

# Tech-News 01/07 Folge 1 Fachgebiet: Stahlbau, Erdbeben

von Dipl.-Ing. Magnus Forster  
Prüfingenieur für Baustatik VPI  
Am Straßdorfer Berg 7, 73529 Schwäbisch Gmünd  
E-Mail: forster@forster-ing.de

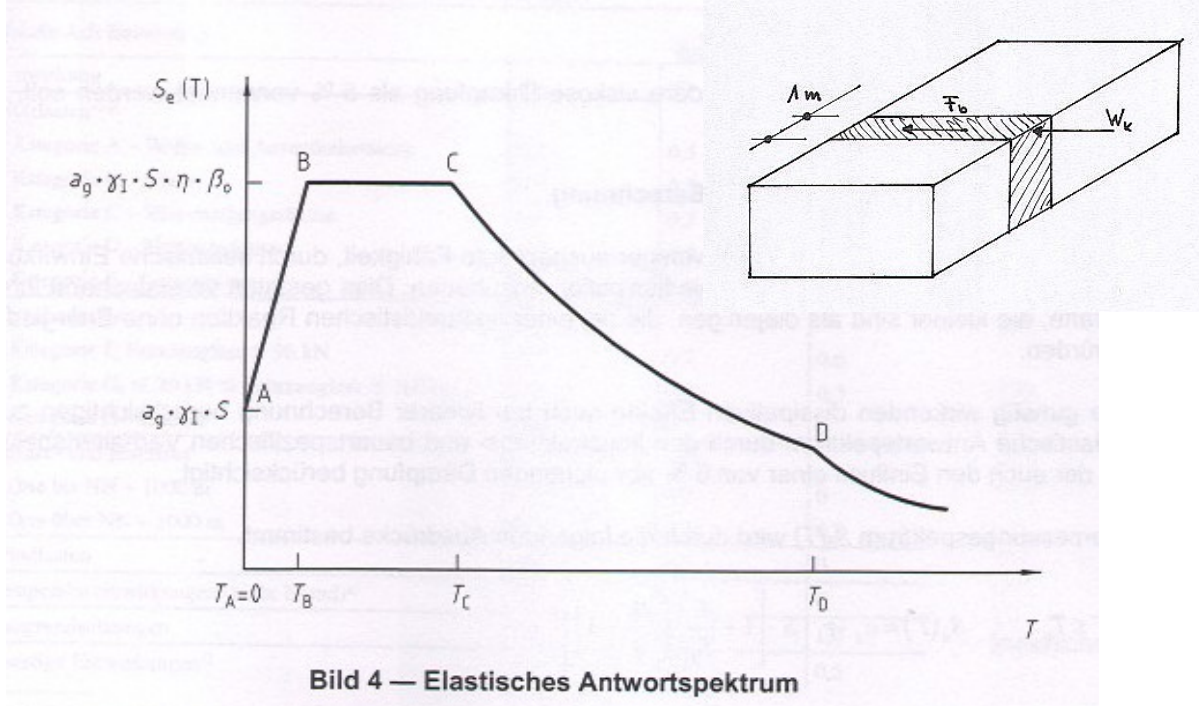
## Die neue DIN 4149 – Erdbebensicherung von Stahlbauwerken

### Folge 1 Diagramme zur Abschätzung, ob Erdbebenlasten maßgebend werden

“Tech-News 2006/02 Folge 1 Fachgebiet: Stahlbeton, Erdbeben“ enthält eine Zusammenfassung und Erläuterung der grundlegenden Zusammenhänge. In Folge 2 der vorliegenden Tech-News wird die Norm knapp zusammengefaßt und es werden Formeln zur Abschätzung der Grundschwingzeit angegeben. Für **eingeschossige Stahlhallen mit Zweigelenrahmen** und einer Aussteifung durch Verbände im Dach, in den Längswänden und in den Giebelwänden werden im Folgenden Diagramme angegeben, die eine grobe und konservative Abschätzung ermöglichen, ob die Erdbebenlasten maßgebend werden.

Die Angaben in den eckigen Klammern bedeuten die Abschnitte in der DIN 4149:2005-04 zum jeweiligen Thema.

**Diagramme zur Abschätzung**, ab wann die Erdbebenkraft gegenüber der Windlast maßgebend wird.



- Anwendungsbereich der Diagramme → geschlossene, eingeschossige Hallen  
→ Höhe  $\leq 8$  m, damit Staudruck =  $0,5 \text{ kN/m}^2$   
→ Masse der Wände vernachlässigbar (leichte Verkleidung), bzw. die halbe Masse der Wände wird dem Dach zugeschlagen

- Modell → es wird ein 1 m – Streifen betrachtet  
 → es muß die Quer- und die Längsrichtung untersucht werden!
- gewählte Parameter → Bedeutungskategorie II → Bedeutungsbeiwert  $\gamma_I = 1,0$  [Tab.3]  
 → Bemessungswert der Bodenbeschleunigung [Tab. 2]
- |                |                           |
|----------------|---------------------------|
| Erdbebenzone 1 | $a_g = 0,4 \text{ m/s}^2$ |
| Erdbebenzone 2 | $a_g = 0,6 \text{ m/s}^2$ |
| Erdbebenzone 3 | $a_g = 0,8 \text{ m/s}^2$ |
- keine Berücksichtigung der tatsächlichen Schwingzeit  $T_1$ , also nur „Plateau-Werte“ aus dem Diagramm, d. h. maximale Ordinate des elastischen Antwortspektrums [Tab. 4]
- |                        |              |          |
|------------------------|--------------|----------|
| Untergrundverhältnisse | C-R          | S = 1,50 |
|                        | B-R oder C-T | S = 1,25 |
|                        | A-R oder B-T | S = 1,00 |
|                        | C-S          | S = 0,75 |
- Verstärkungsbeiwert  $\beta_0 = 2,5$  [5.4.2]  
 → Verhaltensbeiwert  $q = 1,0$  [5.4.3 und 7.1 (3) a]  
 → nicht planmäßige Torsionswirkung durch  $\delta = 1,30$  [6.2.2.4.2]  
 → Korrekturfaktor  $\lambda = 1,0$  [6.2.2.2]  
 → Masse des Daches = Eigengewicht +  $0,5 \cdot$  Schneelast  
 → Teilsicherheitsbeiwert für Windlast  $\gamma_F = 1,50$   
 da auf den Niveau der Design-Lasten verglichen wird, ob die Erdbebenlasten maßgebend werden [7.1 (3) a]

- Windlast  $W_k$   
 Erdbebenlast  $F_b$
- abhängig von Hallenhöhe  $H$ , halbe Windlast in Höhe Dach  
 → abhängig von Hallenlänge  $L$  (gemessen in Krafrichtung)

- Aufbau der Diagramme → Erdbebenlast = Windlast  $\Rightarrow$  Verhältnis  $L/H$   
 abhängig von Flächengewicht des Daches +  $0,5 \cdot$  Schneelast  
 → Ablesewert ist oberer Grenzwert für  $L/H$ , darüber wird Erdbeben maßgebend, da lange Dächer mehr schwingende Masse haben

- Formeln → siehe Anhang

Die Diagramme sind mit dem Größtwert der Ordinate  $S$  des Antwortspektrums ermittelt. Deshalb liegen sie bei weichen Tragwerken stark auf der sicheren Seite. Vergleiche obige Ermittlung der Grundschwingzeit. Eine Abweichung um den Faktor 2 – 3 ist durchaus möglich.

Setzt man den Verhaltensbeiwert zu  $q = 1,5$  und den Erhöhungsfaktor für die Torsionswirkung zu  $\delta = 1,0$  so erhält man schon eine Erhöhung des Grenzwertes  $L/H$  um den Faktor  $1,5 \cdot 1,3 = 1,95 \approx 2$ .

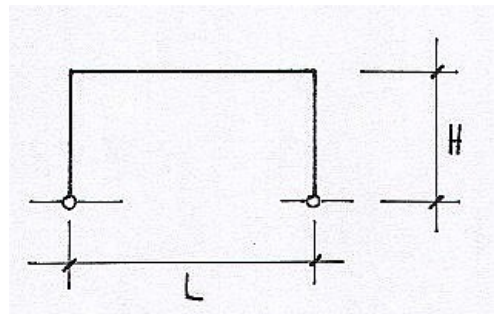
Diese Annahmen sind oft gerechtfertigt, da bei Hallen aus Zweigelenrahmen die Erhöhung für Torsionswirkungen keinen Sinn macht, weil die einzelnen Rahmen und nicht die Gesamthalle die Last abtragen. Solche Fragen können im Einzelfall mit dem Prüfeningenieur im Vorfeld abgestimmt werden.

## Beispiel

Stahlhalle mit leichter Dacheindeckung

Höhe	5,00 m
Breite	10,00 m
Länge	24,00 m
Rahmenabstände	6,00 m

Dachlast	
Dichtung und Dämmung	0,25 kN/m <sup>2</sup>
Trapezprofil	0,15 kN/m <sup>2</sup>
Rahmenriegel, Pfetten, Verbände	0,30 kN/m <sup>2</sup>
0,5 · Schneelast	0,55 kN/m <sup>2</sup>
<hr/> Dachlast	<hr/> 1,25 kN/m <sup>2</sup>



Erdbebenzone 2  
geologische Untergrundklasse T  
Baugrundklasse B

aus Diagramm Grenzwert  $L/H = 2,00$

Hallenquerrichtung

vorh.  $L/H = 10,00 / 5,00 = 2,00 \Rightarrow$  Erdbebenlast  $\approx$  Windlast  $\Rightarrow$  keine Maßnahmen erforderlich

Hallenlängsrichtung

vorh.  $L/H = 24,00 / 5,00 = 4,80 \Rightarrow$  Erdbebenlast  $>$  Windlast  $\Rightarrow$  Längswandverbände müssen für Erdbebenlast dimensioniert werden

(Eine Bestimmung von  $T_1$  wäre lohnenswert.)

## Literatur

DIN 4149:2005-04 „Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten“

## Anhang

Formel, mit denen die Diagramme ermittelt wurden:

Aus den Ansätzen

$$W_k = \gamma_F \cdot (c_{p,Druck} + c_{p,Sog}) \cdot q \cdot \frac{1}{2} \cdot H$$

und

$$F_b = S_d \cdot M \cdot \lambda \cdot \delta = \left( a_g \cdot \gamma_I \cdot S \cdot \frac{\beta_0}{q} \right) \cdot \left( \frac{g_k + 0,5 \cdot s_k}{9,81} \cdot L \right) \cdot 1 \cdot \lambda \cdot \delta$$

folgt durch die Bedingung  $W_k = F_b$

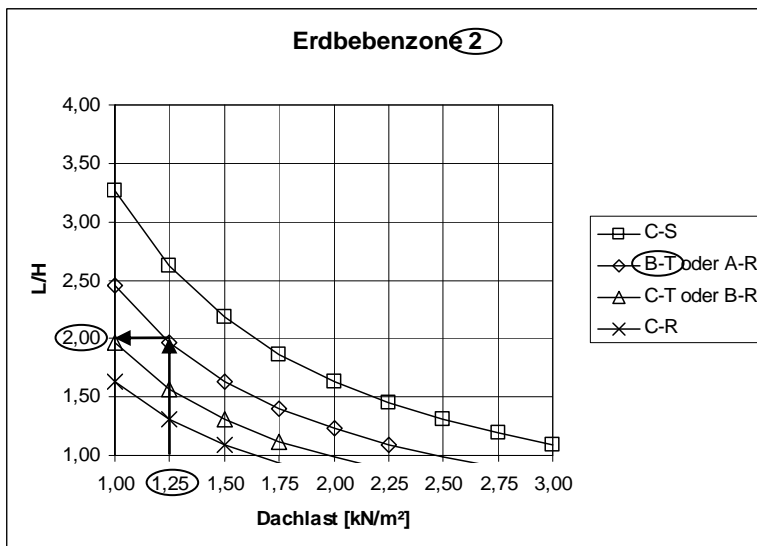
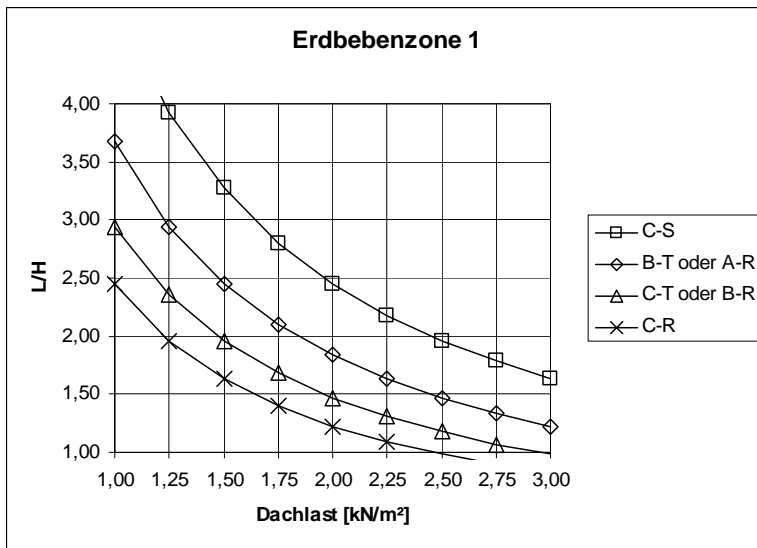
der Grenzwert

$$\frac{L}{H} = \frac{\gamma_F \cdot (c_{p,Druck} + c_{p,Sog}) \cdot q \cdot \frac{1}{2}}{a_g \cdot \gamma_I \cdot S \cdot \frac{\beta_0}{q} \cdot \frac{g_k + 0,5 \cdot s_k}{9,81} \cdot 1 \cdot \lambda \cdot \delta} = \frac{1,50 \cdot 1,30 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{a_g \cdot 1,0 \cdot S \cdot \frac{2,5}{1,0} \cdot \frac{g_k + 0,5 \cdot s_k}{9,81} \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,30}$$

Für vorh.  $\frac{L}{H} >$  Grenzwert ist der Lastfall Erdbeben maßgebend.

Einzugebende Parameter:  $a_g, S, g_k, s_k$  bzw.  $(g_k + 0,5 \cdot s_k)$

Diagramme zur Abschätzung, ab wann die Erdbebenkraft gegenüber der Windlast maßgebend wird.



Die markierten Werte    beziehen sich auf das obige Beispiel.

