Studie Naturkatastrophenprävention

**Empfehlungen zur Vermeidung von Schäden,
hervorgerufen durch Naturkatastrophen,
anhand von 300 besichtigten Objekten durch IGS
und 1.150 analysierten Schadensakten durch die OÖV**

Erstellungszeitraum 01.06.2010 bis 16.02.2011

erstellt durch

Institut für geprüfte Sicherheit eGen
A-4017 Linz, Petzoldstrasse 45, Tel. (0732 7617-600,Fax 0732 7617-169
www.igs-austria.at

Leiter der Studie
Dir. Dipl.-Ing. Dr. Arthur Eisenbeiss
Dir. Andreas Eckerstorfer[1]

Mitarbeiter
Reinhard Zierler
Josef Reichenberger
Hans Starl
Horst Hauer

Linz, 16. Februar 2011
Ausgabe 1

Kurzfassung

In Oberösterreich sind derzeit circa 352.000 Liegenschaften vorhanden. Davon bildeten 300 Liegenschaften, die aus dem Kundenstock der OÖV [1] stammen, die Basis der gegenständlichen Studie zur Analyse von Schäden, die durch Naturkatastrophen hervorgerufen wurden.
Grundsätzlich ist festzuhalten, dass sowohl die Qualität wie auch die Quantität mit 300 zu überprüfenden Liegenschaften repräsentativ war, da die prozentuelle Schadensverteilung der besichtigten Objekte mit der prozentuellen Verteilung der jährlichen Versicherungsleistungen korreliert.

Die tragenden Verursacher sind:
- Sturm
- Hagel
- Oberflächenwasser

Wesentliche Erkenntnisse aus der Analyse vom Sturm betroffener Objekte:

1. Die qualitativ untersuchten Großschäden zeigten, dass die tatsächlich eingetretenen Windgeschwindigkeiten gemessen durch die ZAMG [2] , über jenen, die normativ vorgeschrieben sind, liegen. Daher sind die Normenwerte den gemessenen Werten anzupassen.

2. Sturmschäden an Dächern sind zum Teil auf die Befestigung der verschiedenen Eindeckungstypen zurückzuführen. Dies bezieht sich im Wesentlichen auf unsachgemäße Ausführungen bei der Eindeckung. Hauptsächlich betroffen sind hier Nebengebäude mit untergeordneter Nutzung.

3. Große Bäume, die zu nahe am Gebäude stehen, stellen ebenfalls ein nicht zu unterschätzendes Risiko dar. (siehe Anhang A.2.9)

4. Die geografische Ausrichtung der Objekte in Bezug auf Hauptwind- und Wetterrichtung findet in vielen Fällen nicht die nötige Berücksichtigung, (siehe Anhang A.2.2)

5. Bemerkung des Autors: Oft war eine mangelnde Berücksichtigung von möglichen Naturkatastrophen der Eigentümer, Bauplaner und Behörde Auslöser für Schäden.

Wesentliche Erkenntnisse aus der Analyse der von Hagel betroffenen Objekte:

1. Die Dacheindeckungen auf dem österreichischen Markt sind grundsätzlich resistent bis maximal TORRO-Klasse 4 oder 5 (siehe Punkt 7.1, Tabelle 6a). Diese Klassifizierung wurde den Unterlagen des VKF [3] entnommen, sowie einer Vergleichsprüfung eines österreichischen Tonziegels und eines österreichischen Betonziegels.

[1] Oberösterreichische Versicherung
[2] Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
[3] Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen

2. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass kein Dacheindeckungshersteller Prüfungen auf Hagelresistenz seiner Produkte durchgeführt hat, was eine Klassifizierung verunmöglicht.

3. Es gibt in Österreich keine verbindliche Hagelkarte, die Basis für eine legislative Maßnahme zur Vermeidung von Schäden sein könnte. Daher wird empfohlen, bei der ZAMG eine Hagelkarte in Auftrag zu geben, um eine rechtsverbindliche Basis für Folgemaßnahmen zu haben. Empfohlen wird einerseits, dass die jeweilige Baubehörde ein möglichst resistentes und der Hagelklasse entsprechendes Dach im Zuge der Baugenehmigung vorschreibt, andererseits, die Versicherungswirtschaft ihre Prämien zwischen Hagel und Sturm trennt und je nach Eindeckungsart und geographischer Lage des zu versichernden Bauwerkes die Prämien anpasst.

4. Wünschenswert ist ein akkordiertes Vorgehen der Dacheindeckungshersteller, da die Hagelresistenz der Bauprodukte erhöht werden muss. Es wäre sinnvoll, die am Markt eingeführten Produkte so zu bezeichnen, dass man die TORRO Resistenz erkennt.

5. Analog zur Regelung von Bauprodukten anderer Art, muss, bei Produkten die einer TORRO-Klasse entsprechen, durch eine Erstprüfung mit Hagelbeschuss und eine laufende Qualitätskontrolle sichergestellt werden, dass eine nachhaltig gute Qualität in Verkehr gebracht wird.

Gegenwärtig existieren nur drei Eindeckungsarten die nachgewiesenermaßen einem Hagel der TORRO-Klasse 7 widerstehen.

- Flachdach mit Bekiesung
- Blechdach mit vollflächiger Unterlage
- Bitumen Schindel

Inhaltsverzeichnis

1 Übersichtsplanung über den gesamten Projektverlauf 6

1.1 Auftraggeber …….. 6

1.2 Ziel – Reduktion von Schäden aus Naturkatastrophen……. 6

1.3 Klimaveränderung…….. 6

2 Grundausbildung von Mitarbeitern in der Schweiz OÖV und IGS 6

3 Ermittlung von 300 Liegenschaften für die Besichtigung 7

4 Ermittlung von 1.150 Schadensakten 7

5 Auswertung von 1.150 Schadensakten 8

5.1 Ergebnisse der Datenanalyse……..... 9

6 Checkliste für die Besichtigung der 300 Liegenschaften 12

7 Widerstandseinteilung der Bauteile 12

7.1 Einteilungsklassen für Hagelkorngrößen……. 13

7.2 Windklasseneinteilung…….. 15

8 Auswertungsvergleich 16

9 Besichtigungsergebnis der 300 Liegenschaften 17

9.1 Besichtigung von 300 Liegenschaften……. 17

9.2 Optischer Zustand…….. 17

9.3 Gesamtschäden……. 18

9.4 Versicherungsleistung pro Schadensfall……. 20

9.5 Dachhaut……. 23

9.5.1 Allgemeine Betrachtungen……... 23

9.5.2 Verteilung der Versicherungsleistungen……. 24

9.5.3 Unterdächer……. 28

9.5.4 Solar und Photovoltaik……. 28

9.6 Hagel……. 29

9.6.1 Hagel bezogen auf Windspitzenwerte……. 29

9.6.2 Abhängigkeit der Schadeneinwirkung in Bezug auf TORRO-Klasse und Auftreffwinkel……. 30

9.7 Sturmbelastungen…….. 31

9.8 Starkregen…….. 32

9.9 Natürliche Schutz- und Gefahrenpotentiale……... 34

9.9.1 Schutz und Gefahrenpotenziale von Bäumen……... 34

9.9.2 Evaluierung über die Positionierung von Liegenschaften……. 35

10 Maßnahmen, um Schäden durch Hagel, Sturm oder Starkregen zu verhindern oder zu minimieren 37

11 Modelling – Gegenüberstellung Schadensentwicklung zu Schadensereignissen 39
11.1 Ausführung…… 39
11.2 Auswertung…….... 40
11.2.1 Vergleich von Versicherungsleistungen und Hagelereignissen…… 40
11.2.2 Annahme einer linearen Berechnung…….... 41
11.2.3 Vergleich von durchschnittlichen Versicherungsleistungen pro Liegenschaft… 43
11.2.4 TORRO-Klassen und ihre Auswirkungen auf Schäden…… 45
11.2.5 Vergleich von Aufzeichnungen der ZAMG und jenen der OÖV…… 47

12 Mögliche Maßnahmen der Versicherung 49

13 Gebäudepass – ein Typenschein für Bauwerke 49

14 Mögliche Maßnahmen und weiterer Fortgang im Projekt NATKAT 50

Abbildungsverzeichnis 51

Tabellenverzeichnis 53

Literaturverzeichnis 54

A Anhang 55
A.1 Literaturanhang mit möglichen Erklärungen für nicht eindeutig belegbare Punkte des Verfassers……... 55
A.1.1 Alterungseffekte…… 55
A.1.2 Erläuterungen zu Herstellungsprozessen…….. 55
A.1.3 Marktverteilungen…….. 55
A.1.4 Unterdächer…… 55
A.1.5 Verteilung der Unterdächer…….. 56
A.1.6 Solar und Photovoltaik…….. 56
A.1.7 Oberflächenwasser……... 57
A.1.8 Grauzonen der Hagelkorngrößen und ihre Schädigungswirkungen……. 57
A.2 Referenzbilder……... 58
A.2.1 Erklärung…… 58
A.2.2 Ausrichtung der Gebäude…… 58
A.2.3 Fehlerhafte Ausführung von Befestigungen…….. 60
A.2.4 Verbesserungen durch Eigentümer nach Schadensereignissen…… 62
A.2.5 Hagel……... 64
A.2.6 Oberflächenwasser positive Beispiele…… 67
A.2.7 Oberflächenwasser – verbesserungswürdige Ausführungen…… 69
A.2.8 Grundwasser…….. 74
A.2.9 Gefährdender Bewuchs neben Gebäuden…… 75
A.2.10 Wälder und Obstgärten als Schadensprävention …….. 77

1 Übersichtsplanung über den gesamten Projektablauf

1.1 Auftraggeber

Auftraggeber für die vorliegende Studie ist das Land Oberösterreich und die OÖV-Oberösterreichische Versicherung AG.

1.2 Ziel - Reduktion von Schäden aus Naturkatastrophen

Die Hauptziele der Studie liegen darin, mehr Details über die Hauptursachen für Schäden an Bauwerken in Oberösterreich sowie auch über die Ursachen der Auslöser herauszufinden.
Schäden durch Naturereignisse an Agrarflächen oder Fahrzeugen wurden außer Acht gelassen.
Als Folge der Resultate der Analyse werden teilweise Lösungen erarbeitet, die die durch Naturkatastrophen hervorgerufenen Schäden in Zukunft minimieren, bzw. werden bei umfangreicheren Ergebnissen die Projektaufgaben definiert.

1.3 Klimaveränderung

Studien von Klimaforschungsinstituten wie zum Beispiel dem IPCC [5] oder der ZAMG [2] besagen, dass es bei Langzeitbetrachtungen einen abnehmenden Trend von Extremereignissen gibt.
Diese Feststellung beschreibt den Trend in einem Zeitraum von einigen Jahrhunderten. Aus wirtschaftlichen Gründen fokussieren Versicherungen den Betrachtungszeitraum auf die letzten beiden Dekaden, weil meteorologische Starkereignisse in diesem Zeitraum einen überdurchschnittlich hohen Anstieg von Versicherungsleistungen an Gebäuden bewirkten.
Diese Entwicklung ansteigender Versicherungsleistungen war der Beweggrund die gegenständliche Studie zu erarbeiten, um in der Folge Maßnahmen zur Verringerung von Schäden daraus ableiten zu können.

2 Grundausbildung von Mitarbeitern in der Schweiz OÖV und IGS

Der VKF Schweiz befasst sich seit etwa zwei Jahrzehnten mit der Thematik Naturkatastrophenprävention und verfügt diesbezüglich über umfangreiche Dokumentationen. Basierend auf diesen geleisteten Arbeiten hielt der VKF erstmals beginnend mit Dezember 2009 einen Lehrgang zu dieser Thematik ab. An diesem Lehrgang haben ein Mitarbeiter der OÖV und zwei Mitarbeiter des IGS[4] teilgenommen.
Die Lehrinhalte bezogen sich auf die gravitativen Naturgefahren, Lawinen, Hochwasser, Rutschungen, Murgänge, Steinschlag und die meteorologischen Naturgefahren, Wind, Hagel, Regen und Schnee.

Die Schulung stellte unter anderem die Basis für die Durchführung der gegenständlichen Studie dar, aber auch die Möglichkeit mit den zuständigen Schweizer Stellen in Zukunft in eine unkomplizierte Kooperation und einen befruchtenden Wissensaustausch zu treten.

[4] Institut für geprüfte Sicherheit

3 Auswahl von 300 Liegenschaften für die Besichtigung

Um eine möglichst repräsentative Aussage über das Ausmaß der Schäden zu bekommen, wurde eine Auswahl von 300 Liegenschaften getroffen. Die Liegenschaften sind flächendeckend über Oberösterreich verteilt.

Die Aufteilung der Liegenschaften erfolgte in:

- 100 Eigenheime
- 200 landwirtschaftliche Liegenschaften

Die Auswahlkriterien waren:

- 40% Objekte mit häufigen Versicherungsleistungen (mehr als vier Schäden)
- 40% Objekte mit hohen Gesamtversicherungsleistungen (mehr als € 10.000)
- 10% Objekte mit unauffälliger Anzahl an Versicherungsleistungen
- 10% Objekte ohne Versicherungsleistung

Mit dieser Auswahl ergeben sich Unterschiede aus:

- Standort
- Bauweise
- Instandhaltungszustand

Für die Auswahl wurden Versicherungsleistungen im Zeitraum von 2002 bis 2010 herangezogen.

4 Ermittlung von 1.150 Schadensakten

Ziel dieser Ermittlung durch OÖV war es, eine genauere Analyse über Schadenszahlungen nach Schadenursache und Leistungsarten zu erhalten. Schon derzeit werden Schadenszahlungen nach Gebäuden oder sonstigen Zahlungsarten aufgeteilt, wobei bei Katastrophenereignissen erfahrungsgemäß eine höhere Ungenauigkeit in der Zuordnung der Details der Aufzeichnung wegen Zeitmangels 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 festzustellen.

Die Auswahl wurde wie folgt getroffen:

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

Eine Analyse von Hochwasserschäden wäre zwar grundsätzlich möglich, ist jedoch aufgrund der bestehenden Versicherungssummenbegrenzung irreführend.

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

5 Auswertung von 1.150 Schadensakten

Bei der Auswertung durch OÖV war das Ziel, Schäden der Höhe sowie auch der Schadensursache nach an den einzelnen Bauteilen, zu erhalten. Daher wurden die Versicherungsleistungen wie folgt eingeteilt:

- Dach
  - Ziegel
  - Rhombus
  - Faserzement Wellplattenit
  - sonst. Dach

- Fassade
  - Vollwärmeschutz
  - Mauerputz
  - Faserzementverkleidung
  - Fassade sonst

- sonstige Gebäudezahlungen
  - Mauerwerk
  - Kamine
  - Dachrinne
  - Holzwände u.a.

- sonstige versicherte Leistungsarten
  - Sonnenschutz
  - elektrische Außenanlagen
  - Freileitungen
  - Einfriedungen Außenanlagen
  - Kulturen wie Bäume, Pflanzen u.a.
  - Solar und Photovoltaik
  - Laternen, Spielplatzeinrichtungen
  - Schwimmbäder
  - Schwimmbadabdeckungen
  - Inhalte wie Vorräte, Fahrnisse u.a.
  - Nebenkosten
  - Trocknungskosten

5.1 Ergebnisse der Datenanalyse

Abbildung 1 stellt die Auswirkung von Schäden, je nach Ursache, auf die unter Punkt 4 beschriebenen Bauwerke beziehungsweise Bauteile dar.

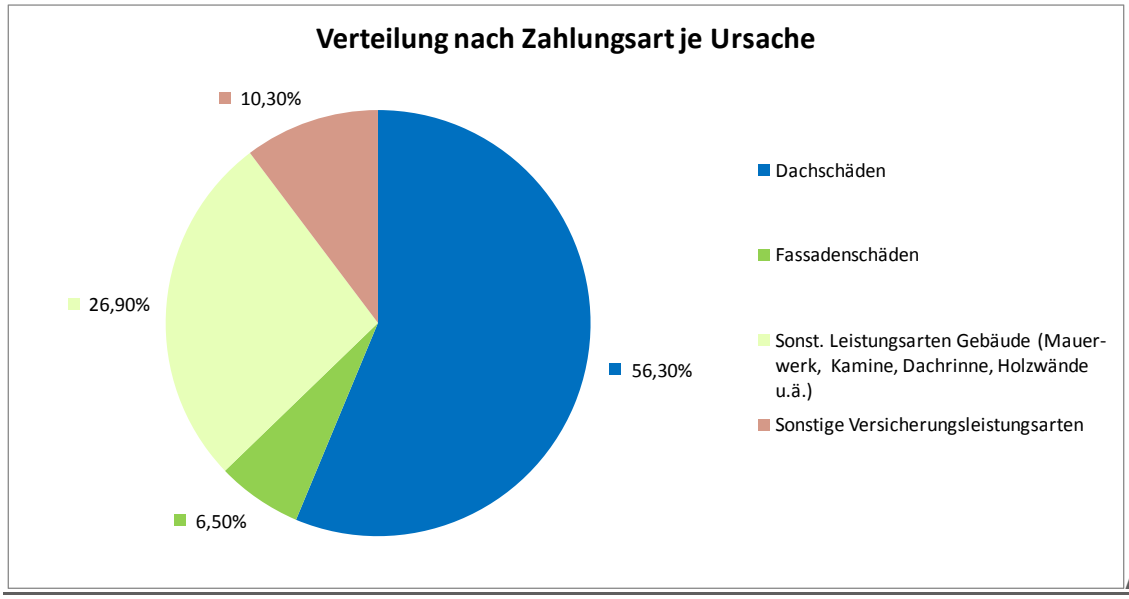

Abb.1

Gesamtverteilung der Versicherungsleistungen der 1.150 Schadensakte nach Zahlungsart

In Tabelle 1 wird gezeigt, dass bei Hagel der größte Teil der Versicherungsleistungen mit 75,5% auf die Dacheindeckung entfällt.
Bei Sturm- und Schneedruckschäden sind die maßgebenden Versicherungsleistungen auf die Positionen, „Dach Gesamt" mit 43,4 % und „sonstige Leistungsarten Gebäude" mit 38,3 % verteilt.

Tabelle 1:

	Schneedruck in%	**Sturm in%**	**Hagel in%**
Dach Gesamt	36,5	43,4	75,5
Fassade Gesamt	2,3	5,8	9,0
Sonstige Leistungsarten Gebäude (Mauerwerk, Kamin, Dachrinne, Holzwände u.a.)	48,4	38,3	7,2
Sonstige Leistungsarten (Aufräumarbeiten, Sofortschutzmaßnahmen, …) Summe	12,8	12,5	7,2

Gegenüberstellung von Versicherungsleistungen für Bauteilarten und Katastrophenart

In Tabelle 2 sind die Versicherungsleistungen bezogen auf die verschiedenen Eindeckungsarten aufgeschlüsselt. Es zeigt sich, dass der größte Anteil der Versicherungsleistungen bei der Schadensursache Hagel auf Faserzementeindeckung (Rhombus und Well) entfällt, während Schneedruckschäden zu 51,4% auf Ziegeleindeckung entfallen.

Tabelle 2:

	Sparte Gesamt in%	Schneedruck in%	Sturm in%	Hagel in%
Ziegel	24,8	51,4	37,4	12,8
Rhombus	27,2	13,2	15,4	35,9
Wellplatten	41,2	18,4	38,2	47,7
Sonstige Eindeckungen	6,8	17,0	9,0	3,5

Gegenüberstellung der Versicherungsleistungen an Dächern nach Eindeckungsart und Ursache

Wie in Tabelle 3 gezeigt sind Versicherungsleistungen bei Fassaden mit Vollwärmeschutz unauffällig.

Tabelle 3:

	Sparte gesamt in%	Schneedruck in%	Sturm in%	Hagel in%
Vollwärmeschutz	8,2	9,2	7,6	8,5
Mauerputz	38,4	26,6	41,5	38,2
Faserzement-verkleidet	17,9	15,2	3,5	25,8
Sonstige	35,5	49,1	47,5	27,6

Gegenüberstellung Schäden an Fassade nach Art und Ursache

Tabelle 4:

	Schneedruck in%	Sturm in%	Hagel in%
Sonstige Leistungsarten Gebäude (Mauerwerk, Kamine, Dachrinne,	37,6	50,7	11,7

Gegenüberstellung Schäden an sonstigen Leistungsarten Gebäude nach Art und Ursache

Wie in Tabelle 5 gezeigt, sind die größten Anteile bei sonstigen Leistungsarten Nebenkosten (Aufräum-, Abbruch-, De- und Remontagekosten) mit 44%. Der Anteil der Versicherungsleistungen bei Sonnenschutz mit 10,7%, Solar- u. Photovoltaikanlagen mit 7,2% sowie Schwimmbadabdeckungen mit 5,3% ist im Verhältnis des Vorhandenseins auffällig.

Tabelle 5:

	Sparte Gesamt in%	**Schneedruck in%**	**Sturm in%**	**Hagel in%**
Sonnenschutz	10,7	2,5	3,4	27,8
elektrische Außenanlagen	3,4	0,6	6,1	2,0
Einfriedungen, Außenanlagen	4,7	2,3	6,2	4,6
Kulturen	1,5	2,2	0,6	2,3
Solar und Photovoltaik	7,2	2,3	5,0	14,4
Laternen, Spielplatz-einrichtungen	0,2	0,0	0,0	0,8
Schwimmbäder	1,6	0,0	2,3	1,9
Schwimmbad-abdeckungen	5,3	1,2	5,4	8,7
Inhalt (Fahrnisse, Vorräte u.a.)	16,6	7,3	24,1	13,8
Nebenkosten	44,0	80,1	44,6	12,4
Trocknungskosten	4,8	1,4	2,2	11,3

Gegenüberstellung „sonstige Leistungen" nach Art und Ursache

6 Checkliste für die Besichtigung der 300 Liegenschaften

Die folgende Checkliste wurde nach folgenden Kriterien erstellt:

- NATKAT-relevante Punkte (Basis für die Auswahl der 300 Objekte), welche die Schadensursache widerspiegeln sollten
- Positionen, die für die OÖV versicherungstechnisch wichtig sind

7 Widerstandseinteilung der Bauteile

Die von der OÖV zur Verfügung gestellten Daten zeigen, dass sich die Versicherungsleistungen zufolge Naturkatastrophen auf Hagel und Sturm beschränken. Deshalb wurden von der OÖV 300 Liegenschaften, die in den letzten zehn Jahren mindestens einmal geschädigt wurden, zur Besichtigung ausgewählt. Zielsetzung war, herauszufinden, welche Schadensereignisse welche Schäden an Gebäuden verursachen. Diese Informationen sind für eine Kategorisierung der Schäden von Bedeutung, da sonst eine Einteilung zwischen Basis und Katastrophenschäden nur schwer möglich ist.

Bei der Naturerscheinung Sturm kann man auf eine sehr fundierte Basis an Referenzwerten zurückgreifen. In der österreichischen Normung und speziell im EC-1 Teil 4 wird eine gesonderte Berechnung der Windbelastung, bezüglich der statischen Tragefähigkeit von Bauwerken, gefordert. Es sei jedoch angemerkt, dass diese Windlasten (als Beispiel Amstetten in OÖ hat eine Bemessungswindgeschwindigkeit von derzeit 25.2 m/sec oder auch 91 km/h) nur Durchschnittswerte der letzten Jahrzehnte darstellen und somit beim Eintritt der Starkwinde unter den tatsächlich auftretenden Windlasten liegen. (Des Weiteren gibt es auch eine Vielzahl an Bauproduktnormen wie z.B. Windbemessungen von Fenstern, Toren und Türen- wurden im Originaltext nicht zitiert, da in dieser Studie kein weiterer Bezug darauf genommen wird.)

In Punkt 9.7, Tabelle 9 werden Überschreitungen der momentanen Lastannahmen mit bis zu 34% ersichtlich.

Ebenso wie Windlasten sind auch Schneelasten im EC-1 geregelt und wurden nach vielen Schäden, zum Teil auch mit Personenschäden, im Jahr 2006 erhöht.
Schwieriger gestaltete sich die Klassifizierung von Widerstandsklassen bei Hagelschlägen, da es in den österreichischen Normen keine Hinweise auf eine Berücksichtigung von Hagelschlageinwirkungen gibt. Daher wurde mit der EMPA[5] mit Sitz in St. Gallen (Schweiz) Kontakt aufgenommen. Grund hierfür waren Informationen von heimischen Dachherstellern, die bei dieser Prüfanstalt Hagelschlagtests aus verkaufstechnischen Gründen durchführen ließen. Bei weiteren Recherchen konnte eine Hagelwiderstandsklassifizierung der EMPA [4] gefunden werden. Aus diesen Ergebnissen können grundsätzliche Richtwerte abgeleitet werden, um für die folgende Datenauswertung der 300 Objekte die entscheidenden Kriterien zu definieren.

[5] Eidgenössische Material Prüfanstalt

7.1 Einteilungsklassen für Hagelkorngrößen

Aus der von der ZAMG geführten Unwetterchronik [7] geht hervor, dass die ZAMG mithilfe der "TORRO[6]- Hail Intensity Scale" Hagelschäden / Hagelkorngrößen den Beschreibungen in den Unwettermeldungen klassifiziert. Diese Skalierung ist in Tabelle 6a dargestellt. Um eine bessere Vorstellung zu erhalten, sind in Tabelle 6b Vergleichsobjekte aufgelistet, welche Objekte darstellen, die den Durchmesserklassen entsprechen. Bei den Referenzobjekten sei festgehalten, dass Hagelkörner sehr oft eine extrem unregelmäßige Oberfläche haben, was bedeutet, dass Aussehen und Form der Hagelkörner zu den in Tabelle 6b aufgelisteten Referenzobjekten abweichen können und werden.
Weiters könnten diese Unregelmäßigkeiten auch zu einer zusätzlichen Erhöhung der Schädigungswirkung führen. Diese zusätzliche Erhöhung der Durchschlagskraft könnte daraus resultieren, dass bei entsprechend kleinerem Krümmungsradius durch eine Ausbeulung auf dem Hagelkorn beim Auftreffen, verglichen mit einer ideal als rund angenäherten Hagelkornkugel, eine noch größere Energie pro Fläche bewirkt wird. Dies bedeutet, dass bei Annahme gleicher Elastizität der Hagelkörner, die Halbierung des Krümmungsradius eine Verdoppelung der Auftreffenergie bewirken könnte.
Um aber all diese Fragen betreffend einer Hagelwiderstandsklasse mit all den Auswirkungen, die ein Hagelkorn an Bauteilen bewirken kann, müssen Hagelbeschuss-Simulationen durchgeführt werden. Um die überschneidenden Bereiche der TORRO-Klassen normativ festlegen zu können, müssten immer die jeweils größten Hagelkörner einer TORRO-Klasse verwendet werden, da dies zu einer eindeutigen Definition der Aufprallenergien führen würde und zusätzlich wäre diese Annahme auf der sicheren Seite betreffender Aufprallenergien.

[6] Tornado and Storm Research Organisation

Tabelle 6a:

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

TORRO-Klassen

Tabelle 6b.

Größenkodierung	Durchmesser-Bereich 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

Mögliche Referenzobjekte für Hagelschlossen der einzelnen TORRO-Klassen

7.2 Windklassen-Einteilung

In Österreich wird die in Tabelle 7 gezeigte Skala für die Windstärkeneinteilung verwendet.

Tabelle 7:

Beaufort-Grad	Bezeichnung der Windstärke	Mittlere Windgeschwindigkeit in 10m Höhe über freiem Gelände		Beispiele für die Auswirkungen des Windes im Binnenland
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, Telegrafenleitungen 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

Beaufortskala

8 Auswertungsvergleich

Das Hauptziel aller Datenerhebungen bestand darin, herauszufinden, ob es möglich ist, die im letzten Jahrzehnt in erhöhtem Maße aufgetretenen Schäden und den damit verbundenen Versicherungsleistungen, mit den Wiederkehrzeiten und Intensitäten der Extremereignisse vergleichbar zu machen. Es sei ausdrücklich festgehalten, dass für diese Studie nur Schäden an *Bauwerken* und keine Schäden zum Beispiel an Agrarkulturen, Fahrzeugen oder Personen berücksichtigt wurden. Die Art der Datengewinnung basierte auf 300 besichtigten Liegenschaften aus Punkt 5 und meteorologischen Daten der ZAMG Wien. Ziel dieser sehr umfassenden und unterschiedlichen Erhebungsarten war es, etwaige Fehler bei Auswertungen zu vermeiden, um die Zuverlässigkeit der Aussagen auf ein Maximum zu erhöhen. Ein weiterer Grund für diesen vielfältigen Zugang liegt darin, dass es momentan wahrscheinlich nur wenige Vergleichsdaten oder ähnliche Auswertungen zu dieser Thematik gibt. Eben dieses Fehlen einer Prüfung der gefundenen Ergebnisse, konnte mittels der Mehr-Wege-Strategie behoben werden. Die Auswertungen werden in der Masterarbeit Naturkatastrophen- Definition und hochbautechnische Maßnahmen, um Schadenspotentiale an Bauwerken ausgelöst durch Hagel-, Sturm- und Schneestarkereignisse zu vermeiden, von Starl [5], in Bezug auf Verbesserung und Ertüchtigung der betroffenen Bauteile, weiter verwendet.
Ebenfalls wurde ersichtlich, dass die Hauptschäden primär durch Naturereignisse wie Hagel, Sturm und Starkregen verursacht wurden. Dieser Erkenntnis folgend, wurde das Hauptaugenmerk auch auf diese Schäden gelegt.

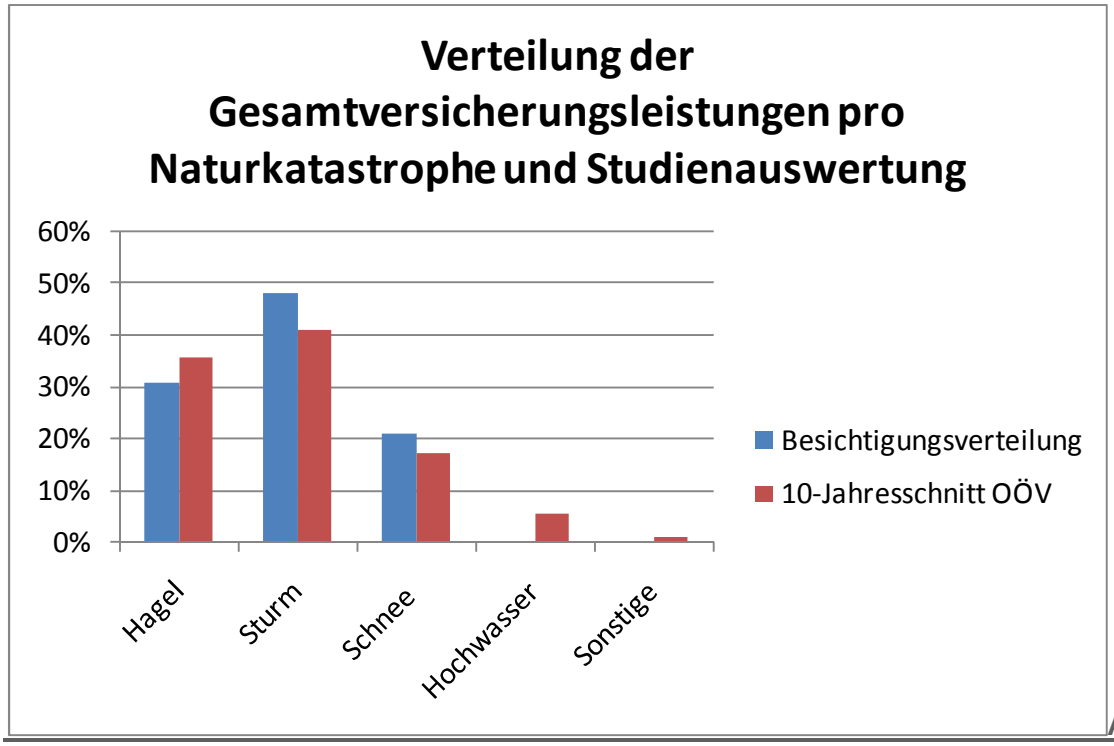

Abb.2
Versicherungsleistungsverteilung bezogen auf Schadensereignisse

9 Besichtigungsergebnis der 300 Liegenschaften

9.1 Besichtigung von 300 Liegenschaften

Der erste Teil der Ausführung war die Datenerhebung vor Ort. Diese Besichtigungen umfassten das Ausfüllen einer für diesen Zweck erstellten Checkliste, welche in Punkt 6 aufgelistet ist. Die Besichtigungen erfolgten meistens gemeinsam mit den für die Liegenschaft zuständigen Versicherungsvertretern sowie den Eigentümern. Diese Form der Durchführung bot auch die Möglichkeit „Augenzeugen" der Ereignisse zu befragen. Das Beisein der Versicherungsvertreter hatte den Vorteil, dass auch Aussagen von nur mittelbar betroffenen Personen in die Studie einfließen konnten. Dies half dabei, die Aussagen der unmittelbar Betroffenen besser zu filtern. Viele dieser Aussagen haben dazu beigetragen, Gesehenes besser zu verstehen oder Unbekanntes bei den Auswertungen zu berücksichtigen.
Die Auswahl der Liegenschaften wurde von der Oberösterreichischen Versicherung getroffen und die zugehörigen Basisdaten zur Verfügung gestellt. Die Auswahlkriterien sind in Punkt 3 beschrieben. Hauptauswahlkriterien für Liegenschaften waren die ausbezahlten Schadenssummen, sowie die Anzahl der Schadensfälle. Zu Kontrollzwecken wurden auch schadensfreie Liegenschaften in die Analyse mit einbezogen.

Mittels der Besichtigungen vor Ort und der Erhebungen analog den Checklisten aus Punkt 6, 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.

9.2 Optischer Zustand

Sehr 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 3 wird gezeigt, dass bei den untersuchten Objekten 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.
Weiters wird festgestellt, dass sich die Dachtragstruktur bei den meisten Gebäuden in einem sehr guten Zustand befindet.

Die gleiche Abbildung gibt auch Aufschluss über den Zustand der Blechabdeckungen an Dachbauteilen. Der vergleichsweise zu den optischen Beurteilungen etwas höhere negative Prozentsatz bei der Begutachtung der „verrosteten Blechteile der Dachhaut" wie in Abbildung 3 mit 13% dargestellt, ist dadurch erklärbar, dass die Dachhaut einer stärkeren Belastung ausgesetzt ist, als jene der übrigen Außenbauteile der Gebäude. Vor allem Kamineinfassungen sind zusätzlich hohen Temperaturen und Säurebelastungen ausgesetzt, was zu schnelleren Qualitätsverlusten bei den Bauteilen führt und bei den Wartungsintervallen berücksichtigt werden soll.

Dieser augenscheinliche Eindruck und die Beurteilung des Alters sowie des Zustands der betroffenen Bauteile konnte durch die reinen Datenanalysen aus den Punkten 5 und 12 nicht gewonnen werden. Bei einer Schadensevaluierung an Bauteilen wäre es daher ratsam, das Alter der Materialien bei den Versicherungsleistungen zu berücksichtigen.

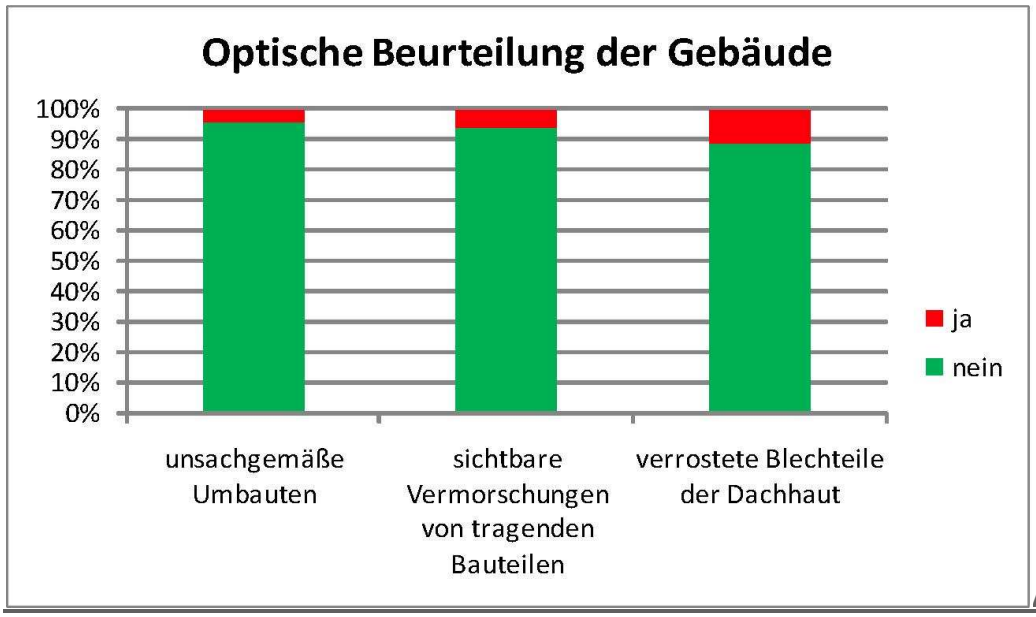

Abb.3
Optische Beurteilung der Außenhülle der Wohngebäude der besichtigten Liegenschaften

9.3 Gesamtschäden

Die Aufteilung der besichtigten Objekte lag, wie in Punkt 3 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 nicht Teil der Studie sind. Flusshochwässer wurden auch deshalb nicht betrachtet, weil 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. Und dieses Potenzial beruht wiederum darauf, dass diese Objekte im Vergleich zu Einfamilienhäusern verhältnismäßig groß sind.

Bei der Auswertung konnte festgestellt werden, dass landwirtschaftlich genutzte Liegenschaften im Durchschnitt aus drei Nebengebäuden und einem Hauptgebäude bestehen. In dieser Gliederung liegt ein weiterer Punkt bei der Beurteilung von Objekten, da eine unterschiedliche Nutzung der Gebäude auch differente Instandhaltungszustände mit sich bringt. 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 von Abbildung 4a und Abbildung 2 bei Sturmschäden eine Differenz von 7% festgestellt werden kann. Dieser vergleichsweise zu hohe Anteil an Sturmschäden in Abbildung 4a könnte daraus resultieren, dass vor allem bei den untergeordneten Bauwerken öfter Schäden auftreten, die auf eine fehlende Verankerung oder Wartung zurückzuführen sein könnten und somit eine Auswirkung auf dieses Auswertungsergebnis bewirken könnten.

Es sei auch angemerkt, dass bei einem Vergleich von Abbildung 4a und Abbildung 2 ein Unterschied bei der Basis der Auswertungen festgestellt werden kann, die den Vergleich der beiden Auswertungen etwas erschweren, da in der Besichtigungsstudie Hochwasserschäden keine Berücksichtigung finden, welche im Zehnjahresschnitt der OÖV (siehe Abbildung 2) jedoch beinhaltet sind und nicht dezidiert einem Schadensereignis zugeordnet werden können.

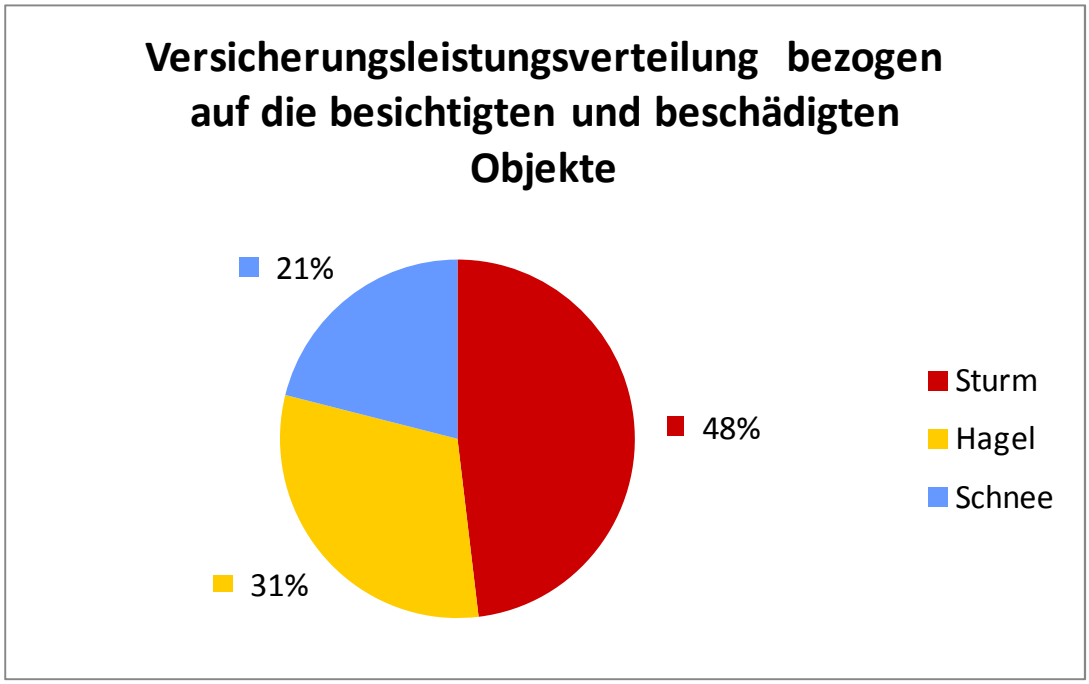

Abb.4a

Summe der Schäden, die an den besichtigten Liegenschaften in den letzten Jahren registriert wurden

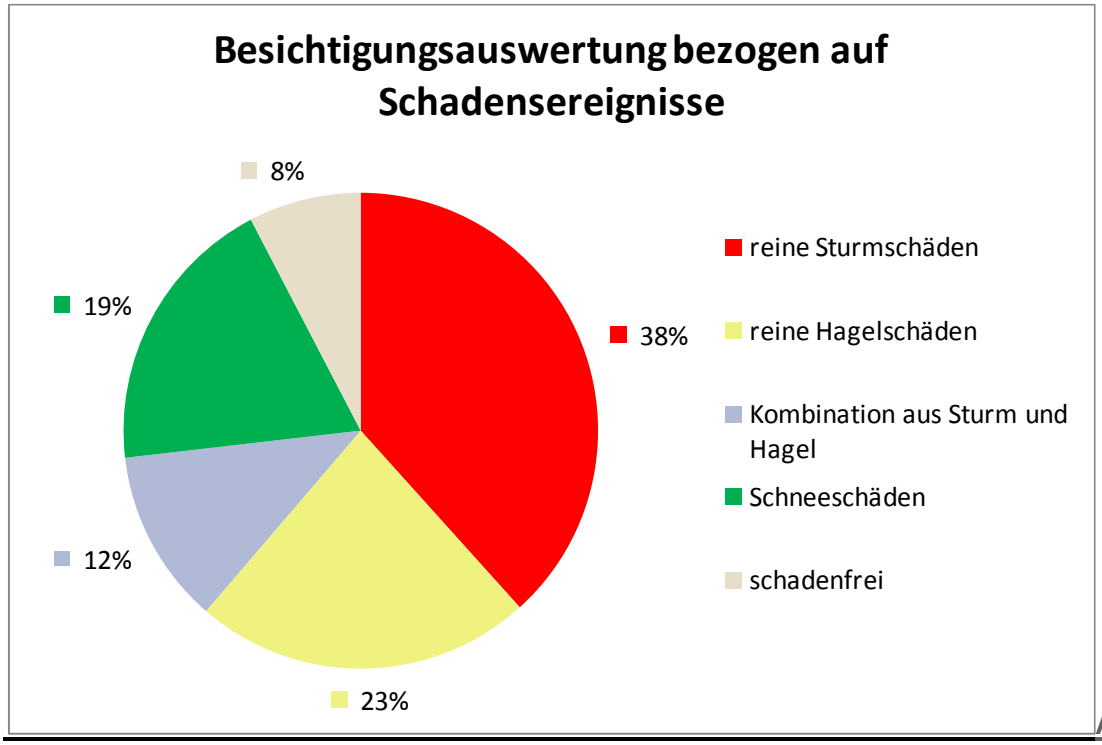

Abb.4b

Detaillierte Aufgliederung der Schadensursache bezogen auf die Anzahl der 300 besichtigten Liegenschaften

Abbildung 4a und b: Schäden gesamt auf alle Gebäude bezogen

Im Vergleich dazu, zeigt Abbildung 4b den Unterschied bei der Auswertung der Besichtigungsdaten im Gegensatz zur reinen Datenauswertung aus Punkt 5. Mit dieser Art der Auswertung kann nämlich dezidiert gezeigt werden, wie die Schäden an den Gebäuden, bezogen auf ihre Ursache, entstanden sind.

In Abbildung 4b wird die Gliederung der Schadensursache noch um den Graubereich der kombinierten Schäden aus Sturm und Hagel erweitert. Diese Tatsache ist von Bedeutung, da es wenige Daten gibt, die ermöglichen, einen Kombinationsschaden 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 welchen Hagelereignissen auftreten, wurden vom IGS 34 besichtigte Liegenschaften mit hohen Versicherungsleistungen ausgewählt.

Die Auswahl erfolgte auf Basis folgender Schwerpunkte:

- 16 Liegenschaften mit reinen Sturmschäden (Punkt 9.7, Tabelle 9)
- 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. (Punkt 9.6.1, Tabelle 8)

Zugehörig zu den ausgewählten Liegenschaften, wurden bei der ZAMG die gemessenen Windspitzen abgefragt. Mit der Auswertung der Daten, welche im Punkt 9.6.1 in Tabelle 8 aufgelistet sind, kann gezeigt werden, dass fast nie Windspitzen, die über den Bemessungswerten laut EC 1 liegen, mit Hagelereignissen zusammentreffen. Folglich sind die verursachten Kombinationsschäden aus Abbildung 4b fast zur Gänze auf Hagelschäden zurückzuführen, welche durch Wind zusätzlich verstärkt werden.
Folgend daraus, sollte hierin die Begründung liegen, die Naturkatastrophe Hagel in gleicher Form wie Windbelastungen, in Normen und Gesetze aufzunehmen, da die Summe aus Kombinationsschäden und reinen Hagelschäden, wie in Abbildung 4b ersichtlich, auch mehr als ein Drittel (35%) der Gesamtschäden ausmacht. Somit stellt Hagel eine beinahe gleich große Gefahr wie Sturm (mit 38%) dar.
Um weitere Details bei Grenzfällen zu erreichen, wurden jene Liegenschaften, die eine Annäherung an die maximalen EC-Werte erreichten, weiter überprüft Sie wiesen auch erhebliche Sturmschäden, vor allem an untergeordneten Bauwerken, wie Stallungen und ähnlichem, auf und waren durch ihre Positionierung verstärkt von Sturmschäden betroffen.

9.4 Versicherungsleistungen pro Schadensfall

Ziel dieser Auswertung war es, herauszufinden, wie hoch die durchschnittlichen Versicherungsleistungen pro Liegenschaft und der dazugehörigen Ursache sind. Abbildung 5 zeigt die Höhe einer durchschnittlichen Versicherungsleistung nach einem Hagel-, beziehungsweise Sturmereignis. Hieraus wird ersichtlich, dass die Versicherungsleistung für eine Schadensmeldung, resultierend aus einem Hagelschlag, im Vergleich zu einer Versicherungsleistung infolge eines Sturms, beinahe das Sechsfache ergibt.
Da die Zahlungsdivergenz mit dem Faktor sechs für Hagelschäden im ersten Moment als hoch

erscheint, wurden weitere Untersuchungen angestellt, um herauszufinden, warum sich diese Divergenz ergibt. Denn wird eine Dachhaut durch Hagel oder Sturm total zerstört und wieder erneuert, so ergibt es keinen Unterschied bei der Summe der Reparaturkosten, was die Zerstörungsursache gewesen ist.

Da in Abbildung 5 diese Aussage scheinbar widerlegt wird, wurde der Vergleich über einen mehrjährigen Zeitraum, wie in Abbildung 6 gezeigt, betrachtet und somit ein realistischer Vergleich erreicht.

Ergebnis:
Werden nun die Versicherungsleistungen von Sturm und Hagelereignissen verglichen, wird erkennbar, dass bei der Betrachtung eines Einzelereignisses die Schäden eines Hagelschlages mit über € 17.000 ein Vielfaches in Bezug auf die knapp € 3.000 Versicherungsleistung eines Sturmschadens ausmachen (siehe Abbildung 5).Werden aber Versicherungsleistungen über einen längeren Zeitraum, in dieser Studie von 10 Jahren, verglichen, so wird erkennbar, dass die Versicherungsleistungen bei Sturmschäden öfter auftreten und somit summenmäßig jene der Hagelschäden erreichen (siehe Abbildung 6).

Aus der Kombination der beiden Bilder kann gesagt werden dass:
Ein Hagelereignis ist, bezogen auf die Versicherungsleistung, sechs Sturmereignissen gleichzusetzen.
Im Hinblick auf die Prävention kann gesagt werden, dass beide Naturereignisse mit gleicher Intensität behandelt und für beide präventive Maßnahmen gesetzt werden müssen.

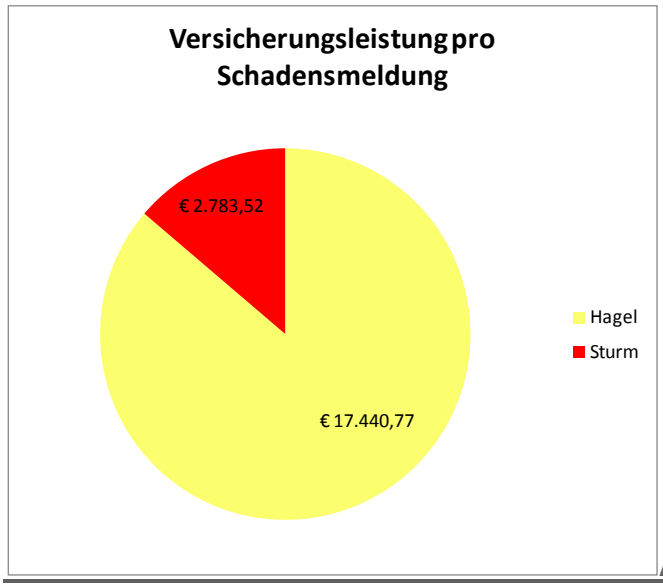

Abb.5
Verteilung der Versicherungsleistungen pro Schadensmeldung aus den Jahren 2002 bis 2009 der beschädigten Liegenschaften, aus den 300 besichtigten Objekten

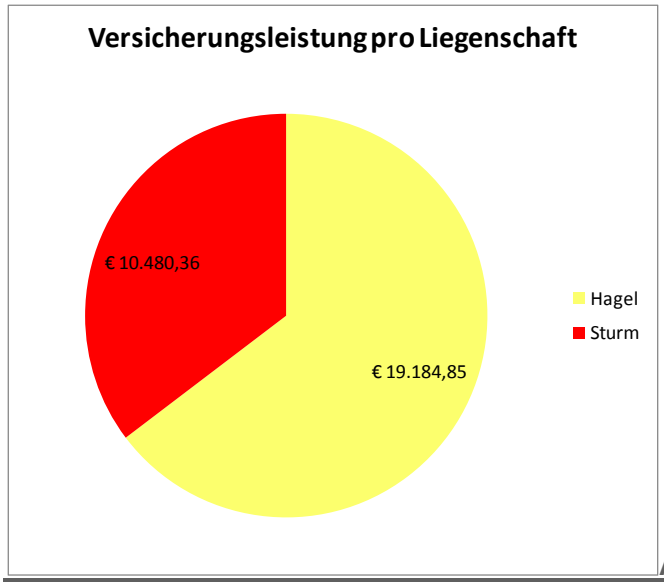

Abb.6

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

9.5 Die Dachhaut

9.5.1 Allgemeine Betrachtungen

Basierend auf der Tatsache, dass die Dachhaut ein großes Schadenspotenzial (siehe Kapitel 5) an Gebäuden darstellt, wird sie in dieser Studie ausführlich behandelt. Gründe für das hohe Schadenspotenzial der Dachhaut sind:

- Die Dachhaut ist meist das älteste Bauteil der Außenhaut.
- 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 und die Fassade bieten eine direkte Angriffsfläche für Sturm und Hagel.
- Wird die Dachhaut beschädigt und ist kein Unterdach vorhanden, können auch Folgeschäden aufgrund von Wassereintritt entstehen.

Wie viel ein Unterdach die Folgeschäden vermindert, ist aus den momentanen Aufzeichnungen der Versicherungen nicht ableitbar. Aus den Auswertungen kann darüber hinaus keine genaue Aussage über ein Kosten-Nutzen-Verhältnis gemacht werden.

- Verhinderung von Folgeschäden
  - Planen gegen Wassereintritt - nur unter erschwerten Bedingungen durchführbar
- Einige dieser erschwerenden Bedingungen bei Reparaturarbeiten unmittelbar nach Schadenseintritt sind:
  - große Höhe über Erdniveau - Absturzgefahr
  - oft widrige Wetterverhältnisse während der Reparaturarbeiten - Rutschgefahr
  - Zeitdruck

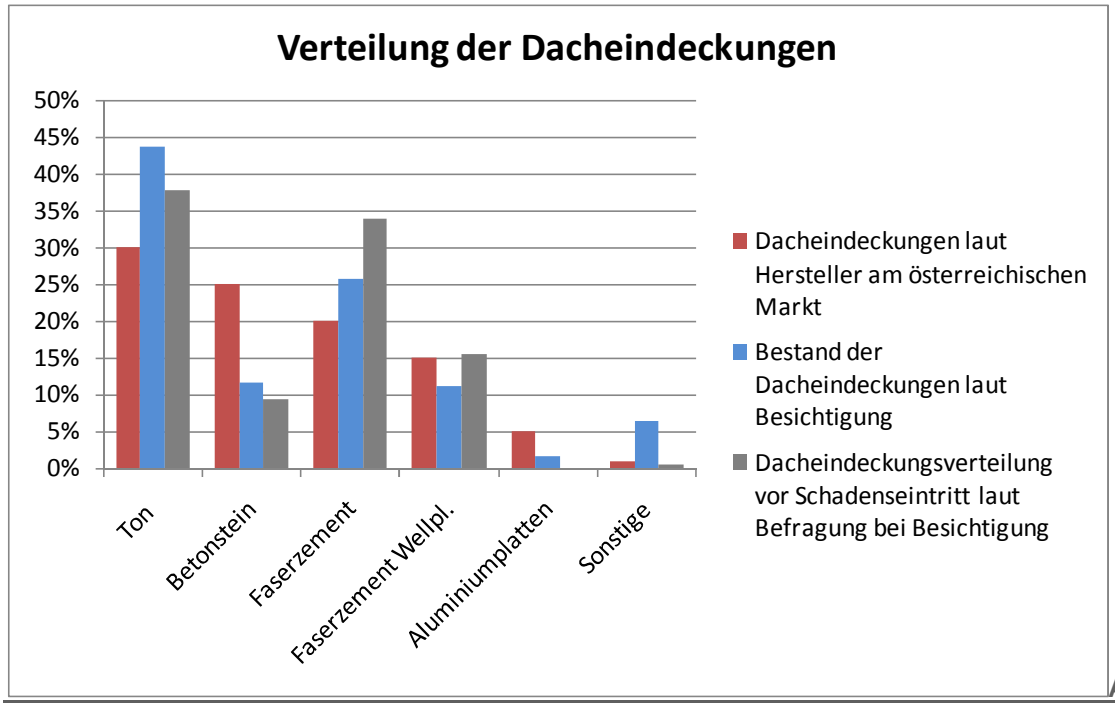

Abb.7
Marktverteilung der Dacheindeckungstypen

In Abbildung 7 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. Die Ausgeglichenheit dieser beiden Balken zeigt, dass die Besichtigungen repräsentativ die Marktverteilung getroffen haben, obwohl die Auswahlkriterien auf Basis der Versicherungsleistungen lagen, wie in Punkt 3 beschrieben. (Anhang A.1.3 erläutert)

9.5.2 Verteilung der Versicherungsleistungen

Abbildung 8 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. 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.
Ziel war es, einen Überblick zu erhalten, wie die Verhältnisse bei der Verteilung von Versicherungsleistungen sind. Daraus ist in weiterer Folge ableitbar, wie und wo präventiv eingegriffen werden kann.

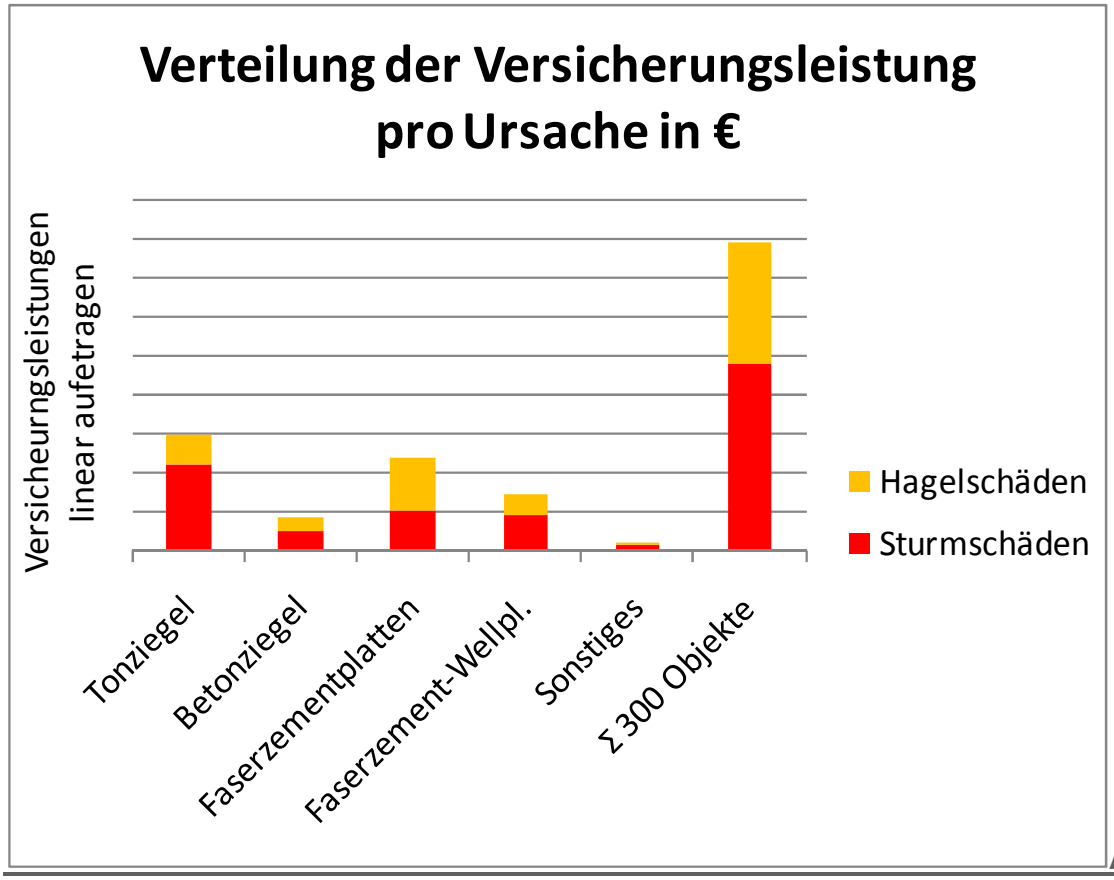

Abb.8
Versicherungsleistungen pro Dacheindeckungstype (Anmerkung: Die Werte der y-Skala sind lineare Einheiten, um die tatsächlichen Versicherungsleistungen in € zu anonymisieren)

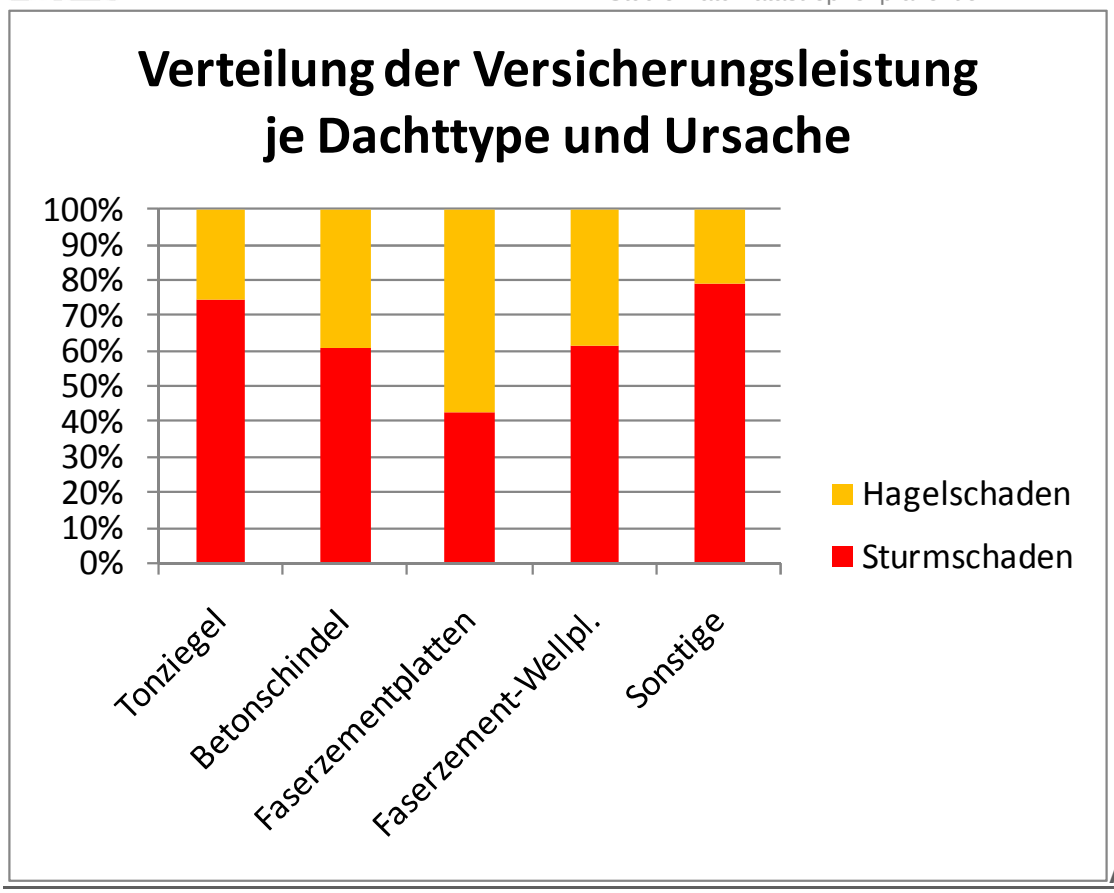

Abb.9

Spezifische Verteilung der Schäden bezogen auf die einzelnen Eindeckungstypen

Um eine deutlichere Aussagekraft als in Abbildung 8 über die Resistenz der einzelnen Dachdeckungstypen gegenüber Sturm und Hagel zu erhalten, wird in Abbildung 9 die Versicherungsleistung pro Eindeckung mit 100 Prozent dargestellt. Die Verteilung dieser einzelnen Versicherungsleistungen pro Dacheindeckungstype 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 9 referenziert, welche die Tendenzen bezüglich der Schwachstellen anhand der Balkenverteilung der einzelnen Eindeckungstypen zeigt.

Tonziegeldächer:

- Vorteile
  - hohe Hagelresistenz
  - Austausch einzelner Schindeln eigeninitiativ und laut Herstellerangaben möglich

- Nachteile
  - Wie Abbildung 9 zeigt, liegt die Schwachstelle dieser Eindeckung mit 72% 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 Unterschiede in den Widerstandsklassen unterschiedlicher Hersteller bestehen.
  - Auch bei gleichen Herstellern sind die Produktionsreihen starken Schwankungen unterworfen, (siehe auch Anhang A.1.2) Genaue Aussagen darüber, wie stark die Schwankungen sind, kann aber erst mit systematischen Hagelbeschussprüfungen herausgefunden werden.
  - Durch Sturm gelöste Ziegel richten durch ihr Eigengewicht weitere Schäden beim Abrutschen an.

Betonsteindächer:

- Vorteile
  - höchste Hagelwiderstandsklasse der Schindeleindeckungen
  - hohes Eigengewicht (bei Sogkräften vorteilhaft)
  - Austausch einzelner Schindel eigeninitiativ und laut Herstellerangaben möglich
  - Die Basiskomponenten für den Werkstoff Beton sind konstant mit den gleichen Materialeigenschaften herstellbar. Dadurch können Produkte angeboten werden, die eine geringe qualitative Schwankungen bei den Produktionsreihen aufweisen

- Nachteile
  - Kosteneinsparung bei der Verlegung führt zu fehlerhaften Ausführungen des Bauteiles „Dachhaut“
  - Haarrisse durch Hagelschlag werden spät oder erst nach Jahren erkannt
  - Durch Sturm gelöste Ziegel richten durch ihr Eigengewicht weitere Schäden beim Abrutschen an
  - Schwachstellen durch Säuren im Umfeld von Kaminen, da der Werkstoff Beton basisch ist und somit von den Säuren im Abgasbereich gelöst wird
  - höhere Errichtungskosten beim Dachtragwerk, da der Dachstuhl höheres Gewicht aufnehmen muss

Faserzementplatten:

- Vorteile
  - windsicher
  - geringes Eigengewicht
  - gut für steile Dachstühle (> 40 Grad) geeignet, da die Platten vernagelt werden

- Nachteile
  - Alterungseffekte (siehe Anhang A.1.1)
  - geringe Hagelresistenz konnte bei den Besichtigungen im Vergleich mit anderen Dacheindeckungen festgestellt werden

Faserzement Wellplatten:

- Vorteile
  - geringes Eigengewicht
  - windsicher

- Nachteile
  - Alterungseffekte (siehe Anhang A.1.1)
  - geringe Hagelresistenz
  - 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 Selbstaustausch (Durchbruchgefahr)

Sonstige Eindeckungen

Unter diesen Begriff fallen:

- Aluminiumschindeldach
- Blechbahnen
- Holzschindeldächer
- Flachdächer

Diese Eindeckungstypen werden wegen ihres geringen Marktanteiles nicht gesondert behandelt, da die Anzahl der Stichproben mit 5 aus 300 zu gering ist, um aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. 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.

9.5.3 Unterdächer

Das Unterdach (Kaltdach) stellt eine zweite Dachhaut unter der primären Dachhaut dar. Als Abdichtungselement dient meist eine Bitumenbahn. Über diese Folie kommen in weiterer Folge die Hinterlüftung der Dachhaut und die Unterkonstruktion der Dacheindeckung, wie zum Beispiel die Lattung zum Auflegen von diversen Ton- oder Betonschindeldächern, (siehe Anhang A.1.4)
In Zukunft sollte ein Unterdach eine Standardausführung darstellen. Ein Kosten-Nutzen-Vergleich von Unterdächern, in Bezug auf Folgeschäden, kann aufgrund der nur grob ausgeführten Aufzeichnungen der Versicherungen nicht gegeben werden.

9.5.4 Solar und Photovoltaik

Der Anteil an Dacheindeckungen, welche bei der Besichtigung der 300 Objekte zusätzlich mit Energiegewinnungssystemen ausgestattet waren, liegt bei 34%. Diese 34% setzen sich im Moment zu 80% aus Solaranlagen und zu 20% aus Photovoltaikanlagen zusammen.
In Abbildung 10 ist die Anzahl der beschädigten Energieanlagen den Versicherungsleistungen pro Energiesystem zugeordnet. Es ist erkennbar, dass der Anteil der Schäden an Solaranlagen, bezogen auf das System, größer ist, als an Photovoltaikanlagen. Der durchschnittliche Schaden an Solaranlagen beträgt € 14.000,00, wohingegen der Durchschnittsschaden an einer Photovoltaikanlage bei ca. € 6.000,00 liegt. (siehe Anhang A.1.6, Anmerkung 1) Gemäß unseren Informationen, wurden Photovoltaikanlagen bereits Hagelsimulationen unterzogen, was darauf hinweist, dass die auf dem Markt befindlichen Produkte eine erhöhte Resistenz gegen Hagelschläge aufweisen. Dies lässt den Schluss zu, dass Hagelprüfungen von Bauteilen und Baustoffen, welche von Hagelschlägen betroffen sein könnten, eine sinnvolle Maßnahme in der Naturkatastrophenprävention darstellen. Voraussetzung dazu ist, dass normative Forderungen geschaffen werden.
Als Negativbeispiel erscheinen in der Studie sogenannte Röhrensolaranlagen. 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 an der Dachhaut, die, wie in Abbildung 5 gezeigt, an die € 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, (siehe Anhang A.1.6, Anmerkung 2)

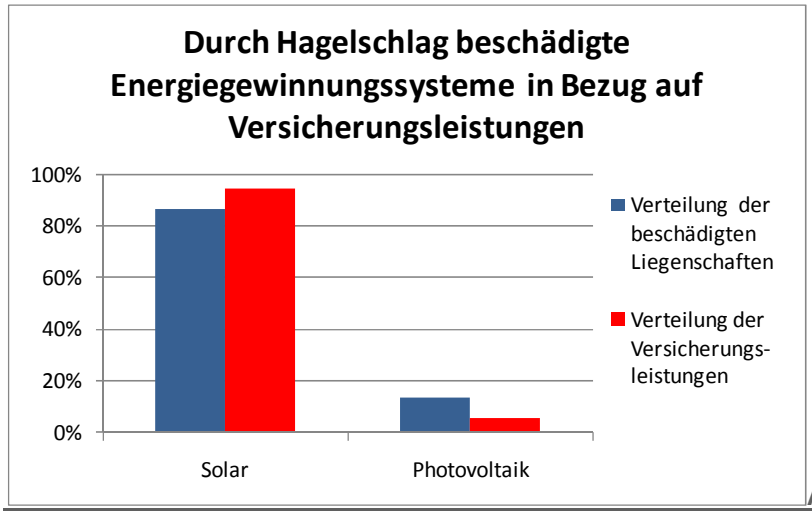

Abb.10
Energiegewinnungssysteme – vorhanden an 34% der besichtigten Objekte

9.6 Hagel

9.6.1 Hagel bezogen auf Windspitzenwerte

Wie aus Tabelle 8 ersichtlich wird, ist die Normierung der Windstärken bei gleichzeitigem Auftreten von Hagel ausreichend. Daraus kann abgeleitet werden, dass die Hauptschäden, wenn Sturm und Hagel gleichzeitig auftreten, fast zur Gänze durch Hagel verursacht werden. (siehe Kapitel 7)

Tabelle 8:

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
06.07.2005	47	88,56	50

Hagel bezogen auf Windspitzen

9.6.2 Abhängigkeit der Schadenseinwirkung in Bezug auf TORRO-Klasse und Auftreffwinkel

In Abbildung 11 werden die TORRO-Klassen, bezogen auf den Auftreffwinkel, verglichen. Die maximalen Werte jeder TORRO-Klasse entsprechen einem senkrechten Auftreffen [3] des Hagelkorns auf die Dachhaut. Die Minimalwerte stellen einen Auftreffwinkel von 10 Grad dar. Diese werden deshalb auch angenommen, da dies z.B. einen Aufprall auf einer Fassade darstellen könnte.
Die eingezeichneten Überlappungsbereiche spiegeln die mehrmals zitierten Grauzonen der TORRO-Klassen, in Bezug auf ihre Zerstörungskraft, wider.

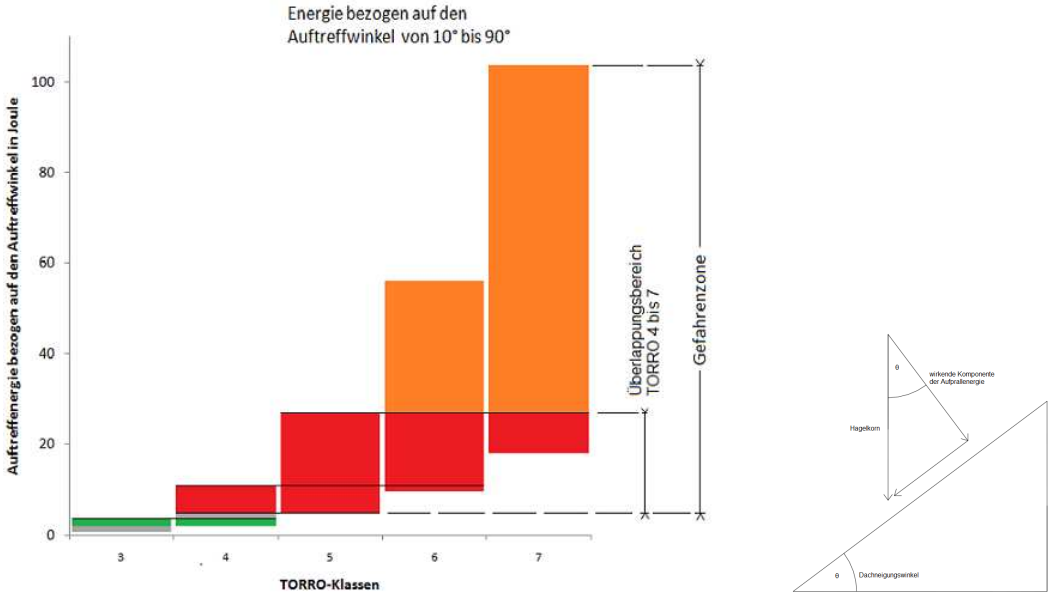

Abb.11

Joule pro TORRO-Klasse und Auftreffwinkel

9.7 Sturmbelastungen

Bezüglich der Intensität und Häufigkeit von Sturmereignissen liegen derzeit noch keine offiziellen Statistiken der ZAMG vor. Jedoch sei festgehalten, dass Sturm bereits in den gültigen Eurocode Normierungen, dem EC-1 [1], Berücksichtigung findet und somit normativ geregelt ist.
In der folgenden Auswertung wurden 16 Objekte näher betrachtet, die insgesamt Sturmschäden in der Höhe von €1.251.000 aufwiesen. Wie in Punkt 9.3 beschrieben, wurden für diese stark beschädigten Liegenschaften die Aufzeichnungen von der ZAMG abgefragt. Tabelle 9 zeigt die Ergebnisse der Abfragen.

Tabelle 9:

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

Ableitung von Böenspitzen in Bezug auf die EC-Lasten

Zu Böenspitzen, die unter den geforderten Normwerten liegen, jedoch ebenfalls hohe Versicherungsleistungen aufwiesen, wurden die Datenblätter gesondert betrachtet, um genauere Aussagen über Windeinwirkung und Resistenz von Tragwerken geben zu können. Bei den drei Liegenschaften, die nur knapp unter der Maximalgeschwindigkeit liegen, sind Beschleunigungseffekte durch die Objektpositionierung, wie Hanglagen, oder Kuppenlagen, gegeben. Auch diverse Anordnungen von Gebäuden können zu Beschleunigungseffekten führen.

9.8 Starkregen

Beinahe 75% der besichtigten Gebäude weisen ein augenscheinliches 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:

    - Aufquellen von Lagergütern wie Pellets oder 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 und können bei einem Versagen der Sicherheitsausrüstung ein Risiko für Personen darstellen.

- Viele alte Liegenschaften haben einen Erdkeller, bei dem 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 (z.B. Strom) in die Kellerräume eingebaut.

- Bei mehrmaligen Durchfeuchtungen in kurzen zeitlichen Abständen kann es zum Tragfähigkeitsverlust, vor allem bei alten Mauerwerken mit Zementen auf Kalkbasis, der Bauteile kommen.

- Wassermengen, die in kürzester Zeit pro Fläche auftreten, werden von Planern, Architekten und Eigentümern als untergeordnet eingeschätzt und dadurch wird die Gefahr im Voraus nicht richtig erkannt.

- Bodenbeschaffenheit, ob sickerfähig oder nicht, spielt ob der kurzen Auftrittszeit keine Rolle bei Oberflächenwässern.

- Verklausungen durch verstopfte Leitungen zufolge

    - Hagel:
      Dieser wird in Abflüsse eingeschwemmt und wird bei genügend großer Menge durch Sublimation und Resublimation verklumpen und Abflüsse verstopfen.
    - Blätter und sonstigem 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 können zu geänderten Abflusswegen des Oberflächenwassers führen. Auch ein Aufmerksam-Machen der Eigentümer sollte und kann hier viele Schäden verhindern, da diese meist die größten Erfahrungen mit den Gegebenheiten der eigenen Liegenschaft haben. Weiters könnten Computer-Simulationen, ähnlich dem Hochwasser, helfen, Schäden zu verhindern.

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, welcher einen Folgeschaden darstellt. Somit ist ein getrenntes Ausweisen der Wasserschäden nicht möglich. Jedoch wurden Liegenschaften besichtigt, wo die Schäden aus Oberflächenwasser bis zu € 20.000,00 betrugen.

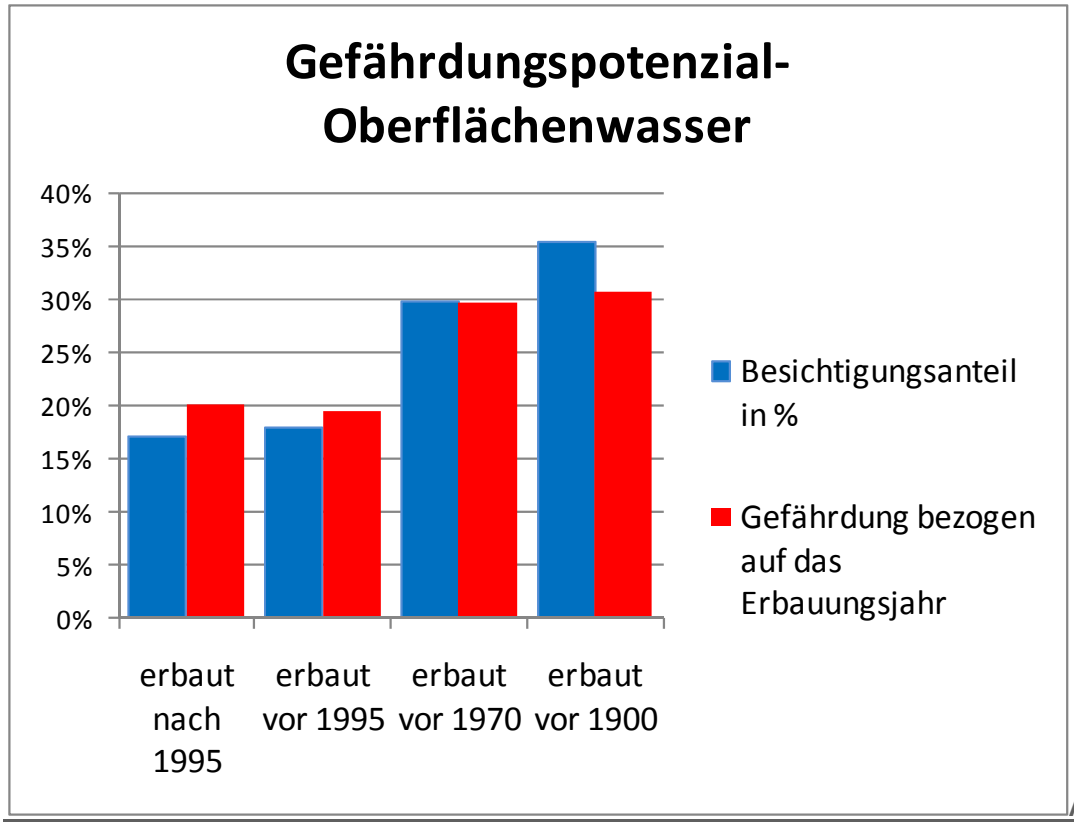

Abb.12
Verteilung der 75% mit Gefahrenpotenzial, bezogen auf das Erbauungsjahr

Abbildung 12 zeigt die Anzahl der Liegenschaften, bezogen auf die gesamt beschädigten Bauwerke. Es ist auffällig, dass Gebäude, die vor 1900 errichtet wurden, eine 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.1.7)

In Bezug auf die Prävention sollte hier die Lösung bei den Planern und in der Bauplatzbewilligung gesucht werden, um diesem Trend entgegen zu wirken bzw. ein besseres Bewusstsein bei den Eigentümern zu schaffen.

9.9 Natürliche Schutz- und Gefahrenpotenziale

9.9.1 Schutz und Gefahrenpotenziale von Bäumen

Die Natur hat im Laufe der Zeit effektive Schutzmaßnahmen für die Abwehr von Extremereignissen entwickelt. Viele Objekte werden von Schutzwäldern, Obstgärten oder Ähnlichem geschützt. Beim Pflanzen von Bäumen neben Gebäuden beachten die Betroffenen oft nicht, dass Bäume im Laufe der Jahre große Höhen erreichen können und somit, bei zu geringen Abständen zu den Gebäuden, im Falle einer Entwurzelung infolge Sturm, enorme Schäden verursachen können (siehe Anhang A.2.9). 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.

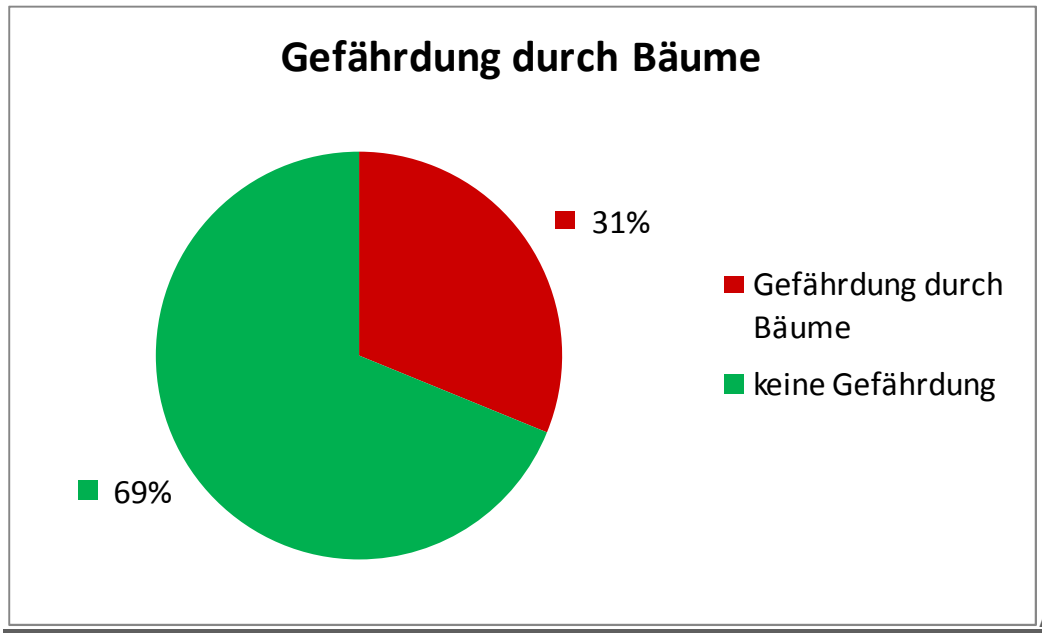

Abb.13
Gefährdung durch Bäume

9.9.2 Evaluierung über die geografische Positionierung der Liegenschaften

Die Auswertung der Datensätze ermöglicht auch eine Evaluierung der geografischen Positionierung der Gebäude. Abbildung 14a zeigt die Verteilung der 300 besichtigten Liegenschaften. Für die Begutachtungen wurde als Hang eine Fläche mit einer Steigung von mehr als fünf Prozent gewertet.
Bei der Evaluierung in Abbildung 14b wird die Summe der gesamten Versicherungsleistungen in Bezug 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 14c 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.

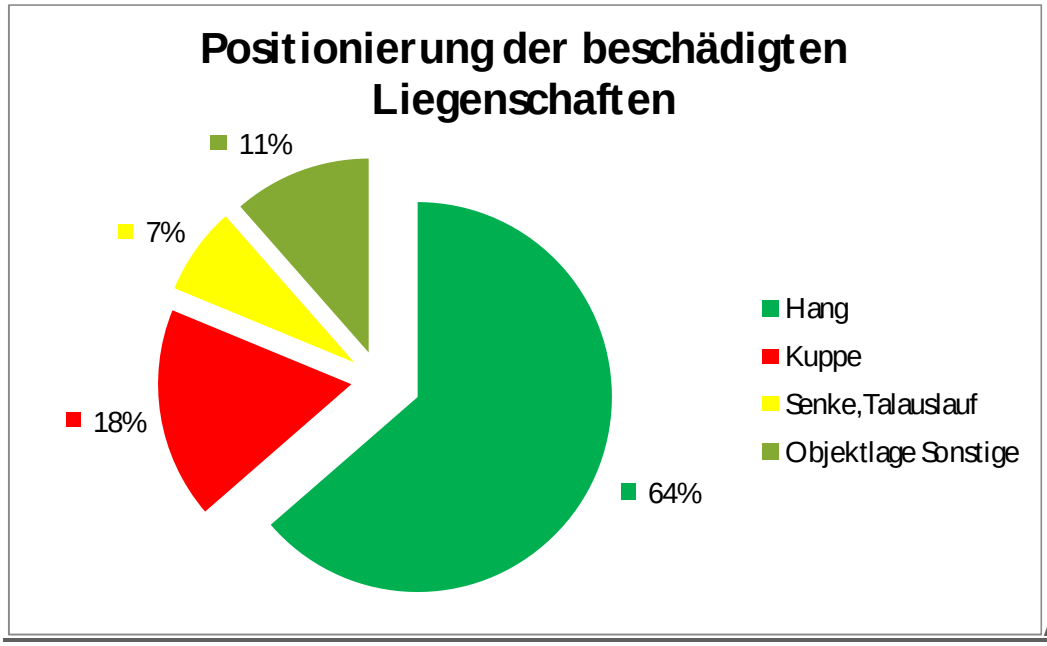

Abb.14a
Positionierung der Liegenschaften

Vergleich der gesamten Schadensrisiken bezogen auf die Objektpositionierung

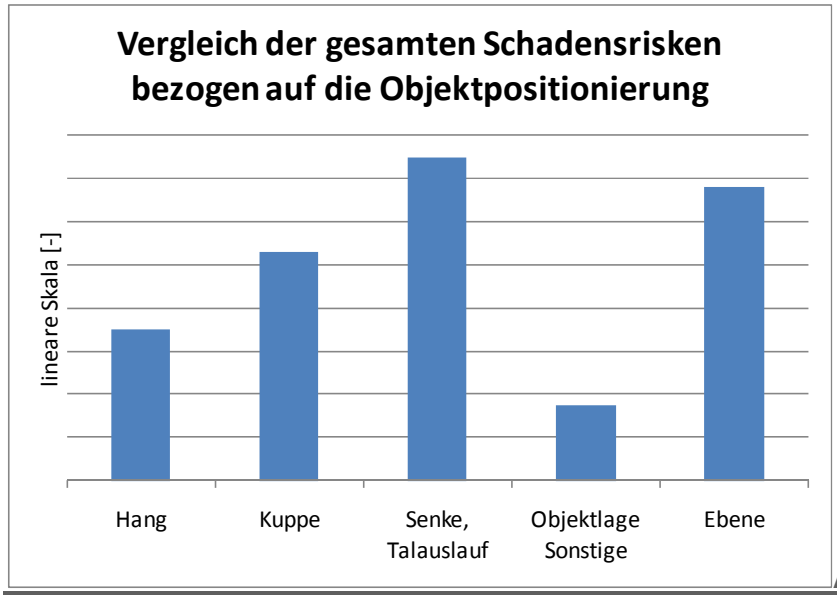

Abb.14b

Gesamtes Schadensrisiko bezogen auf Objektpositionierung

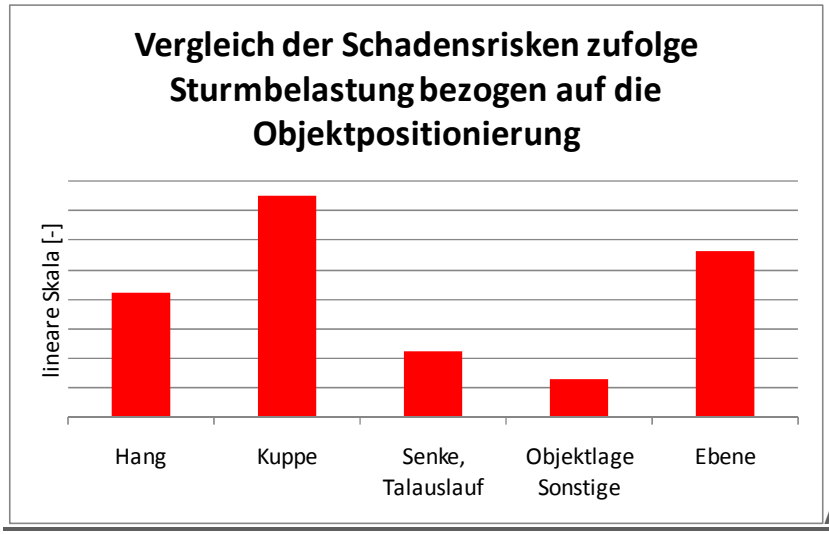

Abb.14c

Schadensrisiko von Sturmbelastungen bezogen auf Objektpositionierung

Abbildung 14: Schadensrisiken

Mit der Abbildung 14b kann gezeigt werden, dass, wenn das gesamte Schadenspotential betrachtet wird, die Liegenschaften, die in einer Senke positioniert sind, das höchste Schadenspotential aufweisen. Dies kann damit erklärt werden, dass diese Liegenschaften von allen Natureinflüssen betroffen sein können, wohingegen Gebäude auf Kuppenlagen durch Wasser nicht gefährdet sind.

10 Maßnahmen, um Schäden durch Hagel, Sturm oder Starkregen zu verhindern oder zu minimieren

Hagel:

- Grundsätzlich Eindeckungen auf der Basis eines Unterdaches (Kaltdach) ausführen. Dadurch wird zumindest der Folgeschaden durch Wassereintritt verhindert.
- hagelresistente Eindeckung in Übereinstimmung mit der Hagelzone, in der sich die Liegenschaft befindet, vorsehen.
- Die Dacheindeckungsprodukte in den betroffenen Regionen sollten in der Lage gewesen sein, einer TORRO-Klasse 7 zu widerstehen.

Sturm:

- Befestigung der Eindeckungen zufolge der empfohlenen Herstellerangaben
- nach EC-1 dimensionierte Dachstühle unter Berücksichtigung der Sogkräfte
- Einhaltung der Normen in Bezug auf Windgeschwindigkeiten
- frühzeitiges Beseitigen von Bäumen, die durch Windbruch zu einer Beschädigung der Gebäude führen würden
- Anpassung der Gebäudeaerodynamik in Bezug auf Hauptwindrichtung
    - Firstrichtung
    - Dachform
- Kaminabdeckungen ebenfalls mit den zu erwartenden Windgeschwindigkeiten laut EC-1 berechnen und die daraus folgenden Dimensionen für die Befestigungen festlegen

Starkregen:

- Hochziehen der Lichtschächte, um mehr als 15 cm über die tiefste, natürliche Wasserabflussmöglichkeit, (siehe Anhang A.2.7, Abbildung 49 und Abbildung 54)
- Antrittsstufen bei Kellerabgängen um mehr als 15 cm über die tiefste, natürliche Wasserabflussmöglichkeit hochziehen
- Grundstückseinfriedungen für Oberflächenwasserschutz auslegen, mit Bedacht auf den Schutz der nachfolgenden Liegenschaften
- Dachrinnen warten und reinigen, vor allem bei Flachdächern mit Innenentwässerungen
- Veränderung des umgebenden Geländes berücksichtigen
- Rückschlagklappen in der Kanalisation vorsehen, um eine umgekehrte Flussrichtung des Kanals zu verhindern

- Sicherung gefährdeter Lagergüter
    - Öltanks gegen Aufschwimmen sichern
    - Pellets-Lagerräume gegen eindringendes Wasser sichern, da hier hohe Druckkräfte des Quellvorganges die Baustruktur zerstören können

- bei Erdtanks Auftriebskräfte durch veränderliche Grundwassersituationen bedenken (siehe Anhang A.2.8, Abbildung 60).
    - falls Grundwasserhöchststand bekannt - entsprechende Maßnahmen setzen
    - falls Grundwasserhöchststand unbekannt - mittels Gutachten erheben und gegebenenfalls Maßnahmen setzen

11 Modelling – Gegenüberstellung Schadensentwicklung zu Schadensereignissen

11.1 Ausführung

In diesem Abschnitt der Studie wurden Wetterdaten der ZAMG und der Schadensberichte aus dem Kundenstock der Oberösterreichischen Versicherung in Korrelation gebracht. Es sei festgehalten, dass lediglich Schadensdaten oberösterreichischer Liegenschaften in die Studie eingeflossen sind. Die verwendeten Daten liegen auf dem Server der BVS, da die Datenmengen den Rahmen für den Anhang deutlich überschreiten. In diesem Teil der Studie lag das Hauptaugenmerk auf Hagelschäden. Ziel der Ausarbeitung war es, die steigenden Versicherungskosten mit einem Anstieg der Hagelereignisse in Verbindung zu bringen. Endziel ist es, eine nutzbare Form für Statistiker zu schaffen, die diese Ergebnisse zukünftig in ihre Annahmen einfließen lassen können.

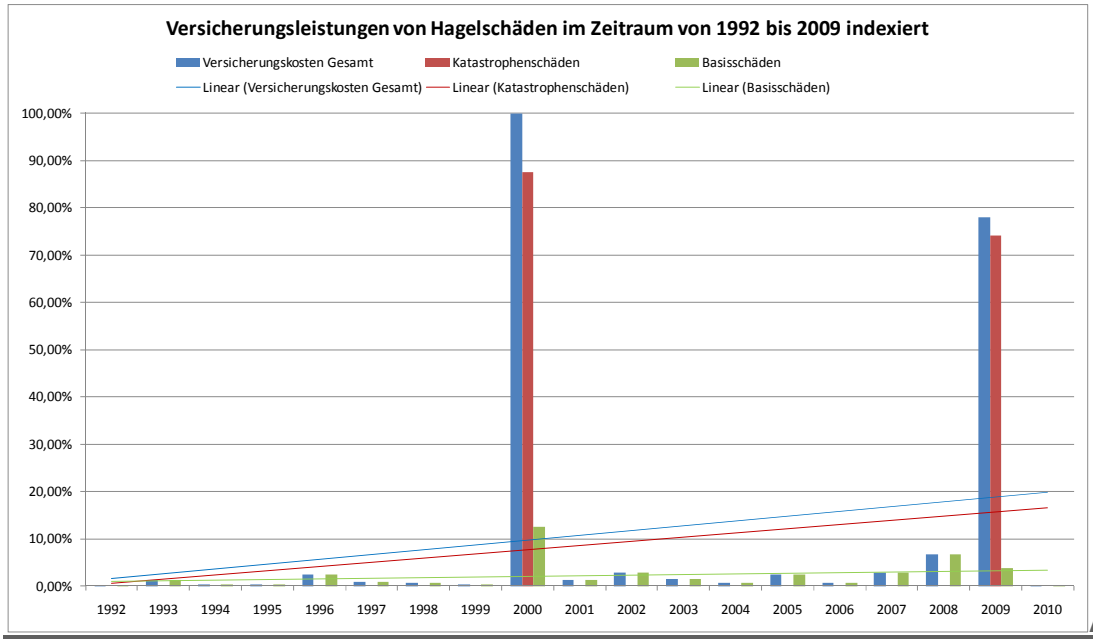

Abb.15

Hagelschäden 1992 bis 2009 normiert auf den Größtschaden im Jahr 2000

11.2 Auswertung

11.2.1 Vergleich von Versicherungsleistungen und Hagelereignissen

Aus den Ergebnissen, die in Abbildung 16 dargestellt sind, werden folgende Erkenntnisse gewonnen:

Das kalkulierte Risiko, welches in Abbildung 16 mit der grünen Linie dargestellt wird, zeigt, dass die Basisschäden einen ziemlich ausgeglichen Verlauf aufweisen. Der leichte Anstieg geht mit dem Zuwachs an Bauwerken, dem Baukostenindex und den Versicherungsnehmern in Oberösterreich einher.

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*[7] 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 [6]. 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 der Abbildung 16 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 [5] zu der Aussage, dass mit *relativ hoher Wahrscheinlichkeit* mit einem Anstieg an Hagel- und Sturmextremereignissen zu rechnen ist.

[7] Swiss Reinsurance

11.2.2 Annahme einer linearen Berechnung

Bei dieser Methode wurde versucht, Schadenssummen, welche Hagelunwetter verursachen, linear und ortsunabhängig zu berechnen. Um eine Vergleichbarkeit herstellen zu können, wurden der Baukostenindex und der Gebäudezuwachs in die Berechnung einbezogen. Die verwendete Formel lautet:
Summe der Versicherungsleistungen aus dem Jahr 2000 x Baukostenindex x Gebäudezuwachs x Ereignisanzahl 2009 / Ereignisanzahl 2000= Versicherungsleistungen indexiert auf 2009

Werden nun diese errechneten Werte mit der tatsächlich ausbezahlten Summe der OÖV verglichen, so erhält man eine gute Aussagekraft über die Gesamtschäden im Versicherungsgebiet. (Anmerkung: Die genaue Auswertung in Zahlen kann in privater Kommunikation bei OÖV nachgefragt werden.)

Schlussfolgerung EI- Index ist es nicht. Diese Schlussfolgerung verstehe ich nicht.

Weiters wurden auch kleinräumige Gebiete mit derselben Formel berechnet, um die Aussagekraft zu prüfen.

Tabelle 10:

Jahr	Anzahl der Leistungen	Summe in €	indexiert auf 2010 in €
2000	263	1.603.141,00	2.202.715,00
2001	2	8.438,00	11.416,00
2002	8	17.041,00	22.784,08
2003	5	7.219,00	9.456,79
2004	1	375,00	471,00
2005	1	347,00	427,16
2006	2	2.247,00	2.649,50
2007	0	0,00	0,00
2008	3	5.594,00	5.593,69
2009	144	416.056,00	441.018,96
2010	0	0,00	0,00

Demonstratives Beispiel einer Gemeindeauswertung für die Schwankungsbreiten bei den Versicherungsleistungen, hervorgerufen durch Hagelschläge

In Tabelle 10 wird ein Beispiel gezeigt, wo kleinräumigere Betrachtungen durchgeführt wurden. Hier zeigte sich deutlich, dass ein Vergleich unterschiedlicher Jahre mit einer linearen Berechnung nicht durchführbar ist. Grund dafür ist, dass die Streuung der Einflussfaktoren und deren Daten nicht differenziert vorliegen.

Solche Faktoren sind:

1. 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, entwickeln Hagelschläge bis zur TORRO-Klasse 3 vor allem im Agrarbereich erhöhtes Schadenspotenzial, da diese eine meist flächendeckende Zerstörung bewirken. Da diese Hagelschläge aber in dieser Studie nicht betrachtet werden, sind in Abbildung 20 die Ereignisse einmal in „kleiner als Torro 4“ und „größer gleich Torro 4“ eingeteilt.

2. Die Anzahl der einzelnen Hagelereignisse ergibt keine Aussage bezüglich der tatsächlichen Schäden. Dies ist aus Abbildung 17 ersichtlich, da im Jahr 2000 lediglich zwei Hagelereignisse registriert wurden, die jedoch enorme wirtschaftliche Schäden angerichtet haben.
   Dies ist damit zu erklären, dass unter anderem ein großer Streuungsunterschied bei den Schadensvolumina darin besteht, ob der Ortskern oder das Randgebiet einer Gemeinde betroffen ist.
   Denn zieht ein Hagelzug über unbebautes Gebiet, werden auch mit großen Torro-Klassen keine Gebäudeschäden entstehen. Trifft ein solcher Hagelzug mit Torro-Klasse „größer gleich 4“ ein dicht besiedeltes Gebiet, so entstehen große Schäden. Somit ist nicht die Häufigkeit der Hagelschläge „größer gleich TORRO-Klasse 4“ maßgebend, sondern auch die Region die der Hagelzug trifft. (siehe Beispiel Tabelle 10)

3. Eine vermehrte Anzahl von Hagelschlägen über einer TORRO-Klasse 4 führen statistisch gesehen auch zu einer größeren Wahrscheinlichkeit eines Hagelschadens bei Gebäuden.

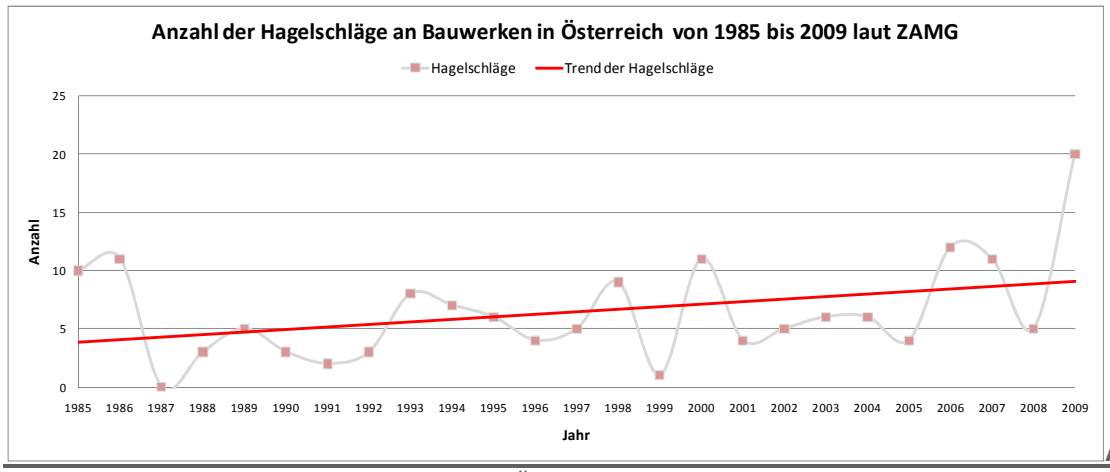

Abb.6

Anzahl der Hagelschläge an Bauwerken in Österreich von 1985 bis 2009 laut ZAMG

11.2.3 Vergleich von durchschnittlichen 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-Klassen-Aufzeichnungen der ZAMG und den geleisteten Versicherungsleistungen der OÖV in Abbildung 19 verglichen. In diesen Darstellungen wird eine Tendenz der Schädigungswirkung der einzelnen TORRO-Klassen ersichtlich.

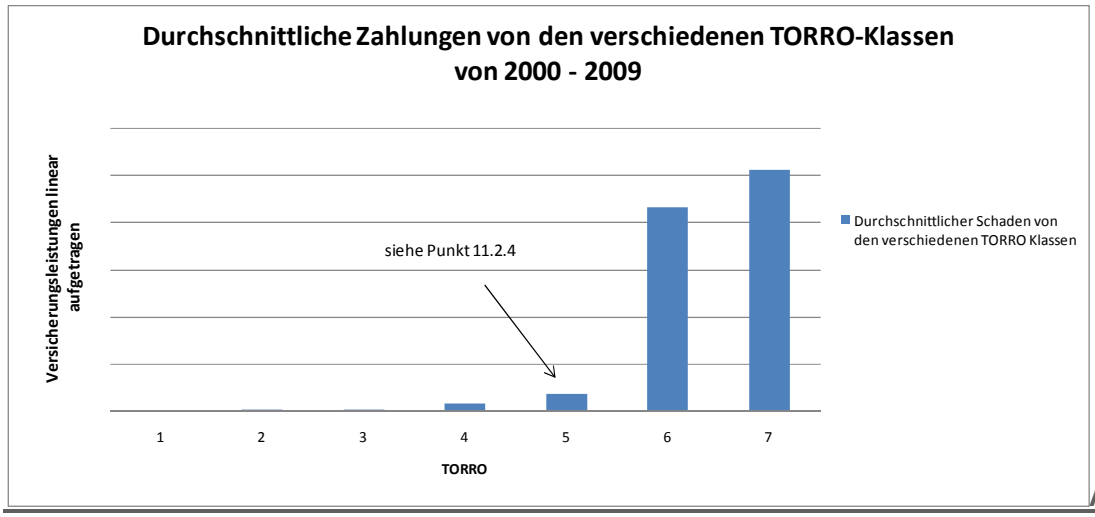

Abb.17

Kosten pro TORRO-Klasse (Anmerkung: Die Werte der y-Skala sind lineare Einheiten um die tatsächlichen Versicherungsleistungen in € zu anonymisieren)

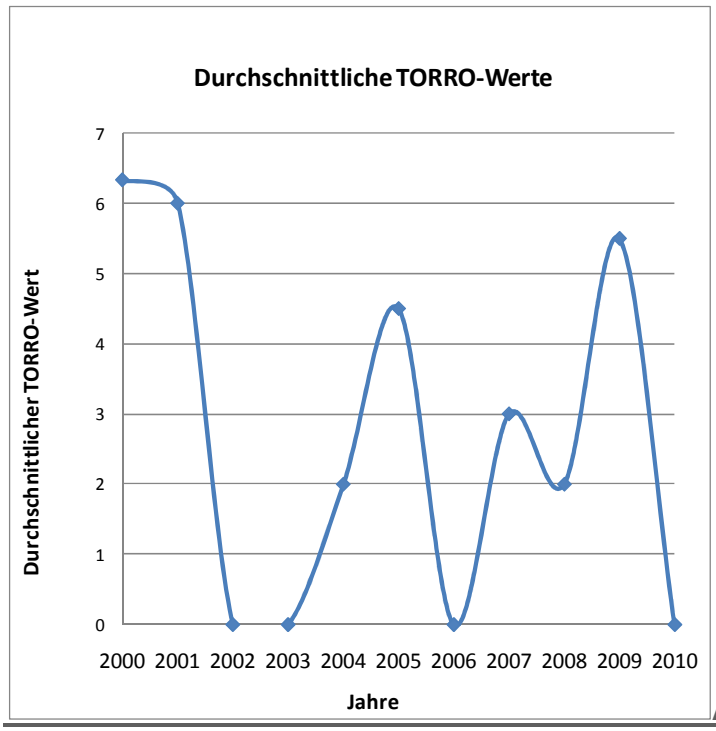

Abb.18a

Durchschnittliche TORRO-Werte

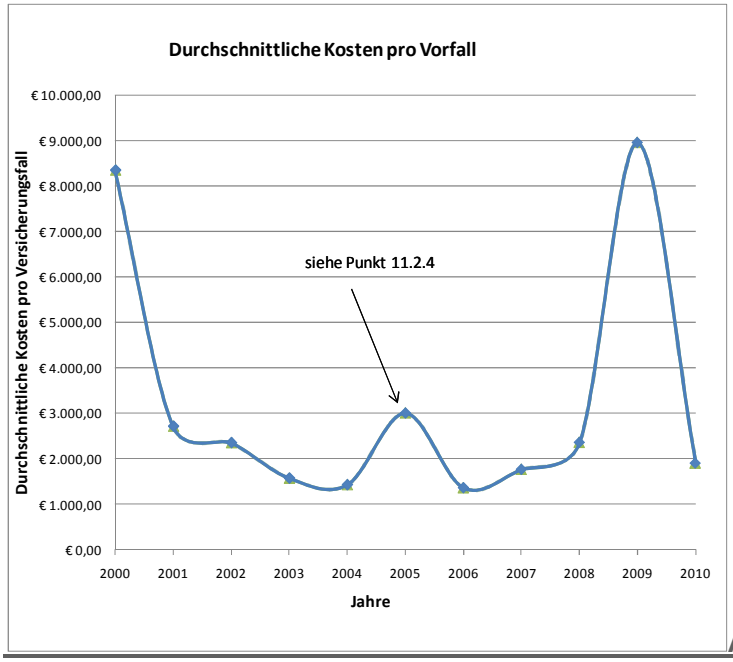

Abb.18b

Durchschnittliche Versicherungsleistungen pro Vorfall, Anmerkungserläuterung im Punkt 11.2.4

Vergleich Versicherungsleistungen – TORRO Klassifizierung

Wie in Abbildung 17 und 18a erkennbar, sind nur dann erhebliche Schäden an den Gebäuden entstanden, wenn eine TORRO-Klasse über der Stärke 4 auftrat. Abbildung 18 zeigt bei Betrachtung der Peak-Werte der Jahre 2000, 2005 und 2009, dass erst ab einer TORRO-Klasse „größer 4“ erhebliche Schäden an Bauwerken auftreten.

Aufgrund dessen, dass in Punkt 12.2.2 eine Übereinstimmung von Höhe und Erscheinung aller Versicherungsfälle hergestellt werden konnte, wurde dies auch für diese Methode angewandt. Die Werte sind wieder auf das Jahr 2010 indexiert, um ein einfaches Vergleichen zu ermöglichen. Es zeigt sich abermals, dass eine landesweite Betrachtung sehr genaue Daten liefert. Die Abweichungen zu den bezahlten Summen pro Liegenschaft, wie in Spalte 4 aus Tabelle 11 gezeigt, sind gering. Hieraus lässt sich der Schluss ziehen, dass bei Hagelauftritten „größer/gleich TORRO 4“, die Kostenvorhersage mit ca. € 9.000,00 pro Liegenschaft sehr treffend ist. Diese Versicherungsleistung deckt sich 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 ähnlicher TORRO-Klassen.
Eine rechnerische Erklärung der Grauzonen wird in Punkt 9.6.2 dargestellt.

Tabelle 11:

Jahr	Anzahl der Leistungen	Leistungen in Mio. €	Leistungen indexiert in Mio.€	Kosten pro Einheit in €
2000	-	-	-	8341,00
2009	-	-	-	8947,00

Vergleich der Gesamtschäden der Jahre 2000 und 2009 indexiert auf das Jahr 2010 bei einer Stichprobe >5000 (Anmerkung: die fehlenden Werte sind aus Anonymitätsgründen entfernt und sind bei der OÖV mittels privater Kommunikation hinterfragbar)

In Tabelle 11 wird dargestellt, dass bei Großereignissen die Schadenssummen sich ziemlich ausgleichen und somit mit Hilfe dieser Daten ein rascher Überblick kurz nach Schadenseintritt gewonnen werden kann.

11.2.4 TORRO-Klassen und ihre Auswirkungen auf die Schäden

Da das Thema Hagel vor allem in Österreich ein noch unerforschtes Gebiet in Bezug auf Gebäudeschäden darstellt, wurden mit den folgenden Auswertungen Hagelgrößen ihrem Schadenspotenzial zugeordnet. Wie in Tabelle 18 erkennbar, sind erhebliche Gebäudeschäden erst ab einer TORRO-Klasse 4 aufgetreten.
Abbildung 17 und Abbildung 18b weisen eine eindeutige Unterteilung der Schädigungswirkung der einzelnen Hagelklassen aus. Aus Abbildung 18b wäre abzulesen, dass erst ab TORRO-Klasse 6 eine empfindliche Schädigung der Gebäude eintritt. Da aber laut EMPA nur Betonsteindächer eine Hagelresistenz der TORRO-Klasse 5 aufweisen, erscheinen die ausgewiesenen Durchschnittsschäden für den österreichischen Markt zu gering.
Die TORRO-Klassen 4 bis 5 stellen den Grenz- und Graubereich jener Belastung dar, gegen welche die in Österreich meist vertretenen Dacheindeckungen, wie Ton-, Betonstein-, Faserzementplatten- und Blechdächer resistent sind.

Vor allem der Peak-Wert aus Abbildung 18a im Jahr 2005 zeigt jenen Graubereich zwischen TORRO-Klasse 4 und 5. Es ist Tatsache, dass diese TORRO-Klassen Gebäude zwar schädigen, die Schwankungsbreite der daraus resultierenden Schäden aber groß ist, wie in Tabelle 12 mit den unterschiedlichen Durchschnittsschäden gezeigt wird. Daraus folgt, dass die TORRO-Klasse 5 nicht unter „Basisschaden" in den Berücksichtigungen der Versicherungen eingeordnet werden sollte.

Tabelle 12:

Datum	Anzahl der Leistungen	Gemeinde, Bezirk	Leistungen in €	Kosten pro Einheit in €
28.06.05	-	Ostermiething, Braunau	-	4402,00
28.06.05	-	St. Radegund, Braunau	-	9156,00
28.06.05	-	St. Pantaleon, Braunau	-	4351,00
24.06.07	-	Vöcklabruck, Gmunden	-	4259,40
07.07.09	-	Ohlsdorf, Gmunden	-	2951,00

TORRO-Klasse 5 gesonderte Auswertung (Anmerkung: die fehlenden Werte sind aus Anonymitätsgründen entfernt und sind bei der OÖV mittels privater Kommunikation hinterfragbar)

Plausible Gründe, warum die Grauzone eine so große Bandbreite aufweist, werden im Anhang A.1.8 genannt.

Die TORRO-Klassen 6 und 7 stellen jene Hagelereignisse dar, die die größten Schäden verursachen. Es kann angenommen 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 auch größere Schäden an Fassaden erreicht. Es gibt derzeit nur drei Eindeckungstypen am Markt, 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

- Blech- und Kupferdächer mit vollflächiger Unterlage
  - Durch die Verformbarkeit des Materials entstehen bleibende, optische Schäden. Ein Durchstanzen bei vollflächiger Holzunterlage ist jedoch nicht möglich.

Die TORRO-Klassen 3 bis 4 stellen die untere Grenze bei der Hagelresistenz von Dacheindeckungen dar. Hier beeinflussen die im Anhang A.1.8 beschriebenen Faktoren das Schadensausmaß erheblich.
Schadensmeldungen, die aus den TORRO-Klassen „kleiner 3“ kommen, sind sehr wahrscheinlich auf Wasserschäden zurückzuführen. Gefrierender Hagel in Röhren und Rinnen führt zu Verklausungen 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.

Generell kann gesagt werden, dass in den letzten Jahren eine ansteigende Tendenz der Hagelereignisse sowie der TORRO-Klasse verzeichnet wird, wie in Abbildung 16 ersichtlich.
Die folgenden Abbildungen zeigen gesondert die Hagelauftritte an Gebäuden der Jahre 1985 bis 2009.

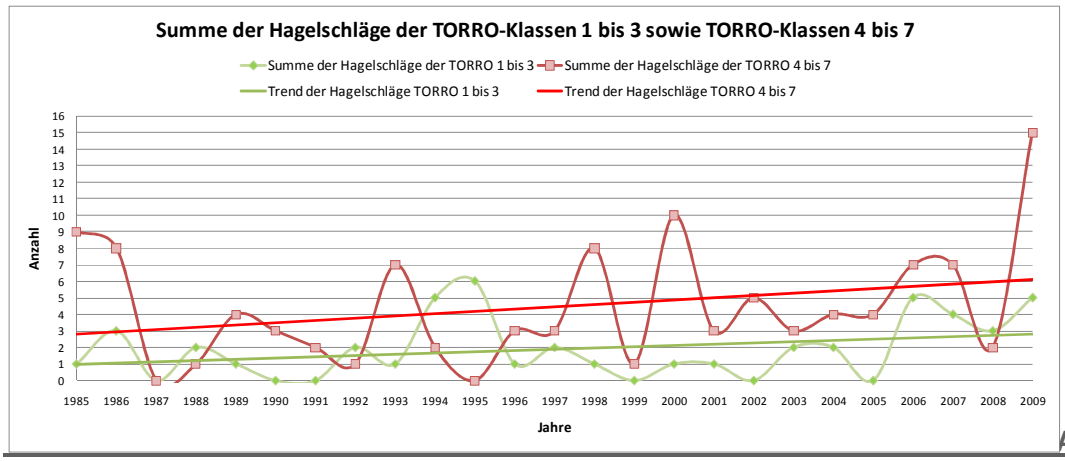

Abb.19

Vergleich der Summen an Auftritten der TORRO-Klassen 1 bis 3 bzw. TORRO 4 bis 7

Der Anstieg der Torroklassen steigt bei den Klassen 4 bis 7 momentan um mehr als das 1,5 fache an im Vergleich zu den Torroklassen 1 bis 3 an. Dies sollte zusätzlich den Handlungsbedarf unterstreichen, Baumaterialien zu entwickeln die einer Torroklasse 4 bis 7 widerstehen.

11.2.5 Vergleich von Aufzeichnungen der ZAMG und jenen der OÖV

Abbildung 20: Hagelkarte laut OÖV und ZAMG nach verschiedenen TORRO-Klassen eingezeichnet

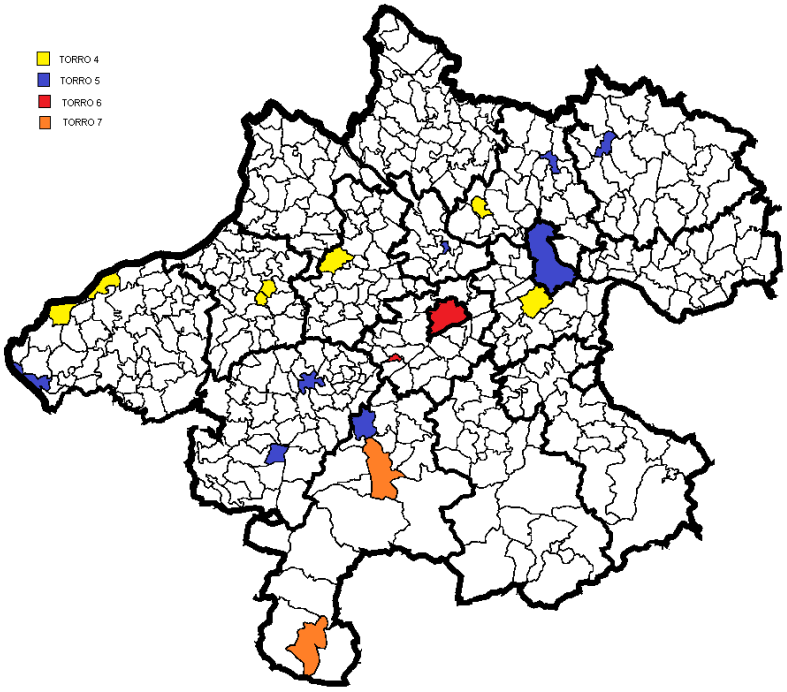

Abb.20

Hagelkarte laut OÖV und ZAMG nach verschiedenen TORRO-Klassen eingezeichnet

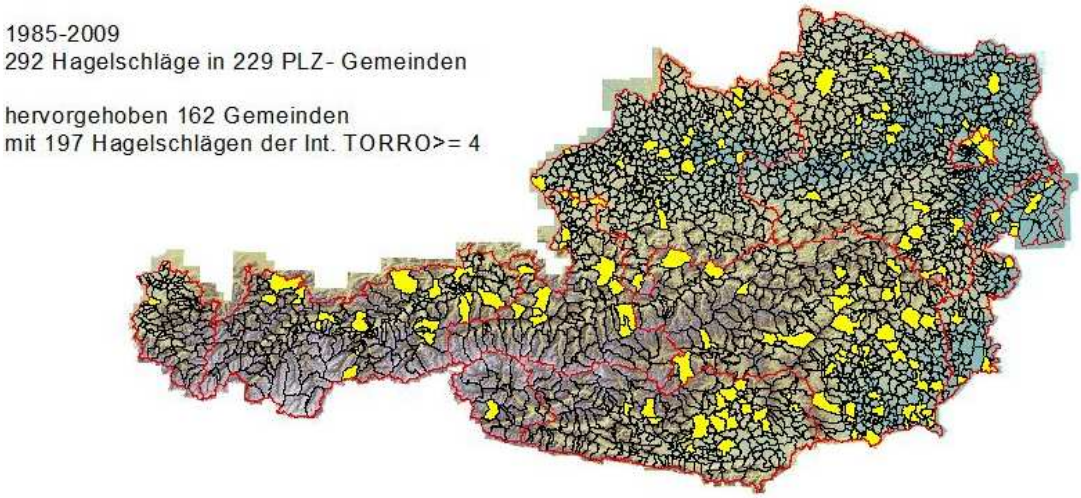

Abb.21

Hagelkarte laut ZAMG

Vergleiche der Aufzeichnungen von OÖ-Versicherung und ZAMG, zeigen für den oberösterreichischen Raum eine gute Übereinstimmung. Auf Basis dieser Daten, sollte eine für Österreich gültige Hagelkarte erstellt werden.

12 Mögliche Maßnahmen der Versicherung

Das wichtigste Gebot ist, die *Prävention* zu stärken. Damit werden die Folgen von Naturkatastrophenschäden deutlich reduziert.
Daraus abgeleitet, sollte die Standfestigkeit der Objekte so erhöht werden, dass Schäden von regelmäßig auftretenden Naturereignissen vermieden oder deutlich geringer gehalten werden können.
Nur wenn dies gelingt, wird es zukünftig auch Versicherungsschutz für fast alle Risikozonen zu moderaten Preisen geben.
Wenn es hier zu keiner Änderung kommt, werden die Versicherer dazu gezwungen, ihre Versicherungsnehmer nachhaltig zu selektieren. Dies führt dazu, dass es für exponierte Objekte schwierig bis unmöglich wird, einen Versicherungsschutz für Naturkatastrophen zu erhalten, was wiederum zu einer Mehrbelastung des Katastrophenfonds führt.

13 Gebäudepass – ein Typenschein für Bauwerke

Um potentielle Gefahren einer Bebauung in Risikozonen zu erkennen, müssten die regionsspezifischen Elementarereignisse durch kartographische Darstellungen der Gefahrenzonen erfasst sein. Zusätzlich zu den bereits erfassten Daten, für z.B. Hochwasser, Lawinen, Schneedruck, usw., sollten Hagelgefahren und Gefahren durch Hangwässer bzw. Oberflächenwässer, die durch Starkregen hervorgerufen werden, aufgezeichnet und kartographisch einbezogen werden.

Wünschenswert wären validierte Computersimulationsmodelle analog zu denen der Hochwasservorhersagen, um Prognosen erstellen zu können und nicht zuwarten zu müssen, bis Erfahrungswerte mehrerer Jahrzehnte von tatsächlichen Katastrophenereignissen vorliegen. All diese Mittel sollten dabei helfen, die Bauwerber bereits frühzeitig auf ein Risiko aufmerksam zu machen und ihnen so Möglichkeiten zu geben, Vorkehrungen zur Vermeidung bzw. Minimierung von Schäden zu treffen.

Die Umsetzung der Prävention bei Bestandsbauten, könnte mittels einer Beratung z.B. im Rahmen der feuerpolizeilichen Überprüfung in Oberösterreich durchgeführt werden. Dadurch wäre sichergestellt, dass jedes Objekt, auch bestehende Gebäude, hinsichtlich der Gefährdung durch Naturkatastrophen, analysiert wird und den Eigentümern bzw. Nutzern Beratung für präventive Schutzmaßnahmen angeboten wird.

Mittelfristig kann die Resistenz aller Gebäude gegen Naturkatastrophen in Form eines Gebäudepasses dokumentiert werden. Um die entscheidenden Parameter eines Gebäudes zu erfassen, können die 6 wesentlichen Anforderungen der Bauproduktenrichtline (89/106/EWG) und künftig die 7 Basisanforderungen der Bauproduktenverordnung (765/2008) herangezogen werden. Der Gebäudepass wäre damit die konsequente Fortsetzung des, eingeschlagenen Weges mit der bereits umgesetzten Klassifizierung des Wärmebedarfes in Form des „Energieausweises“ (OIB 2002/91/EG).

14 Mögliche Maßnahmen und weiterer Fortgang im Projekt NATKAT

Das IGS wird mit repräsentativen Dacheindeckungsherstellern Kontakt aufnehmen, um die Thematik Hagelresistenz und deren Bedeutung in möglichen Entwicklungsvorhaben einfließen zu lassen. Weiters ist seitens des IGS angedacht, fachkundige Mitarbeiter in relevante Normenausschüsse zu entsenden, um die aus dieser Studie gewonnenen Erkenntnisse, soweit wie möglich, normativ umzusetzen. Auch bei der Ausbildung von Behörden und Kontrollorganen sollte das IGS mitwirken, um ein, im Hinblick auf Naturkatastrophen, präventionsgerechtes Bauen in Zukunft zu sichern.
Eine weitere Möglichkeit, auf eventuell erforderliche Präventivmaßnahmen hinzuweisen, ist, im Zuge der FPÜ[8], eine NATKAT-Risikoanalyse durchzuführen und dabei erkannte Risikopotenziale, in Bezug auf Naturkatastrophen, schriftlich festzuhalten.
Diese NATKAT-Analyse ist für die Risikobeurteilung, beziehungsweise die Prämiengestaltung von den Versicherungen, heranzuziehen. Bei einer derartigen Vorgangsweise ist der Katastrophenfond entlastet, da ein Ignorieren der erkannten Risikopotenziale eine Minderung bei Schadensentschädigungen nach sich zieht.
Additiv sind die Aufzeichnungen von Feuerwehren und Einsatzkräften, im Hinblick auf Naturkatastrophen, zu prüfen.

[8] Feuerpolizeiliche Überprüfung

Abbildungsverzeichnis

1 Gesamtverteilung der Versicherungsleistungen der 1.150 Schadensakte nach Zahlungsart…….. 9
2 Versicherungsleistungsverteilung bezogen auf Schadensereignisse…… 16
3 Optische Beurteilung der Außenhülle der Wohngebäude der besichtigten Liegenschaften…… 18
4 Schäden gesamt auf alle Gebäude bezogen……... 19
5 Verteilung der Versicherungsleistungen pro Schadensmeldung aus den Jahren 2002 bis 2009 der beschädigten Liegenschaften, aus den 300 besichtigten Objekten…… 21
6 Verteilung der Versicherungsleistungen pro Liegenschaft aus den Jahren 2002 bis 2009 der beschädigten Liegenschaften aus den 300 besichtigten Objekten…… 22
7 Marktverteilung der Dacheindeckungstypen……... 23
8 Versicherungsleistung pro Dacheindeckungstype (Anmerkung: Die Werte der y-Skala sind lineare Einheiten um die tatsächlichen Versicherungsleistungen in € zu anonymisieren)…… 24
9 Spezifische Verteilung der Schäden bezogen auf die einzelnen Eindeckungstypen…… 25
10 Energiegewinnungssysteme – vorhanden an 34 % der besichtigten 300 Objekte…… 28
11 Joule pro TORRO-Klasse (Anmerkung: Die Werte der y-Skala sind lineare Einheiten um die tatsächlichen Versicherungsleistungen in € zu anonymisieren)..…… 30
12 Verteilung der 75 % mit Gefahrenpotential, bezogen auf das Erbauungsjahr…… 33
13 Gefährdung durch Bäume…….. 34
14 Schadensrisiken…… 35
15 Hagelschäden 1992 bis 2009 normiert auf den Größtschaden 2000…… 39
16 Anzahl der Hagelschläge…… 42
17 Kosten pro TORRO-Klasse (Anmerkung: Die Werte der y-Skala sind lineare Einheiten um die tatsächlichen Versicherungsleistungen in € zu anonymisieren)..…… 43
18 Vergleich Versicherungsleistungen – TORRO – Klassifizierung……... 43
19 Vergleich der Summen an Auftritten der TORRO-Klassen 1 bis 3 bzw. TORRO 4 bis 7…. 46
20 Hagelkarte laut OÖV und ZAMG nach verschiedenen TORRO-Klassen eingezeichnet….. 47
21 Hagelkarte laut ZAMG…….. 48
22 Verteilung der Unterdächer…… 56
23 Ungünstige Ausrichtung der sensiblen Gebäudeteile in Richtung Nordwest, da diese die Hauptwind- und Wetterrichtung darstellt……... 58
24 Zerstörungskraft durch Hagel in Verbindung mit Wind an der Dachrinne sichtbar (Anm.: Wärmedämmverbundfassade bereits erneuert)…….. 59
25 Landschaftliche Gegebenheiten erhöhen das Sturmrisiko…… 59
26 Bei zu steilem Dachstuhl ist eine Ton- oder Betonziegeleindeckung ein großes Risiko, da infolge bereits geringer Windwirkung Ziegel ausgehängt werden können und so durch das Abrutschen Schäden verursacht werden können…… 60
27 Dieses Bild zeigt die Folgeschäden, welche in Abbildung 26 beschrieben wurden…… 60
28 Typische Windschäden an Tonziegeldächern infolge mangelhafter Verankerung der Ziegel…… 61
29 In Bezug auf mögliche Windbelastungen schwache Verankerung des Hochsilos – oftmals PVC mit geringem Eigengewicht erhöht das Risiko…….. 61
30 Verstärkte Sicherung großer Tore gegen Winddruck…… 62
31 Zusätzliche Bodenhalterung der seitlichen Tore eines Vierseithofes verhindern das Aufreissen der Tore und somit weitere schwere Folgeschäden…….. 62
32 Abheben des Dachstuhls wird durch zusätzliche Verschraubung verhindert…… 63

33 Aufgrund von eingetretenen Schäden wurden nachträglich Windverbände angeordnet…… 63
34 Hagelschaden durch TORRO 6 Solarpaneel…….. 64
35 Hagelschaden durch TORRO 6 an Blecheindeckung, nur optischer aber kein funktioneller Schaden…… 64
36 Vollständige Zerstörung einer Faserzementeindeckung infolge Hagle TORRO 5……. 65
37 Vollständige Zerstörung einer Faserzement-Welleindeckung durch Hagel TORRO 5……. 65
38 Durchschlag eines Tonziegels nach Hagel TORRO 5……... 66
39 Beschädigung einer Wärmedämmverbundfassade durch Hagel TORRO 4……. 66
40 Erhöhte Kellerschächte zur Verhinderung von Wassereintritt infolge von Starkregen……. 67
41 Ermöglichter Abfluss des Wassers, welches von der Straße durch den Hof geleitet wird und ungehindert abfließen kann (1)…… 68
42 Ermöglichter Abfluss des Wassers, welches von der Straße durch den Hof geleitet wird und ungehindert abfließen kann (2)…… 68
43 Wasserlauf – Draufsicht…… 69
44 Wasserfassung – Wiese ; erstes betroffenes Gebäude mit der Gebäudenummer 13 aus Abb. 43…….. 70
45 Wassereintrittsstelle nach Schaden mit einer Erhöhung der Lichtschächte. Vor Schaden gab es keine Erhöhung der Lichtschächte……..... 70
46 Wasseraustrittsstelle – Gebäude Nr. 13 aus Abb. 43……. 71
47 Liegenschaft Nr. 12 (im Vordergrund) und Nr. 25 (im Hintergund) aus Abb. 43……. 71
48 Wassereintritt ins Wohngebäude und/oder Garage bei Verstophung der Gitterrinne (Rigol) durch angeschwemmten Hagel, Unrat……. 72
49 Oberflächenwasser infolge Starkregen fließt direkt in die Lichtschächte……. 72
50 Fehlende Lichtschachterhöhung führt zur zwangsweisen Einleitung von Oberflächenwasser in den Keller……... 73
51 Pelletstank mit 11 m³ Fassungsvermögen nach Einbau im Herbst…….. 74
52 Pelletstank wie in Abb. 51 im folgenden Frühjahr infolge Ansteigen des Grundwasserspiegels……. 74
53 Nord- Westseite des Gebäudes……. 75
54 Weitere Ansicht wie Abb. 53……... 75
55 Im Falle einer Entwurzelung des Baumes könnte es zu einer Fundamentzerstörung kommen…….. 76
56 Schadenspotenzial neben Wohnhaus……... 76
57 Schutzwald……. 77
58 Der Obstgarten mit genügend Abstand dient als effiziente Schutzform für den Hof, der im Hintergrund sichtbar ist……. 77
59 Obstgarten schützt Wohnhaus……. 78
60 Rodung verändert die Rahmenbedingungen im Hinblick auf Windangriff……. 78
61 Natürlicher Windbruch verändert die Gegebenheiten……. 79

Tabellenverzeichnis

1 Gegenüberstellung von Versicherungsleistungen an Baustellen nach Ursache…….. 9
2 Gegenüberstellung der Versicherungsleistungen an Dächern nach Eindeckungsart und Ursache……..... 10
3 Gegenüberstellung Schäden an Fassade nach Art und Ursache…….. 10
4 Gegenüberstellung an sonstigen Leistungsarten Gebäude nach Art und Ursache……. 10
5 Gegenüberstellung „sonstige Leistungen“ nach Art und Ursache…….. 11
6 TORRO-Skala [2]……..... 14
7 Beaufortskala {1)……. 15
8 Hagel bezogen auf Windspitzen…….. 29
9 Ableitung von Böenspitzen in Bezug auf EC-Lasten……. 31
10 Demonstratives Beispiel einer Gemeindeauswertung für die Schwankungsbreiten bei den Versicherungsleistungen hervorgerufen durch Hagelschläge……... 41
11 Vergleich der Gesamtschäden der Jahre 2000 bis 2009 indexiert auf das Jahr 2010 bei einer Stichprobe>5000 (Anmerkung: die fehlenden Werte sind aus Anonymitätsgründen entfernt und sind bei der OÖV mittels privater Kommunikation hinterfragbar)……. 45
12 TORRO-Klasse 5 gesonderte Auswertung (Anmerkung: die fehlenden Werte sind aus Anonymitätsgründen entfernt und sind bei der OÖV mittels privater Kommunikation hinterfragbar)……. 45

Literaturverzeichnis

[1] 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
[2] BÖHM, D. Ft.: Harte und weiche Fakten zum Klimawandel- ein Überblick. In: *Auswirkungen des Klimawandels auf die Österreichische Wasserwirtschaft* (2008), S. 53-70
[3] EGLI, D. T.: *Objektschutz gegen meteorologische Naturgefahren.* Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen, 2007
[4] EGLI, D. T. ; ENGINEERING, E. (Hrsg.): *Schweizerisches Hagelschutzregister.* Vereinigung Kantonaler Gebäudeversicherungen http://www.hagelregister.ch/D/ESR_default_d.asp
[5] Starl, H. Naturkatastrophen (2010)
[6] IPCC, A. .. ; IPCC (Hrsg.): *Klimaänderung 2007 Wissenschaftliche Grundlagen.* Lebensministerium, 2007
[7] RE, S. : Naturgefahrenschäden Österreich. - OÖV
[8] ZAMG: Hagelschadensereignisse Sachschäden. In: *Hagelschadensereignisse* (2007), S. 2
Seite 52

A Anhang

A.1 Literaturanhang mit möglichen Erklärungen für nicht eindeutig belegbare Punkte zufolge des Verfassers

A.1.1 Alterungseffekte

Es ist aus den Besichtigungen hervorgegangen, dass vor allem alte Faserzementdächer 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 Faserzementplatten - also mit und ohne Asbestanteil - erkannt.

A.1.2 Erläuterung zu Herstellungsprozessen

Es ist aus Erfahrungen bekannt, dass vor allem Tonprodukte sehr großen Schwankungen unterliegen. Diese Schwankungen entstehen durch die Unregelmäßigkeiten des Basisstoffes Ton. Auch der Brennvorgang hat enormen Einfluss auf die Festigkeit der Bauteile.

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 Unterdächer

Unterdächer sind im modernen Hausbau bereits Standard. In diesem Punkt liegt das Problem eher bei Bestandsbauten, die oft noch keine Unterdachkonstruktion haben. Eine Sinnhaftigkeit des Unterdaches steht außer Frage. Sehr oft wird jedoch, wie bei den Besichtigungen gesehen, auch nach Schäden kein Unterdach errichtet. Die Gründe hierfür sind sehr 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. Wassereintritt auf die Lagergüter kann diese nicht nur unbrauchbar machen, sondern auch zu enormen Brandherden werden lassen. Somit wäre es laut IGS ratsam, für diese Bauwerke ebenfalls Unterdächer im Zuge von Dachhautsanierungen zu errichten.
Aus den Analysen konnte nicht herausgefunden werden, wie hoch die Versicherungsleistungen durch Wasserschäden sind, da dies bei Schadensmeldungen nicht gesondert aufgenommen wird.

A.1.5 Verteilung der Unterdächer

Der momentane Bestand an Unterdächern wird in Abbildung 24 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 sehr großen Dachflächen bei Stallungen und Ähnlichem, die dadurch Unterdächer kostenintensiv machen.

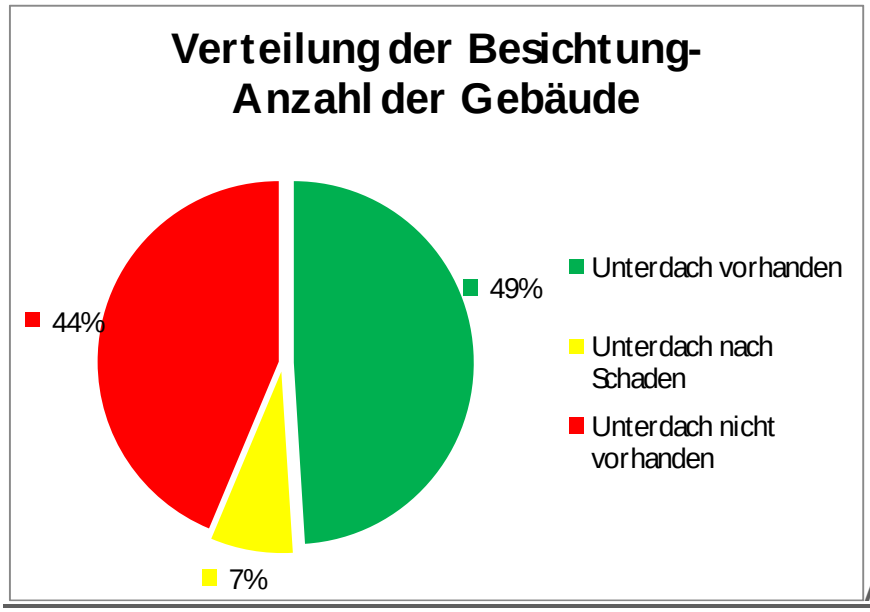

Abb.22
Verteilung von Unterdächern

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 Hagelschäden war die Höhe der Versicherungsleistungen so groß, dass ein Unterdach bei angemessener zusätzlicher Selbstleistung die Finanzierung eines Unterdaches ermöglichten.
- Ist die Dachhaut aufgrund der hohen Schäden komplett zerstört und somit total zu entfernen, wäre es ein guter Zeitpunkt, im Zuge dieser Sanierung ein Unterdach zu errichten.

A.1.6 Solar und Photovoltaik

1. 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 zufolge von Aussagen der Eigentümer, konnte aber eine größere Resistenz der Photovoltaikanlagen festgestellt werden, was die Ergebnisse trotz geringer Auswertungsanzahl widerspiegeln.

2. Laut Firma MEA- Solar beträgt der Marktpreis für eine Hausphotovoltaikanlage zwischen € 16.000,00 und € 25.000,00. Im Vergleich dazu, betragen die Neukosten für Solaranlagen ca. € 15.000,00. Dieser Vergleich zeigt, dass Solaranlagen nicht so hagelresistent sind, als Photovoltaikanlagen, welche Hagelschlagsimulationen unterzogen wurden.

A.1.7 Oberflächenwässer

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

A.1.8 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 Materialen
  - 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.

- Alterungseffekte der Dachhaut sind sehr entscheidend. Es gibt aber 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 9.6.2 und 12.2.3:
All diese Positionen könnten zur Quantifizierung und Präzisierung noch Bestandteil einer detaillierten Folgestudie sein.

A.2 Referenzbilder

A.2.1 Erklärung

Im folgenden Abschnitt werden einige Bilder der 300 durch IGS besichtigten Objekte gezeigt und mit Titel auf die Hauptaussage des Bildes hingewiesen. Die gezeigten Bilder stellen nur einen Bruchteil jenes Datenmaterials dar, welches noch auf dem Datenträger, der zusätzlich zur Studie beim IGS aufliegt, aufgelistet ist.

A.2.2 Ausrichtung der Gebäude

Abb.23
Ungünstige Ausrichtung der sensiblen Gebäudeteile in Richtung Nordwest, da diese die Hauptwind- und Wetterrichtung darstellt.

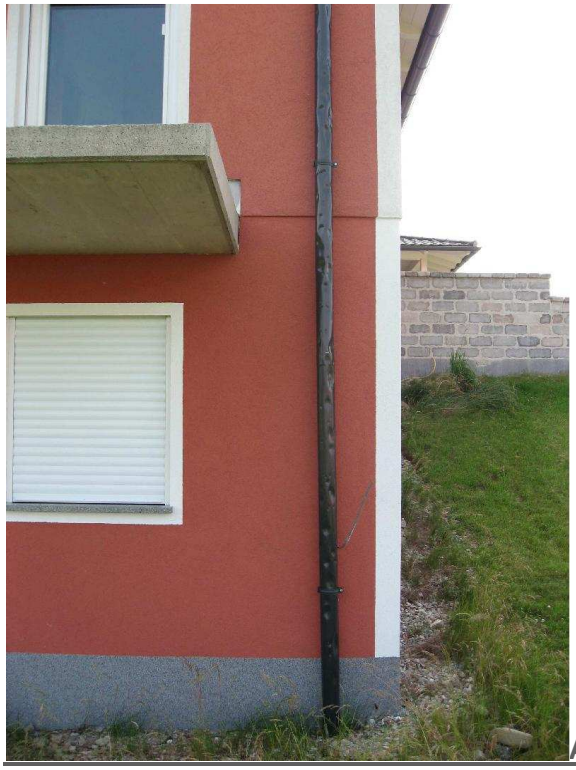

Abb.24
Zerstörungskraft durch Hagel in Verbindung mit Wind an der Dachrinne sichtbar. Anm.: Wärmedämmverbundfassade bereits erneuert

Abb.25
Landschaftliche Gegebenheiten erhöhen das Sturmrisiko

A.2.3 Fehlerhafte Ausführung von Befestigungen

Abb.26

Bei zu steilem Dachstuhl ist eine Ton- oder Betonziegeleindeckung ein großes Risiko, da infolge bereits geringer Windeinwirkung Ziegel ausgehängt werden können und so durch das Abrutschen Schäden verursacht werden können.

Abb.27

Dieses Bild zeigt die Folgeschäden welche in Abbildung 35 beschrieben wurden.

Abb.28
Typische Windschäden an Tonziegeldächern infolge mangelhafter Verankerung der Ziegel

Abb.29
In Bezug auf mögliche Windbelastungen schwache Verankerung des Hochsilos - oftmals PVC mit geringem Eigengewicht erhöht das Risiko

A.2.4 Verbesserungen durch Eigentümer nach Schadensereignissen

Abb.30
Verstärkte Sicherung großer Tore gegen Winddruck

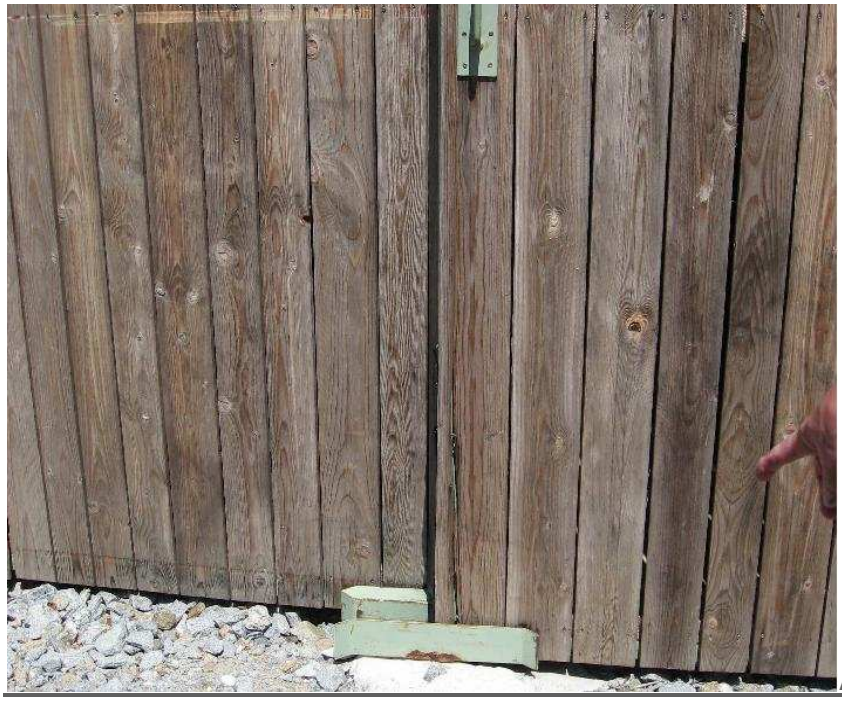

Abb.31
Zusätzliche Bodenhalterung der seitlichen Tore eines Vierseithofes verhindern das Aufreissen der Tore und somit weitere schwere Folgeschäden

Abb.32
Abheben des Dachstuhls wird durch eine zusätzliche Verschraubung verhindert

Abb.33
Aufgrund von eingetreten Schäden, wurden nachträglich Windverbände angeordnet.

A.2.5 Hagel

Abb.34
Hagelschaden durch TORRO 6 Solarpanel

Abb.35
Hagelschaden durch TORRO 6 an Blecheindeckung, nur optischer, aber kein funktioneller Schaden

Abb.36
Vollständige Zerstörung einer Faserzementeindeckung infolge Hagel TORRO 5

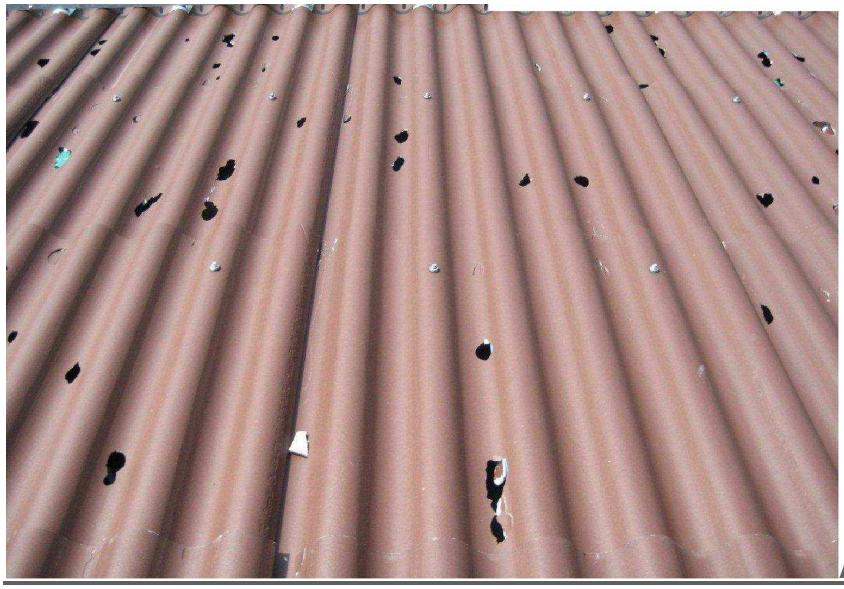

Abb.37
Vollständige Zerstörung einer Faserzement-Welleindeckung durch Hagel TORRO 5

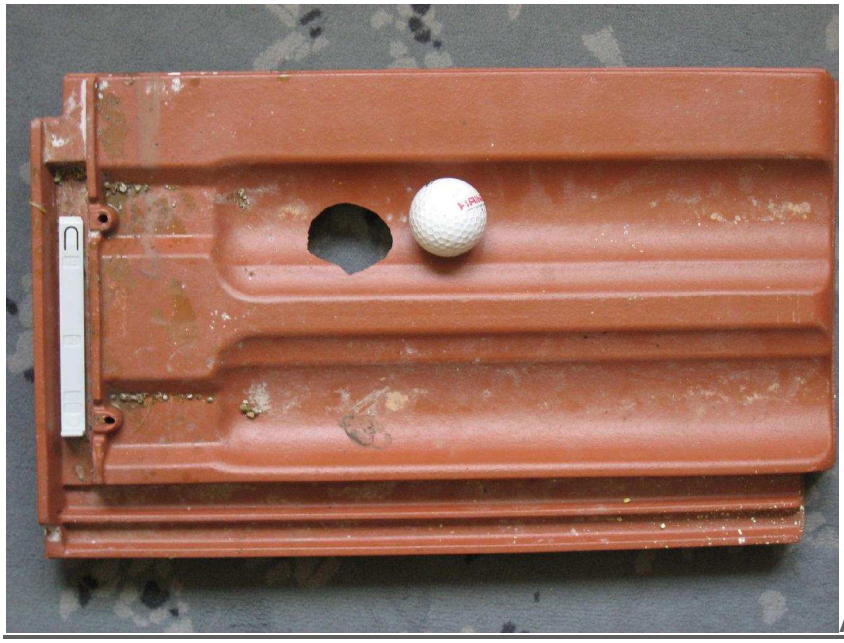

Abb.38
Durchschlag eines Tonziegels nach Hagel TORRO 5

Abb.39
Beschädigung einer Wärmedämmverbundfassade nach Hagel TORRO 4

A.2.6 Oberflächenwasser positive Beispiele

Abb.40
Erhöhte Kellerschächte zur Verhinderung von Wassereintritt infolge von Starkregen

Abb.41
Ermöglichter Abfluss des Wassers welches von der Straße durch den Hof geleitet wird und ungehindert abfließen kann (1)

Abb.42
Ermöglichter Abfluss des Wassers welches von der Straße durch den Hof geleitet wird und ungehindert abfließen kann (2)

A.2.7 Oberflächenwasser - verbesserungswürdige Ausführungen

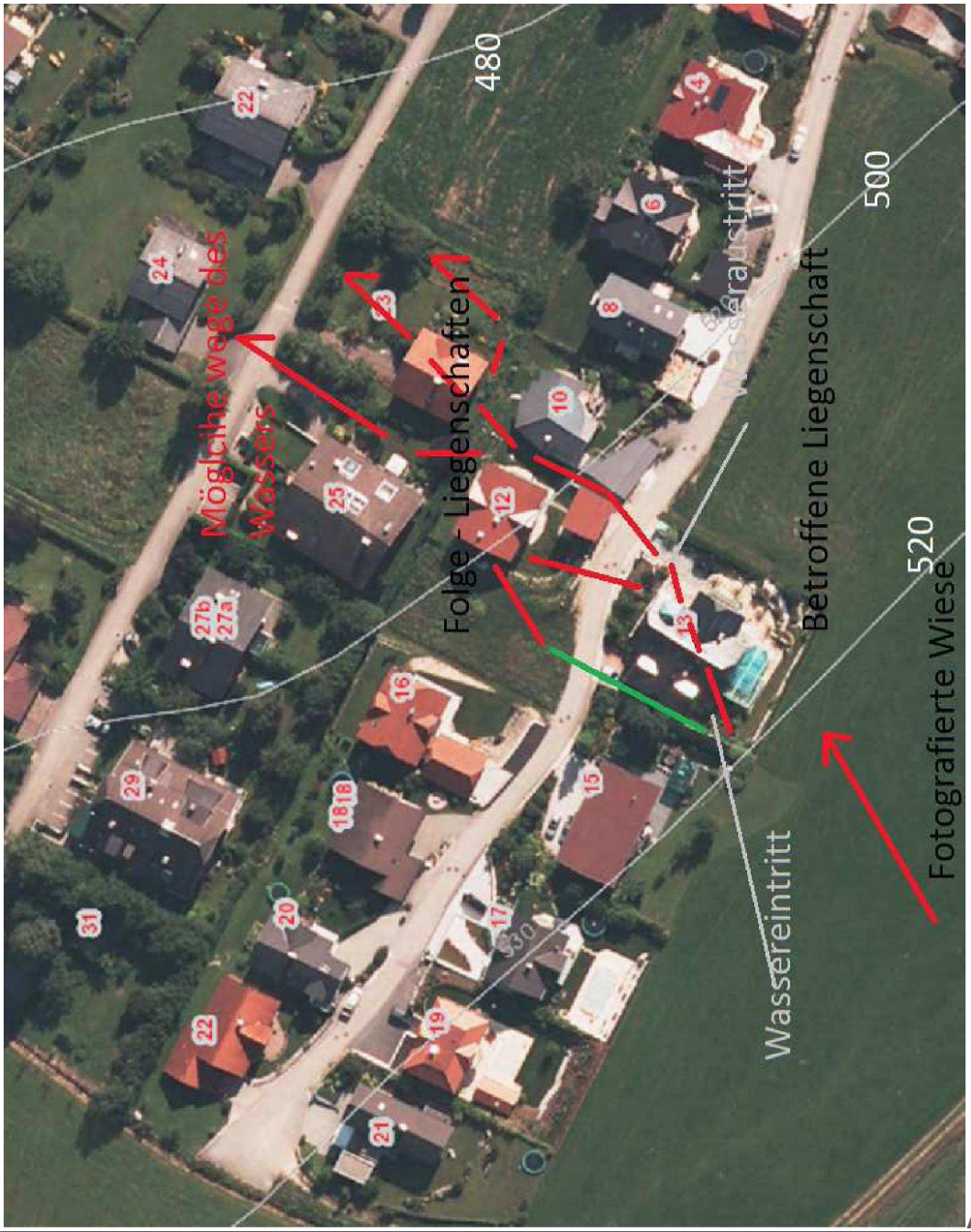

Abb.43
Wasserlauf – Draufsicht

Abb.44
Wasserfassung - Wiese; erstes betroffenes Gebäude mit der Gebäudenummer 13 aus Abb. 43

Abb.45
Wassereintrittsstelle nach Schaden mit einer Erhöhung der Lichtschächte. Vor Schaden gab es keine Erhöhung der Lichtschächte

Abb.46
Wasseraustrittsstelle - Gebäudenummer 13 aus Abb. 43

Abb.47
Liegenschaft Nummer 12 (im Vordergrund) und Nummer 25 (im Hintergrund) aus Abb.43

Abb.48
Wassereintritt ins Wohngebäude und oder Garage bei Verstopfung der Gitterrinne (Ri gol) durch angeschwemmten Hagel, Unrat,...

Abb.49
Oberflächenwasser infolge Starkregen fließt direkt in die Lichtschächte

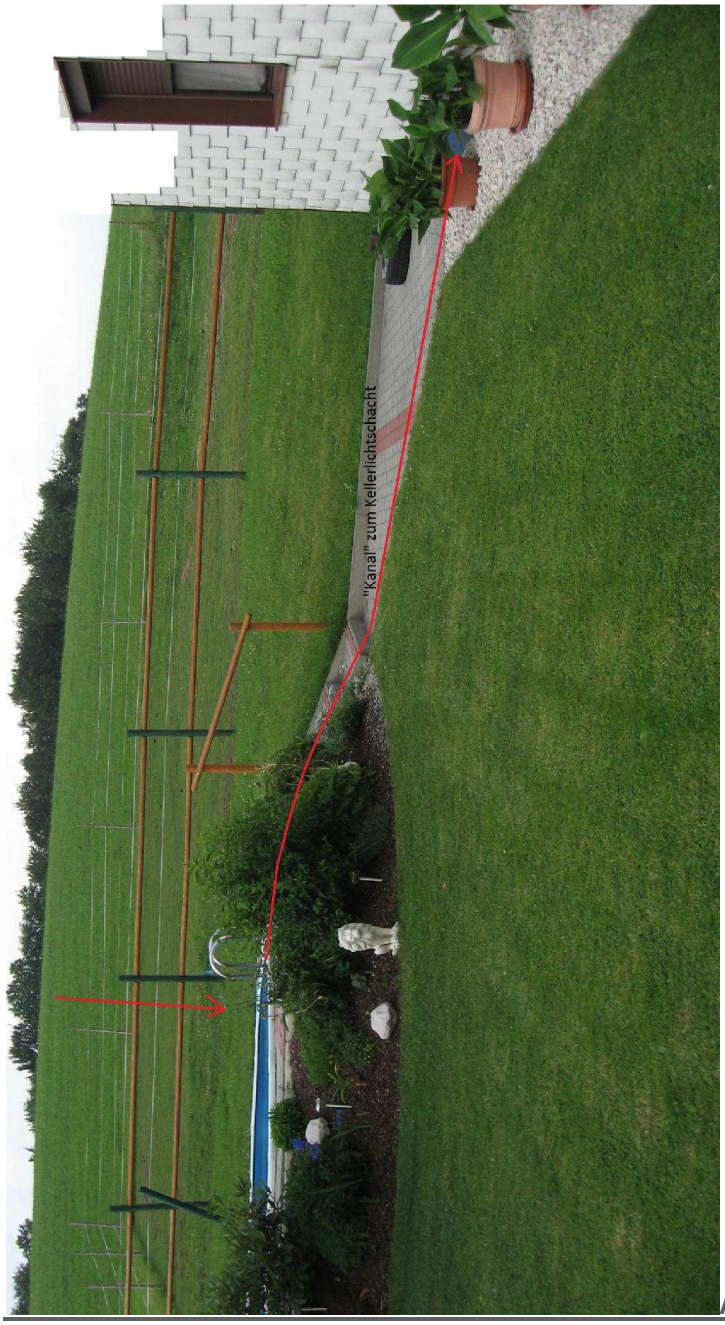

Abb.50

Fehlende Lichtschachtüberhöhung führt zur zwangsweisen Einleitung von Oberflächenwasser in den Keller

A.2.8 Grundwasser

Abb.51
Pelletstank mit 11m^3 Fassungsvermögen nach dem Einbau im Herbst

Abb.52
Pelletstank wie in Abbildung 60 im folgenden Frühjahr infolge Ansteigens des Grundwasserspiegels

A.2.9 Gefährdender Bewuchs neben Gebäuden

Abb.53

Nord- Westseite des Gebäudes

Abb.54

Weitere Ansicht wie Abbildung 53

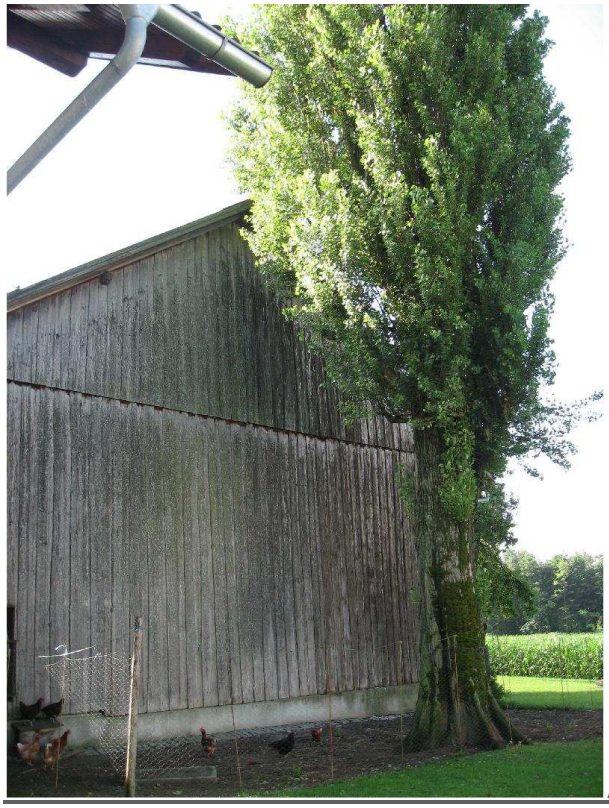

Abb.55
Im Falle einer Entwurzelung des Baumes könnte es zu einer Fundamentzerstörung führen

Abb.56
Schadenspotenzial neben Wohnhaus

A.2.10 Wälder und Obstgärten als Schadensprävention

Abb.57
Schutzwald

Abb.58
Der Obstgarten mit genügend Abstand dient als effiziente Schutzform für den Hof der im Hintergrund sichtbar ist

Abb.59
Obstgarten schützt Wohnhaus

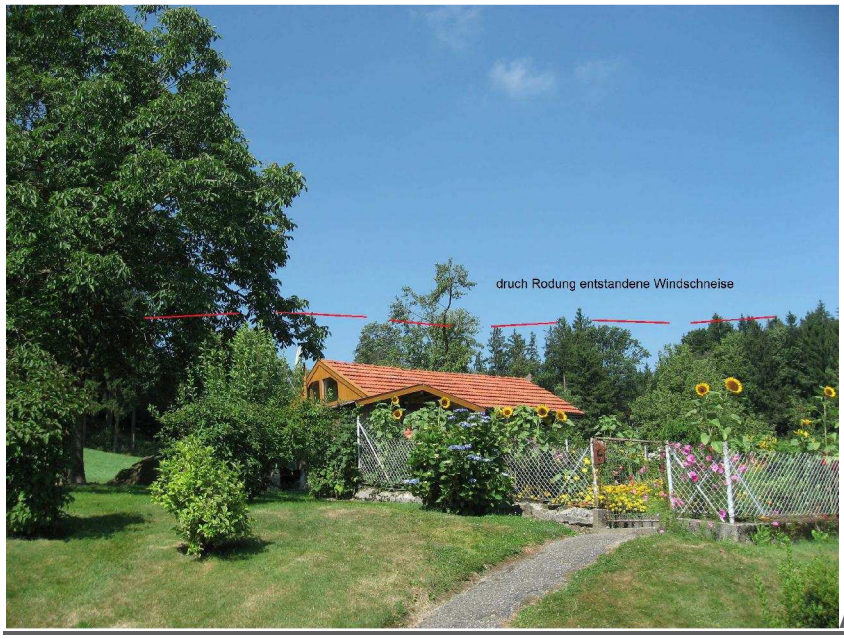

Abb.60
Rodung verändert die Rahmenbedingungen in Hinblick auf Windangriff

Abb.61

Natürlicher Windbruch verändert die Gegebenheiten