

Hagel

Die unterschätzte Gefahr

Neue Baumaterialien bereiten Probleme

Seit einiger Zeit nehmen einzelne Elementarschäden markant zu. Dazu gehören Hagelschäden. Seit den 90er-Jahren stellen die 19 Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV) in der Schweiz einen deutlichen Anstieg fest. Während in der Periode 1961 bis 1991 die durch Hagel hervorgerufenen Schäden eine Größe von zehn Millionen bis maximal 35 Millionen Euro pro Jahr erreichten, ist die Grenze von 35 Millionen Euro zwischen 1992 und 2006 insgesamt acht Mal überschritten worden. 2005 überstiegen die Hagelschäden in der Schweiz die 80-Millionen-Euro-Grenze. Dies veranlasste die Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen (www.praeventionsstiftung.ch), im Jahre 2006 das Projekt „Elementarschutzregister Hagel“ ins Leben zu rufen. Ziel des neuen Schweizerischen Hagelschutzregisters (HSR) ist die Klassierung der Bauprodukte der Gebäudehülle hinsichtlich ihres Hagelwiderstandes. Die Einführung des Registers erfolgte am 1. November 2008 nach dem Vorbild des Schweizerischen Brandschutzregisters (BSR).

Für den Anstieg der Hagelschadenfälle gibt es zwei Hauptgründe: einerseits die generelle Zunahme der Hagelstürme mit großer Intensität und andererseits den Einsatz von hagelempfindlicheren Materialien in der Baupraxis.

1 | Hagelgefährdung in der Schweiz

Es ist bekannt, dass Großwetterlagen, welche extremen Hagelereignissen förderlich sind, in den letzten Jahrzehnten zugenommen haben. Durch die Auswertung von Radardaten konnte zudem nachgewiesen werden, dass die Hagelaktivität angestiegen ist. Die grüne Linie in **Bild 1** zeigt, wie häufig in der Schweiz mindestens hundert Gemeinden von einem Hagelereignis betroffen waren. Die weiße Linie im Bild 1 stellt den Mittelwert über plus/minus fünf Jahre dar (Bsp.: Für das Jahr 1980 werden die Ereignisse der Jahre 1975 bis 1985

addiert und die Summe durch zehn geteilt). Daraus wird ersichtlich, dass eine permanente Zunahme der Hagelereignisse stattgefunden hat und es sich nicht nur um Extremereignisse handelt.

Die Wiederkehrperioden von bestimmten Hagelkorngößen (1 bis 5 cm Hagelkorndurchmesser) wurden errechnet. Ein Ereignis, welches statistisch betrachtet alle 50 Jahre zu erwarten ist, hat eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren.

Bild 2 stellt die erwarteten Mindestkorndurchmesser für eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren dar. ▶

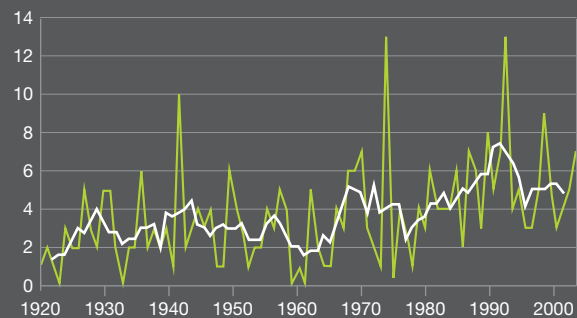


Bild 1 | Zeitreihe der Hageltage mit über 100 betroffenen Gemeinden in der Schweiz

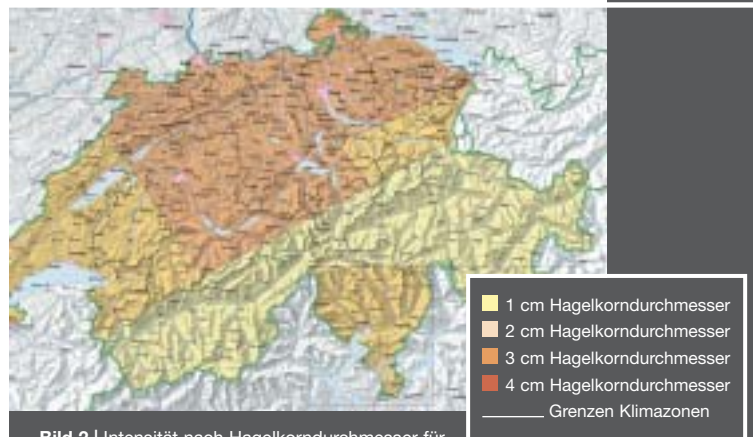


Bild 2 | Intensität nach Hagelkorndurchmesser für eine Wiederkehrperiode von 50 Jahren in der Schweiz



Bild 3 | Einfamilienhaus erbaut ca. 1935. Massives, verputztes Mauerwerk, Holzfenster (mit Vorfenster), Holzfensterläden, Steildach mit Ziegeleindeckung (Pfannenziegel)



Bild 4 | Doppelfamilienhaus erbaut 2004. Massiver Sichtbetonsockel, horizontale Bretterverkleidung, Lärche unbehandelt, Holzfenster mit Stoffstoren, Attikageschoss mit Metallverkleidung

Bild 5 | Beschuss und Schadensbild eines Rafflamellenstores



Hierfür ist die Schweiz in elf Klimazonen aufgeteilt. Im zentralen und östlichen Mittelland sowie im östlichen Jura sind Hagelkörner von mindestens 3 cm mit einer Wiederkehrperiode von 50 Jahren zu erwarten. Die Regionen Wallis und Graubünden sind am wenigsten von Hagelstürmen betroffen. Letztlich sind die Westschweiz und das Tessin von einer mittleren Hagelgefährdung (Hagelkörner von 2 cm für WP 50 Jahre) betroffen. Generell kann gesagt werden, dass mit der Größe der Hagelkörner auch das Schadenpotenzial ansteigt. Die Überwachung der Hagelstürme mittels Radarinformationen muss systematisch weitergeführt werden, da nur auf diese Weise eine starke Änderung der Hagelsturmaktivität in der Zukunft erfasst werden kann.

2 | Gebäudehüllen: früher – heute – morgen

2.1 | Entwicklung

Beim Hagelwiderstand von Gebäuden hat die Empfindlichkeit der verwendeten Baumaterialien und Bauteile einen wesentlichen Einfluss auf das Schadensausmaß. In den letzten hundert Jahren haben sich die Gebäudehüllen teilweise stark verändert.

Bei Wohngebäuden (Ein- oder Mehrfamilienhäuser) kam früher vorwiegend verputztes Mauerwerk mit einer Dacheindeckung aus Ziegeln zur Anwendung (**Bild 3**). Heute dominieren bei den Außenwänden verputzte Außendämmungen und vorgehängte Fassaden aus Holz oder Faserzement. Bei den Dachkonstruktionen hat sich bei Einfamilienhäusern das Steildach mit einer Eindeckung aus Ziegeln behauptet. Bei Mehrfamilienhäusern herrscht heute das Flachdach vor (**Bild 4**).

Die verwendeten Materialien bei Verwaltungsgebäuden waren früher vorwiegend Naturstein, Blech und Ziegel. Hier hat ein großer Wandel stattgefunden. Die Gebäude bestehen heute vorwiegend aus Glas und benötigen die entsprechenden Beschattungsvorrichtungen. Zudem wenden die Architekten oft neue Formen und unterschiedliche Materialien an.

Sichtsteinmauerwerk – stabilisiert mit Metallkonstruktionen und großen Fensterpartien – dominierte früher bei Industrie- und Gewerbebauten. Hier zeichnet sich dieselbe Entwicklung wie bei den Verwaltungsbauten ab. Es kommt viel Glas zum Einsatz und neue Materialien werden angewandt.

Zusammenfassend kann man sagen, dass im Allgemeinen die Hagelresistenz der heute verwendeten Materialien geringer ist als früher.

2.2 | Entwicklungstendenzen bei Gebäudehüllen

Es ist davon auszugehen, dass sich durch die Energieverknappung und Klimaveränderung die Tendenz nach einer immer besseren Wärmedämmung fortsetzen wird. Dies hat parallel dazu eine Zunahme der Außendämmung mit Verputz zur Folge. Auch der Einsatz von Solarelementen wird merklich ansteigen.

Bei Büro- und Verwaltungsgebäuden wird die Verwendung von Glas und lichtdurchlässigen Elementen weiter steigen. Folglich kommen auch immer mehr Beschattungseinrichtungen zur Anwendung. Oft werden darüber hinaus zusätzlich Metallelemente als ästhetisches Stilmittel verwendet.

Bei Wohngebäuden und im Siedlungsbau wird die Verwendung von Holz als sichtbare Fassadenverkleidung erhöht. Zudem ist eine Entwicklung in Richtung Flachdach erkennbar.

Schwer abzuschätzen ist der Trend zur Verwendung neuer Materialien, bei denen keine Langzeiterfahrungen vorhanden sind. Hierunter fallen zum Beispiel nanotechnische Beschichtungen für die Selbstreinigung von Glas oder zum Erreichen von besonderen Farbeffekten.

2.3 | Auswirkungen auf die „Verletzlichkeit“

Bei Büro- und Verwaltungsgebäuden wird die „Verletzbarkeit“ gegenüber Hagel durch die vermehrte Verwendung von Beschattungselementen, Metall und Kunststoff zunehmen. Dazu kommt die teils experimentelle Anwendung neuer Materialien und Fassadenelemente, bei denen in vielen Fällen von einer geringen Hagelresistenz auszugehen ist. Als Beispiel hierzu seien Membranfassaden oder nanotechnische Beschichtungen genannt. Bei Wohngebäuden zeichnet sich keine Entwicklung ab, welche die „Verletzlichkeit“ gegenüber Hagel entscheidend beeinflusst.

Der Gebäudebestand in der Schweiz verändert sich nur langsam. Dies gilt auch für Gebäudehüllen, obwohl diese einen bedeutend kürzeren Erneuerungszyklus aufweisen als der Bestand.

3 | Hagelwiderstand von Baumaterialien

3.1 | Laborversuche mit künstlichem Hagel

Um einen Anhaltspunkt über den Hagelwiderstand verschiedener Bauteile und Baumaterialien der Gebäudehülle zu erhalten, führte die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa in Dübendorf umfangreiche Hageltests durch. Die Empa ist eine interdisziplinäre Forschungs- und Dienstleistungsinstitution für Materialwissenschaften und Technologieentwicklung innerhalb der Eidgenössischen Technischen Hochschule ETH Zürich. Für die Durchführung der Versuche wählten die Experten einen möglichst realitätsnahen Beschuss mit Eiskugeln. Bisher wurde für den Beschuss von Baumaterialien und Bauteilen eine Kugel aus Polyamid verwendet. Da sich die Masse und das Bruchverhalten von Polyamid- und Eiskugeln stark unterscheiden, erhält man mit dem neuen Eiskugelbeschuss realitätsnähere Ergebnisse. Die verwendeten Kugeln haben unterschiedliche Durchmesser von 10 mm, 20 mm, 30 mm, 40 mm oder 50 mm.

3.2 | Prüfverfahren

Die Empa testete aus elf verschiedenen Bauteilkategorien jeweils zwei bis sechs Bauteiltypen. So wurden zum Beispiel in der Bauteilkategorie Faserzementplatten die Bauteiltypen Faserzementplatte gewellt und Faserzementplatte flach untersucht. Bauprodukte, welche beim Dach eingesetzt werden, wurden mit einem Beschusswinkel von 90 °C beschossen, Bauteile für den Einsatz bei Fassaden hingegen mit einem Beschusswinkel von 45 °C geprüft. Den Beschussort legte die Empa für jedes Bauteil spezifisch fest.

Die Versuchsauswertung lieferte ein Abbild der entstandenen Schäden, deren erstes Auftreten und den Verlauf der Erhöhung der kinetischen Energie (**Bild 5**).

Um die Ergebnisse mit früheren Daten vergleichen zu können, wurden alle Versuche zusätzlich mit einer Polyamidkugel gleicher Größe durchgeführt. Die für einen bestimmten Schaden erforderliche Energie der Eis- bzw. der Polyamidkugeln konnten so zueinander in ein Verhältnis gesetzt werden. Dies ergibt beispielsweise wertvolle Hinweise für die Zuordnung von Hagelschlagprüfungen nach EN, welche häufig mit Polyamidkugeln durchgeführt werden, zu den schweizerischen Hagelwiderstandsklassen.

3.3 | Schadenkriterien

Wann ein Schaden eintritt, muss für jedes Bauteil einzeln bestimmt werden. Dies ist deshalb wichtig, weil Bauteile meist mehrere Funktionen aufweisen.

- **Wasserdichtheit** – das Bauteil schützt vor dem Eindringen von Wasser
- **Lichtdurchlässigkeit** – das Bauteil erlaubt die Lichttransmission
- **Lichtabschirmung** – das Bauteil schützt vor Lichteinstrahlung
- **Mechanik** – der Mechanismus des Bauteils bleibt funktionstüchtig
- **Aussehen** – das Bauteil hat eine ästhetische Funktion



Bild 6 | Gewächshaus nach einem Hagelereignis. Der vollflächige Ersatz der Scheiben ist notwendig.

Die Grenze zwischen einem beschädigten und einem unbeschädigten Bauteil wird als Schadenkriterium bezeichnet. Da bei mehreren Funktionen die Schadenkriterien verschieden sein können, kann ein Bauteil verschiedene Hagelwiderstände aufweisen. Beispielsweise kann die Beschichtung einer Fassade bereits bei relativ kleiner Hagelwirkung beschädigt werden. Die Fassade erfüllt jedoch nach wie vor das Prüfkriterium Wasserdichtheit. ▶



3.4 | Prüfvorschriften

Aus den gewonnenen Erkenntnissen erarbeiteten Fachspezialisten in Zusammenarbeit mit der Empa Prüfbestimmungen für die verschiedenen Bauteiltypen. In diesen ist in einem ersten Teil der generelle Ablauf einer Bauteilprüfung für alle Bauteiltypen definiert. In einem zweiten Teil werden bauteilspezifische Belange behandelt. Um

eine breite Abstützung in der Praxis zu erlangen, werden Fachverbände bei der Umsetzung angehört.

Aktuell ist die Ausarbeitung weiterer Prüfvorschriften im Gange. Der Bauteilkreis wird auf Solarkollektoren oder Schwimmbadabdeckungen ausgeweitet werden.

4 | Schweizerisches Hagelschutzregister (HSR)

Mit den umfangreichen Daten der Eidgenössischen Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa in Dübendorf als Basis liegt nun ein Vorschlag für ein Prüfreglement gemäß der Schweizer Norm SIA 261/1 „Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen“ zur Erstellung eines Registers vor. Er beinhaltet die Definition der Hagelwiderstandsklassen, der Prüfvorschriften für alle Bauteile sowie die formalen und rechtlichen Rahmenbedingungen.

4.1 | Hagelwiderstandsklassen

Es werden fünf Hagelwiderstandsklassen aufgrund von fünf Hagelkorngrößen und deren kinetischer Energie beim Aufprall unterschieden. Die Endgeschwindigkeit eines Hagelkorns ist pro Korngröße exakt definiert (**Tabelle**). Die Klassengrenze für den Hagelwiderstand 1 berechnet sich aufgrund der Energie beim Aufprall des Hagelkorns mit einem Durchmesser von 10 mm. Für Hagelwiderstand 2 gilt das analoge Vorgehen bei einem Korndurchmesser von 20 mm und höheren Durchmessern.

Tabelle	HAGELWIDERSTAND	DURCHMESSER (mm)	MASSE (g)	GESCHWINDIGKEIT (m/s)	KLASSENGRENZE (J)
	HW 1 SEHR SCHWACH	10	0,5	13,8	0,04
	HW 2 SCHWACH	20	3,6	19,5	0,7
	HW 3 MITTEL	30	12,3	23,9	3,5
	HW 4 HOCH	40	29,2	27,5	11,1
	HW 5 SEHR HOCH	50	56,9	30,8	27,0

Im Register werden die Hagelwiderstände für alle geprüften Kriterien (Wasserdichtheit, Lichtdurchlässigkeit, Lichtabschirmung, Mechanik und Aussehen) festgehalten. Als Hagelwiderstand des Bauteils gilt die schwächste Einreihung der Schadenkriterien.

4.2 | Publikation

Das Schweizerische Hagelschutzregister (HSR) steht unter www.hagelregister.ch zur Verfügung. Eine Veröffentlichung in Papierform ist für das Jahr 2010 geplant.

Die Online-Version wird mehrmals jährlich aktualisiert werden. Mittels einer Suchmaske soll das Auffinden von geeigneten Produkten erleichtert werden. Die Gestaltung orientiert sich am im Jahre 2000 online eingeführten Schweizerischen Brandschutzregister.

5 | Ausblick

Die Klassifizierung der Bauprodukte der Gebäudehülle erfolgt aufgrund der Schädigungsgeschwindigkeit und der kinetischen Energie eines Hagelkorns durch ein standardisiertes Prüfverfahren. Falls Bauteile bereits nach EN-Normen auf ihren Hagelwiderstand geprüft werden (z.B. Dichtungsbahnen nach EN 13583), erfolgt eine Zuordnung zu den Hagelwiderständen HW 1 bis HW 5 ohne zusätzliche Prüfung.

Ziel des Schweizerischen Hagelschutzregisters (HSR) ist die Verbesserung der Hagelschadenprävention. Eigentümern und Planern soll bei der Schadenbehebung sowie insbesondere bei der Planung von Gebäuden eine transparente Entscheidungsgrundlage über die gängigsten Produktgruppen zur Verfügung stehen. Hersteller von Bauprodukten sollen durch das Register angeregt werden, hagelwiderstandsfähige Materialien zu entwickeln. Die zukünftige Nutzung des Schweizerischen Hagelschutzregisters (HSR) durch Bauherren, Planer und Hersteller hat einen großen Einfluss auf die Entwicklung und Erhältlichkeit von hagelresistenten Bauteilen und Baumaterialien. Unmittelbar bevor steht die Festlegung der regionalen Hagelwiderstände als Schutzziel für die Gebäudehüllen durch die kantonalen Baubehörden. Die Einführung und Umsetzung des Schweizerischen Hagelschutzregisters (HSR), abrufbar im Internet unter www.hagelregister.ch, soll letztlich die Entwicklung zu immer häufigeren und immer höheren Schäden durch Hagel stoppen. ■

Olivier Lateltin, Dr. sec. nat. Geologe,
Geschäftsbereichsleiter Elementarschaden-
Prävention, Vereinigung Kantonalen
Feuerversicherungen VKF,
Bundesgasse 20, 3001 Bern,
lateltin@vkf.ch

Martin Jordi, Dipl. Bauingenieur HTL,
Fachspezialist Elementarschaden-
Prävention, Vereinigung Kantonalen
Feuerversicherungen VKF,
Bundesgasse 20, 3001 Bern,
jordi@vkf.ch

Weiterführende Informationen und Quellenangaben

- Das Projekt „Elementarschutzregister Hagel“ wurde von der Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV) in Auftrag gegeben und finanziert.
- Der zusammenfassende Bericht kann bestellt werden bei: jordi@vkf.ch
- Das Projekt war in folgende vier Unterprojekte aufgeteilt:
Hagelstürme in der Schweiz | Dr. Hans-Heinrich Schiesser: Wiederkehrperioden von schadenbringenden Hagelkorngrößen – eine Abschätzung. Zürich, 2006
Widerstand der Gebäudehülle | Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt Empa, Dübendorf, 2007, Projektleiter: P. Flüeler;
Schadenpotentiale | Basler & Hofmann AG, Zürich, 2007, Projektleiterin Dr. A. Eckhardt Scheck;
Elementarschutzregister | Egli Engineering, St. Gallen, 2007, Projektleiter: Dr. Th. Egli

Dr. Th. Egli: Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF (www.vkf.ch), Bern, 2008

Das Schweizerische Hagelschutzregister (HSR) im Internet:
www.hagelregister.ch



Bildnachweis | Bild 1-4: Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen KGV, Bern, 2007; Bild 5: Empa, Dübendorf und Flüeler Polymer Consulting GmbH, Aathal, 2007; Bild 6: Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren, Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen VKF