



INFORMATION

HOLZBAUTEN IN DEUTSCHEN ERDBEBENGEBIETEN – REGELUNGEN NACH DIN 4149:2005-04

AUSGABE September 2011

*** Änderungen der Ausgabe September 2011 gegenüber Ausgabe Juli 2011:**

Tabelle 3: Ergänzung des Hinweises (Fußnote 2) bzgl. der Verwendbarkeit von Gipsfaserplatten als alleiniges Beplankungsmaterial
Abschnitt 5: Ergänzung des Verweises auf weiterführende Informationen zur rechnerischen Nachweisführung

1 Allgemeines

In einigen Regionen Deutschlands müssen Gebäude nach DIN 4149: *Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten* für ein Bemessungserdbeben berechnet und konstruiert werden. Seit 2005 liegt eine überarbeitete Fassung der Norm vor, die mittlerweile in den betroffenen Bundesländern ohne Übergangsregelung bauaufsichtlich eingeführt ist und sowohl bei neuen Bauvorhaben als auch bei Umbau- und Erweiterungsmaßnahmen angewendet werden muss.

Ziel ist im Falle eines Erdbebens der Schutz von Menschenleben, die Begrenzung von Schäden sowie die Sicherstellung, dass die für die öffentliche Sicherheit und Infrastruktur wichtigen baulichen Anlagen funktionstüchtig bleiben.

Die Norm wurde auf der Grundlage des EC 8 unter Berücksichtigung neuerer Entwicklungen in der Beschreibung seismischer Einwirkungen erarbeitet. Die Auslegung der Bauwerke gegen Erdbeben wird unter Berücksichtigung der Nutzung, Konstruktion und Bauart differenziert vorgenommen. Duktile Trageigenschaften und Energiedissipationsfähigkeiten (vgl. Abschnitt 4.3) können bei der Bemessung lastmindernd für die Erdbebenbeanspruchung berücksichtigt werden.

Dem Aspekt des erdbebengerechten Planens und Konstruierens kommt in der neuen DIN 4149 mehr Bedeutung zu als in der Vorgängerversion. So ermöglicht die Norm durch die Einhaltung einfacher konstruktiver Anforderungen in zahlreichen Fällen auf einen rechnerischen Nachweis zu verzichten.

Der Baustoff Holz ist sehr gut für das Bauen in Erdbebengebieten geeignet. Neben dem geringen Eigengewicht der Holzbauten ist vor allem die Energieumwandlung durch plastische Verformungen in den Verbindungen ein entscheidender Faktor, um die seismischen Lasten zu reduzieren.

In diesem Merkblatt werden neben einigen allgemeingültigen Grundlagen die wichtigsten Regelungen für die Auslegung von Holzbauten in deutschen Erdbebengebieten zusammengefasst.

2 Erdbebengefährdung in Deutschland

In der DIN 4149:2005-04 werden die Regionen seismischer Aktivität in die Erdbebenzonen 0 bis 3 eingestuft. Dabei sind Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Sachsen,

Sachsen-Anhalt und Thüringen in bemessungsrelevantem Umfang von Erdbeben betroffen. Die in der Norm enthaltene Erdbebenzonenkarte (vgl. Abbildung 1) dient als Orientierung. Für eine gemeindescharfe Zuordnung sei auf die Erlasse der Bundesländer verwiesen.

Als Bewertungsmaßstab für die Intensität eines Erdbebens dient die europäische makroseismische Skala (EMS-98). Die in den deutschen Erdbebengebieten zu erwartenden Erdbebenintensitäten und die daraus folgenden Schäden sind im weltweiten Vergleich gering.



Abbildung 1: Erdbebenzonen nach DIN 4149:2005-04

Zu erwartende Wahrnehmungen und Schäden (Definition nach EMS):

Erdbebenzone 0/1 – Leichte Gebäudeschäden

- In Gebäuden von den meisten und im Freien von einigen wahrgenommen
- Viele Personen in Gebäuden erschrecken sich und flüchten nach draußen
- Kleine Gegenstände fallen herunter
- Leichte Schäden an normalen Gebäuden wie etwa Haarrisse oder Abfallen kleiner Putzflächen

Erdbebenzone 2/3 – Gebäudeschäden

- Die meisten Personen in Gebäuden erschrecken sich und flüchten nach draußen
- Möbel verrutschen; viele Gegenstände fallen aus Regalen und offenen Schränken
- Viele normale Gebäude werden beschädigt, so etwa durch Mauerrisse und teilweise einstürzende Kamine
- Bei älteren Gebäuden können größere Risse in Wänden auftreten.

Entsprechend der Bedeutung für den Schutz der Allgemeinheit werden Hochbauten in vier Bedeutungskategorien eingeteilt:

- Kategorie I Bauwerke geringer Bedeutung für die öffentliche Sicherheit (z.B. landwirtschaftl. Bauten)
- Kategorie II Gewöhnliche Gebäude, die nicht zu den übrigen Kategorien gehören (z.B. Wohngebäude)
- Kategorie III Bauwerke, deren Widerstandsfähigkeit gegen Erdbeben im Hinblick auf die mit dem Einsturz verbundenen Folgen wichtig ist (große Wohnanlagen, Verwaltungsgebäude, Schulen, Versammlungshallen, Kaufhäuser)
- Kategorie IV Bauwerke, deren Unversehrtheit während des Erdbebens von Bedeutung für den Schutz der Allgemeinheit ist (Krankenhäuser, Einrichtungen des Katastrophenschutzes und der Sicherheitskräfte, Feuerwehrehäuser)

3 Nachweis der Standsicherheit

Bei einem Erdbeben wird das Bauwerk durch Erschütterungen in Schwingungen versetzt. Maßgebende Einflussfaktoren bezüglich der Erdbebenbeanspruchung, des Gebäudewiderstandes sowie des Sicherheitsniveaus bei einer Erdbebenbemessung sind dabei:

- der Gebäudestandort
 - Erdbebengefährdung (Erdbebenzone nach Abbildung 1 bzw. zugehörige Bodenbeschleunigung a_g)
 - lokalen Untergrundverhältnisse (abhängig von den oberflächennahen Bodenschichten (3-20 m unter Fundamentsohle) sowie dem geologischen Untergrund (ab 20 m unter Fundamentsohle))

- die Schwingungseigenschaften des Gebäudes
 - Bauwerksmasse, Bauwerksgeometrie, Aussteifungssystem
 - Fähigkeit der Konstruktion zur plastischen Energiedissipation (Verhaltensbeiwert q)
- die Schutzbedürftigkeit des Bauwerks
 - Wichtigkeit des Bauwerks für die öffentliche Sicherheit (nutzungsabhängige Bedeutungskategorie bzw. Bedeutungsbeiwert γ); Kriterien für die Einteilung: Personenbelegung, Schadenspotential, Umweltgefährdung, Bedeutung für die Katastrophenbewältigung; z.B. hohe Anforderungen: Krankenhäuser, Feuerwehrhäuser; geringe Anforderungen: landwirtschaftliche Bauten

Nach DIN 4149 können in Abhängigkeit von der Konstruktion des Gebäudes unterschiedliche Nachweisverfahren angewendet werden:

Mit dem „Antwortspektrenverfahren unter Berücksichtigung von mehreren Schwingformen“ wird ein allgemeingültiges Berechnungsverfahren zur Bemessung von Gebäuden in seismisch beanspruchten Gebieten angegeben. Dieses ist sehr aufwendig, ohne entsprechende EDV nicht lösbar und daher wenig praxisgerecht. Bezüglich der genauen Vorgehensweise sei hier auf DIN 4149 verwiesen.

Erdbebensichere Bauwerke erhält man vor allem durch richtiges Planen und Konstruieren. Durch einen erdbebengerechten Entwurf kann das Verhalten eines Gebäudes bei Erdbeben bereits bei der Planung wesentlich beeinflusst werden. Für übliche Hochbauten, die einen regelmäßigen Aufbau (vgl. Tabelle 2) aufweisen, ist mit dem sogenannten „vereinfachten Antwortspektrenverfahren“ ein parametrisiertes Näherungsverfahren geregelt, mit dem eine vereinfachte Erdbebenbemessung möglich ist. Die Vorgehensweise bei der Nachweisführung ist im Ablaufdiagramm (Abbildung 2) dargestellt.

Durch die Einhaltung einfacher konstruktiver Anforderungen darf in zahlreichen Fällen sogar gänzlich auf einen rechnerischen Nachweis verzichtet werden. Tabelle 1 zeigt, dass dies für übliche Wohn- und ähnliche Gebäude (z.B. Bürogebäude) in Holzbauweise in der Regel zutrifft.

Tabelle 1: Gültigkeitsgrenzen für die Anwendbarkeit der Nachweisverfahren nach DIN 4149

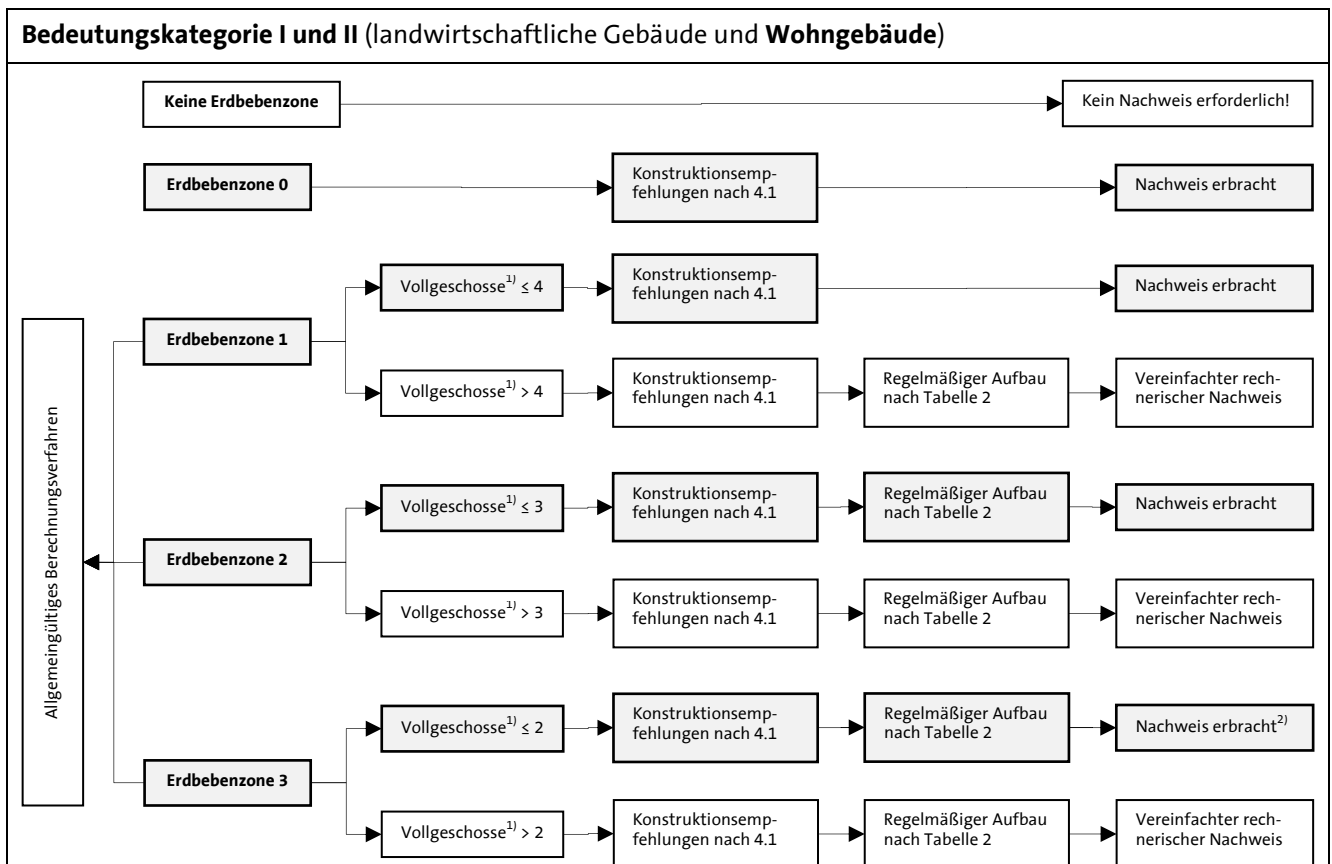
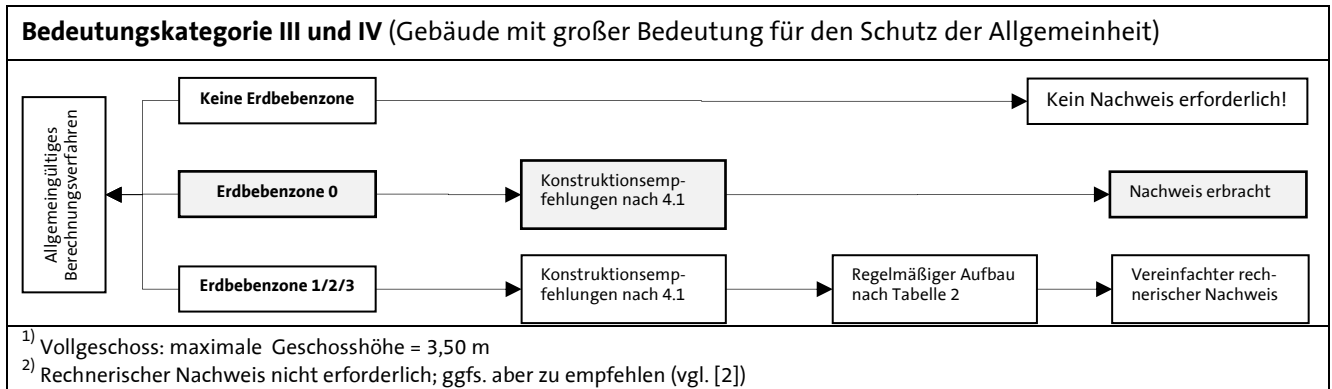


Tabelle 1: Gültigkeitsgrenzen für die Anwendbarkeit der Nachweisverfahren nach DIN 4149 – FORTSETZUNG



! In einem Gebiet geringer Seismizität wie Deutschland empfiehlt es sich stets, den Standsicherheitsnachweis über die Einhaltung der konstruktiven Anforderungen einem rechnerischen Nachweis vorzuziehen!

4 Regeln für Holzbauten ohne rechnerischen Erdbebennachweis

Ziel eines erdbebengerechten Entwurfes ist es, die dem Bauwerk zugeführte Schwingungsenergie so zu lenken, zu verteilen oder in andere Energieformen umzuwandeln, dass große Schäden vermieden werden. Zu viel Festigkeit kann hier sogar schädlich sein. Stattdessen sind Duktilität (plastisches Verformungsvermögen), Energiedissipation und Regelmäßigkeit gefragt.

4.1 Konstruktionsempfehlungen

In DIN 4149, Abschnitt 4.2 werden Konstruktionsempfehlungen angegeben, die grundsätzlich für alle Gebäude in den Erdbebenzonen 0 bis 3 beachtet werden sollten.

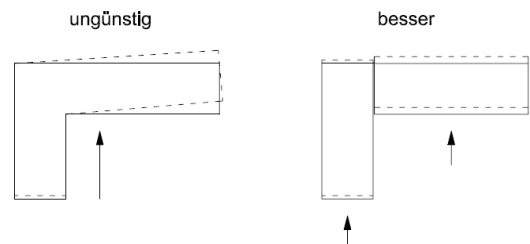
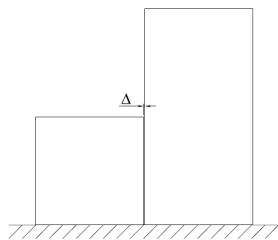
Empfehlungen zur Herstellung eines günstigen Schwingungsverhaltens:

- Einfachheit des Tragwerks und Aussteifungssystems.

Möglichst kompakter, gedrungener Grundriss mit direkten Wegen für die Ableitung der Erdbebenlasten. Tragende/aussteifende Wände sollten über die gesamte Gebäudehöhe durchgehen. Durch die Anordnung von Fugen (s. folgender Punkt), die über die gesamte Höhe durchlaufen, kann das Gebäude in einzelne Baukörper mit gedungenen Grundrissen unterteilt werden.

- Ggf. Trennung des Tragwerks mittels Fugen in dynamisch unabhängige Einheiten

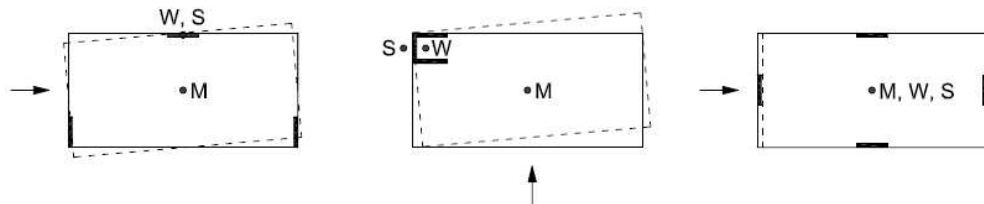
Beispiel: Im L-förmigen Grundriss sind die Steifigkeiten des linken und rechten Gebäudeflügels für eine horizontale Erdbebeneinwirkung stark verschieden. Die beiden Flügel möchten daher unterschiedlich schwingen, behindern sich jedoch gegenseitig. Dies führt vor allem in den Eckbereichen zu großen Zusatzbeanspruchungen. Durch die Anordnung einer Trennfuge kann das Gebäude in zwei rechteckige und somit kompakte Grundrisse/Baukörper unterteilt werden, die unabhängig voneinander schwingen können. Diese Fuge muss zur Vermeidung eines Zusammenpralls ausreichend breit (s. DIN 4149), weich und flexibel ausgebildet werden; Kontaktbrücken sind auszuschließen.



Gleiches gilt auch für benachbarte Gebäude bzw. Gebäude mit Höhenunterschieden.

- Torsionssteife Konstruktionen mit geringen Massenexzentrizitäten

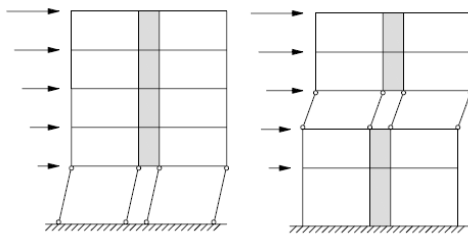
Unsymmetrische Aussteifungen sind zu vermeiden: Wände die im Grundriss unsymmetrisch zur Mitte angeordnet sind, bewirken eine Verdrehung des Bauwerks. Hierbei werden die Bauteile mit dem größten Abstand zum Drehpunkt besonders stark beansprucht.



- Vermeidung von Steifigkeitssprüngen zwischen übereinander liegenden Geschossen

Bei der Gestaltung eines Bauwerks über die Höhe sollte eine gleichmäßige kontinuierliche nach oben abnehmende Steifigkeit angestrebt werden (s. Tabelle 2). Sprunghafte Veränderungen der Bauwerkssteifigkeit oder der Lage der Steifigkeitsachse sollten möglichst vermieden werden.

Als besonders kritisch sind in diesem Zusammenhang weiche Zwischengesosse einzustufen. Aussteifende



Wände, die beispielsweise in den Obergeschossen vorhanden sind, werden häufig im Erdgeschoss weggelassen, weil dort Eingangshalle, Verkaufsläden oder Parkgesosse angeordnet werden. Im EG gibt es dann lediglich Stützen. Dadurch entsteht ein für horizontale Kräfte „weiches“, also sehr nachgiebiges Erdgeschoss. Beim Erdbeben können die Stützen die Schwingungen nicht auffangen und knicken ein. Gleiches gilt für weiche Obergeschosse.

- Vermeidung von Halbgeschossen bzw. unterschiedlichen Höhenlagen benachbarter Geschosse

Sollen Geschossdecken höhenversetzt angeordnet werden, sind besondere konstruktive Maßnahmen zur Kraftübertragung über den Deckensprung hinweg erforderlich. Es ist zu berücksichtigen, dass hierbei exzentrischen Beanspruchungen entstehen. Größere Bauwerksabschnitte mit unterschiedlichen Höhenlagen sollten durch entsprechend ausgebildete Fugen voneinander getrennt werden (s. oben).

- Sicherstellung einer einheitlichen Verschiebung verschiedener Gründungsteile

Die Gründung der Bauwerke sollte möglichst auf gleichartigen Gründungselementen, auf gleichartigem Baugrund und in einheitlicher Tiefe erfolgen. Einzelfundamente sollten vermieden werden. Günstig ist es beispielsweise das Kellergeschoss als „steifen Kasten“ auszubilden, so dass sich der Baukörper bei Erdbebenbeanspruchung als kompaktes Ganzes bewegen kann.

- Geschossdecken mit Scheibenwirkung

Die Geschossdecken haben den Zusammenhalt in horizontaler Richtung zu sichern und die Erdbebenlasten auf die vertikalen Aussteifungselemente zu verteilen. Holzbalkendecken eignen sich zum horizontalen Lastabtrag, wenn sie durch eine geeignete Beplankung zur Scheibe ausgebildet und mit den aussteifenden Wänden kraftschlüssig verbunden werden.

- Vermeidung großer Massen in oberen Geschossen

Keine schwere Dacheindeckung.

- Wahl duktiler Konstruktionen mit der Fähigkeit großer Energiedissipation (vgl. Abschnitt 4.3, Tabelle 3)

Die Fähigkeit eines Tragwerks oder von Tragwerksteilen zu plastischen Verformungen und damit zur Energievernichtung vor dem Erreichen der Tragfähigkeit trägt wesentlich dazu bei, dass die Einwirkungen im Erdbebenfall nicht zum Versagen führen. Die eingetragene Energie wird also nicht nur in Bewegung sondern insbesondere über plastische Verformungen abgebaut („Knautschzone“).

4.2 Regelmäßiger Aufbau

Die Regelmäßigkeit eines Gebäudes ist gegeben, wenn Masse und Steifigkeit im Grund- und Aufriss gleichmäßig verteilt sind. Regelmäßige, symmetrische Konstruktionen minimieren Torsionsschwingungen, die rechnerisch nur schwer abgeschätzt werden können. Grundsätzlich verhalten sich kompakte Gebäude deutlich günstiger als aufgliederte Gebäude. In Abschnitt 4.3 der DIN 4149 werden Kriterien der Regelmäßigkeit definiert. Diese sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Tabelle 2: Kriterien für die Regelmäßigkeit in Grund- und Aufriss nach DIN 4149, Abschnitt 4.3

	ungünstig	Kriterien	günstig
Grundriss		<ul style="list-style-type: none"> Grundriss bzgl. der Horizontalsteifigkeit und Massenverteilung nahezu symmetrisch, um Exzentrizitäten und damit erhöhte Torsionsbeanspruchungen zu vermeiden Steifigkeits(S)- und Massen(M)-Schwerpunkt nahe beieinander Grundriss einfach, gedungen und kompakt (nicht gegliedert, keine rückspringenden Ecken oder Nischen; ggf. Trennung durch Fugen) Steifigkeit der Decke in ihrer Ebene im Vergleich zur Horizontalsteifigkeit der durch die Decke gekoppelten Wände ausreichend groß Ausreichende Torsionssteifigkeit jedes einzelnen Geschosses 	
Aufriss		<ul style="list-style-type: none"> Tragende Wände verlaufen ohne Unterbrechung von der Gründung bis zur Oberkante Größere Öffnungen in aussteifenden Wänden vermeiden Schlankeit und Massenkonzentrationen beachten; Horizontalsteifigkeit und Masse der einzelnen Geschosse bleiben konstant bzw. ändern sich nur allmählich mit der Bauwerkshöhe Unterschiedliche Höhen führen zu exzentrischen Belastungen Vor-/Rücksprünge vermeiden 	

4.3 Verbindungsmittel (plastisches Verformungsvermögen; Duktilität)

Die Fähigkeit eines Tragwerks oder von Tragwerksteilen zu plastischen Verformungen und damit zur Energiedissipation vor dem Erreichen der Tragfähigkeit trägt wesentlich dazu bei, dass die Einwirkungen im Erdbebenfall nicht zum Versagen führen.

Diese sogenannte Dissipationsfähigkeit eines Gebäudes kann mit der Knautschzone eines Autos verglichen werden, d.h. die eingetragene Energie wird nicht nur über Bewegung sondern insbesondere über plastische Verformungsvorgänge abgebaut (die Gebrauchstauglichkeit des Autos/Gebäudes ist im Falle eines Unfalls/ Erdbebens u.U. stark eingeschränkt, die Fahrzeuginsassen/Nutzer sollten den Unfall/das Erdbeben jedoch überleben).

Holzbauteile verhalten sich bei den meisten Beanspruchungen linear-elastisch bis zum spröden Versagen. Das Verhalten von Holzkonstruktionen wird daher in hohem Maße vom Verhalten der Verbindungen beeinflusst. Hier muss die Energie übertragen werden, die bei einem Erdbeben aufgrund der zyklischen Beanspruchung entsteht. Plastizierende Bereiche ermöglichen eine Verformungs- und Energiedissipation und schützen die übrigen Bereiche des Tragwerkes vor einem vorzeitigen spröden Versagen.

In DIN 4149 werden Tragwerke aus Holz entsprechend ihrer Fähigkeit der Energiedissipation durch plastische Verformungen in den Verbindungen in drei Duktilitätsklassen eingeteilt. Beispiele für die Zuordnung von Holzkonstruktionen in diese Klassen sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Je duktiler sich die Verbindung vor dem Erreichen der Traglast verhält, desto größer ist der Widerstand gegen Erdbebeneinwirkungen. Im rechnerischen Nachweis kann dieser positive Effekt dadurch berücksichtigt werden, dass die anzusetzenden seismischen Lasten infolge Bemessungserdbeben mit einem zugehörigen Verhaltensbeiwert q abgemindert werden. Durch die plastischen Verformungen der Verbindungsmittel wird Energie abgebaut, somit muss für die weitere Bemessung nur noch ein Teil der Kraft angesetzt werden.

Verbindungsmittel, die für die Verwendung in erdbebengefährdeten Gebieten geeignet sind:

Stiftförmige Verbindungsmittel

Holzverbindungen mit Nägeln, Klammern, Schrauben oder Stabdübeln mit niedriger Fließgrenze des Stahls zeigen ein ausgeprägtes plastisches Verhalten. Die Verwendung schlanker Verbindungsmittel ermöglicht die Ausbildung von Fließgelenken in den Stiften und damit Energiedissipation durch plastische Verformungen.

- Verwendung von Verbindungsmitteln aus nicht gehärtetem Stahl
- Verwendung schlanker Verbindungsmittel: Schlankheitsgrad (Holzdicke/Stiftdurchmesser) > 8
- Aufgrund der Gefahr des Herausziehens infolge wiederholter zyklischer Beanspruchung sollte die Stiftlänge größer als für eine Verbindung unter statischer Last gewählt werden.
- Keine Verwendung von glattschaftigen Nägeln in Holz-Holz- bzw. Stahlblech-Holz-Verbindungen. Hier besteht die Gefahr des Herausziehens aufgrund der wiederholten zyklischen Beanspruchung
- Im Holztafelbau sind glattschaftige Nägel und Klammern für die Befestigung der Beplankung auf den Rippen geeignet, wenn die Einschlagtiefe größer als unter statischer Last gewählt wird (Empfehlung nach *Informationsdienst Holz, Holzbauwerke, STEP 2 / D 10: „Holzkonstruktionen in Erdbebengebieten – Details“*: Einschlagtiefe mindestens das 4- bis 6-fache der Beplankungsdicke). Ist die Einschlagtiefe geringer, sollten diese nur verwendet werden, wenn die Gefahr des Herausziehens beispielsweise durch eine Beharzung verringert wird.
- Bolzenverbindungen sind zu vermeiden, da die Lastverteilung aufgrund der vergrößerten Bohrlöcher ungleichmäßig ist.

Einpressdübel

Einpressdübel zeigen bei Einhaltung ausreichender Rand- und Zwischenabstände ein plastisches Verhalten beim Erreichen der Tragfähigkeit.

Verbindungsmittel, die in erdbebengefährdeten Gebieten *nicht* verwendet werden sollten:

Einlassdübel

Einlassdübel sind aufgrund des spröden Versagens nicht zur Energiedissipation in erdbebengefährdeten Konstruktionen geeignet.

Nagelplatten

Bei Verwendung von Nagelplatten sollten Versuche an Prototypen durchgeführt werden, wenn die Duktilität bei der Bemessung in Ansatz gebracht werden soll. Verbindungen mit Nagelplatten zeigen häufig ein gewisses Maß an plastischen Verformungen, allerdings besteht unter wiederholter Belastung die Möglichkeit des spröden Versagens der Nagelplatte und des Herausziehens der Nägel.

Zimmermannsmäßige Verbindungen

Auf zimmermannsmäßige Verbindungen wie gerade Stöße, Versätze, Zapfen, Überblattungen oder Schwalbenschwänze sollte in erdbebensicheren Konstruktionen grundsätzlich verzichtet werden. Eine Übertragung der zyklischen Beanspruchungen kann nicht gewährleistet werden.

Geklebte Verbindungen

Geklebte Verbindungen zeigen ein linear-elastisches Verhalten bis zum spröden Versagen und können somit nicht zur Energiedissipation in Holzkonstruktionen beitragen.

Tabelle 3: Duktilitätsklassen im Holzbau

Duktilitätsklasse	Verhaltensbeiwert	Regeln für die bauliche Durchbildung nach DIN 4149, Abs. 10.3								
1 – nicht dissipativ Beispiele – Dreigelenkbögen – starr eingespannte Stützenfüße – eingeleimte Gewindestangen – geklebte Holztafeln – Zimmermannsmäßige Verbindungen	q = 1,5	– Keine. – Gilt für alle Holzbauten.								
2 – gering dissipativ Beispiele – Elastisch eingespannte Stützenfüße – Zwei- und Dreigelenkrahmen mit elastischen Rahmenecken – Holztafelbauten; Anschluss der einzelnen Tafeln untereinander mit mechanischen Verbindungsmitteln	q = 2,5 ¹⁾	Erdbebenzone 0/1/2/3 – DIN 1052, Abschnitt 7 ist einzuhalten – Holztafeln: Durchmesser der Verbindungsmittel zur Befestigung der Beplankung d ≤ 3,1 mm Erdbebenzone 2/3 – Unterschreitung der Mindestdicke von Holzbauteilen nach DIN 1052, Abschnitt 12.2.2 ist nicht zulässig – Der Anteil aussteifender Wände aus Platten auf Gipsbasis darf maximal 10 % betragen ²⁾ – Bei aussteifenden Holztafeln sind folgende Bedingungen für das Beplankungsmaterial ³⁾ einzuhalten:								
3 – dissipativ mit erhöhter Duktilität Beispiele – Rahmen mit elastischen Anschlüssen zwischen sämtlichen Bauteilen – Skelettbauten mit mechanischen Verbindungsmitteln in den Knotenpunkten – Holztafeln, die ausschließlich mit mechanischen Verbindungsmitteln hergestellt sind	q = 4,0 ¹⁾	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Beplankungsmaterial</th> <th>Mindestdicke</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>– Spanplatte</td> <td rowspan="3">12 mm</td> </tr> <tr> <td>– kunstharz-/zementgebundene Holzspanplatte</td> </tr> <tr> <td>– OSB-Platte (mind. Typ OSB/3 nach DIN 1052)</td> </tr> <tr> <td>– Baufurniersperrholzplatte (mind. 5-lagig)</td> <td>9 mm</td> </tr> </tbody> </table> <p>³⁾ die Verwendbarkeit anderer Beplankungsmaterialien muss durch allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen nachgewiesen sein</p>	Beplankungsmaterial	Mindestdicke	– Spanplatte	12 mm	– kunstharz-/zementgebundene Holzspanplatte	– OSB-Platte (mind. Typ OSB/3 nach DIN 1052)	– Baufurniersperrholzplatte (mind. 5-lagig)	9 mm
Beplankungsmaterial	Mindestdicke									
– Spanplatte	12 mm									
– kunstharz-/zementgebundene Holzspanplatte										
– OSB-Platte (mind. Typ OSB/3 nach DIN 1052)										
– Baufurniersperrholzplatte (mind. 5-lagig)	9 mm									
<p>¹⁾ Bei unregelmäßigem Aufriss des Gebäudes (→ Tabelle 2), sind die q-Werte für die Duktilitätsklassen 2/ 3 um 20 % abzumindern.</p> <p>²⁾ In Abweichung zu dieser Bestimmung nach DIN 4149 können Gipsfaserplatten als alleiniges Beplankungsmaterial für Holztafeln eingesetzt werden, sofern die Verwendbarkeit unter seismischer Beanspruchung durch eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen ist.</p>										



In einem erdbebengerechten Entwurf eines Bauwerks müssen sowohl starre Elemente für die Steifigkeit als auch duktile Elemente für die Energiedissipation berücksichtigt werden!

Der Einsatz von geeigneten Verbindungsmitteln an den richtigen Stellen ermöglicht, dass dem Tragwerk im Falle eines Erdbebens plastische Verformungsreserven zur Verfügung stehen, ohne die vertikal tragende Struktur zu gefährden. → Verwendung vieler schlanker Verbindungsmittel anstatt weniger dicker!

Die Berücksichtigung dissipativer Eigenschaften (Verhaltensbeiwert q > 1) kann für die wirtschaftliche Bemessung des Tragwerkes entscheidend sein. Aber auch wenn das Tragwerk elastisch bemessen wird (q=1), wird die Verwendung schlanker Verbindungsmittel mit plastischem Verformungspotential empfohlen. Dies bedeutet eine Sicherheitsreserve ohne zusätzliche Kosten für das Tragwerk.

5 Vereinfachter rechnerischer Nachweis (vereinfachtes Antwortspektrenverfahren)

In Abbildung 2 ist die Nachweisführung schrittweise mit direktem Bezug auf die zugehörigen Abschnitte der DIN 4149 dargestellt. Bezüglich der genauen Vorgehensweise sei hier auf DIN 4149 verwiesen.

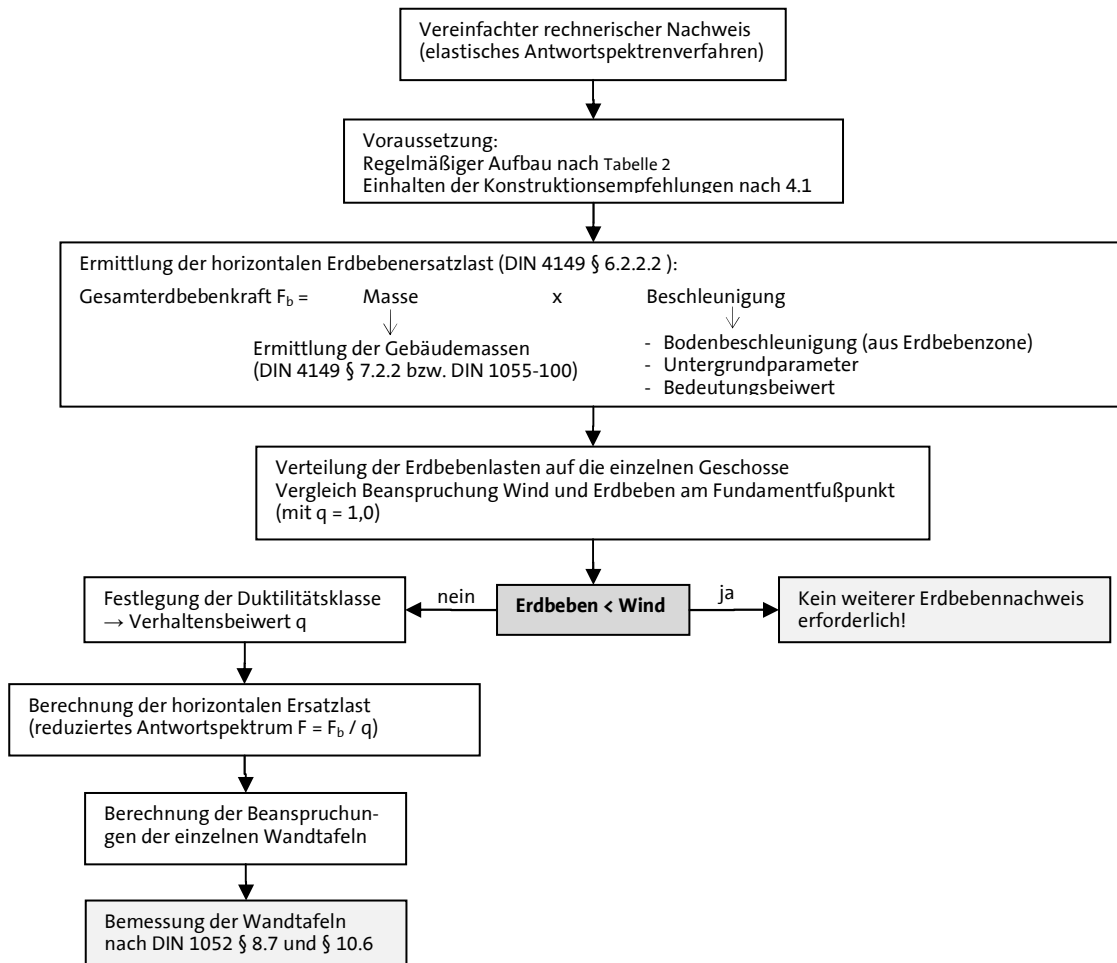


Abbildung 2: Bemessung von Gebäuden (hier Wandtafeln) mit dem vereinfachten Antwortspektrenverfahren

Hinweis:

Weiterführende Informationen zur Nachweisführung können der Broschüre „Nachweis der Erdbebensicherheit von Holzgebäuden“ der Ingenieurkammer-Bau NRW [2] entnommen werden. Die normativen Regeln und Nachweise der DIN 4149 werden hier anhand verschiedener Beispiele von Holzgebäuden veranschaulicht.

6 Zusätzliche Regelungen für die Ausführung

DIN 4149 ist in den betroffenen Bundesländern über die jeweilige Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) bekannt gemacht. Gleichzeitig wird hier auf die Anlage 5.1/1 zur LTB verwiesen, in der über die Norm hinausgehende verwaltungstechnische und bautechnische Regelungen festgelegt sind.

Auch nichttragende Bauteile wie beispielsweise Schornsteine, Dachziegel, Brüstungen, Trennwände und Fassadenelemente müssen in Erdbebengebieten gewissen Anforderungen genügen. Mindestanforderung ist, dass sie so konstruiert, bemessen und befestigt werden, dass von ihnen im Erdbebenfall keine Gefahr ausgeht und keine Teile auf angrenzende öffentlich zugängliche Verkehrsflächen sowie die Zugänge zu den Gebäuden herabfallen können. Nach Anlage 5.1/1 ist zu beachten:

Erdbebenzone 3: Dacheindeckung

Dacheindeckungen steiler Dächer ($DN > 35^\circ$) sind durch geeignete Maßnahmen zu sichern. Wirksam verhindern lässt sich das Herabfallen von Ziegeln beispielsweise durch die Verwendung von Sturmklammern, welche die Dacheindeckung zugfest mit der Unterkonstruktion verbinden.

Erdbebenzonen 2 und 3: Schornsteine

Auch von Schornsteinen können im Erdbebenfall durch die Überlagerung der Gebäudeschwingungen mit den Schwingungen des Schornsteins große Gefahren ausgehen. Freistehende Teile der Schornsteine über Dach sind daher durch geeignete Maßnahmen zu sichern. Gemauerte Kamine können beispielsweise nur durch ausreichend dimensionierte horizontale Abspannungen in Verbindung mit Eckwinkeln gesichert werden.

7 Literatur

- [1] DIN 4149:2005-04: Bauten in deutschen Erdbebengebieten – Lastannahmen, Bemessung und Ausführung üblicher Hochbauten. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin 2005.
- [2] Nachweis der Erdbebensicherheit von Holzgebäuden. Herausgeber: Ingenieurkammer-Bau Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf, www.ikbaunrw.de.