

Zeitschrift: Tec21
Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
Band: 134 (2008)
Heft: 14: Spielräume

Sonstiges

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

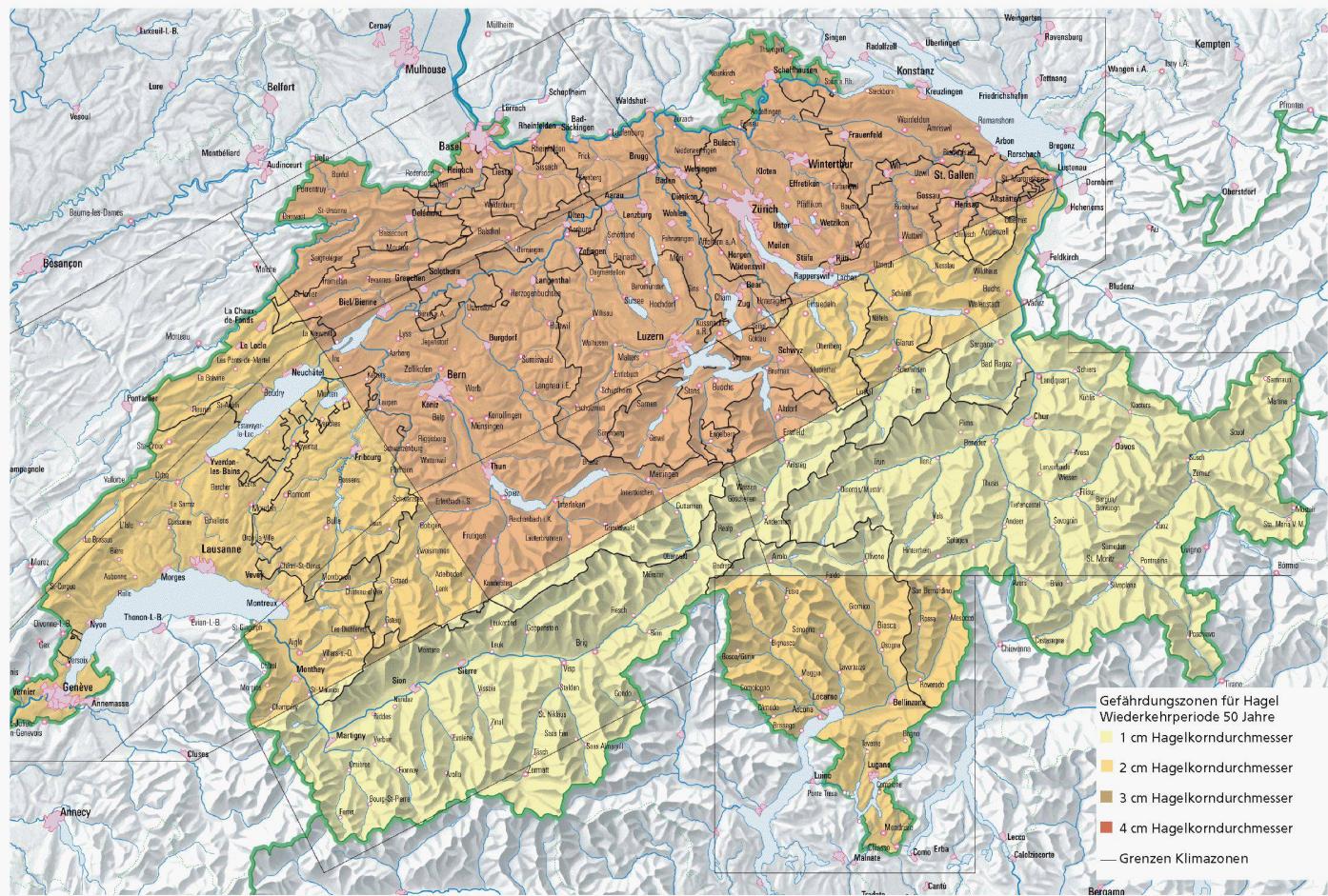
Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 22.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

ELEMENTARSCHUTZREGISTER HAGEL



01 Gefährdungszonen für Hagel, Intensität nach Hagelkorndurchmesser für eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren (Grundlagen der Karte: «Hagelstürme in der Schweiz: Wiederkehrperioden von schadenbringenden Hagelkorngrössen – eine Abschätzung» im Rahmen des Projektes «Elementarschutzregister Hagel» der Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen. Die Angaben für das Wallis und für Graubünden beruhen auf einer groben Abschätzung von einem Jahr.)

Das Hagelrisiko und die Hagelschäden an Gebäuden steigen. Dies zeigen die Schadenzahlen der kantonalen Gebäudeversicherungen der letzten Jahre deutlich. Die Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen gab deshalb das Projekt «Elementarschutzregister Hagel» in Auftrag, das zum Ziel hat, die Materialien der Gebäudehülle in Bezug auf ihren Hagelwiderstand zu klassifizieren.

Seit den 1990er-Jahren wurde bei den kantonalen Gebäudeversicherungen ein deutlicher Anstieg der Hagelschäden festgestellt. Während in der Periode 1961 bis 1991 Hagelschäden eine Grösse von 20 bis maximal 60 Millionen Franken pro Jahr erreichten, wurde die 60-Millionen-Grenze zwischen

1992 und 2005 insgesamt achtmal überschritten. Dies veranlasste die Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen, das Projekt «Elementarschutzregister Hagel» in Auftrag zu geben. Ziel dieses Registers ist die Klassierung der Bauprodukte der Gebäudehülle hinsichtlich ihres Hagelwiderstandes. Neben der Klimatologie von Hagel und einer Studie über die Entwicklung der Gebäudehüllen und deren Schadenpotenziale wurden Hageltests an den gängigsten Gebäudehüllen durchgeführt. Aufgrund dieser Daten konnte eine Klassierung der getesteten Materialien vorgenommen werden.

Für den Anstieg der Hagelschadensfälle gibt es zwei Hauptgründe: der Einsatz von hagelempfindlicheren Materialien in der Baupraxis und gleichzeitig die Zunahme der Hagel-

unwetter mit grösserer Intensität. Es ist bekannt, dass die Grosswetterlagen, welche extremen Hagelereignissen förderlich sind, in den letzten Jahrzehnten zugenommen haben. Durch die Auswertung von Radardaten konnte zudem nachgewiesen werden, dass es einen zunehmenden Trend in der Anzahl grosser Hagelzellen mit Zugbahnlängen von 100 km und mehr gibt. Die Wiederkehrperioden von bestimmten Hagelkorngrössen wurden errechnet; die Karte (Bild 1) zeigt die erwarteten Mindestkorndurchmesser für eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren, aufgeteilt in 11 Klimazonen.

Im Mittelland und östlichen Jura sind Hagelkörner mit mindestens 3 cm Durchmesser mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren zu erwarten. Nicht nur die zunehmende Energie bei Hagelunwettern durch grössere Korn-

Hagelwiderstand	Durchmesser (mm)	Masse (g)	Geschwindigkeit (m/s)	Klassengrenze (J)
HW 1	10	0.5	13.8	0.04
HW 2	20	3.6	19.5	0.7
HW 3	30	12.3	23.9	3.5
HW 4	40	29.2	27.5	11.1
HW 5	50	56.9	30.8	27.0

02 Hagelwiderstandsklassen 1–5 mit jeweiligen Massen, Geschwindigkeiten und kinetischen Energien (Joule)

durchmesser, sondern auch die moderne Bauweise beeinflussen die Hagelschäden. Vor allem im Bereich der Büro- und Verwaltungsbauten werden hagelempfindlichere Materialien eingesetzt als vor 50 Jahren. Die Schadenanfälligkeit hat vor allem dadurch zugenommen, dass der grösste Glasflächenanteil Sonnenschutzsysteme erfordert, deren Hagelwiderstand häufig gering ist.

LABORVERSUCHE MIT KÜNSTLICHEM HAGEL

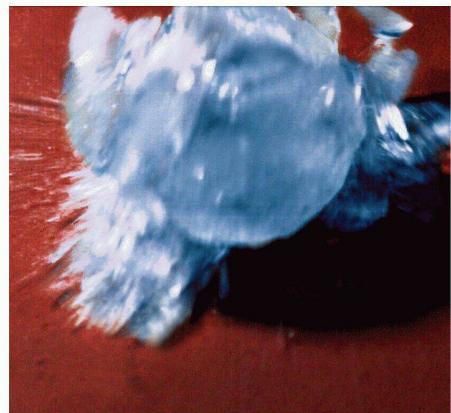
Um einen Anhaltspunkt über den Hagelwiderstand verschiedener Gebäudehüllen zu erhalten, wurden an der Empa in Dübendorf umfangreiche Hageltests durchgeführt. Die dort stationierte Hagelkanone (Bild 5) wurde bis dahin vorwiegend für Prüfungen an Dichtungsbahnen mit Standardkugeln aus Polyamid mit Durchmesser 40mm eingesetzt.

Da sich die Masse sowie das Bruchverhalten einer Polyamidkugel und einer Eiskugel wesentlich unterscheiden, wurde für das Forschungsprojekt ein Verfahren für die Herstellung hagelähnlicher Eiskugeln mit verschiedenen Durchmessern entwickelt. Aus elf verschiedenen Bauteilkategorien wurden jeweils zwei bis sechs Bauteiltypen getestet. Dabei mussten Versuchsaufbau, Beschusswinkel und -ort sowie die Projektilgrösse und -geschwindigkeit bauteilspezifisch festgelegt werden. Bei den Auswertungen wurden die entstandenen Schäden, deren erstes Auftreten und der Verlauf bei Erhöhung der kinetischen Energie festgehalten. Die Erhöhung der Energie kann entweder mit einer grösseren Kugel oder mit einer höheren Schussgeschwindigkeit erreicht werden. Wird die Energie auf die betroffene Aufprallfläche bezogen, so kann jedoch auch ein Schaden mit einer kleineren Eiskugel erzeugt werden. Die Schäden wurden in Bezug auf die teilweise verschiedenen Funktionen eines Bauteils untersucht: Eine Blechverklei-

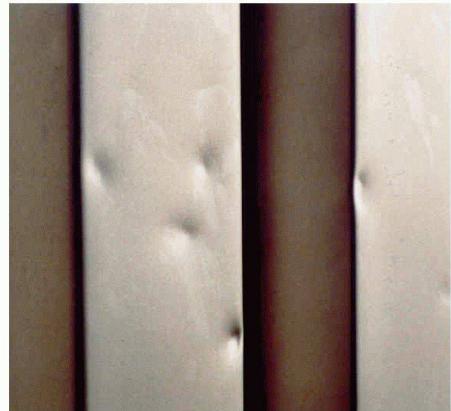
dung aus Kupfer kann nach einem Hagelsturm unschöne Dellen aufweisen, jedoch ist sie in Bezug auf die Funktion Wasserdichtigkeit intakt, während bei einem Ziegeldach die Wasserdichtigkeit durch äusserlich nicht sichtbare Mikrorisse beeinträchtigt wird. Neben Wasserdichtigkeit und Aussehen gibt es weitere Gebäudehüllenfunktionen wie Lichtabschirmung, Lichtdurchlässigkeit, Mechanik und Elektrik. Um auch auf frühere Daten zurückgreifen zu können, wurden alle Versuche zusätzlich mit einer Polyamidkugel gleicher Grösse durchgeführt; die für einen bestimmten Schaden erforderlichen kinetische Energie der Eis- bzw. Polyamidkugeln konnten so zueinander in ein Verhältnis gebracht werden. Alle Resultate erfolgten unter Angabe der jeweiligen Geschwindigkeit und kinetischen Energie.

ELEMENTARSCHUTZREGISTER

Mit den umfangreichen Daten der Empa als Basis konnte nun ein Vorschlag für ein Prüfreglement gemäss SIA 261/1 zur Erstellung eines Registers ausgearbeitet werden. Dieses beinhaltet die Definition der Hagelwiderstandsklassen sowie die Prüfvorschriften pro Bauteil. Es werden fünf Hagelwiderstandsklassen aufgrund von fünf Hagelkorngrössen und deren kinetischer Energie beim Aufprall unterschieden. Die Endgeschwindigkeit eines Hagelkorns ist pro Kugelgrösse genau definiert. Die Klassengrenze für den Hagelwiderstand 1 berechnet sich aufgrund der Energie beim Aufprall einer Eiskugel mit 10mm Durchmesser, der Hagelwiderstand 2 aufgrund der Energie einer Eiskugel mit 20mm Durchmesser. Entsprechend bilden sich die Klassen 3, 4 und 5 aufgrund der Energie einer Eiskugel mit Durchmesser 30, 40 und 50mm. Die genauen Werte mit den Massen und Endgeschwindigkeiten der verschiedenen Korngrössen sind in oben stehender Tabelle (Bild 2) aufgelistet.



03



04



05

03 Eiskorn mit einem Durchmesser von 40 mm beim Aufprall auf eine harte Unterlage (Bild: Empa)

04 Dellen auf Fassadenblech nach Hagelereignis in Wetzikon ZH, 2004 (Bild: Egli Engineering)

05 Hagelkanone mit zum Beschuss aufgebauter Drahtglasscheibe (Bild: Empa)

Hersteller von Baumaterialien können ihre Produkte nun prüfen und in eine Klasse einstufen lassen. Neben einem Standardprüfversuch sind im Prüfreglement die bauteilspezifischen Prüfbedingungen für jede Bauteilkategorie definiert. Wichtige Kriterien wie Versuchsaufbau, Beschussort, Beschusswinkel, Versuchsdurchführung und Auswertung sind dort enthalten. Es wird ausserdem auf die verschiedenen Funktionen des Bauteils sowie auf die jeweiligen Schadenskriterien und deren Messmethoden hingewiesen (ab wann ist das Bauteil beschädigt?).

HAGELWIDERSTAND DER BAUMATERIALIEN

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Richtwerte für Materialien eines oder höchstens zweier Hersteller pro Bauteilkategorie bestimmt. Es handelt sich also im Folgenden um orientierende Angaben, da die Resultate je nach Hersteller und Produkt stark variieren können. Ein Bauteil wird in diejenige Hagelwiderstandsklasse eingeteilt, bei dessen Kugeldurchmesser es schadenfrei bleibt. Zu

den Materialien mit dem höchsten Hagelwiderstand zählen Verglasungen, Polycarbonatplatten und -kuppeln, Faserzement und Dichtungsbahnen. Tonziegel sowie Acrylglasplatten und -kuppeln erreichten die Hagelwiderstandsklasse 4. Einen mittleren Hagelwiderstand haben verputzte Außenwärmedämmungssysteme und einige GFK-Platten. Zu den Materialien mit einer Widerstandsklasse von 1 oder 2 (in Bezug auf die Funktion Aussehen) gehören Rollladen, Raffstoren, Bleche und Holzbretter. Der Hagelwiderstand von Kunststoffprodukten (insbesondere PC, PVC, PMMA) vermindert sich aufgrund natürlicher Bewitterung bereits nach kurzer Zeit massgeblich, wie frühere Untersuchungen der Empa gezeigt haben. Diese Erkenntnis ist bei der Materialwahl zusätzlich zu berücksichtigen.

Thomas Egli, Dr. Ing. ETH/SIA, Egli Engineering, St. Gallen, egli@naturgefahr.ch

Maja Stucki, dipl. Erdwissenschaftlerin, Egli Engineering, St. Gallen, stucki@naturgefahr.ch

Das Projekt wurde von der Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherungen in Auftrag gegeben und finanziert und in folgende vier Teilprojekte aufgeteilt:

HAGELSTÜRME IN DER SCHWEIZ

Dr. Hans-Heinrich Schiesser: Wiederkehrperioden von schadenbringenden Hagelkorngrössen – eine Abschätzung. Zürich, 2006

WIDERSTAND DER GEBÄUDEHÜLLE

Empa Dübendorf, 2007, Projektleiter: P. Flüeler

SCHADENPOTENZIALE

Basler & Hofmann AG, Zürich, 2007, Projektleiterin: Dr. A. Eckhardt Scheck

ELEMENTARSCHUTZREGISTER

Egli Engineering, St. Gallen, 2007, Projektleiter: Dr. Th. Egli

ELEMENTARSCHUTZREGISTER

HAGEL – SYNTHESEBERICHT

Ein zusammenfassender Bericht kann bestellt werden unter: www.praeventionsstiftung.ch

TAGUNG

Über die Ergebnisse der Untersuchungen zum Elementarschutzregister Hagel wird berichtet anlässlich der SIA-VK-Fachtagung vom 13. November 2008 an der Geoprotecta in St.Gallen

ANONYMES WOHNEN ERSPART KONFLIKTE

(cc/pd) In Hochhäusern kommt es zu weniger Konflikten zwischen den Mietern als in anderen Liegenschaftstypen. Dies ist das Ergebnis einer Studie der Berner Fachhochschule, welche die häufigsten Ursachen von Mieterschaftskonflikten untersuchte. Wenig überraschend ist, dass Lärm, die Missachtung gesetzlicher Ruhezeiten und gemeinsam genutzter Raum die häufigsten Konfliktgründe sind. Unerwartetes zeigte dagegen die Untersuchung der baulichen Aspekte, welche Nachbarschaftskonflikte begünstigen oder vermindern. Ein Team der Forschungseinheit Architektur nahm dafür 17 Siedlungen der Wohnbaugenossenschaft FAMBAU und der Liegenschaftsverwaltung der Stadt Bern unter die Lupe. Die Auswertung der Konfliktfälle nach verschiedenen Gebäudetypen zeigte, dass in den untersuchten Hochhäusern im Vergleich zu allen anderen Gebäudetypen

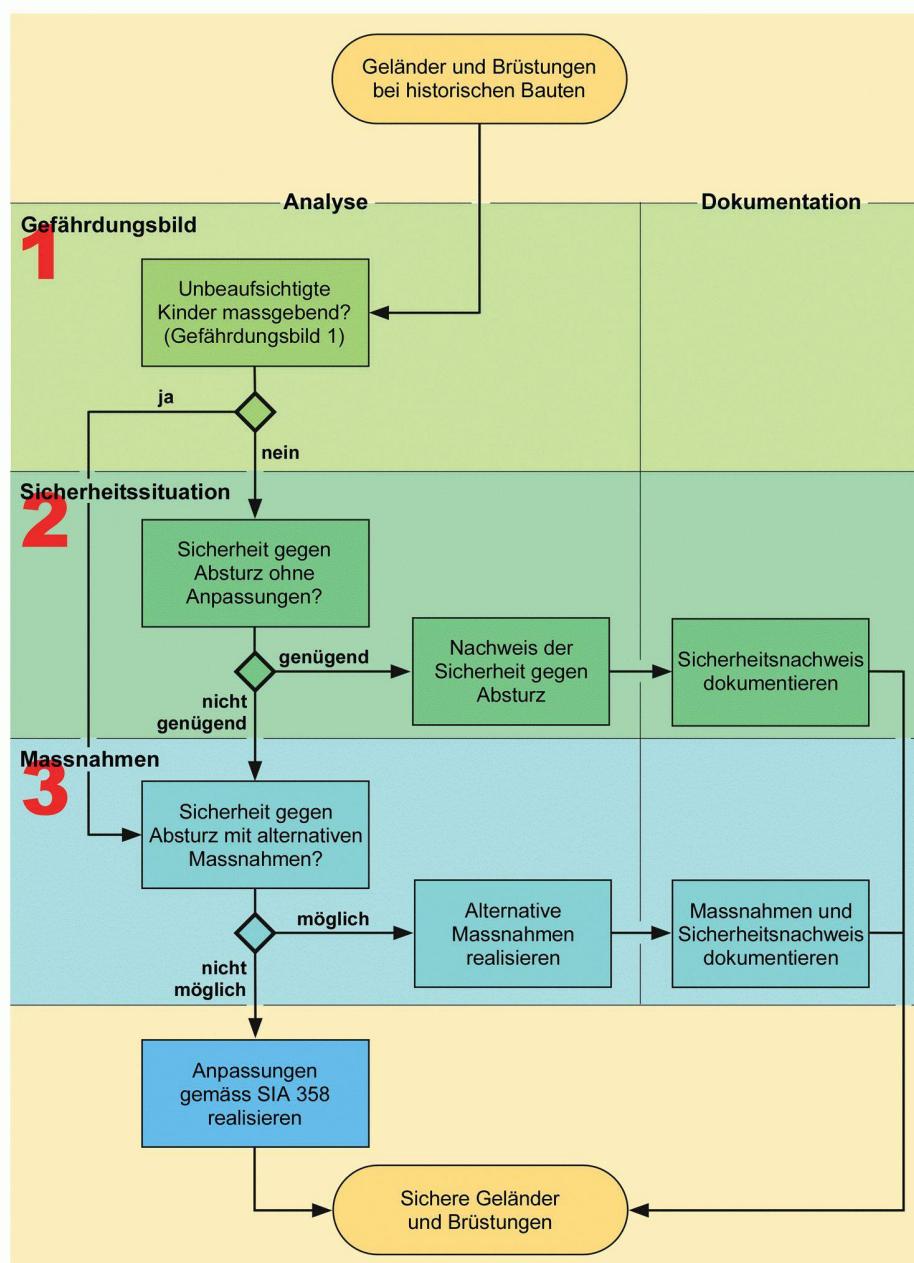
tendenziell weniger Konflikte registriert wurden. Um das Konfliktpotenzial von Quartieren, Siedlungen, einzelnen Gebäuden und Wohnungen unter baulichen Gesichtspunkten zu bewerten, haben die Forscher ein Evaluationsinstrument entwickelt. Die Analyse der Konfliktverteilung mittels dieses Instruments brachte einen Zielkonflikt zum Vorschein: Bauliche Merkmale, welche soziale Kontakte zwischen Nachbarn begünstigen und nachweislich Vandalismus und das Kriminalitätsrisiko verringern, erhöhen das Risiko für nachbarschaftliche Konflikte. Die an sich unerwünschte Anonymität, die in Hochhäusern eher möglich ist, und klare territoriale Grenzen zwischen dem privaten und dem öffentlichen Bereich wirken konfliktvermeidend. Eine Architektur, die demgegenüber auf Stärkung des sozialen Zusammenlebens abzielt und mittels baulicher Massnahmen Begegnungen zwischen Nachbarn und deren Kommunikation zu fördern sucht, muss eine Steigerung des Konfliktpotenzials in Kauf nehmen. Basierend auf diesen Ergebnissen wurde ein Leitfaden für die bauliche Prävention von Mietkonflikten entwickelt.

www.soziale-arbeit.bfh.ch/forschung
www.ahb.bfh.ch/ahb/de/Forschung/fearchitektur
Die Syntheseberichte werden voraussichtlich Mitte 2008 in Buchform veröffentlicht

KORRIGENDA

In TEC21 12/2008 hat sich ein bedauerlicher Fehler eingeschlichen. Im Artikel «Zunahme tropischer Wirbelstürme» wurden die von Hurrikanen verursachten Schäden gemäss amerikanischer Zählweise in Billiarden beziffert. Gemeint waren Milliarden.

SICHERHEIT VON GELÄNDERN



01 Entscheidungsdiagramm zum Vorgehen bei der Beurteilung der Notwendigkeit von Anpassungen (Diagramm: Daniel Schuler)

Die Norm SIA 358 «Geländer und Brüstungen» weist einen hohen Beachtungsgrad auf. Bauherrschaften und Planer befürchten schwerwiegende Konsequenzen bei Abstürzen von Personen wegen nicht normenkonformer Schutzelemente bei historischen Bauten. In vielen Fällen ist auch die Praxis der Baupolizei hinsichtlich Abweichungen von der Norm sehr restriktiv.

Bei Anpassungen von Geländern und Brüstungen in wertvollen historischen Bauten sind die Interessen zwischen der Erhaltung von Kulturgut und der Sicherheit gegenüber einer Gefährdung durch Absturz abzuwägen. Es ist dabei zu berücksichtigen, dass an der Erhaltung historisch wichtiger Bauten ein vitales öffentliches Interesse besteht.

Mit dem dokumentierten Nachweis, dass bestehende Schutzelemente eine ausreichende Sicherheit gegenüber Absturz bieten oder

dass sich die Gefährdung durch Absturz bei Anpassungen auf ein akzeptierbar kleines Mass beschränkt, wird die Sorgfaltspflicht erfüllt. Mit einem Sicherheitsnachweis wird gegenüber den Baubewilligungsbehörden sowie den beurteilenden Instanzen bei einem Schadenfall nachgewiesen, dass die Regeln der Baukunde eingehalten worden sind.

GELÄNDER UND BRÜSTUNGEN BEI HISTORISCHEN BAUTEN

1. Gefährdungsbild

Die Anforderungen an Schutzelemente gemäss der Norm SIA 358 beziehen sich auf deren Höhe, die geometrische Ausbildung, die Festigkeit und die Werkstoffe. Ist das Gefährdungsbild «Fehlverhalten unbeaufsichtigter Kinder» massgebend, müssen bezüglich der geometrischen Ausbildung erhöhte Anforderungen berücksichtigt werden. Dieses im Rahmen von Sicherheitsbeurteilungen oftmals massgebende Gefährdungsbild betrifft Wohnbauten, Kindergärten und andere Bauten, in denen sich unbeaufsichtigte Kinder aufhalten. Es bezieht sich im Weiteren auf Kinder im Vorschulalter. Zum Gefährdungsbild ist festzustellen, dass sich schwerwiegenden Abstürzen von Kindern sehr oft auf Balkonen und in Treppenhäusern ereignen.

2. Sicherheitssituation

Mit einer Beurteilung der Sicherheit gegenüber einer Gefährdung durch Absturz wird der Nachweis erbracht, dass die Sorgfaltspflicht bei der Planung einer Erneuerung erfüllt ist. Die Beurteilung beinhaltet eine Abwägung zwischen den Aspekten der Sicherheit und der Erhaltung des historischen Bauwerks in Substanz und Erscheinung. Der Sicherheitsnachweis muss von einer Fachperson bearbeitet und dokumentiert werden. Er ist bei einem Verzicht auf Anpassungen an Schutzelementen gemäss SIA 358 wie auch beim Einsatz «anderer Massnahmen» notwendig.

3. Massnahmen

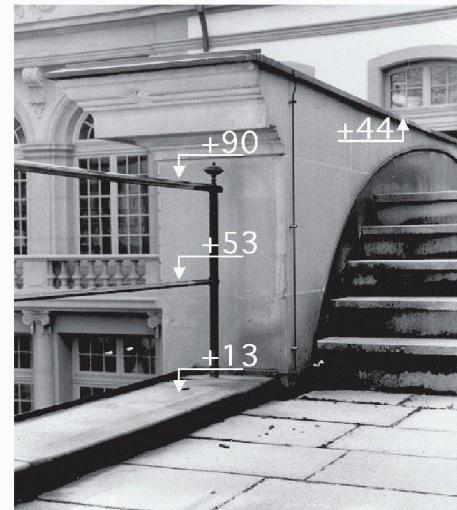
Im Fall von historischen Bauten können verschiedene bauliche oder auch organisatorische Massnahmen als Alternativen zu Anpassungen von Geländern und Brüstungen an die Norm SIA 358 ergriffen werden. Bauliche Massnahmen sind unter anderem die Installation von Auffangnetzen oder die Er-



02 Balustrade vor einem wenig tiefen Balkon mit Fenstertüren in einem Gebäude um 1755, heute genutzt als Verwaltungsgebäude. Ein zusätzlicher Wehrstab in Normhöhe schützt vor unbeabsichtigtem Überkippen. Die zu breiten Öffnungen zwischen den Balustern und die zu grosse Lücke zwischen Balustradenabdeckung und Wehrstab werden akzeptiert



03 Historisches Geländer im gleichen Gebäude. Das Geländer wurde trotz zu geringer Höhe und zu grossen Öffnungen ohne Veränderungen beibehalten



04 Zum «Beispiel eines Sicherheitsnachweises»: modernes Geländer auf der Terrasse desselben historischen Gebäudes

(Bilder: Bernhard Furrer)

gänzung bestehender Schutzelemente mit Seilen oder Wehrstäben. Als organisatorische Massnahme kann die temporäre Absperrung von Gefahrenbereichen bezeichnet werden.

gänglich und kann nur über Büros betreten werden. Ein Fehlverhalten unbeaufsichtigter Kinder (Gefährdungsbild 1) gemäss SIA 358 kann somit ausgeschlossen werden.

BEISPIEL EINES SICHERHEITSNACHWEISES

Der Nachweis wird anhand eines Geländers auf der Terrasse eines historisch und architektonisch bedeutenden Bauwerks geführt (Bild 4).

Beurteilung des Geländers gemäss den Anforderungen der Norm SIA 358:

- Mit einer Höhe von 77 cm, gemessen von der Mauerkrone (begehbarer Fläche), erfüllt das Geländer die Anforderungen nicht.
- Mit einer Mittelleiste in halber Höhe ist die geometrische Ausbildung des Geländers normgemäß.
- Bezüglich Festigkeit und Werkstoff genügt das Geländer den erwarteten Beanspruchungen. Das Geländer wird vor Korrosion geschützt und unterhalten.

Auf Grund der zu geringen Höhe muss die Notwendigkeit von Anpassungen an die Norm SIA 358 überprüft werden:

1. Gefährdungsbild

Das Gebäude wird für eine Stadtverwaltung genutzt. Die Terrasse ist nicht öffentlich zu-

2. Sicherheitssituation

Das Geländer hat im Wesentlichen den Zweck, eine Absturzstelle anzuzeigen. Andere Aufgaben wie das Zurückhalten von Personen, insbesondere bei Gedränge, das Verhindern des Überkippen von Personen beim Heben von Lasten über das Geländer oder das Aufhalten von stolpernden oder ausrutschenden Personen sind bei der vorliegenden Situation wenig relevant.

3. Massnahmen

Die Sicherheit gegenüber einer Gefährdung durch Absturz ist im vorliegenden Fall ohne Anpassungen an die Norm SIA 358 nachgewiesen.

Bernhard Furrer, Architekt SIA, Präsident der Eidgenössischen Kommission für Denkmalpflege, 3005 Bern, benc.furrer@freesurf.ch

Daniel Schuler, Ingenieur SIA, Präsident der Kommission SIA 358, 8400 Winterthur, daniel.schuler@bbs-ing.ch

Anmerkung der Autoren:

Der hier abgedruckte Beitrag ist das Ergebnis der Diskussion in einer Arbeitsgruppe, der die beiden Autoren sowie Klaus Fischli, Urs Gasche und Giuseppe Martino vom SIA-Generalsekretariat angehörten.

Kommentar des SIA-Generalsekretariates:

Die SIA-Normen sind traditionsgemäss sehr offen formuliert. Der Ausnahmeartikel der technischen Normen erlaubt Abweichungen von der Norm, wenn sie durch Theorie oder Versuche ausreichend begründet werden oder neue Entwicklungen und Erkenntnisse dies rechtfertigen.

Der im vorliegenden Artikel beschriebene Sicherheitsnachweis ist in der Norm SIA 358 so nicht vorgesehen. Es ist fraglich, ob er bei Eintritt eines konkreten Schadensfalls in einem Rechtsstreit entlastend wirkt.

Hilfreich ist in jedem Fall, wenn Entscheidungen hinreichend begründet und nachvollziehbar dokumentiert werden. Dies gilt nicht nur wie hier im Konflikt zwischen Denkmalschutz und Normen, sondern auch bei Divergenzen zwischen Normen unterschiedlicher Herkunft (zum Beispiel Brandschutz u.ä.) und bei widersprüchlichen Verwaltungsanordnungen.

Der SIA wird zu einem späteren Zeitpunkt in einer eigenen Darstellung Empfehlungen zum Vorgehen bei einander widersprechenden Vorgaben formulieren.

Dr. Markus Gehri und Beat Flach