

Verträglichkeitsuntersuchungen zwischen deutschen Erdbebenregelungen und Eurocode 8

1 Zielsetzung, Vorarbeiten, Empfehlungen des Lenkungsgremiums, Vorgehensweise

Die Veröffentlichung der deutschen Fassungen von Eurocode 8 (EC 8) Teil 1-1, Teil 1-2, Teil 1-3 und Teil 5 im Juni 1997 als DIN V ENV 1998-1-1, DIN V ENV 1998-1-2, DIN V ENV 1998-1-3 und DIN V ENV 1998-5 wirft die Frage nach dem weiteren Vorgehen bei der Erdbebenauslegung von Bauwerken in Deutschland auf. Die derzeit gültige Fassung der DIN 4149-1 geht mit geringfügigen Änderungen auf den Normentwurf von 1976 zurück und spiegelt somit den vor über 20 Jahren vorhandene Kenntnisstand auf dem in rascher Entwicklung begriffenen Gebiet der Erdbebensicherung wider. Sie entspricht daher weder dem Stand der Technik auf der Lastseite, noch demjenigen auf der Widerstandsseite der Erdbebenregelungen. Dadurch wird ein direkter Vergleich mit Eurocode 8 unmöglich, der als Grundlage für eine spätere optionale Anwendung der zuletzt genannten Norm dienen könnte.

Die Unverträglichkeit zwischen der derzeit geltenden DIN 4149-1 und EC 8 beginnt mit der Definition der Erdbebenzonen. Während die Erdbebenzonen nach DIN 4149-1 deterministisch festgelegt sind, wobei die Nominalintensität eines Gebietes der innerhalb eines Beobachtungszeitraums von ungefähr 1000 Jahren im betreffenden Gebiet beobachteten Maximalintensität entspricht, geht EC 8 von einer probabilistischen Definition der Nominalintensität aus. Sie entspricht der Intensität, die im betreffenden Gebiet mit einer Wiederkehrperiode von 475 Jahren auftritt, was 10 % Überschreitenswahrscheinlichkeit innerhalb von 50 Jahren bedeutet. Durch diese Änderung der Definition der Erdbebenzonen kann es für bestimmte Gebiete zu einer Abminderung der Nominalintensität kommen, andere Gebiete jedoch, die bisher als erdbebenfrei galten, können zur Erdbebenzone werden. Ähnliches gilt für die Festlegung der Antwortspektren.

Eine weitere Unverträglichkeit zwischen DIN 4149-1 und EC 8 liegt im vollständig verschiedenartigen Konzept der Berücksichtigung des für die Widerstandsseite maßgebenden Einflusses plastischer Verformungen auf die nach den beiden Normen ermittelte Tragfähigkeit gegenüber Erdbebenlasten. In DIN 4149-1 sind Erdbebenbeanspruchung des elastischen

Systems und Abminderung infolge plastischer Verformungen miteinander verquickt, wie das die Anmerkung zu Abschnitt 7.1 der Norm ausdrückt. In Eurocode 8 hingegen werden sie getrennt behandelt, wodurch eine wirtschaftlichere Bemessung günstiger Konstruktionsysteme möglich wird.

In Anbetracht der aufgezeigten Unverträglichkeiten hat der NABau-Arbeitsausschuß 00.06.00 "Erdbeben; Sonderfragen", Obmann Prof. Bouwkamp, auf seiner Sitzung am 28. Mai 1996 in Darmstadt es als notwendig angesehen, die DIN 4149-1 zu überarbeiten. Das für den AA 00.06.00 zuständige Fachbereichlenkungsgremium des NABau, der Koordinierungsausschuß 01 "Mechanische Festigkeit und Standsicherheit", hat daraufhin am 23. August 1996 die Überarbeitung von DIN 4149-1 beschlossen und kam dabei zu der Auffassung, daß diese nur sinnvoll ist, wenn das Konzept der Eurocodes (EC 8) übernommen wird. Die Möglichkeiten vereinfachter Nachweise sind dabei voll auszuschöpfen.

Allerdings soll die Überarbeitung von DIN 4149 auf der Grundlage des Konzepts von Eurocode 8 keine starre Übernahme der wesentlich auf Bauten in Starkbebengebieten ausgerichteten Eurocode-Regelungen bedeuten. Vielmehr sollen damit die Anforderungen an die tatsächlichen Bedürfnisse von Deutschland als Schwachbebengebiet angepaßt werden und die Möglichkeiten vereinfachter Nachweise soll ausgeschöpft werden.

So läßt sich die Zielsetzung des vorliegenden Forschungsvorhabens dahingehend bestimmen, daß angesichts der festgestellten Unverträglichkeit zwischen der derzeit geltenden DIN 4149 und Eurocode 8 die DIN 4149 so zu überarbeiten ist, daß die neue Norm

- einerseits das Konzept von Eurocode 8 übernehmen und die in dem zu dieser Norm erarbeiteten NAD-Vorschlag angegebenen Festlegungen berücksichtigen soll, aber
- andererseits die wesentlich auf Bauten in Starkbebengebieten ausgerichteten Regeln aus Eurocode 8 an die tatsächlichen Bedürfnisse von Deutschland als Schwachbebengebiet anpassen und die umfangreichen Regelungen und Anforderungen praxisgerecht für die Anwendung in Schwachbebengebieten reduzieren soll. Dabei soll, unter Berücksichtigung des deutschen Erfahrungsbereichs, insbesondere darauf geachtet werden, daß die Bemessung nicht zu unwirtschaftlichen Konstruktionen führt. Die Möglichkeiten zumal für Schwachbebengebiete geeigneter, vereinfachter Nachweise sind dabei voll auszuschöpfen.

Zur Verwirklichung dieser Zielsetzung wurden eine Reihe von Vorarbeiten geleistet, die sich sowohl auf die Festlegung der seismischen Eingangsgrößen für die deutschen Erdbebengebiete als auch auf die Bedingungen für die Anwendung des Eurocode 8 in Deutschland sowie die Möglichkeit vereinfachter Nachweise für Deutschland als Schwachbebengebiet beziehen. Ihre Ergebnisse sind größtenteils schon im NAD-Vorschlag berücksichtigt worden.

Von größter Bedeutung für die Überarbeitung von DIN 4149-1 sind die Empfehlungen, die das NABau-Lenkungsgremium KOA 01 "Mechanische Festigkeit und Standsicherheit" auf seiner Sitzung am 12. Februar 1998 dafür ausgesprochen hat, und die als Anlage 1 angegeben sind.

Danach ist das Eurocode-Konzept (EC 8) als Grundlage für die neue DIN 4149 anzusehen, wobei jedoch die EC 8-Regelungen an die tatsächlichen Bedürfnisse von Deutschland anzupassen sind. Die auf probabilistischer Grundlage erstellte Erdbebenzonenkarte mit drei Erdbebenzonen wird anerkannt, der untere Randwert für die Intensität der Zone 1 soll jedoch von $I = 6,25$ auf $I = 6,50$ heraufgesetzt werden. Damit wird die Fläche der Zone 1 reduziert und die Großstädte Stuttgart, Frankfurt/M, Düsseldorf und Leipzig fallen außerhalb des Erdbebengebiets. In der Zone 1 sollten rechnerische Nachweise möglichst weitgehend entfallen, und für die Zonen 2 und 3 sollten sie durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen ebenfalls soweit wie möglich entbehrlich werden. Die im NAD-Vorschlag angegebenen Bemessungsspektren sollten wo möglich weiterentwickelt und hinsichtlich ihrer Auswirkungen auf den Nachweis von unbewehrten Mauerwerksbauten überprüft werden. Es sollte nach Möglichkeiten für eine günstigere Gestaltung dieses Nachweises (Berücksichtigung von Reserven auf der Widerstandsseite, Erhöhung des Verhaltensbeiwerts, der zulässigen Schubfestigkeit) gesucht werden.

Bezüglich der Vorgehensweise bei der geplanten Überarbeitung hat der vormalige Ak"NAD" des NABau KOSpA "Erdbeben" auf seiner Sitzung vom 17. Juli 1997 beschlossen, diesen Ak nach Abschluß der Arbeiten am NAD-Vorschlag in Ak "DIN 4149" umzubenennen und ihn, unter dem Vorsitz von Herren Prof. Ir. Bouwkamp, mit der Überarbeitung der DIN 4149 zu beauftragen.

Dabei sind gemäß Leistungsbeschreibung für das vorliegende Forschungsvorhaben die Abschnitte der Norm betreffend Anwendungsbereich, allgemeine konstruktive Anforderungen, erdbebengerechte Planung von Bauwerken, Baugrundverhältnisse, Erdbebeneinwirkung, Tragwerksberechnung und Nachweis der Standsicherheit sowie der baustoffspezifische

Abschnitt "Besondere Regeln für Betonbauten" von der "Forschenden Stelle" (Universität Karlsruhe, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie - Sachbearbeiter Dr. Keintzel) direkt zu bearbeiten. Die anderen baustoffspezifischen Abschnitte werden wie folgt von den für diese Baustoffe zuständigen Mitgliedern des Ak "DIN 4149" des NABau KoSpA "Erdbeben" erarbeitet und durch die "Forschende Stelle" koordiniert:

- Besondere Regeln für Stahl- und Verbundbauten. Herr Prof. Ir. Bouwkamp in Abstimmung mit Herrn Prof. Dr.-Ing. Sedlacek
- Besondere Regeln für Holzbauten. Herr Baudirektor Prof. Charlier
- Besondere Regeln für Mauerwerksbauten. Herr Prof. Dr.-Ing. Ötes
- Besondere Regeln für Gründungen und Stützbauwerke. Herr Dr.-Ing. Waas.

Die Vorgehensweise bei der Überarbeitung der einzelnen Abschnitte von DIN 4149 wird im folgenden Kapitel erläutert.

2 Überarbeitung der DIN 4149. Überarbeitungskonzept und Kommentare zu den einzelnen Normkapiteln.

Für die Überarbeitung der DIN 4149 wurde vom deutschen EC 8-Text und vom NAD-Vorschlag ausgegangen. Es wurden Kürzungen und Vereinfachungen, entsprechend den tatsächlichen Bedürfnissen von Deutschland als Schwachbebengebiet, vorgenommen.

In den Eurocodes sind gegebenenfalls fällige Erläuterungen in den Normtext hineingearbeitet, wodurch dieser extrem umfangreich und schwerfällig wird. Für die vorliegende Überarbeitung hat der Ak "DIN 4149" eine andere Vorgehensweise angenommen: danach soll der Normtext möglichst nur wirkliche Vorschriften enthalten, und die Erläuterungen dazu sollen gesondert, wie in der derzeit geltenden DIN 4149, angegeben werden. Dadurch soll eine Straffung des Normtextes erreicht werden. Die bei den einzelnen Kapiteln vorgesehenen Kürzungen, Vereinfachungen und Änderungen werden im folgenden kurz kommentiert.

Das Kapitel 1 "Allgemeines" ist durch Kürzungen und Weglassungen aus dem Kapitel 1 "Allgemeines" in EC 8, Teil 1-1 hervorgegangen. Dabei wurden Angaben zum Anwendungsbereich, ferner Definitionen für in den Kapiteln 1 bis 5 verwendete Begriffe, SI-Einheiten sowie eine Liste mit Formelzeichen und Kurzzeichen übernommen.

Das Kapitel 2 "Erdbebengerechte Planung" ist aus einer Zusammenlegung der Kapitel 2 "Grundlegende Anforderungen und Konformitätskriterien" in EC 8, Teil 1-1 und 2 "Merkmale erdbebengerechter Planung von Bauwerken" in EC 8, Teil 1-2 hervorgegangen. Der Abschnitt "Grundlegende Anforderungen und Konformitätskriterien" wurde wesentlich gekürzt, wobei eine Reihe theoretischer Betrachtungen zu den "Erläuterungen" verlagert wurden. Bezüglich des Grenzzustandes der Gebrauchstauglichkeit wird für Deutschland als Schwachbebengebiet auf den in EC 8, Teil 1-1 geforderten rechnerischen Nachweis verzichtet. Bei den aus EC 8, Teil 1-2 übernommenen Vorschriften zur Regelmäßigkeit des Bauwerks wurden eine Reihe von Vereinfachungen vorgenommen.

Im Kapitel 3 "Erdbebeneinwirkung" sind die Kapitel 3 "Baugrundverhältnisse" und 4 "Erdbebeneinwirkung" aus EC 8, Teil 1-1 zusammengefaßt und an die für deutsche Verhältnisse maßgebenden Festlegungen des NAD-Vorschlags angepaßt. Dabei ist von ausschlaggebender Bedeutung, daß im Unterschied zur Vorgehensweise in EC 8, Teil 1-1, bei der Bestimmung der Parameter zur Beschreibung des elastischen Antwortspektrums neben dem Baugrund (der oberflächennahen Schicht des Untergrunds mit einer Dicke bis zu 20 m) auch der geologische Untergrund (Schichten ab einer Tiefe von 20 m) berücksichtigt wird. Erdbebenzonen und effektive Beschleunigungen sowie die Klassifizierung der Baugrundverhältnisse werden aus dem NAD-Vorschlag übernommen, wobei für die Begrenzung der Zone 1 die Empfehlungen des NABau-Lenkungsgremiums KoA 01 ($I = 6,50$ statt $I = 6,25$) berücksichtigt wurden. Neben der Karte der Erdbebenzonen wird als Neuentwicklung auch eine Karte der Untergrundverhältnisse angegeben.

Das Kapitel 4 "Tragwerksberechnung" schließt sich eng an das Kapitel 3 "Tragwerksberechnung" in EC 8, Teil 1-2 an. Als Berechnungsverfahren gilt das Antwortspektrenverfahren, auf die in Abschnitt 3.3.4 in EC 8, Teil 1-2 angegebenen alternativen Berechnungsverfahren (Leistungsspektrenverfahren, Zeitverlaufsverfahren, Berechnung im Frequenzbereich) wird verzichtet. Die Berücksichtigung der Vertikalkomponente der Erdbebeneinwirkung wird wie im NAD-Vorschlag nur bei Trägern gefordert, die Stützen tragen. Die Berechnung nichttragender Bauteile wird gegenüber den Vorschriften in EC 8, Teil 1-2 vereinfacht.

Das Kapitel 5 "Nachweise der Standsicherheit" entspricht weitgehend dem Kapitel 4 "Nachweise der Standsicherheit" in EC 8, Teil 1-2. Der Abschnitt 4.2 aus EC 8, Teil 1-2, Grenzzustand der Tragfähigkeit, wird direkt übernommen, der Abschnitt 4.3, Grenzzustand

der Gebrauchsfähigkeit, wird gestrichen, da für Deutschland auf einen entsprechenden rechnerischen Nachweis verzichtet wird. Durch einen wichtigen Zusatz zum Abschnitt 5.1, Allgemeines wird der Empfehlung des NABau-Lenkungsgremiums KoA 01 entsprochen, in der Zone 1 rechnerische Nachweise möglichst weitgehend entfallen zu lassen, und sie für die Zonen 2 und 3 durch zusätzliche konstruktive Maßnahmen so weit wie möglich entbehrlich zu machen.

Das Kapitel 6 "Besondere Regeln für Betonbauten" ist vom Grundsätzlichen her zwar am Kapitel 2 "Besondere Regeln für Betonbauten" in EC 8, Teil 1-3 orientiert, in seinen Einzelheiten aber ganz auf die speziellen Bedingungen von Deutschland als Schwachbebengebiet ausgerichtet. Dazu gehört die Einführung von drei Zähigkeitsklassen, der Zähigkeitsklasse 1 (ZK 1, nicht dissipativ), die nur in der Erdbebenzone 1 zulässig ist, der Zähigkeitsklasse 2 (dissipativ mit "natürlicher" Zähigkeit) und der Zähigkeitsklasse 3 (dissipativ mit erhöhter Zähigkeit), wobei letztere höchste Zähigkeitsklasse der niedrigsten Zähigkeitsklasse in Eurocode 8 (DC "L", low ductility) entspricht.

Die Kapitel 7 "Besondere Regeln für Stahl- und Verbundbauten" und 8 "Besondere Regeln für Holzbauten" sind in ihrem Aufbau wesentlich am Kapitel 6 orientiert. Auch in diesen beiden Kapiteln gibt es jeweils drei Zähigkeitsklassen von "nicht dissipativ" über "dissipativ mit natürlicher Duktilität" beziehungsweise "gering dissipativ" bis zu "dissipativ mit erhöhter Duktilität". In allen drei Kapiteln 6, 7 und 8 wird ein angehobener Bemessungswert q_d für den Verhaltensbeiwert q eingeführt.

Das Kapitel 9 "Besondere Regeln für Mauerwerksbauten" beschränkt sich auf Angaben zu Bauwerken aus unbewehrtem Mauerwerk und das Kapitel 10 "Besondere Regeln für Gründungen und Stützbauwerke" behandelt Gründungen von üblichen Hochbauten, Erddruck und Wasserdruck auf Stützbauwerke sowie Angaben zum Festigkeitsverlust von Böden.

3 Zusammenfassung

Die Unverträglichkeit zwischen der derzeit geltenden DIN 4149-1 und EC 8, sowie die Tatsache, daß die DIN 4149-1 nicht mehr dem heutigen Kenntnisstand auf dem in rascher Entwicklung begriffenen Gebiet der Erdbebensicherung entspricht, haben zur Notwendigkeit einer Überarbeitung dieser Norm geführt. Im vorliegenden Forschungsvorhaben wird ein Entwurf für eine solche Überarbeitung erstellt und kommentiert. Die überarbeitete DIN 4149

soll einerseits das Konzept von Eurocode 8 übernehmen und andererseits die wesentlich auf Bauten in Starkbebengebieten ausgerichteten Regeln aus Eurocode 8 an die tatsächlichen Bedürfnisse von Deutschland als Schwachbebengebiet anpassen. Bei der Durchführung dieser Zielsetzung im vorliegenden Forschungsvorhaben wird die Erstellung eines praxisgerechten Normentwurfs angestrebt, der die theoretischen Vorzüge von EC 8 möglichst weitgehend mit der Einfachheit der derzeit geltenden DIN 4149-1 verbindet.

Zum Abschluß dieses Forschungsberichts sind die Texte der von der "Forschenden Stelle" (Universität Karlsruhe, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie - Sachbearbeiter Dr. Keintzel) direkt erarbeiteten ersten 6 Kapitel des Entwurfs für die überarbeitete DIN 4149-1 angegeben. Die Texte der anderen, durch die "Forschende Stelle" koordinierten, baustoffspezifischen Abschnitte (Stahl- und Verbundbauten, Holzbauten, Mauerwerksbauten, Gründungen und Stützbauwerke) sind nicht Gegenstand dieses Berichts und werden im Rahmen der Überarbeitung von DIN 4149 unmittelbar in das Normenwerk eingebracht.

<i>Forschungsbericht:</i>	<i>abgeschlossen Dezember 1998, 148 Seiten, Kopie DM 78,60 inkl. MwSt. zuzüglich Versandkosten</i>
<i>Bezug bei:</i>	<i>Fraunhofer IRB Verlag, Nobelstraße 12, D-70569 Stuttgart, Tel: (0711)970-2500, Fax: (0711)970-2508, e-mail: irb@irb.fhg.de</i>
<i>Bestellnummer:</i>	<i>T 2846</i>
<i>Auftraggeber/Förderer:</i>	<i>Deutsches Institut für Bautechnik -DIBt-, Berlin</i>
<i>Ausführende Stelle:</i>	<i>Univ. Karlsruhe, Institut für Massivbau und Baustofftechnologie, Abteilung Massivbau</i>