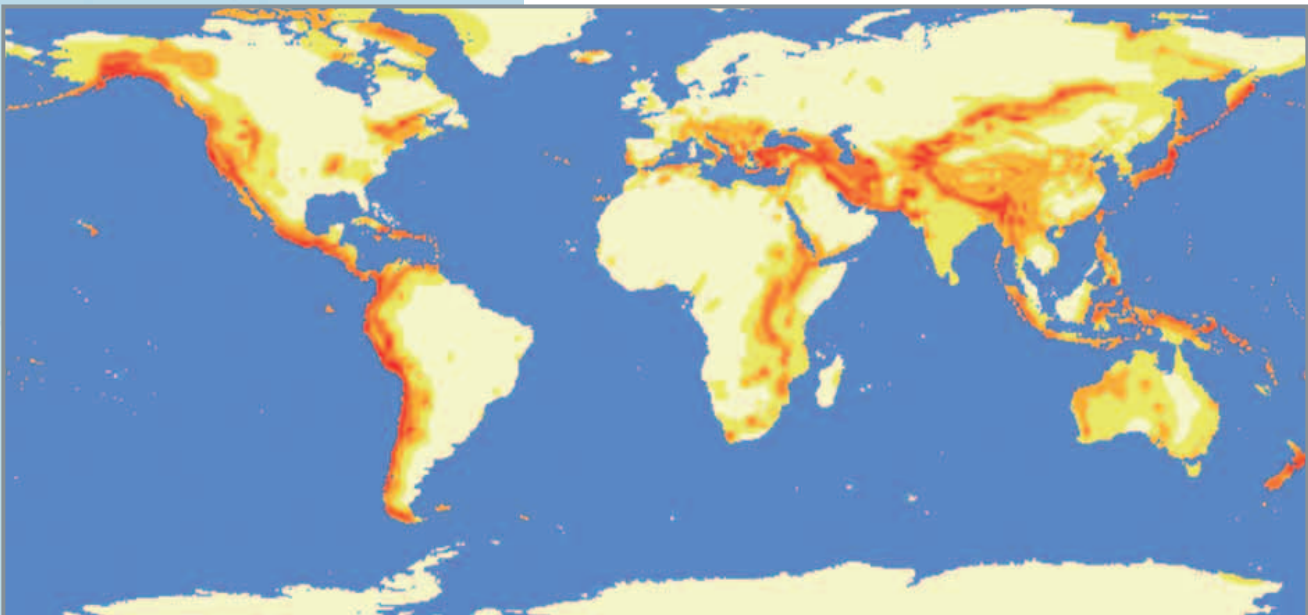
Um eine Vergleichbarkeit zu ermöglichen wurde die international anerkannte EMS-98-Skala (Tabelle 1) als Vergleichskriterium verwendet. Diese Skala teilt Erdbeben nach ihren Auswirkungen auf Personen und Gebäude in 12 Intensitätsklassen ein und ist daher ein besserer Maßstab als die Werte der Richterskala. Diese beziffert die Energiefreisetzung im Epizentrum eines Bebens. Die Auswirkungen sind jedoch abhängig von der Entfernung des Epizentrums von der Erdoberfläche.

Die in Tabelle 2 dargestellten Werte sind die Grundbemessungswerte, die für die Ermittlung der Erdbebenbeanspruchungen entsprechend der jeweiligen normativen Regelung mit Baugrund-, Bauwerksklassen- und Verhaltensfaktoren belegt werden.

In der Regel wird die Vertikalbeschleunigung nicht berücksichtigt, Sie kann jedoch bis zu 50 % der Horizontalbeschleunigung erreichen. Im Einzelfall muss sie daher als Belastung angesetzt werden. (Beispielsweise für Decken).

Tabelle 1: European Macroseismic Scale 1998 EMS-98 [5]

EMS Intensität	Definition	Beschreibung der maximalen Wirkungen (gekürzt)
I	nicht fühlbar	Nicht fühlbar.
II	kaum bemerkbar	Nur sehr vereinzelt von ruhenden Personen wahrgenommen.
III	schwach	Von wenigen Personen in Gebäuden wahrgenommen. Ruhende Personen fühlen ein leichtes Schwingen oder Erschüttern.
IV	deutlich	Im Freien vereinzelt, in Gebäuden von vielen Personen wahrgenommen. Einige Schlafende erwachen. Geschirr und Fenster klirren, Türen klappern.
V	stark	Im Freien von wenigen, in Gebäuden von den meisten Personen wahrgenommen. Viele Schlafende erwachen. Wenige werden verängstigt. Gebäude werden insgesamt erschüttert. Hängende Gegenstände pendeln stark, kleine Gegenstände werden verschoben. Türen und Fenster schlagen auf oder zu.
VI	leichte Gebäudeschäden	Viele Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Einige Gegenstände fallen um. An vielen Häusern, vornehmlich in schlechterem Zustand, entstehen leichte Schäden wie feine Mauerrisse und das Abfallen von z. B. kleinen Verputzteilen.
VII	Gebäudeschäden	Die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie. Möbel werden verschoben. Gegenstände fallen in großen Mengen aus Regalen. An vielen Häusern solider Bauart treten mäßige Schäden auf (kleine Mauerrisse, Abfall von Putz, Herabfallen von Schornsteinteilen). Vornehmlich Gebäude in schlechterem Zustand zeigen größere Mauerrisse und Einsturz von Zwischenwänden.
VIII	schwere Gebäudeschäden	Viele Personen verlieren das Gleichgewicht. An vielen Gebäuden einfacher Bausubstanz treten schwere Schäden auf; d.h. Giebelteile und Dachgesimse stürzen ein. Einige Gebäude sehr einfacher Bauart stürzen ein.
IX	zerstörend	Allgemeine Panik unter den Betroffenen. Sogar gut gebaute gewöhnliche Bauten zeigen sehr schwere Schäden und teilweisen Einsturz tragender Bauteile. Viele schwächere Bauten stürzen ein.
X	sehr zerstörend	Viele gut gebaute Häuser werden zerstört oder erleiden schwere Beschädigungen.
XI	verwüstend	Die meisten Bauwerke, selbst einige mit gutem erdbebengerechtem Konstruktionsentwurf und -ausführung, werden zerstört.
XII	vollständig verwüstend	Nahezu alle Konstruktionen werden zerstört.



Erdbebenzonen und Erdbebenintensität

Tabelle 2: Erdbebenzonen in ausgewählten Ländern

EMS-98-Scale	zugehörige horizontale Bodenbeschleunigung	Argentinien	Österreich	Bulgarien	Chile	China	GUS	Deutschland
		INPRES-CIRSOC 103 Part I 1991	ÖNORM B4015 2002	Vorschrift f. seism. Entwerfen 1987	NCH 433 Of 96 1996	GB/T177742 1999	SNiP II-7-81* 2000	DIN 4149-1 1981
	a [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]
I	< 0,01							
II	0,01-0,025							
III	0,025-0,05							
IV	0,05-0,12	0 ≤ 0,39	0 0-0,35					A 0
V	0,12 - 0,25				1 1,96		0	
VI	0,25 - 0,50		1 0,35-0,50	VI 0,49		0,22-0,44		0 0
VII	0,50 - 1,0	1 0,40-0,98	2 0,50-0,75 3 0,75-1,00	VII 0,98		0,45-0,89		1 0,25 2 0,40
VIII	1,0 - 2,0	2 0,99-1,77		VIII 1,47		0,90-1,77	1,0	3 0,65 4 1,00
IX	2,0 - 4,0	3 1,78-2,45 4 2,46-3,43		IX 2,65	2 1,96-2,94 3 2,94-3,92	1,78-3,53	2,0	
X	4,0 - 8,0		4 >1,00			3,54-7,07	4,0	
XI	8,0 - 16,0					7,08-14,14		
XII	> 16,0							

EMS-98-Scale	zugehörige horizontale Bodenbeschleunigung	Griechenland	Iran	Italien	Rumänien	Schweiz	Türkei
		EAK 2000 2000	Document No. 2800 2 nd ed. 1999	technical government order 2004	P 100-92 1992	SIA 261 2003	ABYYHY 1998
	a [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]	Zone a ₀ [m/s ²]
I	< 0,01						
II	0,01-0,025						
III	0,025-0,05						
IV	0,05-0,12						
V	0,12 - 0,25			4 ≤ 0,49			
VI	0,25 - 0,50		4 1,96				
VII	0,50 - 1,0				F 0,78	1 0,6 2 1,0	
VIII	1,0 - 2,0	I 1,18 II 1,57			E 1,18	3a 1,3 3b 1,6	4 ≤1,0
IX	2,0 - 4,0	III 2,53 IV 3,53	3 2,45 2 2,94	2 1,47-2,45	C 1,96 B 2,45 A 3,14		3 2,0 2 3,0
X	4,0 - 8,0						1 4,0
XI	8,0 - 16,0			1 > 2,45			
XII	> 16,0						

Versagens- und Schadensarten

Das Versagen eines Bauwerks durch Erdbebenbeanspruchung kann lokal oder global erfolgen. Lokal heißt, dass nur ein Teil des Tragwerks oder einzelne Bauteile zerstört werden. Beim globalen Versagen versagt das Gesamttragwerk.

Auftretende Risse, geringe plastische Verformungen usw. sind als Bauwerkschäden zu betrachten, die jedoch auch zum Verlust der Nutzbarkeit von Gebäuden führen können.

Neben der grundsätzlichen Unterbemessung kommt es zu folgenden, konzeptionell oder ausführungsbedingten Versagensarten:

Der **Effekt des weichen Geschosses** (Bild 2, 3) entsteht durch ein zu wenig steifes Geschoss (meist Erdgeschoss - aus architektonischen Gründen), das im Erdbebenfall die Belastungen aus den steiferen Gebäudeteilen „anzieht“ und entsprechend versagt. Es ist das schwächste Glied der Kette. Streng betrachtet ist dies ein lokales Versagen, führt jedoch zum Verlust der Nutzbarkeit des Gebäudes.

Der **Effekt der kurzen Stützen** (Bild 7) wird durch ungeplante Lastumlagerungen in nicht ausreichend getrennte nichttragende Bauteile verursacht. Grund ist die erhöhte seismische Belastung durch Erhöhung der Steifigkeit und Verkürzung der Schwingzeit.

Das plötzliche und explosionsartige **Versagen von Füllmauerwerk** (Bild 8) ist besonders gefährlich für die im Gebäude befindlichen Personen und kann im Extremfall zum globalen Versagen führen (Bild 5). Da die Stützen eine vergleichsweise niedrige Steifigkeit besitzen kommt es zu einer Umlagerung in das steife Mauerwerk, das spröde versagt.



Bild 6: Gebäudezerstörung durch Erdbeben



Bild 7: Schädigung durch „Effekt der kurzen Stützen“



Bild 8: Zerstörtes Füllmauerwerk

Geringeres Gewicht - weniger Probleme

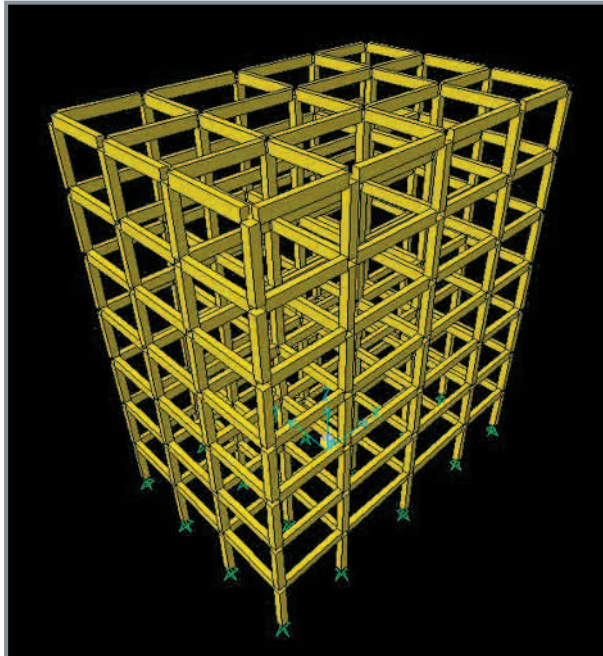


Bild 9: Tragstruktur 7-geschossiges Gebäude Skelettbauweise

Tabelle 3: Belastungsgrößen für Beispielbauwerk

	Mauerwerk (200 kg/m ²)	Knauf W112, (49 kg/m ²) Aquapanel (42,1 kg/m ²)
Innenwände		
Außenwände	(240 kg/m ²)	
vertikale Gesamterdbebenlast	17.8 MN	13.7 MN
horizontale Gesamterdbebenlast nach EC 8 bei 0,4 g	4.0 MN	3.1 MN
Verhältnis	100 %	77 %

Beispiel nach

Eurocode 8 (EN 1998: 1997): (Bild 9)

- 7-geschossiges Wohngebäude
- Stahlbetonskelettbauweise
- Gesamthöhe: 19 m
- Grundfläche: 18 x 12 m
- Gewicht der tragenden Bauteile: 1095 t
- Gewicht Wände mit Putz als **Mauerwerk** (Außenwände 240kg/m², Innenwände 200 kg/m²): **518 t**
- Gewicht der Wände mit **Knauf Systemen W112 (Innenwände, 49 kg/m²) und Aquapanel (Außenwände, 42 kg/m²): 109 t**
- Gesamtkonstruktionsgewicht mit Mauerwerk: 1614 t mit Knauf-Wandsystemen:1204 t

(25 % geringeres Eigengewicht mit Knauf Wandsystemen!)

Im Ergebnis der Berechnung der Erdbebenlasten nach EC 8 für dieses Beispiel ist festzustellen, dass die auftretenden Belastungen im Tragwerk durch Einsatz von Knauf W112 Trockenbauwänden als Innenwandkonstruktionen und Knauf Aquapanel als Außenwandkonstruktion um ca. 23 % gesenkt werden können. Eine wirtschaftlichere Bemessung der kostenintensiven Stahlbeton-Konstruktion sowohl hinsichtlich der Erdbebenbeanspruchung als auch der statischen Belastung ist damit möglich.

Hinzu kommt eine erhöhte Erdbbensicherheit für das Gebäude durch das günstigere Verhalten der Trockenbaukonstruktionen im Erdbebenfall.

Vorteile

- geringes Eigengewicht
($\hat{=}$ geringere Erdbebenlasten)
- Schallschutz
- trockene Bauweise, insbesondere im Rahmen von Sanierungen vorteilhaft
- Brandschutz (Decken, Träger- und Stützenbekleidungen)
- flexibel für Nutzungsänderungen
- duktiles Verformungs- und Versagensverhalten, kein unangekündigter Spröbruch
- Erhaltung der raumabschließenden Funktion auch nach einem möglichen Versagen

Knauf Seismic Design

Vorteile von Knauf Systemen gegenüber der Massivbauweise

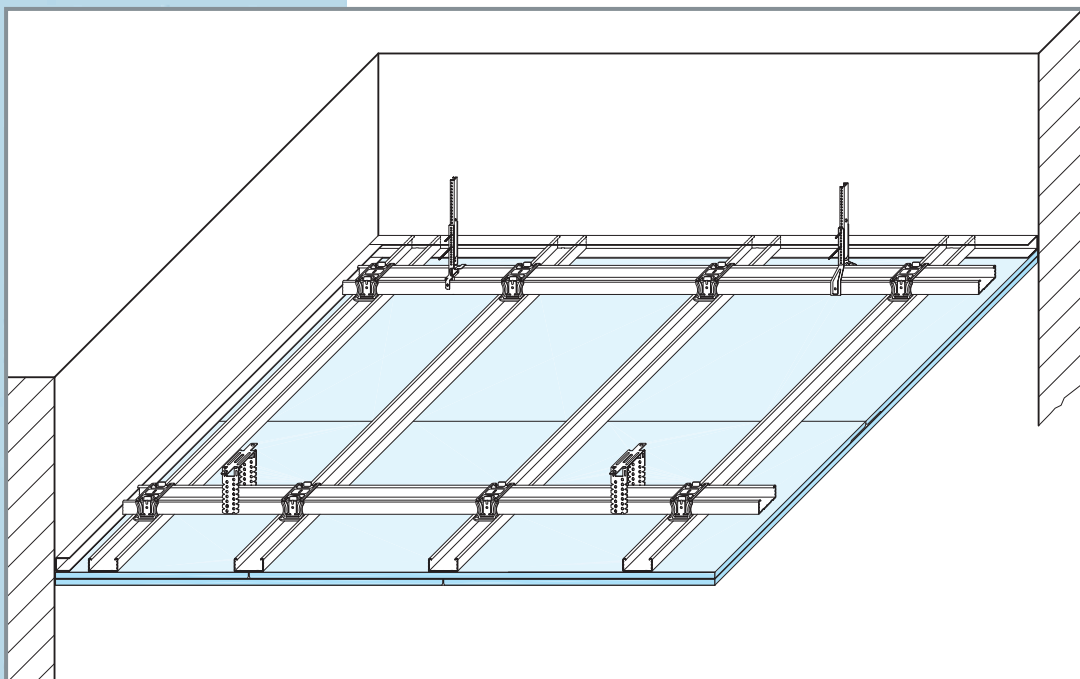


Bild 10: Knauf Deckensystem D112

Einsatzmöglichkeiten

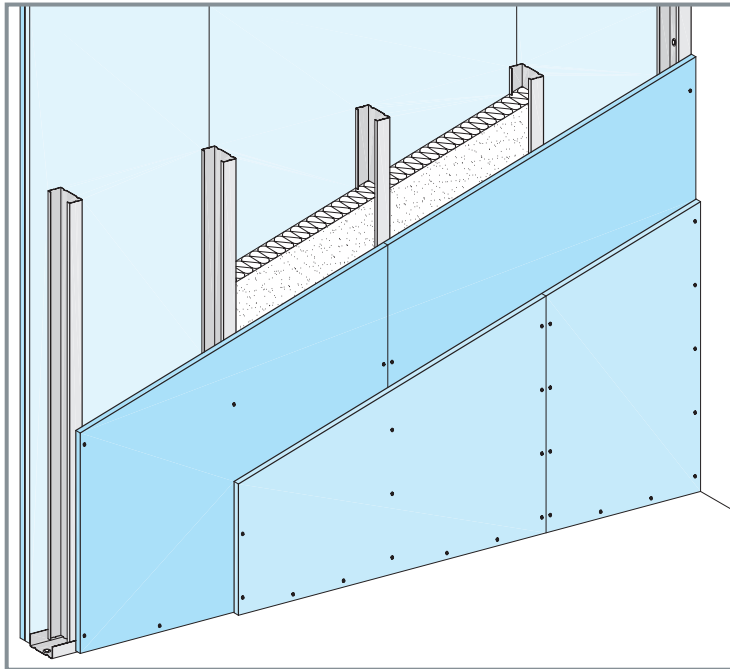


Bild 11: Knauf Wandsystem W112



Bild 12: SBS (Stahlbausystem) von Danogips

Nichttragende Trennwände (S.10) /

Abgehängte Decken (S.12)

Die bekannten Knauf Wand- und Deckensysteme sind als Bauteile an sich erdbebensicher (siehe [6]). Zusätzlich haben sie durch die in der Übersicht genannten Vorteile eine günstige Wirkung auf die Erdbebensicherheit des Gesamtbauwerks aus.

Der Einsatz ist sowohl in Neubauten als auch zur Verbesserung und Sanierung bestehender Bauwerke möglich.

Aussteifende Wände (S.14)

Knauf Trockenbauwände können bei entsprechender konstruktiver Ausbildung für die Aufnahme von horizontalen Scheibenlasten aus Wind und Erdbeben zur Aussteifung von Tragwerken herangezogen werden.

Somit sind auch bei statischen Anforderungen an die Wände die Vorteile der Knauf Trockenbauwand in Neubauten und bei der Sanierung und statischen Verbesserung bestehender Gebäude nutzbar.

Aussteifende Wand- und Deckentafeln im Stahlrahmenbau (S.16)

Für Neubauten in der Stahlrahmenbauweise können vorgefertigte oder auf der Baustelle vormontierbare Wand- und Deckentafeln eingesetzt werden, die alle günstigen bautechnischen und bauphysikalischen Eigenschaften der Knauf Trockenbausysteme mit einer hohen Arbeitseffektivität verbinden. Mit SBS (Stahlbausystem) bietet das Knauf Partner Unternehmen Danogips ein System an, das in Kürze auch für den Einsatz in erdbebengefährdeten Gebieten zur Verfügung steht.

Der Vorteil des Einsatzes von Knauf Wandsystemen als nichttragende Trennwände liegt vor allem in der Massenreduzierung (siehe Tabelle 4) sowie dem duktilen Verformungsverhalten. Die Reduzierung des Gewichtes nichttragender Elemente führt zu deutlich geringeren Belastungen des Tragwerks im Erdbebenfall.

Eine ideale Einsatzmöglichkeit von Knauf Wandsystemen bietet sich im Bereich der erdbebengerechten Sanierung als Ausfachung von Stahlbetonskelettbauwerken. Hier kommt es durch das spröde und verhältnismäßig steife Verhalten des gewöhnlich eingesetzten Füllmauerwerks im Erdbebenfall zu ungewollten Lastumlagerungen mit gefährlichen, explosionsartigen und unangekündigten Versagen, die nicht selten zum Gesamtversagen des Tragwerks führen. Trockenbauwände behalten selbst unter großen Verformungen ihre raumabschließende Funktion bei und versagen nicht komplett. [7]

Für die Aufnahme von horizontalen Lasten senkrecht zur Wandebene ist aus dem „Gutachten über erdbebensichere Ausführung von Ständerwänden und Plattendecken“ von Univ. Doz. Dr. Rainer Flesch, Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal [6] zu entnehmen, dass die aus Horizontalbeschleunigung und Eigengewicht entstehenden Belastungen quer zur Wandebene von Metallständerwänden sehr gut aufgenommen werden können.

Knauf Seismic Design

Nichttragende Trennwände

Tabelle 4: Massenvergleich Mauerwerk - Knauf Wandsystem W111 und W112

Massenreduzierung
1 m ² Mauerwerk d = 11,5 cm, Flächengewicht ca. 145 kg/m ²
1 m ² Metallständerwand, einfach beplankt, Flächengewicht ca. 25 kg/m ²
1 m ² Metallständerwand, doppelt beplankt, Flächengewicht ca. 50 kg/m ²
→ Gewichtsreduzierung um 65 % - 83 %

Tabelle 5: Schnittkräfte aus Horizontalbelastung quer zur Wandebene

System	Horizontalbeschleunigung	max. Verschiebung (mm)	maximales Biegemoment (kNm)	aufnehmbares Biegemoment (kNm)
W111 d = 100 mm	0,5 g (4,9 m/s ²)	2,5 - 14	0,1 - 0,3	2,0
W112 d = 125 mm		11,6 - 25	0,3 - 0,6	2,6

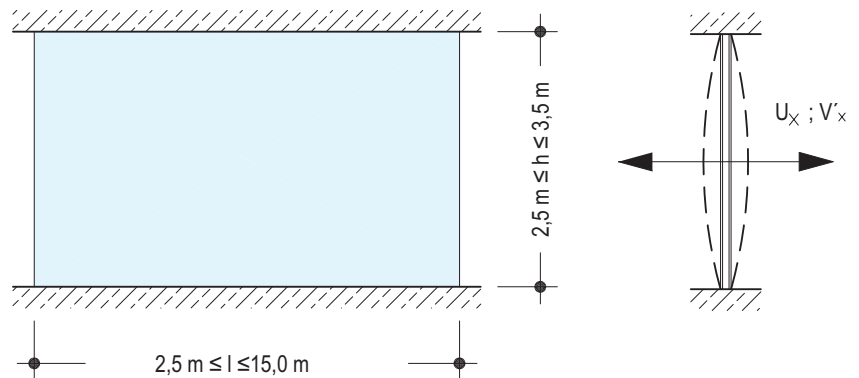


Bild 13: Horizontalbelastung quer zur Wandebene

Tabelle 6: Maximal aufnehmbare horizontale Beschleunigungen

Knauf Wand-System	Profilgröße / Wanddicke [mm] / [mm]	maximale Wandhöhe [m]	aufnehmbares Biegemoment [kNm]	aufnehmbare Horizontalbeschleunigung
W111 einfach beplankt (1x12,5 mm) 25 kg/m ²	50 / 75	3,0	1,5	≤ 5,4 g
	75 / 100	4,5	2,0	≤ 3,1 g
	100 / 125	5,0	2,5	≤ 3,2 g
W112 doppelt beplankt (2x12,5 mm) 50 kg/m ²	50 / 100	4,0	2,0	≤ 2,0 g
	75 / 125	5,5	2,6	≤ 1,4 g
	100 / 150	6,0	3,2	≤ 1,4 g

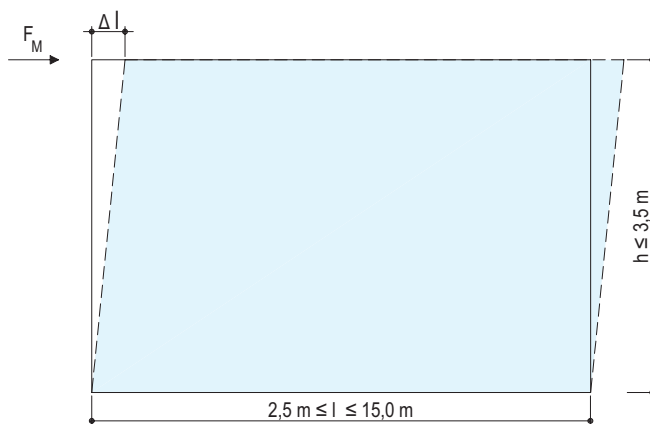


Bild 14: Horizontale Scheibenbelastung

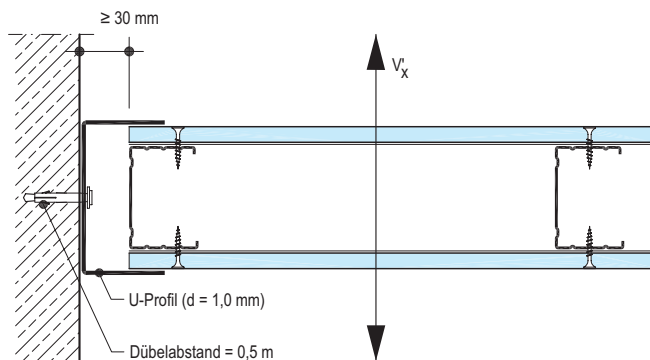


Bild 15: Detail beweglicher Trennwandanschluss

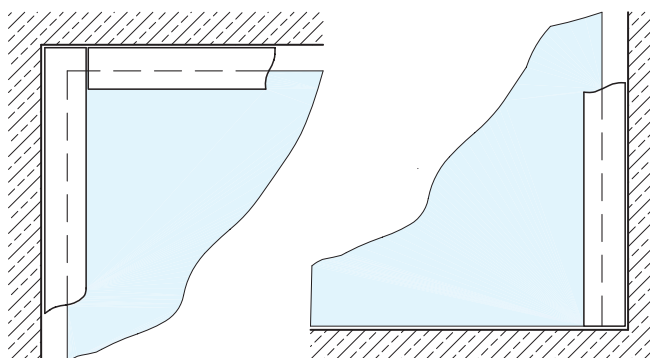


Bild 16: Statische Trennung nichttragender Trennwände

In Tabelle 6 sind die maximal aufnehmbaren Horizontalbeschleunigungen, basierend auf Tragwerten gemäß [8] dargestellt.

Hingegen können gemäß folgender einfacher Betrachtung [6] Horizontallasten aus Stockwerksverschiebungen in Wandebene nicht ausreichend aufgenommen werden (Bild 14):

Bei einer angenommenen Stockwerksverschiebung von 1 - 1,5 %, einer maximalen Wandhöhe von 3,5 m und der entsprechenden maximalen Kopfpunktverschiebung $\Delta l = 3,5 - 5,3$ cm kann die auftretende Belastung von der Wand nicht mehr rissfrei aufgenommen werden. Die raumabschließende Funktion bliebe zwar erhalten aber um Schäden an den Trennwänden zu vermeiden müssen folglich ausreichend große Fugen zwischen tragenden und nichttragenden Bauteilen zur Aufnahme der Tragwerksverformung vorgesehen werden. Die im Bild 11 dargestellte Lösung ist ein Vorschlag entsprechend der oben getroffenen Annahmen.

Im konkreten Einzelfall können die notwendigen Fugenmaße unter Berücksichtigung der vom Tragwerk zu erwartenden Verformungen genauer ermittelt werden.

Durch den Einsatz von Knauf Deckensystemen ist es möglich die Masse nichttragender Bauteile gering zu halten und gleichzeitig hohe bauphysikalische Anforderungen an Brandschutz, Schallschutz und Wärmedämmung zu erfüllen sowie eine zusätzliche Installationsebene zu schaffen.

Im bereits genannten Gutachten [6] wurde neben der Erdbbensicherheit von Metallständerwänden auch das Verhalten von abgehängten Decken unter dynamischer Beanspruchung aus Erdbebenlasten untersucht.

Um Abhängigkeiten des Tragverhaltens von der Geometrie, der Steifigkeit der Abhängung sowie der Konstruktion zu erkennen wurden verschiedene Varianten analysiert. (Tabelle 7, Bild 17)

Die Steifigkeit der Abhängung wird durch die Anzahl sowie die Steifigkeit der Abhänger beeinflusst. (Bild 17, Tabelle 8)

Im Ergebnis ist zu erkennen, dass eine harte oder steife Abhängung deutlich bessere Tragwerte für dynamische Beanspruchungen besitzt. Sowohl das Biegemoment als auch die Verformungen sind deutlich geringer als bei einer weichen Abhängung. Für die weiche Abhängungsart wird teilweise das Bruchmoment erreicht bzw. überschritten.

Eine weitere bemerkenswerte Erkenntnis ist, dass die Grundrissgeometrie keinen bedeutenden Einfluss auf die Verformung besitzt. Durch das geringere Eigengewicht ist eine einfache Beplankung vorzuziehen, was bei Brandschutzanforderungen jedoch nicht immer möglich ist.

Knauf Seismic Design

Abgehängte Decken

Tabelle 7: Schnittgrößen in Deckenprofilen bei einer Vertikalbeschleunigung von 0,5 g

abgehängte Decke		max. Biegemoment [kNm]		max. Verschiebung [mm]		Bruchmoment der Profile [kNm]	
Beplankung	Fläche [m]	Abhängung weich	Abhängung hart	Abhängung weich	Abhängung hart	Abhängung weich	Abhängung hart
einfach (1 x 12,5 mm) 12,5 kg/m ²	3 x 5		0,02	22,3			
	7 x 15	0,20		27	3,0	0,186	0,186
	10 x 10	0,15	0,005	25			
doppelt (2 x 12,5 mm) 25 kg/m ²	3 x 5		0,05	44	7,4		
	7 x 15	0,35		50	7,5	0,222	0,222
	10 x 10		0,015	48	8,0		

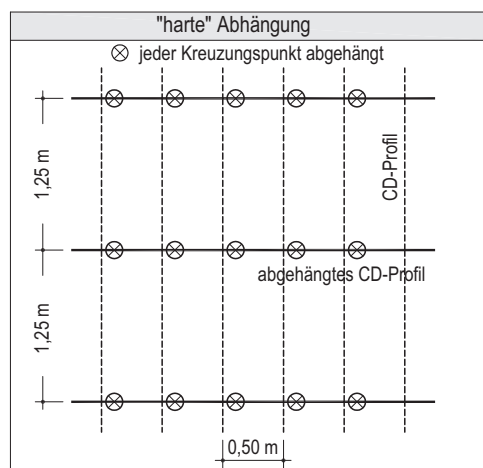
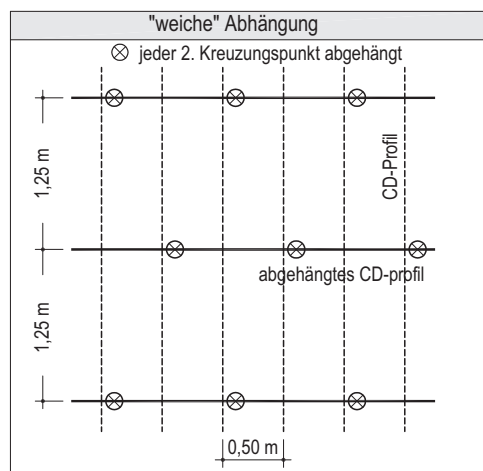
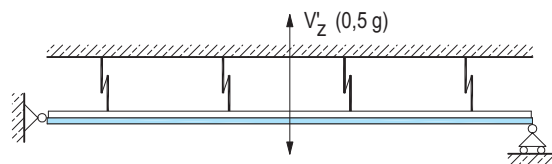
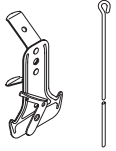
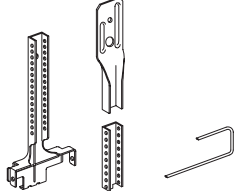
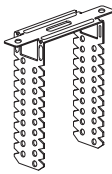


Bild 17: Versuchsaufbau harte / weiche Abhängung

Tabelle 8: Knauf Deckenabhängiger

0,25 kN Ankerfix	0,4 kN Nonius-Hänger	0,4 kN Direktabhängiger
		
104	200	270
Steifigkeit [kN/m]		

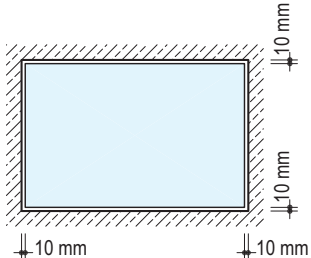
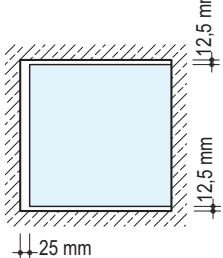
	
<p>„harte“ Abhängung</p> <ul style="list-style-type: none"> • Beplankung nicht am UD-Profil (Randprofil) befestigen 	<p>„weiche“ Abhängung</p> <ul style="list-style-type: none"> • einfache Beplankung • quadratischer Grundriss • Konstruktion auf einer Seite mit Randprofil verbinden

Bild 18: Grundriss schemen

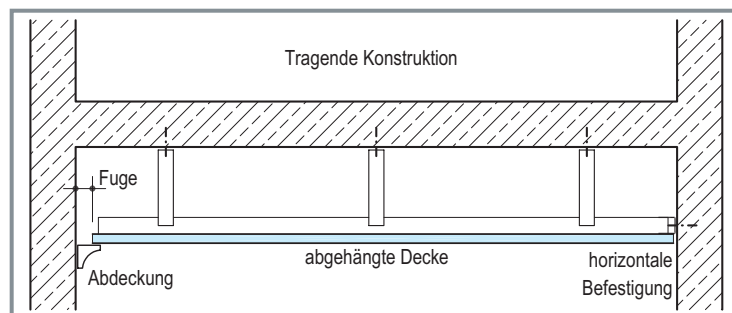


Bild 19: Deckenschnitt

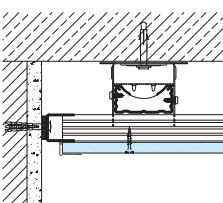
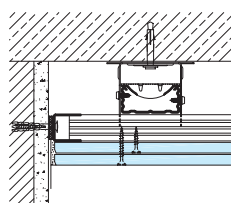
Anschluss ohne Brandschutzanforderungen	Anschluss mit Brandschutz F90
	
<ul style="list-style-type: none"> • verschiebliche Unterkonstruktion 	<ul style="list-style-type: none"> • verschiebliche Unterkonstruktion • Beplankung starr angeschlossen (Dichtheit) • Alternativ: aufschäumende Dichtungstreifen (mit / ohne Abdeckprofil)

Bild 20: Anschlussdetails

Bei der Ausführung sind folgende konstruktive Vorgaben zu beachten.

- **Möglichst geringer Abstand der Abhänger zu den Kreuzungspunkten von Grund- und Tragprofilen**
- **Die Profilverbinder müssen mit den Profilen und den Abhängern verschraubt werden**
- **Abhängehöhe so gering wie möglich**
- **Möglichst geringes Beplankungsgewicht zur Reduzierung von Eigengewicht und Erdbebenlast**
- **Querbefestigung: horizontal gleitend, vertikal fest**
- **Randabstand des ersten Tragprofils vom angrenzenden Bauteil ca. 100 mm**

Ausführungsbeispiele für verschiedene Varianten sind in den Bildern 19 und 20 dargestellt.

Eine Ausführung mit einer weichen Abhängung gemäß Bild 17 und Tabelle 8 ist nur bedingt möglich. Für stark erdbebengefährdete Gebiete sowie Gebäude der Gebäudeklasse I und II gemäß EC 8 (EN 1998) Teil 1-2 kann eine weiche Abhängung nicht und für Gebäudeklasse III nur bedingt empfohlen werden. Weiterhin müssen die konstruktiven Angaben gemäß Bild 18 beachtet werden.

Alle im Deckenzwischenraum vorhandenen Elemente, die nicht direkt zur Deckenkonstruktion der Unterdecke gehören, müssen eine eigene, separate Befestigung besitzen und dürfen die Unterdecke nicht belasten. Diese Anforderung ist sowohl hinsichtlich der Erdbebensicherheit als auch des Brandschutzes unbedingt zu beachten.

Der Einsatz von Knauf Wandsystemen als aussteifende Wände zur Aufnahme von Horizontallasten aus Wind und Erdbeben ist sowohl mit der bekannten Holztafelbauweise als auch mit Metallständerwänden für Neubauten und Sanierungsmaßnahmen möglich.

So genannte „Shear Walls“ sind aus der amerikanischen und neuseeländischen Bauweise bekannt. Hier wird zumeist mit einer Holzunterkonstruktion gearbeitet.

Für Lasten senkrecht zur Wandebene können die Angaben zu nichttragenden Wänden analog übernommen werden. Für Lasten in der Wandebene sind aufgrund der hohen Eigenfrequenz keine Resonanzwirkungen zu erwarten. Somit können dynamische Effekte vernachlässigt und das Tragverhalten kann analog zu statischen Belastungen angenommen werden. Tabelle 9 zeigt die zulässigen horizontalen Scheibenbelastungen für Knauf Holztafelbau-Wände gemäß der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung Z-9.1-199 [10] (enthält weitere Hinweise zu Abminderungen).

Die deutsche Holzbaunorm DIN 1052, Ausgabe August 2004, enthält ausführliche Angaben zur Bemessung von Holztafelbau-Wänden mit Gipsplattenbeplankung unter Scheibenbeanspruchung.

Für Wandtafeln mit Metallprofilen liegen Werte aus einer Untersuchung von Bernd Naujoks (TU Darmstadt, Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik), „Tragverhalten von Wandtafeln mit Kaltprofilen unter horizontalen Lasten“ [11] vor. Dabei wurden unter anderem Wandtafeln mit Gipsfaserbeplankung sowohl unter horizontaler Scheibenbelastung allein als auch in Kombination mit vertikaler Scheibenbelastung unter...

Fortsetzung Seite 15

Knauf Seismic Design

Aussteifende Wände

Tabelle 9: Aufnehmbare Horizontallast von Holztafelwänden in Scheibenebene gemäß der Allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassungen Z-9.1-339 (Knauf Gipsfaserplatten) und Z-9.1-199 (Knauf Gipsplatten)

Beplankung	Rasterbreite Standard b_s mm	Abstände für Nägel / Klammern e_R mm	Gipsfaserplatten zul. F_H in kN für Tafelhöhe h in m		Gipsplatten zul. $F_H^{(1)}$ in kN für Tafelhöhe h in m	
			$\leq 2,60$	$\leq 3,00$	$\leq 2,60$	$\leq 3,00$
beidseitig	600-625	mind. 50			3,3	
		max. 75	3,3			
		max. 150			1,3	
	1200-1250	mind. 50			6,0	5,5
		max. 75	7,5	6,3		
		max. 150			2,7	2,7
einseitig	1200-1250	mind. 50			3,3	
		max. 75	4,4	2,8		
		max. 150			1,5	

¹⁾ Für zul. F_H darf zwischen den Werten $e_R = 50$ mm und 150 mm linear interpoliert werden, desgleichen zwischen den Werten für $h=2,60$ m und 3,0 m.

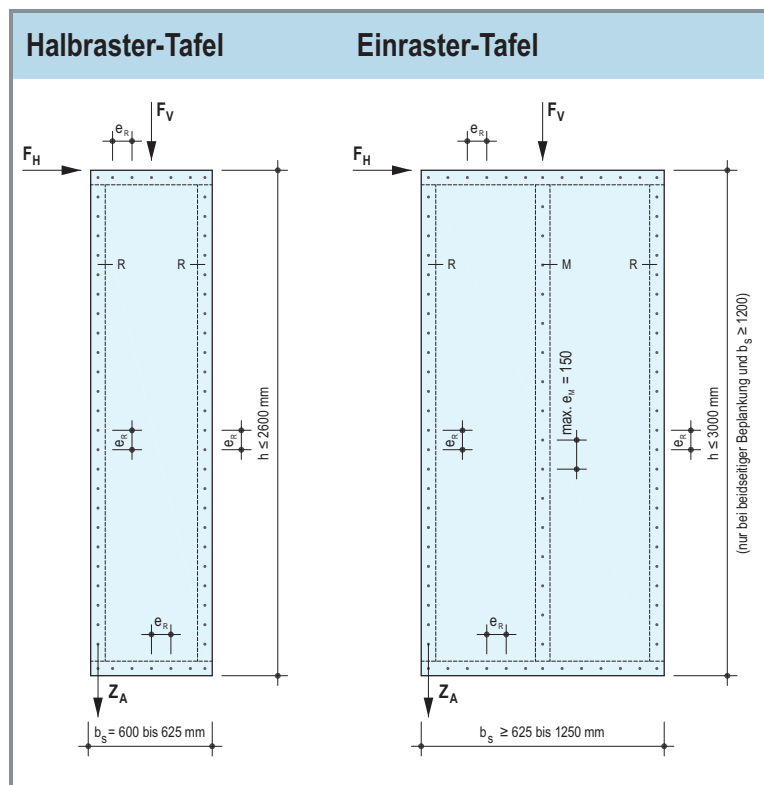


Bild 21: Schema zu Tabelle 9

Tabelle 10: Bruchlasten für Metallständerwände aus [9]

Beplankung Seite 1	Beplankung Seite 2	Schraubenabstand s_r am Rand [mm]	Horizontal-last F_H bei Versagen [kN]	Vertikal-last F_V bei Versagen [kN]	Anzahl der Versuche
Gipsfaserplatte (z.B. Knauf Vidiwall)	Gipsfaserplatte (z.B. Knauf Vidiwall)	100	39,8	0	3
	Gipsfaserplatte (z.B. Knauf Vidiwall)	150	33,1	0	3
	Faserzementplatte (z.B. Knauf Aquapanel)	150	43,6	0	3
	Spanplatte	150	39,9	0	3
	Trapezblech	172/150	39,0	0	3
keine		200	12,2	30	1

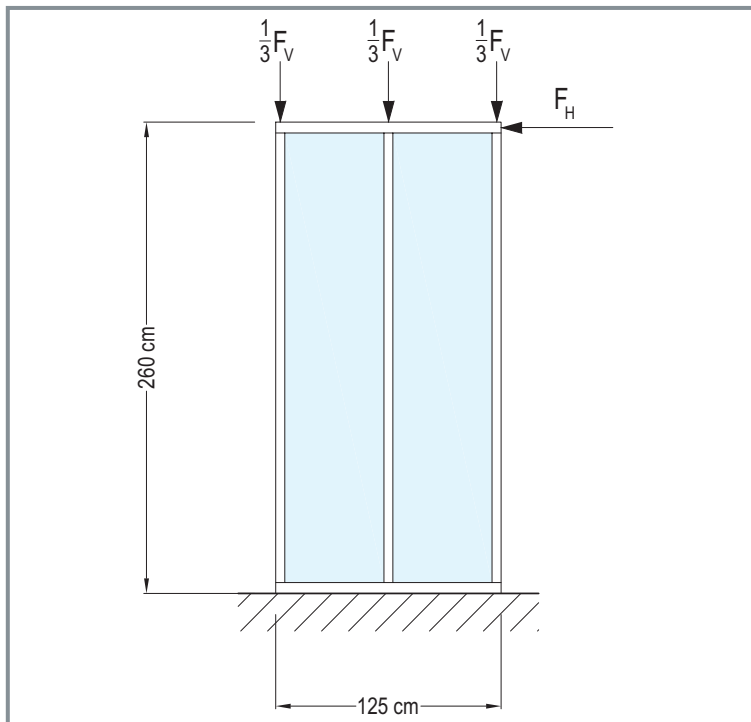


Bild 22: Belastungsschema zu Tabelle 10

Tabelle 11: Vergleich der Schubtragfähigkeit von Mauerwerks- und Trockenbauwänden

Wandart (l = 5 m, h = 3 m)	Gesamttragfähigkeit kN	Tragfähigkeit kN/m	Konstruktionsgewicht kN/m ²
120 mm Mauerwerk ¹⁾	9	1.8	1.94
180 mm Mauerwerk ¹⁾	15	3.0	2.99
240 mm Mauerwerk ¹⁾	20	4.0	4.05
≥ 75 mm Knauf W 111 ²⁾	12	2.4	0.25
≥ 100 mm Knauf W 112 ²⁾	19	3.8	0.5

¹⁾ Schubfestigkeit von Mauerwerk = 15,0 N/mm²
²⁾ Ständer c/c 600 mm. Schraubenabstand im Randprofil 200 mm in beiden Beplankungen.

Fortsetzung von Seite 14

...Variation der Schraubenabstände experimentell untersucht sowie ein Bemessungsmodell entwickelt. Die Versuchsergebnisse sind in Tabelle 10 aufgezeigt, sie stellen jedoch keine Bemessungsgrößen dar, sondern Bruchlasten, für definierte Versagenskriterien ohne statistische Betrachtung und Sicherheitsbeiwerte.

Ist es bei Holztafelbauwänden in der Regel die Verbindung Beplankung - Holzständer, die versagt, so ist bei Metallständerwänden zu beobachten, dass es bei sehr dichten Schraubabständen zum Beulen des druckbeanspruchten Ständers im Fußpunktbereich als Versagensform kommt. [11] Zusätzliche Verstärkungen in diesem Bereich (z.B. Eckelemente) erhöhen daher die Tragfähigkeit der Wand.

Zu beachten ist, dass sowohl die Angaben für Holztafelbauwände als auch die Versuchsergebnisse der Metallprofiltafeln den Einfluss des Kriechens aus dauerhaften Belastungen nicht berücksichtigen. Daher ist sicherzustellen, dass keine dauerhaften Lasten aus plastischen Verformungen angrenzender Bauteile oder Zwangsbeanspruchungen entstehen.

Der Einsatz von aussteifenden Trockenbauwänden ist bis zu einer Geschossanzahl von 5 Stockwerken möglich.

In Tabelle 11 sind die Schubtragfähigkeiten von Mauerwerk und Knauf Trockenbauwänden für Wände mit 3 m Höhe und 5 m Länge dargestellt. Es zeigt sich, dass die Knauf Trockenbauwände eine ähnliche Schubtragfähigkeit bei deutlich geringerem Gewicht besitzen.

Materialkennwerte zur Bemessung sind auf Seite 17 dieser Broschüre zu finden.

Für Neubauten in Stahlrahmenbauweise bietet die Knauf Partnerfirma Danogips das SBS (Stahlbausystem) als effiziente Konstruktionsvariante an. Die dabei verwendeten, zu unterschiedlichem Grad vorgefertigten Wand- und Deckentafeln können zur Abtragung von Horizontallasten aus Wind und Erdbeben herangezogen werden. Bisher ist das System nur für statische Belastungen anwendbar. Knauf arbeitet zusammen mit seinem Partnerunternehmen Danogips daran, kurzfristig eine Anwendbarkeit für dynamische Belastungen aus Erdbeben zu ermöglichen.

Alle vorgenannten Vorzüge der Leichtbauweise mit Knauf Systemen gelten auch für das SBS-System. Zusätzlich können, durch die Fähigkeit des Systems Lasten abzutragen, bei teuren Stahlbeton- und Stahlkonstruktionen Einsparungen erzielt werden.

Knauf Seismic Design

Aussteifende Wand- und Deckentafeln



Bild 23: Fassade mit Danogips SBS (Stahlbausystem)



Bild 24: Deckentafel

Knauf Seismic Design

Materialkennwerte

Mit den Materialdaten aus der DIN 1052 (08/2004) (Tabelle 13) sowie den von Dagnogips ermittelten Schubtragfähigkeiten der Schraubenverbindungen (Tabelle 12) ist die Möglichkeit zur Bemessung von Metallständerwänden unter Scheibenbeanspruchung gegeben. Kurzfristig werden konkrete Tragfähigkeitswerte für die Knauf-Systeme zur Verfügung gestellt.

Tabelle 12:
Schubtragfähigkeit [kN] der Verbindung Beplankung-Metallprofil (0,6 mm) je Schnellbauschraube TN in kN

Gipsplatte gem. EN 520	Schraube in 1. Plattenlage	Schraube in 2. Plattenlage
12,5 mm Type E	0,25	0,14
12,5 mm Type F	0,25	0,14
12,5 mm Typ A	0,25	0,14
12,5 mm Typ I	0,30	0,17
15 mm Typ F	0,30	0,17

Tabelle 13: Charakteristische Festigkeits- und Steifigkeitskennwerte für Gipsplatten nach DIN 1052 (08/2004) in N/mm²





Beanspruchung	Kennwert	Gipsplatte GKB/GKBI d in [mm]			Gipsplatte GKF/GKFI d in [mm]			
		12,5	15	18	12,5	15	18	
	Rohdichte ρ_k [kg/m ³]	680	680	680	800	800	800	
Scheibenbeanspruchung	Schubmodul $G_{\text{mean}}^{1)}$	700	700	700	700	700	700	
	Schubfestigkeit $f_{v,k}$	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	
	quer zur Kartoffaser	E-Modul $E_{\text{mean}}^{1)}$	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		Biegezugfestigkeit $f_{m,k}$	2,0	1,7	1,4	2,0	1,7	1,4
		Druckfestigkeit $f_{c,k}$	4,2	4,2	4,2	4,8	4,8	4,8
		Zugfestigkeit $f_{t,k}$	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
	parallel zur Kartoffaser	E-Modul $E_{\text{mean}}^{1)}$	1200	1200	1200	1200	1200	1200
		Biegezugfestigkeit $f_{m,k}$	4,0	3,8	3,6	4,0	3,8	3,6
		Druckfestigkeit $f_{c,k}$	3,5	3,5	3,5	5,5	5,5	5,5
		Zugfestigkeit $f_{t,k}$	1,7	1,4	1,1	1,7	1,4	1,1
Beanspruchung rechtwinklig zur Plattenebene	Druckfestigkeit $f_{c,k}$	3,5	3,5	3,5	5,5	5,5	5,5	
	quer zur Kartoffaser	E-Modul $E_{\text{mean}}^{1)}$	2200	2200	2200	2200	2200	2200
		Biegezugfestigkeit $f_{m,k}$	2,0	1,8	1,5	2,0	1,8	1,5
	parallel zur Kartoffaser	E-Modul $E_{\text{mean}}^{1)}$	2800	2800	2800	2800	2800	2800
		Biegezugfestigkeit $f_{m,k}$	6,5	5,4	4,2	6,5	5,4	4,2

¹⁾ Für die charakteristischen Steifigkeitskennwerte E_{05} und G_{05} gelten die Rechenwerte $E_{05} = 0,5 \cdot E_{\text{mean}}$ und $G_{05} = 0,9 \cdot G_{\text{mean}}$

Quellennachweis

- [1] Univ. Doz. Dr. Rainer Flesch „Grundlagen des erdbebensicheren Konstruierens“, Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift Heft 9, Jahrgang 131 (1986)
- [2] Dowrick, D. J. „Earthquake Resistant Design“, John Wiley & Sons, 1977
- [3] Müller, Keintzel „Erdbebensicherung von Hochbauten“, 2. Aufl., Wilhelm Ernst & Sohn, 1985
- [4] Rosman, Riko „Erdbebenwiderstandsfähiges Bauen“, Wilhelm Ernst & Sohn, 1983
- [5] „European Macroseismic Scale 1998 EMS-98“, G. Grünthal, ESC Working Group „Macroseismic Scales“, 1998
- [6] Univ. Doz. Dr. Rainer Flesch „Gutachten über erdbebensichere Ausführung von Ständerwänden und Plattendecken“, Bundesforschungs- und Prüfzentrum Arsenal (Wien), 1995
- [7] Dr. Tschirgin/ Dr. Tscherkaschin „Gutachten über die Anwendungsmöglichkeit von Trennwand- und Wandbekleidungskonstruktionen aus Gips-/ Gipsfaserplatten in Erdbebengebieten“, Kutscherenko-Forschungsinstitut „ZNI-ISK“, 2004
- [8] Naujoks, Bernd „Tragverhalten von Wandtafeln mit Kaltprofilen unter horizontalen und vertikalen Lasten“, Veröffentlichungen des Instituts für Stahlbau und Werkstoffmechanik der Technischen Universität Darmstadt, Heft 66, 2002
- [9] Dr.-Ing. Meier-Dörnberg „Erdbebensicherheit von leichten Trennwänden - Knauf Ständerwände mit Gipsplatten W111 und W112“, TH Darmstadt, Institut für Mechanik, 1984
- [10] Allgemeines bauaufsichtliches Prüfungszeugnis „Wände in Holztafelbauart mit Beplankungen aus KNAUF-Gipsplatten“, Deutsches Institut für Bautechnik, 2001
- [11] Naujoks, Bernd „Tragverhalten von Wandtafeln mit Kaltprofilen unter horizontalen Lasten“, TU Darmstadt, Institut für Stahlbau und Werkstoffmechanik 2002

Tabelle 14: Ausgewählte internationale Normen

International	ISO 3010 Basis for design of structures - Seismic actions on structures	12/01
Deutschland 	(Vornorm) DIN V ENV 1998-1-1 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-1: Grundlagen; Erdbebeneinwirkungen und allgemeine Anforderungen an Bauwerke; Deutsche Fassung ENV 1998-1-1:1994	06/97
	(Vornorm) DIN V ENV 1998-1-2 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-2: Grundlagen; Allgemeine Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung ENV 1998-1-2:1994	06/97
	(Vornorm) DIN V ENV 1998-1-3 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-3: Grundlagen; Baustoffspezifische Regeln für Hochbauten; Deutsche Fassung ENV 1998-1-3:1995	06/97
	(Vornorm) DIN V ENV 1998-1-4 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-4: Grundlagen; Verstärkung und Reparatur von Hochbauten; Deutsche Fassung ENV 1998-1-4:1996	09/99
	(Norm-Entwurf) DIN 4149 , Bauten in deutschen Erdbebengebieten - Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten	10/02
	DIN 4149-1 Bauten in deutschen Erdbebengebieten; Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten DIN 4149-1 Beiblatt 1 Bauten in deutschen Erdbebengebieten; Zuordnung von Verwaltungsgebieten zu den Erdbebenzonen DIN 4149-1/A1 Bauten in deutschen Erdbebengebieten; Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten; Änderung 1, Karte der Erdbebenzonen	04/81 04/81 12/92
Frankreich 	NF P06-013 Regeln für erdbebensicheres Bauen. Regeln zum Schutz von Gebäuden gegen Erdbeben, sogenannte PS 92-Regeln.	12/95
	NF P06-013/A1 Regeln für erdbebensicheres Bauen - Regeln zum Schutz von Gebäuden gegen Erdbeben, sogenannte PS 92-Regeln.	
	XP P06-031-1 Eurocode 8 : Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben und nationales Anwendungsdokument - Teil 1-1 : Grundlagen - Erdbebeneinwirkungen und allgemeine Anforderungen an Bauwerke.	02/01
	XP P06-031-2 Eurocode 8 : Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben und nationales Anwendungsdokument - Teil 1-2 : Grundlagen - Allgemeine Regeln für Hochbauten.	12/01
XP P06-031-3 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben und nationales Anwendungsdokument - Teil 1-3 : Grundlagen - Baustoffspezifische Regeln für Hochbauten.	12/00	
(Norm-Entwurf) P06-033PR Eurocode 8 : design provisions for earthquake resistance of structures - Part 1-4 : general rules - Strengthening and repair of buildings.	03/03	
Großbritannien 	(Vornorm) BS DD ENV 1998-1-1 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Grundlagen - Erdbebeneinwirkungen und allgemeine Anforderungen an Bauwerke	05/96
	(Vornorm) BS DD ENV 1998-1-2 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Grundlagen - Allgemeine Regeln für Hochbauten	05/96
	(Vornorm) BS DD ENV 1998-1-3 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Grundlagen - Baustoffspezifische Regeln für Hochbauten	05/96
	(Vornorm) BS DD ENV 1998-1-4 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Grundlagen - Verstärkung und Reparatur von Hochbauten	05/96
 GUS	SniP II 7-81 Bauen in erdbebengefährdeten Gebieten	2000
 Italien	D.M.L.P. 24. Januar 1986 Technische Normen für erdbebensichere Gebäude	01/86
Österreich 	(Norm-Entwurf) OENORM EN 1998-1 Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten	05/04
	(Vornorm) OENORM ENV 1998-1-1 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-1: Grundlagen; Erdbebeneinwirkungen und allgemeine Anforderungen an Bauwerke	06/97
	(Vornorm) OENORM ENV 1998-1-2 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-2: Grundlagen; Allgemeine Regeln für Hochbauten	06/97
	(Vornorm) OENORM ENV 1998-1-3 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-3: Grundlagen; Baustoffspezifische Regeln für Hochbauten	06/97
	(Vornorm) OENORM ENV 1998-1-4 , Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-4: Grundlagen; Verstärkung und Reparatur von Hochbauten	12/99
	OENORM B 4015 Belastungsannahmen im Bauwesen - Außergewöhnliche Einwirkungen - Erdbebeneinwirkungen - Grundlagen und Berechnungsverfahren	06/02
Schweiz 	SIA 260 Grundlagen der Projektierung von Tragwerken	01/03
	SIA 261 Einwirkungen auf Tragwerke	01/03
	SIA 261/1 Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen	01/03
	(Vornorm) SN ENV 1998-1-1 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-1: Grundlagen; Erdbebeneinwirkungen und allgemeine Anforderungen an Bauwerke	1998
	(Vornorm) SN ENV 1998-1-2 Eurocode 8 - Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-2: Grundlagen; Allgemeine Regeln für Hochbauten	1994
(Vornorm) SN ENV 1998-1-3 Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben - Teil 1-3: Grundlagen; Baustoffspezifische Regeln für Hochbauten	1995	
 Türkei	ABYYHY Specifications for Structures to be Built in Disaster Areas Part III - Earthquake Disaster Prevention	1998

Danogips A/S
Kløvermarksvej 4-6
DK-9500 Hobro
Phone: (+45) 96-573000
Fax: (+45) 96-573001
<http://www.danogips.dk>
e-Mail: info@danogips.dk

Knauf AG
Kägenstraße 17
CH-4153 Reinach
Phone: (+41) 61-716-10-10
Fax: (+41) 61-716-10-11
<http://www.knauf.ch>

Knauf di Lothar Knauf s.a.s.
Località Paradiso
I-56040 Castellina Marittima (PI)
Phone: (+39) 050-692-201
Fax: (+39) 050-692-301
<http://www.knauf.it>
e-Mail: knauf@knauf.it

Knauf Gesellschaft m.b.H.
Knaufstraße 1
A-8940 Weißenbach/Liezen
Phone: (+43) 3612-22 971
Fax: (+43) 3612-24 679
<http://www.knauf.at>
e-Mail: info@knauf.at

Knauf Gips GmbH
Region Moskau, Zentralnaja - Str. 139
RUS-143400 Krasnogorsk
Phone: (+7) 095-980 9848
Fax: (+7) 095-980 9849
<http://www.knauf-msk.ru>
e-Mail: info@knauf-msk.ru

Tepe Knauf A.S.
P.K. 92 Bakanliklar
TR-06581 Ankara
Phone: (+90) 312-29701-00
Fax: (+90) 312-2664214
<http://www.knauf.com.tr>
e-Mail: mailbox@knauf.com.tr

Knauf Gypsopii ABEE
Leoforos Syngrou 229
GR-17121 Nea Smyrni/Athen
Phone: (+30) 210-931056-7/9
Fax: (+30) 210-9310568
<http://www.knauf.gr>
e-Mail: Knauf@Knauf.gr

Yesos Knauf GmbH Sucursal Argentina
Bartolomé Cruz 1528,2° piso
RA-B1638BHL Vicente López, Pcia de Buenos Aires
Phone: (+54) 11-4837-0700
Fax: (+54) 11-4837-0707
<http://www.knauf.com.ar>
e-Mail: knauf@knauf.com.ar

Knauf SNC
Zone d'Activites
F-68600 Wolfgantzen
Phone: (+33) 389-72-1100
Fax: (+33) 389-72-1203
<http://www.knauf.fr>
e-Mail: info@knauf.fr

Knauf d.o.o. Sarajevo
Poslovni Centar SENTADA
Ul. Kolodvorska 11 A
BiH-71000 SARAJEVO
Phone: (+387) 33/711 090
Fax: (+387) 71/664 368

Knauf Plasterboard Wuhu Co. LTD
No. 2 Gang Wan Road
RC-241009 Wuhu Anhui
Phone: (+86) 553 5842053
Fax: (+86) 553 5841416
<http://www.knauf.com.cn>
e-Mail: info@mail.knauf.com.cn

Knauf EOOD
Angelov Vrach Nr. 27
BG-1618 SOFIA
Phone: (+359) 2-9178910
Fax: (+359) 2-9178911
<http://www.knauf.bg>
e-Mail: info@knauf.bg

Knauf d.o.o. Zagreb
Ulica grada Vukovara 21
HR-10000 ZAGREB
Phone: (+385) 1/30 35 400
Fax: (+385) 1/30 35 415
<http://www.knauf.hr>
e-Mail: knauf@knauf.hr

Knauf Gips S.R.L.
Str. Gheorghe Bratianu Nr. 30 Sector 1
RO-011413 BUKAREST
Phone: (+40) 21-222 93 22
Fax: (+40) 21-222 93 66
<http://www.knauf.ro>
e-Mail: office@knauf.ro

Knauf de Chile Ltda.
Cerro San Luis Nr.9871, Mód.A-B
Loteo Portezuelo
Quilicura Santiago de Chile
Phone: (+56) 2 747-1344/45
Fax: (+56) 2 738-6986
e-Mail: info@knauf.cl

Knauf Iran P.J.S.C.
No. 31 Shahid Naghdi St.
North Mofateh Ave.
15766 Teheran
Islamic Republic of Iran
Phone: (+98) 21-8751680
Fax: (+98)21-8742046
e-mail: knaufiran@hotmail.com

Knauf Gips KG
Am Bahnhof 7, D-97346 Iphofen
Tel.: + 49 9323 / 31-0
Fax: + 49 9323 / 31-277
<http://www.knauf.de>
E-Mail: info@knauf.de

Technische Änderungen vorbehalten. Es gilt die jeweils aktuelle Auflage. Unsere Gewährleistung bezieht sich nur auf die einwandfreie Beschaffenheit unseres Materials. Konstruktive, statische und bauphysikalische Eigenschaften von Knauf Systemen können nur erreicht werden, wenn die ausschließliche Verwendung von Knauf Systemkomponenten oder von Knauf ausdrücklich empfohlenen Produkten sichergestellt ist. Verbrauchs-, Mengen- und Ausführungsangaben sind Erfahrungswerte, die im Falle abweichender Gegebenheiten nicht ohne weiteres übertragen werden können. Alle Rechte vorbehalten. Änderungen, Nachdrucke und fotomechanische sowie elektronische Wiedergabe, auch auszugsweise, bedürfen der ausdrücklichen Genehmigung der Firma Knauf Gips KG, Am Bahnhof 7, D-97346 Iphofen.

SD1 / dtsh. / D / 08.04 / FB / D

