

Dokumentation

D 0226

sia

Tragsicherheit von Einstellhallen

schweizerischer
ingenieur- und
architektenverein

société suisse
des ingénieurs et
des architectes

società svizzera
degli ingegneri e
degli architetti

swiss society
of engineers and
architects



Tragsicherheit von Einstellhallen

schweizerischer
ingenieur- und
architektenverein

société suisse
des ingénieurs et
des architectes

società svizzera
degli ingegneri e
degli architetti

swiss society
of engineers and
architects

selnaustrasse 16
ch-8027 zürich
www.sia.ch

sia

Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Selnastrasse 16, CH-8027 Zürich

Titelbild: EPF Lausanne

Druck: Sihldruck AG, Zürich, 2008-06
Auflage: 1200 Exemplare

ISBN 978-3-03732-013-6
Dokumentation SIA D 0226
Tragsicherheit von Einstellhallen

Copyright © 2008 by SIA Zürich

Alle Rechte, auch das des auszugsweisen Nachdrucks, der auszugsweisen oder vollständigen Wiedergabe (Fotokopie, Mikrokopie, CD-ROM usw.), der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen und das der Übersetzung, sind vorbehalten.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5	6 Massnahmenempfehlung	63
1 Einführung	7	6.1 Allgemeines	63
2 Tragverhalten von Platten und Flachdecken aus Stahlbeton	13	6.2 Sichernde Sofortmassnahmen	63
2.1 Einleitung	13	6.3 Sensitivitätsanalyse	64
2.2 Betrachtete Beispiele	15	6.4 Ergänzende Sicherheitsmassnahmen ..	65
2.3 Tragverhalten im Bruchzustand	16	6.5 Betriebliche Massnahmen	65
2.4 Einfluss der wichtigsten Parameter auf die Tragsicherheit	22	6.6 Bauliche Massnahmen	65
2.5 Entwicklung der Bemessungsmodelle für Stahlbetonbauten in den Normen des SIA	24	7 Mögliche Verstärkungsmassnahmen gegen Durchstanzen	67
2.6 Schlussfolgerungen und Auswirkungen auf die Überprüfung bestehender Tragwerke	27	7.1 Denkbare Lösungen	67
3 Überprüfung	29	7.2 Verstärkung mit nachträglichen Stützenkopfverstärkungen	68
3.1 Veranlassungen für eine Überprüfung ..	29	7.3 Vergrösserung des Stützenquerschnitts ..	69
3.2 Vorgehen bei der Überprüfung	30	7.4 Verstärkung durch Vergrösserung der statischen Höhe	69
4 Zustandserfassung	33	7.5 Verstärkung mit Klebebewehrung	70
4.1 Vorbereitung	33	7.6 Verstärkung mit verschraubter Durchstanzbewehrung	70
4.2 Beschaffung der Grundlagen	34	7.7 Verstärkung mit geklebter Durchstanzbewehrung	72
4.3 Überprüfungssituationen	34	7.8 Bemessung der Verstärkung	73
4.4 Visuelle Untersuchung	36	8 Rechtliche Aspekte	75
4.5 Aktualisierung der Einwirkungen	37	Anhang	
4.6 Aktualisierung der Geometrie	38	A Möglicher Inhalt einer Nutzungsvereinbarung	83
4.7 Rechnerische Abschätzung der Betondruckfestigkeit	38	B Möglicher Inhalt einer Projektbasis	85
4.8 Aktualisierung der Betondruckfestigkeit ..	40	C Durchstanzwiderstand in den SIA-Normen von 1956 bis 2003	88
4.9 Aktualisierung der Bewehrungsstahlqualität	41	D Untersuchung des Einsturzes einer Einstellhallendecke	92
4.10 Aktualisierung der Vorspannung	42	Literaturverzeichnis	96
4.11 Weitere Untersuchungen	42	Bezeichnungen	99
5 Tragwerksanalyse und Beurteilung	45	Bildnachweis	104
5.1 Einführung	45	Sponsoren	105
5.2 Geschätzte Grössen	45		
5.3 Deterministischer Nachweis bei duktilem Verhalten	47		
5.4 Deterministischer Nachweis bei sprödem Verhalten	49		
5.5 Deterministischer Nachweis mit verfeinerten Modellen	54		
5.6 Probabilistischer Nachweis	57		
5.7 Semi-probabilistischer Nachweis	62		

Verfasser

Miguel Fernández Ruiz	Dr.-Ing. UPM, Muttoni & Fernández, ingénieurs-conseils, Le Mont-sur-Lausanne
Armand Fürst	Dr. dipl. Ing. ETH, Fürst Laffranchi, Bauingenieure GmbH, Wolfwil
Stefano Guandalini	Dr. dipl. Ing. ETH, Grignoli Muttoni Partner, Studio d'ingegneria SA, Lugano
Fritz Hunkeler	Dr. dipl. Ing. ETH, Technische Forschung und Beratung für Zement und Beton TFB, Wildegg
Konrad Moser	Dr. dipl. Ing. ETH, Henauer Gugler AG, Ingenieure und Planer, Zürich
Aurelio Muttoni	Prof. Dr. dipl. Ing. ETH, Eidgenössische Technische Hochschule, Lausanne
Hansjörg Seiler	Prof. Dr. iur., Bundesrichter, Schweizerisches Bundesgericht, Luzern

Vorwort

In den letzten Jahrzehnten wurde in der Schweiz eine grosse Zahl an Sammeleinstellhallen gebaut. Schätzungen zufolge soll es sich um rund 30 000 Objekte handeln. Nachdem die technische Expertise eines tragischen Vorfalls im Kanton Solothurn im Jahr 2004 schwerwiegende Mängel zutage gefördert hatte, lancierte der Schweizerische Ingenieur- und Architektenverein ein Projekt «Einstellhallen», um:

- weitere in der Schweiz aufgetretene Unfälle und Probleme mit Einstellhallen zusammenzutragen,
- das Gefährdungspotenzial anderer, ähnlicher Tragwerke zu überprüfen,
- den Ingenieuren die zur Tragwerksüberprüfung von Einstellhallen notwendigen Werkzeuge zu liefern,
- die Eigentümer und die Baufachleute auf die möglichen Gefahren sowie ihre Verantwortung aufmerksam zu machen und
- den Wissensstand zu erhöhen, damit neue Tragwerke sicherer und robuster bemessen und gebaut werden.

Das Projekt unter der Leitung von Peter Ritz (Projektleiter) sowie Markus Gehri, Martin Grether und Aurelio Muttoni wurde von einem Lenkungsausschuss begleitet, der sich aus Peter Matt (Leitung), Heinrich Bütikofer, Martin Diggelmann, Hans Emmenegger und Markus Gehri zusammensetzte.

Wie oben erwähnt, geht es bei einem der verfolgten Ziele darum, die Eigentümer und die schweizerische Bauwelt sowohl auf die möglichen Gefahren dieser Bauten als auch auf ihre diesbezügliche Verantwortung hinzuweisen. Diese Aufgabe wurde von Martin Grether, Thomas Müller und Peter Ritz, dem Projektleiter, wahrgenommen.

Eine andere Arbeitsgruppe widmete sich den weiter oben aufgeführten technischen Aspekten. Sie stand unter der Leitung von Aurelio Muttoni und setzte sich aus Armand Fürst, Stefano Guandalini, Fritz Hunkeler und Konrad Moser zusammen. Die vorliegende Dokumentation enthält die von dieser Gruppe erarbeiteten Resultate.

Die Untersuchung der bekannten Problemfälle hat gezeigt, dass erdüberdeckte Einstellhallen besonders empfindlich sind. Aus diesem Grund konzentriert sich diese Dokumentation hauptsächlich auf solche Bauten.

Die Überprüfung bestehender Einstellhallen stellt nur ein Beispiel der Aufgaben dar, die die Ingenieure bei der Erhaltung von Tragwerken sowie überhaupt der gebauten Umwelt immer mehr beschäftigen wird. Derzeit regeln die Empfehlung SIA 162/5 (1997) «Erhaltung von Betontragwerken», die Richtlinie SIA 462 (1994) «Beurteilung der Tragsicherheit bestehender Bauwerke» und das Merkblatt SIA 2018 (2004) «Überprüfung bestehender Gebäude bezüglich Erdbeben» diese Aufgaben. Diese Dokumente dürften in naher Zukunft durch die Norm SIA 269 «Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken» sowie ihre ergänzenden Normen SIA 269/1–7 ersetzt werden. Da diese neuen Normen noch nicht in ihrer definitiven Fassung vorliegen, stützt sich diese Dokumentation auf die derzeit gültigen Normen.

Die Verfasser der Dokumentation möchten allen ihren Kollegen danken, die an diesem Projekt direkt mitgearbeitet oder die es unterstützt haben. Ein besonderer Dank geht an Jean-Pierre Leyvraz und an Martin Grether, die trotz der sehr engen Termine für eine qualitativ einwandfreie Übersetzung sorgten. Die Verfasser danken zudem den am Schluss der Dokumentation aufgeführten Sponsoren, ohne deren Beiträge sich dieses Projekt nicht hätte realisieren lassen.

Lausanne, im Mai 2008

Aurelio Muttoni