

Ereignisanalyse

# Hagel 2009

Untersuchung der Hagelunwetter vom 26. Mai und 23. Juli 2009



## Herausgeber

Alle Rechte vorbehalten © 2012  
Interkantonaler Rückversicherungsverband IRV  
Bundesgasse 20  
CH-3001 Bern  
www.irv.ch



Interkantonaler Rückversicherungsverband  
Union intercantonale de réassurance

## Autoren

Dr. Markus Imhof  
Marc Choffet

## Koordination

Dr. Markus Imhof  
Rolf Meier

## Wissenschaftliche Mitarbeit

Jolanda Gredig  
Michèle Fahrni

## Fachliche Beratung

Dörte Aller, Kantonale Gebäudeversicherung Zürich  
Christine Haas, Kantonale Gebäudeversicherung Zürich  
Prof. Michel Jaboyedoff, Institut de Géomatique et d'Analyse du Risque/Universität Lausanne  
Martin Jordi, Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen  
Fredy Weber, Kantonale Gebäudeversicherung Thurgau

## Übersetzung französische Version

GLOBAL TRANSLATIONS GmbH, Sutz-Lattrigen

## Umsetzung und Produktion

Rickli + Wyss, Bern

## Auflage

700 Exemplare deutsch  
300 Exemplare französisch

## Daten-/Informationsquellen

Bundesamt für Landestopografie swisstopo  
Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz  
Kantonale Gebäudeversicherung Bern  
Kantonale Gebäudeversicherung Freiburg  
Kantonale Gebäudeversicherung Luzern  
Kantonale Gebäudeversicherung Thurgau  
Kantonale Gebäudeversicherung Waadt  
meteoradar GmbH

## Fotos

Kantonale Gebäudeversicherung Thurgau  
Markus Imhof, Interkantonaler Rückversicherungsverband

## Fotos Titelseite

Von links oben nach rechts unten:  
Abrieb durch Hagelschlag an Anstrich auf Holz  
Durchschlagene Doppelstegplatten einer Lichtkuppel  
Beschädigtes Schindeldach  
Durchlöcherter Aufbortung der Dichtungsbahnen eines Flachdaches  
Durchschlagener Verputz auf Aussenisolation  
Durchschlagenes Welleternit-Dach  
(alle Fotos: Kantonale Gebäudeversicherung Thurgau)

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Impressum</b> .....  | <b>2</b>  |
| <b>Inhaltsverzeichnis</b> .....   | <b>3</b>  |
| <b>Zusammenfassung</b> .....  | <b>4</b>  |
| <b>1. Einleitung</b> .....  | <b>5</b>  |
| <b>2. Das Hagelereignis am 26. Mai 2009 im Kanton Thurgau</b> .....                                 | <b>5</b>  |
| 2.1 Wetterablauf am 26. Mai 2009 .....  | 5         |
| 2.2 Vorgehensweise und verfügbare Daten .....   | 7         |
| 2.3 Ergebnisse der Auswertung auf der Ebene «betroffener Gebäudebestand» .....                      | 10        |
| 2.4 Ergebnisse der Auswertung auf der Ebene «Einzelschaden-Stichprobe» .....                        | 16        |
| 2.5 Ergebnisse der Auswertung auf der Ebene der 5% grössten Einzelschäden .....                     | 24        |
| <b>3. Das Hagelereignis am 23. Juli 2009 in den Kantonen Waadt, Freiburg, Bern und Luzern</b> ..... | <b>29</b> |
| 3.1 Wetterablauf am 23. Juli 2009 .....   | 29        |
| 3.2 Einordnung des Ereignisses .....  | 31        |
| 3.3 Auswertung der Einzelschäden .....  | 33        |
| 3.4 Korngrössenverteilung .....   | 33        |
| 3.5 Anzahl beschädigter Gebäude .....   | 34        |
| 3.6 Schadenssumme .....   | 34        |
| 3.7 Durchschnittlicher Gebäudeschaden .....   | 34        |
| 3.8 Struktur der Schadenbeträge .....   | 36        |
| 3.9 Verteilung der Schäden auf die einzelnen Zweckbestimmungen .....                                | 37        |
| 3.10 Typische Eigenschaften grosser Hagelschlagereignisse .....                                     | 39        |
| <b>4. Beziehung Intensität/Schaden</b> .....  | <b>39</b> |
| <b>5. Schadenarten</b> .....  | <b>42</b> |
| <b>6. Wirkung von Schadenminderung und -verhütung</b> .....   | <b>43</b> |
| <b>7. Schlussfolgerungen, Erkenntnisse, Ausblick</b> .....  | <b>45</b> |
| <b>8. Dank</b> .....  | <b>47</b> |
| <b>9. Literaturverzeichnis</b> .....  | <b>48</b> |
| <b>Anhang A: Orientierungskarten für die im Bericht genannten Örtlichkeiten</b> .....               | <b>49</b> |
| <b>Anhang B: VKF-Code Zweckbestimmung</b> .....   | <b>51</b> |

Am 26. Mai 2009 zog ein ausserordentlich kräftiger Hagelzug durch den Kanton Thurgau, und am 23. Juli 2009 durchquerte eine Superzelle mit intensivem Hagelschlag der Reihe nach die Kantone Waadt, Freiburg, Bern und Luzern. In beiden Fällen führten bis zu tennisballgrosse Hagelkörner zu überaus massiven Schäden an Gebäuden, Kulturen und Fahrzeugen. Hinzu kamen bei beiden Ereignissen Schäden durch Sturmwinde, die Dächer abgedeckt hatten, und vielerorts war Wasser in Keller, Lichtschächte und Tiefgaragen eingedrungen. Für die Gebäudeversicherungen der Kantone Thurgau und Freiburg erwiesen sich die jeweiligen Gewitterstürme als das teuerste Einzelschadenereignis in ihrer Geschichte, doch auch in den Kantonen Waadt, Bern und Luzern fielen die Schäden ausserordentlich hoch aus.

Die vorliegende Studie bezweckt die detaillierte Analyse der bei den Gebäudeversicherungen der genannten Kantone eingegangenen Schadenmeldungen. Sie konzentriert sich dabei einzig auf die durch den Hagel verursachte Schadenwirkung; Sturm- und Überschwemmungsschäden wurden somit nicht berücksichtigt.

Die Tatsache, dass die Gebäudeversicherung Thurgau ausführliche Schadeninformationen in digitaler Form verwaltet, ermöglichte die detaillierte Auswertung nach Art und Material der beschädigten Bauelemente. Auf Grundlage dieser Daten kann quantitativ belegt werden, welche Bauelemente von Gebäuden die meisten und teuersten Hagelschäden erlitten, nämlich Dächer, Fassaden und Raff- bzw. Rollstoren. Auffällig häufig betroffen waren dabei die Materialien Faserzement, Anstriche und Blech. Es zeigte sich zudem, dass Schäden an Wohngebäuden – insbesondere an neuen – überdurchschnittlich oft in den Schadenmeldungen vertreten sind. Die Ursache hierfür liegt wohl nicht in erster Linie in der höheren Verletzlichkeit der Wohngebäude gegenüber Hagel, sondern eher darin, dass die Besitzer ihrem Wohneigentum ganz besonderes Augenmerk widmen und selbst geringfügige Beschädigungen feststellen und anmelden.

Im Rahmen der Untersuchung zeigten sich deutlich die Vorteile, welche die Kenntnis der Lagekoordinaten der Schadenobjekte bietet: Die Intensitätszentren, aber auch die Randbereiche des Ereignisses liessen sich räumlich genau zuordnen und dadurch zuverlässiger interpretieren.

Mithilfe der Schadeninformationen der Kantonalen Gebäudeversicherungen einerseits und der über das Ereignis aufsummierten Wetterradardaten andererseits konnte eine Intensitäts-Schaden-Beziehung für das Ereignis vom 23. Juli 2009 abgeleitet werden. Anhand der Informationen liess sich überdies die Grössenordnung der Einsparungen abschätzen, die beim entsprechenden Ereignis bei konsequentem Einsatz von Baumaterial mit Hagelwiderstand HW 3 hätten realisiert werden können; sie betragen immerhin etwa 5–15%. Bei einer (Brutto-)Gesamtschadenssumme des Juli-Ereignisses von rund 270 Mio. CHF beläuft sich dies auf eine stattliche Summe.

Es entspricht durchaus dem Wunsch der Herausgeber, wenn die in der vorliegenden Publikation zusammengestellten Zahlen und Fakten als Argumentationsgrundlage für die Belange der Elementarschadenprävention genutzt werden.

## Wichtigste Fakten in Kürze

### Hagelereignis:

Hauptsächlich betroffen:

Max. Hagelkorndurchmesser\*:

Gesamtschadenssumme netto\*:

Gesamtschadenssumme brutto\*:

Anzahl anerkannte Schäden\*:

Mittlerer Schaden (brutto)\*:

Median Schaden (brutto)\*:

Grösster Einzelschaden\*:

Einstufung:

### 26. Mai 2009

Kanton TG

6.5 cm

43 Mio. CHF

47 Mio. CHF

7'300

5'900 CHF

2'900 CHF

300'000 CHF (Storenhersteller)

Grösstes von der GVTG verzeichnetes Elementarschadenereignis überhaupt.

### 23. Juli 2009

Kantone VD, FR, BE, LU

6.5 cm

254 Mio. CHF

267 Mio. CHF

48'000

5'600 CHF

3'200 CHF

350'000 CHF (Glaserfirma)

Grösstes von der GVFR verzeichnetes Elementarschadenereignis überhaupt.

(\* nur genannte Kantone)

## 1. Einleitung

Als am 26. Mai 2009 ein schwerer Hagelzug über den Kanton Thurgau hinwegzog und Gebäudeschäden in der Grössenordnung von rund 47 Mio. CHF hinterliess, war von Seiten des IRV rasch klar, dass eine vertiefte Analyse dieser Schäden vorgenommen werden sollte. Nur zwei Monate später, am 23. Juli 2009, wütete ein weiteres ausserordentlich schweres Gewitter insbesondere über der westlichen Schweiz und verursachte Gebäudeschäden von gegen 270 Mio. CHF. Es war daher naheliegend, auch die Schäden dieses Ereignisses in die Untersuchung einzubeziehen.

Die zu Tausenden eingehenden Schadenmeldungen stellten die betroffenen Gebäudeversicherungen vor grosse Herausforderungen: Ihre Mitarbeitenden leisteten Überstunden und Wochenendeinsätze, bereits pensionierte Schadensschätzer wurden reaktiviert. Vereinzelt wurden gar neue Stellen geschaffen, um die Spitzenbelastung bewältigen zu können. Dennoch beschwerten sich Kunden darüber, nach der Erhebung durch den Schadensschätzer über Monate nichts mehr von der Gebäudeversicherung gehört zu haben. Dies war nicht zuletzt eine Folge der Prioritätensetzung: Durchschlagene Dächer standen zuoberst auf der Dringlichkeitsliste der Gebäudeversicherungen, Kunden mit beschädigten Raffstoren mussten sich wohl oder übel gedulden. Doch selbst wenn die Gebäudeversicherung schliesslich grünes Licht für die Schadenvergütung gegeben hatte – genauso ausgelastet waren auch die Firmen in der Region, welche die von der Gebäudeversicherung gutgeheissenen Reparaturen anschliessend hätten ausführen sollen. Kurz: Es handelte sich in jeder Beziehung um aussergewöhnliche Ereignisse.

In der vorliegenden Analyse wurden insbesondere folgende Fragen untersucht:

- Welche Gebiete wurden wie stark betroffen? Wo traten welche Intensitäten auf? Wie aussergewöhnlich waren die beiden Schadenereignisse in meteorologischer und schadentechnischer Hinsicht?
- Welcher Anteil an der Gesamtheit der Schäden kommt den einzelnen Bauteilen und Materialien der Gebäudehüllen zu, d.h. welche erwiesen sich als besonders empfindlich, welche als besonders widerstandsfähig?
- Ist das Hagelregister das richtige Instrument, um künftigen Hagelschäden an Gebäuden wirksam entgegenzuwirken? Ist bei der Wahl von Bauelementen ein Hagelwiderstand HW 3 als Richtwert geeignet? Lässt sich abschätzen, welche Schäden bei konsequenter Anwendung von Produkten mit Hagelwiderstand HW 3 hätten verhindert werden können?
- Welchen Einfluss hat die Schadenwahrnehmung der Kunden?

- Kann die Schadenaufnahme der Kantonalen Gebäudeversicherungen im Hinblick auf zukünftige Auswertungen verbessert werden?
- Welche Schlussfolgerungen lassen sich aus Sicht der Elementarschadenprävention ziehen?

## 2. Das Hagelereignis am 26. Mai 2009 im Kanton Thurgau

### 2.1 Wetterablauf am 26. Mai 2009

Im Vorfeld einer Kaltfront aus Westen überquerte am 26. Mai 2009 eine sehr aktive Gewitterlinie die Schweiz von Südwesten her. Je nach Region führte diese zu heftigen Böen, Hagelschlag oder intensiven Regenfällen. Mehrere Faktoren führten laut MeteoSchweiz zu diesen starken Gewittern. Zum einen war in den vorangehenden Tagen sehr warme Luft direkt von Nordafrika in den Alpenraum geführt worden, was sich in für die Jahreszeit ausserordentlich hohen Temperaturen (deutlich über +30°C) auf der Alpennordseite äusserte. In dieser sehr trockenen Luft bildeten sich jedoch nur wenige Wärmegewitter. Dadurch hielt die Atmosphäre einen grossen Teil der potenziellen Energie zurück. Ab dem Abend des 25. Mai begann sich die vom Atlantik heranrückende Kaltfront mit frischer Polarluft nach Osten zu verlagern. Die Kaltluft hob die heisse Subtropenluft kräftig in die Höhe, was entlang der Front zu mächtigen Gewitterzellen führte. Die Gewitterlinie bildete sich kurz vor Mittag in der Nähe des Mont-Blanc-Massivs. In den folgenden sieben bis neun Stunden verlagerte sie sich vom Chablais den Voralpen entlang in Richtung Ostschweiz und damit in Gebiete, die im Laufe des Tages bereits stark erwärmt worden waren. Dadurch erhöhte sich der Temperaturgegensatz zwischen kalter und warmer Luft, weshalb sich die Gewitter gegen die Ostschweiz hin laufend verstärkten.

Die Zunahme der Gewitterintensität zeigte sich auch an der Grösse der beobachteten Hagelkörner: Während aus dem Berner Oberland, der Innerschweiz und aus der Region Zürich Durchmesser bis etwa 2.5cm gemeldet wurden, seien<sup>1</sup> in der Ostschweiz und in Süddeutschland bis gut 6cm grosse Körner gefallen. Die gemessenen Ereignisniederschlagsmengen betragen in der Zugbahn der Gewitter gemäss MeteoSchweiz zwischen 20 und 50mm. Am meisten regnete es mit 35 mm innerhalb einer Stunde auf dem Napf sowie mit 29 mm in Tänikon TG in nur gerade

<sup>1</sup> Der Konjunktiv spielt auf die Skepsis an, die gemeldeten Hagelkorngrossen jeweils entgegengebracht werden sollte, insbesondere, wenn die Durchmesser nicht gemessen, sondern anhand von Vergleichsgegenständen wie beispielsweise Baumnüssen, Aprikosen oder Tennisbällen beschrieben werden; vgl. dazu Hohl et al., 2002.



## 2. Das Hagelereignis am 26. Mai 2009 im Kanton Thurgau

zwanzig Minuten. Dies ist insofern relevant, als grosse Niederschlagsmengen bei bereits durch Hagel beschädigten Gebäuden oft zu beträchtlichen Folgeschäden führen (Hohl et al., 2002).

Die Gewitter erreichten den Kanton Thurgau um 15.40 Uhr mitteleuropäischer Sommerzeit (MESZ). Die Wetterstation auf dem Hörnli verzeichnete zu dieser Zeit eine Böenspitze von 116 km/h. Bereits zwanzig Minuten später wurden in Güttingen am Bodensee 98 km/h gemessen, und auch in Steckborn TG traten Böen bis 116 km/h auf. Dabei kann es sich allerdings nicht um eine einheitliche Böenfront der nach Nordwesten ziehenden Gewitterzelle gehandelt haben, da sich diese mit einer Geschwindigkeit von 110 km/h bewegt haben müsste, also annähernd mit der grössten gemessenen Windgeschwindigkeit. Die Radaranimationen der MeteoSchweiz lassen vielmehr grossräumig eine rasante Auslösung in der labilen Atmosphäre erkennen, ähnlich einer Rauchgasdurchzündung, wie sie bei Bränden in geschlossenen Räumen beobachtet werden kann. Hierbei bewegt sich nicht die eigentliche Brandquelle, sondern es ist die Feuerfront, die sich durch fast augenblickliche Entzündung der Rauchgase rasend schnell ausbreitet. In analoger Weise eilte der ursprünglichen Gewitterzelle eine Art Ausbreitungsfront voraus, indem die Atmosphäre im Vorfeld der Zelle grossflächig «aufbrodelte». Dadurch schwoll die Zelle in kürzester Zeit nach Nordosten hin an und verbreitete als Begleiterscheinungen Sturmböen, Schauer und Hagel.

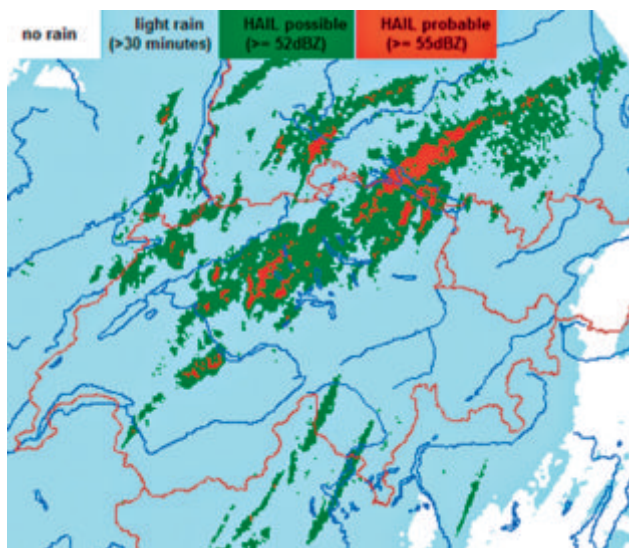


Abb. 1: Durch Hagel am 26. Mai 2009 zwischen 0 und 24 Uhr UTC betroffene Regionen, abgeleitet aus Wetterradardaten (mitteleuropäische Sommerzeit MESZ = UTC + 2 h; Quelle: MeteoSchweiz).

Die Gebäudeversicherung des Kantons Thurgau verzeichnete mit dem Hagelschlag am 26. Mai 2009 das grösste Einzelschadensereignis ihrer Geschichte (Geschäftsbericht

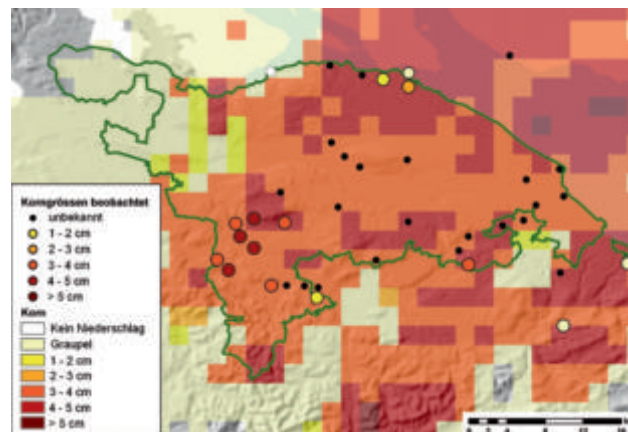


Abb. 2: Korngrößenverteilung des Hagels vom 26. Mai 2009 im Kanton Thurgau; beobachtet bzw. aus Radardaten abgeleitet (Radardaten: meteoradar; kartografische Grundlagen: swisstopo).

2009). Von vergleichbarer Grössenordnung waren einzig die Überschwemmungsschäden im Jahr 1999, wobei sich diese jedoch über einen wesentlich längeren Zeitraum akkumulierten, während die 2009er Spitze in Abb. 3 fast ausschliesslich auf das eine Hagelereignis zurückzuführen ist. Selbst die Schäden durch den Sturm «Lothar» im Dezember 1999 erreichten im Kanton Thurgau bei weitem nicht das Niveau der Hagelschäden vom Mai 2009.

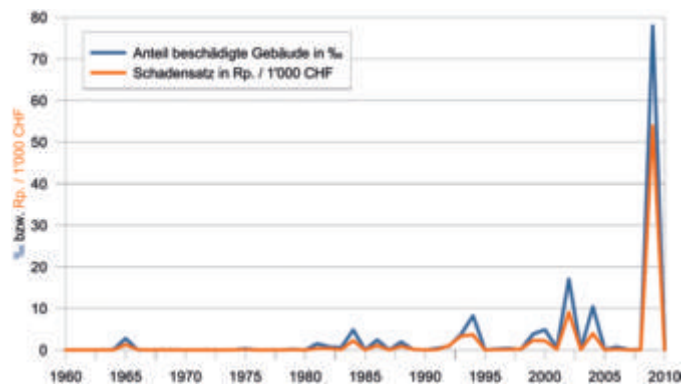


Abb. 3: Entwicklung der hagelbedingten Gebäudeschäden im Kanton Thurgau seit 1960 (Quelle: Schadenstatistik VKF).

Der IRV hat das «Institut de Géomatique et d'Analyse du Risque (IGAR)» der Universität Lausanne mit der Ausführung einer Detailuntersuchung der Gebäudeschäden vom 26. Mai 2009 betraut. Hauptziel war die Erarbeitung einer Zahlen- und Faktenbasis zu den Schäden, wie sie ein aussergewöhnlich schwerer Hagelschlag an Gebäuden verursacht. Diese soll als Argumentationshilfe beispielsweise in der Diskussion mit Bauelemente-Herstellern im Zusammenhang mit Präventionsmassnahmen dienen, aber auch als Grundlage im Hinblick auf Versicherungsfragen (z.B. bezüglich der Vergütung von Schäden an besonders empfind-

lichen Bauelementen wie Raff- und Rollstoren). Ein weiteres Ziel war die Erarbeitung einer Methodik, mit deren Hilfe Detailinformationen zu Gebäudeschäden möglichst effizient aus Schadendossiers extrahiert und quantitativ ausgewertet werden können.

Für die Untersuchung fiel die Wahl aus folgenden beiden Gründen auf den Kanton Thurgau:

- Das schwere Hagelereignis erfolgte dort zwei Monate früher, d.h. die Schadenaufnahmen waren schon weiter fortgeschritten als in den vom Juli-Hagel betroffenen Kantonen.
- In Form von Verfügungen (s. Kap. 2.2) liegen bei der Gebäudeversicherung des Kantons Thurgau Dokumente in digitaler Form vor, die sich relativ effizient auswerten lassen.

## 2.2 Vorgehensweise und verfügbare Daten

Für die Auswertung des Hagelereignisses vom 26. Mai 2009 stellte die Gebäudeversicherung Thurgau folgende Datengrundlagen zur Verfügung:

- 5'430 Schaden-Verfügungen in Form von «Excel»-Dateien (Abb. 4).
- Eine Liste mit 7'337 Einzelschäden im «Excel»-Format (Abb. 5).

| SCHADERSCHÄTZUNG<br>(Verfügung)  |   | Schaden-Nr.                         | 09 3753       |
|--|---|-------------------------------------|---------------|
|  |   | Telefon Schadedienst: 052 724 24 90 |               |
| <input type="checkbox"/> Feuer <input type="checkbox"/> Rauch <input type="checkbox"/> Hitze <input type="checkbox"/> Blitz <input type="checkbox"/> Explosion <input type="checkbox"/> Sturm <input checked="" type="checkbox"/> Hagel <input type="checkbox"/> Hochwasser<br><input type="checkbox"/> Überschwemmung <input type="checkbox"/> Schneedruck <input type="checkbox"/> Schneerutsch <input type="checkbox"/> Steinschlag <input type="checkbox"/> Erdbeben |   |                                     |               |
| Vers.- Summe:  | CHF 923'650.00  | Vers.- Nr.:                         | 62/7/863      |
| Lage:  | Bottenriedweg 27, 9705 Stettfurt                        | Schadendatum:                       | 26. Mai 2009  |
| Eigentümer:  | Kradolfer Manfred<br>Bottenriedweg 27<br>9707 Stettfurt | Verwaltung:                         |               |
| Schadenbeschreibung und -berechnung:   |   |                                     |               |
| Hagelschaden: Fassade, Fensterbänke, Fallrohr, Elektroinstallationen, Eternitdach  |   |                                     |               |
| Wiederherstellungskosten:  |   |                                     |               |
| Eigenleistungen  |   | pauschal                            | CHF 75.00     |
| Elektriker   |   | ca. CHF                             | 300.00        |
| Aussendämmung inkl. Gerüst, Maltech  |   | ca. CHF                             | 16'200.00     |
| Gerüstung, Abdeckbleche Fenster, Fensterbänke  |   | ca. CHF                             | 7'000.00      |
| Eternitdach und Fallstrang, Kuoter Wängli  |   | ca. CHF                             | 2'800.00      |
| Abdeckung Terasse, Fallrohr, Stirn- Ortblech, Kustur   |   | ca. CHF                             | 4'910.00      |
| Geländer Montage, Demontage, Oppkofer  |   | ca. CHF                             | 3'700.00      |
| lösen v. Drahtseilen gem. Offerte Griesser AG  |   | ca. CHF                             | 500.00        |
| Umgebungsarbeiten im Bereich Mauerfuss gem. Offerte Grünwerk   |   | ca. CHF                             | 2'240.00      |
| Vorhalle v. Gerüstung  |   | ca. CHF                             | 150.00        |
| Diese Verfügung ersetzt jene vom 01.07.2009  |   |                                     |               |
| Kostenüberschreitungen sind der Gebäudeversicherung vor der Ausführung zu melden. Die Auszahlung erfolgt nach Abschluss der Wiederherstellungsarbeiten. Es können Teilzahlungen geleistet werden.  |   |                                     |               |
| Schadensumme   |   |                                     | CHF 37'875.00 |

Abb. 4: (Fiktives) Beispiel einer Schaden-Verfügung der Gebäudeversicherung Thurgau; die für die Auswertung relevanten Informationen sind rosa hinterlegt (nach Choffet et al., 2011).

| Gemeinde-Nr | Baujahr | Schaden-Nr | Schadensdatum | Zweck | X-Koord | Y-Koord | Schadenssumme | Verswert x 1000 |
|-------------|---------|------------|---------------|-------|---------|---------|---------------|-----------------|
| 6           | 1958    | 200903668  | 20090526      | 29    | 710435  | 260310  | 2668          | 587             |
| 6           | 1955    | 200903669  | 20090526      | 06    | 710021  | 266754  | 2895          | 1581            |
| 3           | 1857    | 200903667  | 20090526      | 38    | 711218  | 264788  | 1608          | 52              |
| 23          | 1958    | 200903671  | 20090526      | 29    | 711179  | 269830  | 9488          | 508             |
| 24          | 1994    | 200903676  | 20090526      | 38    | 711218  | 269052  | 105000        | 2698            |
| 17          | 1928    | 200903678  | 20090526      | 20    | 716229  | 264812  | 15328         | 621             |
| 24          | 1947    | 200903675  | 20090526      | 20    | 710021  | 269510  | 37398         | 1261            |
| 19          | 2002    | 200903670  | 20090526      | 51    | 714128  | 264628  | 5492          | 682             |
| 36          | 1758    | 200903672  | 20090526      | 31    | 714128  | 266357  | 14998         | 1657            |
| 41          | 1948    | 011201661  | 01120126      | 25    | 711194  | 269741  | 11721         | 1488            |

Abb. 5: Ausschnitt aus der Liste der Einzelschäden der Gebäudeversicherung Thurgau (fiktive Daten).

Wie Abb. 6 zeigt, erfolgte die Untersuchung auf zwei unterschiedlichen Betrachtungsniveaus: Einerseits auf der Ebene des gesamten betroffenen Gebäudebestandes, andererseits auf der Ebene der einzelnen beschädigten Gebäude.

### a) Statistische Analyse und kartografische Darstellung über die Gesamtheit des betroffenen Gebäudebestandes (7'337 Schäden)

Die Liste der Einzelschäden (Abb. 5) enthält für jeden Schaden folgende Informationen:

- Nummer der Gemeinde, in welcher das beschädigte Gebäude steht
- Baujahr des beschädigten Gebäudes
- Schadennummer
- Schadendatum (26. Mai 2009)
- Zweckbestimmung der beschädigten Gebäude
- X-Koordinate
- Y-Koordinate
- Schadenssumme in CHF (Nettoschaden, d.h. nach Abzug des Selbstbehaltes)
- Versicherungswert in tausend CHF

Damit lassen sich Auswertungen vornehmen, die Auskunft geben über:

- Schadenssumme brutto in CHF (d.h. vor Abzug des Selbstbehaltes zwecks Vergleichbarkeit der Schadendaten verschiedener Kantonalen Gebäudeversicherungen untereinander)

- räumliche Verteilung der Schäden
- Dichte von Schadenanzahl und -höhe pro km<sup>2</sup>
- Schadenanzahl und -höhe pro Gemeinde
- statistische Verteilung der Einzelschadenbeträge

Der Datensatz mit den georeferenzierten 7'337 beschädigten Gebäuden – 8.4% des gesamten Gebäudebestandes im Kanton Thurgau (Stand 2009: 93'240) – wurde für die raumbezogenen Auswertungen ins Geografische Informationssystem ArcGIS 9 importiert.

### b) Statistische Auswertung einer Zufallsstichprobe von Verfügungen

Bei den Verfügungen handelt es sich um eine dem Gebäudebesitzer von der Kantonalen Gebäudeversicherung zugestellte Auflistung der von ihr genehmigten Entschädigungszahlungen. Im Gegensatz zur Einzelschadenliste gliedern die Verfügungen die Schäden pro betroffenen Gebäude weiter auf und liefern Informationen über die Art der beschädigten Bauteile und deren Material. Da sich die Verfügungen nicht vollautomatisch auswerten lassen – insbesondere Art und Material der Bauelemente mussten manuell zugeordnet werden – erforderten die Auswertungen aus Gründen des Arbeitsaufwandes die Beschränkung auf eine Stichprobe von 500 Schäden (ca. 7% der Gesamtschadenanzahl). Diese wurde gezogen, indem die nach Schadennummer<sup>2</sup> geordneten Verfügungen aus dem Microsoft® Windows Dateimanager herauskopiert wurden, und zwar im regelmässigen Abstand, d.h. jeweils die x.-nächste Spalte (Abb. 7).

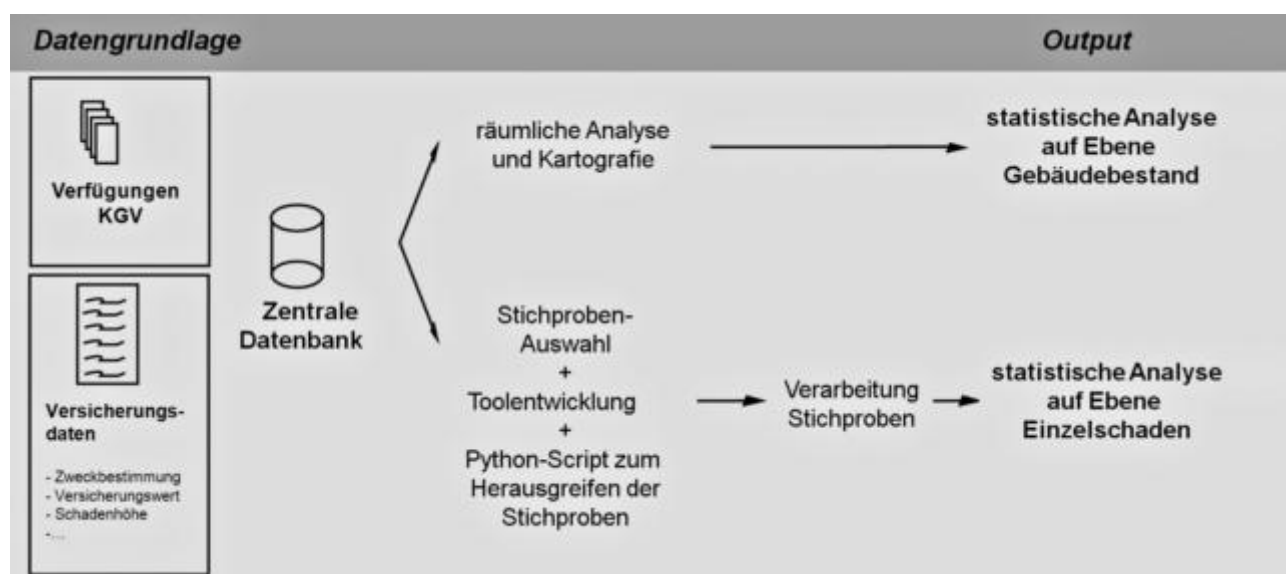


Abb. 6: Prinzip der Vorgehensweise für die Auswertung der verfügbaren Schadendaten (nach Choffet et al., 2011).

<sup>2</sup> Die Schadennummer wird chronologisch nach Eingang der Schadenmeldung vergeben. Grössere und besonders offensichtliche Schäden dürften daher in der vorderen (d.h. früher erfassten) Hälfte der nach Schadennummer sortierten Verfügungen übervertreten sein.



Dadurch ist gewährleistet, dass Daten aus der gesamten Spanne des Schadenbestandes zu gleichen Teilen in der Stichprobe enthalten sind, wodurch die Stichprobe einer reinen Zufallsstichprobe sehr nahe kommt. Der Einfachheit halber (und nicht ganz korrekt) wird sie nachfolgend als «Zufallsstichprobe» bezeichnet.

Aus den Verfügungen sollten die in Abb. 4 rosa markierten Informationen in eine Datenbank aufgenommen werden:

- Schadennummer
- Versicherungsnummer des beschädigten Gebäudes
- Schadendatum (26. Mai 2009)
- Schadenbeschreibung und -berechnung
- Wiederherstellungskosten/Teilschadenssumme pro Teilschaden sowie Beschreibung desselben
- Gesamtschadenssumme (brutto, d.h. vor Abzug des Selbstbehaltes)

Da die entsprechenden Informationen auf jeder Verfügung an der gleichen Stelle enthalten sind, konnten sie mit Hilfe eines am IGAR entwickelten VBA-Excel-Tools (Abb. 8) halb-

automatisch herauskopiert werden, was den Arbeitsaufwand gegenüber einer rein manuellen Auswertung beträchtlich reduzierte. Einer vollautomatischen Lösung stand keine technische Ursache im Wege, sondern die Tatsache, dass Art und Material der beschädigten Bauelemente in den Verfügungen nicht standardisiert (codiert), sondern in freiem Text aufgeführt sind. Die entsprechenden Informationen mussten daher durch die auswertende Person in feste Kategorien eingeteilt werden.

Die Auswertung der Informationen aus den Verfügungen erlauben Aussagen zu:

- besonders empfindlichen bzw. widerständigen Bauelementen
- besonders empfindlichen bzw. widerständigen Baumaterialien
- Abhängigkeit der Schadenhöhe von Art und Material der Bauelemente
- Abhängigkeit der Schadenhöhe vom Baujahr

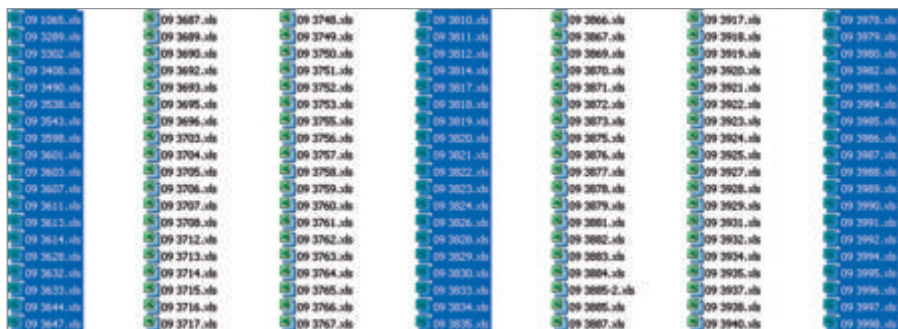


Abb. 7: Prinzip der Stichprobenauswahl: Jede x.-nächste Spalte – blau markiert – wurde aus dem Microsoft® Windows Dateimanager herauskopiert und damit Teil der Stichprobe.

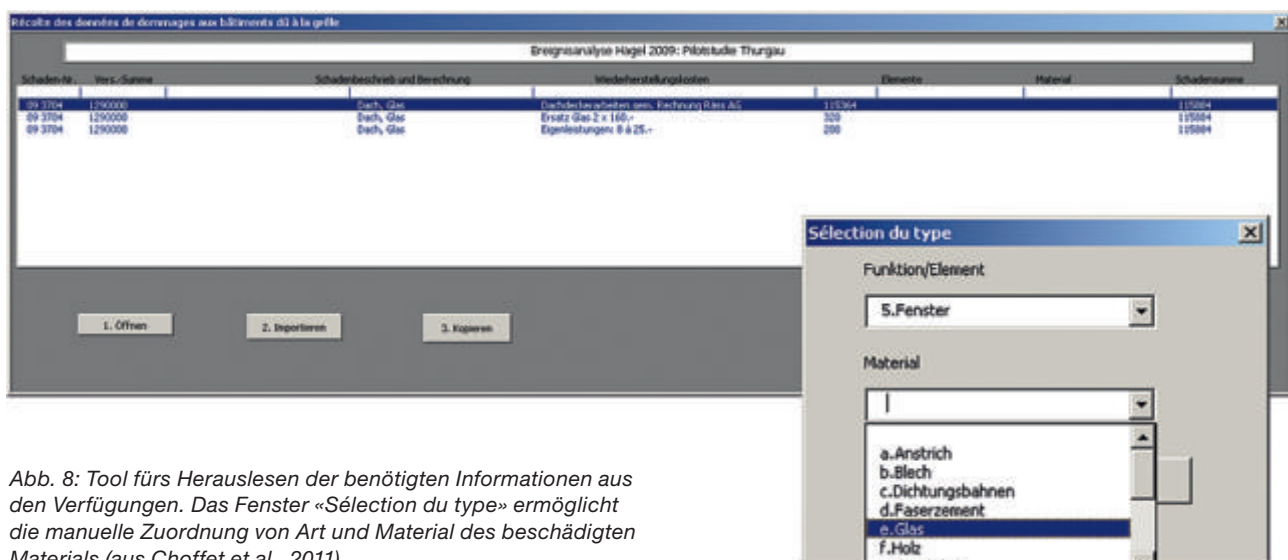


Abb. 8: Tool fürs Herauslesen der benötigten Informationen aus den Verfügungen. Das Fenster «Sélection du type» ermöglicht die manuelle Zuordnung von Art und Material des beschädigten Materials (aus Choffet et al., 2011).

Neben Vorteilen – detailliertere Zusammenstellung der Schadensituation sowie der betroffenen Bauelemente und Materialien – müssen mit der Auswertung von Verfügungen auch einzelne Nachteile in Kauf genommen werden, denn Verfügungen werden nicht in der Absicht erstellt, eine auswertbare Datenbasis zu liefern. Da sie individuell für den Kunden abgefasst werden, sind die Rubriken «Schadenbeschreibung und -berechnung» bzw. «Wiederherstellungskosten» bezüglich ihres Inhalts und Detaillierungsgrades nicht standardisiert (codiert). So sind Art und Material der beschädigten Bauelemente oft nicht bezeichnet, und es ist oft auch nicht möglich, zwischen direkten Schäden (Beschädigung durch Hagel) und indirekten Schäden (Schäden durch eindringendes Wasser, Aufräumkosten, provisorische Massnahmen) zu unterscheiden, obschon dies wünschbar wäre. Und schliesslich entsprechen die in den Verfügungen aufgeführten Beträge nicht zwingend denjenigen, die schliesslich effektiv ausbezahlt werden. Es handelt sich vielmehr um Offertbeträge zur Wiederherstellung der Situation, wie sie vor Schadenseintritt bestand. Wird aber der Schaden davon abweichend behoben, z.B. weil ein Kunde die beschädigten Fenster durch teurere ersetzen möchte, einigen sich die Parteien auf einen Pauschalbetrag, der in Form einer Anzahlung an den höheren Betrag geleistet wird. Gemäss Gebäudeversicherung Thurgau beträgt die Abweichung zwischen Offert- und ausbezahltem Betrag jedoch meist unter +/- 10%, so dass der entsprechende Fehler vernachlässigt werden kann. Auch wenn gegen die Verfügung rekuriert wird, kann die schliesslich ausgezahlte Summe vom Betrag in der Verfügung abweichen, doch handelt es sich hierbei um sehr seltene Fälle (mündl. Mitteilung F. Weber, Gebäudeversicherung Thurgau).

### 2.3 Ergebnisse der Auswertung auf der Ebene «betroffener Gebäudebestand»

Hohl et al. (2002) nennen folgende Einflussgrössen, die das Schadenausmass eines Hagelschlags über einem betrachteten Gebiet bestimmen:

- Gebäudeexposition: Anzahl, Dichte und Versicherungswert des Gebäudebestandes.
- Schattenwirkung: Gebäude oder Baumbestände schützen benachbart liegende Gebäude vor Schäden.
- Gebäudeverletzlichkeit: Material und Zustand (Alter) der Gebäudehülle.
- Nötiger Aufwand, um die defekten Bauelemente zu ersetzen (z.B. abhängig von der Zugänglichkeit: Muss für die Reparatur ein Baugerüst erstellt werden?).
- Selbstbehalte, Ausschlüsse (z.B. sind textile Sonnenstoren nicht durch alle Gebäudeversicherungen gedeckt, so auch nicht durch die Gebäudeversicherung Thurgau).
- Wurde die Gebäudehülle durchschlagen, so dass Schäden auch im Gebäudeinneren auftraten?
- Gewichtung ästhetischer Schäden: Werden diese voll vergütet oder wird ein bestimmter Zeitwert abgezogen (so durch die Gebäudeversicherung Thurgau)?

Es lohnt sich, die genannten Punkte im Zusammenhang mit den nachstehend präsentierten Auswertungen der Gebäudeschäden im Kanton Thurgau im Hinterkopf zu behalten.

Gemäss der Liste der Einzelschäden der Gebäudeversicherung Thurgau führte das Hagelereignis vom 26. Mai 2009 zu 7'337 Gebäudeschäden (Erhebungsstand: Ende 2009). Diese können im Geografischen Informationssystem (GIS) dank bekannter Lagekoordinaten räumlich dargestellt werden. Abb. 9 zeigt die Verteilung der Schäden sowie deren

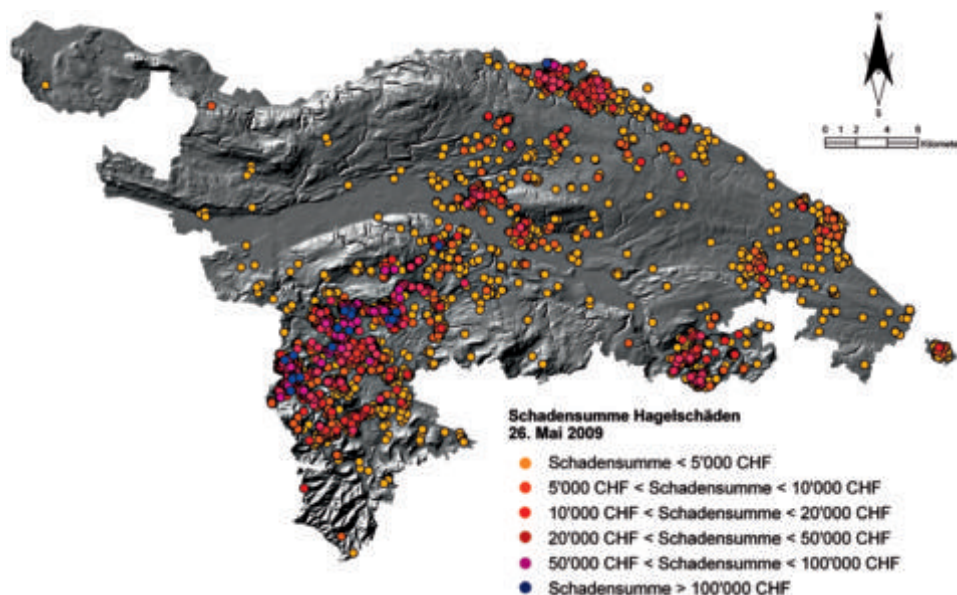


Abb. 9: Räumliche Verteilung der beschädigten Gebäude in Abhängigkeit der Schadenhöhe (aus Choffet et al., 2011; kartografische Grundlage: swisstopo).

Schadenhöhe in CHF. Die Schadensschwerpunkte liegen demnach insbesondere im Südwesten des Kantons (Aadorf–Wängi–Münchwilen), aber auch am Bodenseeufer (Kreuzlingen–Altnau) sowie ganz im Südosten um Bischofszell. (Die Orientierungskarten im Anhang A führen sämtliche im Bericht erwähnten Örtlichkeiten der fünf untersuchten Kantone auf.)

Aus der Verbreitung der beschädigten Gebäude, deren Anzahl und der Schadenhöhe lässt sich die Schadendichte bezüglich Anzahl und Schadenhöhe pro  $\text{km}^2$  berechnen und kartografisch darstellen (Abb. 10 und 11). Dabei konzentrieren sich die Schäden erwartungsgemäss dort, wo die Hagelzone dicht besiedeltes Gebiet überstrichen hat. Umgekehrt blieben aber grosse Siedlungen auch verschont (z.B. Frauenfeld).

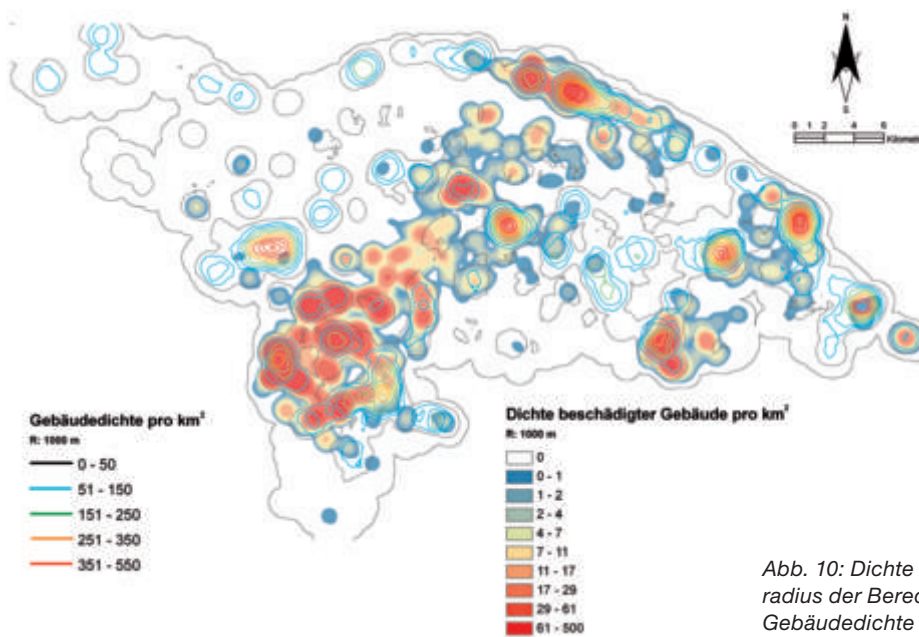


Abb. 10: Dichte beschädigter Gebäude pro  $\text{km}^2$  (Suchradius der Berechnung 1 km); die Isolinien beschreiben die Gebäudedichte im Kanton Thurgau (aus Choffet et al., 2011).

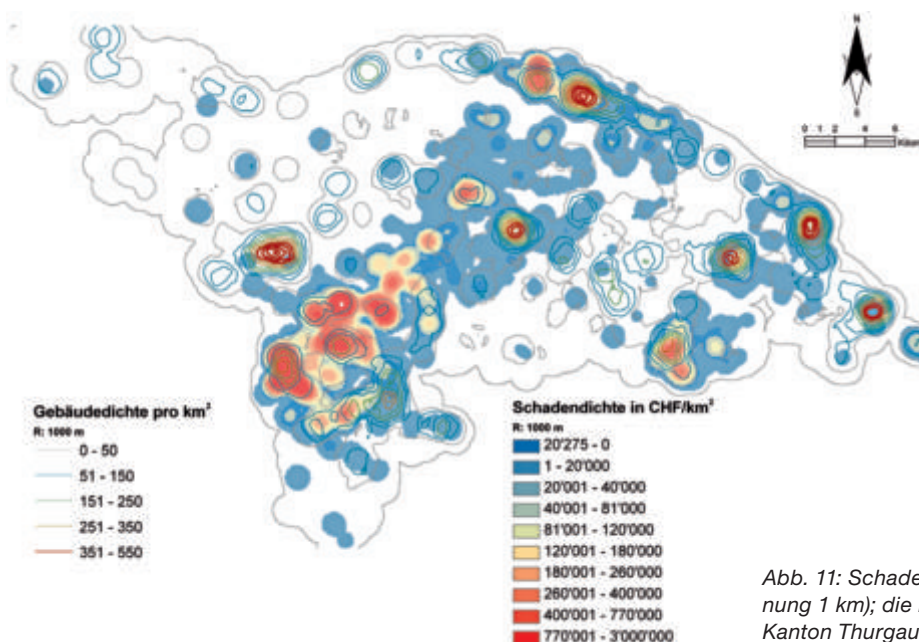


Abb. 11: Schadendichte in CHF/ $\text{km}^2$  (Suchradius der Berechnung 1 km); die Isolinien beschreiben die Gebäudedichte im Kanton Thurgau (aus Choffet et al., 2011).



Aus diesen absoluten Zahlen lässt sich jedoch nicht direkt auf die Schadenintensität schliessen, denn hierfür muss die räumlich sehr unterschiedliche Siedlungsdichte mitberücksichtigt werden. Mittels Teilung der Anzahl betroffener durch die Gesamtzahl bestehender Gebäude pro Flächeneinheit erhält man den Prozentanteil betroffener Gebäude pro Flächeneinheit, was ein gutes Mass für die Schadenintensität liefert (Abb. 12)<sup>3</sup>. Streng genommen muss zwar die Schadenintensität von der eigentlichen Hagelintensität (kinetische Energie der Hagelkörner) unterschieden werden: Erstere hängt massgeblich von der Verletzlichkeit der dem Hagel ausgesetzten Gebäude ab. Unter Annahme einer einigermaßen gleichmässigen Durchmischung empfindlicher

und weniger empfindlicher Gebäude dürfte Abb. 12 aber einen guten Eindruck der aufgetretenen Hagelintensitäten liefern. Sie zeigt insbesondere, dass zwei separate Hagelzüge von Südwesten nach Nordosten über den Kanton hinweggezogen sind: Ein sehr intensiver von 8–10 km Breite im zentralen Teil des Kantons sowie ein deutlich schwächerer von ca. 6 km Breite im Osten.

Bei näherer Betrachtung der Schadenverteilung zeigt sich eine ausserordentlich kleinräumige Differenzierung, insbesondere quer zur Zugrichtung: So wurden einzelne Ortschaften fast völlig verschont, während in Siedlungen nur 3 km entfernt fast sämtliche Gebäude Schäden erlitten (Abb. 13).

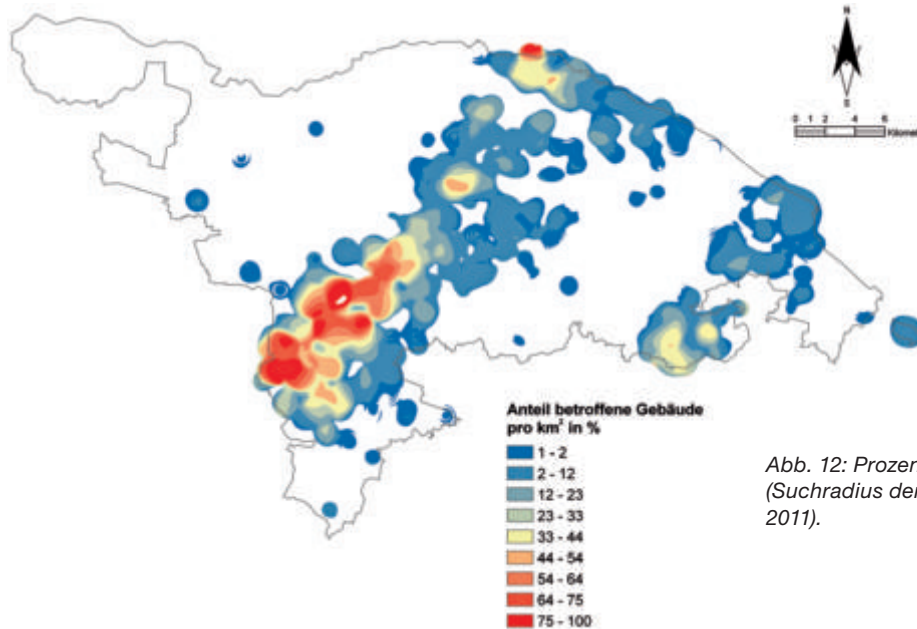


Abb. 12: Prozentanteil beschädigter Gebäude pro km<sup>2</sup> (Suchradius der Berechnung 1 km; aus Choffet et al., 2011).

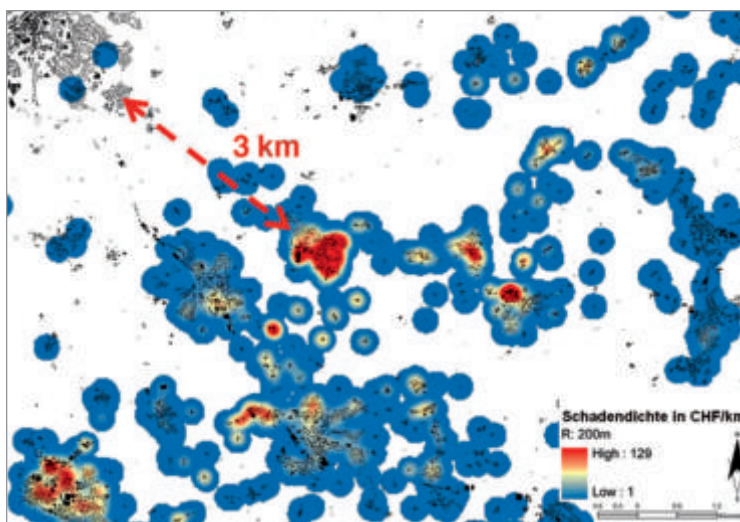


Abb. 13: Ausschnitt aus Abb. 11, unterlegt mit der Themenebene «Gebäude» des Landschaftsmodells VECTOR25 der swisstopo zur Illustration der starken räumlichen Variabilität von Hagelschäden (aus Choffet et al., 2011; © swisstopo 2012).

<sup>3</sup> Der Schadegrad – das Verhältnis zwischen Schadenhöhe und Versicherungswert – pro Einheitsfläche beschrieb die Schadenintensität noch besser; die räumliche Verteilung der Versicherungswerte stand für die vorliegende Studie jedoch nicht zur Verfügung.

Auch bei Betrachtung der Schäden pro Gemeinde zeichnen sich die Bahnen der beiden Hagelzüge und der steile Gradient quer zu diesen ab (Abb. 14–17).

Die höchste Anzahl betroffener Gebäude – über 1'400 – wurde in der Gemeinde Aadorf verzeichnet (Abb. 14). Sie ist umgeben von Gemeinden mit meist über 200 Schadenmeldungen. Gemeinden mit vergleichbaren Schadenzahlen finden sich zudem vereinzelt am Bodensee sowie am Unterlauf der Sitter. Die Anzahl betroffener Gebäude hängt natürlich von der Anzahl insgesamt vorhandener Gebäude ab und ist insofern kein direkter Indikator für die Schwere des Hagelschlags.

Ähnliches gilt auch für die Schadensumme pro Gebäude, wobei hier zusätzlich der Wert der beschädigten Gebäude hineinspielt (Abb. 15). Dieser ist im Schnitt in grösseren Agglomerationen tendenziell höher als auf dem Land. Insgesamt gleichen sich die beiden Karten aber stark.

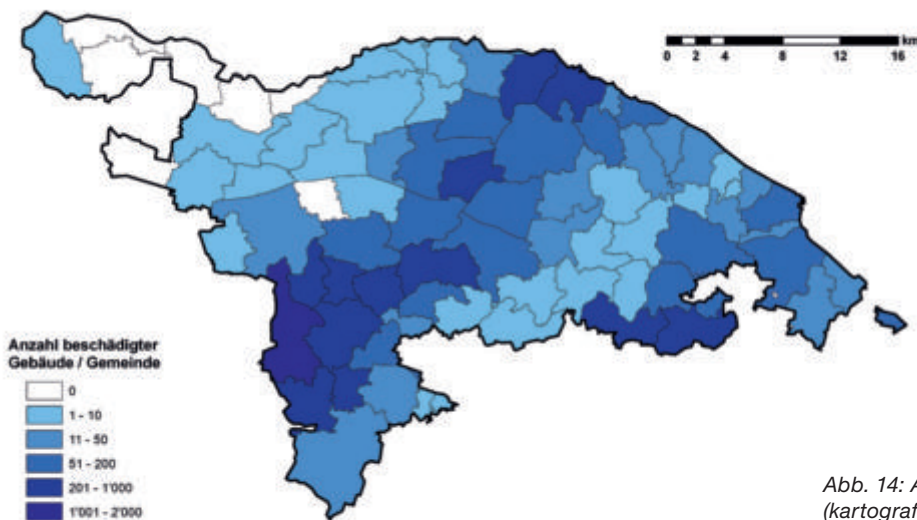


Abb. 14: Anzahl beschädigter Gebäude pro Gemeinde (kartografische Grundlage: swisstopo).

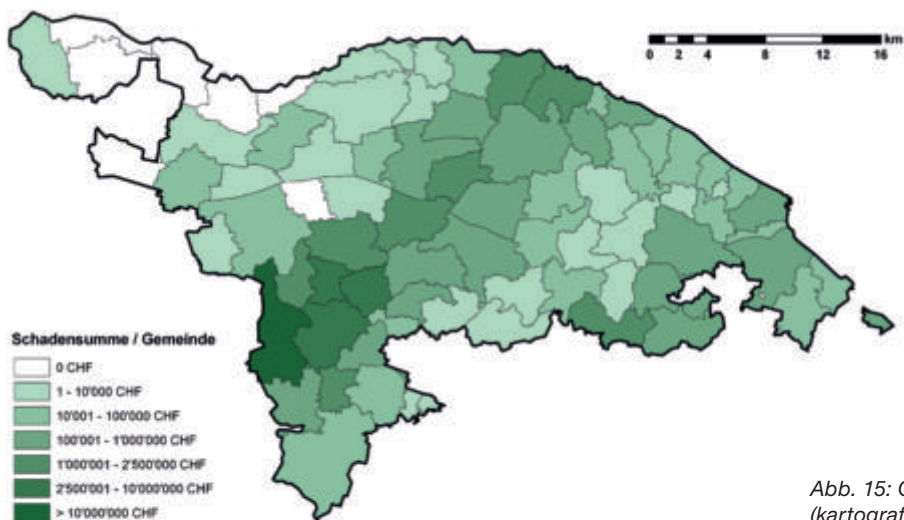


Abb. 15: Gebäudeschadensumme pro Gemeinde (kartografische Grundlage: swisstopo).



Abb. 16 ist das Ergebnis einer Division des Dateninhalts von Abb. 15 durch denjenigen von Abb. 14 und veranschaulicht den mittleren Gebäudeschaden in den einzelnen Gemeinden. Dadurch wird der Einfluss der unterschiedlichen Anzahl Gebäude pro Gemeinde eliminiert (nicht aber derjenige des unterschiedlichen Gebäudewertes). Entsprechend verschiebt sich der Schwerpunkt auf die beiden Gemeinden Lommis und Stettfurt, in welchen der mittlere Gebäudeschaden deutlich über 10'000 CHF liegt, also ungefähr doppelt so hoch wie der Mittelwert über alle Gemeinden.

Einen guten Eindruck der Schwere des Hagelereignisses schliesslich liefert Abb. 17 mit dem Prozentsatz beschädigter Gebäude am Gesamtgebäudebestand pro Gemeinde.

Hier treten wiederum die beiden Hagelzüge deutlich in Erscheinung. Klar zu erkennen ist zudem das Intensitätszentrum im Südwesten des Kantons, wo teilweise über ein Viertel, in Lommis etwa 60% und in Stettfurt gar annähernd 70% der Gebäude Schäden erlitten.

Aufschlussreich ist die Gegenüberstellung der Anzahl Schadenmeldungen und der nach ihrer Höhe absteigend sortierten Einzelschadenbeträge, wie sie Abb. 18 zeigt. Wären sämtliche Schäden genau gleich hoch ausgefallen, verlief die «Kurve» in Form einer Winkelhalbierenden von der linken unteren in die rechte obere Ecke. Da sich die Schadenbeträge aber unterscheiden, ähnelt die Schadenssummenkurve in Realität einem Parabelast, wobei die Stärke der Krümmung durch die Diskrepanz zwischen grössten und kleinsten Schäden bestimmt wird.

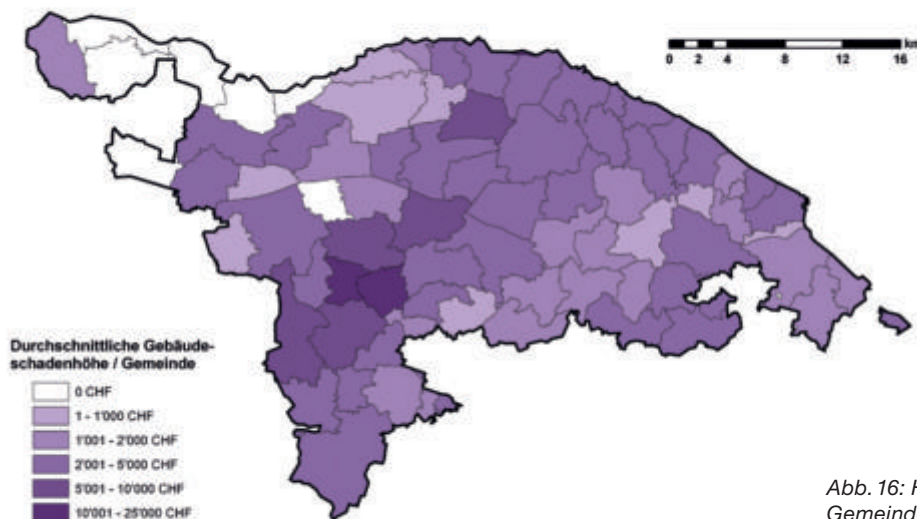


Abb. 16: Höhe des mittleren Gebäudeschadens pro Gemeinde (kartografische Grundlage: swisstopo).

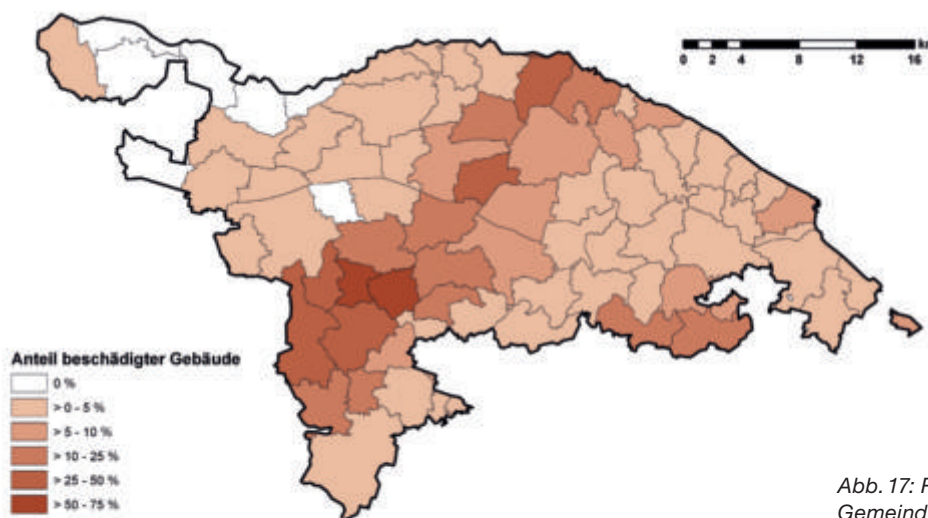


Abb. 17: Relativer Anteil beschädigter Gebäude pro Gemeinde (kartografische Grundlage: swisstopo).

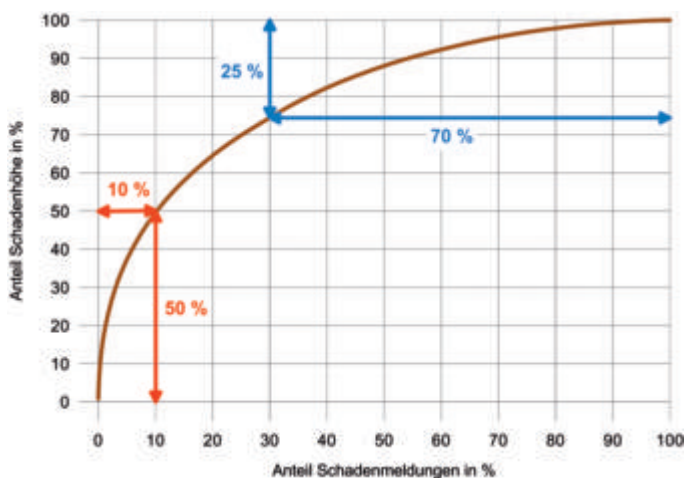


Abb. 18: Relativer Anteil der absteigend nach ihrer Höhe sortierten Schäden an der Gesamtschadensumme (nach Choffet et al., 2011).

Interessant sind insbesondere die beiden Endbereiche der Kurve:

- Die 10% grössten Einzelschäden allein (758 von 7'337 Schadenfällen) sind für 50% der (Brutto-)Gesamtschadensumme von rund 47 Mio. CHF verantwortlich. Eine sehr geringe Zahl an Grossschäden bestimmt also zu einem bedeutenden Teil die Gesamtschadensumme. So übertreffen allein sechs Einzelschäden – fünf an Industriebauten, einer an einem landwirtschaftlich genutzten Gebäude – eine Schadenhöhe von je 200'000 CHF und summieren sich auf 1.6 Mio. CHF, wovon 1 Mio. CHF auf Schäden an Faserzementdächern zurückzuführen sind.
- Demgegenüber beanspruchen die 70% kleinsten Schäden nur 25% der Gesamtschadensumme. So liegen 1'778 Fälle unterhalb einer (Brutto-)Schadensumme von 1'500 CHF. Diese verhältnismässig geringen Schäden verursachen aufgrund ihrer grossen Zahl jedoch bedeutenden administrativen und logistischen Aufwand.

Abb. 19 wiederholt im Grunde den Inhalt von Abb. 18 in anderer Form: Einer grossen Anzahl kleiner Schäden – 2/3 der Fälle belaufen sich auf weniger als 5'000 CHF – steht ein sehr geringer Anteil grosser (> 100'000 CHF) Schäden gegenüber. Die Werte der einzelnen Säulen in Abb. 19 decken sich übrigens bis auf wenige Prozentpunkte mit den Werten des Kantons Waadt vom 23. Juli 2009. Den Vergleich mit den übrigen im Juli 2009 betroffenen Kantonen ermöglicht Abb. 53. Ähnliche Zahlen lieferte auch eine Auswertung der Gebäudeversicherung Zürich (2011) im Zusammenhang mit dem Hagel vom 24. Juni 2002.

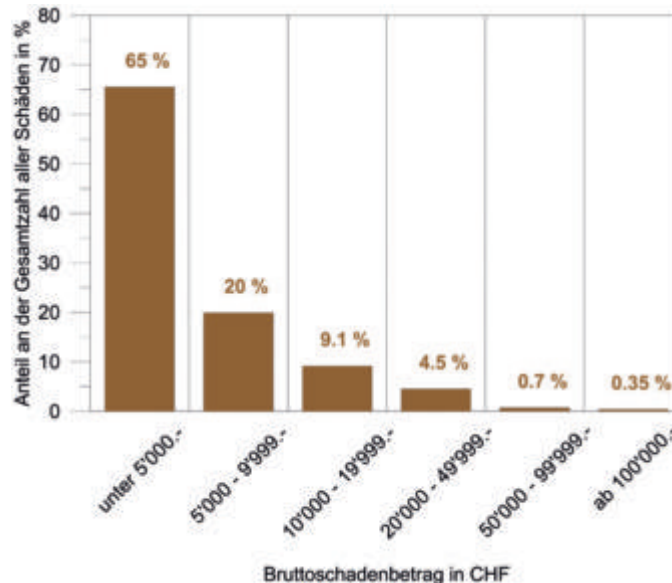


Abb. 19: Kostenstruktur der hagelbedingten Brutto-Gebäudeschäden: relativer Anteil der einzelnen Kostenklassen an der Gesamtzahl der Schäden (vgl. auch Abb. 53).

Abb. 20 vergleicht den Zweckbestimmungsanteil der vom Hagelschlag betroffenen Gebäude mit demjenigen am gesamten Gebäudebestand des Kantons Thurgau. Wohngebäude sind demnach deutlich übervertreten. Der Gebäudebestand im Kanton ist jedoch räumlich stark durchmisch. Es ist daher unwahrscheinlich, dass die Bevorzugung der Wohngebäude auf Zufall beruht und einzig mit der Zugbahn der Hagelzellen zusammenhängt. Zur Erklärung lassen sich andere Gründe anführen:

These 1: «Wohngebäude sind verglichen mit anderen Gebäuden hagelempfindlicher.»

Dies erscheint recht plausibel: Moderne Wohngebäude sind tatsächlich häufig mit erwiesenermassen hagelempfindlichen Bauelementen ausgestattet wie z.B. Raff- und Rollstoren, Faserzementbedachung, Blechverkleidungen, Verputz auf Aussenisolation (vgl. Abb. 34). Ob dies allein die deutliche Übervertretung der Wohnhäuser zu erklären vermag, ist jedoch zumindest fraglich.

These 2: «Besitzer von Wohngebäuden sind anspruchsvoller, d.h. sie sind z.B. weniger bereit, einen einzig ästhetischen (nicht-funktionalen) Hagelschaden unvergütet hinzunehmen.»

Dies dürfte eine plausible Erklärung liefern für den deutlich überproportionalen Anteil von Wohngebäuden unter den betroffenen Gebäuden: Während an «Nutzbauten» wie z.B. Scheunen, Fabrikgebäuden, Industriebauten oder Einkaufszentren ästhetische Beeinträchtigungen eher hingenommen werden, stören sich viele Wohnhausbesitzer selbst an geringfügigen ästhetischen Schäden. Ähnliches lässt sich übrigens auch im Zusammenhang mit Sprayereien feststellen.

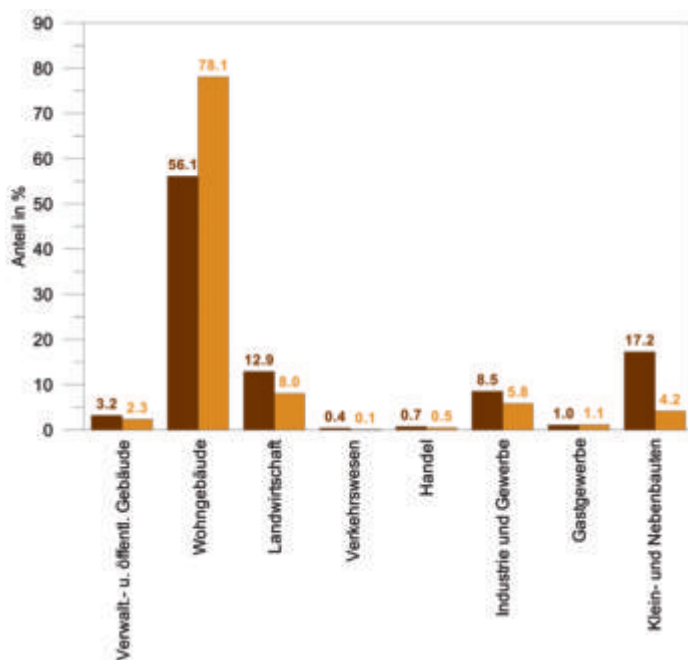


Abb. 20: Relativer Anteil der Gebäudekategorien (Zweckbestimmung) an der Gesamtgebäudezahl im Kanton Thurgau (dunkle Säulen) bzw. an der Anzahl beschädigter Gebäude (helle Säulen).

## 2.4 Ergebnisse der Auswertung auf der Ebene «Einzelschaden-Stichprobe»

An einer Stichprobe von 500 Verfügungen (7% der Gesamt-schadenzahl) wurde versucht, die betroffenen Bauelemente zu identifizieren und für eine statistische Auswertung bezüglich ihrer Hagelempfindlichkeit nutzbar zu machen. Hierfür wurden die Bauelemente bzw. deren Materialien in Klassen eingeteilt und deren relative Bedeutung an der Gesamtheit der Schäden untersucht. Nachstehend sind die unterschiedenen Bauelemente zusammen mit einem Beispielbild aufgeführt (Abb. 21).

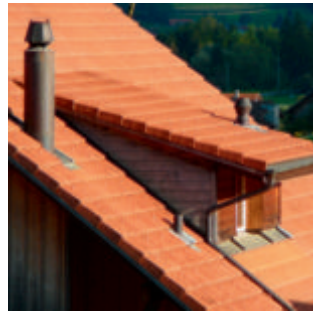
Einige Kategorien der Bauelemente erfordern eine kurze Erläuterung:

- «Gebäudeinneres» bezieht sich auf Schäden, die im Gebäudeinneren auftreten. Diese entstehen nicht durch direkte Hagelwirkung, sondern als Folgeschäden derselben. Beispiele hierfür sind Wasserschäden an der Decke wegen des undichten Daches oder an infolge Durchnässung aufgequollenen Parkettböden.
- «Unbekannt» steht für Bauelemente, deren Natur der Verfügung nicht entnommen werden kann; steht dort z. B. einzig «Malerarbeiten», ist unklar, ob sich diese z. B. auf Fassaden oder aber auf Fenster(rahmen) beziehen.
- «Anderes» umfasst einerseits sämtliche Bauelemente, die zwar bekannt sind, aber in keine der übrigen Kategorien passen, z. B. Beleuchtungskörper, Helligkeits- und Windsensoren, andererseits aber auch von Bauelementen weitgehend unabhängige Aufwendungen wie z. B. Stromkosten.
- Bei den Kategorien «Reinigung», «Eigenleistung», «provisorische Massnahmen», «Gebäudeinneres» und «unbekannt» handelt es sich im Grunde nicht um Bauelemente, sondern um weitere in den Verfügungen auftretende Kostenstellen. Um auch deren Kostenwirksamkeit zu untersuchen, wurden sie ebenfalls erhoben. Der Einfachheit halber ist aber auch weiterhin von «Bauelementen» die Rede; die sechs Kategorien sind dann jeweils mitgemeint.





Dach



Dachaufbaute



Dachfenster



Wand / Fassade



Fenster



Fensterläden



Oberlichter / Lichtkuppeln



Storen (Raff-, Rollstoren)



Solarenergieanlage



Fassadenanbaute



Wintergarten



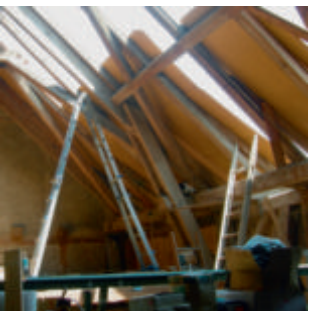
Treibhaus



Türen / Tore



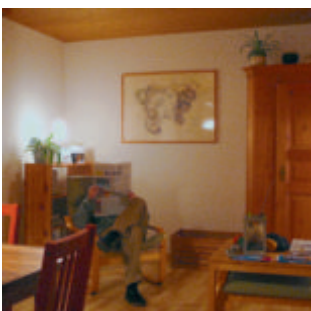
Reinigung



Eigenleistung



Provisorische Massnahmen



Gebäudeinneres



Unbekannt, Information fehlend



Andere

Abb. 21. Kategorien der Bauelemente nach Funktion (Fotos: GVTG und IRV).

### Schäden nach Art bzw. Funktion der Bauelemente

Folgende Auswertungen wurden an der Stichprobe der 500 Verfügungen in Bezug auf die Bauelemente vorgenommen:

- relativer Anteil an der Gesamtschadensumme (Abb. 22)
- relativer Anteil an der Gesamtzahl der Schäden (Abb. 23)
- durchschnittliche Einzelschadenhöhe (Abb. 24)

Die Auswertung zeigt klar, dass **Dächer** bezüglich ihrer Schadenbedeutung die heikelste Kategorie bilden. Sie machen den bedeutendsten Anteil der Gesamtschadensumme aus (40%), sind häufig von Schäden betroffen (20% der Schadenfälle betreffen Dächer), und zudem ist auch der durchschnittliche Einzelschadenbetrag sehr hoch (ca. 7'000 CHF). Der bedeutende Anteil erstaunt insofern nicht,

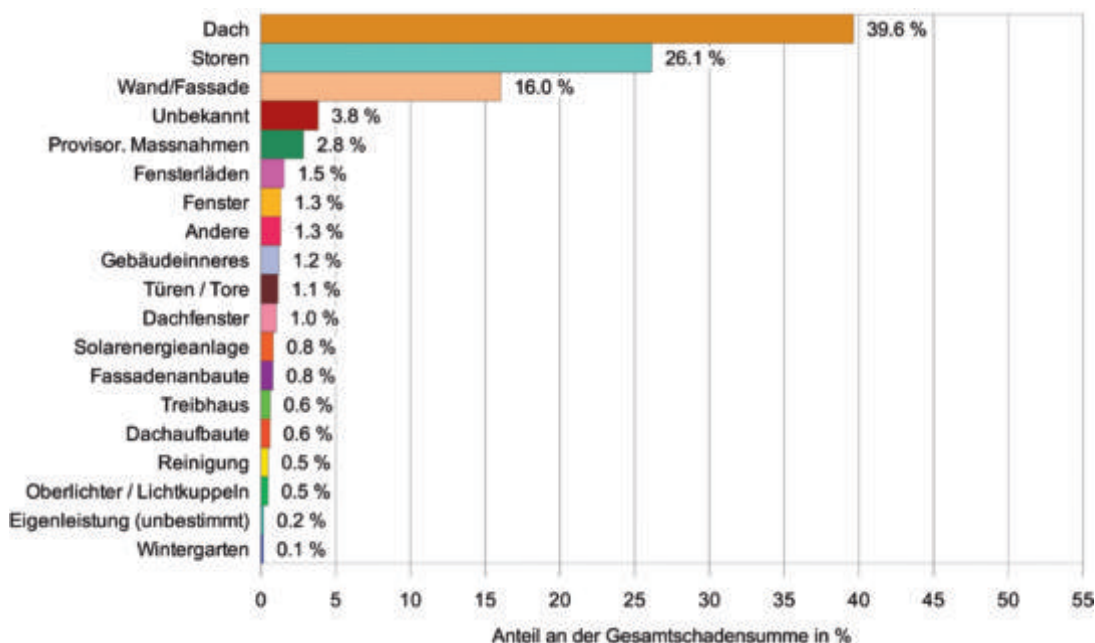


Abb. 22: Anteil der einzelnen Bauelemente an der Gesamtschadensumme (basierend auf der Zufallsstichprobe).

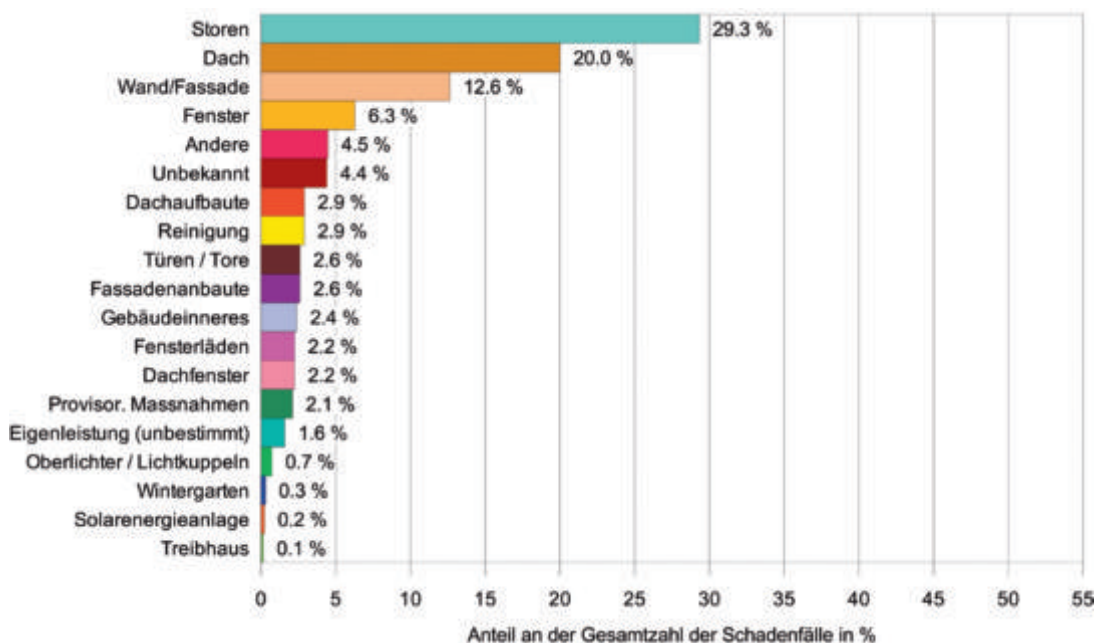


Abb. 23: Anteil der einzelnen Bauelemente an der Gesamtzahl der Schadenfälle (basierend auf der Zufallsstichprobe).



als Dächer dem Hagel von allen Bauelementen im allgemeinen am stärksten ausgesetzt sind. Zwar ist ja ihr eigentlicher Hauptzweck der Schutz vor der Witterung, der Einwirkung von Hagelkörnern mit fünf bis sechs Zentimetern Durchmesser vermögen dennoch die wenigsten Dächer unbeschädigt zu widerstehen.

Weitere Kategorien erscheinen bezüglich ihres Anteils an der Schadensumme als problematisch, so insbesondere **Storen** (umfassend Raff- und Rollstoren<sup>4</sup>), die 26% der Gesamtschadenhöhe ausmachen, mit 29% insgesamt am häufigsten in den Verfügungen auftreten und im Schnitt immerhin 3'000 CHF kosten. Dazu ist anzumerken, dass die Gebäudeversicherung Thurgau für funktional (d.h. bezüglich Mechanik und Lichtabschirmung) nicht beeinträchtigte Storen nur einen Minderwert vergütet, was den durchschnittlichen Schadenbetrag senkt. Auf die Besonderheiten von Storen im Zusammenhang mit der Hagelgefährdung wird im nachfolgenden Kasten näher eingegangen.

### Storen – ein Sonderfall

Eine Studie der Gebäudeversicherung Zürich im Zusammenhang mit dem Hagelereignis vom 24. Juni 2002 (GVZ, 2011) ergab einen Anteil der Raff- und Rollstoren von 60% an den Schadenfällen bzw. 89% an der Schadensumme, also deutlich mehr als in der vorliegenden Untersuchung. Die beträchtliche Diskrepanz lässt sich nicht allein mit einer möglicherweise unterschiedlichen Bauweise in den Kantonen Zürich und Thurgau erklären.

Die Ursache ist vermutlich eine andere: Die Hagelzelle vom 24. Juni 2002 zog ungefähr zwischen 3.30 und 4.20 mitteleuropäischer Sommerzeit (MESZ) über den Kanton Zürich hinweg, diejenige am 26. Mai 2009 etwa zwischen 15.30 und 16.00 MESZ über den Kanton Thurgau. Das bedeutet: Die Zürcher Bevölkerung hatte einen wesentlichen Teil der Roll- und Raffstoren zum Ereigniszeitpunkt ausgefahren, denn das Ereignis fand zur Zeit der jahreszeitlich bedingt kurzen Nächte mit sehr früher Morgendämmerung statt. Im Kanton Thurgau hingegen waren die Storen – ausgenommen die tagsüber als Sonnenschutz sowie allenfalls (unsinnigerweise) zum Schutz der Fensterscheiben heruntergelassenen – grösstenteils hochgezogen und somit der Einwirkung des Hagels weitgehend entzogen.

Die Storen sind die einzigen Bauelemente, die eine tageszeitlich variierende Hagelexposition aufweisen. Für Fensterläden gilt dies nicht, da – ob offen oder geschlossen – in jedem Fall eine ihrer beiden Flügelflächen der Witterung ausgesetzt ist (jedenfalls bei Einfach-Flügeln).

Die dritte Kategorie mit wesentlichem Schadenanteil bilden **Wände/Fassaden**, und zwar zahlen- als auch kostenmässig (16% der Gesamtschadensumme, 13% der Schadenfälle und im Schnitt 4'500 CHF kostend). Für sie gilt dasselbe wie für Dächer: Ihr eigentlicher Zweck ist der Schutz vor Witterungseinflüssen, doch sind sie kaum auf Hagelkörner von über fünf Zentimeter Durchmesser ausgelegt. Aufgrund ihrer Ausrichtung (parallel zur Fallrichtung der Hagelkörner, sofern diese nicht durch starken Wind beeinflusst wird) sind Wände/Fassaden dem Hagelschlag in der Regel aber weniger stark ausgesetzt als Dachflächen.

Die durchschnittlich höchsten Kosten fallen jedoch an Treibhäusern<sup>5</sup> mit 15'000 CHF und an Solarenergieanlagen mit 13'000 CHF an (Abb. 24). Da beide jedoch nur selten in den Verfügungen auftauchen (je deutlich unter 1%), ist ihre Bedeutung an der Gesamtschadensumme insgesamt aber gering.

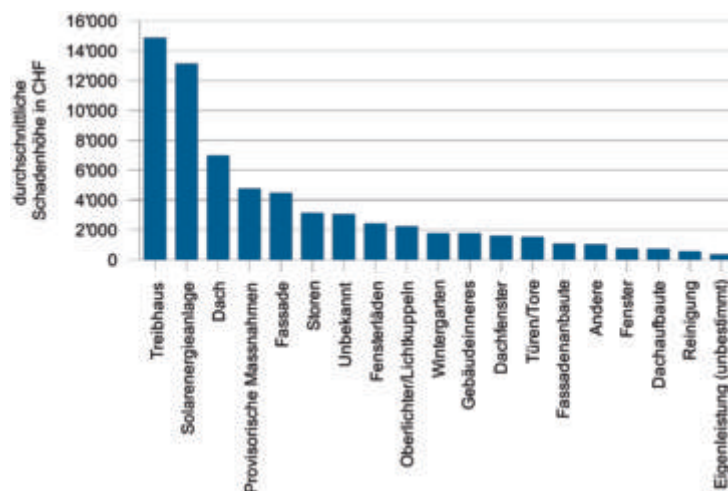


Abb. 24: Durchschnittliche Schadenhöhe an den einzelnen Bauelementen (basierend auf der Zufallsstichprobe).

<sup>4</sup> häufig auch als «Rollläden» bezeichnet, in der vorliegenden Studie wegen oft unklarer Unterscheidung in den Verfügungen mit den Raffstoren zur Kategorie «Raff- und Rollstoren» zusammengefasst.

<sup>5</sup> Folientreibhäuser gelten als Fahrhabe und sind in den Schadendaten der GVTG somit nicht enthalten.

Einen Zusammenzug der vorgängig besprochenen Grafiken Abb. 22–24 liefert Tab. 1: Der Anteil an der Anzahl der Schäden multipliziert mit der mittleren Schadenhöhe bestimmt den Anteil an der Gesamtschadensumme. So zeigt sich beispielsweise, dass Dächer insgesamt am stärksten zur Schadenbelastung beitragen: Sie erleiden häufig Schäden (eine Folge ihrer Exposition), und die Schäden sind im Schnitt recht bedeutend, was sich im höchsten Anteil an der Gesamtschadensumme niederschlägt. In geringerem Masse gilt dies auch für Storen und Wände/Fassaden. Anhand des Farbverlaufes lassen sich die heiklen Bauelemente leicht identifizieren. In rötlicher Tönung erscheinen neben den drei genannten Bauelementen auch Solarenergieanlagen und Treibhäuser. Obschon das Rot in der Spalte der durchschnittlichen Schadenhöhe durch das Blau in der Spalte des geringen Anteils an der Gesamtschadenzahl aufgehoben wird, verdienen sie dennoch eine gewisse Aufmerksamkeit: Falls nämlich deren seltenes Auftreten in den Schadendaten weniger mit ihrem hohen Hagelwiderstand zu tun hat als mit ihrem seltenen Vorkommen im Gebäudebestand, könnte eine deutliche Zunahme dieser Bauelemente künftig zu Problemen führen. Das ist bei Treibhäusern zwar kaum zu erwarten, bei Solarenergieanlagen hingegen schon. Aufschlussreich wäre es in diesem Zusammen-

hang, den Anteil unbeschädigter Solarenergieanlagen am Gebäudebestand zu kennen. Diese interessante Zahl steht uns aber leider nicht zur Verfügung.

### Schäden nach Material der Bauelemente

Die Verfügungen geben oft auch einen Hinweis auf das Material der beschädigten Bauteile (Abb. 4), entweder, indem dieses direkt genannt wird («Glas», «Abdeckbleche») oder aber, indem aus dem beschädigten Bauteil auf das Material geschlossen werden kann («Malerarbeiten», «Fensterscheiben»). In etwa der Hälfte der Fälle kann hingegen bestenfalls vermutet werden, welches Material beschädigt worden ist («Dachfenster» – Glas oder Kunststoff?; «Storen» – Metall oder Kunststoff?). Entsprechend bedeutend ist mit ca. 50% der Anteil der Materialkategorie «Unbekannt» in den Abb. 26 und Abb. 27. «Unbekannt» bedeutet nicht, dass der Schätzer nicht in der Lage war, das Material zu bestimmen, sondern einzig, dass dieses in der Verfügung nicht zweifelsfrei identifizierbar aufgeführt ist. (Es sei nochmals darauf hingewiesen, dass die Verfügungen nicht mit dem Ziel erstellt werden, als Grundlage für quantitative Auswertungen zu dienen.)

| Bauelement                 | Anteil an Gesamtschadenzahl [%] | durchschnittliche Schadenhöhe [CHF] | Anteil an Gesamtschadensumme [%] |
|----------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Dach                       | 20.0                            | 6'975                               | 39.6                             |
| Storen                     | 29.3                            | 3'139                               | 26.1                             |
| Wand/Fassaden              | 12.6                            | 4'466                               | 16.0                             |
| Unbekannt                  | 4.4                             | 3'051                               | 3.8                              |
| Provisorische Massnahmen   | 2.1                             | 4'764                               | 2.8                              |
| Fensterläden               | 2.2                             | 2'425                               | 1.5                              |
| Fenster                    | 6.3                             | 742                                 | 1.3                              |
| Andere                     | 4.5                             | 1'028                               | 1.3                              |
| Gebäudeinneres             | 2.4                             | 1'761                               | 1.2                              |
| Türen/Tore                 | 2.6                             | 1'529                               | 1.1                              |
| Dachfenster                | 2.2                             | 1'604                               | 1.0                              |
| Solarenergieanlage         | 0.2                             | 13'132                              | 0.8                              |
| Fassadenanbaute            | 2.6                             | 1'070                               | 0.8                              |
| Treibhaus                  | 0.1                             | 14'860                              | 0.6                              |
| Dachaufbaute               | 2.9                             | 720                                 | 0.6                              |
| Reinigung                  | 2.9                             | 563                                 | 0.5                              |
| Oberlichter/Lichtkuppeln   | 0.7                             | 2'231                               | 0.5                              |
| Eigenleistung (unbestimmt) | 1.6                             | 349                                 | 0.2                              |
| Wintergarten               | 0.3                             | 1'770                               | 0.1                              |

Tab. 1: Überblick über die Bedeutung der einzelnen Bauelemente an der Schadenbelastung (basierend auf der Zufallsstichprobe).

Folgende Materialklassen wurden unterschieden (Abb. 25):



Faserzement



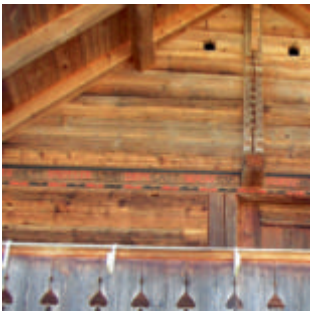
Ziegel



Naturstein



Kunststein



Holz



Blech / Metall



Glas



Verputz



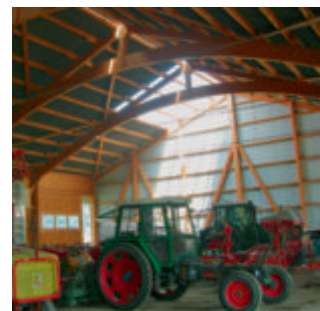
Anstrich



Kunststoff



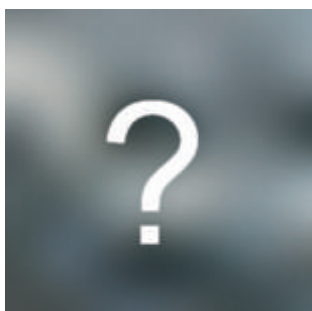
Dichtungsbahnen



Gebäudeinneres



Provisorisches Material



Unbekannt, Information  
fehlend

Abb. 25. Kategorien der Bauelemente nach Material  
(Fotos: GVTG und IRV).

Was die Kategorie «Unbekannt» angeht, kann nicht davon ausgegangen werden, dass sie die Materialkategorien in ungefähr demselben Verhältnis umfasst, wie es in Abb. 26 und 27 unter den «bekannten» Kategorien besteht: Dadurch, dass für gewisse Bauelemente nur bestimmte Materialien in Frage kommen, sind sie in der Kategorie «Unbekannt» kaum oder gar nicht enthalten. Solche aber, die aus unterschiedlichen und in den Verfügungen häufig nicht spezifizierten Materialien bestehen (v. a. Storen), sind deutlich übervertreten. Dieses Missverhältnis überträgt sich reziprok auf die Anteile der bekannten Materialien, was bei der Interpretation zu bedenken ist.

Trotz dem hohen Anteil «unbekannter» Materialien erlaubt die Auswertung gewisse Rückschlüsse darauf, welches Material durch Hagel besonders stark in Mitleidenschaft gezogen wird. Bezüglich des Anteils an der Schadenssumme ist dies mit 16% die Kategorie **«Faserzement»**. Bereits Abb. 23 belegt die grosse Bedeutung von Dächern und Fassaden für die Schadenssumme, und genau dort liegt der Einsatzbereich von Faserzement, der sich als eigentlicher Kostentreiber erweist.

Fast gleichauf stehen **Anstriche** mit 15%. Aufgrund ihrer grossen Verbreitung, Häufigkeit, grossflächigen Anwen-

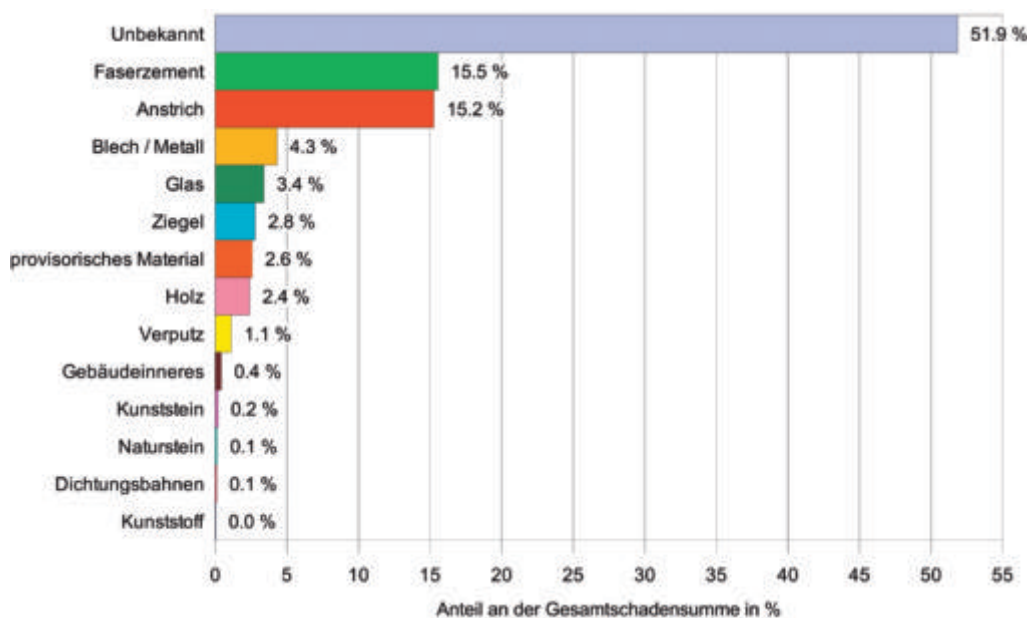


Abb. 26: Anteil der einzelnen Materialien an der Gesamtschadenssumme (basierend auf der Zufallsstichprobe).

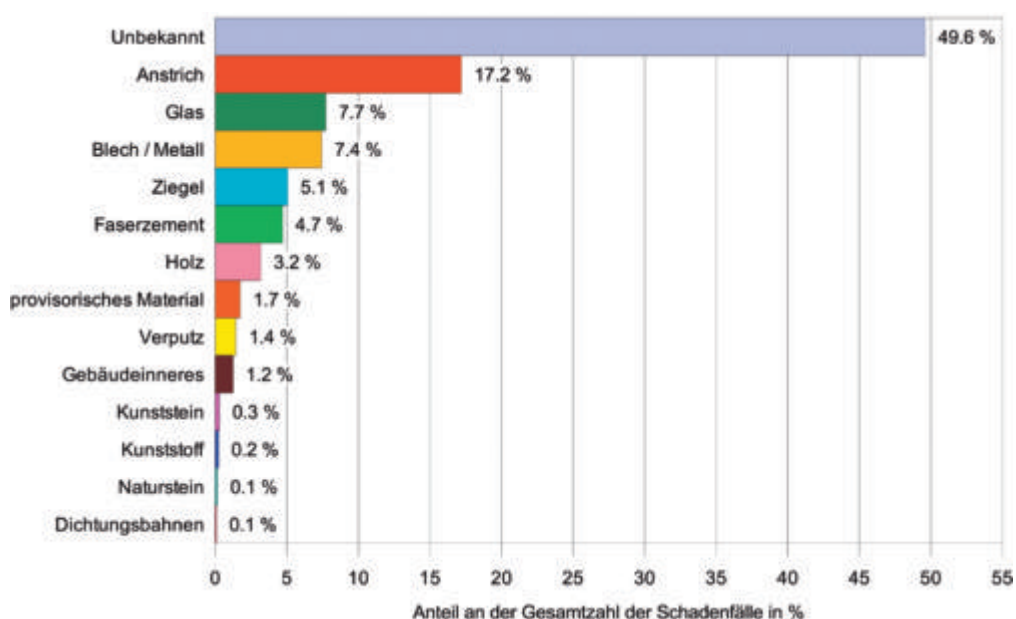


Abb. 27: Anteil der einzelnen Materialien an der Gesamtzahl der Schadenfälle (basierend auf der Zufallsstichprobe).



dung und der ausgeprägten Exposition ist einleuchtend, dass Anstriche anfällig auf Hagelschlag sind. Dabei geht es nicht allein um ästhetische Schäden, denn der Anstrich hat auch eine Schutzfunktion, indem er das Eindringen von Wasser ins darunterliegende Material (insbesondere von Holz) verhindert und damit vor Verwitterung, Pilz- und Insektenbefall schützt.

Anschliessend folgen mit 4% **Blech/Metall** und mit 3% **Glas**. Auch hier gilt, dass diese Materialien recht grossflächig eingesetzt werden und dadurch bei Beschädigung dementsprechend hohe Kosten verursachen. Im Vergleich zu Faserzement schneiden **Ziegel** mit nur 3% der Schadenssumme deutlich besser ab.

Bezüglich der Häufigkeit der Schäden stehen mit 17% Anstriche an erster Stelle der «bekannten» Materialien (Abb. 27). Dies erklärt sich aufgrund ihrer allgemeinen Verbreitung, Exposition und grossflächigen Anwendung. Deutlich zurück liegt Glas mit 8%. Auch dies ist in erster Linie eine Folge der Ausgesetzttheit, wird Glas doch an Dächern und Fassaden eingesetzt und zudem für Wintergärten und Treibhäuser verwendet. Blech/Metall folgt mit 7% dicht dahinter. Zwar wird Blech schon seit Jahrzehnten für Dachrinnen und Einfassungen verwendet, doch wird es in der modernen Architektur markant häufiger eingesetzt, insbesondere an Flachdächern und Fassaden von Industriegebäuden (Abb. 34). Tendenziell hat zudem die Materialstärke der eingesetzten Bleche in den letzten Jahrzehnten abgenommen. Weiter fallen auch die meisten Roll- und Raffstoren unter die Kategorie Blech, die – wie Abb. 23 zeigt – einen bedeutenden Anteil an den Schadenfällen ausmachen (und sich überdies in Abb. 27 zu einem wesentlichen Teil in der Kategorie «Unbekannt» verstecken).

Interessant ist der Vergleich von Faserzement und Ziegel mit je 5%: Bezüglich ihres Auftretens in den Verfügungen zeigen beide eine vergleichbare Häufigkeit. Was hingegen den Anteil an der Schadenhöhe betrifft, überwiegt Faserzement um ein Vielfaches – offenbar fallen Schäden an Faserzementflächen wesentlich höher aus als Schäden an Ziegeln. Dies dürfte damit zusammenhängen, dass ein Faserzementdach im allgemeinen vollständig ersetzt werden muss; bei einem Ziegeldach genügt es hingegen oft, nur die beschädigten Ziegel auszutauschen. Faserzement erweist sich aufgrund seiner Häufigkeit, mit welcher er verwendet wird, seiner Hagelanfälligkeit und dem hohen Durchschnittsschaden als ein ernsthaftes Problem. Anhand der verfügbaren Daten kaum zu beurteilen ist, welche Bedeutung der Alterung zukommt, ob also neuer Faserzement deutlich hagelwiderständiger ist als gealterter und ob es sich bei der Mehrzahl beschädigter Faserzementdächer um gealtertes Material handelt. In diesem Fall wären von Seiten der Hersteller Anstrengungen zur Verminderung der altersbedingten Materialschwächung sehr zu begrüssen.

Die hohen Durchschnittskosten von beschädigtem Faserzement belegt auch Abb. 28: Faserzement liegt mit 12'000 CHF klar an erster Stelle, hingegen schlagen Schäden an Ziegeln im Schnitt mit vergleichsweise bescheidenen 2'000 CHF zu Buche. Für die ebenfalls recht bedeutenden Kosten für provisorisches Material – Notdächer, Gerüste – ist sicher weniger das Material an sich verantwortlich als vielmehr der Arbeitsaufwand für das Errichten und Abbauen desselben.

Der Wert für die ebenfalls unter den teuersten Materialien aufgeführten Dichtungsbahnen ist nicht aussagekräftig, da der im Diagramm aufgeführte Anteil der Dichtungsbahnen auf einem einzigen Schadenfall in der Zufallsstichprobe beruht. Ähnliches gilt für Naturstein, der nur mit zwei Fällen in Form von Schieferdächern in der Stichprobe enthalten ist.

Tab. 2 fasst die vorgängig besprochenen Ergebnisse zusammen und hebt anhand eines Farbverlaufes die problematischen Materialien hervor. Neben dem bereits mehrfach angetönten Faserzement sind dies die unter «Anstrich» zusammengefassten Farben, Lasuren und Lacke und insbesondere die in der Kategorie «Unbekannt» zusammengefassten Materialien. Diese sind gemäss der Definition der Kategorie im Prinzip nicht bekannt, doch zeigt die Durchsicht der Daten, dass es sich bei mehr als der Hälfte dieser Fälle um Roll- und Raffstoren handelt. Für den einzelnen Fall fehlt die Materialspezifizierung, doch lässt sich insgesamt sagen, dass die Storen in erster Linie aus Leichtmetallblech, in zweiter Linie aus Kunststoff bestehen. Die Kategorie Blech/Metall ist somit in der Auswertung mit einem Anteil von 4% an der Gesamtschadenssumme mit Sicherheit deutlich untervertreten. Unter der Annahme, dass die Hälfte der Fälle mit unbekanntem Material Storen betrifft und diese zu ¾ aus Blech bestehen, ergibt sich, dass die Kategorie

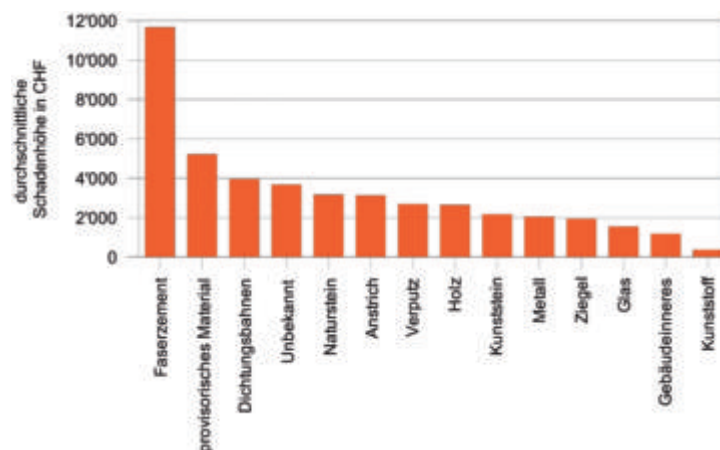


Abb. 28: Durchschnittliche Schadenhöhe an den einzelnen Materialien (basierend auf der Zufallsstichprobe).



Blech/Metall mit weit über 10% an die Gesamtschadenssumme beiträgt und folglich eine rötliche Tönung verdient. Dass dies weit mehr als eine reine Vermutung ist, belegen die Auswertungen über die Bauelemente (Abb. 22 und 23). Auch bei den Materialien wäre es von Interesse, nicht nur die Verteilung bezüglich der beschädigten Bauelemente zu kennen, sondern genauso bezüglich des gesamten verbauten Bestandes, aber hierzu sind die entsprechenden Zahlen ebenfalls nicht greifbar.

## 2.5 Ergebnisse der Auswertung auf der Ebene der 5% grössten Einzelschäden

Dieselben Auswertungen wie für die Stichprobe wurden zusätzlich auch über die 5% grössten Schäden vorgenommen (360 Verfügungen). Diese sind gemäss Abb. 18 für über einen Drittel der Gesamtschadenssumme verantwortlich. Aufgrund dieser Tatsache muss es daher interessieren, welche Bauteile und Materialien für diesen beträchtlichen Anteil hauptverantwortlich sind. Erwartungsgemäss liegen die meisten dieser grössten Einzelschäden im Intensitätsmaximum des Hagelereignisses: 80% davon entfallen auf die Gemeinden Aadorf, Lommis, Stettfurt, Thundorf und Wängli.

### Schäden nach Art bzw. Funktion der Bauelemente

Bei der Untersuchung bezüglich der betroffenen Bauelemente unterscheiden sich die Ergebnisse deutlich von denjenigen der Zufallsstichprobe: Hinsichtlich der Schadenssumme überwiegen die Dächer noch viel klarer – sie sind für 55% der Schadenhöhe verantwortlich (Abb. 29). Unter dem Aspekt, dass Schäden an Dächern im allgemeinen gross ausfallen, ist dies durchaus verständlich. Wände und Fassaden sind mit 14% ungefähr gleich stark beteiligt wie bei der Zufallsstichprobe. Hingegen treten die Storen deutlich zurück und erreichen mit 12% nicht einmal die Hälfte des

Anteils an der Gesamtschadenssumme in der Zufallsstichprobe. Dies überrascht bei einer mittleren Schadenhöhe von ca. 3'000 CHF pro Fall kaum. Demgegenüber sind unter den 5% grössten Schäden Treibhäuser mit immerhin 3% wesentlich stärker vertreten – sie sind das Bauelement mit dem höchsten Durchschnittsschaden überhaupt (15'000 CHF); aufgrund ihrer geringen Anzahl unter den Schadenfällen sind aussagekräftige Schlussfolgerungen allerdings nicht möglich. Doppelt so stark vertreten wie in der Zufallsstichprobe sind mit gut 2% Schäden im Gebäudeinneren. Das erscheint plausibel, da Schäden innerhalb der Gebäude eine undichte Gebäudehülle voraussetzen (z.B. durchschlagene Dächer oder Dachfenster). Solche Fälle traten v.a. dort auf, wo die Hagelintensitäten besonders hoch waren. Die übrigen Bauelemente tragen maximal 2% an die Gesamtschadenssumme bei.

Auch bezüglich der Schadenanzahl treten die Storen zurück zugunsten von Dächern, Wänden und Fassaden (Abb. 30). Die betroffenen Gebäude dürften sich in der Kernzone des Hagelschlags befunden haben, denn um Dächer und Wände/Fassaden zu beschädigen sind höhere Intensitäten nötig als für Storen. Auch die Tatsache, dass in dieser Kategorie Schäden im Gebäudeinneren fast dreimal häufiger sind, deutet auf höhere Prozessintensitäten hin.

### Schäden nach Material der Bauelemente

Der hohe Anteil der Dächer und Wände/Fassaden an der Schadenssumme der 5% grössten Schäden widerspiegelt sich auch beim Material: 35% der Schäden gehen auf Faserzement zurück, 8% auf Anstrich (Abb. 31). Die Faserzement-Problematik zeigt sich hier noch ausgeprägter: Die durch beschädigten Faserzement verursachten Kosten betragen das Zwölfwache derjenigen an Ziegel. Zu berücksichtigen gilt hier jedoch, dass unter den am stärksten beschädigten Gebäuden Grossbauten übervertreten sind, die

| Material                | Anteil an Gesamtschadenzahl [%] | durchschnittliche Schadenhöhe [CHF] | Anteil an Gesamtschadensumme [%] |
|-------------------------|---------------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|
| Unbekannt               | 49.6                            | 3'679                               | 51.9                             |
| Faserzement             | 4.7                             | 11'660                              | 15.5                             |
| Anstrich                | 17.2                            | 3'123                               | 15.2                             |
| Blech / Metall          | 7.4                             | 2'036                               | 4.3                              |
| Glas                    | 7.7                             | 1'543                               | 3.4                              |
| Ziegel                  | 5.1                             | 1'939                               | 2.8                              |
| provisorisches Material | 1.7                             | 5'212                               | 2.6                              |
| Holz                    | 3.2                             | 2'647                               | 2.4                              |
| Verputz                 | 1.4                             | 2'684                               | 1.1                              |
| Gebäudeinneres          | 1.2                             | 1'176                               | 0.4                              |
| Kunststein              | 0.3                             | 2'166                               | 0.2                              |
| Naturstein              | 0.1                             | 3'164                               | 0.1                              |
| Dichtungsbahnen         | 0.1                             | 3'961                               | 0.1                              |
| Kunststoff              | 0.2                             | 367                                 | 0.0                              |

Tab. 2: Überblick über die Bedeutung der einzelnen Materialien an der Schadenbelastung (basierend auf der Zufallsstichprobe).

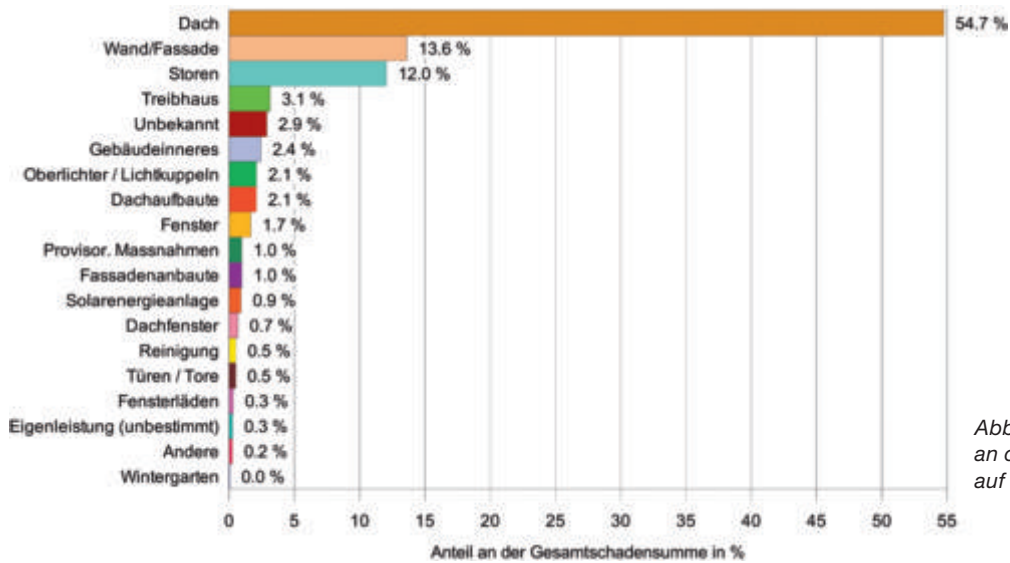


Abb. 29: Anteil der einzelnen Bauelemente an der Gesamtschadensumme (basierend auf den 5% teuersten Schäden).

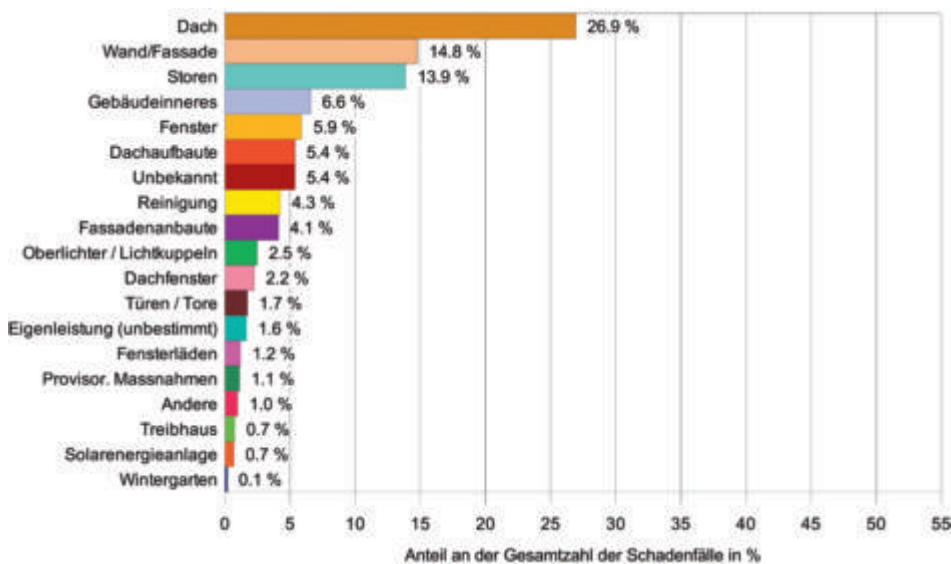


Abb. 30: Anteil der einzelnen Bauelemente an der Gesamtzahl der Schadenfälle (basierend auf den 5% teuersten Schäden).

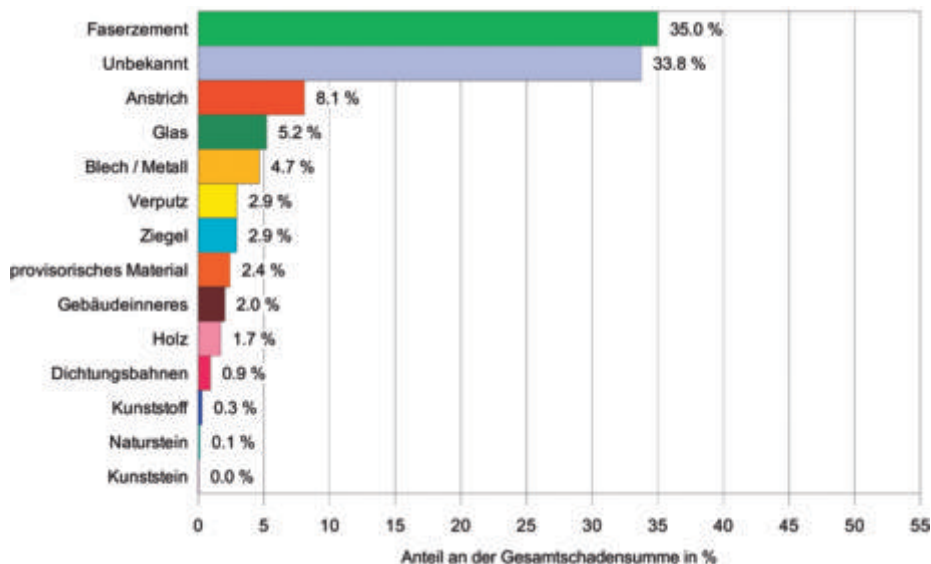


Abb. 31: Anteil der einzelnen Materialien an der Gesamtschadensumme (basierend auf den 5% teuersten Schäden).

eher selten mit Ziegeldächern ausgestattet sind. Höher als bei der Zufallsstichprobe ist auch der Anteil von Glas (5%), Verputz (3%) und Schäden im Gebäudeinneren (2%), was wahrscheinlich mit der höheren Hagelintensität zusammenhängt, denen die unter den 5% teuersten Schäden aufgeführten Gebäude ausgesetzt waren. Demgegenüber ist der Anteil von Ziegel und Blech/Metall fast identisch (knapp 5%). Schwächer vertreten ist insbesondere Holz.

Was den Anteil an der Anzahl der Schadenfälle angeht, so gilt auch hier: Faserzement tritt mit 12% gut doppelt so häufig in den Verfügungen auf wie in der Zufallsstichprobe, wohingegen Ziegel in ihrer Bedeutung leicht untervertreten sind (Abb. 32). Auch Anstrich, Glas und Blech/Metall sind anteilmässig weniger bedeutend. Ungefähr doppelt so häufig erscheinen hingegen Verputz und Schäden im Gebäudeinneren, was mit der Konzentration der 5% teuersten Fälle im Intensitätsmaximum des Hagelereignisses erklärt werden kann.

Bezüglich Blech/Metall gilt in etwas geringerer Masse die Feststellung, die bereits bei den Auswertungen zur Zufallsstichprobe gemacht wurde: Storen tragen mit 12% an die Schadensumme bei, Blech/Metall nur mit 5%. Die Kategorie «Unbekannt» beträgt hingegen 34%. Ein grosser Teil davon dürfte somit auch hier auf Storen entfallen, deren Material im Einzelfall nicht bekannt ist, in der Summe aber hauptsächlich Blech/Metall umfasst.

Zusammenfassend lassen die Untersuchungen an der Zufallsstichprobe sowie an den 5% grössten Schäden klare Schlussfolgerungen zu: Die Hauptprobleme liegen – wenig überraschend – bei den Bauelementen Dach, Wand/Fas-

sade und Storen, bezüglich der Materialien klar bei Faserzement, Anstrichen und Blech/Metall. Diese doch eindeutigen Ergebnisse können als Diskussionsgrundlage gegenüber Herstellern, Architekten und Bauunternehmern dienen. Dabei gilt es aber im Auge zu behalten, dass es sich beim Hagelschlag vom 26. Mai 2009 um ein Ereignis von ausserordentlicher Intensität handelte. Selbst Material mit einem der Gefährdungssituation angemessenen Hagelwiderstand (HW 3; vgl. Abb. 58) hätte dem Hagelschlag im zentralen Schadenbereich nicht widerstanden.

### Schäden in Abhängigkeit des Baujahres

Untersucht werden sollte weiter, ob die in KGV (2007b) geäusserte These, dass die Gebäudehüllen in jüngerer Zeit tendenziell hagelempfindlicher konstruiert werden, durch die verfügbaren Daten gestützt wird. Nun bildet die Gebäudehülle jedoch keine Einheit, und Daten über das Alter der Gebäudehüllenelemente sind für einzelne Gebäude nicht verfügbar. Hingegen enthalten die Schadendaten der Gebäudeversicherung Thurgau das Baujahr von 6'208 beschädigten Gebäuden. Die Spanne reicht vom Mittelalter bis in die heutige Zeit. Es ist klar, dass das Baujahr nicht mit dem Alter der einzelnen Gebäudehüllenbestandteile gleichgesetzt werden kann – gerade an älteren Gebäuden mussten zumindest Teile davon im Rahmen eines normalen Renovationszyklus' oder infolge früherer Unwetterschäden ersetzt werden (Dächer, Fassaden, Fenster). Dennoch ist das Baujahr gewissermassen ein Indikator für die Bauweise: Ein Wohnhaus aus den ersten Jahrzehnten des 20. Jahrhunderts weist typischerweise ein mit Ziegeln bedecktes vorkragendes Satteldach, relativ kleine Fenster mit

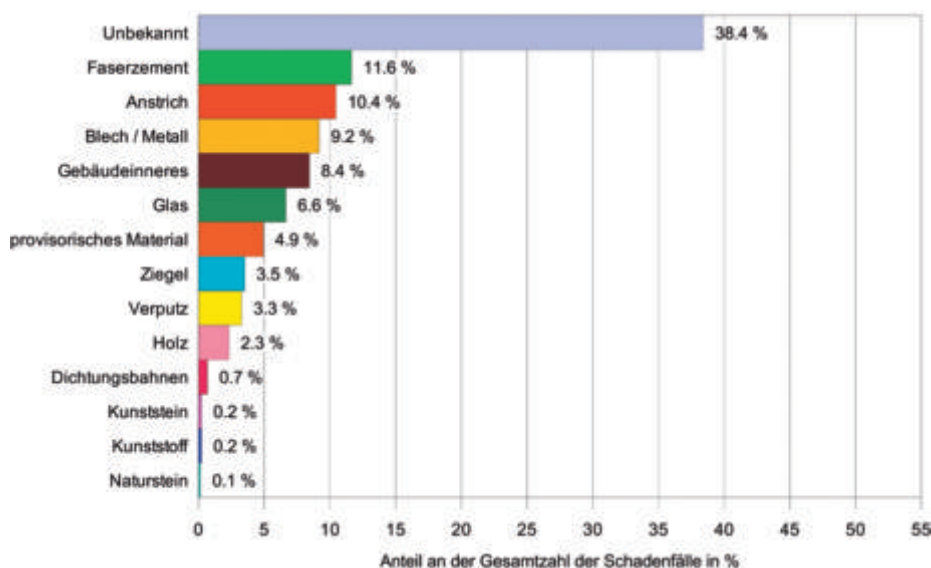


Abb. 32: Anteil der einzelnen Materialien an der Gesamtzahl der Schadenfälle (basierend auf den 5% teuersten Fällen).



Fensterläden und verputztes Backsteinmauerwerk auf (Abb. 33). Selbst im Rahmen einer umfassenden Renovati- on dürfte sein baulicher Charakter weitgehend erhalten bleiben. Sollten dabei dennoch grossflächig moderne Bauele- mente und -materialien (z.B. Aussenisolation, Ersatz der Ziegeleindeckung durch eine solche aus Faserzement) ein- gesetzt werden, hat dies zur Folge, dass sich – vorausge-

setzt die oben geäusserte These trifft zu – der Hagelwider- stand eher vermindert. Falls also selbst solcherart modernisierte ältere Gebäude eine geringere Anfälligkeit auf Hagelschlag zeigen als Bauten neueren Datums, so stützt dies die These einer Empfindlichkeitszunahme.



Abb. 33: Ältere Bauweise: Wohnhaus (Baujahr 1904) und Fabrikgebäude (Baujahr 1917). Die Gebäudehülle besteht v.a. aus relativ hagelresistenten Materialien wie Ziegel (Dächer), Verputz auf Mauerwerk (Fassade) und Massivholz (Fensterläden, Fassadenanbauten, Türen). Die ausladenden Dachflächen schützen die Fassaden recht wirkungsvoll vor Hagelschlag (Fotos: IRV).



Abb. 34: Moderne Bauweise: Wohnhaus (Baujahr 1999) und Industriegebäude (Baujahr 1972, Umbau / neue Fassadenverkleidung 2002/03). Die Gebäudehülle besteht aus relativ hagelempfindlichen Materialien wie Blech (Fassade, Raffstoren, Verkleidungen, Fassadenanbauten), Faserzement (Dachfläche), Kunststoff (Vordächer) und gestrichenen Holzflächen (Fassade). Die Dachflächen schützen die Fassaden kaum oder gar nicht vor Hagel (Fotos: IRV).



Für die Überprüfung derselben wurden nur Gebäude ab Jahrgang 1935 ausgewertet (4'738 beschädigte Gebäude). Der Grund liegt darin, dass das Baujahr wesentlich älterer Gebäude oft nicht zuverlässig bekannt ist, was sich daran zeigt, dass die Anzahl der Jahrgänge runder Jahrhunderte oder Jahrzehnte (1900, 1910, 1920, ...) in den Daten deutlich höher liegt als diejenige der Jahre dazwischen und dass zudem Baujahre vor etwa 1945 in den Schadendaten nur in geringer Zahl enthalten sind (Abb. 35).

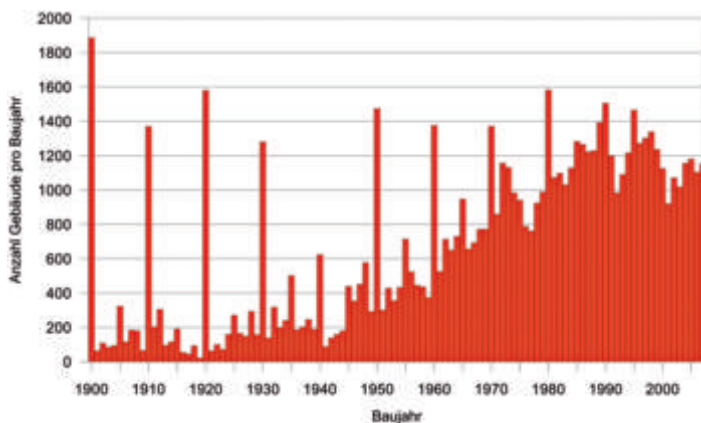


Abb. 35: Anzahl der Gebäude pro Baujahr im Kanton Thurgau.

Für die Untersuchung allfälliger Veränderungen der Gebäudeverletzlichkeit gegenüber Hagel wurde für jede am 26. Mai 2009 von Hagelschäden betroffene Gemeinde der relative Anteil beschädigter Gebäude an der Gesamtzahl für jedes Baujahr bestimmt. Die daraus resultierende Abb. 36 zeigt tatsächlich deutliche Unterschiede: Zwischen den Jahrgängen 1935 und 1955 schwanken die Anteile stark um einen Wert von gut 5%. Die ausgeprägte Fluktuation dürfte mit der geringen Anzahl Gebäude aus diesem Zeitraum zusammenhängen. Zwischen den Jahrgängen 1955 und etwa

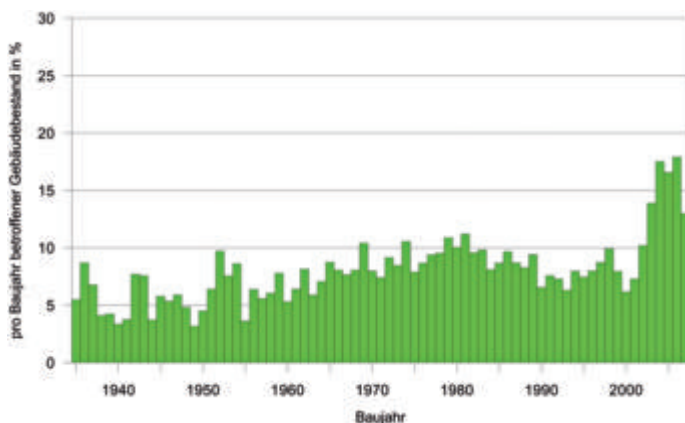


Abb. 36: Prozentualer Anteil beschädigter Gebäude am Gebäudebestand der betroffenen Thurgauer Gemeinden in Abhängigkeit ihres Baujahres.

1980 erfolgt ein leichter Anstieg auf ungefähr 9% und anschliessend bis zu Baujahr 2000 ein Rückgang auf ca. 6%. Bei den jüngsten Jahrgängen schnell die Kurve bis auf ca. 17% empor, also auf mehr als das Doppelte des Mittelwertes der früheren Jahrgänge. Es stellt sich die Frage, ob es sich hierbei um einen zufälligen Ausreisser handelt, denn nur die fünf letzten Baujahre ragen markant über das Niveau der älteren Jahrgänge hinaus. Andererseits ist die Anzahl der auswertbaren Gebäude relativ hoch, was eine Zufallsschwankung weitgehend ausschliesst.

Wie erklärt sich ein so markanter kurzfristiger Anstieg? Hat sich die Bauweise in diesem kurzen Zeitraum derart massiv in Richtung verringerter Hagelwiderstand verändert? Oder rührt die markante Erhöhung allenfalls daher, dass Besitzer neuer Gebäude eher versucht sind, selbst geringfügigste Hagelschäden anzumelden? Bekanntlich schmerzen den stolzen Besitzer eines wertvollen Gutes – sei es Gebäude, Fahrzeug, Uhr oder Möbel – Kratzer und Schrammen nie mehr, als wenn sein geliebtes Objekt nagelneu und bisher unversehrt ist. Demnach wäre der markante Anstieg am rechten Ende der Grafik weniger ein Zeichen veränderter Verletzlichkeit, sondern erhöhter Aufmerksamkeit den Schäden gegenüber.

Eine Möglichkeit, diese Frage zu klären, ist die Durchführung der entsprechenden Auswertung an Wohngebäuden allein (Zweckbestimmung 20–29 des VKF-Codes; vgl. Anhang B), da bei diesen der emotionale Bezug der Besitzer am stärksten ausgeprägt sein dürfte (vgl. Anmerkungen zu Abb. 20). Das Ergebnis zeigt Abb. 37: Der Verlauf der Grafik gleicht stark Abb. 36, nur ist der Anstieg ab 2001 noch markanter ausgeprägt. Auch die übrigen charakteristischen Eigenschaften der Kurve in Abb. 36, z.B. der breite Buckel zwischen Baujahr 1955 und 1995 mit deutlichem Anstieg bis ca. Baujahr 1980 und anschliessend leichtem Rückgang, sind deutlich erkennbar. Zum Vergleich wurden auch die Nicht-Wohngebäude (Zweckbestimmung 10–19 bzw. 30–90 des VKF-Codes; vgl. Anhang B) ausgewertet (Abb. 38). Auffällig ist zunächst der deutlich geringere Anteil betroffener Gebäude am Bestand aller Nicht-Wohnbauten: Nur an knapp 4% wurden Schäden gemeldet, gegenüber fast 11% bei den Wohngebäuden. Dies deutet schon an, dass Wohngebäude generell deutlich hagelempfindlicher sind als die übrigen Gebäudetypen oder dass deren Besitzer gemeinhin häufiger geneigt sind, Schäden bei der kantonalen Gebäudeversicherung anzumelden, wie dies bereits im Zusammenhang mit Abb. 20 postuliert wurde. Interessant ist aber besonders, dass der bei den Wohngebäuden beobachtete Anstieg ab Baujahr 2001 bei den Nicht-Wohngebäuden kaum erkennbar ist. Weiter ist bei den Nicht-Wohnbauten über die betrachteten Baujahre keine Tendenz festzustellen, dies im Gegensatz zu den Wohngebäuden mit einem insgesamt zunehmenden Anteil betroffener Gebäude in Abhängigkeit des Baujahres.

### 3. Das Hagelereignis am 23. Juli 2009 in den Kantonen Waadt, Freiburg, Bern und Luzern

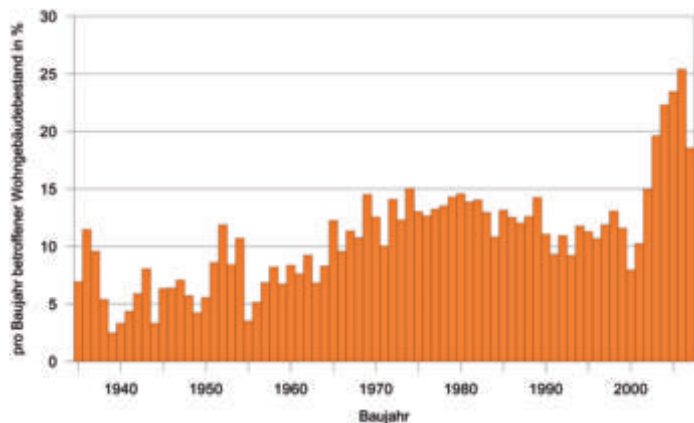


Abb. 37: Prozentualer Anteil beschädigter Wohngebäude (Zweckbestimmung 20–29 des VKF-Codes) am Wohngebäudebestand der betroffenen Thurgauer Gemeinden in Abhängigkeit ihres Baujahres.

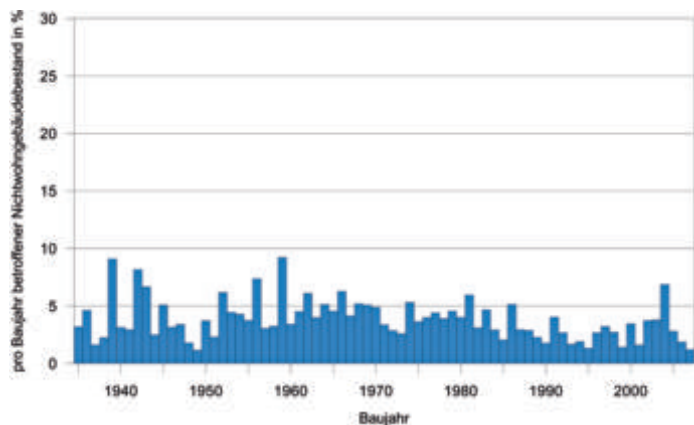


Abb. 38: Prozentualer Anteil beschädigter Nicht-Wohngebäude (Zweckbestimmung 10–19 bzw. 30–90 des VKF-Codes) am Nicht-Wohngebäudebestand der betroffenen Thurgauer Gemeinden in Abhängigkeit ihres Baujahres.

Es scheint also tatsächlich, dass Besitzer neuer Wohngebäude besonders sensibel auf Hagelschäden reagieren und selbst geringfügige Schäden bei der Kantonalen Gebäudeversicherung anmelden, während Besitzer älterer Wohngebäude und solche von Nicht-Wohnbauten eher toleranter reagieren. Und die These, dass die moderne Bauweise Hagelschäden an Wohngebäuden begünstigt, wird zumindest nicht widerlegt.

Weiter wäre noch zu überlegen, ob auch auf Seiten der Gebäudeversicherung Gründe für die beobachteten Unterschiede denkbar sind. Akzeptiert sie z.B. Forderungen nach Schadenvergütung bei neuen Gebäuden bereitwilliger als bei Bauten älteren Jahrgangs? Immerhin hat sie bei Neubauten keinen Grund, Schadensansprüche aufgrund ungenügender Wartung abzulehnen. Allein aufgrund der verfüg-

baren Zahlen lässt sich diese Fragestellung leider nicht abschliessend beantworten.

Vergleichbare Auswertungen der Gebäudeversicherung Zürich anhand des Hagelereignisses vom 24. Juli 2002 (GVZ, 2011) liefern übrigens sehr ähnliche Ergebnisse: Auch in dieser Studie fiel der Anteil von Gebäuden, die sechs bis sieben Jahre vor dem Hagelereignis erstellt worden waren, deutlich höher aus als derjenige älterer Bauten. Interessant wäre daher die Untersuchung eines noch früheren Hagelereignisses, z.B. aus den 1990er Jahren, um zu überprüfen, ob schon damals eine entsprechende Spitze bei den Gebäuden mit Baujahren kurz vor dem Ereignisjahr auftrat und es somit typisch ist, dass eine solche chronologisch «mitläuft».

### 3. Das Hagelereignis am 23. Juli 2009 in den Kantonen Waadt, Freiburg, Bern und Luzern

#### 3.1 Wetterablauf am 23. Juli 2009

Nach einer recht kräftigen Föhnlage in der Nacht auf den 23. Juli führte laut MeteoSchweiz (2010) eine starke südwestliche Höhenströmung feuchtwarme Luft aus dem Mittelmeerraum gegen die Schweiz. Diese begünstigte die Entstehung heftiger Gewitter, die in der Folge über die Alpennordseite hinwegzogen. Dabei kam es zu Böenspitzen von 90 bis 100 km/h (Plaffeien FR: 105 km/h, Luzern: 98 km/h) und gebietsweise zu ausserordentlich schwerem Hagelschlag mit Korngrössen von bis gut 6 cm Durchmesser. Gemäss den Wetterradardaten der MeteoSchweiz erreichte der Haupthagelzug die Schweiz im Waadtländer Jura bei La Dôle um ca. 15.00 Uhr. Er zog – verbreitet schwere Schäden verursachend – nördlich von Lausanne vorbei durchs Gros-de-Vaud. Auf seinem Weg in den Kanton Freiburg entwickelte er sich zur Superzelle und spaltete sich um ca. 15.45 Uhr in zwei Tochterzellen auf. Die eine stiess dem Broyetal entlang, dann südlich am Murtensee und nördlich der Stadt Bern vorbei weiter in den Oberaargau vor und erreichte unter Abschwächung gegen 16.40 Uhr das Suhretal.

Die südliche Teilzelle erreichte kurz vor 16.00 Uhr im Glâne-Bezirk ihre maximale Intensität (Hagelkörner bis Tennisballgrösse), streifte die Stadt Freiburg, zog weiter übers Schwarzenburgerland und Emmental südlich am Napf vorbei gegen den Vierwaldstättersee, den sie gegen 16.40 Uhr erreichte und schwächte sich gegen den Sihlsee hin deutlich ab. In der Region Gaster gewann die Zelle jedoch erneut an Intensität, sorgte im Appenzellerland für weitere Schäden und überquerte schliesslich gegen 18.00 Uhr die Landesgrenze im Rheintal in Richtung Österreich. Die Lebensdauer dieser

Zelle war aussergewöhnlich lang. Ein zweiter (deutlich schwächerer) Hagelzug erreichte die Schweiz beim Val d'Illiez und zog übers Ormont dem Hauptkamm der Berner Alpen entlang bis ins Lauterbrunnental. Trotz der beachtlichen Zuggeschwindigkeit von ca. 60 km/h wurden Niederschlagsmengen von bis zu 40 mm verzeichnet.

Die Kantone Waadt, Freiburg, Bern und Luzern decken die am stärksten vom ungewöhnlich langen Hagelzug betroffene-

nen Regionen ab, doch wurden auch in etlichen weiteren Kantonen zahlreiche Schäden vermeldet. Die Auswertungen im Rahmen der vorliegenden Ereignisanalyse beschränken sich jedoch auf Daten der vier Gebäudeversicherungen der genannten Kantone. Die Niederschlagsintensität in Abb. 39 bzw. die aus Wetterradar Daten abgeleiteten Hagelkorngrößen in Abb. 40 geben einen guten Eindruck der Ausdehnung und Intensität des Ereignisses.

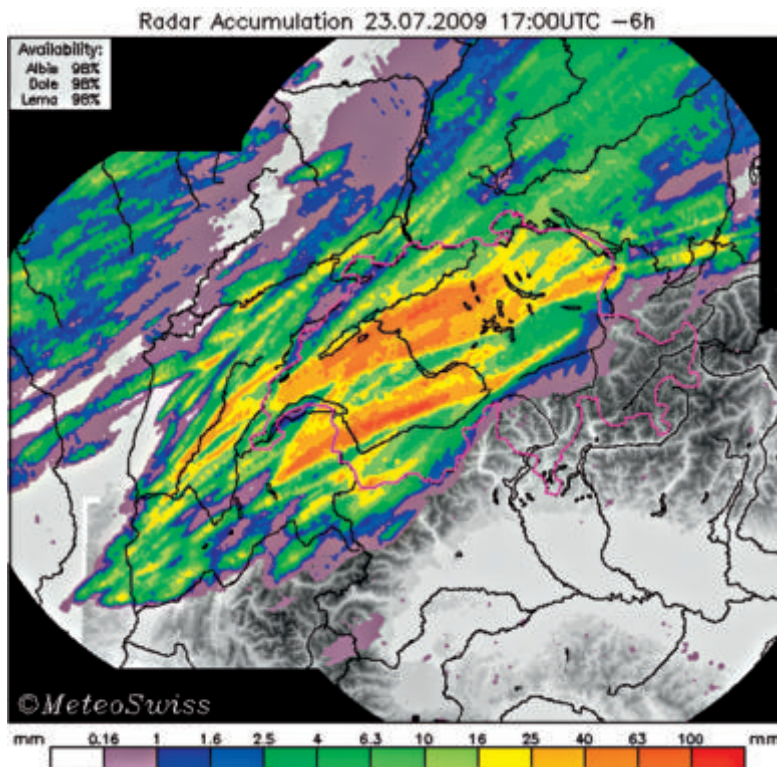


Abb. 39: Niederschlagsmengen am 23. Juli 2009 zwischen 11 und 17 Uhr UTC (13–19 Uhr MESZ), abgeleitet aus Radardaten der Stationen La Dôle, Albi und Monte Lema (Quelle: MeteoSchweiz, verändert).

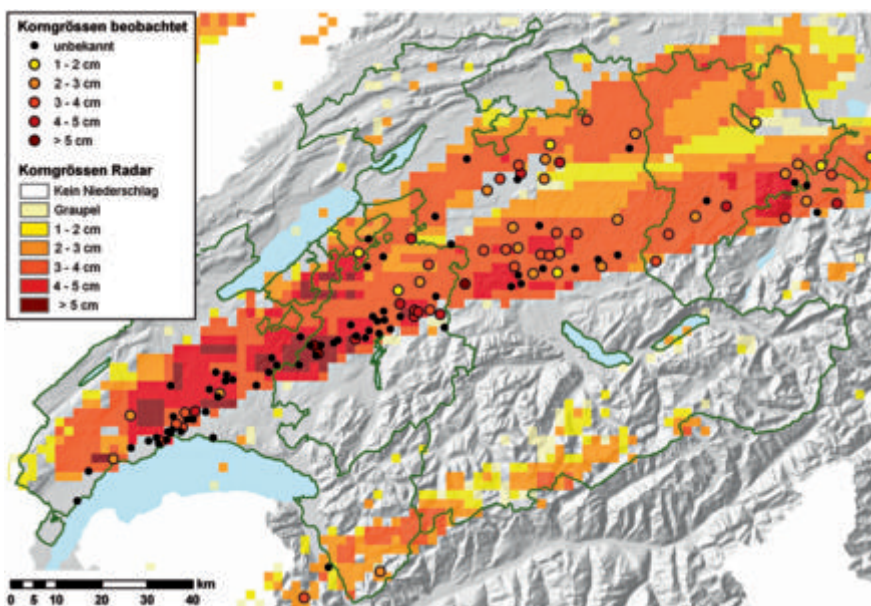


Abb. 40: Korngrößenverteilung des Hagels vom 23. Juli 2009 in den Kantonen Waadt, Freiburg, Bern und Luzern; beobachtet bzw. aus Radardaten abgeleitet (Radardaten: meteoradar; kartografische Grundlagen: swisstopo).



### 3.2 Einordnung des Ereignisses

Für den am schwersten betroffenen Kanton Freiburg handelte es sich um ein absolutes Ausnahmeereignis, wie es in der Geschichte der Gebäudeversicherung bisher noch nie eingetreten ist: Sogar der Sturm «Lothar» 1999 erreichte mit einem Schadensatz von 44 Rp./1'000 CHF Versicherungssumme nur gerade einen guten Viertel des 2009 verzeichneten Hagelschadensatzes. Für die übrigen betrachteten Gebäudeversicherungen handelte es sich zwar ebenfalls um ein bedeutendes Hagelereignis, doch wurde es durch mindestens ein grösseres allein in den letzten fünfzig Jahren noch übertroffen. Zu denken gibt, dass diese alle innerhalb der letzten dreizehn Jahre aufgetreten sind. Auch anhand des Erscheinungsbildes der Kurven (Abb. 43–46) entsteht der Eindruck einer Häufung in den letzten beiden Jahrzehnten.

In den nachfolgenden Kästen sind jedoch vier historische Hagelereignisse beschrieben, die von den Zugbahnen und den betroffenen Gebieten her an den Hagelschlag vom 23. Juli 2009 erinnern, diesen bezüglich der beobachteten Hagelkörner teilweise aber noch übertrafen. Allerdings scheint die betroffene Fläche geringer gewesen zu sein. Die aufgeführten Ereignisse sollen nicht zuletzt den Eindruck korrigieren, den die Kurven in (Abb. 43–46) vermitteln, nämlich dass in den untersuchten Kantonen vor etwa 1980 keine verheerenden Hagelunwetter stattgefunden haben.

#### **Der Hagel vom 10. August 1520 in den Kantonen Freiburg und Bern**

«Von grossem, schädlichem Hagel zu Bern. Diss Jahrs uf den 10. Tag Augst [1520], war Frytag Laurentii z'Abend um Viere, kam vom Gurnigel harüber uf ein Stadt Bern ein so grosser, rucher Hagel, dass dessenglychen nie gedacht. Der thät besonders an Dachung so grossen Schaden, dass man zu ring um d'Stadt musst Ziegel, Schindlen, Züg [Fuhrwerke] und Decken [Dachdecker] beschicken [auftreiben]; dennoch mocht man nit so vil ankommen, dann dass man musst zwyfache Dach theilen\*, etliche gar entdecken [abdecken], und damit nothwendigere schirmen. Da hand Luzern und Basel durch Brief, Fryburg und Solothurn durch ihre Rathsbotten ein Stadt Bern um ihren Schaden fast trüwlich beklagt, mit Erbietung möglicher Hilf. So hand geschickt ihre Decken Luzern, Fryburg hat Ziegel und Schindlen geschenkt, und ihre Decken in ihren Kosten geben, von Niemand keinen Lohn ze nehmen. So hat Solothurn ihre Decken geschickt, und darzu in eignem Kosten geschenkt ein und sechszig Wägen Ziegel und Schindlen.»

\* Dächern mit doppelter Ziegellage wurde eine Lage entnommen, um zusätzliche Ziegel zu gewinnen.

(aus: Stierlin, 1831)

«Uff S. Laurentzentag [10. Aug. 1520] fieng ein hagel an by Gryers [Greyerz FR], der fiel umb dise statt [gemeint ist Freiburg] gross wie nussen\*, zerschlug vil boum, venster unnd etlich vech [Vieh]. Zu Bern fiel er vil grösser wie gänse Eier°, zerschlug inen alle ziegel und entdackt also die hüser unnd thät inen und daselb umbher mercklichen schaden.»

\* Durchmesser ca. 3 cm

° Durchmesser deutlich über 6 cm

(aus: Zehnder-Jörg, 2005)

#### **Der Hagel vom 23. Juni 1642 in den Kantonen Freiburg, Bern und Luzern**

«Den 23. Höuwmonat [Juni] 1642 ist ein grosser erschreckenlicher Hagel gefallen 1 Vierlig\* schwär, wie ein Hünerey°, wie ein Werfkrugeln. Daruff vil Bäum verdorben. Het vil Vögel zetodt geschlagen, Storchen, Gens. Het im Fryburg Gebiet angefangen und in das inner Piet [Luzern] gar wydt gangen. Gott behüdt uns vor solcher Straff.»

\* = ¼ Pfund, also ca. 125 g, was einer Eiskugel von 6.5 cm Durchmesser entspricht

° = weist auf einen Durchmesser von ca. 5 cm hin; die Aussage ist insgesamt nicht sehr konsistent

(damaliger Pfarrer von Schlosswil in: Rubli, 1998)

#### **Der Hagel vom 8. Juni 1809 in den Kantonen Freiburg, Bern und Luzern**

«Den 8. Heumonat, des abends von 5 bis 6 Uhr war ein grausames Hagelwetter. Es kam von Freiburg und fahret bis auf Luzern; minder oder mehr bei Bleiken, Buchholterberg, Röthenbach und Würzbrunnen hat es die ganze Ernd erschlagen, dass an den meisten Orten kein aufrechter Stängel anzutreffen ist. Es hat neue Schindeldächer durchschlagen. Die Steine waren gross wie Wurfkugeln\*. Es hat Menschen, Vieh und Vögel zu Tod geschlagen. [...] Der Jammer war gross.»

\* Eine handliche «Wurfkugel» dürfte einen Durchmesser um 7 cm aufgewiesen haben.

(Chronik aus Bowil in: Rubli, 1998)



### Die Hagelstürme am 10. und 11. Juni 1942 in den Kantonen Waadt und Freiburg

Am Abend des 10. Juni 1942 zog eine Hagelzelle vom Genfersee in den Kanton Freiburg. Die Waadtländer Côte wurde besonders betroffen, und im Kanton Freiburg wurden in vierzig Gemeinden in fünf Bezirken Schäden verzeichnet, v.a. im Greyerz-, See- und Sensebezirk, in etwas geringerer Masse auch im Saane- und Broyebezirk. Besonders schwer sei die Gegend am Gibloux zwischen Sorens FR und Avry-devant-Pont FR getroffen worden.

In der Nacht des 11. auf den 12. Juni 1942 durchquerte ein noch verheerenderer Hagelzug mit Sturmböen die beiden Kantone. In Lavey südlich von Bex VD seien hühnereigrosse Hagelkörner (entspricht ca. 4.5 cm Durchmesser) aufgelesen worden, in Oron VD hätten Körner von bis zu 200–300 g Gewicht (was einer Eiskugel von 8 cm Durchmesser entspricht) sämtliche Ziegel und Fenster zerschmettert.

Im Kanton Freiburg verursachten Hagel und Sturm Schäden in 83 Gemeinden sämtlicher Bezirke, besonders im Glâne- und Greyerzbezirk. Dächer wurden weggerissen, Scheunen umgeworfen und Tausende von Bäumen gefällt. Gemäss zeitgenössischen Beschreibungen hat bei La Verrerie FR nördlich von Semsales FR möglicherweise gar ein Tornado gewütet und Gebäude zerstört.

(nach: Fragnières Frères, 1943)

Der hagelbedingte Schadensatz im Kanton Waadt betrug für das hagelreiche Jahr 1942 17.6 Rp./1000 CHF Versicherungssumme, im Kanton Freiburg gar 22.9 Rp./1000 CHF, doch wurden offenbar die Hagel- von den ebenfalls erheblichen Sturmschäden (Schadensatz 22.3 Rp./1'000 CHF) nicht klar getrennt, so dass der eigentliche Hagelschaden noch deutlich höher ausgefallen sein kann.

(nach: IRV, 1950)



Abb. 41: Haus in Fiaugères FR mit Hagelschäden an der Schindelfassade und Sturmschäden am Dach.



Abb. 42: Haus in Henzenried FR mit Hagelschäden am Schindeldach. (Fotos: Archiv IRV)

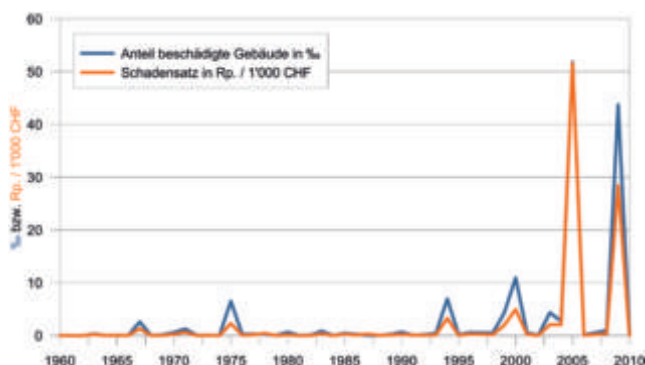


Abb. 43: Entwicklung der hagelbedingten Gebäudeschäden im Kanton Waadt seit 1960 (Quelle: Schadenstatistik VKF).

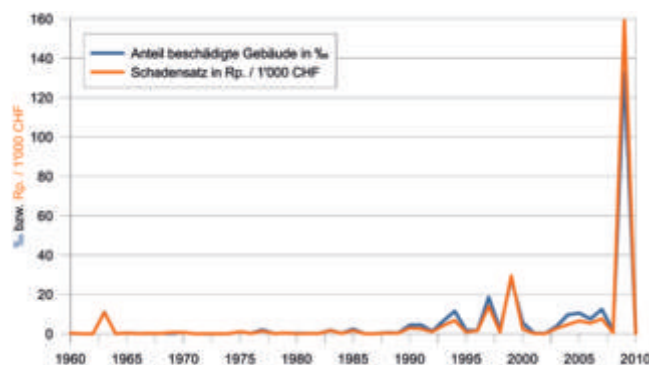


Abb. 44: Entwicklung der hagelbedingten Gebäudeschäden im Kanton Freiburg seit 1960 (Quelle: Schadenstatistik VKF).

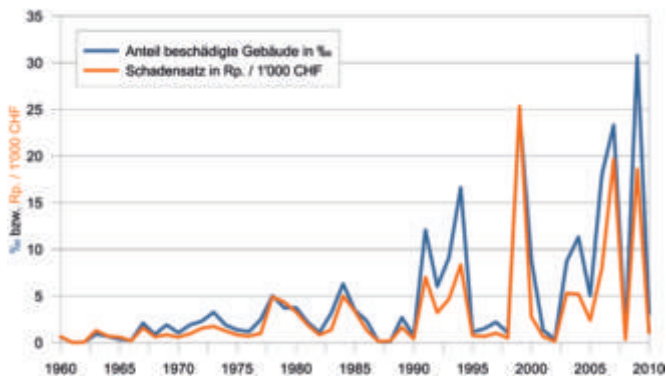


Abb. 45: Entwicklung der hagelbedingten Gebäudeschäden im Kanton Bern seit 1960. (Quelle: Schadenstatistik VKF).

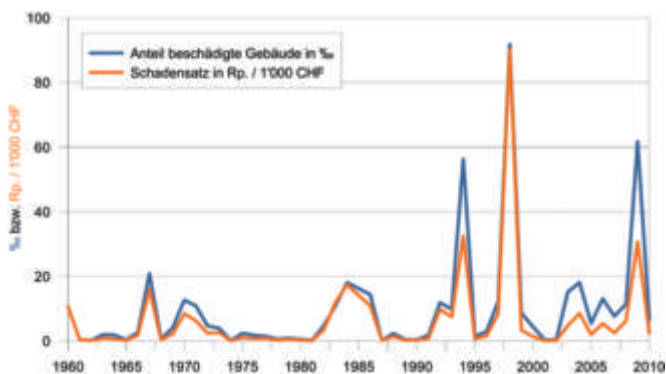


Abb. 46: Entwicklung der hagelbedingten Gebäudeschäden im Kanton Luzern seit 1960. (Quelle: Schadenstatistik VKF).

### 3.3 Auswertung der Einzelschäden

Im Gegensatz zum Hagelereignis im Kanton Thurgau wurden fürs Juli-Ereignis keine Detailerhebungen anhand von Schadendossiers vorgenommen, so dass sich die Auswertungen im wesentlichen auf die Einzelschaden-Datensätze beschränken, wie sie von den Kantonalen Gebäudeversicherungen jährlich für die Erstellung der «Schadenstatistik VKF» an den IRV geliefert werden. Die entscheidenden darin enthaltenen Informationen sind:

- Schadendatum (in diesem Fall 23. Juli 2009)
- Zweckbestimmung (Art der Gebäudenutzung)
- Schadenursache (Hagel und allfällige Folgeschäden)
- Schadenssumme (netto; daraus abgeleitet die Brutto-Schadenssumme unter Berücksichtigung der Selbstbehaltregelungen)
- Gemeinde, in welcher der entsprechende Schaden aufgetreten ist

Dadurch liessen sich die Schäden auch räumlich darstellen und mit der von der Firma meteoradar GmbH aufbereiteten Hagelintensitätskarte vergleichen.

### 3.4 Korngrößenverteilung

In den Wochen nach dem Hagelereignis recherchierte der IRV systematisch die am 23. Juli 2009 beobachteten Hagelkorngrößen. So wurden im Internet zugängliche Printmedien auf beobachtete Hagelkorngrößen hin durchsucht. Sehr ergiebig waren weiter Wetterforen (insbesondere [www.sturmforum.ch](http://www.sturmforum.ch)), worin etliche Mitglieder die grössten von ihnen beobachteten Hagelkörner in Wort und Bild dokumentierten. Mittels «Google»-Suche gelang es zudem, weitere Websites mit Hagelkorngrößen-Informationen zum 23. Juli 2009 zu finden. Schliesslich wurden auch Personen aus dem Bekanntenkreis von Markus Imhof nach ihren Beobachtungen befragt. Die grössten Hagelkörner wurden aus Mézières FR (Durchmesser >6 cm), Romont FR und Schwarzenburg BE (Durchmesser je 6 cm) gemeldet: In der Mehrzahl der Fälle konnte jedoch nur nachgewiesen werden, dass zwar Hagelkörner gefallen waren, über die Korngrößen waren jedoch keine Informationen greifbar. Abb. 40 zeigt die räumliche Verteilung der beobachteten Korngrößen im Vergleich zu den aus den Wetterradardaten abgeleiteten. Visuell ist die Übereinstimmung recht gut, doch sind die Punkte mit beobachteten Korngrößen zu wenig zahlreich und zu ungleichmässig verteilt, als dass sich eine verlässliche Kalibrierung der Radardaten vornehmen liesse. Insbesondere die Radar-Rasterdaten zeigen, wie die Korngrößen auf kurze Distanz beträchtlich schwankten, besonders eindrücklich am südlichen Rand des Hauptzuges zwischen Lausanne und Freiburg.

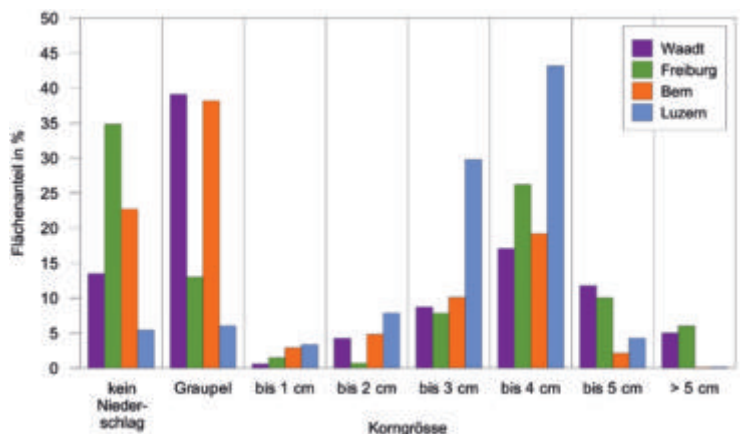


Abb. 47: Relativer Flächenanteil der Korngrößenklassen für die vier Kantone, abgeleitet aus den Wetterradardaten.

Die Radar-Rasterdaten in Abb. 40 wurden bezüglich der relativen Flächenanteile der einzelnen Korngrössenklassen (Intensitäten) pro Kanton ausgewertet; das Ergebnis ist in Abb. 47 dargestellt. Trotz der nach dem visuellen Eindruck der Karte recht unterschiedlichen Verteilung der Intensitätsflächen in den einzelnen Kantonen, zeigen sich gemeinsame Züge: Der Flächenanteil ohne Hagel ist in sämtlichen Kantonen mit Ausnahme von Luzern recht hoch. Gering ist hingegen der Flächenanteil mit entweder feinkörnigem (<2 cm) oder aber sehr grobkörnigem (>4 cm) Hagel. In den meisten Gebieten wurden somit Hagelkörner mit Durchmesser zwischen 2 und 4 cm verzeichnet.

### 3.5 Anzahl beschädigter Gebäude

Die Verteilung der Anzahl beschädigter Gebäude zeigt deutlich die Zugbahn der Haupthagelzelle vom Genfersee bis an den Vierwaldstättersee (Abb. 48). Nördlich von Bern ist auch der Verlauf der abgespaltenen Zelle zu erkennen. Erwartungsgemäss hängt die Anzahl betroffener Gebäude stark von der Einwohnerzahl und der Siedlungsdichte der jeweiligen Gemeinden ab. So stehen insbesondere Münsingen BE mit gut 1'600 sowie Belp BE und Marly FR mit je etwa 1'100 betroffenen Gebäuden heraus. Wie Abb. 40 zeigt, sind dies jedoch nicht diejenigen Gebiete, die der stärksten Intensität ausgesetzt waren.

### 3.6 Schadensumme

Die Verteilung der Bruttoschadensumme über die einzelnen Gemeinden (Abb. 49) ist derjenigen der Anzahl sehr ähnlich. Die Höhe der Schäden zeichnet zudem recht gut die Intensität nach, wie sie Abb. 40 wiedergibt. Die höchste Schadensumme wurde mit 9.6 Mio. CHF in der Gemeinde Romont FR festgestellt, danach folgen Farvagny FR, Marly, Münsingen und Freiburg mit je rund 7 Mio. CHF. Es gibt jedoch Unterschiede gegenüber der Intensitätskarte, die auf die Siedlungsstruktur zurückzuführen sein dürften: So sind beispielsweise die Schadensummen in den ländlichen Gemeinden des Sensebezirkes geringer als Abb. 40 erwarten liesse. Dasselbe gilt für die Gegend um Payerne VD und die ländlichen Gemeinden zwischen Schwarzwasser und Gürbe. Demgegenüber fielen die Schäden in einzelnen Gemeinden unerwartet hoch aus, so in Langnau BE und in Escholzmatt LU, obschon die Korngrössen gemäss Radar «nur» zwischen 3 und 4 cm lagen. Diese Werte sind zudem durch Beobachtungen abgestützt, so dass es sich vermutlich nicht um einen technisch bedingten Effekt (z.B. Abschätzung des Radarsignals) handelt. Aus Escholzmatt wurden jedoch entwurzelte Bäume gemeldet. Denkbar wäre daher, dass die Hagelkörner hier aufgrund der Sturmböen seitlich an die Gebäudefassaden prasselten und sich die Schäden dadurch markant erhöhten. Ohne detaillierte Untersuchun-

gen der Schadendossiers kann aber darüber nur spekuliert werden. Jedenfalls sticht Escholzmatt mit einem Durchschnittsschaden von 5'300 CHF aus seiner Umgebung heraus (Abb. 50).

### 3.7 Durchschnittlicher Gebäudeschaden

Aussergewöhnlich hohe (>10'000 CHF) durchschnittliche Gebäudeschäden traten unter zwei verschiedenen Konstellationen auf (Abb. 50): Einerseits dort, wo auch die stärksten Intensitäten beobachtet wurden, d.h. zwischen Romont und Marly im Kanton Freiburg, andererseits aber in Gemeinden, wo die Hagelintensitäten deutlich geringer ausfielen und nur ein oder zwei Objekte getroffen wurden, z.B. L'Abergement im Waadtländer Jura, Rossinière und Rougemont im Pays d'Enhaut oder Altshofen, Grossdietwil und Triengen im Norden des Kantons Luzern. Die Zweckbestimmung deutet auf den ersten Blick nicht auf speziell empfindliche Gebäude hin (Schulgebäude, Holzbearbeitungsbetrieb, Wohngebäude, landwirtschaftliches Ökonomiegebäude). Die Interpretation von Luftbildern stützt aber die Vermutung, dass es sich in den meisten dieser Fälle um Schäden an Faserzementdächern handelt. Wie Abb. 28 bzw. Tab. 2 zeigen, ist Faserzement relativ hagelempfindlich und im Schnitt teuer.

Interessant ist, dass der Streifen mit hohen Durchschnittsschäden sich von der Waadtländer La Côte bis in den Sensebezirk durchzieht, an der Grenze zum Kanton Bern aber abrupt abzurechnen scheint, obwohl auch im Kanton Bern recht hohe Hagelintensitäten verzeichnet wurden. Ob allein die geringere Intensität – die höchste Kategorie wurde im Kanton Bern nirgends registriert – die Ursache hierfür ist, ob sie z.B. versicherungstechnischer Art (unterschiedliche Schadeneinschätzung) oder aber durch die Siedlungsstruktur bedingt ist, bleibt unklar.

Die Karte widerspiegelt übrigens gut die zu den Abb. 40 und 47 in Bezug auf die Korngrössenverteilung festgehaltene Beobachtung: Die Schadenzentren mit den höchsten Werten sind recht eng begrenzt, darum herum erstrecken sich ausgedehnte Gebiete mit mittelhohen Werten, und die Randbereiche mit geringen Schäden sind wiederum von recht geringer Ausdehnung.



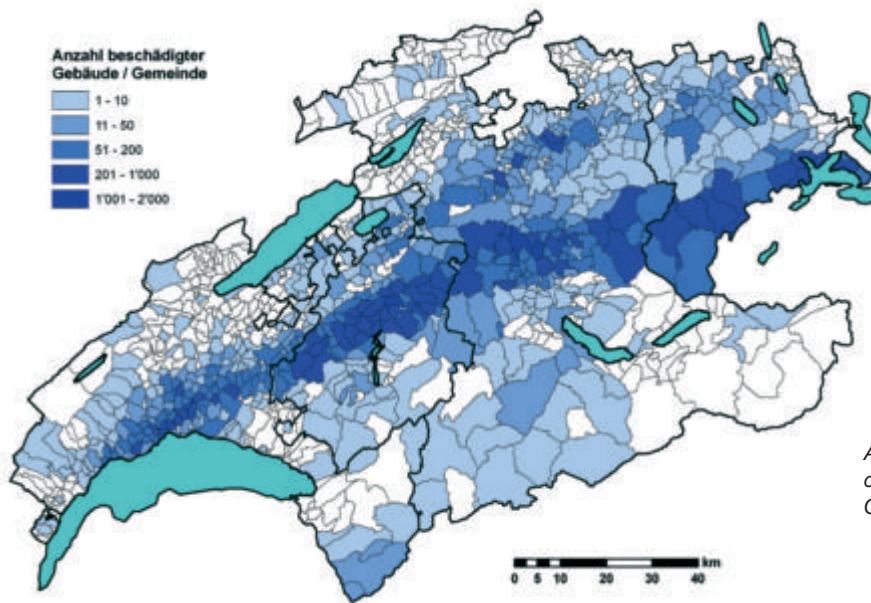


Abb. 48: Anzahl Schäden je Gemeinde als Folge des Hagels vom 23. Juli 2009 (kartografische Grundlagen: swisstopo).

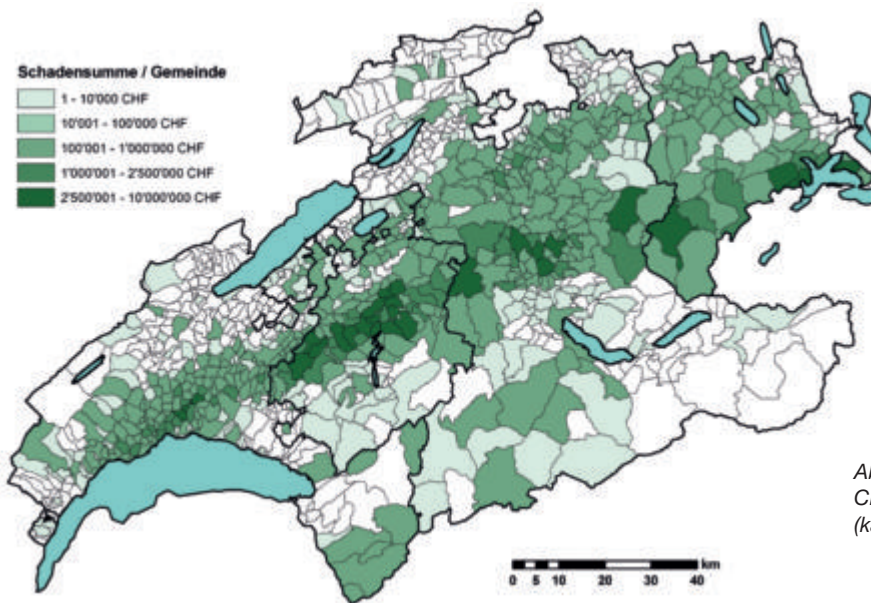


Abb 49: (Brutto-)Schadensumme je Gemeinde in CHF als Folge des Hagels vom 23. Juli 2009 (kartografische Grundlagen: swisstopo).

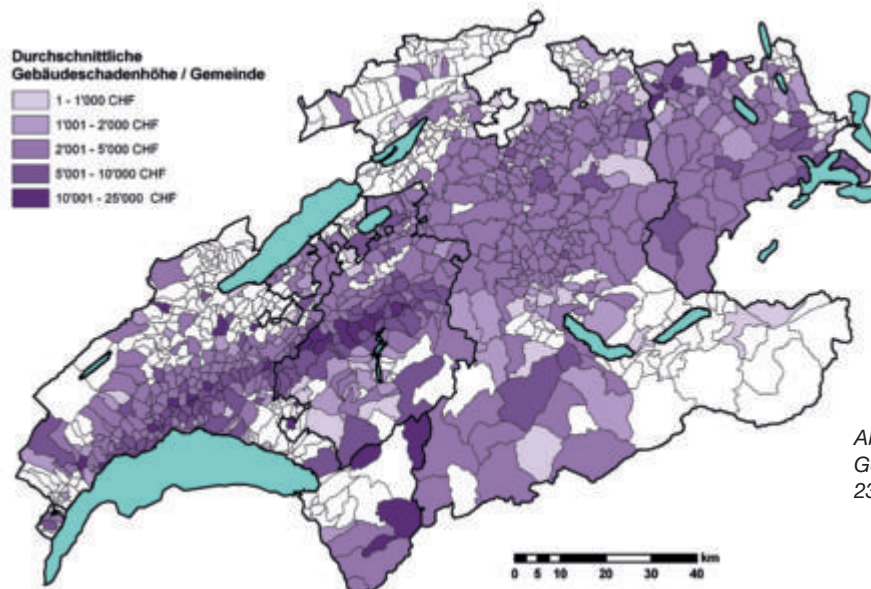


Abb. 50: Durchschnittlicher Gebäudeschaden je Gemeinde in CHF als Folge des Hagels vom 23. Juli 2009 (kartografische Grundlagen: swisstopo).



### 3.8 Struktur der Schadenbeträge

Wie im Fall des Kantons Thurgau mit Abb. 18 wurde auch für die vier Kantone je eine Schadenssummenkurve erstellt (Abb. 51). Die Kurve des Kantons Waadt stimmt fast perfekt mit der des Kantons Thurgau überein, obwohl es sich um zwei perfekt voneinander unabhängige Hagelereignisse handelt. Damit sind auch die Verhältniszahlen praktisch gleich: Die 10% teuersten Schäden sind für 48% der Gesamtschadenssumme verantwortlich, wohingegen 70% der kleinsten Schäden für nur 25% der Gesamtschadenssumme sorgen. Die Kurven von Freiburg und Luzern steigen etwas weniger steil an, wodurch auf die 10% grössten Schäden «nur» 43 bzw. 40% der Gesamtschadensumme entfallen. Deutlich abweichend ist hingegen die Kurve des Kantons Bern: Sie verläuft erstens wesentlich flacher – die grössten 10% der Schäden sind für lediglich 34% der Gesamtschadensumme verantwortlich – und zweitens zeigt sich eine Delle im mittleren Bereich der Kurve. Die Ursache dürfte darin liegen, dass wir es hier im Grunde mit zwei verschiedenen Hagelzügen zu tun haben, einem stärkeren im zentralen Teil und einem schwächeren im Norden des Kantons, die beide ihren eigenen, unterschiedlichen Beitrag an die Schadenssummenkurve leisten. Es handelt sich sozusagen um die Überlagerung zweier separater Kurven. In den Kurven der anderen Kantone zeigt sich kein solcher Effekt, da der Zellsplit – also die Aufteilung des Hauptzuges in zwei Teilzüge – erst kurz vor Erreichen des Kantons Bern erfolgte und die nördliche Zelle den Kanton Luzern nur noch in sehr abgeschwächter Form erreichte.

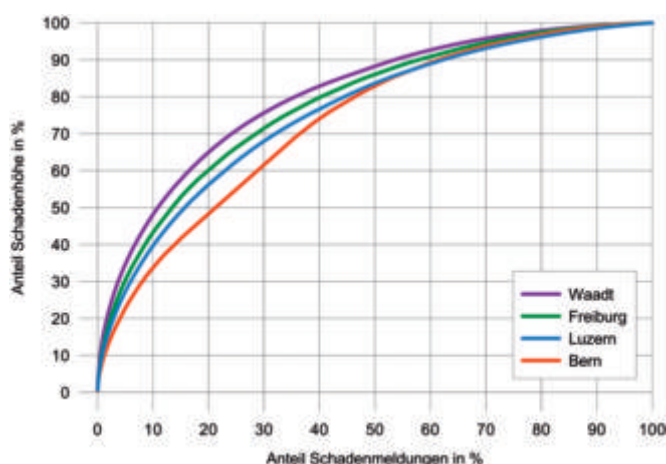


Abb. 51: Relativer Anteil der absteigend nach ihrer Höhe sortierten Bruttoschäden an der Gesamtschadensumme für die Kantone Waadt, Freiburg, Bern und Luzern.

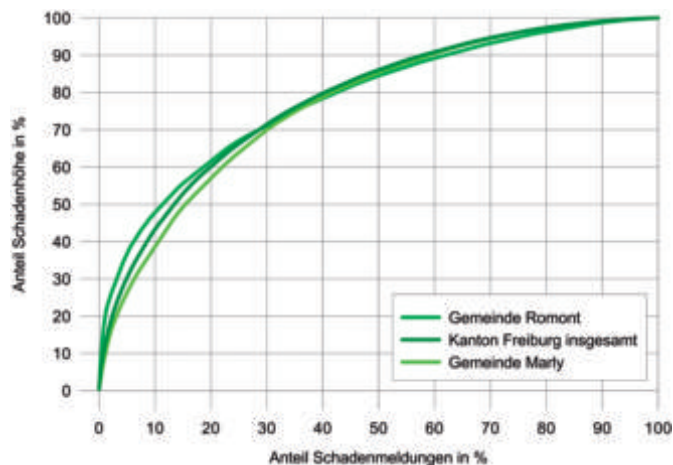


Abb. 52: Relativer Anteil der absteigend nach ihrer Höhe sortierten Bruttoschäden an der Gesamtschadensumme für die Gemeinden Romont (höchste Schadenssumme im Kanton) und Marly (höchste Schadenanzahl im Kanton) sowie den gesamten Kanton Freiburg.

Die Schadenssummenkurven erlauben auch den Vergleich der Schadenstruktur einzelner Gemeinden untereinander oder mit dem gesamten Kanton (Abb. 52): So zeichnet sich die Gemeinde Romont – die Gemeinde mit der höchsten Schadenssumme (Abb. 49) – dadurch aus, dass wenige grosse Schäden die Schadenssumme deutlich stärker dominieren als im Kantonsschnitt. Demgegenüber sind die grössten Schäden in der Gemeinde Marly – der Gemeinde mit der höchsten Schadenanzahl (Abb. 48) – klar weniger dominant. Die Gründe hierfür dürften zum Teil bei der etwas geringeren Hagelintensität zu suchen sein, eher aber beim tieferen Anteil sehr teurer Bauten auf dem Gemeindegebiet von Marly: In dieser Agglomerationsgemeinde der Stadt Freiburg dominieren zahlenmässig Wohngebäude – darunter viele Einfamilienhäuser – stark. Romont als regional bedeutender Industriestandort weist hingegen eine stattliche Zahl an grosszügig dimensionierten Industriebauten auf. Hagelschäden an derartigen Gebäuden bewegen sich im allgemeinen auf einem wesentlich höheren Niveau als solche an Wohnbauten, was sich in einem deutlich unterschiedlichen Verlauf im Scheitelpunkt der Kurven äussert.

Als Gegenstück zu Abb. 19 gibt Abb. 53 die Kostenstruktur der Schäden in den vier Kantonen in Form von Säulen pro Klasse wieder. Erwartungsgemäss streuen die Zahlen um diejenigen im Kanton Thurgau herum, liegen aber doch alle in derselben Grössenordnung. Je nach Kanton nimmt der Anteil gegen die grossen Schäden hin stärker ab (insbesondere Bern mit dem höchsten Prozentsatz geringer Schäden) oder aber gemässiger (Freiburg, das die grössten Schäden verzeichnete).

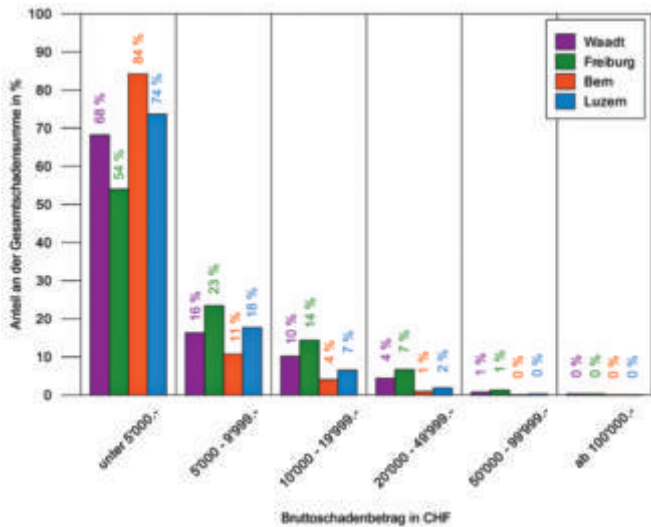


Abb. 53: Kostenstruktur der hagelbedingten Gebäudeschäden: relativer Anteil der einzelnen Kostenklassen an der Gesamtzahl der Schäden für die Kantone Waadt, Freiburg, Bern und Luzern (vgl. mit Abb. 19).

### 3.9 Verteilung der Schäden auf die einzelnen Zweckbestimmungen

Wie im Thurgau (Abb. 20) wurde auch für die vier Kantone die Aufteilung der Schäden auf die einzelnen Zweckbestimmungen untersucht. Die Ergebnisse sind in Abb. 54 bis 57 wiedergegeben. Es zeigt sich folgendes Bild:

- **Verwaltungs- und öffentliche Gebäude** treten in den Schadendaten ungefähr im gleichen Verhältnis in Erscheinung wie im Gebäudebestand der Kantone.
- **Wohngebäude** sind in den Schadendaten markant übervertreten; die bereits zum Thurgau formulierten Thesen werden durch die vier anderen Kantone gestützt.
- **Landwirtschaftsgebäude** (sowohl Wohn- als auch Ökonomiebauten), **Bauten des Verkehrswesens** sowie **Industrie- und Gewerbebauten** treten in den Schadendaten leicht bis deutlich weniger häufig auf als es ihr tatsächlicher Bestand erwarten liesse.
- Bezüglich der **Gebäude des Handels** zeigen sich zwischen den Kantonen Unterschiede – unter den beschädigten Objekten sind diese Gebäude in den Kantonen Bern und Luzern mehr oder weniger untervertreten, in den Kantonen Waadt, Freiburg und Thurgau wurden sie hingegen in ähnlichem Verhältnis betroffen, wie sie im entsprechenden Gesamtportfolio auftreten.
- Ebenfalls unterschiedlich ist das Verhältnis der **Gebäude des Gastgewerbes**: untervertreten im Kanton Waadt, übervertreten im Kanton Luzern, dem Portfolio entsprechend in den übrigen Kantonen.
- Einheitlich wiederum die Situation bei den **Klein- und Nebenbauten**: Sie sind in den Schadenmeldungen aller vier Kantone massiv unterrepräsentiert.

Die sehr geringen Unterschiede zwischen den vier Kantonen (und auch im Vergleich mit dem Kanton Thurgau) zeigen, dass die dargestellten Verhältnisse für Hagelschäden überaus charakteristisch sind.

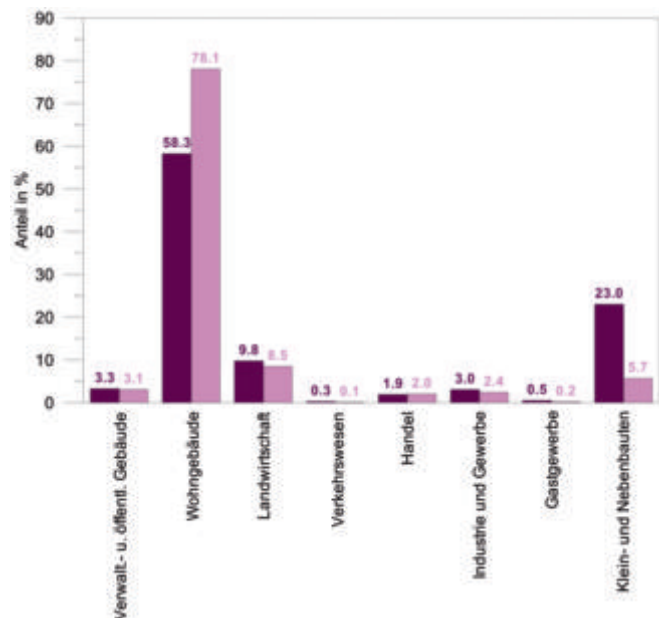


Abb. 54: Relativer Anteil der Gebäudekategorien (Zweckbestimmung) an der Gesamtgebäudezahl im Kanton Waadt (dunkle Säulen) bzw. an der Anzahl beschädigter Gebäude (helle Säulen).

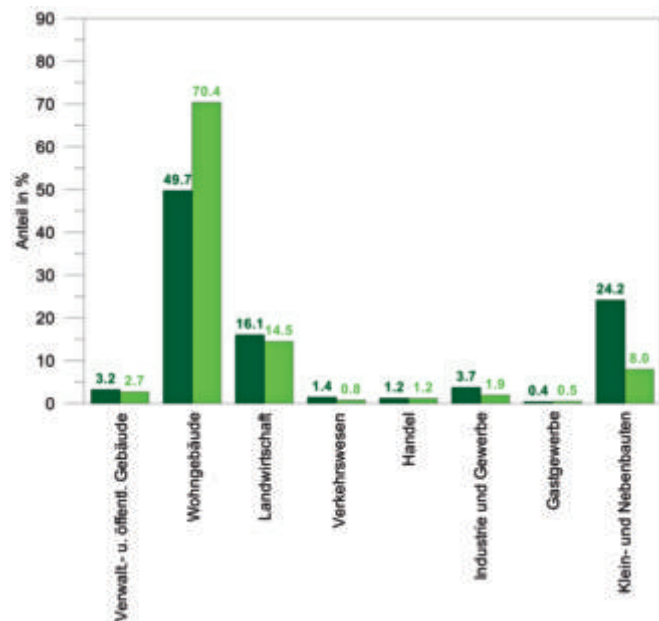


Abb. 55: Relativer Anteil der Gebäudekategorien (Zweckbestimmung) an der Gesamtgebäudezahl im Kanton Freiburg (dunkle Säulen) bzw. an der Anzahl beschädigter Gebäude (helle Säulen).

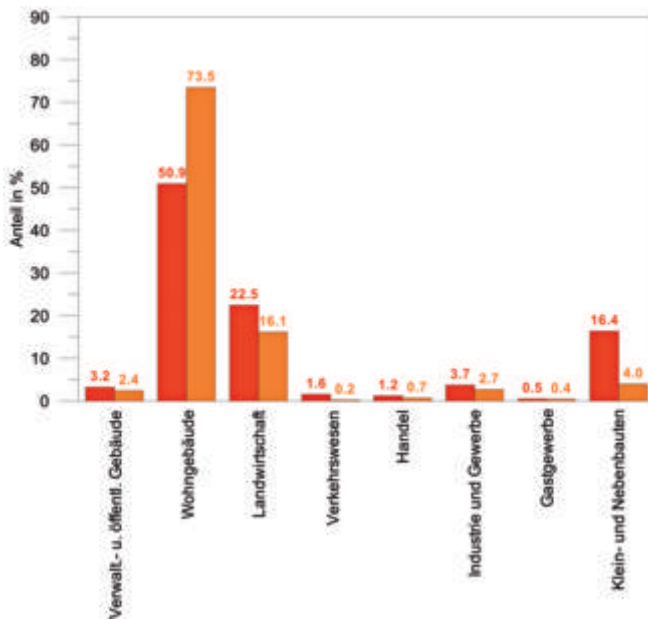


Abb. 56: Relativer Anteil der Gebäudekategorien (Zweckbestimmung) an der Gesamtgebäudezahl im Kanton Bern (dunkle Säulen) bzw. an der Anzahl beschädigter Gebäude (helle Säulen).

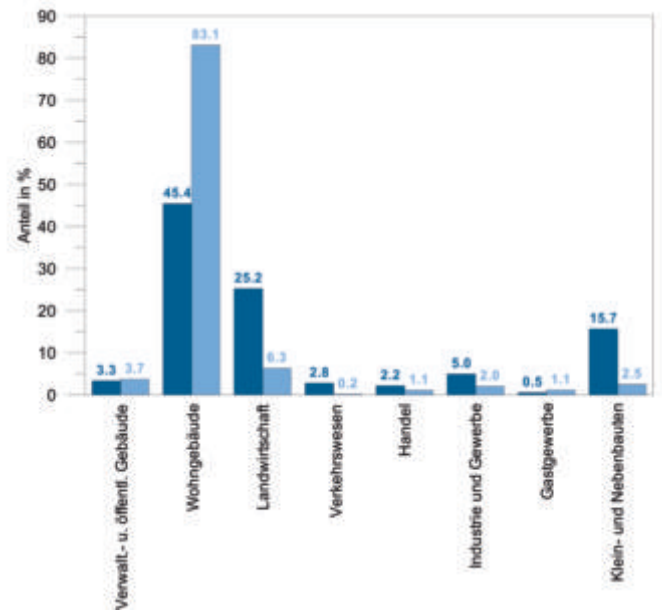


Abb. 57: Relativer Anteil der Gebäudekategorien (Zweckbestimmung) an der Gesamtgebäudezahl im Kanton Luzern (dunkle Säulen) bzw. an der Anzahl beschädigter Gebäude (helle Säulen).

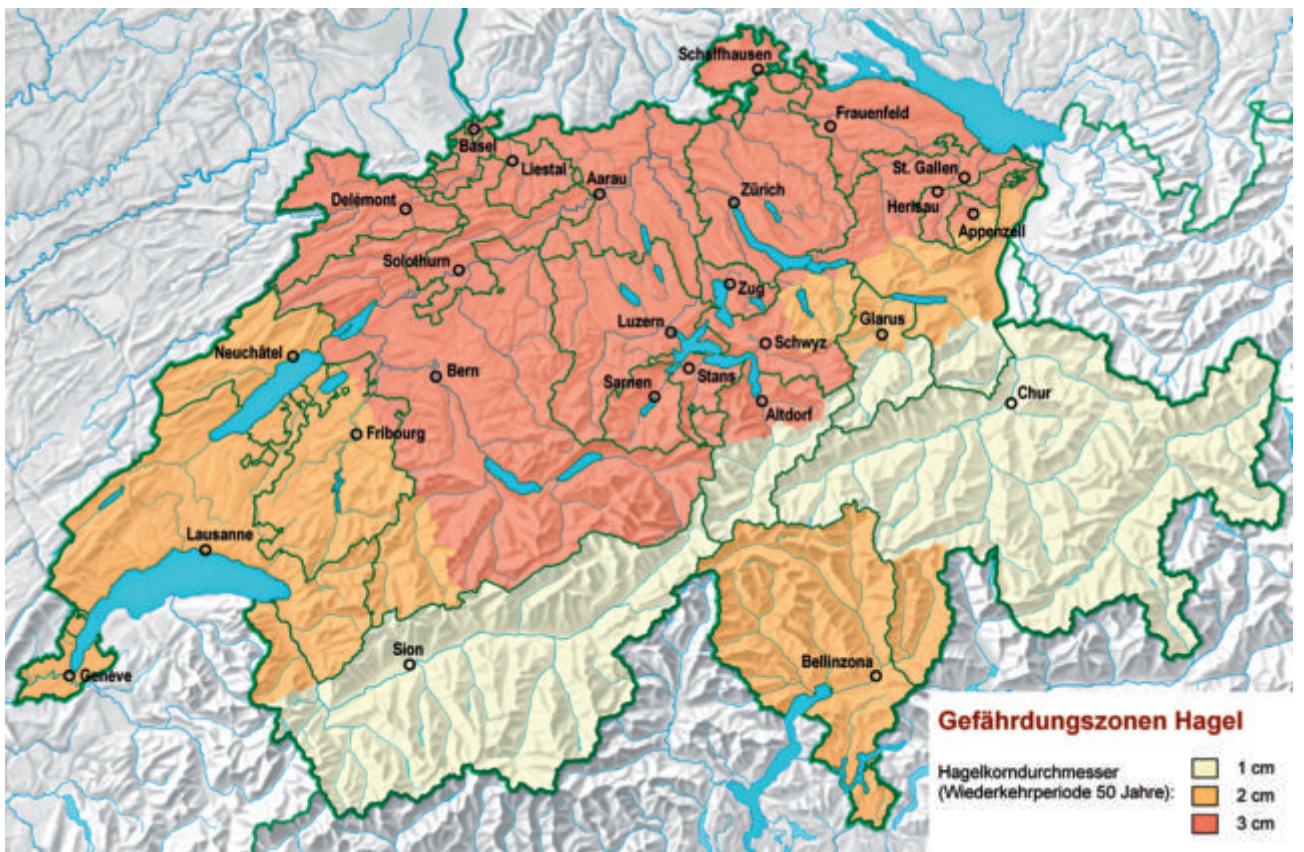


Abb. 58: Hagelgefährdungszonen in der Schweiz (Wiederkehrperiode 50-jährlich für einzelne Gebäude; kartografische Grundlagen: swisstopo).



## 4. Beziehung Intensität/Schaden

### 3.10 Typische Eigenschaften grosser Hagelschlagereignisse

Grosse Hagelschlagereignisse weisen einige typische Eigenschaften auf, die sie von anderen Elementarereignissen unterscheiden (nach: Münchener Rück, 1984):

- Aufgrund der relativ geringen räumlichen Ausdehnung von Hagelzellen und deren oft recht hohen Zuggeschwindigkeit treten die Hagelschäden strichweise auf (Abb. 40). Die Wahrscheinlichkeit für einen bestimmten geografischen Ort, von einem *bestimmten* Hagelstrich getroffen zu werden, ist zwar im allgemeinen verhältnismässig gering. Durch das insgesamt relativ häufige Auftreten von Hagelzügen kumulieren sich diese Einzelrisiken jedoch, wenn auch je nach Region sehr unterschiedlich (Abb. 58).
- Die Schadendichte bzw. der relative Anteil betroffener Gebäude im Zentrumsbereich, wo die höchsten Intensitäten auftreten, ist in der Regel sehr hoch; im Falle des Kantons Thurgau traten im Kernbereich Gebäudeschäden in der Grössenordnung von mehreren Mio. CHF/km<sup>2</sup> auf bzw. erlitten über 90% der Gebäude Schäden (Abb. 11 und 12).
- Insgesamt sind in der Schweiz sowohl Einzelschaden als auch Kumulrisiko für Hagel hoch, besonders in den in Abb. 58 ziegelrot hervorgehobenen Gebieten.

## 4. Beziehung Intensität/Schaden

Welchen Schaden Hagelschlag an einem Gebäude verursacht, hängt im wesentlichen von zwei Einflussgrössen ab: der Intensität des Hagelschlages und der Verletzlichkeit des Gebäudes. Beide Grössen werden ihrerseits aber von mehreren Teilfaktoren bestimmt:

*Hagelintensität:*

- Anzahl der Hagelkörner pro Flächeneinheit («Hageldichte»)
- Fallgeschwindigkeit der Hagelkörner, die wiederum von deren Gewicht, deren Form und der Stärke von Windböen abhängt; die windbedingte horizontale Geschwindigkeit von Hagelkörnern liegt in der Grössenordnung von einem Drittel der Fallgeschwindigkeit (KGV, 2007a).
- Dauer der Hageleinwirkung
- Grössenverteilung der Hagelkörner, d.h. deren mittleres/maximales Gewicht; näherungsweise aus deren Durchmesser ableitbar
- Form der Hagelkörner (rund, kantig, stachelig)
- Die Temperatur beeinflusst die Härte/Sprödigkeit der Hagelkörner und damit die Wirkung auf das getroffene Material beim Aufprall.

Da die Aufprallenergie vom Gewicht abhängt, dieses aber in dritter Potenz zum Durchmesser steht, nimmt die Aufprallenergie in Abhängigkeit der Korngrösse progressiv zu, wie dies Abb. 59 zeigt: Mit zunehmender Korngrösse erreicht die kinetische Energie dementsprechend rasch bedeutende Werte.

*Gebäudeverletzlichkeit:*

- Art (Hagelwiderstand) des dem Hagel ausgesetzten Baumaterials
- Alter/Unterhalt des dem Hagel ausgesetzten Baumaterials
- dem Hagel ausgesetzte Fläche der Gebäudehülle
- vorherrschender Auftreffwinkel der Hagelkörner auf das Material

*Weitere Faktoren:*

Wesentlichen Einfluss auf die Gesamtschadensumme können zudem Folgeprozesse ausüben: Folgt auf intensiven Hagelschlag starker Regen, so können sich die Schadenkosten infolge durch die beschädigte Gebäudehülle (Oberlichter, Fenster, Dachbedeckung u.ä.) ins Gebäude eindringenden Wassers wesentlich erhöhen (Hohl et al., 2002). Weiter kann Frostwirkung durch Hagel verursachte Haarrisse in der Dachbedeckung erweitern, so dass diese nach und nach ihre Wasserdichtigkeit verliert. Insbesondere bei Faserzement ist dies oft der Fall.

Einen nur ungefähr zu quantifizierenden, aber dennoch nennenswerten Beitrag an die Schadenhöhe leistet die Ereignisintensität zudem dadurch, dass nach einem Grossereignis in der Regel eine spürbare Verknappung der Ressourcen eintritt: Aufgrund der plötzlich gestiegenen Nachfrage steigen die Preise im Bausektor für Produkte und Arbeitszeit oft sprunghaft an, indem die Anbieter der Kundschaft höhere Preise verrechnen oder zumindest nicht darauf angewiesen sind, grosszügige Rabatte zu gewähren.<sup>6</sup> Dadurch fällt ein gegebener Einzelschaden wegen der grossen Zahl gleichzeitig aufgetretener Schäden deutlich teurer aus als wenn er allein aufgetreten wäre.

Und schliesslich hängt es nicht zuletzt von subjektiven Kriterien ab, was als Hagelschaden zu betrachten ist, wie das nachfolgende Kapitel 5 zeigen wird (ästhetische Schäden). Dabei spielt mit grosser Wahrscheinlichkeit auch das Alter des betroffenen Gebäudes eine Rolle: Der stolze Besitzer eines neuen Gebäudes dürfte selbst kleinste Schäden anmelden, während derjenige eines älteren Gebäudes dies eher unterlässt (falls er die Schäden überhaupt als solche erkennt; vgl. dazu Kap. 2.5).

<sup>6</sup> Dieses Phänomen ist im Versicherungswesen als «demand surge» (= Nachfrageschub) bekannt.



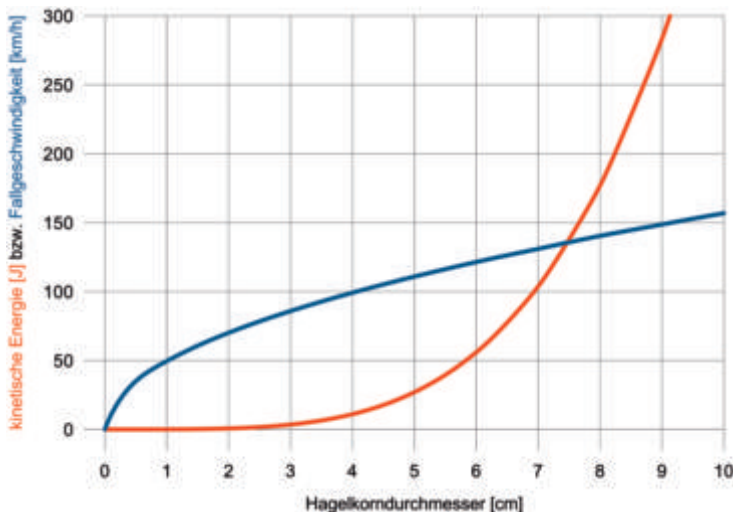


Abb. 59: Abhängigkeit der kinetischen Energie und der Fallgeschwindigkeit von der Korngrösse (ohne Windeinfluss; berechnet nach Grundlagen in KGV, 2007c).

Die meisten der aufgezählten Faktoren lassen sich nachträglich für die beiden untersuchten Hagelereignisse nicht mehr mit genügender Genauigkeit rekonstruieren.

Um den Zusammenhang zwischen Gebäudeschäden und Hagelintensität zu untersuchen, wurden im Rahmen der vorliegenden Ereignisanalyse die aus den Wetterradardaten abgeleiteten Hagelkorngrößen sowie deren kinetische Energie mit den durchschnittlichen Einzelschäden der betroffenen Gemeinden in Beziehung gesetzt. Hierfür wurden die Hagelschadendaten vom 23. Juli 2009 der vier Kantonalen Gebäudeversicherungen fürs Geografische Informationssystem des IRV (ArcGIS 9) aufbereitet und in einen Rasterdatensatz «durchschnittliche Höhe der Einzelschäden pro Gemeinde» mit einer räumlichen Auflösung von 1 × 1 km umgewandelt. Die Themenebene «Hagelkorngrößen» – bereitgestellt von der Firma meteoradar GmbH – lag bereits in GIS-kompatibler Form als Rasterdatensatz mit identischer Auflösung vor. Je nach Flächenausdehnung der betroffenen Gemeinden – diese beträgt zwischen 0,5 und 135 km<sup>2</sup> – entfällt auf jede Gemeinde in der Regel mindestens eine Korngrößen-Rasterzelle. Die Werte der Zellen wurden pro Gemeinde zu einem mittleren Korngrößenwert verrechnet und diesem der durchschnittliche Einzelschaden der entsprechenden Gemeinde zugeordnet.

Über die Rundung der Korngrößenwerte auf die erste Nachkommastelle (entsprechend 0,1 cm) erfolgte eine Gruppierung der Datenpaare in einzelne Korngrößenklassen. Für jede Klasse wurde schliesslich eine mittlere Brutto-Schadenhöhe berechnet. Den oben beschriebenen methodischen Ablauf veranschaulicht Abb. 60.

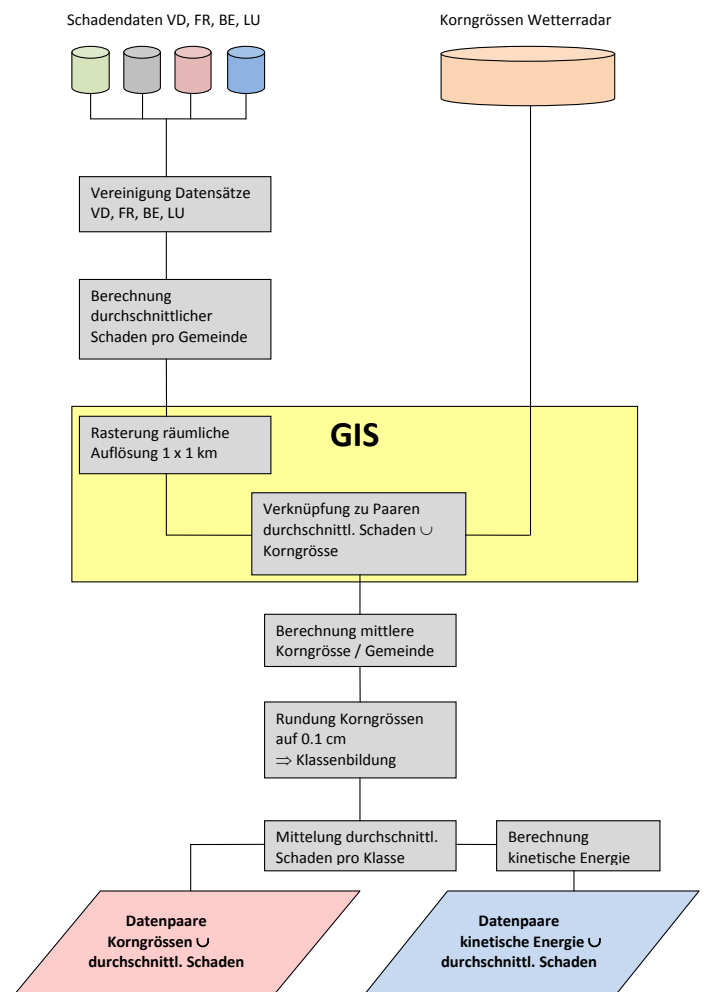


Abb. 60: Methodischer Ablauf der Arbeiten zur Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Hagelkorngrösse bzw. -intensität und durchschnittlicher Gebäudeschadenhöhe.

Abb. 61 zeigt das Ergebnis der Auswertung. Jeder Punkt entspricht dabei einer Korngrößenklasse und umfasst die durchschnittliche Brutto-Schadenhöhe einer oder mehrerer Gemeinden. Beim Ausreisser, der in beiden Grafiken isoliert rechts oben liegt, handelt es sich um die Gemeinde Romont, in deren Umgebung das Hagelereignis seine höchste Intensität erreicht hat, nicht nur in Bezug auf die maximale Korngrösse, sondern auch bezüglich der Dichte des Hagelschlags. Die gebäudespezifischen Besonderheiten von Romont und deren Folgen auf die Schadenverteilung wurden bereits im Zusammenhang mit Abb. 52 angetönt. Hinzu kommt, dass Romont die einzige Gemeinde in der Korngrößenklasse 5,4 cm ist und damit die Lage «ihres» Punktes allein bestimmt, während praktisch alle übrigen Punkte den Mittelwert mehrerer Gemeinden wiedergeben, was den Einfluss einzelner «Abweichler» dämpft. Es gibt daher gute Gründe, den Punkt «Romont» zu vernachlässigen.

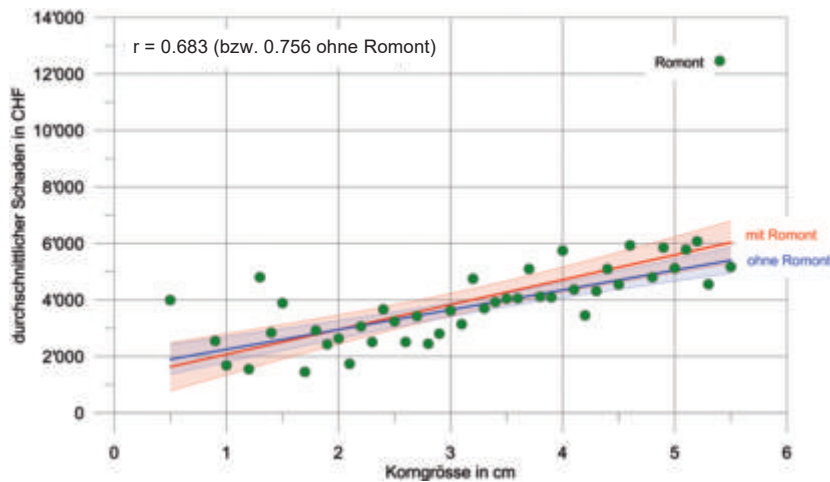


Abb. 61: Abhängigkeit des durchschnittlichen Einzel-schadens (brutto) von der per Wetterradar abgeschätz-ten Hagelkorngrösse; Regressionsgeraden mit zugehörigem Vertrauensintervall 95%.

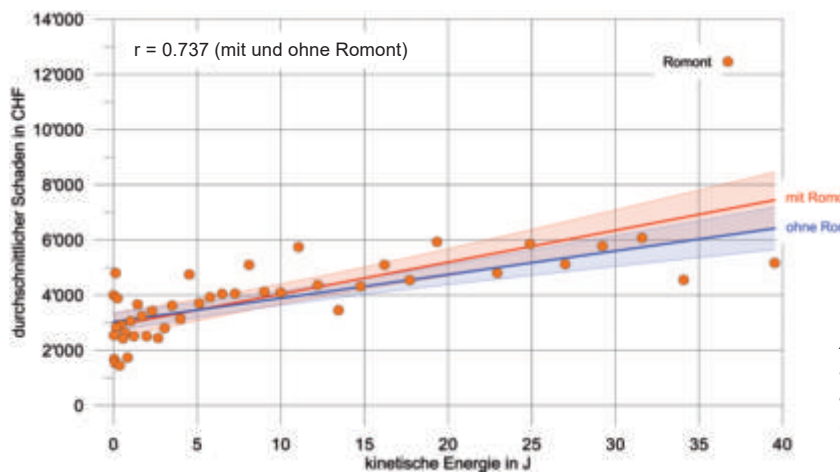


Abb. 62: Abhängigkeit des durchschnittlichen Einzel-schadens (brutto) von der aus den Wetterradardaten abgeleiteten kinetischen Energie der Hagelkörner; Regressionsgeraden mit zugehörigem Vertrauensinter-vall 95%.

Für das Ereignis vom 23. Juli 2009 kann somit die Höhe des durchschnittlichen Gebäudeschadens  $S_D$  in Abhängigkeit der Hagelkorngrösse wie folgt abgeschätzt werden (rote Regressionsgerade, d.h. unter Weglassung des Ausreissers Romont):

$$S_D \approx 695 k + 1'623 \text{ [CHF]}$$

$k$  = Hagelkorndurchmesser in cm

Aus der mittleren Korngrösse wurde zudem die entsprechende kinetische Energie  $W_{kin}$  der Hagelkörner abgeleitet und diese ebenfalls mit der durchschnittlichen Schadenhöhe in Beziehung gesetzt. Die Berechnung der kinetischen Energie aus der Hagelkorngrösse erfolgte näherungsweise nach folgender Formel (abgeleitet nach KGV, 2007c):

$$W_{kin} \approx k^4 \times 0.0432 \text{ [J]}$$

$k$  = Hagelkorndurchmesser in cm

Dabei wird von kugelförmigen Hagelkörnern mit einer Dichte von  $870 \text{ kg/m}^3$  bei einer Luftdichte von  $1.2 \text{ kg/m}^3$  ausgegangen.

In Abb. 62 ist das Resultat der Berechnung dargestellt. Der enge Zusammenhang zwischen Korngrösse bzw. kinetischer Energie und der Schadenhöhe ist deutlich erkennbar, die zugehörigen linearen Korrelationskoeffizienten  $r$  nach Pearson entsprechend hoch.

Beeinträchtigt wird die Ableitung einer direkten Beziehung zwischen Hagelintensität und Schadenhöhe durch verschiedene nichtlinear wirkende Faktoren: Je nachdem, ob ein Bauelement teilweise ersetzt werden kann (z.B. Ziegeldach) oder aber schon bei geringfügiger Beschädigung in seiner Gesamtheit ersetzt werden muss (z.B. Glasflächen), fallen die Schäden sehr unterschiedlich aus. Im erstgenannten Fall besteht ein (im mathematischen Sinne) fast linearer positiver Zusammenhang zwischen Intensität und Schadenhöhe, im letzteren Fall nur eine Flipflop-Beziehung: Sobald ab einer bestimmten Intensität schon nur geringfügige Beschädigung eintritt, fallen gleich die vollen Kosten an (Hohl et al., 2002). Daher sind derartige Bauelemente in ihrer Bedeutung für die Gesamtschadensumme nicht zu unterschätzen, da sie – insbesondere bei geringeren Intensitäten – sehr kostenwirksam sind.

Auch etliche der unter 2.3 aufgeführten Faktoren beeinflussen die Beziehung Hagelintensität/Schadenhöhe, indem sie die Streuung um die Regressionsgerade, wie sie in Abb. 60 und 61 erkennbar ist, erhöhen. Durch Bildung der Mittelwerte kann die Streuung immerhin gedämpft werden. Unter diesem Aspekt erstaunt der anscheinend weitgehend lineare Zusammenhang zwischen Korngrösse und Gebäudeschaden, wobei anzumerken ist, dass die Korngrösse ihrerseits nicht in linearem Zusammenhang zur für den Schaden in erster Linie entscheidenden Grösse – der kinetischen Energie – steht. Die augenscheinlich lineare Beziehung gilt zudem nur in einem bestimmten Wertebereich: Der maximale Schaden an einem Gebäude ist nach oben begrenzt, d.h. dass er auch durch noch grössere Korndurchmesser nicht mehr überschritten werden kann. Nach unten begrenzt ist die Beziehung durch die Tatsache, dass bei Unterschreiten einer bestimmten Korngrösse (ca. 2 cm für funktionale, ca. 1 cm für ästhetische Schäden) kaum mehr Schäden auftreten. Für den scheinbaren Widerspruch in Abb. 60, dass auch bei Korngrössen <1 cm der durchschnittliche Einzelschaden nicht bei null liegt, gibt es verschiedene Gründe:

- Die Radardaten wurden «nur» auf 1×1 km-Rasterzellen gemittelt, Abb. 13 belegt aber die ausgesprochen kleinräumige Variabilität von Hagel.
- Die aus den Wetterradardaten abgeleiteten Korngrössen sind mit einer Auflösung von 1 cm relativ grob; die gemeindeweise Korngrössenmittelung in Klassen von 0.1 cm täuscht eine höhere Genauigkeit vor.
- Die Höhe des durchschnittlichen Einzelschadens sagt nichts aus über die Anzahl Schäden, die der Berechnung des Durchschnittswertes zugrundeliegen – ein einziger Schaden genügt, und der Durchschnittswert ist grösser als null (extremes Beispiel: Romont).

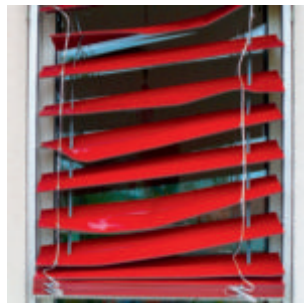
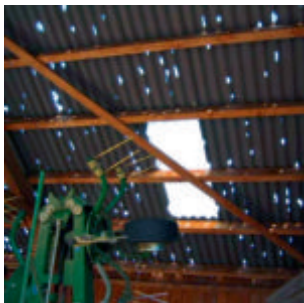


Abb. 63: Funktionale Schäden: Links durchgeschlagenes Faserzementdach (Welleternit); es erfüllt seine Funktion als Witterungsschutz nicht mehr. Rechts Raffstore mit deformierten Lamellen; sie ist in ihrer Funktion – der Regulierung des einfallenden Lichts – stark beeinträchtigt (Fotos: GVTG).

## 5. Schadenarten

Die Beschädigung durch aufprallenden Hagel ist je nach Art der betroffenen Bauelemente und der Funktion, die sie erfüllen unterschiedlich:

- Bauelemente können in ihrer Funktion als Witterungsschutz beeinträchtigt sein, d.h. sie sind nicht mehr wasser- oder winddicht oder isolieren nicht mehr in genügendem Masse (Dach, Verputz, Fenster, Isolation, ...; Abb. 63 links).
- Bauelemente können in ihrer Funktion, den Einfall von Licht zu regeln, beeinträchtigt sein, d.h. sie sind nicht mehr lichtdicht (Storen, Fensterläden; Abb. 63 rechts) oder sie haben im Gegenteil einen Teil ihrer Lichtdurchlässigkeit verloren (sogenannter Weissbruch z.B. an Oberlichtern und Lichtkuppeln aus Kunststoff).
- Technische Apparate und Installationen können ausfallen, d.h. sie können ihre mechanische (Storenmotoren, Windwarnanlagen) oder elektrische Funktion nicht mehr ausüben (Beleuchtungskörper, Strom- und Kommunikationsleitungen, Antennen, Solaranlagen; Abb. 64 links).
- Die Oberfläche von Bauelementen kann auch nur bezüglich ihres Erscheinungsbildes Schäden erleiden (ästhetische Schäden). Anfällig hierfür sind insbesondere Oberflächen aus Blech, bestimmten Kunststoffen und Anstriche/Lasuren; Abb. 64 rechts). Die Frage, ob überhaupt ein ästhetischer Schaden vorliegt, ist naturgemäss subjektiv gefärbt. Nach den Richtlinien der Gebäudeversicherung Thurgau wird ein ästhetischer Schaden dann vergütet, wenn er auf eine Distanz von 5 m zweifelsfrei erkennbar ist.

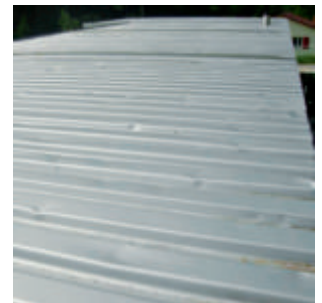
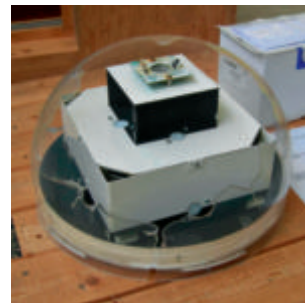


Abb. 64: Links defektes technisches Gerät: Plexiglaskuppel und Sensorik des Helligkeitsfühlers sind beschädigt, das Gerät ist nicht mehr funktionsfähig. Rechts ästhetischer Schaden: Das aus Trapezblech bestehende Dach weist deutlich sichtbare Dellen auf; seine Funktion als Witterungsschutz ist jedoch nicht beeinträchtigt (Fotos: GVTG).



## 6. Wirkung von Schadenminderung und -verhütung

### 6. Wirkung von Schadenminderung und -verhütung

Mit dem Hagelschutzregister (KGV 2007a, KGV 2007b; [www.hagelregister.ch](http://www.hagelregister.ch)) stellen die Kantonalen Gebäudeversicherungen den Architekten, Planern und Bauherren ein Instrument zur Verfügung, das diesen ermöglicht, die für die Gebäudehülle verwendeten Bauelemente nach ihrer Hagelanfälligkeit gezielt auszuwählen. Ausgehend von der Karte in Abb. 58 empfehlen die Kantonalen Gebäudeversicherungen für weite Teile der Schweiz die Verwendung von Produkten mit einem Hagelwiderstand HW 3. Würde diese Empfehlung konsequent umgesetzt, träten selbst an Gebäuden in den am stärksten gefährdeten Regionen der Schweiz im Schnitt nur einmal in fünfzig Jahren Hagelschäden auf.

#### Wieso gerade Hagelwiderstand HW 3?

«Aufgrund der kinetischen Energie des fallenden Hagelkorns werden Klassen des Hagelwiderstandes gebildet. Die erste Klasse (HW 1) entspricht der Energie eines runden Hagelkornes von 1 cm Durchmesser. Die Klassierung steigt bis zu einem HW 5, was einem Hagelkorn von 5 cm Durchmesser entspricht.» (nach KGV, 2007b).

Für die Bestimmung des Hagelwiderstandes wurden standardisierte Prüfverfahren festgelegt. Bei der Prüfung werden unter wohldefinierten Testbedingungen\* Eiskugeln auf die zu untersuchenden Materialien abgeschossen und die Auswirkungen auf das Material untersucht. Mit den Prüfungen werden spezialisierte unabhängige Institute beauftragt. Die geprüften Baumaterialien werden sodann im öffentlich zugänglichen Hagelregister ([www.hagelregister.ch](http://www.hagelregister.ch)) eingetragen.

Die Präventionsabteilungen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen und der Kantonalen Gebäudeversicherungen empfehlen einhellig den Einsatz von Baumaterialien mit einem Hagelwiderstand von mindestens HW 3. Ein Hagelkorndurchmesser von 3 cm entspricht demjenigen Kaliber, welchem ein Gebäude in weiten Teilen der Schweiz etwa einmal in fünfzig Jahren (entsprechend dem ungefähren durchschnittlichen Gesamtanierungszyklus der Gebäudehülle) ausgesetzt ist. Angestrebt wird somit, dass jedes Gebäude im Laufe seiner Lebensdauer durchschnittlich höchstens einmal mit Hagelschäden konfrontiert wird.

\* bezüglich Auftreffgeschwindigkeit, Beschusswinkel, -anzahl, -ort, Materialtemperatur, Schadenkriterium, Vorbehandlung der Proben usw.)

Welche Verringerung der hagelbedingten Gebäudeschäden hätte der konsequente Einsatz von Bauelementen mit Hagelwiderstand HW 3 konkret im Falle des Hagelereignisses vom 23. Juli 2009 bewirkt? Dazu seien nachfolgend ein paar Rechenbeispiele präsentiert:

#### Berechnung via Verschnitt des Gemeindegewichtes mit dem Hagelkorngrossen-Raster

Hierfür wurde im Geografischen Informationssystem (GIS) für die einzelnen betroffenen Gemeinden der geografische Schwerpunkt berechnet und an diesem Punkt der Wert der Hagelkorngrossen-Rasterdatei abgegriffen (Abb. 65). Die Schadensumme derjenigen Gemeinden, deren Hagelkorngrossen einen bestimmten Schwellenwert erreichte, wurden aufsummiert, die übrigen weggelassen. Aufgrund der Unschärfe der Radardaten wurden als Schwellenwerte Korndurchmesser von 2.5 (2–3) und 3.5 (3–4) cm gewählt. Gemäss dieser Berechnung hätte sich durch den konsequenten Einsatz von Produkten mit Hagelwiderstand 3 die Brutto-Gesamtschadensumme von ca. 270 Mio. CHF um 7 bis 10% (entsprechend 20 bis 30 Mio. CHF) reduziert.

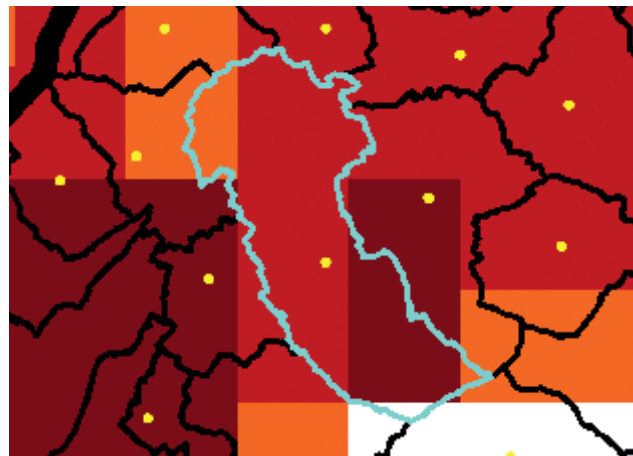


Abb. 65: Zuordnung der Hagelkorngrossen-Rasterwerte (orange bis dunkelrot) zu den geografischen Schwerpunkten (gelbe Punkte) der Gemeinden (schwarze Grenzlinien); als Beispiel blau hervorgehoben: Villorssonnens FR, dessen geografischer Schwerpunkt auf eine Rasterzelle mit Korngrossenwert 3.5 cm fällt (kartografische Grundlagen: swisstopo).

### Berechnung via Bestimmung der mittleren Hagelkorngrösse pro Gemeinde

Mit Hilfe des GIS wurden das Raster der Hagelkorngrössen mit der Datei der Gemeindegrenzen verschnitten und die auf jede Gemeinde entfallenden Korngrössen-Rasterpunkte gemittelt (Abb. 66). Dann wurden die Schadensummen derjenigen Gemeinden addiert, deren mittlere Hagelkorngrösse  $\geq 3$  cm betrug. Der Berechnung liegen dieselben Daten zugrunde wie der vorgängig behandelten Methode, nur ist das Vorgehen leicht unterschiedlich. Entsprechend liegen auch die Ergebnisse nahe beieinander: Die Bruttoschadensumme der Gemeinden mit gemittelten Hagelkorngrössen von bis zu 3 cm beläuft sich auf ca. 20 Mio. CHF, was 7% der Gesamtschadensumme von rund 270 Mio. CHF entspricht.

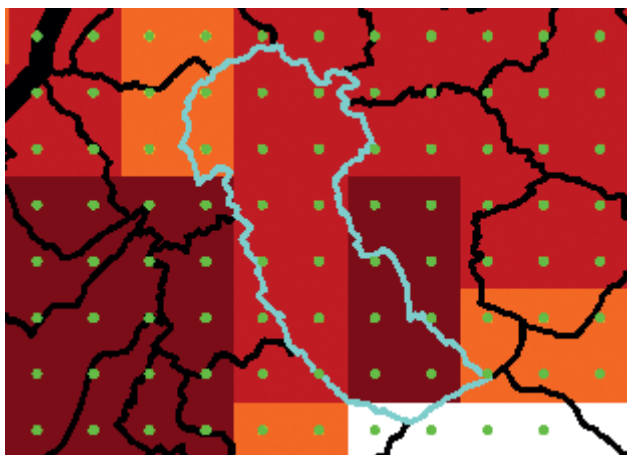


Abb. 66: Berechnung der gemittelten Hagelkorngrössen (grüne Punkte) aus den Wetterradardaten (orange bis dunkelrote Rasterzellen) pro Gemeinde (schwarze Grenzlinien); als Beispiel blau hervorgehoben: Villorssonens FR mit 15 Rasterpunkten der Korngrössenklassen 2.5, 3.5 und 4.5 cm, resultierender Mittelwert 3.6 cm (kartografische Grundlagen: swisstopo).

### Berechnung via Beziehung zwischen Hagelkorngrösse und durchschnittlichem Schaden

Analog zur vorangehenden Methode wurde die mittlere Hagelkorngrösse der Gemeinden bestimmt. Für jede Gemeinde mit einer mittleren Hagelkorngrösse von  $\geq 3$  cm wurde mit der in Kap. 4 beschriebenen Funktion der durchschnittliche Schaden für die entsprechende Gemeinde berechnet, mit der Anzahl gemeldeter Schäden multipliziert und das Ergebnis über diese Gemeinden addiert. Die so berechnete Gesamtschadensumme beträgt ca. 190 Mio. CHF, die Differenz zur tatsächlichen Gesamtschadensumme somit rund 80 Mio. CHF. Die Einsparung mit Hagelwiderstand HW 3 betrüge also um 30%. Dazu ist allerdings anzumerken, dass für die Erstellung der Funktion die aus dem Rahmen fallende Gemeinde Romont nicht berücksichtigt wurde, was der in Abb. 61 blau dargestellten flacheren Regressionsgerade

entspricht. Weiter spielt der Ausreisser Romont eine Rolle, indem die Schadensumme für die Gemeinde deutlich zu tief geschätzt wird, wodurch auch die Gesamtschadensumme zu gering ausfällt. Wird hingegen für die Beziehung die Gemeinde Romont ebenfalls mitberücksichtigt (rote Regressionsgerade in Abb. 61) und statt des Schätzwertes die tatsächlich in Romont angefallene Schadensumme in die Gesamtschadensumme über alle Gemeinden mit mittlerer Korngrösse  $\geq 3$  cm einbezogen, beträgt die berechnete Einsparung noch 23%.

### Anmerkungen zu den Abschätzungen

In Realität träte selbst bei konsequenter Umsetzung von Hagelwiderstand HW 3 in von Hagelschlag mit Korngrössen  $< 3$  cm betroffenen Gebieten ein gewisses Mass an Schäden auf, da nicht restlos alle Bauelemente auf einen entsprechenden Hagelwiderstand ausgelegt werden können. Solche wurden in den obigen Rechenbeispielen jedoch gänzlich unterdrückt. Entsprechend dürften die möglichen Einsparungen tiefer ausfallen.

Umgekehrt fielen in Gebieten mit Korngrössen  $\geq 3$  cm die Schäden geringer aus, wenn Hagelwiderstand HW 3 umgesetzt würde. Insbesondere Folgeschäden (z.B. eindringendes Wasser) würden reduziert, indem beispielsweise mehrschichtige Bauelemente nicht vollständig durchschlagen würden.

In welchem Verhältnis diese beiden Effekte zueinander stehen, ist schwierig zu beurteilen. Es wird daher darauf verzichtet, die Rechenbeispiele entsprechend anzupassen. Die durch Einführung von Hagelwiderstand HW 3 möglichen Einsparungen im Fall des Hagelsturms vom 23. Juli 2009 dürften in den vier Kantonen jedoch im Bereich von 5 bis 15% Prozent liegen, also rund 15 bis 40 Mio. CHF betragen. Auf den ersten Blick erscheint dies angesichts der hohen Gesamtschadensumme als nicht sehr bedeutend, doch gilt es zu berücksichtigen, dass es sich beim Ereignis vom 23. Juli 2009 um ein absolutes Ausnahmeereignis mit Korngrössen von über 6 cm gehandelt hat. Die gravierenden Schäden sind v.a. eine Folge dieser grossen Körner. Bei weniger intensiven Ereignissen fielen das Einsparpotenzial anteilmässig deutlich höher aus.

## 7. Schlussfolgerungen, Erkenntnisse, Ausblick

### 7. Schlussfolgerungen, Erkenntnisse, Ausblick

Zweck der Detailuntersuchungen der Hagelschäden anhand der Verfügungen war nicht zuletzt, eine Methodik zur Erhebung von Hagelschadendaten zu erarbeiten sowie die damit verbundenen Möglichkeiten und Probleme zu erkennen, um entsprechende Untersuchungen auch künftig mit vertretbarem Aufwand durchführen zu können. Ein wichtiges Fernziel bleibt dabei letztlich die möglichst rasche und – obwohl noch auf unvollständigen Informationen beruhende – einigermaßen zuverlässige Abschätzung der durch ein Hagelereignis verursachten Schäden.

Schiesser et al. hielten bereits 1999 fest:

*«Um [...] für ein Gebiet abschätzen zu können, wie viele Gebäude vom Hagel betroffen wurden und wie stark sie betroffen wurden, müsste [...] der gesamte Gebäudebestand mit den wichtigsten Merkmalen (Dachmaterial, Fassadenmaterial, aber auch Informationen über z.B. die Bebauungsdichte und -höhe) bekannt sein, um eine globale Schadensschätzung durchführen zu können. Sobald eine Versicherung ihren Versicherungsbestand EDV-mässig und räumlich zuortbar erfasst hat, wäre man einen Schritt weiter gekommen.»*

Während die erstgenannte Forderung nach den technischen Merkmalen des Gebäudebestandes immer noch weitgehend unerfüllt geblieben ist, wurde das Problem der fehlenden Georeferenzierung zumindest bei einigen Kantonalen Gebäudeversicherungen inzwischen gelöst.

Dadurch, dass die Gebäudeversicherung Thurgau dem IRV bzw. dem IGAR den ganzen Schadendatenbestand des Hagelereignisses bereitwillig zur Auswertung überliess, hat sie die Auswertungsarbeiten wesentlich vereinfacht. So war es nicht nötig, die Auswertungen vor Ort in Frauenfeld durchzuführen, was vom Zeitaufwand und den verfügbaren technischen Mitteln her sehr vorteilhaft war. Die weitgehende Standardisierung der Daten in den Verfügungen, deren hohe Qualität sowie die Tatsache, dass diese in digitaler Form zur Verfügung standen, erleichterten die Auswertung weiter. Durch die halbautomatische Auswertung mit Hilfe des VGA-Datenauswahl-Tools konnte der Arbeitsaufwand im vernünftigen Rahmen gehalten werden. Wären die Daten nur in analoger Form vorgelegen, hätte sich der Aufwand für dasselbe Resultat, nämlich eine Stichprobe von 500 Fällen detailliert zu analysieren, vervielfacht.

Durch Bearbeitung einer grösseren Stichprobe hätte sich die Repräsentativität noch etwas verbessern lassen. Dies gilt allerdings weniger für die Auswertungen über die gesamte Stichprobe, sondern v.a. für die Unterteilung in kleine Teilstichproben. Während sich die Kategorie «Dächer» (53% der Bauelemente in den Verfügungen ausmachend) problemlos in Unterkategorien nach Material hätte aufgliedern

lassen, gälte dies nicht für Bauelemente, die nur relativ selten in den Verfügungen auftauchen (z.B. Dachfenster, die nur mit 2% in den Verfügungen vertreten sind). Dasselbe Problem ungenügender Repräsentativität zeigte sich bei der Untersuchung der betroffenen Bauelemente, aufgeschlüsselt nach Baujahr. Die entsprechenden Ergebnisse werden daher in der vorliegenden Studie nicht präsentiert.

Verbesserungsbedarf bestünde auch bei der Identifikation des Materials der Bauelemente. In den Verfügungen war die entsprechende Information in 28% der Fälle weder explizit aufgeführt noch implizit aus der Art des Bauelementes zweifelsfrei ableitbar, was die auswertbare Stichprobe deutlich reduzierte.

Eine systematische Erhebung der bisher nur in den Verfügungen enthaltenen Informationen sowie die Ablage in einer Datenbank zusammen mit den «konventionellen» Schadendaten würde künftige Auswertungen wesentlich vereinfachen und qualitativ verbessern. Der Umweg über die Verfügungen liesse sich dadurch vermeiden.

Die vorgestellten Ergebnisse liefern eine quantitativ abgestützte Diskussionsgrundlage für Belange der Elementarschadenprävention, sei dies gegenüber den Herstellern der Bauelemente, den Architekten, den Bauherren oder auch den Medien. So konnten die besonders problematischen Bauelemente und -materialien klar identifiziert werden. Durch Vermeiden derselben bzw. Ersatz durch solche mit Hagelwiderstand HW 3 oder mehr könnte bereits eine substantielle Senkung der Hagelschäden erreicht werden.

Der Wert der vorliegenden Studie wird leider dadurch eintrübt, dass zwar die Zahl der beschädigten Bauelemente bekannt ist, nicht aber die Gesamtzahl der entsprechenden Bauelemente im vom Hagel betroffenen Gebiet. Anders ausgedrückt: Wie viele Bauelemente eines bestimmten Typs erlitten eben keinen Schaden, sondern widerstanden dem Hagel? Nur so wäre eine verlässliche Angabe über die Verletzlichkeit sowie deren Auswirkungen auf die Schadenentwicklung möglich.

Vermutlich ist ein Extremereignis wie am 23. Juli 2009 nicht besonders geeignet, um den Nutzen einer Umsetzung von Hagelwiderstand HW 3 zu quantifizieren: Zu diesem Zweck sollten eher Ereignisse mit Hagelschlag bis höchstens 3 cm Korndurchmesser untersucht werden. Ein Vergleich von Schaden- und Siedlungsdichte in Verbindung mit einer Analyse der beschädigten (und möglichst auch der unbeschädigten) Bauelemente lieferte wohl die zuverlässigsten Antworten.

Vorgesehen war auch für das Hagelereignis vom 26. Mai 2009 im Kanton Thurgau eine Gegenüberstellung der meteoradar-Daten und den durch den Hagel verursachten durch-

schnittlichen Gebäudeschäden analog zu Abb. 61. Aufgrund der geringen räumlichen Differenzierung der Radar-daten über dem mit 991 km<sup>2</sup> Fläche doch recht kleinen Untersuchungsgebiet war es allerdings nicht möglich, eine brauchbare Korrelation zwischen Hagelintensität und Schäden zu finden. Auch die Verknüpfung der beobachteten Hagelkorngrossen mit den mittleren Schäden führte wegen der zu geringen Anzahl bekannter Hagelkorndurchmesser nicht zu brauchbaren Ergebnissen.

Eine Vertiefung der Studie wäre in folgenden Punkten – allerdings unter erheblich höherem Aufwand – möglich (und wünschenswert):

- Erhebung zum Gebäudebestand und seiner Ausstattung in den von Hagelschlag betroffenen Gebieten.
- Erhebung des Alters der beschädigten Bauelemente (nicht einfach des Baujahres des betroffenen Gebäudes); Alterungseffekte vermindern bei vielen Materialien (insbesondere Faserzement, Ziegel, Kunststoff) den Hagelwiderstand.
- Nähere Untersuchungen der Schäden an besonders neuen Wohngebäuden und deren Gegenüberstellung mit Schäden an älteren Objekten zwecks Klärung, ob das häufigere Auftreten der erstgenannten tatsächlich in erster Linie auf gesteigerte Aufmerksamkeit zurückzuführen ist oder überwiegend auf höherer Verletzlichkeit beruht.
- Detaillierte Erhebung der beobachteten Korngrössenverteilung im betroffenen Gebiet.
- Unterscheidung des Materials von Raff- und Rollstoren.

### Schlussfolgerungen zur Prävention:

Raff- und Rollstoren – in der Schadenbilanz ein wesentlicher Faktor – gehen v.a. während nächtlicher Hagelschläge in grosser Zahl kaputt. Eine regionsspezifische Wetteralarm-SMS-Mitteilung mit der Anweisung, die Storen hochzuziehen, hilft nachts kaum, da der schlafende Anteil der Bevölkerung die Warnung nicht vernimmt. Es bleibt also, entweder die Leute zu wecken (mit dem Risiko, bei Fehlalarm oder kleinräumig starken Intensitätsschwankungen für Verärgerung zu sorgen) oder aber das Einfahren der Storen direkt über ein Funksignal auszulösen. Entsprechende Systeme sind heute aber noch nicht verfügbar, so dass die Kantonalen Gebäudeversicherungen diese vorderhand nicht empfehlen, geschweige denn vorschreiben können.

Das Problem wird aber vermutlich durch den typischen Tagesgang der Hagelaktivität entschärft: Gemäss TorDACH (2007) zeigt die Häufigkeit von Hagelschlag in Deutschland eine deutliche Abhängigkeit von der Tageszeit: Prozentual nimmt der pro Stunde im Tagesverlauf auftretende Hagel ab 12 Uhr MESZ von 0.5% markant zu, erreicht gegen 18 Uhr MESZ kurz ein Maximum von ca. 10% und fällt bis 22 Uhr MESZ wieder stark auf etwa 2% ab. In der Schweiz dürften die Verhältnisse nicht wesentlich davon abweichen. Das bedeutet, dass der grösste Teil der Bevölkerung während der Hauptaktivitätsphase von Hagelschlägen noch wach und somit für Unwetterwarnungen empfänglich wäre. Es bedingt aber auch, dass sich zum entscheidenden Zeitpunkt in den Gebäuden auch tatsächlich Personen aufhalten, die in der Lage sind, gezielte Massnahmen zu ergreifen.

Schliesslich gilt es aber auch zu akzeptieren, dass mit Hilfe von Präventionsmassnahmen zwar ein wesentlicher Beitrag an die Verminderung von Hagelschäden geleistet werden kann, insbesondere aber bei grösseren Korndurchmessern, wie sie alle paar Jahre irgendwo in der Schweiz auftreten, Schäden auch mit grössten Aufwendungen im Präventionsbereich nie vollständig zu verhindern sein werden. Entsprechend dem Gesetz des abnehmenden Grenznutzens verschlechtert sich das Verhältnis von Aufwand und Nutzen der Präventionsmassnahmen mit zunehmendem Mitteleinsatz. Ab einem bestimmten Punkt wird das Verhältnis so ungünstig, dass die Mittel schliesslich sinnvoller dafür eingesetzt werden, den Betroffenen die erlittenen Schäden finanziell zu vergüten. Diese Verschiebung der Bedeutung von Prävention zugunsten der Schadenvergütung mit zunehmender Hagelintensität veranschaulicht Abb. 67.

Prävention und Schadenvergütung bilden damit ein untrennbares, sich gegenseitig ergänzendes Paar in der Strategie der Kantonalen Gebäudeversicherungen: Prävention soweit sinnvoll, Schadenvergütung dort, wo nötig.

Oder mit anderen Worten: «Sichern und Versichern.»

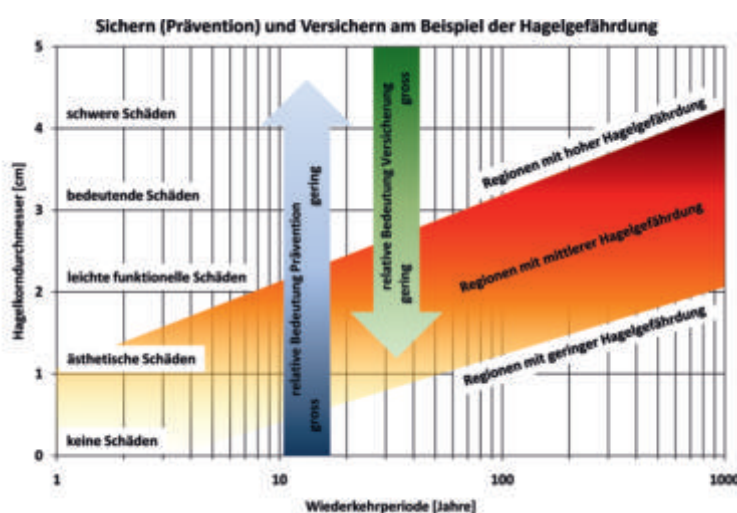


Abb. 67: Zusammenspiel von Prävention und Schadenvergütung im Zusammenhang mit Hagelereignissen: Ab einer bestimmten Hagelintensität können Schäden kaum mehr vorbeugend verhindert werden; es ist wirtschaftlich sinnvoller, diese stattdessen zu vergüten.



### 8. Dank

Der IRV und das IGAR danken den Gebäudeversicherungen Thurgau, Waadt, Freiburg, Bern und Luzern herzlich für die bereitwillige Zurverfügungstellung der Schadendaten.

Besonderer Dank geht an:

- Herrn Fredy Weber von der Gebäudeversicherung Thurgau für die zahlreichen Auskünfte zum Hagelereignis vom 26. Mai 2009, die Besichtigungstour im Gelände und das umfangreiche Bildmaterial.
- Frau Christine Haas und Frau Dörte Aller von der Gebäudeversicherung Zürich für die fachliche Beratung und den interessanten Gedankenaustausch im Zusammenhang mit der Auswertung von Hagelschadendaten.

### 9. Literaturverzeichnis

- Choffet, M., Imhof, M., Caspard, O. & Jaboyedoff, M. (2011): Analyse des événements de grêle de 2009 – Etude pilote dans le canton de Thurgovie. Institut de Géomatique et d'Analyse du Risque, Universität Lausanne, Rapp.-Nr. IGAR-Grêle-R001. 47 S.
- Fragnières Frères (Hrsg.; 1943): Nouvelles Etrennes Fribourgeoises 1943. 76. Jahrgang. Freiburg. 289 S.
- Furrer, B. (2010): Hagelwiderstand von Holzfassaden im Fokus. Schweizer Holzbau 10/2010. S. 22–27.
- GVZ (2011): Ereignisanalyse Hagel 24.06.2002. Interner Bericht. Gebäudeversicherung Kanton Zürich, Zürich. 115 S.
- Hohl, R., Schiesser, H.-H. & Aller, D. (2002): Hailfall: the relationship between radar-derived hail kinetic energy and hail damage to buildings. Atmospheric Research 63 (2002). S. 177–207.
- MeteoSchweiz (2010): Hagel. Ereignisbeschreibung im Geschäftsbericht der Kantonalen Gebäudeversicherung Freiburg. S.29–36.
- IRV (1950): Der heutige Stand der Elementarschadenverhütung. Studie des Interkantonalen Rückversicherungsverbandes. Bern. 137 S.
- KGV (Hrsg.; 2007a): Elementarschutzregister Hagel – Teilbericht Schadenpotenziale – Schlussbericht. Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen. Bern. 115 S.
- KGV (Hrsg.; 2007b): Elementarschutzregister Hagel – Untersuchungen zur Hagelgefahr und zum Widerstand der Gebäudehülle. Synthesebericht. Präventionsstiftung der Kantonalen Gebäudeversicherungen. Bern. 34 S.
- KGV (Hrsg.; 2007c): Wegleitung Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren. Bern. 146 S.
- Lateltin, O. & Jordi, M. (2008): Hagel – die unterschätzte Gefahr. Schadenprisma. Heft 4/2008. 5 S.
- Münchener Rück (1984): Hagel. Münchener Rückversicherungsgesellschaft. München. 56 S.
- Rubli, M. F. (Hrsg; 1998): Alpenhorn-Kalender 1999. Brattig für das Emmental und die benachbarten Gebiete. Verlag Alpenhorn-Kalender Langnau i.E. 192 S.
- Schiesser, H.-H., Hohl, R., & Schmid, W. (1999): Über die Beziehung Hagelfall–Gebäudeschäden: Fallstudie «Luzern-Hagelsturm» vom 21. Juli 1998. Unveröffentlichte Pilotstudie, erstellt für die Partner Re. Zürich. 38 S.
- Stierlin, E. (Hrsg.; 1831): Valerius Anshelm's, genannt Rüd, Berner Chronik, von Anfang der Stadt Bern bis 1526. Fünfter Band. Die Jahre 1514 bis und mit 1520. L. A. Haller, Bern. 503 S.
- SwissRe (2010): Versichertes Elementarschaden-Potenzial 2010. Portfolio der Kantonalen Gebäudeversicherungen (KGV). Interner Bericht mit separatem Anhang. Zürich. 64 bzw. 65 S.
- TorDACH (2007): Hagel-Klimatologie. TorDACH Germany – Kompetenzzentrum für lokale Unwetter in Deutschland. Archiv 1.6.00, Herbst 2007. <http://www.tordach.org/de/hail.htm>
- Zehnder-Jörg, S. (2005): Die grosse Freiburger Chronik des Franz Rudella. Edition nach dem Exemplar des Staatsarchivs Freiburg. Universität Freiburg. 658 S.

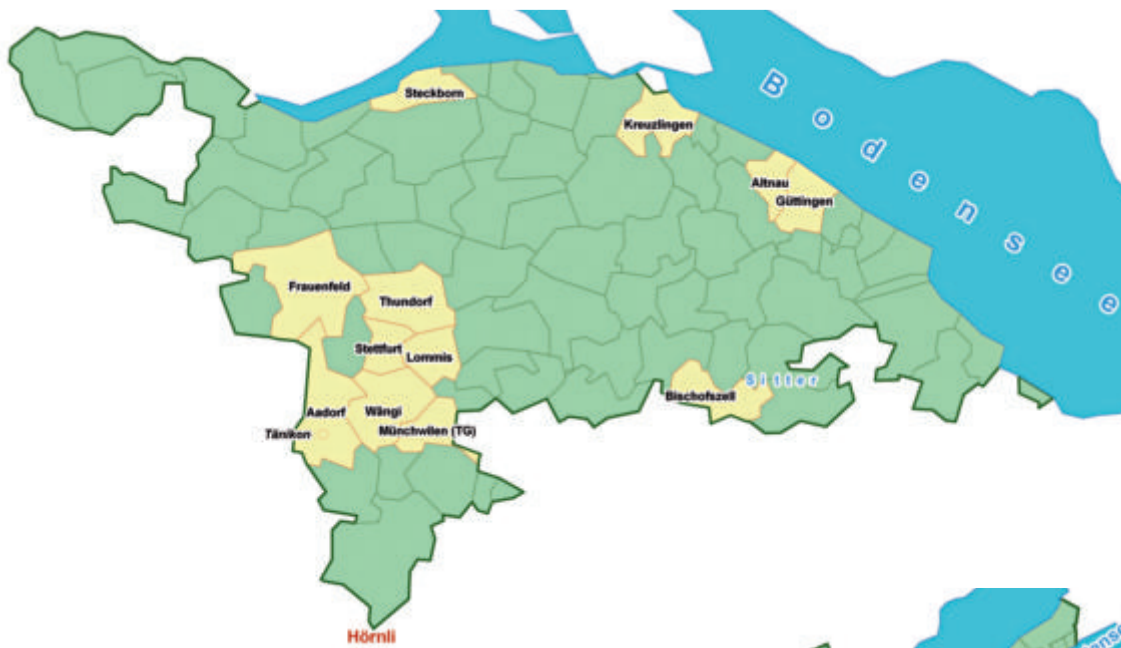
# Anhang A: Orientierungskarten für die im Bericht genannten Örtlichkeiten

## Anhang A:

### Orientierungskarten für die im Bericht genannten Örtlichkeiten

#### Kanton Thurgau

(kartografische Grundlagen: swisstopo)



#### Kanton Waadt

(kartografische Grundlagen: swisstopo)





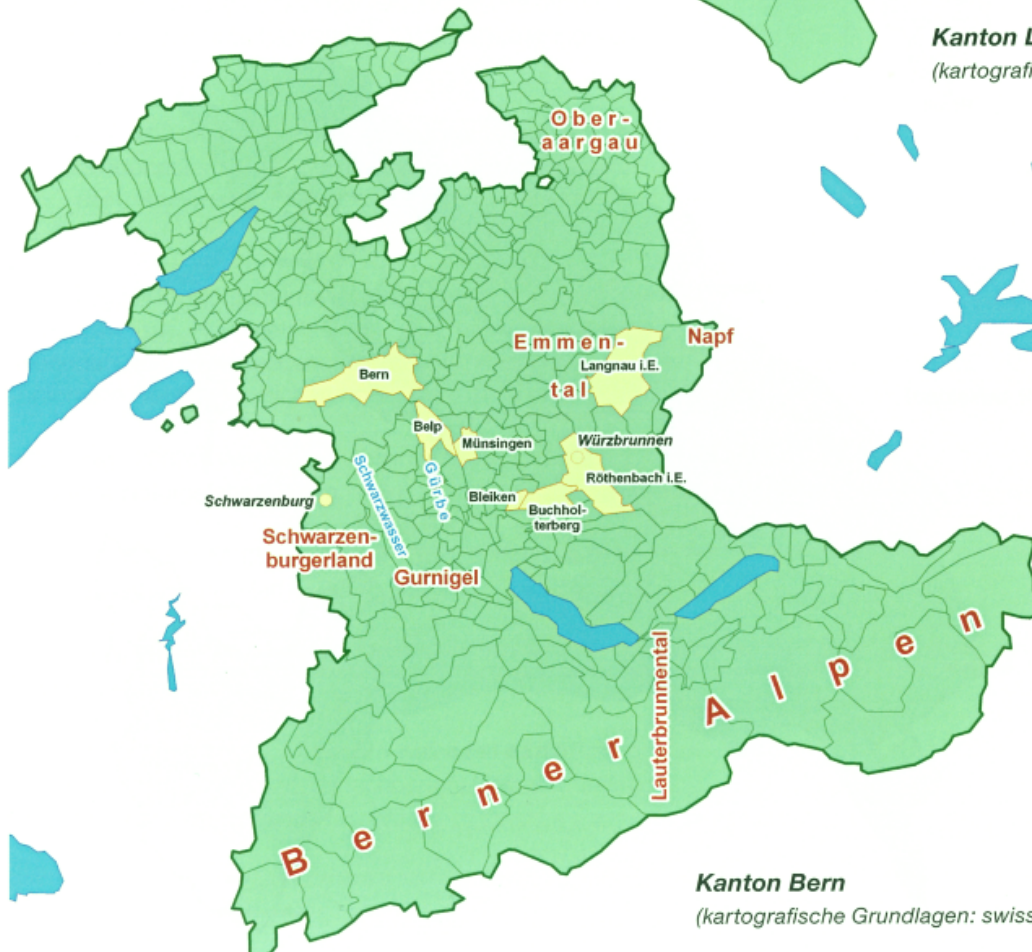
**Kanton Freiburg**

(kartografische Grundlagen: swisstopo)



**Kanton Luzern**

(kartografische Grundlagen: swisstopo)



**Kanton Bern**

(kartografische Grundlagen: swisstopo)



## Anhang B: VKF-Code Zweckbestimmung

### Verwaltungsgebäude und öffentliche Gebäude

|         |                                  |
|---------|----------------------------------|
| 10      | Bürogebäude                      |
| 11      | Gebäude für Ausbildungszwecke    |
| 12      | Kirchliche Gebäude               |
| 13 (14) | Spitalgebäude, Pflegeheime       |
| 16      | Kunst-, Kultur- und Sportgebäude |
| 19 (15) | Übrige                           |

### Wohngebäude

|            |                       |
|------------|-----------------------|
| 20         | Reine Wohngebäude     |
| 29 (21–29) | Gemischte Wohngebäude |

### Landwirtschaft

|            |                                    |
|------------|------------------------------------|
| 30         | Landwirtschaftliche Wohngebäude    |
| 39 (31–39) | Übrige landwirtschaftliche Gebäude |

### Verkehrswesen

|            |  |
|------------|--|
| 40 (40–49) |  |
|------------|--|

### Handel

|         |                                 |
|---------|---------------------------------|
| 50 (55) | Läden, Handels- und Warenhäuser |
| 51      | Lagergebäude                    |

### Industrie und Gewerbe

|               |                                      |
|---------------|--------------------------------------|
| 60 (61)       | Verarbeitung von Steinen und Erde    |
| 62            | Baugewerbe (ohne Holz)               |
| 63            | Nahrungs- und Genussmittel           |
| 64 (65,69)    | Textilindustrie, Kleider, Leder      |
| 66            | Holzbearbeitung (inkl. Baugewerbe)   |
| 67 (68)       | Papierindustrie, Graphisches Gewerbe |
| 70            | Kunststoffindustrie                  |
| 71            | Chemische Industrie                  |
| 72 (73)       | Metall- und Maschinenindustrie       |
| 74            | Uhrenindustrie                       |
| 76            | Gebäude für Ver- und Entsorgung      |
| 79 (75,77–79) | Übrige                               |

### Gastgewerbe

|         |                         |
|---------|-------------------------|
| 80      | Hotelbetriebe           |
| 81 (89) | Gastwirtschaftsbetriebe |

### Kleinbauten und Nebengebäude

|    |  |
|----|--|
| 90 |  |
|----|--|

