

# Naturkatastrophen

**Definition und hochbautechnische Maßnahmen,  
um Schadenspotenziale an Bauwerken  
ausgelöst durch  
Hagel-, Sturm-, und Schneestarkereignisse  
zu vermeiden**

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines Diplomingenieurs  
der Studienrichtung Bauingenieurwissenschaften

von  
Hans Starl

Eingereicht am

Institut für Hochbau und Bauphysik  
Fakultät für Bauingenieurwissenschaften  
Technische Universität Graz



Begutachter

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.iur. Dr.techn. Peter Kautsch

Betreuer

Arch. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Grobbauer

Graz, 10. Jänner 2011



## **Sperre**

Die vorliegende Masterarbeit enthält wettbewerbsrelevante Ausführungen und muss gemäß Vereinbarung mit der Oberösterreichischen Versicherung für einen Zeitraum von fünf Jahren gegen jegliche Veröffentlichung gesperrt werden. Während dieses Zeitraumes ist weder die Entlehnung noch eine Einsichtnahme gestattet. Ab 26.01.2016 darf die Veröffentlichung erfolgen.

Graz, 10. Jänner 2011

---

Hans Starl

## **Erklärung**

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die angegebenen Quellen nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche erkenntlich gemacht habe.

Graz, 10. Jänner 2011

---

Hans Starl

## **Danksagung**

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen bedanken, die mich beim Verfassen dieser Masterarbeit unterstützt haben. Besonderer Dank gilt dabei meiner Familie, speziell meinen Eltern Johann und Barbara, und meiner Schwester Tanja, für das Ermöglichen meines schulischen Werdegangs bis hin zum Vollenden des Studiums der Bauingenieurwissenschaften.

Für die hervorragende Zusammenarbeit während der Erarbeitung der Masterarbeit ausserhalb der Universität, möchte ich mich besonders bei Herrn Dipl.-Ing. Dr. Arthur Eisenbeiss, Herrn Ing. Reinhard Zierler und dem Team vom Institut für Brandschutztechnik und Sicherheitsforschung Gesellschaft m.b.H. in Linz bedanken.

Zudem danke ich meinen Betreuern vom Institut für Hochbau und Bauphysik an der Technischen Universität Graz, Herrn Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Mag. Dr.iur. Dr.techn. Peter Kautsch und Herrn Arch. Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Grobbauer, für die ausgezeichnete Unterstützung und Betreuung während der Erstellung dieser Masterarbeit seitens der Universität.

Abschließend danke ich auch meinen Studienkollegen, Freunden, Arbeitgebern und Bekannten für die Unterstützung und auch für die vielen schönen Stunden während der Studienzeit.

## **Naturkatastrophen**

### **Definition und hochbautechnische Maßnahmen, um Schadenspotenziale an Bauwerken - ausgelöst durch Hagel-, Sturm- und Schneestarkereignisse - zu vermeiden**

#### **Kurzfassung**

Im Rahmen dieser Diplomarbeit sollen die Veränderungen von klimatischen Bedingungen, welche eventuell in Verbindung mit dem Anstieg der Versicherungsleistungen der vergangenen Jahrzehnte stehen, aufgezeigt werden. Um dieses Ziel zu erreichen wird am Beginn der Masterarbeit versucht, die relevanten Daten über die Thematik des Klimawandels in einem kurzen Überblick darzustellen.

Um Schäden und Versicherungsleistungen infolge meteorologischer Naturereignisse ihren Ursachen besser zuordnen zu können, wurden 300 Liegenschaften im oberösterreichischen Raum besichtigt und bezüglich ihres Schadensrisikos bewertet. Da es zum momentanen Zeitpunkt nur wenige vergleichsrelevante Daten gibt, wurden auch 1.150 Schadensakte der Oberösterreichischen Versicherung ausgewertet, mit Bedacht darauf, die auslösenden Schadensereignisse den beschädigten Gebäudeteilen oder Bauteilen zuordnen zu können.

Besonders die Hagelereignisse der letzten Jahre wurden auf ihre Häufigkeit und Intensität hin genauer untersucht. Dadurch soll es möglich werden, einen groben Richtwert der Hagelresistenz, den die in Oberösterreich verwendeten Bauteile aufweisen, anzugeben. Dieser soll den nötigen Handlungsbedarf zur Verbesserung der Materialien belegen.

In einem letzten Schritt werden die gefundenen Erkenntnisse zusammengefasst. Aus den gewonnenen Daten werden mögliche Schadensrisiken beschrieben und daraus resultierende Verbesserungsmaßnahmen abgeleitet. Bei den Verbesserungs- und Präventivmaßnahmen war die Wirtschaftlichkeit der Ausführungen ebenfalls ein Aspekt für die Auswahl.

# **Natural Catastrophes**

## **Engineering and construction solutions for the prevention of potential damage to buildings due to hail, rain, wind and snow**

### **Abstract**

The main goal of this thesis is to find, show and solve problems in which meteorological happenings have damaged buildings. The first part of the thesis will discuss the connection between the fluctuation in climate and the increase in insurance payments over the past two decades.

In order to obtain a better understanding of how and where buildings were damaged, 300 houses in Upper Austria were inspected and rated concerning their vulnerability due to changes in weather conditions in terms of more extreme events. Resistance to wind storms, hail, snow and rain were carefully analyzed. Relating to the lack of prior analyses of this type, 1.150 claim files of an Upper Austrian insurance company were scouted during this study. The main focus of this work was to determine where the costs caused by natural events came from and how high these amounts were in relation to the area of the building affected.

Concerning hail, the study discusses the comparison between frequency and intensity of happenings that occurred in Austria. As a result of this analysis, the costs that occur through hail damage at houses roughly can be connected to the size of hailstorm that affected the damage. Hail resistance of different materials still can't be proven through this, but a slight tendency about materials and its hailresistance could be found and is shown in this thesis.

The conclusion will discuss any questionable areas within the studies. These points have been separately described followed by solutions for preventive steps and further explanation.



## Inhaltsverzeichnis

<b>1 Ziel</b>	<b>1</b>
<b>2 Klimawandel</b>	<b>2</b>
2.1 Was sich weltweit verändert hat . . . . .	2
2.2 Veränderungen der Umwelteinflüsse in Österreich . . . . .	5
2.2.1 Beurteilungs- und Betrachtungsstandpunkte . . . . .	5
2.2.2 Österreichs Klima- und Naturlandschaften . . . . .	6
2.2.3 Gefahrenarten . . . . .	8
2.3 Folgen der Klimaveränderungen . . . . .	10
2.3.1 Allgemein . . . . .	10
2.3.2 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Wind . . . . .	11
2.3.3 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Hagel . . . . .	13
2.3.4 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Schnee . . . . .	15
2.3.5 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Oberflächenwasser . . . . .	15
2.3.6 Menschliche Einflussfaktoren . . . . .	18
<b>3 Grundlagen der Auswertungen</b>	<b>19</b>
3.1 Beschreibung der Datenanalyse . . . . .	19
3.2 Beschreibung der Analyse anhand von Besichtigungen . . . . .	20
3.2.1 Auswahl von 300 Liegenschaften für die Besichtigung durch das IGS	20
3.2.2 Durchführung der Besichtigungen . . . . .	20
3.3 Gemeinsamkeiten der Auswertungen . . . . .	21
<b>4 Datenanalyse</b>	<b>22</b>
4.1 Versicherungsleistungen hervorgerufen durch Hagelschläge . . . . .	22
4.2 Annahme einer linearen Berechnung . . . . .	24
4.3 Versicherungsleistungen und ihre Auslöser . . . . .	25
4.3.1 Durchschnittliche Versicherungsleistungen pro Liegenschaft . . . . .	25
4.3.2 TORRO-Klassen und ihre Auswirkungen auf Gesamt- Durchschnitts- schäden . . . . .	27
4.4 Vergleich von Aufzeichnungen der ZAMG und OÖV . . . . .	30
<b>5 Auswertungsergebnisse der Besichtigung von 300 Liegenschaften</b>	<b>31</b>
5.1 Ziel der Besichtigungen . . . . .	31
5.2 Optischer Zustand . . . . .	33
5.3 Gesamtschäden . . . . .	34
5.4 Versicherungsleistungen pro Schadensfall . . . . .	37

5.5	Die Dachhaut . . . . .	38
5.5.1	Allgemeine Betrachtungen . . . . .	38
5.5.2	Verteilung der Versicherungsleistungen . . . . .	39
5.5.3	Unterdächer . . . . .	44
5.5.4	Solarthermie und Photovoltaik . . . . .	45
5.6	Hagel . . . . .	46
5.6.1	Hagel bezogen auf Windspitzenwerte . . . . .	46
5.6.2	Abhängigkeit der Schadenseinwirkung in Bezug auf TORRO-Klasse und Auftreffwinkel . . . . .	47
5.7	Sturmbelastungen . . . . .	48
5.8	Starkregen . . . . .	49
5.9	Natürliche Schutz- und Gefahrenpotenziale . . . . .	51
5.9.1	Schutz und Gefahrenpotenziale von Bäumen . . . . .	51
5.9.2	Evaluierung über die Positionierung der Liegenschaften . . . . .	52
5.10	Schnees Schäden . . . . .	53
5.11	Auswertung und Aufschlüsselung von Versicherungsleistungen der OÖV . .	54
<b>6</b>	<b>Leitfaden für die Prävention der untersuchten Naturerscheinungen</b>	<b>55</b>
6.1	Generelles Ziel der Empfehlungen . . . . .	55
6.1.1	Schutzziel und Wirkungsdauer der Verbesserungsmöglichkeiten . .	56
6.1.2	Bestimmende Faktoren für Bauwerke . . . . .	58
6.2	Einwirkung Naturerscheinung Sturm . . . . .	59
6.2.1	Außenhülle - Fassade . . . . .	60
6.2.2	Außenhülle - Dächer . . . . .	65
6.2.3	Bäume . . . . .	69
6.2.4	Baulich bedingte Gefährdungsstellen . . . . .	71
6.3	Einwirkung Naturerscheinung Hagel . . . . .	72
6.3.1	Materialeigenschaften unterhalb der Belastungsgrenzen bei Hagel- schlag . . . . .	73
6.3.2	Die Außenhülle . . . . .	75
6.4	Einwirkung Schnee . . . . .	77
6.5	Einwirkung Starkregen - Oberflächenwasser . . . . .	83
6.5.1	Eintrittsmöglichkeiten von Wasser in Gebäude als Folge von Stark- regenerenissen . . . . .	85
6.5.2	Objektpositionierung . . . . .	86
6.5.3	Grundwasserbelastungen . . . . .	89
6.5.4	Straßengefälle . . . . .	91
<b>7</b>	<b>Schlussbetrachtung</b>	<b>93</b>



<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>94</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>96</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>97</b>
<b>A Anhang</b>	<b>99</b>
A.1 Mögliche Erklärungen für nicht eindeutig belegbare Punkte laut Verfasser .	99
A.1.1 Alterungseffekte . . . . .	99
A.1.2 Erläuterung zu Herstellungsprozessen . . . . .	99
A.1.3 Marktverteilungen . . . . .	99
A.1.4 Verteilung der Unterdächer . . . . .	99
A.1.5 Solarthermie und Photovoltaik . . . . .	100
A.1.6 Oberflächenwässer . . . . .	101
A.1.7 Grauzonen der Hagelkorngrößen und ihre Schädigungswirkungen .	101
A.1.8 Schädigungswirkung von Hagel . . . . .	102
A.2 Datenbasis der 1.150 Schadensakte . . . . .	103
A.3 Fragebogen für die Besichtigung der 300 Liegenschaften . . . . .	104
A.4 Mögliche legislative Maßnahmen . . . . .	106
A.4.1 Bebauungsplan . . . . .	106
A.4.2 Flächenwidmungsplan . . . . .	106
A.4.3 Hagelzonenplan . . . . .	106
A.4.4 Bauordnung . . . . .	107
A.4.5 Bautechnikgesetz . . . . .	107
A.4.6 Gefahrenpläne . . . . .	108
A.4.7 Umsetzung der Prävention . . . . .	108





## 1 Ziel

Diese Masterarbeit soll zeigen, wie gezielte präventive Maßnahmen gegen meteorologische Einflüsse gesetzt werden können, welche unter anderem auf den Klimawandel zurückzuführen sind. Da sich in den letzten Jahren gezeigt hat, dass sich speziell im Alpenraum das Klima stärker verändert hat als in anderen Regionen, soll der Einsatz bestimmter baulicher Maßnahmen in Zukunft beim Auftreten von Naturkatastrophen helfen, dass nicht immer nur passiv, sondern auch aktiv auf diese Ereignisse reagiert werden kann. Ein präventives Handeln könnte in diesem Fall dabei helfen, dass bei Starkerereignissen nicht nur das Beseitigen der entstandenen Schäden im Vordergrund stehen würde. Es ist jedoch immer zu bedenken, dass einige Ereignisse aufgrund ihrer unvorstellbaren Kraft nie abwendbar sein werden, jedoch sollte man zumindest das Möglichste versuchen, Schäden zu verringern.

Genau um dies zu erreichen beinhaltet diese Arbeit eine Vielzahl von Fakten, wie und in welcher Form sich das Klima in Österreich speziell in den letzten zwei Jahrzehnten verändert hat. Diese Fakten über Auftritte von Naturgewalten sind dann im Zusammenhang mit den aufgetretenen Gebäudeschäden gegliedert ausgearbeitet.

Im letzten Teil der Masterarbeit werden Lösungsvorschläge für Verbesserungen an Bauwerken gezeigt.

## 2 Klimawandel

### 2.1 Was sich weltweit verändert hat

Unter Klima wird generell die Summe aller Witterungserscheinungen an einem Ort verstanden [9].

In der Klimageschichte der Erde gab es immer Perioden kälterer und wärmerer Zeiten. Die historischen Veränderungen des Klimas können als natürliche Schwankungen angesehen werden. Die Temperaturschwankungen werden beeinflusst von

- Exzentrizität (Umlaufbahn der Erde um die Sonne)
- Erdschiefe (Neigung der Erdachse um  $23,5^\circ$ )
- Präzision (Kreiselbewegung der Erdachse)
- Bewegung der Kontinente
- Land-Meer-Verteilung
- Gebirgsbildung und Vulkanismus

Der Großteil dieser natürlichen Klimafaktoren hat eine typische Reaktionszeit von Jahrtausenden bis hin zu Jahrmillionen.

Der derzeitige Temperaturanstieg, hier sind sich Klimaforscher einig, ist in der momentanen Form jedoch nicht allein durch natürliche Phänomene erklärbar. Die mittlere globale Temperaturzunahme im letzten Jahrhundert ist nur durch die Miteinbeziehung des menschlichen Einflusses auf die Umwelt ableitbar [13].

Der Klimawandel, also der Anstieg der durchschnittlichen Temperatur auf der Erde (Abbildung 1) ist sicher eines der zentralen Themen unserer Zeit. Die Hauptgründe hierfür sind der hohe  $\text{CO}_2$  Ausstoß und daraus folgende Treibhauseffekte. Beide werden mit dem Kyoto-Abkommen behandelt und führen weltweit zu heftigen Diskussionen [4]. In dieser Arbeit wird jedoch nicht darauf eingegangen, wer für welche Veränderung verantwortlich war, oder immer noch ist. Vielmehr wird gezeigt was tatsächlich bis jetzt passiert ist.

Fakt ist, dass die Durchschnittstemperatur weltweit seit Mitte des 19ten Jahrhunderts um  $1,8$  Grad Celsius gestiegen ist. Zudem sind die Neunzigerjahre global gesehen die wärmste Dekade seit zuverlässige Messreihen vorliegen und es kann mit Beobachtungen belegt werden, dass der derzeitige Temperaturanstieg der rascheste und höchste der letzten 1.000 Jahre ist [14].

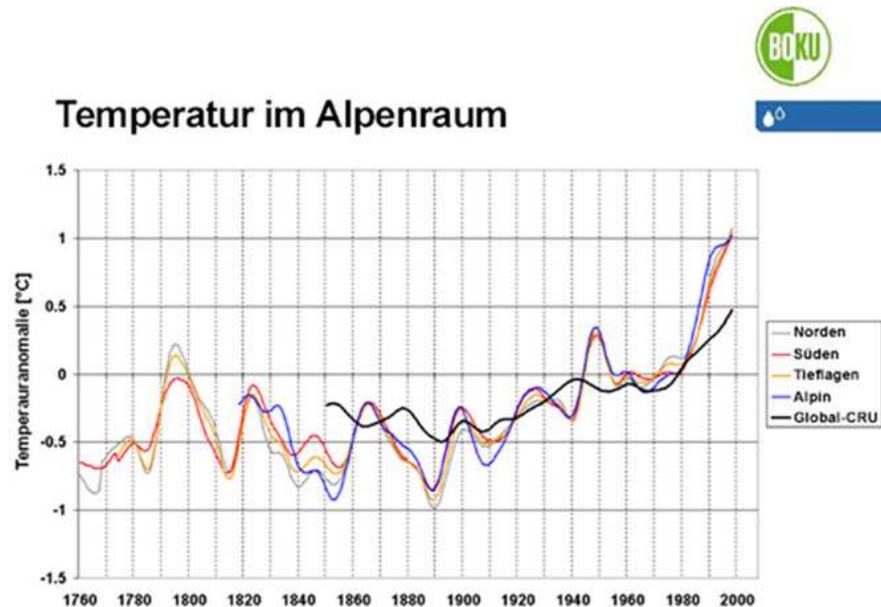


Abbildung 1: Temperaturänderung [11]

Diese Veränderung mag wenig erscheinen und es ist kaum vorstellbar, dass diese wenigen Grad Celsius die klimatischen Bedingungen dermaßen verändern können. Jedoch liegt in dieser klimatischen Veränderung bereits ein Hauptfaktor für das Auftreten von verstärkten Naturereignissen. Die Komplexität des Klimasystems wird besonders durch die Substanz Wasser beeinflusst, da Wasser im Klimasystem in einer Vielzahl von Aggregatzuständen auftritt. Sei es in der Atmosphäre in Form von

- Wasserdampf
- Wolkentröpfchen
- Eiskristallen

oder auf der Landoberfläche als

- Schnee
- Eis
- Wasser in flüssiger Form in Oberflächengewässern

Die Tatsache, dass wärmere Luft mehr Luftfeuchte transportieren kann ist somit die treibende Kraft hinter den Klimaeinflüssen. Das bei der wärmeren Luft gesteigerte Aufnahmevermögen von Wasserdampf, erhöht auch die Gefahr von Extremereignissen, da durch die Bewegung von Luftmassen mit hohem Wassersättigungsgrad auch die Einflussfaktoren für meteorologische Starkereignisse geschaffen werden.

Eine Luftmassenbewegung dieser Art wurde in beeindruckender Form im Jahr 2000 gemessen. Im Luftraum zwischen den Seealpen und dem Apennin sind in der Atmosphäre rund 50 Mio. m<sup>3</sup>/sec gegen die Alpen geführt worden. Diese Wassermenge ist vergleichbar mit den mittleren Abflussmengen der größten Flüsse der Erde, wie Amazonas oder Kongo, welche sich bei ca. 40 Mio. m<sup>3</sup>/sec bewegen. Es erscheint durch diesem Vergleich logisch, dass es in den Alpen kein Gewässer gibt, welches diese Mengen an Wasser geregelt ableiten kann. Anhand dieses Beispiels soll gezeigt werden, wie sich die Klimaerwärmung auf wetterbestimmende Einflussfaktoren auswirken kann und welche Energiemengen als Antrieb für Wind oder Regen dienen können [11].

## 2.2 Veränderungen der Umwelteinflüsse in Österreich

### 2.2.1 Beurteilungs- und Betrachtungsstandpunkte

Extreme Wettergeschehnisse sind selten auftretende Ereignisse, welche sehr stark von statistischen Mittelwerten, von Messreihen und Aufzeichnungen abweichen, wobei nicht alle Auftritte zwangsläufig mit Schäden verbunden sind.

In der Fachliteratur werden Naturereignisse generell vom

- wissenschaftlichen oder
- gesellschaftlichen

Standpunkt betrachtet [15].

Bei der wissenschaftlichen Form der Betrachtung sind der räumliche Maßstab, die Statistik sowie Auftrittsart und -häufigkeit die Basis von Auswertungen.

Auftritte werden in Wiederkehrperioden ausgedrückt. Generell gibt es keine klar definierten Grenzen für Wiederkehrperioden nach denen immer eingestuft werden kann, da zu viele Faktoren Naturereignisse beeinflussen. Oft bildet auch die räumliche Eingrenzung die Basis der Einstufung. Es kann jedoch sein, dass Ereignisse für einen kleinen räumlichen Maßstab, wie eine Region oder einen Ort, andere sind, als die Auftrittshäufigkeit für das gleiche Ereignis innerhalb Österreichs.

Die zweite Möglichkeit, vom Standpunkt der Gesellschaft aus, orientiert sich bei der Beurteilung von Ereignissen anhand der entstandenen Schäden. Diese Betrachtungsweise liefert nur Daten für Ereignisse, welche direkt den Menschen oder seine Bauwerke betreffen, vernachlässigt aber fast gänzlich alle anderen Vorkommnisse.

Ein Beispiel hierfür wäre der Vergleich zweier Lawinenabgänge wobei einer ein Haus beschädigt, der andere jedoch ein Lawinenabgang fernab jeglicher Zivilisation ist. Der Lawinenabgang der das Haus schädigt, würde erhoben werden, wobei hingegen der Lawinenabgang im Gebirge bei dieser Beurteilung nicht betrachtet wird, da dieser keinen wirtschaftlichen Schaden für den Menschen verursacht hat.

Die Endstufe aller Gliederungen, unabhängig von der Betrachtungsform, wäre dann die Naturkatastrophe, welche als Hauptmerkmal die Hilflosigkeit der Betroffenen hat. Bei dieser Form der Schädigung sind die Betroffenen aus eigener Kraft nicht in der Lage, sich aus den vorherrschenden Situationen zu befreien. Als Beispiele hierfür können das Lawinenunglück von Galtür oder das Hochwasser 2002 im Donauraum genannt werden [15]. In weiterer Folge wird in der Masterarbeit die gesellschaftliche Betrachtungsweise als Standpunkt herangezogen, da zum einen die Versicherungswirtschaft, die als Partner für diese Masterarbeit fungiert, diesen Standpunkt heranzieht und da zum anderen, aus der Sichtweise der Gesellschaft die Schäden durch Naturereignisse an Gebäuden deutlich steigen, wie in Kapitel 4, Abbildung 4 am Beispiel Hagel gezeigt wird.

## 2.2.2 Österreichs Klima- und Naturlandschaften

Die Einzigartigkeit Österreichs wird durch sein abwechslungsreiches Landschaftsbild mitbestimmt. Aufgrund seiner topografischen Lage hat Österreich trotz geringer Größe eine große landschaftliche und klimatische Vielfalt. Diese Regionalität spiegelt sich auch bei der Veränderung des Klimas wider, denn jede Region reagiert anders auf die globale Erwärmung. In Folge dessen müssen auch baulich bedingte Veränderungen ebenfalls diese Regionalität bewahren und schützen, beziehungsweise eine bestmögliche Anpassung erzielen. Eine erfolgreiche Adaptierung an den Klimawandel kann jedoch nur geschehen, wenn die Eigenheiten jeder einzelnen Region bei der Umsetzung notwendiger Maßnahmen berücksichtigt werden [14].

Die Einteilung des Bundesgebietes lässt sich sehr vereinfacht in zwei Großlandschaften wie in Abbildung 2 gezeigt untergliedern [13]. Die Alpen, welche rund 60 Prozent des Staatsgebietes bedecken und das Flachland welches den Rest darstellt.

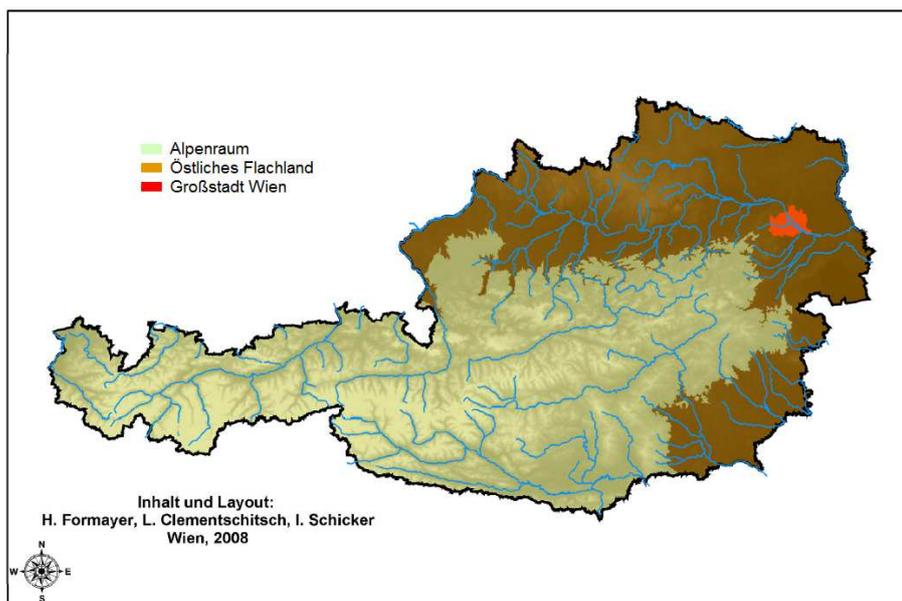


Abbildung 2: Regionale Einteilung [13]

Der Einfluss der Alpen spielt aber nicht nur beim Erscheinungsbild eine große Rolle. Eines der wesentlichsten Merkmale ist die Beeinflussung der Wetterlage durch Staufeffekte. Diese Effekte können kleinräumig zu großen Unterschieden in den Niederschlagsverhältnissen führen. Die Niederschlagssummen schwanken zwischen 300 mm/m<sup>2</sup> und 2.500 mm/m<sup>2</sup>.



Das östliche Flachland ist bereits stark durch das kontinentale Klima geprägt. Das Hauptmerkmal des kontinentalen Klimas liegt in der großen Divergenz zwischen Sommer- und Wintertemperaturen und in geringeren Niederschlagsmengen als im Alpenraum [9]. Hinsichtlich der Niederschlags- und Temperaturverteilung kann gesagt werden, dass ein West-Ost-Gefälle und eine Höhenabhängigkeit besteht. In höheren Regionen regnet es tendenziell mehr und öfter. Der Alpenhauptkamm bewirkt zusätzlich einen Stau- und Aufstiegseffekt, wodurch es zu intensiven Niederschlägen bis über 2.500 mm/m<sup>2</sup> pro Jahr kommen kann [13].

Luftströmungen aus westlicher bis nordwestlicher Richtung haben den größten Einfluss auf das Niederschlagsverhalten nördlich des Alpenhauptkammes. Sie bringen die feuchte Nordatlantikluft in die Gebiete der Nordalpen und des Alpenvorlandes. An der windzugewandten Seite<sup>1</sup> kann es aufgrund des Staueffektes zu lang anhaltenden Niederschlägen kommen. Im Windschatten des Gebirgsmassives<sup>2</sup> kann somit ein deutlicher Rückgang des Niederschlags verzeichnet werden. Das Ergebnis dieses Effektes sind die inneralpinen Trockentäler, wie das obere Inntal, in denen geringe Niederschlagssummen wie im östlichen Flachland mit circa 700 mm/m<sup>2</sup> pro Jahr vorkommen [13].

Luftmassen aus dem Mittelmeergebiet stehen meist in Zusammenhang mit intensiven Regenfällen. Eine spezielle Situation hierbei wird in der Meteorologie als Vb-Wetterlage<sup>3</sup> charakterisiert. Bei Vb-Wetterlagen transportieren Wolken aus dem Mittelmeerraum große Wassermengen zur Alpennordseite, wo sie als intensive Regenfälle für ganz Österreich für eine Dauer von 2 bis 3 Tagen Starkregenfälle auslösen [13].

---

<sup>1</sup>Luv

<sup>2</sup>Lee

<sup>3</sup>Eine Vb-Wetterlage (,V' = römisch 5, gesprochen: Fünf-B-Wetterlage) ist durch eine Zugbahn eines Tiefdruckgebietes von Italien über die Poebene oder Nordadria hinweg, über Friaul und Slowenien um die Alpen herum, nordostwärts über Österreich, Ungarn und Polen gekennzeichnet. Die Zugbahn wurde von Wilhelm Jacob van Bebber 1891 deklariert. Es wird auch Mittelmeertief genannt.

### 2.2.3 Gefahrenarten

Die in Österreich auftretenden Gefahrenarten können in meteorologische, seismische, gravitative und klimatische Gefahren eingeteilt werden.

#### **Meteorologische Auftrittformen sind:**

- *Sturm*: Ist eine atmosphärisch bedingte Luftbewegung von außerordentlicher Heftigkeit. Schäden werden meist durch die nur wenige Sekunden andauernden Böenspitzen verursacht.
- *Hagel*: Ist Niederschlag von Eiskugeln mit einem Durchmesser größer als 5 mm. Je größer und kantiger der Durchmesser, umso heftiger die Einwirkung. Ein gemeinsames Auftreten von Hagel und Wind erhöht meist noch die Schädigungswirkung.
- *Regen*: Starkregen ist ein Niederschlag von außerordentlicher Heftigkeit. Oberflächenentwässerungen sind meist nicht in der Lage die Wassermengen aufzunehmen. Auch sickerfähiger Boden hat aufgrund der kurzen Auftrittszeit wenig bis keine Absorptionswirkung.
- *Schnee*: Ist Niederschlag in fester Form. Schneedruck auf Dächern stellt einen oft maßgebenden Belastungsfall für die Bemessung von Tragwerken dar. In Verbindung mit Regenwasser wird das Gewicht durch die Wasserspeicherung der vorhandenen Schneedecke noch zusätzlich erhöht.

#### **Seismische Auftrittformen sind:**

- Erdbeben

#### **Gravitative Auftrittformen sind:**

- Lawinen
- Eisschlag
- Flusshochwasser
- Rutschungen
- Murgänge
- Steinschlag



**Klimatische Auftrittformen sind:**

- Trockenheit
- Hitzewelle
- Kältewelle

Diese Arbeit beschäftigt sich genauer mit den meteorologischen Naturgefahren.

## 2.3 Folgen der Klimaveränderungen

### 2.3.1 Allgemein

In Österreich sind Folgen der Klimaveränderung immer häufiger auftretende extreme Wetterereignisse wie Hitzewellen, Dürreperioden, intensive Niederschläge oder Stürme. All diese Ereignisse besitzen ein hohes Schadenspotenzial und haben daher weit stärkere Auswirkungen auf die Gesellschaft als das mittlere Klima. Bei der Analyse der Änderung von Häufigkeit und Intensität extremer Wetterereignisse ist die regionale Betrachtung besonders wichtig. Sei es extremer Wind mit großem Windbruch in den Wäldern, Starkregen mit der Folge von Hochwässern oder Schneefall mit Lawinen. Die Gemeinsamkeit dieser Faktoren liegt darin, dass sie meist sehr sensible räumliche Systeme treffen, die generell aufwändig zu schützen sind. Der Hauptgrund warum es in Österreich vermehrt zu Problemen kommt liegt darin, dass sich die Klimaänderung im Alpenraum besonders stark ausgeprägt zeigt.

Die naturwissenschaftliche Forschung kann seit geraumer Zeit Zusammenhänge zwischen Klimaveränderung und der Veränderung alpiner Ökosysteme bereits nachweisen. Es sei aber angemerkt, dass bei der Vorhersage beziehungsweise der Auswertung der Niederschlagsmengen erheblich größere Ungenauigkeiten auftreten, als bei der Vorhersage der Temperatur. Hierbei sei auch angemerkt, dass bei der Betrachtung der Niederschlagsmengen aufgrund der sehr kurzen Aufzeichnungsreihen noch keine eindeutige Zuordnung zum Klimawandel getroffen werden kann, sich aber Trends in den Verläufen zeigen, welche eine Verbindung herstellen.

Ähnlich wie bei Niederschlagsänderungen kann auch bei Extremereignissen von globalen oder auch gesamteuropäischen Ergebnissen nicht direkt auf kleinräumig regionale Verhältnisse geschlossen werden. Insbesondere gilt dies für topografisch komplexe Gebiete wie in Österreich oder der Schweiz. Gerade in der kleinräumigen Analyse der Auswirkungen des globalen Klimawandels auf Extremereignisse und in der Untersuchung ihrer Unsicherheiten steht die Klimaforschung derzeit noch am Anfang der Forschungen und somit können bislang nur grobe Trends dargestellt werden.

Folgend der Tatsache, dass die meisten Baunormen ihre Bemessungslasten aus Beobachtungsperioden der vergangenen Jahre beziehen, geben die Klimaforscher zu bedenken, dass es für das Bauwesen wichtig sein wird sich frühzeitig mit einer Anpassung der Normen zu befassen [13].



### 2.3.2 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Wind

Speziell in den letzten zwanzig Jahren ist durch all diese Ereignisse der Eindruck entstanden, dass die Klimaveränderung für das häufige Auftreten extremer Windereignisse verantwortlich ist. Dies kann aber aufgrund der kurzen Aufeinanderfolge der Stürme nicht direkt mit der globalen Klimaänderung in Verbindung gebracht werden, da alle Klimazeiten der Erde immer schon Wetterextreme gezeigt haben, beziehungsweise kann momentan kein eindeutiger Zusammenhang zwischen der Klimaerwärmung und den Auftrittshäufigkeiten von Stürmen erstellt werden [10].

Die Einteilung von Windstärken in Österreich erfolgt nach der Beaufort Skala, die in Tabelle 1 dargestellt ist.

#### Für Österreich bedeutende Sturmtypen mit dem größten Gefährdungspotenzial

- Winterstürme<sup>4</sup>
- Lokale Unwetter aus Sommergewittern mit kleinen Tornados
- Föhn

Von den 10 „teuersten“ Wetterkatastrophen in Europa für die Versicherungswirtschaft gehen 9 auf Winterstürme zurück [13]. Wobei die größten Verwüstungen in den letzten Jahren die Stürme, „Kyrill“<sup>5</sup>, „Paula“<sup>6</sup> und „Emma“<sup>7</sup> verursachten. Mit Windgeschwindigkeiten von bis zu 140 km/h waren schwerste Schäden an Wäldern, Häusern, sowie an vielen Teilen der Infrastruktur die Folge.

Lokale Unwetter stellen eine weitere Form der Gefährdung dar. Hauptmerkmale sind die räumlich Begrenzung und ein Auftreten vorwiegend im Sommer. Die Begleiterscheinungen wie Starkniederschläge, Hagel, Fallböen und Blitzschlag können zusätzlich noch weitere Schäden anrichten [13].

---

<sup>4</sup>Winterstürme treten in der Zeit von Oktober bis April auf und sind zumeist sehr großräumige Wetterphänomene. Am häufigsten findet man sie über der Nordsee und in den nördlichen Teilen Mitteleuropas, vereinzelt auch im südlichen und südöstlichen Mitteleuropa [1]

<sup>5</sup>Jänner 2007

<sup>6</sup>Jänner 2008

<sup>7</sup>März 2008

## Meteorologische Einteilung von Windgeschwindigkeiten

Beaufortgrad	Bezeichnung der Windstärke	Mittlere Windgeschwindigkeit in 10m Höhe über freiem Gelände		Beispiele für die Auswirkungen des Windes im Binnenland
		[m/s]	[km/h]	
0 - 12	[-]	[m/s]	[km/h]	[-]
0	Windstille	0 - 0,2	< 1	Rauch steigt senkrecht auf
1	leiser Zug	0,3 - 3,3	1 - 5	Windrichtung angezeigt durch den Zug des Rauches
2	leichte Brise	1,6 - 3,3	6 - 11	Wind im Gesicht spürbar, Blätter und Windfahnen bewegen sich
3	schwache Brise schwacher Wind	3,4 - 5,4	12 - 19	Wind bewegt dünne Zweige und streckt Wimpel
4	mäßige Brise mäßiger Wind	5,5 - 7,9	20 - 28	Wind bewegt Zweige und dünnere Äste, hebt Staub und loses Papier
5	frische Brise frischer Wind	8,0 - 10,7	29 - 38	kleine Laubbäume beginnen zu schwanken, Schaumkronen bilden sich auf Seen
6	starker Wind	10,8 - 13,8	39 - 49	starke Äste schwanken, Regenschirme sind nur schwer zu halten, Telegrafleitungen pfeifen im Wind
7	steifer Wind	13,9 - 17,1	50 - 61	fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
8	stürmischer Wind	17,2 - 20,7	62 - 74	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
9	Sturm	20,8 - 24,4	75 - 88	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel oder Rauchhaube abgehoben)
10	schwerer Sturm	20,8 - 24,4	89 - 102	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
11	orkanartiger Sturm	28,5 - 32,6	103 - 117	Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
12	Orkan	ab 32,7	ab 118	schwere Verwüstungen

Tabelle 1: Beaufortskala [2]



### 2.3.3 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Hagel

Hagel mit zerstörender Wirkung an Gebäuden ist in Österreich in den letzten Jahren vermehrt aufgetreten (siehe Punkt 4.1, Abbildung 5). Generell kann aber gesagt werden, dass die Naturerscheinung Hagel in Österreich noch ein unerforschtes Gebiet ist, welches aber in Zukunft vor allem versicherungswirtschaftlich einen großen Stellenwert erhalten kann.

Meteorologen klassifizieren Hagelkörner anhand von TORRO-Klassen, welche in Tabelle 2a gezeigt werden. Um ein besseres Vorstellungsverständnis zu erhalten, sind in Tabelle 2b Vergleichsobjekte aufgelistet. Bei den Referenzobjekten sei festgehalten, dass Hagelkörner von der Natur „produzierte Geschosse“ sind, welche extrem unregelmäßige Oberflächen haben können, was ihre Schädigungswirkung noch zusätzlich erhöht.

In Österreich sind laut ZAMG<sup>8</sup> in den letzten Jahren Hagelkörner bis zu einer Größenklasse TORRO 7 aufgetreten.

---

<sup>8</sup>Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

**Meorologische Einteilung von Hagelkorngrößen**

TORRO-Klasse	Wirkungsgrad	Hagelkorn-durchmesser	kinetische Energie	Schadensausmaß
0 - 9	[-]	[mm]	Joule	[-]
H 0	Eiskörner	bis 5	<0,02	kein Schaden
H 1	Schadensspuren	5-15	0,02 bis 0,2	leichte Schäden an Pflanzen, Getreide
H 2	spürbarer Schaden	10-20	0,04 bis 0,7	leichte Schäden an Pflanzen, Getreide
H 3	ernste Schäden	20-30	0,7 bis 3,5	Schäden an Glas- und Plastikkörpern, Risse an Holz und Anstrichen
H 4	schwere Schäden	25-40	1,7 bis 11,1	verbreitete Glasschäden und Schäden an Kfz-Karosserien
H 5	zerstörernd	30-50	3,5 bis 27,0	ausgedehnte Glasbrüche, Schäden an Ziegeldächern, hohe Verletzungsgefahr
H 6	zerstörernd	40-60	11,1 bis 56,0	Ziegelmauern abgeschlagen
H 7	vernichtend	50-75	27,0 bis 103,7	schwere Dachschäden, Gefahr schwerer Körperverletzungen
H 8	vernichtend	60-90	56,0 bis 250,9	schwerste Schäden auch bei Flugzeugen
H 9	außer-gewöhnlicher Schadenshagel	75-100	>103,7	schwerste Bauwerks- und Konstruktionsschäden, schwere Verletzungen bei Aufenthalt im Freien

(a) TORRO-Klassen [19]

Größenkodierung	Durchmesserbereich in mm	Größenvergleich
TORRO 0	bis 5	Erbse
TORRO 1	10 bis 15	Haselnuss
TORRO 2	16 bis 20	Kirsche
TORRO 3	21 bis 30	Marillenkern
TORRO 4	31 bis 40	Taubenei
TORRO 5	41 bis 50	Golfball
TORRO 6	51 bis 60	Hühnerei
TORRO 7	61 bis 65	Pfirsich
TORRO 8	76 bis 90	Orange
TORRO 9	91 bis 100	Grapefruit

(b) mögliche Referenzobjekte für Hagelschlossen der einzelnen TORRO-Klassen [19]

Tabelle 2: TORRO-Klassen [19]

### 2.3.4 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Schnee

Als Schnee werden Niederschläge verstanden, die in fester Form auf der gegebenen Unterlage auftreffen. Das Eigengewicht der einzelnen Schneeflocken ist gering, summiert sich aber mit der Dauer und Intensität des Schneefalles.

Bezüglich der Schneefallgrenze ist ein Anstieg analog zur Seehöhe zu erkennen. Es sei aber festgehalten, dass auch die Schneefallgrenze kleinräumigen Beeinflussungen und somit starken Schwankungen unterworfen ist.

Eine Intensivierung der Schneefälle an sich kann momentan aus klimatologischer Sicht nicht eindeutig belegt werden. Ebenso kann momentan der Klimawandel noch nicht direkt darauf umgelegt werden, dass bei Lawinen ein An- oder Absteigen bei der Anzahl beziehungsweise bei der Intensität von Lawinenabgängen festzustellen ist [10].

### 2.3.5 Auswirkungen auf die Naturerscheinung Oberflächenwasser

Als Starkniederschläge werden Niederschläge bezeichnet, welche eine hohe Niederschlagsintensität bei gleichzeitig kurzer Dauer aufweisen. In den letzten Jahren sind Intensitäten von bis zu hundertjährigen Auftretswahrscheinlichkeiten erreicht worden. Diese Form des Niederschlages gehört ebenfalls zu jenen extremen Wetterereignissen in Österreich, die erheblichen wirtschaftlichen Schaden anrichten können und bereits haben. In den folgenden Abschnitten werden die Veränderungen des Niederschlagsverhaltens genauer dargestellt.

#### Allgemein

Das IPCC<sup>9</sup> weist in seinen Klimamodellen eine Verschiebung der Niederschlagszeiten aus. Die errechneten Trends weisen für den Osten Österreichs eine Abnahme von -15% bis zu einer Zunahme von maximal +30% im Sommer aus. In den Wintermonaten Dezember, Jänner und Februar hingegen wird mit einer Niederschlagszunahme von +15% bis +30% zu rechnen sein, bei zeitgleicher Zunahme der Niederschlagsintensität [16]. So wird erwartet, dass es parallel zur allgemeinen Temperaturzunahme und der Verschiebung der Niederschlagssummen auch eine Steigerung der Auftretshäufigkeit von extremen Niederschlägen geben wird. Der errechnete Trend zeigt, dass die Intensität der 5-jährigen Niederschlagsereignisse zunimmt. Eine Ausnahme in Österreich stellt der Süden des Landes dar, wo im Sommer trotz abnehmender Niederschlagssummen erhöhte Intensitäten, insbesondere bei den maximalen Tagesniederschlagssummen, erwartet werden [13].

<sup>9</sup>Intergovernmental panel on climate change

## Österreich

Studien prognostizieren einen Rückgang bei den durchschnittlichen Niederschlagsmengen in Österreich, hingegen aber eine bedeutend stärkere Intensität der Niederschlagsereignisse [13]. Folgend daraus kann abgeleitet werden, dass sich viele Gebiete auf ausgedehnte Hitzeperioden und Dürren einstellen müssen, die unter anderem zu Ernteaussfällen und Gesundheitsproblemen führen. Andererseits werden die Regenfälle stärker als heute ausfallen, so dass vermehrt mit Murenabgängen und Überschwemmungen entlang zahlreicher Flüsse zu rechnen ist.

Zusätzliche Faktoren, die das Risiko von Starkniederschlägen erhöhen:

- Staulagen an Bergen
- Spezifische Tallagen die Gewitter aufgrund der Topografie länger in einer Region „festhalten“
- Zusammentreffen der Schneeschmelze mit Starkniederschlägen
  - diese Kombination ist in weiterer Folge oft mit Flusshochwässern verbunden.

Abbildung 3 zeigt eine regionsbezogene Einteilung von zusammenhängenden Starkregenengebieten für Österreich.

Die in Abbildung 3 gezeigte Aufteilung verdeutlicht auch die Probleme, die Niederschlagsmodelle im Alpenraum beinhalten. Die kleinräumigen Strukturen der alpinen Topografie führt zu kurzfristigen, kleinräumigen Gewitterzellen bei denen Niederschlagsmengen produziert werden können, die speziell im Sommer die Durchschnittswerte des Gesamtniederschlags stark beeinflussen und so in weiterer Folge eine Vergleichbarkeit mit anderen Jahren und diesbezügliche Trendaussagen erschweren [13].

Bezogen auf die Intensität wurden in Österreich bei Unwettern der letzten Jahre Niederschlagsmengen von mehr als 100 mm/m<sup>2</sup> gemessen. Da aber diese Wassermengen nicht lokal in der Atmosphäre als Wasserdampf<sup>10</sup> und Wolkenwasser vorhanden sind, muss die Frage gestellt werden, woher diese enormen Wassermengen kommen.

Eine These der Klimaforschung geht davon aus, dass der Wasserkreislauf des Klimasystems durch die beobachtete globale Erwärmung und deren erwartetes Fortschreiten in den nächsten Jahrzehnten beeinflusst werden könnte. Diese Annahme beruht auf der Erkenntnis, dass die benötigten Wasserdampfmengen für Extremniederschläge von anderen Einzugsgebieten eingeleitet werden, was wiederum durch die wärmere Luft begünstigt wird, da diese mehr Wasserdampf speichern kann und mehr Bewegungsdynamik besitzt [11].

Die Gebiete welche am häufigsten von Extremniederschlägen betroffen sind, sind die südlichen Alpenrandgebiete. Hier spielt vor allem der atmosphärische Wassertransport vom Mittelmeer eine wichtige Rolle.

<sup>10</sup>Lokal sind etwa 5-30 mm/m<sup>2</sup> vorhanden [3]

An der Alpennordseite sind ausgedehnte Nordwestwetterlagen die Basis für lang andauernde Regenfälle, welche zu Überschwemmungen führen. Hier ist das Hochwasser aus dem Jahr 2002 zu nennen, welches große Teile von Ober- und Niederösterreich verwüstet hat [11].

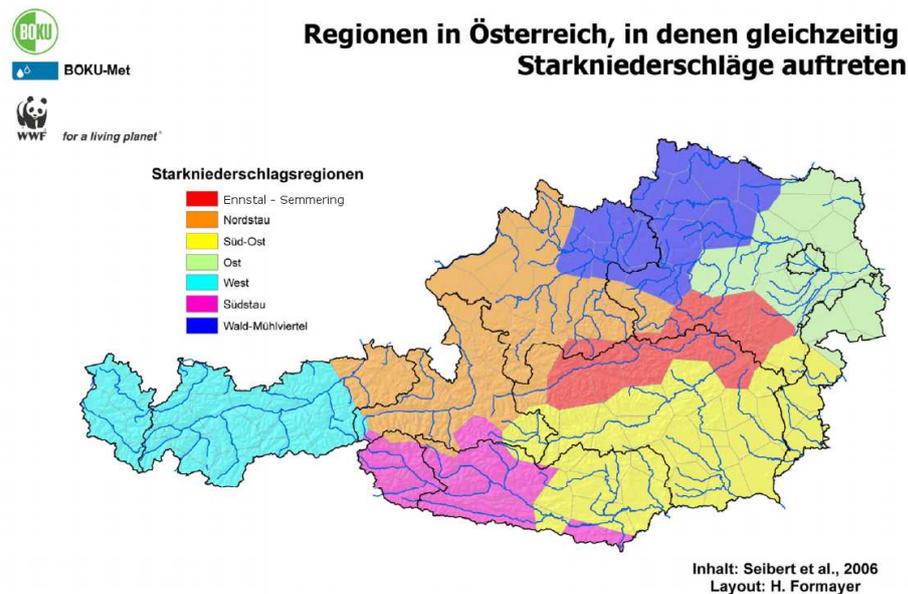


Abbildung 3: Regionen Österreichs, in denen gleichzeitig Starkniederschläge auftreten [13]

### Vergleich mit der Schweiz

Eine Analyse von Schweizer Messreihen zeigt, dass die Häufigkeit von intensiven Niederschlägen, die im Durchschnitt einmal pro Monat vorkommen, in den letzten 100 Jahren zugenommen hat. Die Zunahmen werden für die Jahreszeiten Herbst und Winter festgestellt und belaufen sich auf 20% bis 80% [11].

Die beobachteten Trends sind nicht notwendigerweise repräsentativ für Extremniederschläge und sie beweisen nicht den ursächlichen Zusammenhang mit der Klimaveränderung, sie deuten aber auf eine markante langzeitliche Veränderung in der Niederschlagsstatistik hin [11].

Zu diesem Thema laufen derzeit in Österreich zwei Studien, welche die ZAMG in Zusammenarbeit mit der Technischen Universität Wien durchführt. Die Daten dieser Analysen sind jedoch noch nicht öffentlich zugänglich.

### 2.3.6 Menschliche Einflussfaktoren

Die prägendsten Faktoren menschlichen Einflusses sind:

- Roden von Waldflächen führt zur
  - Destabilisierung des Bodens
  - Veränderung des Wasserabflusses
  - Veränderung des Windschutzes
- Bebauung von
  - Gefahrenzonen
  - Stark exponierten Lagen
    - \* Anschneiden von Steilhängen
    - \* Bauten im Grundwasser
    - \* Bauten ohne ausreichende Höhendifferenz zu fließenden Gewässern
- Versiegelung von Flächen
  - Werden die Meteorwässer in weiterer Folge in Bäche und Flüsse eingeleitet, steigen diese in der Folge an und können dadurch schneller Hochwasserpegelstände erreichen und in weiterer Folge zu Überschwemmungen führen.
- Oberflächenwasserregulierungen
- Trockenlegungen
- Nutzungsweise von Agrarflächen

All die vorher genannten Punkte, die Gefahrenrisiken beinhalten, sind bekannt und werden trotzdem immer wieder ignoriert, wodurch in weiterer Folge Schäden an Bauwerken entstehen.

Eine Begründung für dieses Ignorieren der Gefahren, die durch Starkereignisse der Natur hervorgerufen werden können, liegt darin, dass der Mensch den immer größeren Platzbedarf decken muss. Dieses Streben und die Anpassung der Umgebung an den menschlichen Lebensstil verändert vor allem den Wasserkreislauf und die Abflusswege des Wassers.

Eine weitere Begründung für die kurzzeitigen Überschwemmungen durch Oberflächenwasser liegt darin, dass Eigentümer und Planer Starkregenfälle meist außer Acht lassen. Zum einen, da es keine Normierung gibt, zum anderen weil es wenig Datenmaterial über die Schädigungswirkung von Oberflächenwasser gibt. Um Daten über die Gefährdung durch Oberflächenwasser zu erhalten, wurde diese bei der Datenerhebung, wie in Punkt 5.8 gezeigt, berücksichtigt.



### 3 Grundlagen der Auswertungen

Um das Ziel dieser Masterarbeit zu erreichen, nämlich herauszufinden, wo sich die größten Schadenspotenziale, hervorgerufen durch Extremereignisse, an Gebäuden befinden, wurden Daten gesucht, welche die Schwach- und Problemstellen an Gebäuden aufzeigen. Nach längeren Recherchen wurde klar, dass es wenig bis keine Daten darüber gibt, wo die Hauptprobleme bei Gebäuden, hervorgerufen durch Hagel, Wind, Schnee und Oberflächenwasser, auftreten. Dieses Problem schien nicht lösbar, bis sich mit dem IGS<sup>11</sup> ein Partner gefunden hat, der sich im Auftrag der Oberösterreichischen Landesregierung und der OÖV<sup>12</sup> mit diesem Problem beschäftigt.

Zusammen mit dem IGS wurden für die Erfüllung des Auftrages zwei Modelle entwickelt (siehe Punkt 3.1 und 3.2), um eine Bewertung von Gebäuden und aufgetretenen Schäden zu erhalten, die es ermöglichen die Schäden und Versicherungsleistungen in Zusammenhang mit Extremereignissen der letzten Jahre zu stellen.

#### 3.1 Beschreibung der Datenanalyse

In diesem Abschnitt der Studie wurden Wetterdaten der ZAMG und der Schadensberichte der OÖV in Korrelation gebracht. Es sei festgehalten, dass lediglich Schadensdaten oberösterreichischer Liegenschaften der Studie zugrunde liegen, welche sich wiederum auf 28% der oberösterreichischen Liegenschaften beschränken.

In diesem Teil der Studie lag das Hauptaugenmerk auf Hagelschäden. Eine Wiederholung der Analyse für Sturmereignisse ist angedacht, kann zum derzeitigen Zeitpunkt nicht durchgeführt werden, da die Windaufzeichnungen derzeit noch nicht bei der ZAMG in elektronischer Form aufliegen. Laut Angaben der ZAMG sind diese erst mit Anfang 2011 in elektronisch verwertbarer Form verfügbar.

---

<sup>11</sup>Institut für geprüfte Sicherheit mit Sitz in Oberösterreich

<sup>12</sup>Oberösterreichische Versicherung

## 3.2 Beschreibung der Analyse anhand von Besichtigungen

### 3.2.1 Auswahl von 300 Liegenschaften für die Besichtigung durch das IGS

Um eine möglichst repräsentative Aussage zu erhalten, wurde von der Oberösterreichischen Versicherung eine Auswahl von 300 Liegenschaften getroffen und zur Verfügung gestellt. Die Liegenschaften sind flächendeckend über Oberösterreich verteilt.

Die Aufteilung der Liegenschaften erfolgte in:

- 100 Eigenheime
- 200 landwirtschaftliche Liegenschaften

Die Auswahlkriterien der Objekte waren:

- 40% mit häufigen Schadensereignissen von mehr als vier Schäden
- 40% mit hohen Gesamtversicherungsleistungen
- 10% mit unauffälligem Schadensverlauf
- 10% ohne Versicherungsleistung

Mit dieser Auswahl sollte es gelingen, Unterschiede nach

- Standort
- Bauweise
- Instandhaltung

zu erkennen.

Für die Auswahl wurden Versicherungsleistungen im Zeitraum von 2002 bis 2010 herangezogen. Die Ergebnisse der Besichtigungen sind in Kapitel 5 aufgezeigt.

### 3.2.2 Durchführung der Besichtigungen

Der erste Teil der Ausführung war die Datenerhebung vor Ort und der zweite Teil die Auswertung der gewonnenen Daten. Für die Vor-Ort-Besichtigungen wurde ein Fragebogen erstellt, mit dem Versuch Sturm-, Hagel-, Starkregen- und Schneeextremereignisse und deren Schadenspotenziale zu erfassen (Fragebogen siehe Anhang A.3).

Die Besichtigungen erfolgten gemeinsam mit dem für die Liegenschaft zuständigen Versicherungsvertreter und den Eigentümern. Durch Mitarbeiter des IGS wurden die Liegenschaften besichtigt und mittels eines Fragebogens evaluiert.



Diese Form der Durchführung gab auch die Möglichkeit „Augenzeugen“ der Ereignisse zu befragen. Viele dieser Aussagen haben dazu beigetragen, Gesehenes besser zu verstehen oder Unbekanntes bei den Auswertungen genauer zu betrachten.

Die bei den Besichtigungen gewonnenen Einsichten wurden im hierfür entwickelten Fragebogen für die spätere Auswertung festgehalten.

Die Unabhängigkeit der Studie kann durch die Zusammenarbeit der OÖV mit dem IGS gewährleistet werden.

### **3.3 Gemeinsamkeiten der Auswertungen**

Da es nur wenig bis keine Vergleichsdaten über die Schädigungswirkung von meteorologischen Naturgefahren an Gebäuden gibt, werden die gewonnenen Daten der beiden Analysereihen mit langjährigen Aufzeichnungen der Rückversicherungsgesellschaft der OÖV verglichen.

Ziel der Ausarbeitungen ist es, die steigenden Versicherungskosten mit einem Anstieg der Hagelereignisse in Verbindung zu bringen und in einer nutzbaren Form für Statistiker darzustellen, die diese Ergebnisse zukünftig detaillierter in ihre Annahmen einfließen lassen können.

Von der OÖV wurden Datenaufzeichnungen von Versicherungsleistungen der letzten Jahre bereitgestellt, die eine Verbindung zu Kosten ermöglichen.

Um eine Prüfung der gewonnenen Daten aus den Auswertungen zu erhalten, wird mithilfe von Querverweisen auf Korrelationen oder Abweichungen zwischen den Langjahresaufzeichnungen der OÖV, der ZAMG und den eigenen Daten hingewiesen.

Alle Auswertungsdaten beziehen sich auf den oberösterreichischen Raum, da nur für dieses Bundesland die Daten der Versicherung flächendeckend vorhanden sind.

Die Kommentare und Querverweise zu den einzelnen Ergebnissen sind bewusst immer sofort angehängt, da dies ein leichtes Lesen der Argumente erlaubt.

## 4 Datenanalyse

### 4.1 Versicherungsleistungen hervorgerufen durch Hagelschläge

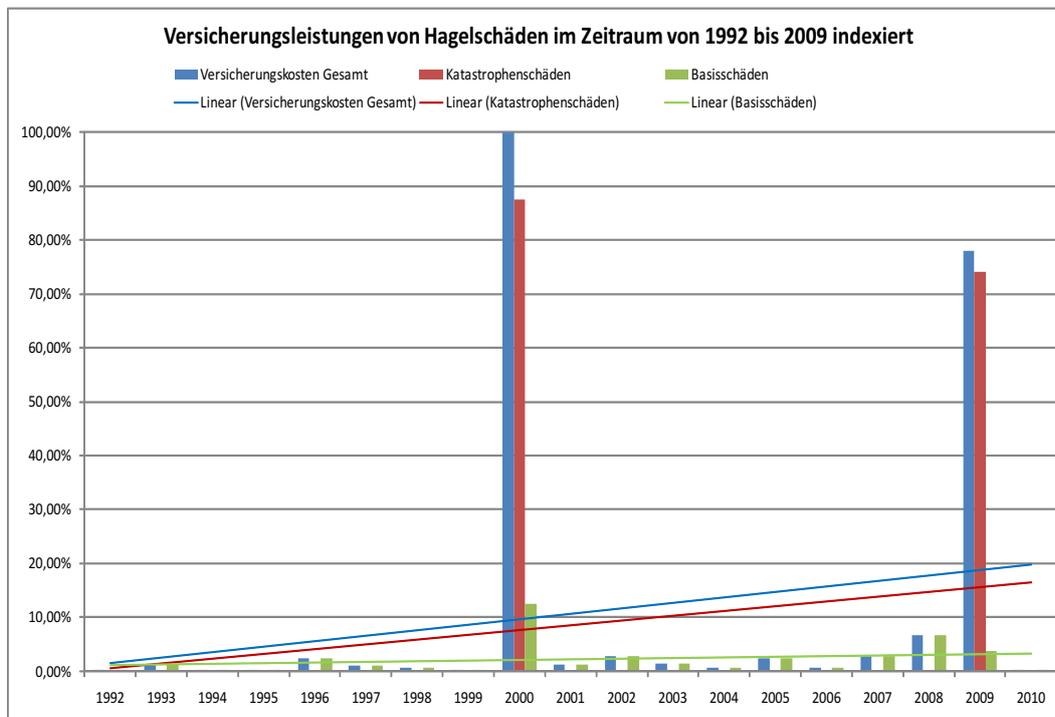


Abbildung 4: Versicherungsleistungen von Hagelschäden der OÖV von 1992 bis 2009; 100% entsprechen € 61.103.817,82

Abbildung 4<sup>13</sup> zeigt die ausbezahlten Versicherungsleistungen der OÖV in Bezug auf Hagelschäden der Jahre 1992 bis 2009.

Aus den Ergebnissen können folgende Erkenntnisse gewonnen werden:

Das kalkulierte Risiko, welches in Abbildung 4 mit der grünen Linie dargestellt wird, zeigt, dass die Basisschäden (grüne Linie) einen ausgeglichenen Verlauf aufweisen. Der leichte Anstieg bei den Basisschäden ist gleich dem Anstieg der errechnet werden kann, zusammengesetzt aus dem Zuwachs an Bauwerken, dem Baukostenindex und den Versicherungsnehmern in Oberösterreich. Die Daten für den Baukostenindex und der Zunahme an Bauwerken wurde vom Statistischen Zentralamt entnommen. Angaben über den Zuwachs an Versicherungsnehmern beruht auf den Angaben der OÖV.

<sup>13</sup>Alle folgenden Grafiken, Tabellen und Abbildungen ohne Literaturverweis sind für diese Studie erstellt worden und somit Eigentum des Verfassers. Zugrunde liegendes Datenmaterial stammt von der OÖV, der ZAMG oder wurde vom IGS erhoben. Trendlinien wurden mittels der einfachen linearen Regressmethode berechnet.

Werden die kurzen Wiederkehrperioden der Katastrophenschäden betrachtet, wird mit den hohen Balken in den Jahren 2000 und 2009 erkennbar, dass die angenommenen Wiederkehrperioden der *Swiss Re*<sup>14</sup> mit den tatsächlichen Wiederkehrperioden nicht übereinstimmen. Die Versicherung rechnete mit einer Wiederkehrperiode von 35 bis 60 Jahren bis zum Vorfall im Jahr 2000. Nach diesem Hagelereignis wurde die Annahme für ein erneutes Auftreten eines solchen Hagels auf 25 bis 30 Jahre reduziert [17]. Entgegen dieser Annahme war der nächste schwere Hagel im Jahr 2009, also neun Jahre später. Als Schluss aus diesen Ereignissen muss gesagt werden, dass es momentan einen stark erhöhten Anstieg bei Katastrophenschäden im Vergleich zum Anstieg bei Basisschäden gibt. In Abbildung 4 wird dies mit der Klaffung zwischen der grünen und der roten Linie dargestellt. Hier sei jedoch angemerkt, dass es nicht möglich ist, eine verbindliche Zukunftsvorhersage über die angenommenen Wiederkehrzeiten zu geben. Grund hierfür ist die Unberechenbarkeit der Witterungsverhältnisse, sowie der zu kurze Beobachtungszeitraum. Deutliche Anzeichen und viele Messungen veranlassen das IPCC [16] zu der Aussage, dass mit *relativ hoher Wahrscheinlichkeit* mit einem Anstieg an Hagel- und Sturmextremereignissen zu rechnen ist.

Diese Aussage spiegelt auch Abbildung 5 wider. Denn die von der ZAMG aufgezeichneten Hagelschläge an Bauwerken einer TORRO-Klasse 4 bis 7 weisen einen höheren Anstieg auf, als die TORRO-Klassen 1 bis 3.

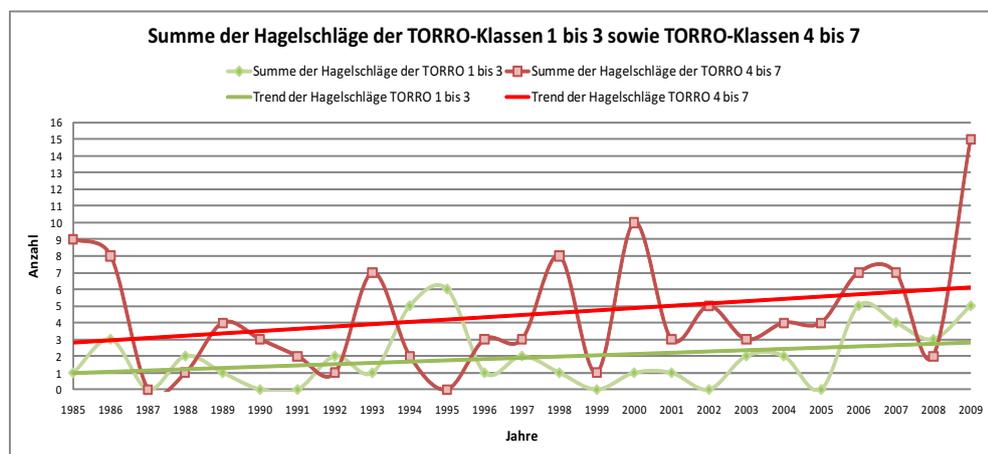


Abbildung 5: Anzahl der Hagelschläge

<sup>14</sup>Swiss Reinsurance

## 4.2 Annahme einer linearen Berechnung

Bei dieser Methode wurde versucht, Schadenssummen welche Hagelunwetter verursachen, linear und ortsunabhängig zu berechnen. Ziel war es von einem vergangenen Hagelschlag auf die Versicherungsleistungen eines zukünftigen Ereignisses schließen zu können. Um eine Vergleichbarkeit herstellen zu können, wurden der Baukostenindex und der Gebäudezuwachs laut Statistik Austria in die Berechnung einbezogen. Für die Ereignisanzahl wurden nur Hagelschläge > TORRO 4 berücksichtigt.

Die verwendete Formel lautet:

$$\text{Summe der Versicherungsleistungen aus dem Jahr 2000} \times \text{Baukostenindex} \times \text{Gebäudezuwachs} \times \frac{\text{Ereignisanzahl}_{2009}}{\text{Ereignisanzahl}_{2000}} = \text{Versicherungsleistungen indexiert auf 2009}$$

Mit den eingesetzten Werten ergibt dies:

$$€ 45.183.796 \times 1,371 \times 1,11506434 \times \frac{15}{10} = € 103.612.309,80$$

Werden nun diese errechneten € 103.612.309,80 mit der tatsächlich ausbezahlten Summe der Oberösterreichischen Versicherung im Jahr 2009 von € 46.546.745,00 verglichen, kann keine wirklichkeitsgetreue Aussagekraft über die Gesamtschäden im Versicherungsgebiet mittels der linearen Berechnungsformel getroffen werden.

Gründe für diese Streuung sind:

- Die Intensität der Ereignisse, vor allem bei Hagel, spielt eine erhebliche Rolle, da zu bedenken ist, dass Hagelkorngrößen bis zur TORRO-Klasse 3 an Gebäuden wenig bis keinen Schaden anrichten. Jede weitere Steigerung in der Hagelkorngröße verursacht eine exponentielle Steigerung der Schäden. Im Vergleich dazu bringen Hagelschläge bis zur TORRO-Klasse 3 vor allem im Agrarbereich erhöhtes Schadenspotenzial, da diese eine meist flächendeckende Zerstörung bewirken.
- Es bestehen Unterschiede darin, ob der Ortskern oder das Randgebiet einer Gemeinde betroffen ist, da hier unterschiedliche Werteverteilungen gegeben sind.
- Die Anzahl der einzelnen Hagelereignisse gibt keine Aussage auf die tatsächlichen Schäden. Dies kann gezeigt werden, wenn Versicherungsleistungen und Hagelschläge aus den Abbildungen 4 und 5 der Jahre 1998 und 2000 betrachtet werden. Hier gab es 1998 sieben Hagelschläge > TORRO 4 mit einer Gesamtversicherungsleistung von € 363.000,00, im Vergleich dazu stehen hingegen im Jahr 2000 zehn Hagelschläge mit einer Gesamtversicherungsleistung von € 61.103.818,00.
- Eine vermehrte Anzahl von Hagelschlägen über einer TORRO-Klasse 4 führen statistisch gesehen auch zu einer größeren Wahrscheinlichkeit eines Hagelschadens bei Gebäuden.

### 4.3 Versicherungsleistungen und ihre Auslöser

#### 4.3.1 Durchschnittliche Versicherungsleistungen pro Liegenschaft

Da die lineare Berechnungsmethode keine detaillierte Einschätzung der Schädigungswirkungen verschiedener TORRO-Klassen ermöglicht, wurden die durchschnittlichen Kosten eines Schadensfalles pro Liegenschaft ermittelt. Um nun eine Aussagekraft zu erlangen wurden die Diagramme bestehend aus Daten betreffend der TORRO-Klassenaufzeichnungen der ZAMG und den geleisteten Versicherungsleistungen der OÖV in Abbildung 7 verglichen. In diesen Darstellungen wird eine Tendenz der Schädigungswirkung der einzelnen TORRO-Klassen ersichtlich.

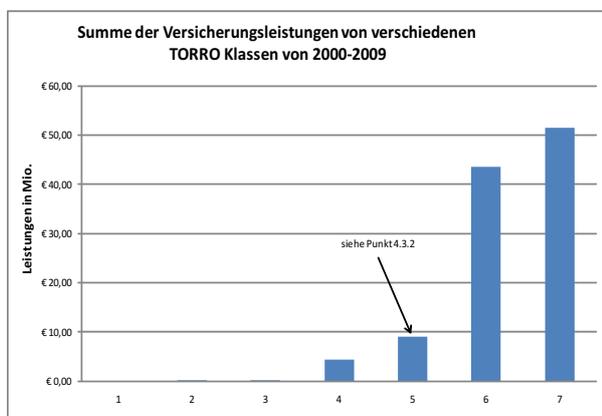
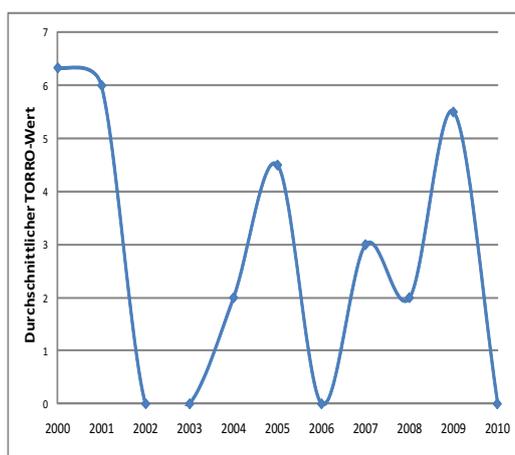
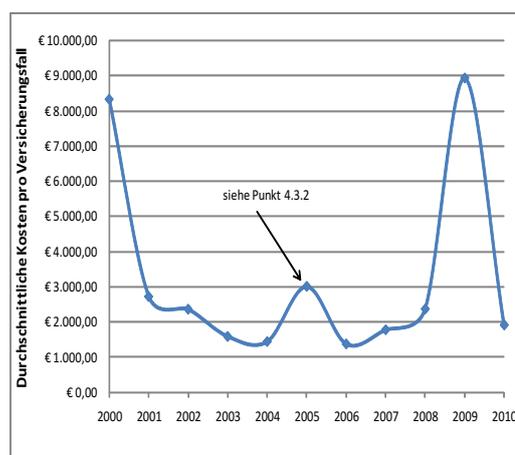


Abbildung 6: Kosten pro TORRO-Klasse



(a) Durchschnittliche TORRO Werte



(b) Durchschnittliche Versicherungsleistungen pro Vorfall, Anmerkungserläuterung in Punkt 4.3.2

Abbildung 7: Vergleich Versicherungsleistungen - TORRO-Klassifizierung

Wie in Abbildung 6 und 7b erkennbar, sind nur dann erhebliche Schäden an den Gebäuden entstanden, wenn eine TORRO-Klasse über der Stärke 4 auftrat. Abbildung 7 zeigt bei Betrachtung der „Spitzen“ Werte der Jahre 2000, 2005 und 2009, dass erst ab einer TORRO-Klasse größer 4 erhebliche Schäden an Bauwerken auftreten.

Wie Tabelle 3 zeigt, kann bei einem Hagelschlag größer/gleich TORRO 4, die Kostenvorhersage mit ca. € 9.000,00 pro Liegenschaft angesetzt werden. Diese Summe deckt sich gut mit jener, mit der die OÖV bei Großereignissen rechnet. Diese Schadenssumme, multipliziert mit der Anzahl der betroffenen Liegenschaften, gibt einen guten Überblick über die Gesamtschadenssumme eines Hagelereignisses der TORRO-Klassen 4 bis 7.

Jahr	Anzahl der Leistungen	Leistungen in Mio. €	Leistungen indexiert in Mio. €	Kosten pro Einheit in €
2000	7324	44,50	61,00	8341,00
2009	5433	65,50	48,60	8947,00

Tabelle 3: Vergleich der Gesamtschäden der Jahre 2000 und 2009 indexiert auf das Jahr 2010



### **4.3.2 TORRO-Klassen und ihre Auswirkungen auf Gesamt- Durchschnittsschäden**

Da das Thema Hagel vor allem in Österreich ein noch unerforschtes Gebiet in Bezug auf Gebäudeschäden ist, wurden mit den folgenden Auswertungen Hagelgrößen ihrem Schadenspotenzial zugeordnet.

Generell kann gesagt werden, dass in den letzten Jahren eine ansteigende Tendenz der Hagelereignisse sowie der TORRO-Klasse verzeichnet wird, wie in Abbildung 5 ersichtlich.

#### **TORRO-Klasse 3-4**

Die TORRO-Klassen 3 bis 4 stellen die untere Grenze bei der Hagelresistenz von Dacheindeckungen dar. Hier beeinflussen die im Anhang A.1.7 beschriebenen Faktoren das Schadensausmaß erheblich.

Schadensmeldungen, die aus den TORRO-Klassen kleiner 3 kommen, sind sehr wahrscheinlich auf Wasserschäden zurückzuführen. Hagel in Röhren und Rinnen führt zu Verkläusungen bei Wasserabflüssen. Da sich Wasser seinen natürlichen Weg sucht, werden nicht selten Keller und sonstige Bauwerke mit Wasser gefüllt. Die daraus resultierenden Versicherungsleistungen können aber mit dieser Form der Erhebung nicht definiert zugeordnet werden, da bei der Schadensaufnahme durch die Versicherung nur ein genereller Hagelschaden gemeldet wird.

#### **TORRO-Klasse 4**

Wie in Tabelle 6 erkennbar, sind Gebäudeschäden erst ab TORRO-Klasse 4 aufgetreten. Dies geht einher mit der Tatsache, dass alle Dacheindeckungen laut dem Schweizer Hagelschutzregister eine Hagelresistenz  $>3$  aufweisen.

### TORRO-Klasse 5

Laut der EMPA<sup>15</sup> und dem Schweizer Hagelschutzregister weisen nur Betonsteindächer eine Hagelresistenz der TORRO-Klasse 5 auf. Folgend daraus erscheinen die ausgewiesenen Durchschnittsschäden aus Abbildung 6 der TORRO-Klasse 5 für den österreichischen Markt zu gering.

Der „Spitzen“ Wert im Jahr 2005 aus Abbildung 7a zeigt einen Bereich zwischen TORRO 4 und 5. Dieser Bereich stellt den Grenz- und Graubereich der Materialien dar, bei dem die maximale Widerstandsfähigkeit der in Österreich meist vertretenen Dacheindeckungen, wie Ton-, Betonstein-, Faserzementplatten-, Blechdächer erreicht oder überschritten wird.

Um nun die Schädigungswirkung dieses Graubereiches herauszufinden, wurden von der ZAMG aufgezeichnete Ereignisse der TORRO-Klasse 5 zusammen mit den Versicherungsleistungen herausgesucht. Die errechneten Durchschnittswerte, welche in Tabelle 4 dargestellt sind, zeigen eine Bandbreite von € 2951,00 bis € 9156,00, was den durchschnittlichen Versicherungsleistungen der TORRO- Klasse 6 entspricht.

Den hohen Durchschnittsschäden zu Folge muss gesagt werden, dass die TORRO-Klasse 5 nicht wie in den Abbildungen augenscheinlich gezeigt unter „Basisschaden“ bei den Versicherungen eingeordnet werden sollte. Plausible Gründe, warum die Grauzone eine so große Bandbreite aufweist, werden in Anhang A.1.7 genannt.

Datum	Anzahl der Leistungen	Gemeinde, Bezirk	Leistungen in % vom Gesamten	Kosten pro Einheit in €
28.06.05	20	Ostermiething, Br	0,04	4402,00
28.06.05	33	St. Radegund, Br	0,19	9156,00
28.06.05	33	St. Pantaleon, Br	0,06	4351,00
24.06.07	62	Vöcklabruck, Gm	0,11	4259,40
07.07.09	514	Ohlsdorf	0,61	2951,00

Tabelle 4: TORRO-Klasse 5 gesonderte Auswertung

<sup>15</sup>Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt



### **TORRO-Klasse 6 und 7**

Abbildung 6 und Abbildung 7b weisen vor allem den TORRO-Klassen 6 und 7 eine enorme Schädigungswirkung zu. Es kann gesagt werden, dass bei dieser Dimension der Hagelkorngröße Wind nur einen kleinen Anteil an der Erhöhung der Schäden auf Dächern bewirkt. Jedoch werden mit höheren Windgeschwindigkeiten größere Schäden an Fassaden erreicht. Es gibt derzeit am Markt nur drei Eindeckungstypen, die diesen Belastungen widerstehen.

Diese sind:

- Bekieste Flachdächer
  - Bei ausreichender Kiesschicht dämpft der Kies die Aufprallenergie vor der Dachhaut ab.
- Bitumenschindel mit vollflächiger Unterlage
  - Die weiche, elastische Form der Schindel und die dämpfende Unterlage der Holzverschalung führen zur Hagelresistenz.
- Blechdächer mit vollflächiger Unterlage
  - Durch die Verformbarkeit des Materials entstehen bleibende, optische Schäden. Ein Durchstanzen bei vollflächiger Holzunterlage ist jedoch nicht möglich.

#### 4.4 Vergleich von Aufzeichnungen der ZAMG und OÖV

Einen wesentlichen Schritt stellt die Erstellung einer Hagelkarte auf Basis der Daten der OÖV dar. In Abbildung 8 sind die aufgetretenen TORRO-Klassen laut ZAMG bezogen auf das Gemeindegebiet eingezeichnet, jedoch nur dann, wenn auch Versicherungsleistungen bei der OÖV daraus resultierten. Die Karte der ZAMG zeigt Regionen mit erhöhter Hagelschlagwahrscheinlichkeit.

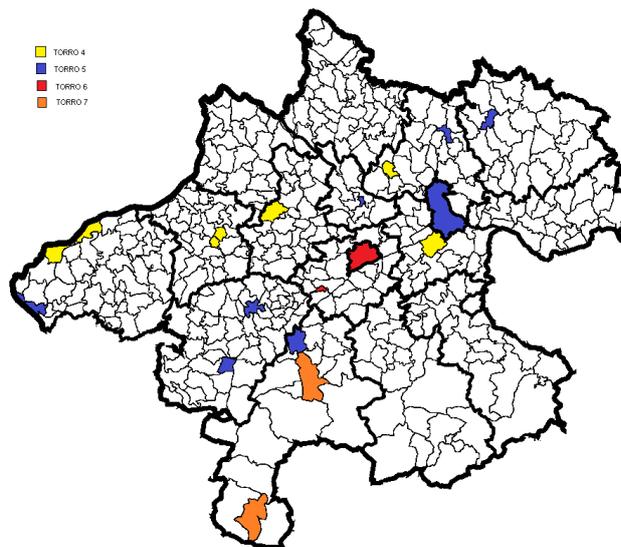


Abbildung 8: Hagelkarte laut OÖV- und ZAMG Daten

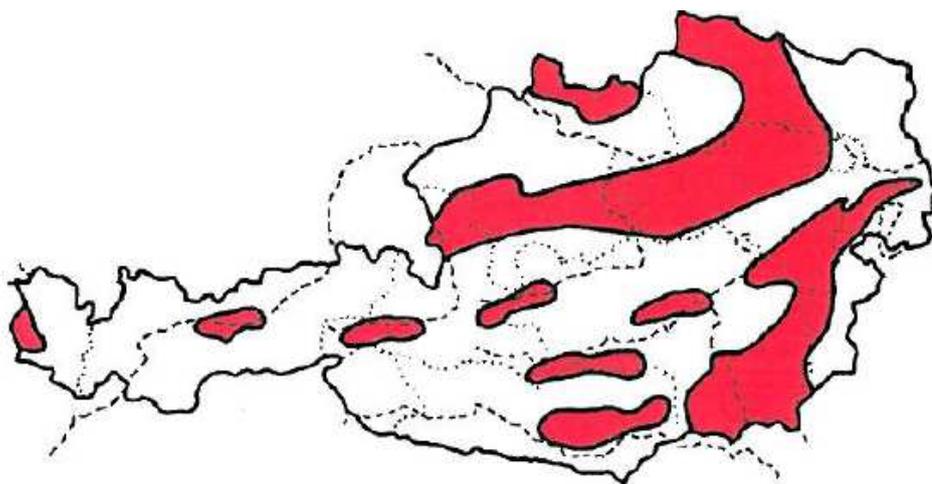


Abbildung 9: Hagelkarte laut ZAMG

## 5 Auswertungsergebnisse der Besichtigung von 300 Liegenschaften

### 5.1 Ziel der Besichtigungen

Der Hauptgrund für die Datenerhebung anhand von Besichtigungen der Schadensobjekte lag darin, Hintergründe für die aufgetretenen Schäden und eventuell fehlende Aspekte, die mit der Datenauswertung wie in Punkt 4 auftreten, zu erkennen, zu kontrollieren und gegebenenfalls zu kompensieren. Ein weiteres Ziel war es, herauszufinden, ob es möglich ist, die in den letzten Jahren in erhöhtem Maße aufgetretenen Schäden und den damit verbundenen Versicherungsleistungen mit den Wiederkehrzeiten und Intensitäten der Extremereignisse vergleichbar zu machen.

Es sei gesondert festgehalten, dass für diese Studie nur Schäden an *Bauwerken* berücksichtigt wurden.

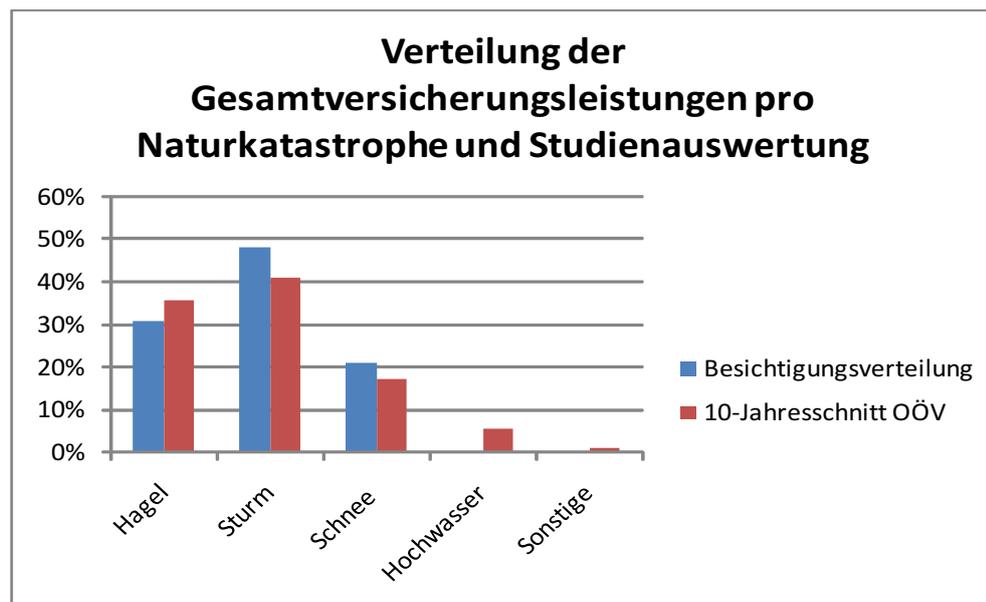


Abbildung 10: Kostenverteilung bezogen auf die Schadensereignisse

Mittels der Vor-Ort-Besichtigungen und der Erhebungen analog den Checklisten aus Anhang A.3, konnte eine Basis geschaffen werden, um entstandene Schäden und ihre Ursachen herauszufinden. Mit dieser Analyse kann somit sehr gut erkannt werden, ob und wie die ausbezahlten Versicherungsleistungen entstanden sind, beziehungsweise ob und wie Schäden eventuell hätten verhindert werden können.

Abbildung 10 zeigt die Aufteilung der Versicherungsleistungen bezogen auf ihre Ursache. Es kann mittels dieser Darstellung gezeigt werden, dass die Auswahl der Liegenschaften sehr gut getroffen wurde und so eine repräsentative Aussagekraft der ermittelten Daten vorliegt.

Es sei darauf hingewiesen, dass in der Besichtigungsstudie Hochwasserschäden keine Berücksichtigung finden, welche im Zehnjahresschnitt der OÖV (siehe Abbildung 10) beinhaltet sind.

Daraus resultiert, dass die beiden Studien eine verschiedene Aufteilung haben. Bei der Besichtigungsstudie ergeben sich die 100% der Versicherungsleistungen aus den Schadensereignissen Hagel, Sturm und Schnee, wobei hingegen beim 10-Jahresschnitt der OÖV die Ereignisse Hagel, Sturm, Schnee, Hochwasser und „Sonstige“ 100% darstellen. Da aber die Summe der Versicherungsleistung zufolge Hochwasser und „Sonstige“ nur 6% betragen, werden beide Studien mit den Prozentwerten der jeweiligen Studie gezeigt obwohl eine differente Basis bei den Studien vorliegt. Bewusst wurde darauf verzichtet die Divergenz aufzuteilen oder umzurechnen, da keine Daten darüber vorliegen wie die Divergenz zugeordnet werden kann.

## 5.2 Optischer Zustand

Wichtig bei Beurteilungen von Gebäuden ist der generelle Zustand des Bauwerkes. Um den momentanen Wartungszustand erfassen zu können, sind in der Checkliste Punkte aufgelistet, die dieses Erscheinungsbild berücksichtigen.

Mit Abbildung 11 wird gezeigt, dass augenscheinlich ein vernachlässigbarer Anteil unsachgemäßer Um- oder Zubauten besteht. Als Anmerkung sei erwähnt, dass dies ein guter Indikator für den generell sehr guten Zustand der Bauwerke ist.

In Abbildung 11 ist außerdem zu erkennen, dass sich die Dachtragstruktur bei den meisten Gebäuden in einem sehr guten Zustand befindet und somit augenscheinlich nicht die Schwachstelle des Daches darstellt. Die gleiche Abbildung gibt auch Aufschluss über den Zustand der Blechabdeckungen an Dachbauteilen. Der höhere negative Prozentsatz bei der Begutachtung der „verrostete Blechteile der Dachhaut“ wie in Abbildung 11 mit 13% dargestellt, ist dadurch erklärbar, dass die Dachhaut einer stärkeren Belastung ausgesetzt ist, als die übrigen Außenbauteile der Gebäude. Vor allem Kamineinfassungen sind zusätzlich hohen Temperatur- und Säurebelastungen ausgesetzt. Wie stark die Beschädigungen im Detail sind, wurde nicht erhoben.

Dieser augenscheinliche Eindruck und die Beurteilung des Alters und des Zustandes der betroffenen Bauteile konnte durch die reinen Datenanalysen aus den Punkten 4 und 5.11 nicht gewonnen werden. Bei einer Schadensevaluierung an Bauteilen wäre es ratsam, das Alter der Materialien bei den Versicherungsleistungen zu berücksichtigen.

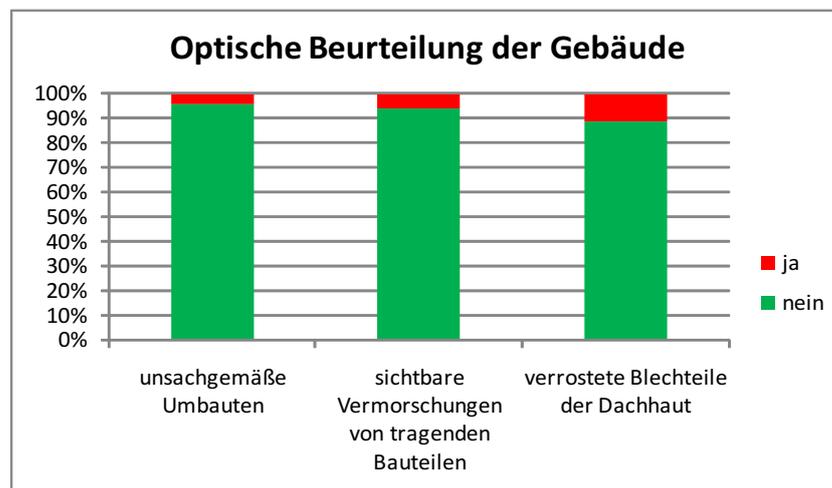


Abbildung 11: Optische Beurteilung der Liegenschaften in Bezug auf die Außenhülle der Wohngebäude

### 5.3 Gesamtschäden

Die Aufteilung der besichtigten Objekte lag, wie in Punkt 3.2.1 beschrieben, in einem Verhältnis von 100 Einfamilienhäusern zu 200 landwirtschaftlichen Liegenschaften. Bewusst wurde darauf geachtet, keine Liegenschaften zu besichtigen, die durch diverse Flusshochwasser betroffen waren, da diese erheblich besser kalkulierbar sind und somit eine andere Sparte Katastrophe betreffen, als jene, auf die sich diese Studie bezieht.

Warum die Auswahl zu zwei Drittel aus landwirtschaftlich genutzten Liegenschaften bestand, ist unter anderem darin begründet, dass hier ein erhöhtes Schadenspotenzial vorliegt. Dieses Potenzial beruht darauf, dass die Dimensionen der Objekte im Vergleich zu Einfamilienhäusern verhältnismäßig größer sind.

Bei der Auswertung konnte festgestellt werden, dass bei landwirtschaftlich genutzten Liegenschaften im Durchschnitt drei Nebengebäude und ein Hauptgebäude eine Liegenschaft darstellen. In dieser Gliederung liegt ein weiterer Punkt bei der Beurteilung von den Objekten, da eine unterschiedliche Nutzung der Gebäude auch differente Instandhaltungszustände aufweist. Es ist naheliegend, dass das Hauptaugenmerk auf dem Schutz von Wohngebäuden liegt und Stallungen, Garagen sowie Scheunen sekundär betrachtet werden.

Dieser Umstand wird deswegen erwähnt, da bei einem Vergleich der Sturmschäden (rote und blaue Balken) aus Abbildung 10 eine Differenz von 7% gezeigt wird. Dieser vergleichsweise höhere Anteil an Sturmschäden in Abbildung 12 könnte daraus resultieren, dass vor allem bei den untergeordneten Bauwerken öfter Schäden auftreten, die auf eine fehlende Verankerung oder Wartung zurückzuführen sein könnten und dies eine Auswirkung auf dieses Auswertungsergebnis bewirkt.

Abbildung 12 zeigt die Summe der Schäden, die an den besichtigten Liegenschaften in den letzten Jahren registriert wurden.

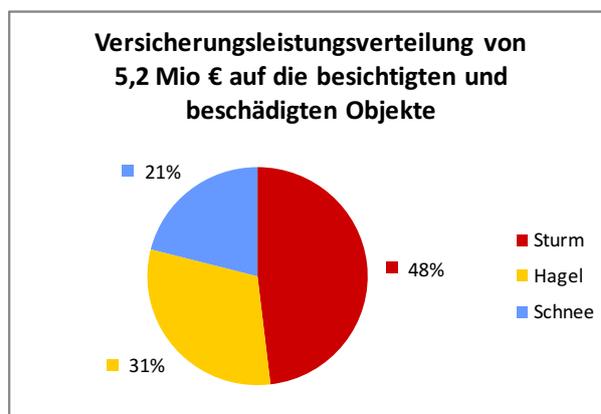


Abbildung 12: Aufgliederung der Versicherungsleistungen der 300 besichtigten und beschädigten Objekte bezogen auf ihre Ursache

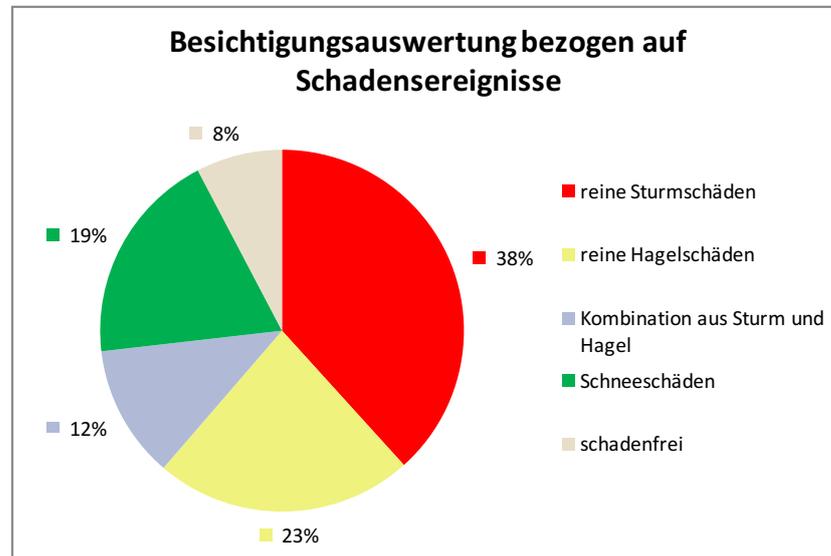


Abbildung 13: Detaillierte Aufgliederung der Schadensursache, bezogen auf die Anzahl der 300 besichtigten Liegenschaften

Im Vergleich dazu zeigt Abbildung 13 den Unterschied bei der Auswertung der Besichtigungsdaten im Gegensatz zur reinen Datenauswertung. Mit dieser Art der Auswertung kann nämlich dezidiert gesagt werden, wie die Schäden an den Gebäuden, bezogen auf ihre Ursache, entstanden sind. In Abbildung 13 wird die Gliederung der Schadensursache noch um den Graubereich kombinierte Schäden aus Sturm und Hagel erweitert, worüber es bislang nur wenig Daten gibt. Ziel ist es, mögliche Kombinationsschäden aus Wind und Hagel zu beurteilen. Es kann auch nicht gesagt werden, welche Schäden durch das Zusammenwirken der Ereignisse zusätzlich verursacht werden. Warum keine Daten über diese Erscheinungsform aufliegen, ist darin begründet, dass bei den Schadenserfassungen durch die Versicherungsanstalten nicht mit ausreichenden Detailaufzeichnungen darauf eingegangen wird.

Um eine Aussagekraft darüber zu erlangen, welche Sturmstärken gemeinsam mit Hagelschlägen auftreten, wurden vom IGS 34 besichtigte Liegenschaften mit hohen Versicherungsleistungen ausgewählt. Zugehörig zu den ausgewählten Liegenschaften wurden bei der ZAMG die gemessenen Windspitzen abgefragt.

Die Auswahl erfolgte auf Basis folgender Schwerpunkte:

- 16 Liegenschaften mit reinen Sturmschäden
- 18 Liegenschaften mit Hagel- beziehungsweise Kombinationsschäden aus Sturm und Hagel, welche nicht genau auf ihre Hauptursache zurückverfolgt werden konnten, da die betroffenen Eigentümer sowohl Sturm als auch Hagelschäden angegeben hatten.

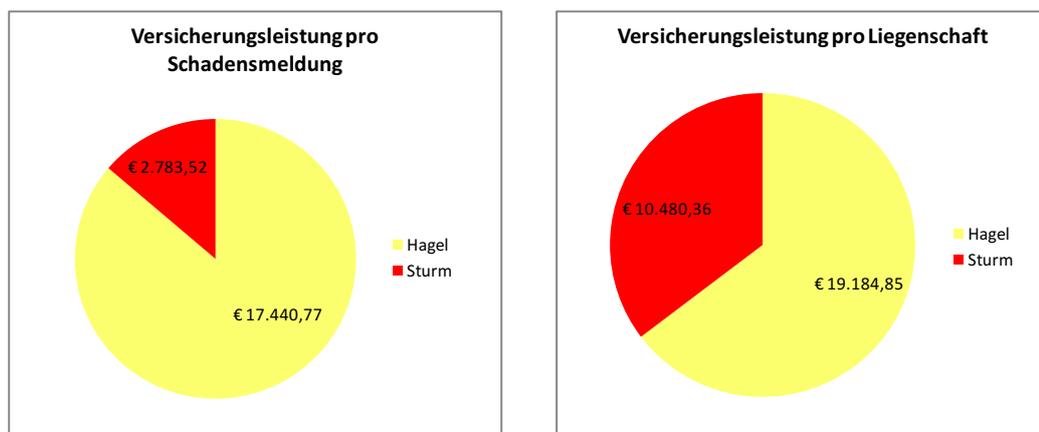
Die Ergebnisse dieser Daten werden in Punkt 5.7, Tabelle 6 und Punkt 5.6.1, Tabelle 5 gezeigt.

## 5.4 Versicherungsleistungen pro Schadensfall

Ziel dieser Auswertung war es, herauszufinden, wie hoch die durchschnittlichen Versicherungsleistungen in Euro pro Liegenschaft und der auslösenden Ursache sind.

Abbildung 14a zeigt die Höhe einer durchschnittlichen Versicherungsleistung nach Hagel beziehungsweise einem Sturmereignis. Hieraus wird ersichtlich, dass eine Versicherungsleistung in Folge von Hagel beinahe das Sechsfache der Höhe einer Versicherungsleistung in Folge Sturm beträgt. Da die Zahlungsdivergenz mit dem Faktor sechs für Hagelschäden im ersten Moment als zu hoch erscheint, wurden weitere Untersuchungen angestellt, um herauszufinden, woraus sich diese Divergenz ergibt.

Ob ein Dach durch Hagel oder Sturm total zerstört wird, ergibt bei den Reparaturkosten keinen Unterschied. Da in Abbildung 14a diese Aussage aufgrund der hohen Divergenz bei den Versicherungsleistungen scheinbar widerlegt wird, wurde der Vergleich über einen mehrjährigen Zeitraum, wie in Abbildung 14b gezeigt, betrachtet und somit ein realistischer Vergleich erreicht. Als Ergebnis kann gesagt werden, dass ein Hagelereignis bezogen auf die Versicherungsleistung sechs Sturmereignissen gleichzusetzen ist.



(a) Verteilung der Versicherungsleistungen einer Schadensmeldung aus den Jahren 2002 bis 2009 der beschädigten Liegenschaften, aus den 300 besichtigten Objekten

(b) Verteilung der Versicherungsleistungen pro Liegenschaft aus den Jahren 2002 bis 2009 der beschädigten Liegenschaften aus den 300 besichtigten Objekten

Abbildung 14: Zusammensetzung von Versicherungsleistungen

Um eine Kontrolle der Ergebnisse zu erhalten, wurden diese Daten mit den Auswertungen aus Punkt 4.4, Tabelle 3 verglichen. Die Ergebnisse aus Tabelle 3 werden mit ca. € 9.000,00 pro Liegenschaft beschrieben. Diese Summe liegt deutlich unter jener, die bei der Besichtigungsauswertung ausgewiesen wurde. Die Erklärung für diesen Unterschied liegt wahrscheinlich darin, dass viele besichtigte Objekte im Zentrum der Hagelereignisse lagen und dadurch auch hohe Versicherungsleistungen auftraten, welche den hohen Durchschnittsschaden aus Punkt 4.3.1 Abbildung 7b erklären.

## 5.5 Die Dachhaut

### 5.5.1 Allgemeine Betrachtungen

Basierend auf der Tatsache, dass die Dachhaut ein großes Schadenspotenzial an Gebäuden darstellt, wird sie in dieser Studie ausführlich behandelt. Gründe für das hohe Schadenspotenzial der Dachhaut sind:

- Die Dachhaut ist bei den Besichtigungen meist als das älteste Bauteil der Außenhaut in Erscheinung getreten.
- Die Kosten einer Erneuerung der Dachhaut sind im Verhältnis zur Außenhaut dominierend.
- Die Dachhaut unterliegt am stärksten natürlich hervorgerufenen Witterungseinflüssen und damit verbundenen Alterungseffekten.
- Die Dachhaut bietet eine direkte Angriffsfläche für Sturm und Hagel.
- Die Wartung kann nur schwer von den Eigentümern durchgeführt werden.
- Wird die Dachhaut beschädigt und ist kein Unterdach vorhanden, können auch Folgeschäden aufgrund von Wassereintritt entstehen.
- Verhinderung von Folgeschäden
  - Planen gegen Wassereintritt - nur unter erschwerten Bedingungen durchführbar
- Einige dieser erschwerenden Bedingungen sind:
  - Große Höhe über Erdniveau - Absturzgefahr
  - Oft widrige Wetterverhältnisse während der Reparaturarbeiten - Rutschgefahr
  - Zeitdruck

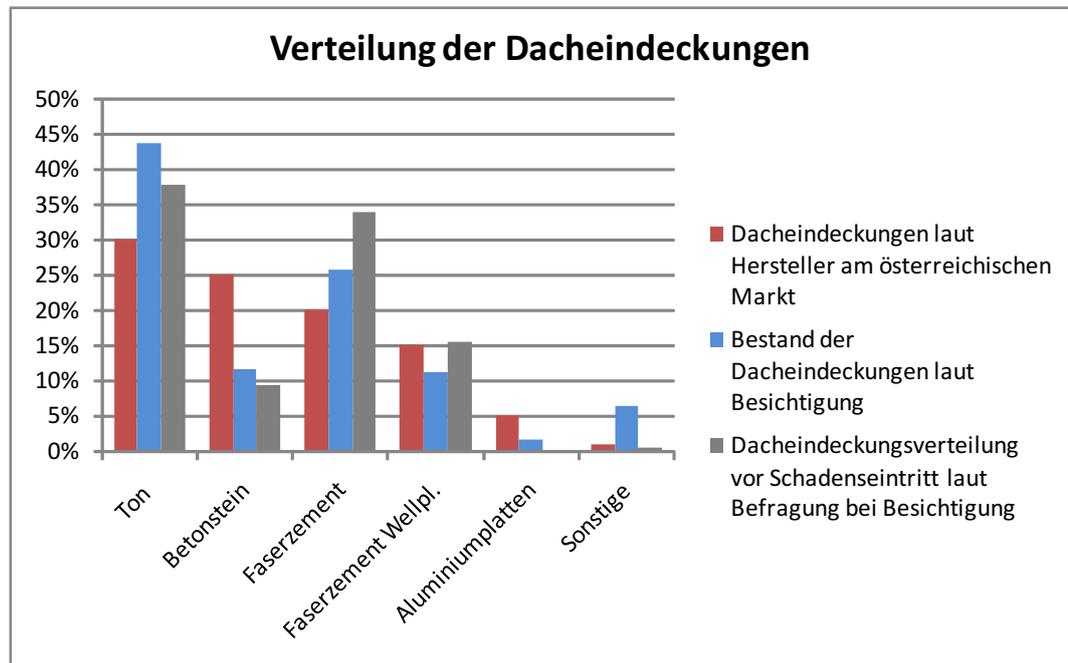
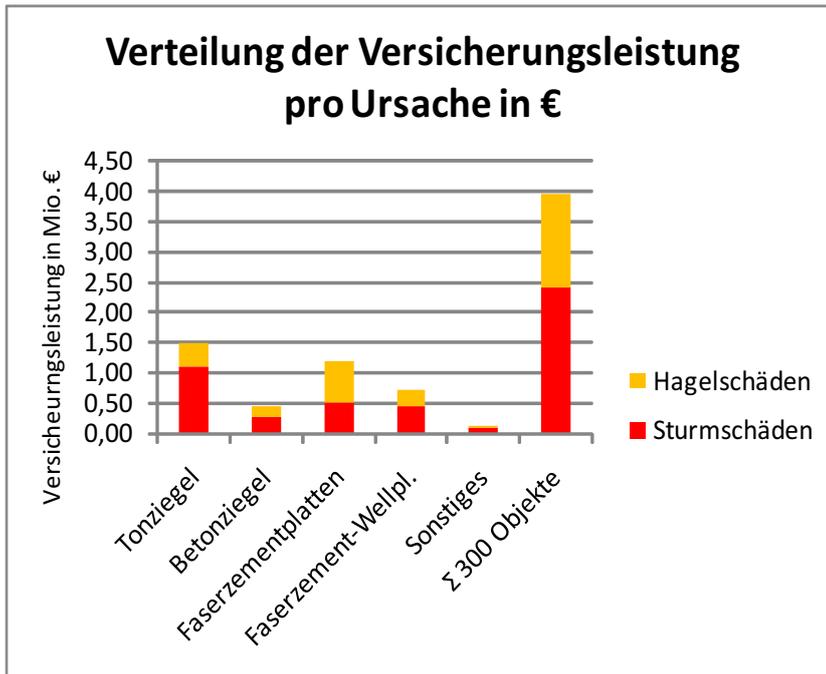


Abbildung 15: Marktverteilung der Dacheindeckungstypen

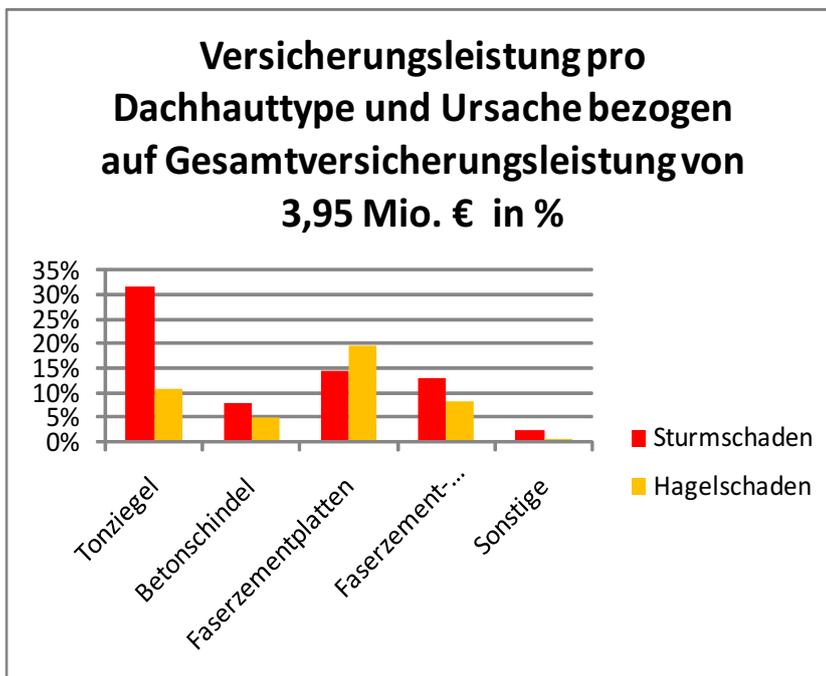
In Abbildung 15 sind durch rote Balken die von den Herstellerfirmen angegebenen Marktanteile dargestellt. Die blauen Balken zeigen im Vergleich dazu die Auswertung der Datenaufnahme bei den Besichtigungen. Divergenzen zwischen Marktverteilung und Besichtigungsstudie werden im Anhang A.1.3 erläutert.

### 5.5.2 Verteilung der Versicherungsleistungen

Abbildung 16a zeigt die Relation der gesamten Versicherungsleistungen der einzelnen Eindeckungstypen in Bezug auf die Versicherungsleistungen, die die Versicherung den Eigentümern der betroffenen und besichtigten Liegenschaften ausbezahlt haben. Die farbliche Unterteilung soll grob zur Erläuterung der Aufteilungsverhältnisse zwischen den Naturereignissen „Sturm“ und „Hagel“ dienen. Aufbauend auf Abbildung 16a splittet Abbildung 16b die Ereignisse detailliert in „Sturm“ und „Hagel“ auf. Die roten Balken stellen den prozentuellen Anteil der Gesamtschadenssumme der jeweiligen Eindeckungstypen dar, die Sturm an den Gebäuden angerichtet hat. Aus der Verteilung wird ein erstes Mal ablesbar, wo die Problemstellen, aber auch die Stärken der einzelnen Eindeckungstypen liegen.



(a) Versicherungsleistung pro Dacheindeckungstyp



(b) Versicherungsleistung pro Dachhauttyp

Abbildung 16: Verteilung der Versicherungsleistungen

Um eine Aussagekraft über die Resistenz der einzelnen Dachdeckungstypen gegenüber Sturm und Hagel zu erhalten, wird in Abbildung 17 die Versicherungsleistung pro Eindeckung mit 100 Prozent dargestellt. Die Verteilung dieser einzelnen Versicherungsleistungen pro Dacheindeckungstyp wird nur dem Auslöser zugeordnet. Hier ist erkennbar, wo die Schwachstellen und Stärken der Eindeckungsarten liegen.

In den folgenden Punkten wird prinzipiell nur auf Abbildung 17 referenziert. Bei genauer Betrachtung der Abbildungen 16b und 16a können auch dort dieselben Tendenzen bezüglich der Schwachstellen anhand der Balkenverteilung der einzelnen Eindeckungstypen erkannt werden. In den folgenden Punkten werden Vor- und Nachteile der einzelnen Dacheindeckungen aufgezählt.

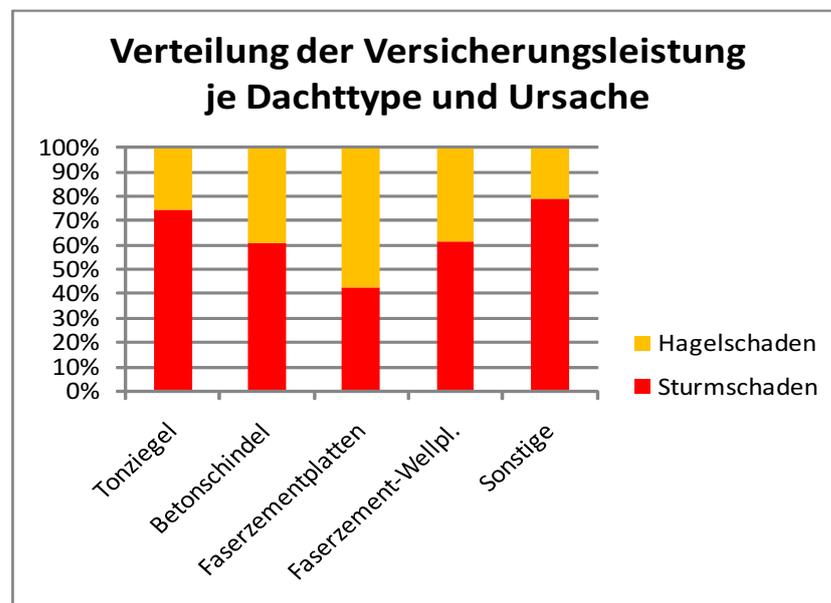


Abbildung 17: Spezifische Verteilung der Versicherungsleistungen von 3,95 Mio.€ bezogen auf die einzelnen Eindeckungstypen

## **Tonziegeldächer**

- Nachteile
  - Wie Abbildung 17 zeigt, liegt die Schwachstelle dieser Eindeckung klar bei der Resistenz gegenüber Windeinwirkungen.
  - Das Schadenspotenzial aus Sturm geht oft mit falscher Verlegung einher, da aus Kostengründen Windverankerungen nicht, mangelhaft oder falsch ausgeführt werden.
  - Bei den Besichtigungen wurde festgestellt, dass große Unterschiede in den Widerstandsklassen unterschiedlicher Hersteller bestehen.
  - Auch bei gleichen Herstellern sind die Produktionsreihen starken Schwankungen unterworfen. (siehe auch Anhang A.1.2).
  - Durch Sturm gelöste Ziegel richten durch ihr Eigengewicht weitere Schäden beim Abrutschen an.
- Vorteile
  - Hohe Hagelresistenz
  - Selbst austauschbar

## **Betonsteindächer**

- Nachteile
  - Kosteneinsparung bei der Verlegung führt zu fehlerhaften Ausführungen.
  - Nichteinhaltung der Angaben des Herstellers betreffend der Verlegetechnik.
  - Haarrisse durch Hagelschlag werden spät oder erst nach Jahren erkannt.
  - Durch Sturm gelöste Steine richten durch ihr Eigengewicht weitere Schäden beim Abrutschen an.
  - Große Schwachstellen durch Säuren im Umfeld von Kaminen.
  - Höhere Errichtungskosten, da der Dachstuhl höheres Gewicht aufnehmen muss.
- Vorteile
  - Höchste Hagelwiderstandsklasse der Betonsteineindeckungen
  - Hohes Eigengewicht (bei Sogkräften vorteilhaft)
  - Austausch einzelner Steine eigeninitiativ möglich
  - Geringe qualitative Schwankungen bei den Produktionsreihen aufgrund gleichbleibender Ausgangsstoffe



### **Faserzementplatten (z.B. Rhombenförmige-Platten)**

- Nachteile
  - Alterungseffekte (Erläuterung siehe Anhang A.1.1)
  - Geringe Hagelresistenz
  - Kaum selbst austauschbar
- Vorteile
  - Sehr windsicher
  - Geringes Eigengewicht
  - Gut für steile Dachstühle (> 40 Grad) geeignet, da die Platten vernagelt werden

### **Faserzement Wellplatten**

- Nachteile
  - Alterungseffekte (Erläuterung siehe Anhang A.1.1)
  - Geringere Hagelresistenz als ebenflächige Faserzementplatten (z.B. Rhombenförmige-Platten)
  - Bei Sturm wird der gesamte Dachstuhl bei schlechter Verankerung der Tragstruktur mitgerissen, da die Platten mit dem Unterbau verschraubt sind.
  - Haarrisse werden erst sehr spät erkannt
  - Hohes Risiko beim Selbsttausch (Durchbruchgefahr)
- Vorteile
  - Schnelle großflächige Eindeckung möglich

### **Sonstige Eindeckungen** Unter diesen Begriff fallen:

- Aluminiumschindeldach (Prefa)
- Blechbahnen
- Holzschindeldächer
- Flachdächer

Diese Eindeckungstypen werden wegen ihres geringen Marktanteiles nicht gesondert behandelt. Es sei angemerkt, dass vor allem Blechbahnen bei vollflächiger Unterlage aus Holz eine höhere Hagelresistenz als Tondächer aufweisen, jedoch bei Windbelastung aufgrund der hohen Luftdichtheit oft mitsamt der Tragkonstruktion abgerissen werden.

### 5.5.3 Unterdächer

Das Unterdach [5] stellt eine zweite Dachhaut unter der primären Dachhaut dar. Als Abdichtungselement dient meist eine Bitumenbahn. Über diese Folie kommt in weiterer Folge die Hinterlüftung der Dachhaut und die Unterkonstruktion der Dacheindeckung, wie zum Beispiel die Lattung zum Auflegen von diversen Ton- oder Betonschindeldächern (Erläuterung siehe Anhang A.1.4).

Im modernen Hausbau sind Unterdächer bereits Standard, somit liegt bei diesem Punkt das Problem bei Bestandsbauten, die oft noch keine Unterdachkonstruktion haben. Eine Sinnhaftigkeit des Unterdaches zur Vermeidung von Folgeschäden steht außer Frage. Oft wird jedoch, wie bei den Besichtigungen festgestellt, auch nach Schäden kein Unterdach errichtet. Die Gründe hierfür sind verschieden.

Bei Stallungen und vor allem Scheunen, die eine absolut trockene Lagerung der beinhalteten Güter, wie Stroh, Heu, Getreide und ähnlichem, erfordern, wäre ein Unterdach zu errichten. In Folge von Wassereintritt können Lagergüter nicht nur unbrauchbar gemacht werden, sondern auch zu enormen Brandherden führen. Somit wäre es laut IGS ratsam, für diese Bauwerke ebenfalls Unterdächer im Zuge von Dachhautsanierungen zu errichten.

Aufgrund der Analysen konnte nicht herausgefunden werden, wie hoch die Versicherungsleistungen durch Wasserschäden sind, da diese bei Schadensmeldungen nicht gesondert aufgenommen werden.

### 5.5.4 Solarthermie und Photovoltaik

Der Anteil an Dacheindeckungen, welche bei der Besichtigung der 300 Objekte zusätzlich mit Energiegewinnungssystemen ausgestattet waren, liegt bei 34%. Von diesen 34% sind im Moment 80% Solarthermie- und 20% Photovoltaikanlagen.

In Abbildung 18 ist die Anzahl der beschädigten Energieanlagen den Versicherungsleistungen pro Energiesystem zugeordnet. Es ist erkennbar, dass der Anteil der Schäden, bezogen auf das System, an Solarthermieanlagen größer ist als an Photovoltaikanlagen. Der durchschnittliche Schaden an Solarthermieanlagen beträgt € 14.000,00, wobei hingegen der Durchschnittsschaden an einer Photovoltaikanlage bei ca. € 6.000,00 liegt (Erläuterung siehe Anhang A.1.5, Anmerkung 1).

Gemäß Informationen der Firma MEA-Solar wurden Photovoltaikanlagen bereits Hagel-simulationen unterzogen, was darauf hinweist, dass die am Markt befindlichen Produkte eine erhöhte Resistenz gegen Hagelschläge aufweisen. Dies lässt die Schlussfolgerung zu, dass Hagelprüfungen an Materialien, welche von Hagelschlägen betroffen sein könnten, eine sinnvolle Maßnahme in der Naturkatastrophenprävention darstellen. Voraussetzung dazu ist, dass normative oder legislative Forderungen geschaffen werden.

Als Negativbeispiel erscheinen in der Studie sogenannte Röhrensolarthermieanlagen. Diese besitzen keine Glasplatte als Deck- und Schutzschicht, sondern werden von Plexiglas ummantelt. Bei dieser Ausführungsform genügt bereits Hagel der TORRO-Klasse 3 um eine Zerstörung zu verursachen.

Addiert man nun die Versicherungsleistung einer Dachhaut, die ca. € 19.000,00 beträgt, mit den noch zusätzlich durchschnittlich anfallenden Reparaturkosten von € 5.000,00 bis € 14.000,00 der Energieanlagen, so ergibt dies eine beinahe Verdoppelung der Versicherungsleistung (Erläuterung siehe Anhang A.1.5, Anmerkung 2).

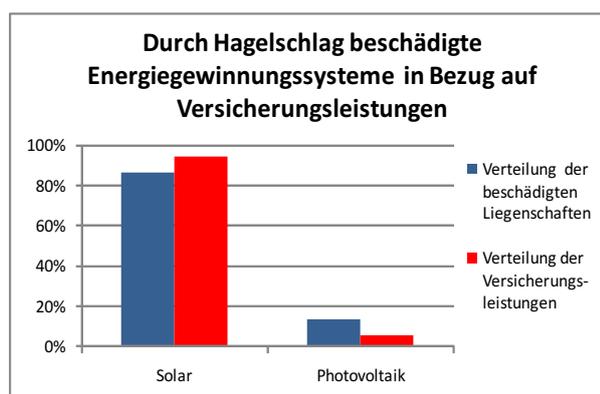


Abbildung 18: Energiegewinnungssysteme - vorhanden an 34% der besichtigten 300 Objekte

## 5.6 Hagel

### 5.6.1 Hagel bezogen auf Windspitzenwerte

Mit der Auswertung der Daten, die in Tabelle 5 aufgelistet sind, kann gezeigt werden, dass fast nie Windspitzen, die über den Bemessungswerten laut EC 1994 liegen, mit Hagelereignissen zusammentreffen. Es ist gut ersichtlich, dass keine Liegenschaft der maximalen Windbelastung ausgesetzt war. Die Liegenschaften, die eine Annäherung an die maximalen EC-Werte erreichen, wurden weiter überprüft und wiesen auch erhebliche Sturmschäden auf. Vor allem untergeordnete Bauwerken, wie Stallungen und Garagen, waren durch ihre örtliche Positionierung verstärkt durch Sturm betroffen.

Folglich gehen die verursachten Kombinationsschäden aus Abbildung 13 fast zur Gänze auf Hagelschäden zurück, welche durch Wind eine zusätzliche Verstärkung erlangen, beziehungsweise können durch die Vorschädigung Folgeschäden durch geringeren Wind erfolgen.

Werden nun der Anteil an reinen Hagelschäden mit jenen der ausgewiesenen Kombinationsschäden aus Abbildung 13 summiert und als Hagelschäden gewertet, erreicht diese Form der Naturgewalten einen annähernd äquivalenten Prozentsatz wie reine Sturmschäden.

Datum	ZAMG Maximum	Norm-Soll-Wert	Norm-Soll-Wert
	in km/h	in km/h	in %
23.07.2009	76	88,56	85
23.07.2009	81	88,56	91
23.07.2009	68	92,88	77
23.07.2009	68	88,56	74
23.07.2009	68	88,56	77
23.07.2009	68	88,56	77
23.07.2009	76	88,56	85
23.07.2009	76	88,56	85
23.07.2009	81	88,56	91
23.07.2009	68	88,56	77
23.07.2009	72	88,56	81
23.07.2009	68	88,56	77
23.07.2009	72	88,56	81
23.07.2009	76	92,88	85
07.07.2009	61	77,40	66
02.07.2008	61	92,88	79
07.07.2009	61	92,88	66
16.07.2005	47	88,56	50

Tabelle 5: Hagel bezogen auf Windspitzen

Diesen Daten zufolge sollte die Naturkatastrophe Hagel in gleicher Form wie Windbelastungen, in Normen und Gesetze aufgenommen werden, da die Summe aus Kombinationsschäden und reinen Hagelschäden, wie in Abbildung 13 ersichtlich, 35% der Gesamtversicherungsleistungen ausmacht. Somit stellt Hagel ein beinahe gleich großes Schadenspotenzial wie Sturm mit 38% dar.

### 5.6.2 Abhängigkeit der Schadenseinwirkung in Bezug auf TORRO-Klasse und Auftreffwinkel

In Abbildung 19 werden die TORRO-Klassen bezogen auf den Auftreffwinkel verglichen. Die maximalen Werte jeder TORRO-Klasse entsprechen einem senkrechten Auftreffen [12] des Hagelkorns (90 Grad) auf die Dachhaut. Die Minimalwerte stellen einen Auftreffwinkel von 10 Grad dar. Die Auftreffenergie ist in Joule auf der y-Achse aufgetragen. Die eingezeichneten Überlappungsbereiche widerspiegeln die mehrmals zitierten Grauzonen der TORRO-Klassen in Bezug auf die Zerstörungskraft.

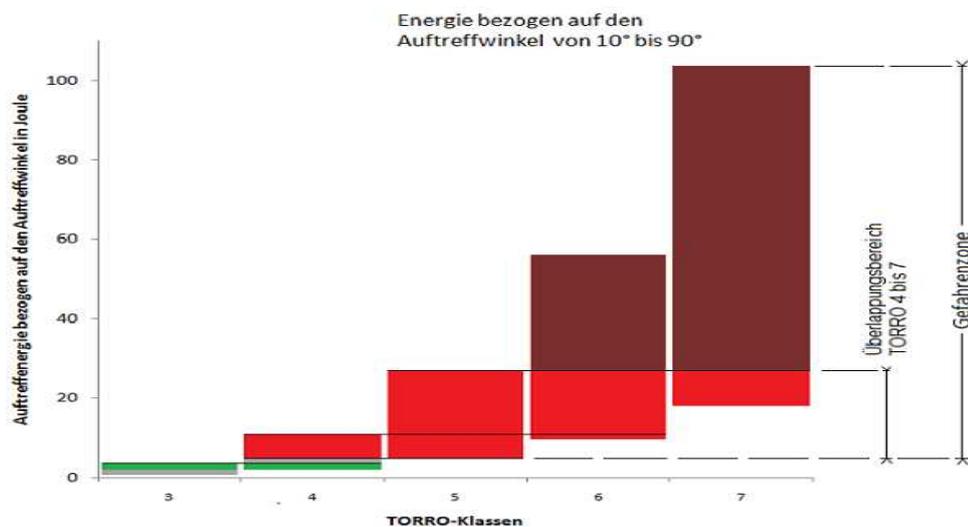


Abbildung 19: Joule pro TORRO-Klasse und Auftreffwinkel

## 5.7 Sturmbelastungen

Da auch Stürme große Schäden verursachen, wurde auch diese Art der Naturkatastrophe betrachtet. Zum Thema Sturm liegen derzeit noch keine offiziellen Statistiken der ZAMG über die Tendenzen von Sturmereignissen über eine relevante Zeitperiode vor. Jedoch sei festgehalten, dass Sturm bereits in den gültigen Eurocode Normierungen, dem EC-1 [7], bei der Bemessung von Gebäuden Berücksichtigung findet.

In der folgenden Auswertung wurden somit nur Objekte näher betrachtet, die enorme Sturmschäden aufwiesen. Wie in Punkt 5.3 beschrieben, wurden für 16 stark von Sturm beschädigte Liegenschaften, die ZAMG-Aufzeichnungen abgefragt. Tabelle 6 zeigt die Ergebnisse der Abfragen.

Datum	ZAMG Maximum	Norm-Soll-Wert	Norm-Soll-Wert
	in km/h	in km/h	in %
01.03.2008	90	92,88	97
01.03.2008	104	92,88	112
01.03.2008	86	92,88	93
01.03.2008	104	92,88	112
01.03.2008	94	92,88	101
01.03.2008	94	87,84	107
01.03.2008	104	92,88	112
01.03.2008	90	87,84	102
01.03.2008	122	94,32	130
01.03.2008	94	87,84	107
01.03.2008	104	91,44	114
19.01.2007	88	98,64	89
19.01.2007	112	98,64	113
19.01.2007	11	87,84	127
23.07.2009	72	88,56	81
18.01.2007	126	94,32	134

Tabelle 6: Ableitung von Böenspitzen in Bezug auf die EC-Lasten

Zu Böenspitzen, die unter den geforderten Normwerten liegen, wurden die Datenblätter gesondert betrachtet. Bei den drei Liegenschaften, die nur knapp unter der Maximalgeschwindigkeit liegen, sind Beschleunigungseffekte durch die Objektpositionierung gegeben.



## 5.8 Starkregen

Beinahe 75% der besichtigten Gebäude weisen ein Schadenspotenzial durch Oberflächenwässer auf. Hervorgerufen wird diese Gefährdung durch die oft kurzen, aber sehr intensiven Starkregenfälle.

Gründe und Auswirkungen:

- Gefährdung, die durch den Wassereintritt ausgeht und den Betroffenen vorher nicht bewusst ist:
  - Aufquellen von Lagergütern wie Pellets, Getreide. Durch das Aufquellen werden Kräfte freigesetzt, die wider Erwarten auch Stahlbetonwände zerstören können.
  - Schimmelbildung nach Entfernung des Wassers
  - Vorhandene Stromleitungen befinden sich im Wasser und stellen so ein Risiko für Personen darstellen.
- Viele alte Liegenschaften haben einen Erdkeller, bei denen akzeptiert wird, dass Feuchtigkeit eintritt. Im Laufe der Zeit wurden viele dieser Keller einer anderen Nutzung zugeführt. Mit dem technischen Ausbau werden Schadens- und Gefahrenpotenziale (Strom) in die Kellerräume eingebaut.
- Bei mehrmaligen Durchfeuchtungen in kurzen zeitlichen Abständen kann es zum Tragfähigkeitsverlust der Bauteile auf Kalkbasis kommen.
- Wassermengen, die in kürzester Zeit pro Fläche auftreten, werden falsch eingeschätzt und dadurch wird die Gefahr im Voraus nicht richtig erkannt.
- Bodenbeschaffenheit, ob sickerfähig oder nicht, spielt bei Oberflächenwässern ob der kurzen Auftrittszeit keine Rolle.
- Verklausungen durch verstopfte Leitungen durch
  - Hagel:
    - \* Dieser wird in Abflüsse eingeschwemmt und durch Sublimation und Resublimation verklumpen die Hagelkörner, welche in weiterer Folge Abflüsse verstopfen.
  - Blätter und Unrat

- Veränderungen bei anliegenden Liegenschaften können zu einem erhöhten Zufluss führen
  - Versiegelung von Flächen durch Bebauung und dadurch folgende gebündelte Ableitung von Oberflächenwasser
  - Änderungen bei der Agrarnutzung

Die aufgezählten Punkte sind über die gesamten besichtigten Objekte mit Schadenssummen nicht belegbar, da sie bei der Schadensmeldung als Hagelschaden gemeldet wurden und nicht dezidiert als Wasserschaden.

Somit ist ein Ausweisen der Wasserschäden nicht möglich. Jedoch wurden Liegenschaften besichtigt, bei denen die Schäden aus Oberflächenwasser bis zu € 20.000,00 betragen.

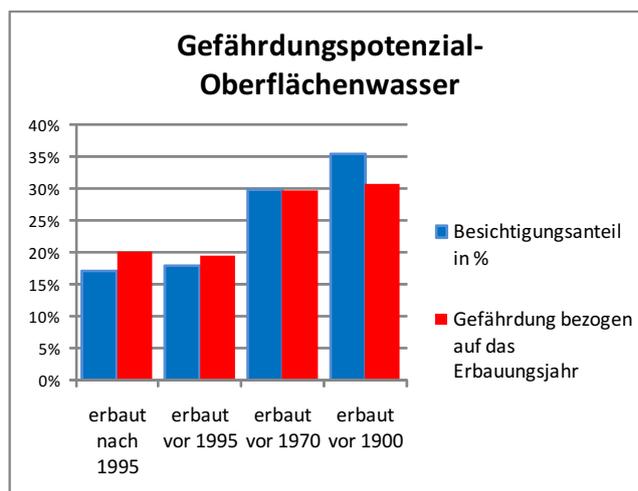


Abbildung 20: Verteilung der 75% mit Gefahrenpotenzial, bezogen auf das Erbauungsjahr

Abbildung 20 zeigt die Anzahl der Liegenschaften bezogen auf die gesamt beschädigten Bauwerke. Es ist auffällig, dass Gebäude, die vor 1900 errichtet wurden, eine vergleichsweise geringere Gefährdung aufweisen, als Gebäude mit dem Errichtungsjahr nach 1995. Dieser negative Trend ist doppelt wirksam, da neuere Gebäude auch einen wesentlich höheren technischen Ausrüstungsgrad der Kellergeschoße haben. Somit steigt auch das Schadenspotenzial im Vergleich zu alten Kellern, da diese aufgrund ihrer Bauweise nur eine Lagerung untergeordneter Güter ermöglichen (siehe Anhang A.1.6).

## 5.9 Natürliche Schutz- und Gefahrenpotenziale

### 5.9.1 Schutz und Gefahrenpotenziale von Bäumen

Die Natur hat effektive Schutzmaßnahmen für die Abwehr von Extremereignissen im Laufe der Zeit entwickelt. Viele Objekte werden von Schutzwäldern, Obstgärten oder Ähnlichem geschützt. Beim Pflanzen von Bäumen neben Gebäuden sind sich die Betroffenen oft nicht bewusst, dass Bäume im Laufe der Jahre große Höhen erreichen können und somit bei zu geringen Abständen zu den Gebäuden, im Falle einer Entwurzelung bei Sturm, enorme Schäden verursachen können. Auch bei einem eventuellen Umstürzen der Bäume mit einer Fallrichtung vom Gebäude abgewendet, kann der Wurzelstock unter dem Gebäude Schäden an Mauern und Fundamenten anrichten, sofern sich dieser nahe genug an den Außenwänden befindet.

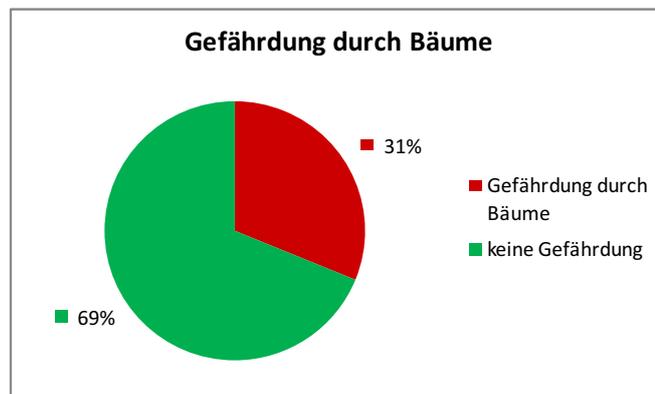


Abbildung 21: Gefährdung durch Bäume



Abbildung 22: Zu geringer Abstand zwischen Bewuchs und Gebäude.

### 5.9.2 Evaluierung über die Positionierung der Liegenschaften

Die Auswertung der Datensätze ermöglicht auch eine Evaluierung der geografischen Positionierung der Gebäude. Abbildung 23 zeigt die Verteilung der 300 besichtigten Liegenschaften. Für die Begutachtungen wurde als Hang eine Fläche mit einer Steigung von mehr als fünf Prozent gewertet.

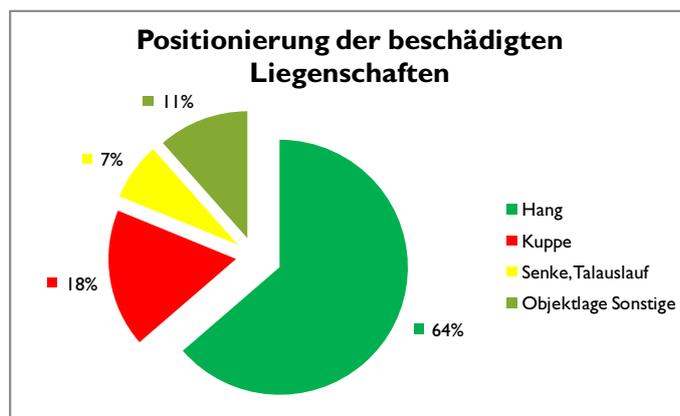


Abbildung 23: Positionierung der Liegenschaften



Abbildung 24: Landschaftliche Gegebenheiten erhöhen (zum Beispiel) das Sturmrisiko

Bei der Evaluierung in Abbildung 25a wird die Summe der gesamten Versicherungsleistungen in Prozent auf die Anzahl der beschädigten Liegenschaften in Prozenten dargestellt. Hier zeigt sich, dass Liegenschaften in Senken und Talausläufen generell gesehen, das höchste Schadensrisiko aufweisen. Ähnlich diesem Modell wurde auch die Evaluierung für Sturm durchgeführt, wie in Abbildung 25b dargestellt. Hier wurde die Versicherungsleistung durch die Anzahl der pro Positionierung vorhandenen Liegenschaften geteilt. Das Ergebnis zeigt, dass Liegenschaften, die auf Kuppen stehen, relativ gesehen, ein großes Risiko bezogen auf Sturmschäden besitzen und als Gegenteil, jene Liegenschaften, die in einer Senke stehen, ein geringes Potenzial an Sturmschäden aufweisen.

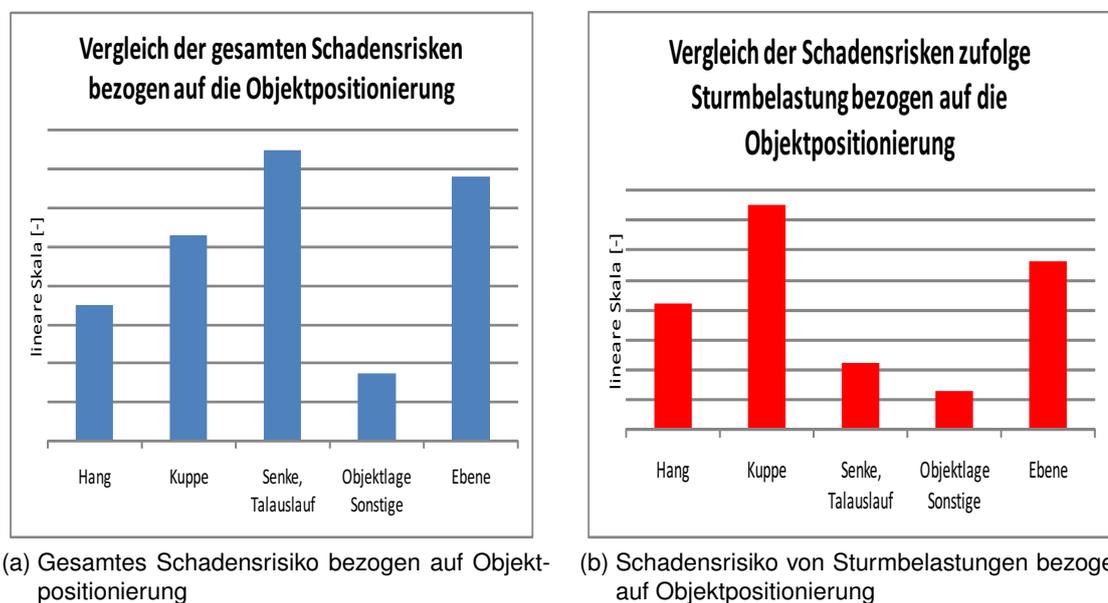


Abbildung 25: Schadensrisiken

## 5.10 Schnees Schäden

Wie in Punkt 5.3, Abbildung 12 gezeigt, resultieren 21% der Versicherungsleistungen aus Schäden hervorgerufen durch überhöhte Schneelasten. Mittels der Besichtigungen kann aber gezeigt werden, dass die in den Normen vorhandenen Schneelasten die in Österreich vorkommenden Belastungen abdecken. Die Objekte, welche große Schäden durch Schneebelastungen erlitten, waren oft unterdimensioniert, oder wurden im Zuge einer Dachhautsanierung beziehungsweise Veränderung der Dachhaut, in Bezug auf das Abrutschen von Schnee, verändert.

### 5.11 Auswertung und Aufschlüsselung von Versicherungsleistungen der OÖV

Abbildung 26 stellt die Auswirkung von Schäden je nach Ursache auf die unter Punkt A.2 beschriebenen Bauwerke beziehungsweise Bauteile dar.

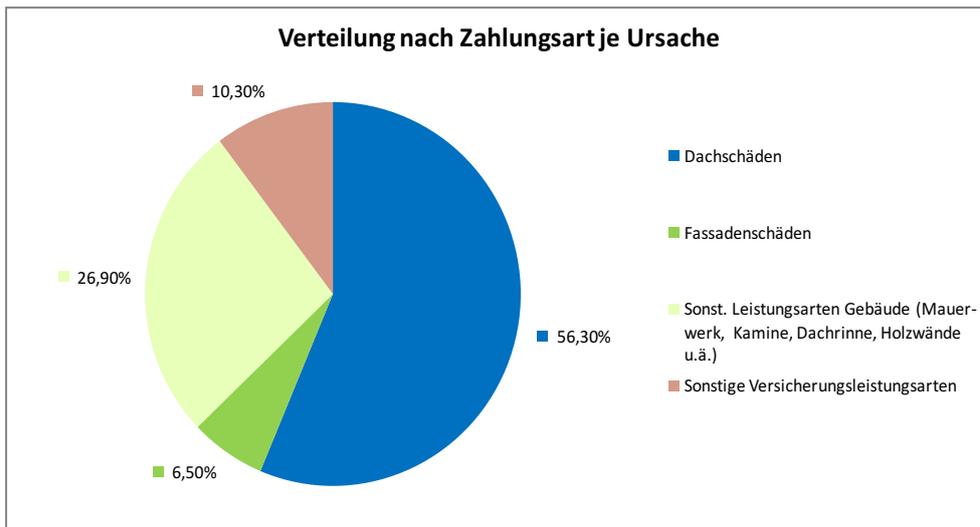


Abbildung 26: Gesamtverteilung der Versicherungsleistungen von € 16.363.989,00 der 1.150 Schadensakte nach Zahlungsart



## 6 Leitfaden für die Prävention der untersuchten Naturerscheinungen

### 6.1 Generelles Ziel der Empfehlungen

Ziel der Empfehlungen ist, Ansätze und einfache Lösungen bereitzustellen, um Risiken für Personen und Objekte effizient minimieren zu können. Eine resistenterere Ausführung der Gebäude kann Schäden sowie Nutzungseinschränkungen verhindern.

Viele der folgenden Lösungsvorschläge und Hinweise können als Basis für weitere, detaillierte Untersuchungen dienen, werden in dieser Arbeit jedoch nicht näher betrachtet.

Um eine Vielzahl an Literaturverweisen zur Schweizer Wegeleitung zu vermeiden und eine gute Lesbarkeit beibehalten zu können, sei darauf hingewiesen, dass einige dieser Empfehlungen an die Anweisungen der Schweizer Wegeleitung angelehnt sind. Die Schweiz kann auf Grund der ähnlichen Problemstellungen als Vorbild herangezogen werden, da hier das Thema der Naturkatastrophenprävention intensiv bearbeitet wird. Der Hauptgrund warum die Schweizer Versicherungsgesellschaft sich mit diesem Thema befasst liegt darin, dass die Schweiz aufgrund ihrer Versicherungssysteme in der Lage ist, Präventivmaßnahmen verpflichtend anzuordnen, beziehungsweise in Gesetzen und Richtlinien zu verankern.

Da Bauwerke Gegenstände sind, die nicht ausschließlich neu gebaut werden und somit schon prinzipiell geschützt werden können, muss bei der Bearbeitung der Präventionsmaßnahmen darauf Rücksicht genommen werden, mögliche Lösungsansätze sowohl für bestehende Objekte als auch für Neubauten zu finden.

Um die Struktur der Arbeit beizubehalten, wird bei den Punkten 6.2 bis 6.5 folgende Form der Gliederung verwendet:

- Einwirkungen - Beschreibung der Schadensrisiken
- Mögliche Versagensformen
- Verbesserungsmöglichkeiten- Ansätze um ein Versagen präventiv zu verhindern (angepasst an Bestands- und Neubauten)

Wichtig bei der Betrachtung der Empfehlungen ist, dass diese nicht isoliert auf eine Naturkatastrophen (z.B. Hagel) bezogen werden, da sich Verbesserungen meist bei mehreren Einwirkungen (z.B. Hagel und Sturm) positiv auf die Resistenz der Gebäude auswirken. Vorschläge, welche Verbesserungsmöglichkeiten sowohl für Bestands- als auch Neubauten darstellen, sind unter dem Begriff „Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten“ zusammengefasst.

Die dargestellten und beschriebenen Schadensbilder sind großteils auch durch Besichtigung entstanden, beziehungsweise besser verständlich geworden. Bei den Empfehlun-

gen wird zwischen Bestands- und Neubauten unterschieden.

### 6.1.1 Schutzziel und Wirkungsdauer der Verbesserungsmöglichkeiten

Die Definition des Schutzzieles stellt gegenwärtig die größte Schwierigkeit bei der Ausarbeitung von Verbesserungsmöglichkeiten dar. Begründet wird dies damit, dass zum momentanen Zeitpunkt in Österreich kein unmittelbarer Änderungsbedarf durch die treibende Kraft „Bezahlung von Reparaturkosten der Schäden“ vorliegt. Denn solange die Finanzierung der Reparaturen, ohne Hinterfragen von Umständen, von den Versicherungen und dem Katastrophenfond übernommen wird, kann sich bei den Eigentümern kein Umdenken einstellen. Somit hängt die Umsetzung und Definition der Schutzziele zu einem großen Teil davon ab, wie und wann sich Politik,- Versicherungs- und Finanzwirtschaft mit diesem Thema intensiver beschäftigen.

Da aber bei einem Fortgang der Naturkatastrophen im momentanen Ausmaß wie in Punkt 4 beschrieben, eine Versicherbarkeit möglicherweise nicht mehr finanzierbar sein wird, muss sich das Bewusstsein der Gesellschaft ändern, damit die Liegenschaftseigentümer Verbesserungsmöglichkeiten suchen.

Im Anhang A.4 befindet sich eine Ausarbeitung für Oberösterreich, wie legislative Maßnahmen ausgeführt werden können.

#### Schutzziel

Bei den Empfehlungen in dieser Studie wird als oberstes Schutzziel der Schutz von Personen gestellt. Das weitere Ziel ist, wie man Liegenschaften auf die möglicherweise erkennbaren und eintretenden Gefährdungen vorbereiten und in weiterer Folge schützen kann. Der Aspekt der Wirtschaftlichkeit wurde immer im Hintergrund gehalten, jedoch in keinem der Beispiele überpüft.

Sind Normen und Richtlinien vorhanden wurden diese als derzeitiger Stand der Technik herangezogen. In begründeten Fällen wird darauf hingewiesen, dass eine Anpassung der Normenwerte zu prüfen wäre. Für die Einwirkungen Hagel und Oberflächenwasser, welche keine Normierung besitzen, werden etwaige Normen angedacht beziehungsweise sollten die beschriebenen Lösungsvorschläge als Ergänzung bei Planungen dienen.



### **Wirkungsdauer**

Bei den Empfehlungen und Anpassungen ist zu bedenken, wie lange die gesetzte Maßnahme in der Zukunft wirksam sein soll und wie lange es dauern wird deren Umsetzung durchzuführen. Faktoren die zu berücksichtigen sind soll folgendes Beispiel anhand eines Schutzwaldes darstellen:

- Zeitspanne bis der Bewuchs die schützende oder gefährdende Höhe erreicht
- Auswahl der Baumarten
  - Wachstumsgeschwindigkeit
  - Nachhaltiges Anpassen an den zu erwartenden Temperaturanstieg der kommenden Jahre
- Sturmresistenz der Baumart
  - Flachwurzler
  - Tiefwurzler

### 6.1.2 Bestimmende Faktoren für Bauwerke

Das Bauhandwerk beschäftigt sich mit Bestandsbauten und Neubauten. Für beide treffen folgende Rahmenbedingungen zu:

- Raumplanerische Anforderungen
  - Gesetze
  - Bauordnung
  - Denkmalschutz
  - Gefahrenpläne und -zonen
  - Umgebende Bebauung
  - Topografie
- Statische Anforderungen
  - Lastabtragungsmöglichkeiten
  - Baumaterialien
  - Systemwahl der Tragstruktur
  - Alter
  - Nutzungsdauer
- Optische Anforderungen
  - Architektonische Ziele
  - Kundenwünsche
  - Traditionen
- Funktionale Anforderungen
  - Muss dem Nutzungszweck erfüllen

Der Vorteil bei Neubauten liegt darin, dass bereits im Planungsstadium das Auftreten der zu erwarteten Naturkatastrophen berücksichtigt werden kann, was im Gegensatz dazu bei einem Bestandsbauwerk im Regelfall nicht mehr möglich ist, da hier bereits fixe Gegebenheiten vorhanden sind. Diese Gegebenheiten sind aber kein Grund Präventivmaßnahmen zu unterlassen. Unter den Punkten 6.2, 6.3, 6.4 und 6.5 werden diese, bezogen auf die jeweilige Naturkatastrophe, beschrieben.

## 6.2 Einwirkung Naturerscheinung Sturm

Generell werden Windlasten im EC-1 [7] geregelt. Bei Sturmschäden zeigen sich viele unterschiedliche Schadensbilder mit Abhängigkeiten von Windgeschwindigkeit, Hauptwindrichtung, Böigkeit, topografischen Gegebenheiten und Gebäudeausrichtung. Die Summe dieser Einflüsse bestimmt die Bemessungsparameter, welche für die Berechnung der Tragwerke maßgebend sind. Jedoch finden nicht alle nachstehend genannten, oft kleinräumig bedingten Faktoren, Berücksichtigung.

Die Windgeschwindigkeit ist abhängig von:

- Örtlichem Windklima
- Topographischen Gebäudestandort
  - Hang
  - Kuppe
  - Ebene
  - Senke, Talauslauf
  - Freies Feld
  - Seeufer
  - Lokalen Bebauungsverhältnissen
  - Bewuchs/Wald
- Der Bauwerkshöhe
- Der Form der Außenhülle

Hauptwindrichtung:

- Winterstürme sind in Österreich im Regelfall aus Westen zu erwarten. Abhängig von Tallagen und örtlichen Gegebenheiten kann die Windrichtung von Nordwest über West bis Südwest variieren.
- Bei Sommergewittern kann auch nördlich der Alpen Südfön die Windgeschwindigkeiten und Intensität der Gewitter verstärkend beeinflussen.

Wirkung von Windböen:

- Einwirkungen von wenigen Sekunden
- Maßgebende Belastung für Bauwerke aufgrund von kurzzeitig auftretenden, besonders hohen Windgeschwindigkeiten, die beträchtlich über dem Mittelwert der gemessenen durchschnittlichen Windgeschwindigkeit liegen.



(a) Ungünstige Ausrichtung der sensiblen Gebäudeteile in Richtung Nordwest, da diese die Hauptwind- und Wetterrichtung darstellt.



(b) Zerstörungskraft durch Hagel in Verbindung mit Wind an der Dachrinne sichtbar. Anm.: Wärmedämmverbundfassade bereits erneuert

Abbildung 27: Positionierung der Gebäude und Einflüsse der Naturgewalten

## 6.2.1 Außenhülle - Fassade

### Einwirkung

Ein wichtiger Punkt bei der Betrachtung der durch Wind verursachten Schadensbilder, ist die Dichtigkeit der Außenhülle. Wirkt Wind auf ein Gebäude mit geschlossener Hülle, so ist der zu bemessende Lastfall für Wände nur bezüglich Staudruck auf der Wind zugewandten Seite (Luv), sowie Sog auf den Wind abgewandten Seiten (Lee) zu bedenken. Schäden an Teilen der Fassade können dies verändern.

Gründe für eine Beschädigung der Außenhülle:

- Vom Wind herangetragene Teile/Trümmer
- Abreißen von Fassadenelementen
- Abgebrochene Antennen, Kabelständer, Kamine
- Zerstörte/abgerissene Dacheindeckungsteile
- Aufreißen von Toren

Durch diese zusätzlichen Belastungen können an der Außenhaut des Gebäudes undichte Stellen entstehen. Diese „Löcher“ können zur Folge haben, dass zu bereits wirkendem Staudruck und Sogkräften auch noch Innendruck/Sogkräfte wirksam werden.

### **Mögliche Versagensformen**

- Sind Fenster, Türen, Tore bei Windbelastung nicht geschlossen oder werden durch anprallende Trümmer eingeschlagen, fehlen die Verschlusselemente.
- Verankerungen von großflächigen Toren können dem Staudruck nicht standhalten. Die Tore werden in der Folge aufgebrochen, wodurch dem Wind großflächige Eintrittsöffnungen geboten werden.
- Schwingungen, die durch den Wind hervorgerufen werden, können Verankerungselemente von Toren lockern oder ausschlagen, bis es zum Versagen dieser kommt und das Tor aufgerissen wird.
- Anprallende Trümmer zerstören die Funktionalität von Fassaden (Wärmedämmverbundfassaden, Faserzement-, Kunststoffvertäfelungen).

Als Folge fehlender Verschlusselemente kann Wind in die Gebäude eindringen. Wird freies Entweichen verhindert, entstehen hohe Druckkräfte im Gebäudeinneren, die bis zum Abheben der gesamten Dachtragstruktur oder der Dacheindeckung führen, beziehungsweise bei Leichtbauweise ein vertikales Verschieben von Wänden zur Folge haben können.



Abbildung 28: Durch Wind ausgeschlagene Türverankerungen

### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Um einen Bruch von beispielsweise Glasscheiben oder Türen zu verhindern, sollten schlag- und anprallfeste Materialien vor gefährdeten Gebäudeöffnungen angebracht werden. Mögliche Elemente sind schlagfeste Rollläden, Gitter oder Sicherheitsgläser. All diese Maßnahmen sollten von außen angeschlagen werden, um ein Aufdrücken zu verhindern.

Fassadenteile aller Bauwerke der Liegenschaft sind sturmsicher zu befestigen, um ein Abreißen zu verhindern. Hier ist es wichtig, besonders Ecken und Überstände zusätzlich zu sichern, da diese die größten und stärksten Angriffsflächen für Windkräfte bieten.

Es muss darauf geachtet werden, dass lose und vom Wind erfassbare Gegenstände entfernt oder gesichert sind, da diese erhebliche Schäden verursachen, sobald sie vom Wind mitgerissen werden und gegen Gebäudeteile prallen.

Nach Stürmen müssen die Liegenschaftseigentümer Torbefestigungen und Fassadenelemente kontrollieren und schadhafte Stellen sofort ausbessern. Diese Maßnahme verhindert, dass ausgeschlagene, gelockerte, angebrochene Bauteile bei folgenden Windbelastungen bereits unter der geforderten Widerstandsfähigkeit zum Versagen führen, und damit Folgeschäden nach sich ziehen.



(a) Verstärkte Sicherung großer Tore gegen Winddruck



(b) Zusätzliche Bodenhalterung der seitlichen Tore eines Vierseithofes verhindern das Aufreißen der Tore und somit weitere schwere Folgeschäden

Abbildung 29: Verbesserungen

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Neubauten

Bei Neubauten sollte, wenn vorhanden, auf Erfahrungen von benachbarten älteren, unbeschädigten Gebäuden zurückgegriffen werden. „Alesbare“ Hinweise alter Liegenschaften sind:

- Gebäudeausrichtung und Geographische Positionierung
- Dachform
- Fassadengestaltung
- Anordnung der Bauwerke
- Gebäudehöhe

Öffnungen, die in Richtung der Hauptwind- und Wetterrichtung ausgebildet sind, sollten wenn möglich klein und robust ausgeführt werden. Ein gänzlich Vermeiden wäre möglicherweise sinnvoll, aber wahrscheinlich nicht im Sinne des Wohlbefindens der Bewohner. Für Stallungen stellt dies aber eine Alternative für eine effiziente Schadensprävention dar. Bei modernen Stallungen, welche anstatt mit Fenstern nur mit windbrechenden Netzen geschützt werden, muss eine ausreichende Festigkeit der Windnetze gefordert, sowie in weiterer Folge mit erhöhtem Innendruck gerechnet werden. Welche Auswirkung die zusätzlichen Kräfte des Innendrucks haben, muss in einer weiteren Untersuchung betrachtet werden.

Eine Dimensionierung der Bauteile auf den Stand der bestehenden Normen muss vorausgesetzt werden.

Besteht die Möglichkeit Windschutz durch bestehende Bäume oder Wälder zu erhalten, sollte diese genutzt werden, mit Bedacht auf ausreichende Fallwege für eventuell umstürzende Bäume. Vorgelagerte Kuppen oder Senken können ebenfalls effektiven Windschutz bieten.



Abbildung 30: In Bezug auf mögliche Windbelastung schwache Verankerungen des Hochsilos - oftmals PVC mit geringem Eigengewicht, erhöht das Risiko

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Bestandsbauten

Um Schwachstellen noch vor Schadenseintritt zu erkennen, sind Kontrollgänge bei geringeren Windgeschwindigkeiten durchzuführen. Allfällige bauliche Unzulänglichkeiten sind aufzuzeichnen, um in weiterer Folge mit einem Fachmann abzuklären, ob und welche Maßnahmen notwendig sind.

Eine zusätzliche Verstärkung bei Schwachpunkten der Tragstruktur wäre eine Möglichkeit um höheren Belastungen standzuhalten. Hier sind vor allem oft nachträgliche Sogsicherungen empfehlenswert. Diese Methode kann aufgrund der Gegebenheiten bei Bestandsbauten Probleme darstellen, da Stellen an denen Verstärkungen angebracht werden müssen, nur schwer oder mit großem Aufwand zugänglich sind.

Bei den Besichtigungen der 300 Liegenschaften ist aufgefallen, dass oft zwischen Dachtragstruktur und den Mauerbänken eine geringe oder mangelhafte Sogsicherung vorhanden ist.

Bei ausgebauten Dachstühlen ist dies eine meist unzugängliche Stelle, darum sollte hier vor der Ausführung eine Wirtschaftlichkeitsprüfung mit genauen Untersuchungen durchgeführt werden. Bei Renovierungs- oder Umbauarbeiten muss jedoch immer Bedacht auf mögliche Verstärkungen gelegt werden. Mehrkosten fallen demnach meist durch das Einbauen von eventuell fehlenden Verstärkungen oder Verankerungen an.

Bei Stallungen, welche in einer offenen Ständerbauweise ausgeführt sind, ist bei Bedarf eine nachträgliche Verstärkung in jedem Fall anzuraten.



(a) Abheben des Dachstuhls wird durch eine zusätzliche Verbindung mit dem Mauerwerk verhindert



(b) Mögliche Ausführung einer Ständerbausicherung

Abbildung 31: Sogsicherungen

## 6.2.2 Außenhülle - Dächer

### Einwirkung

Beim Anprall von Trümmern unterliegen Dächer ähnlichen Gesetzmäßigkeiten wie zuvor bei den Fassaden beschrieben. Eine zusätzliche Angriffsfläche bieten Dachvorsprünge und Überstände.

Dachform, -neigung und Eindeckungsart beeinflussen unter Windbelastung erheblich die Größe der Kräfte.

### Mögliche Versagensformen

Bei Dächern mit einer Neigung  $< 25^\circ$  wirken auf der gesamten Dachfläche Windsogkräfte. Bei Dachneigungen von  $25^\circ$  bis  $40^\circ$  kann es auf der windzugewandten Seite entweder zu Sog- oder Druckkräften an der Dachhaut und den Überständen kommen.

Dächer mit einer Neigung  $> 40^\circ$  haben auf der windzugewandten Seite Druckkräfte und auf der windabgewandten Seite Sogkräfte. Die Sogkräfte entstehen in allen Fällen durch den Strömungsabriss am First.



Abbildung 32: Konstruktiv bedingte Staudruckzone, Dachvorsprung nicht verschalt

Durch bauliche Gegebenheiten können an Vordachunterseiten zu den bereits wirkenden Sogkräften zudem noch Staudruckkräfte entstehen.

Welche Bauteile am stärksten von den Sogkräften betroffen sind, hängt auch von der Eindeckungsform ab. Je dichter die Dachhaut (Blecheindeckung, großflächige Faserzementplatten, etc.) desto größer werden die Zugkräfte in der darunterliegenden Dachtragstruktur. Übersteigen die abtreibenden Kräfte die aufnehmbare Zugkraft der Tragstruktur, wird diese zusammen mit der Dachhaut abgerissen. Bei luftdurchlässigeren Dächern wie Ton- oder Betonschindeldächern, werden hingegen „nur“ einzelne Ziegel herausgerissen. Dieser Vorgang passiert so lange, bis der Wind wieder durch die Dachhaut zirkulieren kann

und keine genügend große Sogkraft mehr aufgebaut werden kann. Eine Häufung von Schäden sind in First-, Grad-, und Dachvorsprungsnähe erkennbar, da die exponierte Lage und die an diesen Stellen entstehenden Verwirbelungen zusätzlich erhöhte Kräfte aufweisen.

Beim Auftreffen von Trümmern auf die Dachhaut sind ähnliche Schadensbilder wie bei den Fassaden zu erkennen.

### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Aus den Erkenntnissen der Besichtigungen ist ableitbar, dass die sturmresistenteste Dachform das „Oberösterreichische Vier-Blatt“ ist. Das Walmdach hat ebenfalls durch die gebrochenen Seitenflächen aerodynamische Vorteile. Eine Verschalung der Dachunterseiten bei Dachvorsprüngen ist anzustreben, weil dadurch der Wind nicht direkt die Dacheindeckung angreifen kann und somit ein Abheben vor allem bei Ton- und Betonsteindächern verhindert wird.

Die Pultrichtung bei einseitig geneigten Dächern sollte so gewählt werden, dass die Hauptwindrichtung Druck auf die Tragstruktur ausübt.

Zonen in First-, Grad-, und Dachvorsprungsnähe benötigen besonderen Schutz. Eine normierte Befestigung ist erst in der voraussichtlich Mitte April 2011 erscheinenden ÖNORM B 2219 - Dachdeckerarbeiten Standard. Es ist also wichtig, betroffene Bauwerke nach dem Auftreten von Schäden entsprechend der neuen, angeführten Norm für Dachdeckerarbeiten und der Herstellervorgaben nachzurüsten.



Abbildung 33: Typische Windschäden an Tonziegeldächern infolge mangelhafter Verankerung der Ziegel

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Neubauten

Die Ausrichtung und Form der Dachhaut ist bei Neubauten frei wählbar. Anzustreben ist eine aerodynamische Form, die Windsogstellen bewusst konstruktiv vermeidet. Bei Überdachungen von Eckbereichen, wie zum Beispiel Terrassen, muss darauf geachtet werden, dass keine außenliegenden Staudruckzonen geschaffen werden.



Abbildung 34: Staudruck unter dem Vordach, da der Wind nicht entweichen kann

Die auszuführende Dachhaut muss bei der Planung berücksichtigt werden, um eine bedarfsgerechte Berechnung von abtreibenden Kräften zu gewährleisten. In weiterer Folge ist bei der Verlegung der Dachhaut darauf zu achten, dass die Befestigungen normgemäß ausgeführt werden.

Dachform, Dachneigung und typische Gebäudeanordnungen für den oberösterreichischen Raum (Vierseithof, Vierkanthof) sollten Windkanalversuchen unterzogen werden, um einen effizienten Windschutz entwickeln zu können, dies wäre eine, im Sinne der Prävention, weitere wissenschaftliche Arbeit.

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Bestandsbauten

Wird die Dachhaut erneuert oder ersetzt, muss bei einer Veränderung darauf geachtet werden, dass möglicherweise erhöhte Zugkräfte auftreten. Ist dies der Fall, muss auch die Tragstruktur dementsprechend verstärkt werden. Speziell bei den Verbindungen von Dachtragstruktur und Wandelementen muss eine diesbezügliche Überprüfung stattfinden.

Bei Bestandsbauten sollte auf die unterschiedlich hohen Krafteinleitungen auf die Dacheindeckungsausführungen Rücksicht genommen werden, um bei Bedarf entsprechende Nachrüstungen auszuführen.

## Einwirkung

Solarthermie- und Photovoltaikanlagen die über der Dachhaut aufgeständert werden, bewirken zusätzliche Sogkräfte, die die Dachtragstruktur ableiten muss.

## Mögliche Versagensformen

- Abreißen der Paneele und Schädigung der Dachhaut
- Abreißen der gesamten Dachtragstruktur



Abbildung 35: Hagelschaden durch TORRO 6 Solarpaneel

## Verbesserungsmöglichkeiten

Da Stallungen und Hallen große Flächen bieten, werden sie oft genutzt um Energiegewinnungssysteme zu tragen. Das zusätzliche Montieren der Anlagen führt einerseits zu einer Eigengewichtszunahme der Dachhaut, andererseits zu einer erhöhten Windangriffsfläche aufgrund der zusätzlich montierten Paneele. Bei der Montage auf Neubauten muss in Form einer ausreichenden Dimensionierung der Befestigungen darauf geachtet werden, dass die Kräfte abgeleitet werden können.

Bei Bestandsbauten sollte ein Nachweis der Tragstruktur auf Druck- und Sogbelastung erfolgen um Problemstellen mit hohem Schadensausmaß zu vermeiden.

### 6.2.3 Bäume

#### Einwirkung

Bäume werden durch Sturm entwurzelt oder brechen ab.

**Mögliche Versagensformen** Bäume können auf verschiedene Weise Schäden verursachen, abhängig von der Höhe der Bruchstelle und dem Grund des Bruches:

- Werden die Bäume entwurzelt und ist der Abstand des Wurzelstocks zum Gebäude derart gering, dass Wurzeln bis unter das Tragwerk reichen, können Fundamente mitgerissen werden. Je nach Größe der Schädigung kann dies bis zu einem Tragfähigkeitsverlust der darauf befindlichen Wand führen. Diese Schädigungen können auch bei einer Fallrichtung parallel oder abgewendet vom Gebäude auftreten. Wird der Baum entwurzelt und fällt in Richtung des Gebäudes, so können zusätzlich zu den Fundamentschäden an Fassaden- und Dachstruktur auch noch weitere Beschädigungen durch den Baum selbst verursacht werden.
- Bricht der Baum in einer gewissen Höhe ab, werden die Fassade und je nach Höhe des Baumes und der Bruchstelle auch das Dach beschädigt.
- Kabelleitungen werden um- oder abgerissen, als Folge können die Dachständer ebenfalls über ihre maximale Tragkraft belastet werden und dadurch abbrechen.



Abbildung 36: Im Falle einer Entwurzelung des Baumes könnte es zu einer Fundamentzerstörung führen

### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Da Bäume eine „wachsende Gefahr“ darstellen, sollten sie regelmäßig auf Höhe und Gesundheit überprüft werden. Erreicht der Baum eine Höhe, bei der eine Gebäudeschädigung bei einem Bruch eintreten kann, muss er gefällt werden.

Abstände zu möglicherweise vorhandenen Kabelleitungen, welche über Dachständer mit den Gebäuden verbunden sind, müssen bedacht werden. Wird die Leitung beispielsweise durch den Baum beschädigt, kann diese den Dachständer mitreißen und Schäden an der Außenhülle verursachen.

Eine Bepflanzung nahe an Außenwänden ist generell zu vermeiden, da durch diese eine stete Zerstörung der Wände eintritt, die Folgeschäden unterschiedlichen Ausmaßes nach sich zieht.

Die Anordnung von windbrechender Bepflanzung, wie Obstgärten oder Baumreihen, unter Einhaltung des nötigen Sicherheitsabstandes kann dabei helfen, Windböen abzuschwächen.

Werden natürliche Schutzmaßnahmen als Präventivmaßnahmen gesetzt müssen folgende Punkte bedacht werden:

- Zeitdauer bis diese Maßnahme wirksam wird, da diese durch das Pflanzenwachstum gegeben ist.
- Alter, Art und Dichte der Bepflanzung
- Jahreszeit (Laubbäume bieten im Winter weniger Schutz)
- Höhe und Form



(a) Schutzwald



(b) Der Obstgarten mit genügend Abstand dient als effiziente Schutzform für den Hof, der im Hintergrund sichtbar ist

Abbildung 37: Bepflanzung



#### **6.2.4 Baulich bedingte Gefährdungsstellen**

Einflussfaktoren welche die Windgeschwindigkeit und Staudruck betreffen sind im EC-1 [7] geregelt. Bei Neubauten, welche in neu erschlossenem Bauland errichtet werden, sollten aber zusätzlich zu den Normen auch die örtlichen Gegebenheiten bedacht werden. Der Grund dafür, warum dies derart explizit erwähnt wird, liegt darin, dass aufgrund des freien Marktes, auch gänzlich ortsfremde Firmen Bauwerke errichten und somit vor allem kleinräumige Gegebenheiten nicht kennen. Dieses Fehlen an Information kann zu einem Risikopotenzial führen, das meist erst nach Fertigstellung erkannt wird und dann nachträglich behoben werden muss.

Um Informationen von standortspezifischen Gegebenheiten zu erhalten, sind ansässige Landwirte, Waldbesitzer oder auch örtliche Bauunternehmen und Feuerwehren sowie Gemeindebaudirektionen wichtige Informationsquellen.

### 6.3 Einwirkung Naturerscheinung Hagel

Der Lastfall Hagel ist in der österreichischen Normierung nicht vorhanden. Hagel ist im weitesten Sinn eine Stoßbelastung, welche die Gebäudeaußenhülle mit unterschiedlicher Intensität, abhängig von der Größe der Hagelkörner, trifft. Eine Größeneinteilung und Referenzobjekte für Hagelkörner sind in Tabelle 2a beschrieben. Die Auftreffenergie in Abhängigkeit vom Aufprallwinkel ist in Punkt 5.6.2, Abbildung 19 gezeigt.

Maßgebende Faktoren für die Belastung von Gebäuden sind:

- Hageldauer
  - Die Dauer des Hagelschlages beeinflusst die Summe der Hagelschläge und die damit verbundene Energie pro Fläche, die von den Bauteilen aufzunehmen/abzuleiten ist.
  - Durch die plötzliche Abkühlung von Gebäudeoberflächen bei Hagelgewittern, müssen die betroffenen Materialien bezüglich Festigkeitsverlust, Sprödbruch und ähnlichen Materialeigenschaften genauer untersucht werden.
- Einfallrichtung
  - Sie bestimmt welche Teile des Gebäudes betroffen werden (Dach und/oder Fassade).
  - Sie kann während der Einwirkung variieren.
- Auftreffwinkel auf das Gebäude
  - Bestimmt die Intensität der Einwirkung auf die Bauteile.
- Hagelkornformen
  - Große Varianz
  - Kugelähnlich bis länglich
  - Scharfkantige aber auch abgerundete Auswüchse und Formen möglich
  - Gewicht ist maßgebend für die Zuordnung der Hagelkornklasse

#### Wiederkehrperioden

Für die Schädigungswirkung an sich haben die Wiederkehrzeiten keine Auswirkung. Erwähnt werden sie aber deshalb, da die Wiederkehrperioden von weniger als 10 Jahren zwischen den letzten beiden wirtschaftlich bedeutenden Hagelschlägen in Österreich hohe Versicherungsleistungssummen verursachten.



Um eine bessere Einschätzung für Betroffene und Versicherer zu erhalten, müssen nach dem Vorbild der Schweiz [18] Aufzeichnungen erstellt werden, die regionsbezogene Wiederkehrperioden im Zusammenhang mit dem Durchmesser der Hagelkörner darstellen. Diese Daten könnten einen Ausblick dafür geben, wo räumliche Risikozentren bestehen. Einer möglichen Bemessung müsste eine Studie in ähnlicher Form vorausgehen. Zum momentanen Zeitpunkt liegen für Österreich keine Statistiken der ZAMG auf, wie häufig die Wiederkehrperioden und Intensitäten in den nächsten Jahren sein könnten. Im Anhang A.1.8, Tabelle 7 ist in Anlehnung an die TORRO-Klassifizierung eine weitere Vergleichstabelle bezogen auf Gebäudeschäden angeführt. Die Einteilung der Bruchgrenzen mit den zugehörigen Beispielen von Baumaterialien sind von der Schweizer Wegeleitung [12] und dem Schweizer Hagelregister adaptiert und übernommen, da es in Österreich keine Referenzdaten gibt.

### **6.3.1 Materialeigenschaften unterhalb der Belastungsgrenzen bei Hagelschlag**

#### **Einwirkung**

Hagelschlag von TORRO-Klassen, die noch keine Zerstörung der Bauteile mit sich bringen.

#### **Mögliche Versagensformen**

Neben dem Versagen der Funktionalität kann Hagel auch zu erheblichen optischen Schäden führen.

Einige dieser Schäden sind:

- Dellen
- Absplitterungen
- Kerben
- Strukturschäden durch Abschlagen von exponierten Kanten von verschiedensten Materialien (Holz, Verputz, Metalle, Kunststoffe)
- Farbveränderungen/Abschlagen des Farbanstriches
- Mikrorisse



(a) Verputzabsplitterungen zufolge eines Hagelschlages



(b) Hagelschaden durch TORRO 6 an Blecheindeckung, nur optischer, aber kein funktioneller Schaden

Abbildung 38: Hagelschäden

### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Die genannten Beschädigungen sind differenziert zu betrachten, zu behandeln und zu beheben.

Die unangenehmsten nachhaltigen Schäden sind Mikrorisse, da diese meist erst nach einigen Jahren erkannt werden, obwohl die Funktionalität des Bauteiles nicht mehr zur Gänze gewährleistet ist. Dellen, Absplitterungen und Strukturschäden, sind meist rein optische Schäden und beeinflussen die Funktionalität des Bauteiles nicht. Dennoch sollte versucht werden, auch diese Schäden zu vermeiden, da sie bei der Reparatur erhebliche Kosten verursachen.

Möglichkeiten zum Schutz:

- Kunststoffabdichtungsbahnen bei Aufbordenungen, Brüstungen mit widerstandsfähigen Materialien schützen (meist Blech)
- Dacheindeckung überprüfen und beschädigte Elemente ersetzen
- Glasdicken der äußeren Scheiben erhöhen
- Strukturschäden an Holzfassaden und Holzrahmen können, wenn sie ein ausreichend dickes Profil aufweisen, durch Schleifen repariert werden
- Dellen bei Blecheindeckungen können mittels Vakuumverfahren entfernt werden
- Rollläden können mit einer Koppelung von Hagelwarneinrichtungen rechtzeitig hochgezogen werden



### 6.3.2 Die Außenhülle

#### Einwirkung

Hagelschlag mit/ohne Windeinwirkung während des Hagelereignisses.

#### Mögliche Versagensformen

Schäden durch Hagelschlag an Dacheindeckungen und Fassaden sind abhängig von:

- Resistenz der Dacheindeckung
  - Art
  - Alter/Alterungseffekte
  - Wartungszustand
- Windgeschwindigkeit
- Windrichtung
- Dachneigung
- Unterkonstruktion der Dacheindeckung
- Positionierung der Liegenschaft

#### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Um resistenterer Materialien zu entwickeln sind bei Hagelschlag in erster Linie die Hersteller der Produkte gefordert. Mögliche Verbesserungen wären:

- Erhöhen der Bauteildicken
- Schutz gegen Alterungseffekte
- Verwenden von Bewehrungen
- Erhöhen der Elastizität der Bauteile

Steilere Dachstühle wirken sich positiv auf das Schadensbild aus, da im schlimmsten Fall zwar die Luvseite eine Totalzerstörung erfahren kann, die Leeseite hingegen durch die Steilheit eine abweisende Wirkung für die auftreffenden Hagelkörner darstellt.

Dachüberstände bieten ebenfalls Schutz für die Fassade.

Bei Wärmedämmverbundfassaden, welche im Zuge von thermischen Sanierungen immer häufiger die Außenwände darstellen, sind vor allem Hersteller gefordert widerstandsfähigere Systeme zu entwickeln.

Bei Lichtkuppeln und anderen exponiert gelegenen und hagelschlagempfindlichen Bauteilen empfiehlt es sich Hagelschutzgitter anzubringen.

### Einwirkung

Die Hagelkörner sind groß genug um die Dachhaut zu durchdringen. Das Gewitter wird durch Regenfälle begleitet.

### Mögliche Versagensformen

Die Dachhaut wird zerstört, in Folge werden dadurch die darunterliegenden Gebäudeteile durch eindringenden Regen durchfeuchtet. Folgeschäden an durchfeuchteten Decken und Wandelementen können Schimmelpilz oder Vermorschungen auslösen.



(a) Vollständige Zerstörung einer Platteneterniteindeckung durch Hagel TORRO 5



(b) Vollständige Zerstörung einer Welleterniteindeckung durch Hagel TORRO 5

Abbildung 39: Hageldurchschläge

### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Ein Unterdach kann dabei helfen, das Gebäude vor großen Wassereintritten zu schützen. Wie hoch die Ansprüche an die Dichtigkeit der Unterdachkonstruktion in Relation zu den entstehenden Kosten sein soll, muss noch genauer untersucht werden.

Ein trittsicheres Unterdach kann bei kurzfristigen Reparaturen nach Hagelschlägen die Sicherheit der Arbeiter enorm erhöhen. Auch beim Wiederaufbau der Dachhaut ist ein Unterdach eine Arbeitserleichterung und sollte somit zum Stand der Technik gehören.

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Neubauten

Bei Neubauten ist ein Unterdach generell anzustreben.

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Bestandsbauten

Wird die Dachhaut derart zerstört, dass das Dach neu gedeckt werden muss, ist es ebenfalls anzustreben ein Unterdach zu errichten.



## 6.4 Einwirkung Schnee

Die Einwirkung Schnee beziehungsweise die Schneelasten sind im EC-1 [6] normativ geregelt. Aufgrund vieler Schäden, hervorgerufen durch hohe Schneelasten, wurden die Bemessungsschneelasten im Jahr 2006 angehoben. Generell ist Schnee eine kalkulierbare Belastung für Gebäude, sofern Lawineneinwirkungen außer Betracht gelassen werden. Die Bemessungs- und Lastfallkombinationen im EC-1 basieren auf den Hauptfaktoren:

- Seehöhe des Standortes
- Schneelastzonen (in Österreich 1 bis 4)
- Form des Bauwerks
- Windverfrachtung

Weitere bestimmende Faktoren bei der Betrachtung von Ereignissen mit Schnee sind:

- Schneefallintensität und Schneefalldauer
  - Bestimmen den Schneezuwachs am Dach pro Zeiteinheit
  - Eine große Intensität bedeutet weniger Zeit für Gegenmaßnahmen wie zum Beispiel eine Dachschneeräumung
- Schnee Eigengewicht
  - Ist variabel innerhalb der Schneedecke
  - Nimmt mit der Liegedauer in der Regel zu
  - Ist standortabhängig
  - Schneewasserwert beschreibt die tatsächliche Schneelast, unter Berücksichtigung des Schneedeckenaufbaues am Dach
    - \* Entspricht dem äquivalenten Wasserwert der am Dach vorhandenen Schneedecke
    - \* Gibt Aufschluss über die tatsächliche Belastung für das Dachtragwerk
- Windverhältnisse / Topographie
  - Windverfrachtungen spielen eine große Rolle bei der Homogenität der Ablagerungen
  - Werden in der Norm mit Lastmodellen berücksichtigt

- Frost- / Tauperioden
  - Bestimmen die Vereisung des Daches
  - Bestimmen die Durchnässung der Schneedecke
  - Können zu einer Behinderung der Dachentwässerung führen
- Dachkonstruktion
  - Kann der Schnee allseitig frei abgleiten
  - Schneefänger ja/nein
  - Reibungswiderstand und Neigung der Dachhaut
  - Wärmedämmeigenschaften des Daches
  - Gebäudenutzung
- Tragwerk
  - Muss den Druck der zusätzlichen Schneelasten vom Dach über das Gebäude in die Fundamente leiten
- Vorwarnzeit
  - Werden die Grenzen der Tragfähigkeit des Tragwerkes erreicht, aber noch weiterer Schneefall oder Regen prognostiziert, bestimmt die Vorwarnzeit jene Dauer die verbleibt, um Gegenmaßnahmen setzen zu können.



### **Einwirkung**

Schneelast mit/ohne Windeinwirkung übersteigt die Bemessungslasten.

### **Mögliche Versagensformen**

Die zusätzliche Belastung des Daches durch die Schneelast kann ein Versagen hervorrufen bei:

- Dachtragstruktur
- Gesamttragwerk
- Einzelne Bauteile (Sparren, Pfetten, Stützen)

Da die meisten Dachstühle Holzkonstruktionen sind, ist ein spröder und dadurch plötzlicher Bruch der Bauteile zu erwarten. Dies birgt besonders hohe Gefahren für die eventuell darunter befindlichen Personen oder schützenswerte Gegenstände. Auch bei Dachräumungseinsätzen ist auf diese Gefahr hinzuweisen und dementsprechende Absturzsicherungen sind zu verwenden.

### **Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten**

Regelmäßige Kontrollen, ob augenscheinliche Vermorschungen auftreten, oder sonstige Gefahrenstellen durch Frost/Tauwechsel bestehen, können die Gefahr von Schneedruckschäden mindern.

Gibt es Wassereintrittsstellen, sind diese unverzüglich zu beheben, um Frost- und Feuchtigkeitsschäden zu verhindern.

Dies gilt auch für Schneeablagerung direkt an den Hausmauern, um eine zusätzliche Druckbelastung zu vermeiden.

### **Verbesserungsmöglichkeiten bei Neubauten**

Werden Neubauten gemäß den EC-Belastungen berechnet und ausgeführt, stellt Schneedruck eine unbedeutende Gefahr für Tragstrukturen dar.

### **Verbesserungsmöglichkeiten bei Bestandsbauten**

Bei Bestandsgebäuden, vor allem bei Stallungen, sind Dachstühle oft alt und unterdimensioniert für extreme Schneelasten. Bei Nutzungsänderungen sollte immer darauf geachtet werden, dass durch bauliche Änderungen keine Veränderung für das Abgleiten des Schnees hervorgerufen wird.

Bei der Erneuerung der Dachhaut sollten eventuell beschädigte Bauteile ausgetauscht oder verstärkt werden.

Werden nachträglich Schneefänger montiert, führt dies zu einer erhebliche Zunahme der Belastung durch Schnee, welche die Tragwerksteile möglicherweise nicht aufnehmen können. Dem kann nur im Zuge der Dacherneuerung entgegengewirkt werden, indem die Dachtragkonstruktion verstärkt wird, um größere Schneelasten aufnehmen zu können. Wird dies ausgeführt, muss aber auch die darunterliegende Tragstruktur (Wände, Stützen) auf ihre statische Tragfähigkeit hin überprüft werden, um ein Versagen zu verhindern.

### **Einwirkung**

Der Schnee rutscht durch sein Eigengewicht von der Dachkonstruktion.

### **Mögliche Versagensformen**

Schneerutschungen sind abhängig von der Dachform, Dachhaut und eventuellen Abrutschsicherungen. Durch ein einseitiges Abrutschen entstehen unsymmetrische Lasteinwirkungen. Zudem kann der abgerutschte Schnee horizontale Lasten auf die Seitenwände verursachen.

Ein Abrutschen des Schnees tritt in der Regel erst bei Dächern mit einer Neigung > 25 Grad auf.

### **Einwirkung**

Frost/Tauwechsel führen zu Vereisungen der Entwässerungseinrichtungen und der Dachhaut

### **Mögliche Versagensformen**

- Durch das Vereisen von Dächern kann der Schnee am Dach haften. Eine mögliche Erhöhung der Schneelast ist die Folge.
- Eislasten verbiegen / brechen Dachentwässerungen ab.
- Flachdächer mit Attikaumrandung können bei einem Vereisen der Entwässerung hohe Lasten erfahren. Wird der Notüberlauf auch vereist droht ein unkontrolliertes Abrinnen von Wasser.
- Schmelzwasser folgender Tauperioden wird zu Stauwasser.
- Abbrechendes Eis stellt ein hohes Risiko für Personen dar.



### **Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten**

Wichtig ist das Beobachten von Frost/Tauwechsel.

Ein Abschlagen der Eislasten im Traufenbereich verhindert Schäden an Personen und am Bauwerk. Kontrolle von Entwässerungssystemen bei Flachdächern und eine Traglastbemessung für ein mögliches Vollfüllen des Flachdaches.

### **Einwirkung**

Die Schneelasten sind bereits äquivalent der maximalen Traglast, Gefahr droht wenn laut Wettervorhersage kein Abklingen der Schneeschauer gemeldet, beziehungsweise Regenschauer prognostiziert werden, die ein weiteres Ansteigen der Schneelast zur Folge hätten.

**Präventivmaßnahmen** Ein Schneeräumplan inklusive Maßnahmen zur Feststellung der Tragfähigkeitsgrenzen sollte Teil der statischen Berechnung sein, um so ein rasches Handeln im Notfall zu ermöglichen. Der Plan muss im Notfall gefahrenfrei zugänglich sein. Die Tragfähigkeitsgrenzen könnten mittels Durchbiegungsindikatoren kontrolliert und überwacht werden.

### **Notmaßnahmen**

1. Ermittlung der zulässigen Traglast des vorhandenen Tragwerks, durch einen Bau-sachverständigen.
2. Möglichst genaue Messung der Schneehöhe um ein Abschätzen der Schneelast zu ermöglichen. Eventuelle Ermittlung des Schneewasserwertes.
3. Vergleich von maximaler Traglast mit der einwirkenden Belastung.
4. Wetterprognose bei der ZAMG einholen.
5. Bei Gefährdung von Personen die Räumung der Gebäude veranlassen.
6. Wenn nötig, geschultes Fachpersonal mit der Räumung der Dachfläche beauftra-gen. Beim Räumen auf statische Gegebenheiten der Tragstruktur Rücksicht neh-men.
  - a) Das Räumen des Vordaches führt bei einem Tragsystem mit Kragarm zu einer zusätzlichen Belastung im Hauptfeld des Trägers
  - b) Einseitiges Räumen führt zu unsymmetrischen Belastungen
  - c) Dynamische Belastungen beim Betreten und Arbeiten vermeiden

- d) Anstehenden, geräumten Schnee von den Seitenwänden entfernen, um einseitigen horizontalen Druck auf die Wände zu vermeiden
- e) Kamine können bereits durch Scherkräfte abgebrochen und dadurch instabil sein
- f) Abstände zu Stromdachzuleitungen beachten



## 6.5 Einwirkung Starkregen - Oberflächenwasser

An dieser Stelle sei erwähnt, dass bei den Empfehlungen eine Abgrenzung zwischen drei Formen von Wasserauftritt unterschieden wird:

1. Überschwemmungen von Grundstücken, aufgrund von intensivem Regen mit oder ohne Wassereintritt in das Gebäude
  - Der Auslöser für Überschwemmungen sind intensive Regenfälle in einem kurzen Zeitraum
2. Grundwasser
  - Der Anstieg ist von vielen Faktoren abhängig, hier einige Beispiele:
    - Jahreszeitenschwankung
    - Langandauernde Regenfälle
    - Niederschlagsmengen
    - Veränderung der Wasserleitung in den wasserführenden Schichten
3. Überschwemmungen durch ausufernde Bäche, Flüsse oder Seen
  - Wirtschaftlich hohes Schadenspotenzial
  - Diese Art von Überschwemmungen wird in dieser Studie nicht betrachtet weil Gefahrenpläne (HORA) flächendeckend vorhanden sind.

Maßgebende Faktoren, welche Starkregenereignisse beschreiben und gliedern, sind:

- Niederschlagsintensität
  - Die Intensität bestimmt die Menge an Niederschlagswasser pro Zeiteinheit und Fläche. Die Daten für eine Bemessung können aus den Daten der Siedlungswasserwirtschaft herangezogen werden, wo mit Hilfe der Niederschlagsmengen die zu erwartenden und von der Kanalisation aufzunehmenden Wassermengen berechnet werden. Eine derartige Regelung für Oberflächenwasserentwässerungen ist derzeit noch nicht vorhanden. Es bedarf aber noch genaueren Untersuchungen welche Regenspende für die Bemessung herangezogen werden sollte, um eine Wirtschaftlichkeit der Entwässerungen zu erhalten. Jedoch sollte aus den Erkenntnissen der Studie sichtbar werden, dass sich die Intensität, welche für die Bemessung herangezogen wird, an einem Ereignis mit einer Wiederkehrperiode größer 50 Jahren richten sollte. Für die Bemessung von Dachentwässerungen werden momentan Intensitäten einer 15-jährigen Wiederkehrperiode angenommen, mit dem Hinweis darauf, dass ein unkontrolliertes Abfließen durch Überfüllung der Leitungen auftreten kann.

- Niederschlagsdauer
  - Die Niederschlagsdauer ist jener Zeitraum in der die Niederschlagsmenge auftritt.
- Vorgeschichte
  - Die Vorgeschichte ist insofern ein bestimmender Faktor, da es Unterschiede beim Wasserabfluss auf der Erdoberfläche gibt, in Bezug auf Wassersättigung und Rauigkeit der obersten Schichten.
  - Durch die Besichtigungen der 300 Liegenschaften während der Studie wurde erkannt, dass es beim Auftritt von intensiven Regenereignissen auf trockenem Boden keinen Unterschied gibt, ob die Bodenbeschaffenheit des Untergrundes sickerfähig oder nicht sickerfähig ist. Vielmehr waren die Oberflächenentwässerung und die zugehörigen Abflussbeiwerte abhängig von der Form der Bebauung (Agrarkulturen). Der Grund für diese Erkenntnis könnte darin liegen, dass Starkregenereignisse, meist in kurzer Zeit auf trockenen Boden treffen und daher die obersten Schichten wenig bis kein Wasser in den Boden leiten, womit eine Wasseraufnahme verhindert wird. Verstärkt wird dieser Effekt noch durch hohe Fließgeschwindigkeiten.
  - Eine volle Wassersättigung des Bodens kann bereits vor Eintritt des Starkregens erreicht sein. Hier wird das ganze Meteorwasser an der Oberfläche abgeleitet.
- Fließgeschwindigkeit
  - Die Fließgeschwindigkeit kann in unbebautem steilen Gelände (ca. 5 - 10%) Bereiche von über 2 m/sec erreichen. In flachem Gelände beträgt die Geschwindigkeit unter 2 m/sec [12].
  - Die Geschwindigkeit ist auch abhängig von der Beschaffenheit der Oberflächen und dem damit verbundenen Abflussbeiwert.
  - Versiegelte Flächen weisen noch höhere Geschwindigkeiten auf, da eine Wasserleitung ermöglicht wird.
- Rückstauenebene
  - Die Rückstauenebene bildet jenes Niveau, auf das das Wasser ansteigen kann. Diese Ebene sollte Schutzmaßnahmen überragen, um die Gefährdung durch Wasser abwenden zu können.

- Vorwarnzeit
  - Bestimmt jene Zeit, die bis zum Eintreten des Starkregens verbleibt, um eventuell mögliche und nötige Gegenmaßnahmen zu setzen.
  - Die Vorwarnzeit ist bei Starkregen sehr kurz, da die Vorhersagemöglichkeiten und die Ausbildung der Abflussbildung im Ereignisfall rasch erfolgen. Daraus muss gefolgert werden, dass nur permanente Objektschutzmaßnahmen gegen Oberflächenwasser wirksam sind und daher auch nur solche auszuführen sind.

### 6.5.1 Eintrittsmöglichkeiten von Wasser in Gebäude als Folge von Starkregenereignissen

- Rückstau aus überfüllten Entwässerungskanälen
- Oberflächenwasser durchsickert ungedichtete Außenwände
- Türen und Fenster
- Durchdringen der Fassade bei Starkregen mit Sturm
- Kanalarückstau in die Gebäude wenn keine Rückschlagklappe ausgeführt ist
- Unkontrolliertes Ableiten von Wasser aus vorgelagerten Liegenschaften



Abbildung 40: Wassereintrittsstelle mit einer Erhöhung der Lichtschächte nach Schaden. Vor dem Schaden gab es diese Erhöhung der Lichtschächte nicht.

## 6.5.2 Objektpositionierung

### Einwirkung

- Das Gebäude befindet sich in einer Hanglage.
- Das Gebäude befindet sich in einer Senke, Ebene beziehungsweise einem Talauslauf.

### Mögliche Versagensformen

- Kurzzeitiger Wasserrückstau durch:
  - Wasser aus umliegenden Wiesen, Wäldern, Agrarflächen
  - Dachabfluss
  - Platzabfluss der unmittelbar zum Gebäude gehörenden Flächen
  - Hagelschlag, der TORRO-Klassen < 3 kann durch ein Einschwemmen Entwässerungssysteme verstopfen und so die Wasserableitung be- oder verhindern
  - Durch hohe Fließgeschwindigkeiten kann/wird Unrat mit dem Wasser zu den Entwässerungen transportiert und kann diese verstopfen
- Hanglage
  - Oberflächenwasser kann durch einen möglichen Rückstau auf der Hangseite zu einer Überflutung des Gebäudes führen.
  - Bei dichter Ausführung der Außenwand entsteht abhängig von der Stauhöhe eventuell hoher Druck, welcher zu einem Versagen der Wandtragfähigkeit führen kann.
- Senke / Talauslauf / Ebene
  - Regenwasser wird von allen Seiten zum Gebäude geleitet.
  - Der Wasserablauf beschränkt sich meist auf eine Richtung, was bei einer Verklauung dieses Abflussweges zu hohen Rückstauhöhen führen kann. Dies wiederum erhöht die Belastungen für das Tragwerk und die Abdichtungselemente.



### **Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten**

Verbesserungsmöglichkeiten, um die Gefahr von Oberflächenwasser zu begrenzen, sind individuell an das Gebäude anzupassen. Aufgrund der Verklausungsgefahr ist es aber ratsam, auch bei Gebäuden, die in einer Hanglage erbaut werden, die Gefahren, die ein Gebäude in einer Senke betreffen, zu berücksichtigen. Dies ist der Grund dafür, dass die Vorschläge der Verbesserungsmöglichkeiten nicht gesondert einzelnen Positionierungen zugeordnet sind.

- Lichtschächte und andere in das Gebäudeinnere führende Bauteile mit einer Antrittsstufe versehen. Die Höhe der Stufe richtet sich nach der maximalen Rückstauenebene und muss diese überragen. Ist die Rückstauenebene nicht sofort erkennbar, sollte der höchste Punkt, der einen natürlichen Wasserabfluss verhindern kann, als Referenz herangezogen werden.
- Abdichtungen von Fenstern und Türen im Erd- und Kellergeschoß, so gestalten, dass bei dichten Fenstern und Türen die anliegenden Bauteile ebenfalls der Wasserbelastung standhalten.
- Möglicher unkontrollierter Dachwasserabfluss kann Probleme an Fassadenelementen verursachen.
- Entwässerungssysteme von Lichtschächten und Kellern, können durch den Rückstau der Entwässerungsleitungen überflutet werden. Dies kann aufgrund eines Anstieges des Vorfluters passieren, wenn die Höhenlage des Kellers und jene des rückgestauten Vorfluters gleich sind. Auch durch Verstopfungen in den Entwässerungsleitungen kann eine Vollenfüllung und dadurch resultierend Rückstau entstehen.
- Regelmäßiges Warten und Reinigen der Entwässerungsleitungen, Dachrinnen und Ähnlichem sind ein wichtiger Beitrag zum präventiven Schutz gegen Oberflächenwasser.
- Versiegelungen rund um das Gebäude sind möglichst zu vermeiden, da dieses Wasser abgeleitet werden muss und so zusätzliche Wassermengen in den Leitungen verursacht. Auch die Vorfluter, also Bäche und Flüsse, werden durch eine Versiegelung von Grünflächen zusätzlich belastet und können so noch schneller kritische Pegelstände erreichen.
- Beobachten von Veränderungen in der Umgebung des Gebäudes
  - Änderung der Agrarnutzung
  - Anschüttungen / Abtrag von Materialien auf dem Grundstück
  - Änderungen bei den Bebauungs- und / oder Versiegelungsverhältnissen der Umgebung

### Verbesserungsmöglichkeiten bei Neubauten

Vor allem bei der Positionierung der Liegenschaften kann und muss bei Neubauten durch den Planer eingegriffen werden, um konstruktiv Wassereintritte zu vermeiden. Wird Wasser drainiert, so muss darauf geachtet werden, dass eventuell tiefer gelegene Anwesen nicht geschädigt werden.

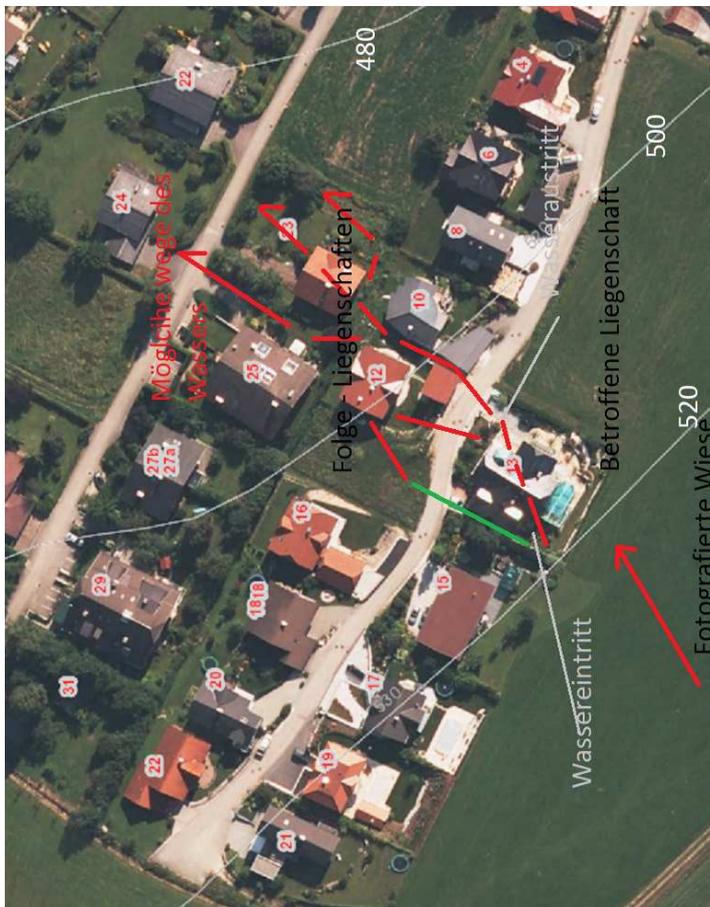


Abbildung 41: Wasserlauf - Draufsicht; Schädigung von mehreren Liegenschaften durch unkontrolliertes Ableiten von Oberflächenwasser

### 6.5.3 Grundwasserbelastungen

#### Einwirkung

Auftriebskräfte von Grundwasser

#### Mögliche Versagensformen

- Aufschwimmen von unbefestigten Erdtanks, die ein Leergewicht besitzen, welches geringer ist, als die Auftriebskräfte des Wassers.
- Sind die Tanks gegen ein Aufschwimmen gesichert, darauf achten, dass die Halterungen und der Tank den Auftriebskräften schadensfrei standhalten können.
- Befindet sich der Tank unter der Bodenplatte, kann diese durch ein Aufschwimmen des Tanks beschädigt werden.



(a) Pelletstank mit 11m<sup>3</sup> Fassungsvermögen nach dem Einbau im Herbst



(b) Pelletstank wie in Abbildung 42a im folgenden Frühjahr nach Anstieg des Grundwasserspiegels

Abbildung 42: Wasserauftriebskräfte

- Durch das Aufschwimmen können Versorgungsleitungen die zu oder vom Tank wegführen, abreißen. Dadurch möglicher Austritt von:
  - Heizöl
  - Gas
  - Aufquellen von Lagergütern mit der Folge von enormen Druckkräften auf die Tankaußenhaut (z.B. Holzpellets)

- Erdverlegte Entwässerungsleitungen
  - Sind die Rohre bei einem Anstieg des Grundwassers bis über die Rohroberkante leer oder nur teilgefüllt, kann dies zum Aufschwimmen oder Verformen des Rohres führen. Tritt dieser Fall ein, werden die Rohre undicht, verengt oder zerstört und in weiterer Folge ist eine planmäßige Entwässerung nicht mehr möglich. Die Folgen daraus können Rückstau oder Verstopfung sein.
- Ansaugrohre von Unterdrucksystemen (Pellets, Energiekorn)
  - Abgerissene Leitungen zwischen Lagerraum und Heizeinheit können einen Wassereintritt ermöglichen, was ein Aufquellen der Lagergüter zufolge hat.
- nicht permanent genutzte Wasserleitungen
  - Entleerung im Winter- und der Grundwasseranstieg im Frühling vor Wiederinbetriebnahme können ein Abreißen bewirken.

### **Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten**

Sind die Grundwasserverhältnisse nicht aus Erfahrungen bekannt, sollten diese mittels Gutachten erhoben werden. Werden Sicherungen benötigt, so sind diese resistent gegen Wasser auszuführen und die Stabilität des gesicherten Objektes (Tank, Lagerraum) im Leerzustand zu prüfen um ein eventuelles Verformen oder Einschnüren zu verhindern.

## 6.5.4 Straßengefälle

### Einwirkung

Starkregen, der meist von freien Flächen auf Straßen gelangt, wird durch die Straßen kanalisiert und zu Gebäuden geleitet. Bei unzureichender Planung kann es passieren, dass die Wassermengen in die Gebäude eindringen.

### Mögliche Versagensformen

- Wasser dringt durch Öffnungen in die Liegenschaften ein
- Überfüllung von Entwässerungsleitungen



Abbildung 43: Wassereintritt ins Wohngebäude und oder Garage bei Verstopfung der Gitterrinne (Rigol) durch angeschwemmten Hagel, Unrat, etc.

### Allgemeine Verbesserungsmöglichkeiten

Bei Zufahrten in Tiefgaragen können Ausbildungen von Mulden einen sicheren Schutz vor Oberflächenwasser, bei gleichzeitigem Erhalt der Funktionalität, darstellen. Sind keine natürlichen Maßnahmen möglich sind temporäre Schutzmaßnahmen wie zum Beispiel Wehre, oder Sandsäcke eine Alternative. Temporäre Maßnahmen sind aber zu vermeiden, da diese meist zu spät wirksam werden beziehungsweise voraussetzen, dass sie bei Bedarf errichtet werden.

### **Verbesserungsmöglichkeiten bei Neubauten**

Bei Neubauten muss darauf geachtet werden, dass das Niveau von Gebäudeöffnungen höher liegt als die mögliche Rückstauenebene des zufließenden Wassers. Die Ausführung sollte so ausgebildet sein, dass eine zusätzlich aufgebrachte, erneuerte oder verstärkte Asphaltdecke keine Veränderung der Gegebenheiten zur Folge hat.

Wird der Keller nachträglich eingeschüttet, ist bei der Hinterfüllung darauf zu achten, dass die Entwässerungsleitungen nicht beschädigt oder verlegt werden.

### **Verbesserungsmöglichkeiten bei Bestandsbauten**

Ein nachträgliches Erhöhen von Lichtschächten ist auch hier eine effektive und kostengünstige Möglichkeit um Schäden zu vermeiden. Ein regelmäßiges Spülen der Entwässerungsleitungen kann Verstopfungen vermeiden.



## 7 Schlussbetrachtung

Mit den in dieser Arbeit gezeigten Auswirkungen der Klimaveränderung soll gezeigt werden, dass es in Zukunft immer wichtiger sein wird, sich über den EC-1 hinaus über konstruktive Sicherheitsaspekte Gedanken zu machen. Genau für dieses „Zukunftsszenario“ sollen die Ergebnisse und Aufschlüsselungen eine fundierte Basis bilden, um so den Bauherren eine Anregung zu geben, sich zusätzlich zu den gesetzlich geforderten Standards Gedanken zu machen, gegen welche Einwirkungen ein Gebäude resistent sein muss.

Weiterhin ist die genaue Berechnung und Ausführung gemäß den geltenden Normen und Richtlinien zu beachten. Jedoch liegt bei diesem Punkt oft das Problem, dass Extremereignisse, welche Naturkatastrophen in der Regel darstellen, in den Berechnungen nur schwer erfasst werden können. Werden sie doch berücksichtigt, kann dies zu großen Unwirtschaftlichkeiten bei der Bauwerkerrichtung führen. Der scheinbar logische, aber auch riskante Ausweg für dieses Problem endet mit dem Verzicht auf Zusatzmaßnahmen, womit die Basis für potenzielle Schäden gelegt wird. Um dies zu verhindern soll diese Arbeit Planern helfen, Einzelauftritte über Normen und Richtlinien hinaus, richtig einzuschätzen und zu berücksichtigen.

Durch das Illustrieren von Schäden und zugehörigen Statistiken aus den Punkten 4 und 5 wird gezeigt, dass Handlungsbedarf besteht. Die gesehenen und gezeigten Schäden sollen dazu auffordern, aus den bereits vorhandenen Problemen für die Zukunft zu lernen. Das Ergebnis einer solchen Betrachtung sollte sein, den allseits bekannten Satz „Das kann mir nicht passieren!“ aus den Köpfen der Bauherren und Planer zu verbannen.

Die in Kapitel 6 beschriebenen Möglichkeiten dienen als Referenz, um sich ein Bild zu machen, wie und worauf sich präventive Maßnahmen ausrichten können. Da diese Veränderungen meist mit zusätzlichen Kosten verbunden sind, kann diese Studie dabei helfen, bei Mehrkosten fachlich argumentieren und begründen zu können.

Das Ergebnis sollte eine Planung mit Weitblick sein, die bedenkt, dass in Österreich Gebäude generell mit einer Lebenserwartungsdauer von über 40 Jahren gebaut werden und so die Gebäude adaptiv und zeitangepasst für die Zukunft gestaltet werden müssen.

## Abbildungsverzeichnis

1	Temperaturänderung [11] . . . . .	3
2	Regionale Einteilung [13] . . . . .	6
3	Regionen Österreichs, in denen gleichzeitig Starkniederschläge auftreten [13] . . . . .	17
4	Versicherungsleistungen von Hagelschäden der OÖV von 1992 bis 2009; 100% entsprechen € 61.103.817,82 . . . . .	22
5	Anzahl der Hagelschläge . . . . .	23
6	Kosten pro TORRO-Klasse . . . . .	25
7	Vergleich Versicherungsleistungen - TORRO-Klassifizierung . . . . .	25
8	Hagelkarte laut OÖV- und ZAMG Daten . . . . .	30
9	Hagelkarte laut ZAMG . . . . .	30
10	Kostenverteilung bezogen auf die Schadensereignisse . . . . .	31
11	Optische Beurteilung der Liegenschaften in Bezug auf die Außenhülle der Wohngebäude . . . . .	33
12	Aufgliederung der Versicherungsleistungen der 300 besichtigten und be- schädigten Objekte bezogen auf ihre Ursache . . . . .	34
13	Detaillierte Aufgliederung der Schadensursache, bezogen auf die Anzahl der 300 besichtigten Liegenschaften . . . . .	35
14	Zusammensetzung von Versicherungsleistungen . . . . .	37
15	Marktverteilung der Dacheindeckungstypen . . . . .	39
16	Verteilung der Versicherungsleistungen . . . . .	40
17	Spezifische Verteilung der Versicherungsleistungen von 3,95 Mio.€ bezo- gen auf die einzelnen Eindeckungstypen . . . . .	41
18	Energiegewinnungssysteme - vorhanden an 34% der besichtigten 300 Ob- jekte . . . . .	45
19	Joule pro TORRO-Klasse und Auftreffwinkel . . . . .	47
20	Verteilung der 75% mit Gefahrenpotenzial, bezogen auf das Erbauungs- jahr . . . . .	50
21	Gefährdung durch Bäume . . . . .	51
22	Zu geringer Abstand zwischen Bewuchs und Gebäude. . . . .	51
23	Positionierung der Liegenschaften . . . . .	52
24	Landschaftliche Gegebenheiten erhöhen (zum Beispiel) das Sturmrisiko . . . . .	52
25	Schadensrisiken . . . . .	53
26	Gesamtverteilung der Versicherungsleistungen von € 16.363.989,00 der 1.150 Schadensakte nach Zahlungsart . . . . .	54
27	Positionierung der Gebäude und Einflüsse der Naturgewalten . . . . .	60
28	Durch Wind ausgeschlagene Türverankerungen . . . . .	61



29	Verbesserungen . . . . .	62
30	In Bezug auf mögliche Windbelastung schwache Verankerungen des Hochsilos - oftmals PVC mit geringem Eigengewicht, erhöht das Risiko . . . . .	63
31	Sogsicherungen . . . . .	64
32	Konstruktiv bedingte Staudruckzone, Dachvorsprung nicht verschalt . . . . .	65
33	Typische Windschäden an Tonziegeldächern infolge mangelhafter Verankerung der Ziegel . . . . .	66
34	Staudruck unter dem Vordach, da der Wind nicht entweichen kann . . . . .	67
35	Hagelschaden durch TORRO 6 Solarpaneel . . . . .	68
36	Im Falle einer Entwurzelung des Baumes könnte es zu einer Fundamentzerstörung führen . . . . .	69
37	Bepflanzung . . . . .	70
38	Hagelschäden . . . . .	74
39	Hageldurchschläge . . . . .	76
40	Wassereintrittsstelle mit einer Erhöhung der Lichtschächte nach Schaden. Vor dem Schaden gab es diese Erhöhung der Lichtschächte nicht. . . . .	85
41	Wasserlauf - Draufsicht; Schädigung von mehreren Liegenschaften durch unkontrolliertes Ableiten von Oberflächenwasser . . . . .	88
42	Wasserauftriebskräfte . . . . .	89
43	Wassereintritt ins Wohngebäude und oder Garage bei Verstopfung der Gitterrinne (Rigol) durch angeschwemmten Hagel, Unrat, etc. . . . .	91
44	Verteilung von Unterdächern . . . . .	100

## Tabellenverzeichnis

1	Beaufortskala [2] . . . . .	12
2	TORRO-Klassen [19] . . . . .	14
3	Vergleich der Gesamtschäden der Jahre 2000 und 2009 indexiert auf das Jahr 2010 . . . . .	26
4	TORRO-Klasse 5 gesonderte Auswertung . . . . .	28
5	Hagel bezogen auf Windspitzen . . . . .	46
6	Ableitung von Böenspitzen in Bezug auf die EC-Lasten . . . . .	48
7	TORRO- Klassen und ihre Schädigung an Gebäuden [8] . . . . .	102

## Literaturverzeichnis

- [1] *Auwirkungen des Klimawandels im Winterhalbjahr*. [http://www.munichre.com/de/profile/focus/climate\\_change/research/climate\\_change\\_in\\_central\\_europe/effects\\_during\\_the\\_winter\\_half-year.aspx](http://www.munichre.com/de/profile/focus/climate_change/research/climate_change_in_central_europe/effects_during_the_winter_half-year.aspx)[Stand:15.07.2010]
- [2] *Beaufortskala*. <http://www.deutscher-wetterdienst.de/lexikon/index.htm?ID=B&DAT=Beaufort-Skala>[Stand:21.10.2010]
- [3] *Klima - Definition*. <http://www.zamg.ac.at/klima/klimadaten/index.php>[Stand:21.10.2010]
- [4] *Konsequenzen der Erderwärmung*. [http://www.atmosphere.mpg.de/enid/627a32ebce9046c07c730604d5b7aa95,0/Klimawandel\\_2\\_\\_7\\_IPCC\\_spezial/F\\_\\_Konsequenzen\\_der\\_Erwaermung\\_659.html](http://www.atmosphere.mpg.de/enid/627a32ebce9046c07c730604d5b7aa95,0/Klimawandel_2__7_IPCC_spezial/F__Konsequenzen_der_Erwaermung_659.html)[Stand:19.11.2010]
- [5] *ÖNORM B 4119 Planung und Ausführung von Unterdächern und Unterspannungen*
- [6] *ÖNORM EN 1991-1-3 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten und nationale Ergänzungen*
- [7] *ÖNORM EN 1991-1-4 Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-4: Allgemeine Einwirkungen - Windlasten Nationale Festlegungen zu ÖNORM EN 1991-1-4 und nationale Ergänzungen*
- [8] *TORRO-Klassifizierung*. <http://www.torro.org.uk>[Stand:20.12.2010]
- [9] BLÜTHGEN, J. ; WEISCHET, W. : *Allgemeine Klimageographie*. Bd. 2. de Gruyter, 1980
- [10] CASTELLARI, S. : Natural Hazards Report. In: *ClimChAlp* 1 (2006), S. 313
- [11] CIPRA: Klimawandel und Alpen. In: *alpMedia* 3 (2002), S. 11
- [12] EGLI, D. T.: *Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren*. Vereinigung Kantonalen Gebäudeversicherungen, 2007
- [13] FORMAYER, H. ; CLEMENTSCHITSCH, L. ; HOFSTÄTTER, M. ; KROMP-KOLB, H. : *Vorsicht Klima!* In: *Global 2000* 1 (2008), S. 103
- [14] FORMAYER, H. ; EITZINGER, S. ; NEFZGER, H. ; SIMIC, S. ; KROMP-KOLB, H. : *Auswirkungen einer Klimaveränderung in Österreich*. Institut für Meteorologie und Physik, 2001
- [15] HOHMANN, R. ; PFISTER, C. ; FREI, C. : *Extremereignisse und Klimaänderung*. In: *OcCC Bericht: Wissensstand und Empfehlungen* 1 (2003), S. 15

- 
- [16] IPCC, A. .. ; IPCC (Hrsg.): *Klimaänderung 2007 Wissenschaftliche Grundlagen*.  
Lebensministerium, 2007
- [17] RE, S. : *Naturgefahrenschäden Österreich*. – OÖV
- [18] SCHIESSER, D. H.-H. : Wiederkehrperioden von schadenbringenden Hagelkorn-  
größen - eine Abschätzung. Studie erstellt im Auftrag der Präventionsstiftung ver  
VKF. (2006), S. 25
- [19] ZAMG: Hagelschadensereignisse Sachschäden. In: *Hagelschadensereignisse*  
(2007), S. 2



## **A Anhang**

### **A.1 Mögliche Erklärungen für nicht eindeutig belegbare Punkte laut Verfasser**

#### **A.1.1 Alterungseffekte**

Es ist aus den 300 Besichtigungen hervorgegangen, dass vor allem alte Eternitdächer sehr schlechte Resistenzwerte in Bezug auf Hagel aufweisen, was zu erheblich größeren Schäden führte als bei neuwertigen Faserzementplatten. Weiters wurden Unterschiede bei neuen und alten Eternitplatten - also mit und ohne Asbestanteil - erkannt.

#### **A.1.2 Erläuterung zu Herstellungsprozessen**

Es ist aus Erfahrungen bekannt, dass vor allem Tonprodukte großen Schwankungen unterliegen. Diese Schwankungen entstehen durch die Unregelmäßigkeiten des Basisstoffes Ton. Auch der Brennvorgang hat enormen Einfluss auf die Festigkeit der Bauteile. Bei einer Liegenschaft aus den 300 besichtigten Objekten, konnte dies teilweise festgestellt werden. Die Besonderheit lag darin, dass diese Liegenschaft mit gleichalten Tonziegeln verschiedener Herstellermarken eingedeckt war. Nach einem Hagelschlag war der Zerstörungsgrad zwischen den Tonziegeln unterschiedlich.

#### **A.1.3 Marktverteilungen**

Eine mögliche Erklärung für die abweichenden Anteile bei der Besichtigungsauswertung zu den gezeigten Prozentangaben der Marktanteile von Betonsteindeckungen, könnte darin liegen, dass der oberösterreichische Markt traditionell sehr stark vom Tonziegel geprägt ist.

Dieses Übergewicht in Oberösterreich wird sich aber bei einem Vergleich mit dem österreichischen Gesamtmarkt etwas abschwächen. Es konnten aber keine Daten gefunden werden, die eine prozentuelle Verteilung von Dacheindeckungen für das Land Oberösterreich zeigen.

#### **A.1.4 Verteilung der Unterdächer**

Der momentane Bestand an Unterdächern wird in Abbildung 44 gezeigt. Diese Grafik stellt aber nur einen Überblick über die bestehenden Wohngebäude dar. Bei Gebäuden mit untergeordneter Nutzung sind Unterdächer kaum vorhanden. Grund hierfür sind die meist großen Dachflächen bei Stallungen und Ähnlichem, die hohe Kosten durch Anbringung von Unterdächern verursachen würden.

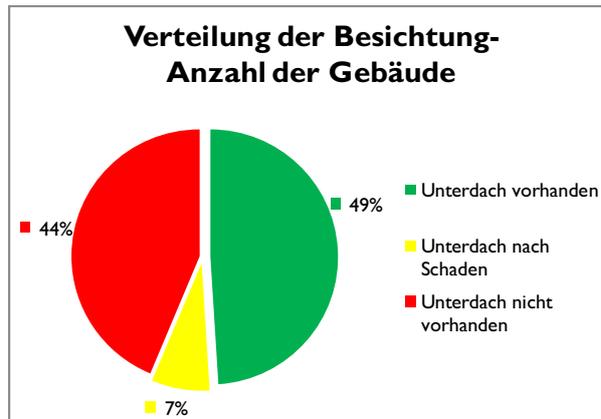


Abbildung 44: Verteilung von Unterdächern

Gründe warum es anzustreben ist, Unterdächer bei den Gebäuden vorzusehen:

- Wasserschäden an den Gebäuden können vermieden werden und so wird für eventuell folgende Ereignisse Vorsorge getroffen.
- Bei vielen Hagelschäden war die Höhe der Versicherungsleistungen so groß, dass ein Unterdach bei angemessener zusätzlicher Eigenleistung finanzierbar gewesen wäre.
- Ist die Dachhaut aufgrund der hohen Schäden komplett zerstört und somit zu entfernen, sollte im Zuge dieser Sanierung ein Unterdach errichtet werden.

#### A.1.5 Solarthermie und Photovoltaik

- Um absolute Gewissheit über die Aussagekraft der Auswertungen betreffend der Energiegewinnungssysteme zu erhalten, müsste eine separate Studie mit einer größeren Stichprobenanzahl veranlasst werden. Augenscheinlich und in Bezug auf Aussagen der Eigentümer konnte aber eine größere Resistenz der Photovoltaikanlagen festgestellt werden, was die Ergebnisse trotz geringer Auswertungsanzahl widerspiegeln.
- Laut Firma MEA- Solarthermie beträgt der Marktpreis für eine Hausphotovoltaikanlage zwischen € 16.000,00 und € 25.000,00. Im Vergleich dazu betragen die Neukosten für Solarthermieanlagen ca. € 15.000,00. Dieser Vergleich zeigt, dass die Hagelresistenz der Solarthermieanlagen geringer ist als die der Photovoltaikanlagen, welche Hagelschlagsimulationen unterzogen wurden.



### **A.1.6 Oberflächenwässer**

Erklärungen für diesen Negativtrend bei Neubauten kann mit begrenzten Raumverhältnissen und der Positionierung von Bauplätzen erklärt werden.

### **A.1.7 Grauzonen der Hagelkorngrößen und ihre Schädigungswirkungen**

- Windeinwirkungen sind ein sehr beeinflussender Faktor dafür, wie und mit welcher Geschwindigkeit ein Hagelkorn auf Oberflächen auftrifft.
- schwankende Materialeigenschaften
- Alterungseffekte der Materialien
  - Materialien verlieren sehr rasch ihre Anfangsfestigkeit
- Dachformen und ihre Ausrichtung haben eine Auswirkung auf die Auftreffrichtung.
- Die Dachneigung der betroffenen Fläche bezogen auf den Auftreffwinkel spielt eine entscheidende Rolle.
- Erhebliche Temperaturveränderungen vor Beginn des Hagelschlages
- Alterungseffekte der Dachhaut sind sehr entscheidend. Es gibt aber derzeit keine Daten, die dies genauer definieren.
- Größenangaben von unregelmäßigen Hagelkörnern können schwer vereinheitlicht werden und hängen somit in einem hohen Maß von der messenden Person ab.
- Intensitäten, Häufigkeiten und Verteilung der Hagelkörner unterliegen großen Schwankungen

Mit Bezug auf die Punkte 5.6.2 und 4.4:

All diese Positionen könnten zur Quantifizierung und Präzisierung Bestandteil einer detaillierten Folgestudie sein.

### A.1.8 Schädigungswirkung von Hagel

Intensitäts- klasse	Hagelkorn- durchmesser in [mm]	Beschreibung der möglichen Schäden
H 0	5	Hagelschlag, Größe der Körner wie Erbsen, kein Schaden
H 1	5 bis 15	Blätter mit Löchern, abgeschlagene Blütenblätter
H 2	10 bis 20	Blätter von Bäumen und Pflanzen abgeschlagen; Gemüse und Getreide mit Druckstellen und Verletzungen.
H 3	20 bis 30	Einige wenige Glasscheiben in Treibhäusern, Glasglocken und/oder Oberlichter zerbrochen; Kerben bei Holzzäunen; Farbe auf Fenstersimsen abgekratzt; Dellen an Wohnwaagen; Löcher in Plexiglasdächern; Gereidehalme gebrochen und Samen zermalmt.
H 4	25 bis 40	Einige Fensterscheiben bei Häusern und/ oder Windschutzscheiben bei Fahrzeugen geborsten und/ oder große Rissbildung. Treibhäuser weitgehend beschädigt; einige Dachpappendächer mit Löchern; Farbschäden an Wänden und Fahrzeugen, weiche Karosserien mit sichtbaren Einschlägen (Beulen); kleine Äste an Bäumen abgeschlagen; deutliche Einschläge auf festem Boden.
H 5	30 bis 50	Einige Tonziegel zerbrochen; viele Fenster eingeschlagen; verstärkte Fensterscheiben zerbrochen; sichtbare Dellen an Blechdächern; Holzteile mit Dellen; Risiko von ernsthaften oder tödlichen Verletzungen für Kleintiere; große Äste von Bäumen abgerissen.
H 6	40 bis 60	Viele Tonziegel zerbrochen; Schindel und Strohdächer aufgerissen; Wellblechdächer und einige Metaldächer mit tiefen Rillen; Sichtmauerwerke leicht beschädigt; hölzerne Fensterrahmen abgebrochen.
H 7	50 bis 75	Schindel- und viele Tonziegeldächer zerstört. Dachsparen/ Unterdach sichtbar; Sicht- und Steinmauerwerke mit Abplatzungen; Metallfensterrahmen abgebrochen.
H 8	60 bis 90	Betonziegel zersprungen; Metall-, Ziegel- und andere Schindeldächer zerstört; ernsthafte Verletzungsgefahr von Personen im Freien.
H 9	> 80	Betonwände mit Abplatzungen; Betonziegel weitestgehend zerbrochen; Lebensgefahr für Personen.
H 10	> 100	massive Schäden

Tabelle 7: TORRO- Klassen und ihre Schädigung an Gebäuden [8]



## **A.2 Datenbasis der 1.150 Schadensakte**

Ziel dieser Ermittlung durch die OÖV war es, eine genauere Analyse über Schadenszahlungen nach Schadensursache und Leistungsarten zu erhalten. Schon derzeit werden Schadenszahlungen nach Gebäude oder sonstigen Zahlungsarten aufgeteilt, wobei bei Katastrophenereignissen erfahrungsgemäß eine höhere Ungenauigkeit auftritt. Zielsetzung der gegenständlichen Studie war es, eine tiefgreifende Analyse zu erstellen, um zusätzlich Unterschiede bei Schäden an Bauwerken und bezogen auf sonstige versicherte Gefahren je nach Schadensursache zu untersuchen.

Die Auswahl wurde wie folgt getroffen:

- 500 Hagelschäden aus dem Jahr 2009
- 500 Sturmschäden aus dem Jahr 2008 durch die Stürme: Emma und Paula
- 150 Schneedruckschäden aus dem Jahr 2006

Eine Analyse von Hochwasserschäden ist aufgrund der bestehenden Versicherungssummenbegrenzung nicht möglich.

65% der auserwählten Hagelschäden sowie 50% der Sturm- und 80% der Schneedruckschäden schlugen mit einer gesamten Versicherungsleistung je beschädigtem Gebäude zwischen € 5.000,00 bis € 50.000,00 zu Buche.

### A.3 Fragebogen für die Besichtigung der 300 Liegenschaften

Erhebungsfragebogen erstellt von _____ Datum _____	
<b>Versicherungsnehmer:</b>	
Risikoadresse _____	
Gemeinde _____	Bezirk _____
GPS-Koordinaten _____	
HORA Daten _____	Seehöhe in Meter _____
<b>Fragen an den Kunden</b>	
Hatte das Objekte bereits Sch (A)Sturm (B)Hagel (C)Schneedruck (D)Hochwasser (E)Oberflächenwasser	
Ersatz des Schadens (A) Versicherer (B)Eigen (C)Land od. Bund	
Objektlage (A)große Ebene, freistehend (B)in Senke od. Talaulauf (C)Hang (D)Kuppe (E)Sonstiges	
Gefährdung durch Starkregen (A)Ackerfläche (B)Strassengefälle (C)Wiese (D)Wald (E)Sonstige (F)Nein	
Bodenbeschaffenheit (A)sickerfähig (B)nicht sickerfähig	
Lage an Gewässer (A)fließendem Gewässer (B)stehenden Gewässer (C)Nein	
Besteht Verklauungsgefahr (A)Brücke (B)Rohr (C)Sonstiges (D)Nein	
Anmerkungen:	

Objekt Nr.	Anmerkungen	A	B	C	D	E	F
verbaute Fläche für Wohnraum im EG _____ 1.OG _____ 2.OG _____							
verbaute Fläche im Erdgeschoß							
verbaute Fläche 1. Obergeschoß							
verbaute Fläche 2. Obergeschoß							
verbaute Fläche im Kellergeschoß							
Dachgeschossfläche ausgebaut in %							
Garagenanteil im EG, wenn im Gebäude integriert							
Gebäudehöhe über niedrigstem Erdniveau bis höchsten Dachpunkt							
Lage Heizraum (A)im Keller (B)im EG (C)seperat (D)sonstiges							
Heizungsart (A)Öl (B) Gas (C)Feststoff (D)Pellets (E)Elektrisch (F)Sonstiges							
Energieausweis (A) Nein (B) Kat. A, B (C) sonst.							
Schwimmbaden (A)Nein (B)unter Erdniveau (C) über Erdniveau							
Schwimmbadabdeckung/-überdachung (A)Nein (B)JA							
Solaranlage _____m2 (A)Nein (B)Dach integr. (C) nicht integr. (D)am Grund (E)auf Fassade							
Photovoltaikanlage _____K (A)Nein (B)Dach integr. (C) nicht integr. (D)am Grund (E)auf Fassade							
Rückstauklappe im Kanal bzw. Abwassersystem (A)Nein (B)JA							
Hochwasserschutz (A)Nein (B)JA							
Hochwasserschutz JA (A)Lichtschächte (B)Fenster (C)Türöffnungen (D)Einfriedung							
Hochwasserschutz (A)mobil (B)permaent (C)natürlich gegeben							
Hang- und Platzentwässerung (A)Nein (B)JA							
sonst. Sicherheitseinrichtung (A)Nein (B)JA, welche _____							

Fortsetzung Objekt Nr.	Anmerkungen	A	B	C	D	E	F
Errichtungsjahr Gebäude (A) ab 1995 (B)älter 1995 (C)älter 1970 (D)älter 1900							
(A) innerhalb der letzten 15 Jahre totalsaniert							
Gebäudenutzung (A)bewohnt (B)unbewohnt (C)bewirtschaftet (D)unbewirtschaftet							
Bauweise (A) Massivbauweise (B) Gemischtbau (C)Holzbau (D) Fertigteilbau-Holzriegelbauweise (E)Niedrigenergie-, Passivhaus							
Fassade (A) Mauerputz (B)Vollwärmeschutz (C)Eternit-Kunststoff (D)Holz							
Blechfassade (A) Vertikal (B) Horizontal							
Dachform (A)Satteldach (B)Walmdach (C) Pultdach (D)Flachdach (E)Sonstige							
Bei Flachdach Attika (Übermauerung) (A)Nein (B)JA							
Bekiesung vorhanden (A)Nein (B)JA							
Hochzug (A) Folie (B) Bitumen							
Dacheindeckung Alt (A)Betonziegel (B)Tonziegel (C)Eternit (D)Welleternit (E)Holzschindel							
Dacheindeckung Alt2 (A)Foliendach (B)Villas od. Dachpappe (C)Blech (D)Prefa (E)sonst. Eindeckung							
Dacheindeckung Neu/Bestand (A)Betonziegel (B)Tonziegel (C)Eternit (D)Welleternit (E)Holzschindel							
Dacheindeckung Neu/Bestand (A)Foliendach (B)Villas od. Dachpappe (C)Blech (D)Prefa (E)sonst. Eindeckung							
Kaltdach vorhanden (A)Nein (B)JA (C)Ja Nach Schaden							
Dachneigung (A) < 25° (B) > 40° (C) 25° bis 40°							
Alter/optischer Zustand Dach (A) bis 30 Jahre (B) älter 30 Jahre aber dicht (C) älter 30 Jahre reparaturbedürftig							



Sonstige Informationen				Anmerkungen	A	B	C	D	E	F
Antennenanlage	(A)Nein	(B)gespannt	(C)geerdet							
Blitzschutzanlage	(A)Nein	(B)JA	(C)überprüft							
Strom Dachzuleitung	(A)Nein	(B)JA								
Bauschäden an Umfassungs(Außen)wände	(A)Nein	(B)JA								
fehlende od. beschädigte Dacheindeckung	(A)Nein	(B)JA								
Dachvorsprung vollständig verkleidet (dicht gegen Windangriff)	(A)Nein	(B)JA								
Gibbelwände verschlossen	(A)Nein	(B)JA								
verrostete oder beschädigte Blechteile, Dachrinnen,	(A)Nein	(B)JA								
Vermorschungen oder sonstige Mängel	(A)Nein	(B)JA								
Augenscheinlich unsachgemäßer Umbau	(A)Nein	(B)JA								
Rauchfanganlage, Verkleidung und	(A)Nein	(B)JA								
Sonstige Mängel oder Gefahren	(A)Nein	(B)JA								
Bäume (Gefährdung) neben	(A)Gebäude	(B)Schwimmbecken	(C)Glashaus	(D)Nein						

Objektliste mit Skizze										
Bezeichnung Objekt	Gebäudenutzung / offene Seite vorhanden	(A)Nein	(B)JA							
1)										
2)										
3)										
4)										
5)										
6)										
7)										
8)										

**Skizze oder Bild Doris:**

Nebengebäude 1-X				Anmerkungen	A	B	C	D	E	F
Bezeichnung Objekt	(A)Wohnhaus (B)Stallung (C)Scheune (D)Garage/Maschinenhalle (E)Auszugshaus (F)Sonstiges									
Gebäudenutzung	(A)Wohnung für Eigenbedarf (B)Wirtschaft (C)Betriebsnutzung (D)Wohnung für Vermietung									
Offene Seite vorhanden	(A)Nein (B)Ja									
Dachform	(A)Satteldach (B)Walmdach (C)Pultdach (D)Flachdach (E)Sonstige									
Dacheindeckung Alt	(A)Betonziegel (B)Tonziegel (C)Eternit (D)Welleternit (E)Holzschindel									
Dacheindeckung Alt2	(A)Foliendach (B)Villas od. Dachpappe (C)Blech (D)Prefa (E)sonst. Eindeckung									
Dacheindeckung Neu/Bestand	(A)Betonziegel (B)Tonziegel (C)Eternit (D)Welleternit (E)Holzschindel									
Dacheindeckung Neu/Bestand	(A)Foliendach (B)Villas od. Dachpappe (C)Blech (D)Prefa (E)sonst. Eindeckung									
Kaltdach vorhanden	(A)Nein (B)JA (C)Ja Nach Schaden									

Nebengebäude 2				Anmerkungen	A	B	C	D	E	F
Bezeichnung Objekt	(A)Wohnhaus (B)Stallung (C)Scheune (D)Garage/Maschinenhalle (E)Auszugshaus (F)Sonstiges									
Gebäudenutzung	(A)Wohnung für Eigenbedarf (B)Wirtschaft (C)Betriebsnutzung (D)Wohnung für Vermietung									
Offene Seite vorhanden	(A)Nein (B)Ja									
Dachform	(A)Satteldach (B)Walmdach (C)Pultdach (D)Flachdach (E)Sonstige									
Dacheindeckung Alt	(A)Betonziegel (B)Tonziegel (C)Eternit (D)Welleternit (E)Holzschindel									
Dacheindeckung Alt2	(A)Foliendach (B)Villas od. Dachpappe (C)Blech (D)Prefa (E)sonst. Eindeckung									
Dacheindeckung Neu/Bestand	(A)Betonziegel (B)Tonziegel (C)Eternit (D)Welleternit (E)Holzschindel									

## **A.4 Mögliche legislative Maßnahmen**

Für die von der Oberösterreichischen Landesregierung in Auftrag gegebene Studie, wurden auch legislative Empfehlungen verfasst. Die folgenden Punkte zeigen diese, auf Länderebene möglichen, Umsetzungsempfehlungen.

### **A.4.1 Bebauungsplan**

Im Bebauungsplan sollten bauliche Vorkehrungen zum Schutz der Objekte vorgesehen werden. Diese Maßnahmen dienen dem Schutz von anliegenden Grundstücken und Objekten in Bezug auf Oberflächenwässer und Sturm. Dies wäre insofern erforderlich, da durch Ver- oder Bebauungen teilweise große Schäden an angrenzenden Objekten verursacht werden.

### **A.4.2 Flächenwidmungsplan**

Um eine Bebauung in Risikozonen zu verhindern, müssten die regionsspezifischen Elementarereignisse durch gesetzliche Bestimmungen im Raumordnungsgesetz Berücksichtigung finden. Demzufolge sollten klare Definitionen für eine mögliche oder nicht mögliche Bebauung geschaffen werden.

Momentan sind solche Regelungen fast ausschließlich für den Hochwasserschutz vorhanden, jedoch nur bedingt im Gesetz verankert. Veränderungen im Raumordnungsgesetz würden eine Änderung im Bebauungsplan nach sich ziehen.

Mit einer verpflichtenden Darstellung von Gefährdungsszenarien durch Hangwässer (flächenhafte Darstellung in Form von Karten durch Verschneidung von Geländeneigung, Bewirtschaftungsformen, geogene Risiken, etc.) würde der Bauwerber bereits frühzeitig auf ein Risiko hingewiesen. Der Baubehörde obliegt es dann, dem Bauwerber Vorkehrungen zur Vermeidung bzw. Minimierung von Schadensereignissen aufzuerlegen.

### **A.4.3 Hagelzonenplan**

Die in der gegenständlichen Studie ausgewiesenen Hagelzonen, den jeweiligen zu erwartenden TORRO-Klassen zugeordnet, basieren auf Angaben der OÖV und auch der ZAMG und dienen ausschließlich der Durchführung der IGS-Untersuchungen.

Grundsätzlich muss jedoch ein Hagelzonenplan, welcher in der Folge legislative Bestimmungen auslöst, von einem dafür autorisierten Institut verbindlich erstellt werden. Dazu ist in Österreich ausschließlich die ZAMG - Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien - autorisiert. Es bedürfte eines diesbezüglichen Auftrages an die ZAMG.

#### **A.4.4 Bauordnung**

Gemäß Oberösterreichischer Bauordnung - § 5 Bauplatzbewilligung

1. Über einen Antrag gemäß § 4 hat die Baubehörde einen schriftlichen Bescheid zu erlassen.
2. Die Bauplatzbewilligung kann auch unter Auflagen und Bedingungen erteilt werden, die der Sicherung der im Punkt A.4.1 angeführten Interessen dienen.
3. Grundflächen, die sich wegen der natürlichen Rahmenbedingungen (wie Grundwasserstand, Hochwassergefahr, Steinschlag, Bodenbeschaffenheit, Lawinengefahr, etc.) für eine zweckmäßige Bebauung nicht eignen, dürfen nicht als Bauplätze bewilligt werden.
  - Soweit nicht auf Grund der natürlichen Gegebenheiten gemäß Abs. 3 die Bauplatzbewilligung zu versagen ist, dürfen Bauplatzbewilligungen für Grundflächen im 30-jährigen und im 100-jährigen Hochwasserabflussbereich nur unter der Bedingung erteilt werden, dass Neu-, Zu- und Umbauten von Gebäuden hochwassergeschützt nach Maßgabe des § 27a OÖ. Bautechnikgesetz ausgeführt werden müssen.

Wie aus dem vorher angeführten originalen Gesetzestext ersichtlich, sind die Gefahren

- Hagel
- Sturm
- Starkregen

nicht berücksichtigt.

Aus Sicht des IGS müssen Gefahren bewertet und im Gesetz aufgenommen werden. Entsprechende Fachgrundlagen müssten vom Bauwerber erstellt werden.

#### **A.4.5 Bautechnikgesetz**

Alle erforderlichen technischen Regelungen, die von Bedeutung sind, um die allgemeinen Bedingungen des Gesetzes gegen die Gefahren Wasser, Sturm, Lawine, Muren, Hangrutschungen, Steinschlag, Starkregen und Hagel zu erfüllen, sollten im Bautechnikgesetz bzw. in der Bautechnikverordnung geregelt werden.

Anmerkung:

Eine weitere Möglichkeit, um das Ziel einer Naturkatastrophenprävention zu erreichen, wäre eine allgemeine Definition in der Bauordnung oder im Bautechnikgesetz festzulegen. Die technischen Ausführungsdetails sind dann in Richtlinien analog den Brandschutzrichtlinien - TRVB<sup>16</sup> zu regeln. Um eine Einhaltung der Naturkatastrophen-Richtlinien zu gewährleisten, ist eine Verbindlichkeitserklärung im Gesetz notwendig.

#### **A.4.6 Gefahrenpläne**

Zu unterscheiden sind Gefahrenzonenplanungen nach dem Forstgesetz, die im Flächenwidmungsplan ersichtlich zu machen sind und bereits Gefährdungsszenarien durch Hangwässer darstellen. Die Gefahrenzonenpläne der Bundeswasserbauverwaltung werden erst mit der WRG<sup>17</sup> Novelle 2010 Einzug in ein Gesetz nehmen. Gemäß Auskunft des Amtes der Oberösterreichischen Landesregierung für Umwelt und Wasserwirtschaft werden diese Planungen bereits fast lückenlos bei Neuwidmungen berücksichtigt.

Im Bezug auf Starkregenereignisse und daraus resultierender Gefahren hinsichtlich Oberflächenüberflutungen, sollte in weiterer Folge eine Berücksichtigung im Bauverfahren erfolgen.

Eine Alternativmöglichkeit wäre, eine Vorgangsweise wie in Punkt A.4.5 mit einer eigenen Wasserrechtsverhandlung anzustreben.

#### **A.4.7 Umsetzung der Prävention**

Eine einfache und kostengünstige Variante ist, eine Beratung analog der feuerpolizeilichen Überprüfung in Oberösterreich durchzuführen. Dadurch wäre sichergestellt, dass jedes Objekt hinsichtlich der Gefährdung durch Naturkatastrophen überprüft wird. Sind es doch oft einfache und kostengünstige Aufwendungen, durch die einerseits große Schäden verhindert werden könnten und andererseits immense Schadenssummen nicht zur Auszahlung gelangen müssten – sei es von den Versicherungen (hier könnte sich dadurch für den Einzelnen die Versicherungsleistung verringern) oder von den Katastrophenfonds der jeweiligen Bundesländer, bzw. des Bundes.

---

<sup>16</sup>Technische Richtlinien vorbeugender Brandschutz

<sup>17</sup>Wasserrechtsgesetz