Zur Stabilität von Bauten aus Mauerwerk: Wind- und Erdbebeneinwirkungen nach Norm SIA 160 und E SIA V 177

Autor(en): **Moser, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **116 (1998)**

Heft 49/50

PDF erstellt am: **27.04.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-79607

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Hans Moser, Frauenfeld

Zur Stabilität von Bauten aus Mauerwerk

Wind- und Erdbebeneinwirkungen nach Norm SIA 160 und E SIA V 177

Als praktisch tätiger Ingenieur und Bauexperte ist mir seit mehreren Jahren aufgefallen, dass Standsicherheitsbetrachtungen und/oder -berechnungen für Horizontaleinwirkungen aus Erdbeben oder Windbeanspruchungen im Mauerwerksbau in der Schweiz (und auch in anderen europäischen Ländern) nur in Ausnahmefällen erstellt werden.

In der Schweiz liegt es wohl in erster Linie daran, dass die Bemessung gemäss Empfehlung SIA V 177 (Ausgabe 1995) mit den Angaben für die Einwirkungen in Norm SIA 160 (Ausgabe 1989) für die Architekten zu kompliziert ist. Die Bauingenieure erhalten für den Nachweis der Standsicherheit, d.h. Bemessung des Mauerwerks, kaum je einen Auftrag, und so fällt der wichtigste Tragfähigkeitsnachweis bei einem Mauerwerksbau meistens unter den Tisch. Eine diesbezügliche Kontrolle findet in der Schweiz ja weder bei der Planung noch bei der Bauabnahme durch eine Behörde statt, ausser im Kanton Basel-Stadt, und die Bauherrschaft wird praktisch nie darauf aufmerksam gemacht.

In zweiter Linie werden diese Standsicherheitsnachweise wohl zufolge des unglückseligen Satzes in Ziffer 4 19 32 der Norm SIA 160 unterlassen: «Für Gebäude der Kombination Z 1/BWK I, Z 1/BWK II und Z 2/BWK I genügt oft der ohnehin vorgesehene Tragwiderstand, um die Tragsicherheit gegenüber horizontalen Einwirkungen aus Erdbeben zu gewährleisten. Falls eine Abschätzung einen solchen Sachverhalt bestätigt, ist kein weiterer Nachweis der Tragsicherheit gegenüber Erdbebenkräften erforderlich.» Die Auswirkung der Horizontalkräfte und der Exzentrizitäten wird dabei massiv unterschätzt.

In derselben Angelegenheit hat die Schweizer Gesellschaft für Erdbeben-Ingenieurwesen und Baudynamik (SGEB) jetzt zusammen mit dem SIA auch die neue Dokumentation D 0150 herausgegeben, deren Titel sehr provokativ lautet: «Handlungsbedarf von Behörden, Hochschulen, Industrie und Privaten zur Erdbebensicherung der Bauwerke in der Schweiz». Die SGEB kommt bezüglich Unterlassung von Standsicherheitsnachweisen bei Bauten auf ähnliche Ergebnisse wie ich und fordert unverzügliches Handeln, vor allem bei den Bauten der BWK I und BWK II.

Und in dritter Linie sind die Bemessungshilfen z.B. der Schweiz. Ziegelindustrie mit dem Programm MW 177 (neu WIN 177) sowie des Kalksandsteinverbandes zusammen mit den sogenannten einfachen Nachweisen gemäss E SIA V 177 Ziffer 3 31 1 und 3 31 2 verantwortlich für die Unterschätzung, denn darin werden Horizontalkräfte schlicht und einfach weggelassen. Die Bestimmungen der Norm SIA 160 über die massgebenden Lastfälle werden nicht befolgt.

Nach den Regeln der Baukunde sind doch für Hochbauten die folgenden drei altbekannten Lastfälle für den Nachweis der Standsicherheit und damit der Tragsicherheit eines Bauwerks oder -teils zu untersuchen:

- max. Windkraft / min. Vertikalkräfte
- min. Windkraft / max. Vertikalkräfte
- Erdbebenersatzkraft / zugehörige Vertikalkräfte

Einen massgebenden Lastfall ohne Horizontalkräfte gibt es nicht, also irrt die E SIA V 177 mit dem Vorschlag eines «einfachen Nachweises» ohne Berücksichtigung der Horizontalkräfte und den sich aus weiter oben angreifenden Horizontalkräften ergebenden Momenten M_{zd}.

Die in den veröffentlichten Bemessungshilfen angegebenen zulässigen Normalkräfte $N_{xd,\,max.}$ für zentrische und exzentrische Belastung sind unbrauchbar. Eine einfache Bemessungshilfe für Einwirkungen aus Horizontal- und Normalkräften mit Momenteneinfluss auf die sogenannten Schubwände, die dringend benötigt würde, ist meines Wissens aber bis heute nirgends veröffentlicht worden.

Aus den nun angesprochenen Gründen habe ich im Verlaufe der Zeit ein einfaches Rechenverfahren entwickelt, um diese Standsicherheitsnachweise ohne viel Aufwand und/oder Finite-Element-Berechnungen zu erbringen. Es hat sich nämlich gezeigt, dass der Einfluss der Exzentrizität der Windkraft- zur Steifheitsachse sowie der Exzentrizität der Massen- zur Steifheitsachse nur mit einer Berechnung genügend genau ermittelt werden kann, und dass die Torsionsmomente um die vertikale Steifheitsachse niemals vernachlässigt werden dürfen. Es sollte auch, wie schon J. Hahn in seinem Standardwerk geschrieben hat, nicht nur der Anteil der Biegeverformung, sondern auch der Schubverformungsanteil bei der Lastverteilung mitberücksichtigt werden, damit ein einigermassen vernünftiges Tragmodell entsteht.

Dies alles ist beim Nachweisverfahren, das ich entwickelt habe, eingebaut. Es gründet eigentlich auf einem Erlass des italienischen Ministeriums aus dem Jahre 1981. Die, durch die Torsionsmomente um die vertikale Steifheitsachse sich ergebenden zusätzlichen Horizontalkräfte auf die Tragmauern, werden zu den direkten Horizontalkraftanteilen hinzugeschlagen, damit ein Tragfähigkeitsnachweis nach den Angaben der E SIA V 177 Ziffer 3 31 3 und 3 31 4 geführt werden kann.

Im Zuge dieser Nachweisverfahren habe ich nun festgestellt, dass für die einfache Bemessung gemäss E SIA V 177 Ziffer 3 31 1 und 3 31 2 bei Weglassen der Horizontalkrafteinwirkungen ein Bemessungswert f_{xd} verwendet werden darf, um die zulässige zentrische Normalkraft $N_{xd,max.} = f_{xd} \cdot A_x$ oder die zulässige exzentrische Normalkraft $N_{xd,max.} = 0{,}25 \cdot f_{xd} \cdot A_x$ zu ermitteln, der viel grösser ist als der Bemessungswert f_{yd}, der für den allgemeinen Fall der Schubwand zu verwenden ist. Dort muss nämlich für den Tragfähigkeitsnachweis der Tragmauer gemäss E SIA V 177 Ziffer 3 31 3 und 3 31 4 für die zulässige zentrische Normalkraft mit $N_{xd,max.} = f_{yd} \cdot l_2 \cdot t$ bzw. $f_{yd} \cdot l_2 \cdot t_{red.}$ für die zulässige exzentrische Normalkraft gerechnet werden.

Die Bemessungswerte f_{xd} sind aber gemäss Tabelle 1 der E SIA V 177 für die gebräuchlichsten Mauerwerksarten etwa um den Faktor 3,5 grösser als die Bemessungswerte f_{yd}. Wer also eine sehr grobe Vereinfachung bei der Anwendung der Einwirkungen zu Hilfe nimmt, der darf den Nachweis gemäss E SIA V 177 Ziffer 3 31 1 und 3 31 2 auch noch mit einem etwa um den Faktor 3,5 grösseren Bemessungswert führen.

Allein dieser Unsicherheitsfaktor von etwa 3,5 ist schon grösser als das Produkt aus den Sicherheitsfaktoren der Einwirkungsseite multipliziert mit demjenigen des Materialwiderstands. Wenn man auch noch berücksichtigt, dass durch die Momente M_{zd} – hervorgerufen durch die in oberen Geschossen angreifenden Horizontalkräfte – die Standfläche der Tragmauern verkleinert wird – in den vorstehend genannten Formeln für N_{xd} durch $l_2 \cdot t$ bzw. $l_2 \cdot t_{red.}$ dargestellt – so ergibt sich bei praktischen Berechnungen für kurze

Wandstücke bald ein Unsicherheitsfaktor zwischen etwa 5 und 10.

Die Bestrebungen der Normenkommission NK SIA 177/178, die Bemessung von Mauerwerkswänden durch die Berücksichtigung der Wandverdrehung, die ihr von der Deckendurchbiegung aufgezwungen wird, zur Vollendung zu bringen, hat dazu geführt, dass die einfachsten Sicherheitsüberlegungen beim Ausarbeiten der Empfehlung SIA V 177 ausser acht gelassen worden sind.

Wenn man bedenkt, dass diese komplizierten Deckenbiegungseinflüsse nur zur Folge haben, dass zwischen Exzentrizitäten beim Auflager gewählt werden kann, die zu Reduktionsfaktoren für $t_{red.}$ zwischen 0,25 und rund 0,7 führen, so stehen diesen Unsicherheitsfaktoren von etwa 2 bis 2,8 immerhin viel grössere Werte von 5 bis 10 gegenüber, was man durch die Einführung und Zulassung der einfachen Nachweise völlig übersehen hat.

Zudem sind die Einflüsse von Kreuz-, T-, V- und L-förmigen Wandstücken in der E SIA V 177 überhaupt nicht berücksichtigt. Diese Einflüsse können sogar unter Zuhilfenahme des EDV-Programms WIN 177 nur abgeschätzt werden. Sie bewegen sich aber immerhin in der gleichen Grössenordnung von etwa Faktor 2 wie diejenigen der aufgezwungenen Verformungen. Eine Bemessungsregel sucht man in der E SIA V 177 aber vergeblich.

Diese Philosophie der genauen Sicherheitsbetrachtung bei einem Faktor, der relativ wenig beeinflusst, widerspricht nun nicht nur dem gesunden Menschenverstand, sie ist auch physikalisch falsch; Schäden an Bauwerken aus Horizontaleinwirkungen, für die keine Tragfähigkeitsnachweise erstellt wurden, sind vorprogrammiert. Es lässt sich auch in guten Treuen darüber nachdenken, ob die Frage der Haftung des SIA für falsche Empfehlungen nicht auch noch zu stellen wäre.

Die Kommission NK SIA177/178 ist schon seit April dieses Jahres in dieser Sache durch mich orientiert worden, und im August habe ich sogar eine Eingabe deponiert. Die offizielle Anwort der Kommission vom 22. Oktober 1998 bestätigt im wesentlichen meine Einwände, und es wird ein «dringender Handlungsbedarf» in dieser Angelegenheit gefordert.

Die Unstimmigkeiten in der E SIA V 177 sollten m.E. deshalb sofort bereinigt werden, indem erstens die einfachen Nachweise nach E SIA V 177 Ziffer 3 31 1 und 3 31 2 untersagt werden, und zweitens der Bemessungswert f_{yd} z.B. unter Zuhilfenahme der Messungen von N. Mojsilovic aus dem Jahre 1995 an der ETH bei praktisch senkrechter Resultierenden (Winkel $\alpha = 0°$) erhöht wird.

Die Abminderung des Bemessungswerts f_{yd} bei grösser werdenden Winkeln α sollte durch die NK SIA 177/178 sofort verbindlich festgelegt und publiziert werden. Ein Zuwarten bis zur Veröffentlichung des Swisscodes eventuell im Jahre 2001 ist m.E. nicht zu verantworten.

Wenn man bedenkt, dass über den Umweg des «Gesetzes über das Inverkehrbringen von Bauprodukten» (kurz: Bauproduktegesetz) des Bundes im Juli 1999 die Standsicherheit als eine der sechs wesentlichen Anforderungen bei Bauten zu einem gesetzlich vorgeschriebenen Nachweis aufsteigen wird und in sämtlichen Kantonen die Einhaltung dieser Vorschrift geprüft werden muss (evtl. über die E SIA V 177), dann sollten wenigstens die Berechnungsgrundlagen brauchbar sein.

Adresse des Verfassers:
Hans Moser, dipl. Ing. HTL/STV, Broteggstrasse 16, 8500 Frauenfeld

Zuschriften

Hochwasserschutz und Ökologie differenziert betrachten

Zum Beitrag in SI+A 46, 12. 11. 1998

In seinem Forum-Beitrag hat Herr Manfred Merstetter die Entwicklung im Oberrheingebiet seit der Rheinkorrektion Mitte des 19. Jahrhunderts und die Notwendigkeit von Hochwasserschutzmassnahmen im Überblick erläutert. Der bestehende Staatsvertrag zwischen Frankreich und Deutschland bzw. das enorme Schadenpotential in Milliardenhöhe bei einem extremen Hochwasserereignis sprechen für diese Massnahmen. Die pauschale Ablehnung der geplanten Hochwasserschutzmassnahme im südlichen Oberrhein zwischen Märkt und Breisach (Tieferlegung in 90-m-Streifen) durch Herrn Merstetter bedarf jedoch einer differenzierten Betrachtungsweise.

Das Ziel der Rückhaltemassnahmen am Oberrhein südlich Iffezheim ist die Wiederherstellung der Hochwassersicherheit unterhalb dieser letzten Staustufe bis zu einem 200jährlichen Hochwasserereignis durch Kappen der Hochwasserwelle mittels Rückhaltung in Poldern, Wehrbetrieb, den Sonderbetrieb der Rheinkraftwerke sowie die geplante Tieferlegung eines durchschnittlich rund 90 m breiten Vorlandstreifens als Rückhaltegebiet.

Herr Merstetter gibt als Alternative zur Tieferlegung die «Renaturierung der Zuflüsse» an, die «flächenhaft für eine gerechte Investition der erforderlichen baulichen und finanziellen Mittel sorgen» würde. So begrüssenswert die Renaturierung der Fliessgewässer und insbesondere der Rheinzuflüsse ist, eine nachhaltige Wirkung im Sinne der erforderlichen 25 Mio. m^3 Retentionswirkung für den südlichen und mittleren Oberrhein ist dadurch nicht zu erwarten. Im übrigen gelangen alle grösseren schweizerischen Flüsse (Aare, Reuss, Limmat, Alpenrhein) über vorgelagerte Alpenrandseen mit der Funktion von natürlichen Ausgleichsbecken in den Hochrhein.

Die in Diskussion stehende Tieferlegung des Vorlandstreifens kann nicht isoliert betrachtet werden; sie bildet einen wichtigen Mosaikstein in einer ganzen Kette von Rückhaltemassnahmen im Oberrheingebiet. Die ökologischen Folgen der im Abschnitt Märkt-Breisach in Diskussion stehenden vier Varianten werden nachfolgend untereinander verglichen:

A. Grossflächige Überflutung der Trokkenaue: Diese Variante bedingt Bauten (Wehr, Schutzdämme) und betrifft natur-

Technische Daten
Rückhaltevolumen: ca. 25 Mio m^3
Abtragsfläche: ca. 500 ha
Breite der Abtragsfläche im Mittel: 90 m
Tieferlegung des Geländes um ca. 6 m
Ausdehnung von Rheinkilometer 174,3 bis 218,8
Anfallende Kiesmenge ca. 28 Mio. m^3
Bauzeit: ca. 15 Jahre