



# Nachhaltigkeit massiv

## AP10

Einfluss von Naturkatastrophen auf die Nachhaltigkeit von Gebäuden



**Impressum** Autorin DI (FH) Isabella Hofer (BTI)

Für den Inhalt verantwortlich: DI Harald Mayr (BTI)

DI Norbert Glantschnigg (bvfs)

Dr. Walter Bornett (KMUFA)

Bautechnisches Institut, A 4048 Puchenau, Karl Leitl-Straße 2

Tel +43 732 221515 Fax +43 732 221690

e-Mail [office@bti.at](mailto:office@bti.at) Web [www.bti.at](http://www.bti.at)

# Einfluss von Naturkatastrophen auf die Nachhaltigkeit von Gebäuden

## **Auftraggeber:**

Dieses Projekt wird aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „ENERGIE DER ZUKUNFT“ durchgeführt. Zusätzlich wird das Projekt aus Mitteln des Fachverbands der Stein- und keramischen Industrie der Wirtschaftskammer Österreich unterstützt.

## **AutorInnen:**

DI (FH) Isabella Hofer, Bautechnisches Institut Linz  
DI Norbert Glantschnigg, Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg  
Dr. Walter Bornett, KMU-Forschung Austria

## **PartnerInnen (optional):**

Puchenau, September 2009



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b> .....	<b>7</b>
1.1	Darstellung des behandelten Problems.....	7
1.2	Ziele des Arbeitspaketes .....	7
1.3	Struktureller Aufbau des Berichts .....	8
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung der Projektergebnisse</b> .....	<b>9</b>
2.1	Zusammenfassung der Ergebnisse in Bezug auf die in der Einleitung definierten Ziele .....	9
2.2	Ergebnisse für die Integration in das Gebäude-bewertungssystem .....	10
2.3	Ergebnisse für die Bauwirtschaft.....	11
<b>3</b>	<b>Inhaltliche Darstellung</b> .....	<b>12</b>
3.1	Methodik.....	12
3.2	Ergebnisse der Auswertung der erhobenen Daten .....	14
3.3	Ergebnisse der Experten-Aussagen.....	19
3.4	Ergebnisse der Literaturlauswertung .....	20
3.4.1	Allgemeine Auswertungen .....	20
3.4.2	Auswertung der Daten des Oö Landes-Feuerwehrverbandes.....	28
3.4.3	Auswertung der Daten der Vereinigung Kantonaler Feuerversicherungen ..	30
<b>4</b>	<b>Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen</b> .....	<b>33</b>
<b>5</b>	<b>Rückblick, Ausblick und Empfehlungen</b> .....	<b>36</b>
5.1	Rückblick auf das Projekt .....	36
5.2	Ausblick in die Zukunft .....	37
5.3	Empfehlungen .....	37
5.4	Abschlussempfehlung: Ermittlung von Kennzahlen .....	42
5.4.1	Ermittlung von Kennzahlen über Parametrisierung .....	42
5.4.2	Vorgeschlagene einfache Bewertungsmatrix.....	47
<b>6</b>	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	<b>48</b>
6.1	Quellenverzeichnis .....	48
6.2	Internetverzeichnis .....	49
	<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>50</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>51</b>



# 1 Einleitung

Im „Arbeitspaket 10“ wird auf Schäden eingegangen, welche bei einem Gebäude durch Katastrophen hervorgerufen werden. Unter dem Begriff Katastrophen werden Sturm-, Hochwasser-, Erdbeben-, Hagel-, Brand- und Schneeschäden verstanden. Durch den Klimawandel kommt es laut Lebensministerium zu immer häufiger eintretenden Katastrophen, weshalb die ökonomische Optimierung von Gebäudenutzungskosten in Bezug auf die Katastrophensicherheit von großer Bedeutung für die Zukunft ist.

## 1.1 Darstellung des behandelten Problems

Wenn man bei Gebäuden oder Baukonstruktionen von Nachhaltigkeit spricht, werden meist nur ökologische Aspekte betrachtet. In der ökologischen Betrachtung (Bewertung von Gebäuden, Konstruktionen und Baustoffen) werden alle „Lebensphasen“ von der Gewinnung bis zur Entsorgung („von der Wiege bis zur Bahre“) untersucht. Dazu gehören die Rohstofferschließung, die Rohstoffaufbereitung und der Transport, die Produktherstellung, Bearbeitung und Verarbeitung, sowie die Distribution, Nutzung, Wiederverwertung und Entsorgung (DIN EN ISO 14040-2006).

Weiterführend und ergänzend zur ökologischen sollte auch eine ökonomische Bewertung für eine gesamtheitliche Betrachtung der Nachhaltigkeit von Gebäuden durchgeführt werden.

Nachhaltigkeit zeichnet sich auch dadurch aus, dass die Funktion eines Gebäudes unter Katastropheneinwirkung erhalten bleibt bzw. einfachst und kostengünstig wieder hergestellt werden kann. Nach derzeitigem Stand werden bei einer Nachhaltigkeitsbewertung von Gebäuden die Einflüsse von Katastrophen bzw. Schadensereignissen nicht mit einbezogen. Die verschiedenen Baustoffe und Baukonstruktionen eines Gebäudes verhalten sich in Katastrophenfällen unterschiedlich. Deshalb sind die Auswirkungen aus Katastrophenschadensereignissen bezüglich Sanierungskosten und Lebensdauer different.

In Zukunft sollte daher die Katastrophensicherheit in Form einer ökonomischen Bewertung im Sinne einer gesamtheitlichen Nachhaltigkeitsbetrachtung berücksichtigt werden. Es gilt unsere Häuser bestmöglich zu schützen und besonders auf die Bauweisen und die Auswahl der Baustoffe zu achten (Lebensministerium, 2007a).

## 1.2 Ziele des Arbeitspaketes

Ziel des Arbeitspaketes „Katastrophensicherheit“ (AP10) ist es, Grundlagen für eine künftige Bewertung von Gebäuden unter der Berücksichtigung außergewöhnlicher Einflüsse bzw. Katastrophen zu erforschen. Die aus dem Teilprojekt (AP10) gewonnenen Erkenntnisse sollen als Erweiterung des ÖKO-Index 3 (kurz OI3-Index) dienen, um den Aspekt der Nachhaltigkeit bei außergewöhnlichen Einwirkungen auf Gebäude zu berücksichtigen. Mit den Erkenntnissen aus der Forschungsarbeit sollen Aussagen getroffen werden, welche Bauweisen (Massivbau, Holzbau, Mischbauweise) und Bauteile (Außenwand, Innenwand, Fußbodenaufbau, etc.) am stärksten von Katastrophen und von welcher Katastrophenart betroffen sind. Weiters soll die Nachhaltigkeit und das Verhalten gängiger Baustoffe und

Bauweisen bei außergewöhnlichen und extremen Beanspruchungen (Hochwasser, Lawinen, Sturm, Erdbeben, etc.) erforscht werden.

Wünschenswert ist, zum Katastrophenschutz vorbeugende konstruktive Maßnahmen in den Gebäuden zu setzen. Daher gilt es, die Problembereiche in einem Gebäude zu analysieren und in die Planung aufzunehmen. Bei Umsetzung der gewonnenen Erkenntnisse könnte eine neue Qualität des Bauens im Hinblick auf Reduzierung der Langzeitnutzungskosten erreicht werden.

### **1.3 Struktureller Aufbau des Berichts**

Die Basis der Erhebungen und folgenden Auswertungen sind:

- Daten aus institutseigenen Datenbanken (BTI und bvfs)
- Literaturlauswertungen einschlägiger Datenbanken und Fachliteratur
- Expertenbefragung und deren Auswertung (BTI, bvfs und KMuFA)

Die gesammelten Daten werden zur weiteren Bearbeitung entsprechend aufbereitet und die Ergebnisse in Form von Diagrammen bzw. Abbildungen dargestellt. Anschließend erfolgt eine Interpretation der Ergebnisse mit Schlussfolgerungen, Ausblicken und Empfehlungen sowie die Darstellung eines Ansatzes eines Modells zur Entwicklung von Kennzahlen für ein ökonomisches Bewertungssystem unter Berücksichtigung der Katastrophensicherheit.

## 2 Zusammenfassung der Projektergebnisse

### 2.1 Zusammenfassung der Ergebnisse in Bezug auf die in der Einleitung definierten Ziele

Bauweise: Auf Grund der Expertenbefragung ist die Leichtbauweise von der überwiegenden Zahl an Katastropheneinwirkungen am stärksten betroffen, gefolgt vom Misch- und Massivbauweise.

Bei einer Kategorisierung hinsichtlich Schadenshöhe zeigt sich, dass Schäden bis zu 10.000 Euro bei allen Bauweisen (Massivbau, Holzbau und Mischbau) überwiegen. Bei Schäden bis zu 10.000 Euro entfällt der Großteil auf Massivbauweise; Schäden in Höhe von 10.000 – 50.000 Euro werden am häufigsten im Holzbau verzeichnet; Schadenshöhen von 50.000 – 200.000 Euro treten bei Mischbauweise am häufigsten auf.

Bauteile: Unter Berücksichtigung der Expertenbefragungen sind die von Katastrophen am häufigsten betroffenen Bauteile Dächer, Wände, Stützen und Fußbodenkonstruktionen.

Es belaufen sich die meisten entstanden Schäden bei fast allen Bauteilen auf eine Schadenshöhe von bis zu 10.000 Euro, bei Wärmedämmverbundsystemen mit Putz ist dem nicht so, hier treten vermehrt Schäden von 10.000 – 50.000 Euro auf.

Schadenshöhe: Ausgewertet nach den Schadenssummen der Versicherungen treten im Durchschnitt die größten Schäden im Bereich Brand auf, gefolgt von Sturm und Elementarschäden.

Durch Hochwasser werden die meisten Schäden bis zu 10.000 Euro verursacht, selten treten über 10.000 auf. Sehr oft werden Schäden von 10.000 – 50.000 Euro durch Feuer/Brand und Schnee verursacht.

Schadensursache: Die häufigsten Katastrophenschäden entstehen durch Sturm und Niederschlagswasser. Die geringsten Schäden sowohl hinsichtlich Schadensgröße als auch Schadenshäufigkeit werden in Österreich durch Erdbeben verursacht.

Aufgrund der Auswertungen (BTI und bvfs) kann festgestellt werden, dass Dächer naturgemäß besonders oft durch Sturm, Hagel und Schnee zerstört werden, hingegen sind Wände und Stützen durch die Katastrophen Niederschlagswasser, Hochwasser und Sturm betroffen. Fenster und Türen werden am häufigsten durch Sturm, Niederschlagswasser und Hagel beschädigt, Fußbodenaufbauten von Hochwasser und Niederschlagswasser, und schließlich Wärmedämmverbundsysteme mit Putz häufig durch Hochwasser.

Gebäudetypen: Laut den Auswertungen von BTI und bvfs werden Wohnhäuser öfters durch Katastrophen wie Feuer/Brand, Hagel, Hochwasser, Niederschlagswasser und Schnee beschädigt. Bei Stürmen dagegen werden die meisten Schäden bei Betriebsbauten verzeichnet.

Aus den Ergebnissen des BTI und bvfs geht nicht hervor, welche Katastrophenlast am stärksten zunimmt und ob die Zunahme der Katastrophen in den letzten Jahren mit der Klimaveränderung zusammenhängt.

## 2.2 Ergebnisse für die Integration in das Gebäudebewertungssystem

Auch die Einflüsse der Auswirkungen aus Katastrophen auf Gebäude können prinzipiell in ein Gebäudebewertungssystem einfließen. Als Grundlage hierzu können ebenfalls wie bei ökologischen Bewertungen Kennzahlen dienen.

Ein mögliches Modell stellt das in der Dissertation „Beitrag zur Brandrisikoanalyse von Wohngebäuden“ von Herrn Dipl.-Ing. Dr. Leonhard Kittl erarbeitete System dar. Dabei werden für den Fall Brand Risikoszenarien bestimmt und bewertet. Um zu einem Bewertungssystem zu gelangen werden die Brandrisikofaktoren in Brandrisikokriterien zusammengefasst und daraus unter Verwendung einer Beziehung in Abhängigkeit der Schadenshäufigkeit und des Schadensumfanges ein Bewertungsverfahren entwickelt. Zur Umsetzung eines derartigen Verfahrens ist allerdings eine weitgehende Parametrisierung erforderlich, wodurch die Anwendung des Verfahrens aufwändig.

Das in dieser Arbeit vorgeschlagene Bewertungsverfahren für Katastrophenfälle wie Sturm, Hochwasser, Hagel, Niederschlagswasser, Schnee, etc. wird deshalb der Form einer Bewertungsmatrix der Vorzug gegeben.

Tabelle 1: Bewertungsmatrix (Quelle: BTI)

<b>Bewertungsmatrix für typische Schadenshöhe im Katastrophenfall</b>						
	Feuer Brand	Hagel	Hochwasser	Niederschlag	Schnee	Sturm
Massiv	gering	gering	gering	gering	gering	gering
Holz	hoch	gering	mittel	mittel	mittel	gering
Misch	hoch	mittel	hoch	hoch	mittel	mittel

Massiv: Gebäude überwiegend aus massiven, anorganischen Baustoffen und die Fassade wird meistens innen und außen verputzt, z.B. Ziegelbauweise.

Holz: Gebäude überwiegend aus Holz und die Innenseite der Wandfläche wird häufig verkleidet (z.B. Gipskartonplatten), z.B. Blockbauweise.

Misch: Gebäude bei denen die Konstruktionen, wie Wände oder Decken, aus einer großen Vielfalt an unterschiedlichen Baustoffen bestehen, z.B. Holzleichtbauweise.

gering: Schadenssumme typisch bis EUR 10.000

mittel: Schadenssumme typisch EUR 10.000-50.000

hoch: Schadenssumme typisch über EUR 50.000

Aufgrund der Erfahrungen von Versicherungen, und wie aus den erhobenen Versicherungsdaten ersichtlich, sind Mischbauweisen anfälliger für Schäden und die dadurch entstehenden Schadenssummen steigen in die Höhe.

## 2.3 Ergebnisse für die Bauwirtschaft

Schon in der Planungsphase eines Gebäudes sollten die „richtigen“ Entscheidungen zu Baumaterialien und Bauweisen gefällt werden, um Schäden durch Katastrophen vorzubeugen bzw. zu minimieren.

Art und Ausmaß möglicher Gefährdungen durch Katastrophen sind durch Einholung von Informationen z.B.: aus Gefahrenzonenplänen zu erheben.

Die Resistenz und die Stabilität der ausgewählten Bauweisen und Baumaterialien ist in Abhängigkeit eines prognostizierten Gefährdungspotenzials durch Naturkatastrophen zu beachten.

Bezüglich der Nachhaltigkeit gängiger Baustoffe und Bauweisen sollte in hochwassergefährdeten Gebieten auf wasseraufnahmefähige Baumaterialien, wie zum Beispiel Dämmstoffe aus Mineralwolle, Holzfaserplatten oder Wasserdampfsperren verzichtet werden. Wichtig ist bei Hochwasser, dass auf die Erneuerbarkeit und/oder rasche Trocknung der Materialien großen Wert gelegt wird. Die Problemstelle bei Hochwasser liegt im Keller eines Gebäudes und betrifft die Heizöltanks, welche aufschwimmen können. Auch muss bei einem Gebäude während Hochwassers (bzw. bei hohem Grundwasserstand) auf Auftrieb, Wasserdruck und Strömungsdruck geachtet werden. Es sollte die Überlegung angestrebt werden, ob nicht bei regelmäßig hohen Wasserständen auf einen Keller verzichtet werden soll. Wenn auf keinen Keller verzichtet werden kann, muss eine perfekt ausgeführte Dichtung, in Form einer „Schwarzen Wanne“ oder einer „Weißen Wanne“ vorhanden sein (Lebensministerium, 2007a).

Einen guten Widerstand gegen Hagel haben Materialien wie Naturstein, verputztes Mauerwerk, Beton oder Ziegel. Im Gegensatz dazu haben Sonnenschutzelemente, Metall, Kunststoffe, Faserzementplatten oder Kunststoff-Rollläden keinen guten Hagelwiderstand und können leicht beschädigt werden. Hagelschäden treten vor allem bei Dächern, Fassaden, Lamellenstoren oder Fenstern auf (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b).

Zu den Sturmschäden gehören abgedeckte Dächer oder Schäden, welche durch umgestürzte Bäume verursacht werden. Abgedeckte Dächer werden vor allem durch Ausführungsmängel (fehlende Verankerung) hervorgerufen.

## 3 Inhaltliche Darstellung

### 3.1 Methodik

Die erhobenen Daten stammen in erster Linie vom Bautechnischen Institut (BTI), der Bautechnischen Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg (bvfs) und der KMU Forschung Austria. Auch wurden vorhandene Daten von befragten Experten und Sachverständigen, der Brandverhütungsstelle Oberösterreich (BVS), des Oö Landes- Feuerwehrverbandes, des Lebensministeriums und der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen zur Verfügung gestellt. Im Gegensatz zur Schweizer Kantonalen Feuerversicherung konnten keine umfassenden Daten von österreichischen Versicherungen oder dem Katastrophenfond eingeholt werden. Schließlich wurden Daten in Fachliteratur und Katalogen nachgeschlagen.

Um zu aussagekräftigen Ergebnissen zu gelangen, wurden Interviews geführt und Literaturrecherchen gemacht.

Die erhobenen und ausgewerteten Daten stammen von 25 Experteninterviews und 325 Schadensfällen. Die untersuchten Schadensmeldungen waren zufällig ausgewählt und sind deswegen repräsentativ, weil aus der technischen Beurteilung die Schlüsse hinsichtlich Nachhaltigkeit gezogen werden konnten. Für die Experteninterviews wurde ein Sachverständigen Fragebogen erstellt und an 128 nominierte Experten ausgeteilt bzw. verschickt. Es wurden gesamt lediglich 25 Fragebogen korrekt ausgefüllt. Bei den 325 erhobenen Schadensfällen wurden Datenblätter ausgefüllt. Die Datenblätter wurden nach Bauweise, Gebäudetyp, Äußere Einwirkungen und Schaden unterteilt. Aus diesen Datenblättern geht hervor, dass nur bei 149 Fällen Angaben zur Bauweise gemacht wurden. Es wurden 97 Massivbauten, 30 Holzbauten und 22 Mischbauten untersucht und ausgewertet. Das Minimum, das für die Auswertung der Schadensfälle der unterschiedlichen Bauweisen festgelegt wurde, beläuft sich auf mindestens 10 Stichproben.

Bei der Sammlung der Daten werden drei verschiedene Bauweisen berücksichtigt, und zwar Massivbauweise, Holzbauweise und Mischbauweise.

Ausgehend von diesen drei Bauweisen unterscheiden sich auch verschiedene Gebäudetypen. Die Gebäudetypen untergliedern sich in Wohnhaus, Betriebsgebäude, Geschäftsgebäude und öffentliches Gebäude. Es gibt jedoch keine exakte Aufteilung der Wohngebäude in Einfamilienhaus oder Mehrfamilienhaus, da für die technische Beurteilung der untersuchten Schadensfälle das nicht vorrangig entscheidend ist.

Die Bauteile eines Gebäudes wurden untergliedert in:

- Dach
- Decke
- Fundament
- Wand, Stütze
- Fenster + Tür
- Fußbodenaufbau
- WDVS + Putz
- Außenanlagen
- Sonstiges

### Unterscheidung der Einwirkungen:

- Feuer / Brand
- Hagel
- Hochwasser
- Niederschlagswasser
- Sonstiges (z.B. Erdbeben, Fahrzeuganprall)
- Schnee
- Sturm
- (- Leitungswasser)
- (- Unsachgemäße Ausführung)

*Leitungswasser* und *Unsachgemäße Ausführung* treten sehr häufig auf, werden aber nicht in die Gruppierung der Naturkatastrophen aufgenommen.

Die Schadenssumme eines Gebäudes unterteilt sich in vier verschiedene Schadensbereiche:

- Schäden bis 10.000 Euro
- Schäden von 10.000 bis 50.000 Euro
- Schäden von 50.000 bis 200.000 Euro
- Schäden über 200.000 Euro

Die gesammelten Daten werden unter dem Aspekt „Ökonomie“ nach Schadenssumme und Gebäudetyp ausgewertet und unter dem Aspekt „Ökologie“ nach Bauweise und Baustoff.

Die Daten wurden ausgewertet und in Grafiken bzw. Abbildungen dargestellt. Von Interesse ist,

- welche Bauweise besonders betroffen ist von Katastrophen
- in welcher Höhe sich die Schadenssummen belaufen bezogen auf die Bauweise
- welches die häufigsten Katastrophen sind, die in Österreich Hab und Gut zerstören
- bei welchen Bauteilen eines Gebäudes vermehrt Schäden angerichtet werden.

Es bestand auch eine Zusammenarbeit mit den Projektgruppen Lebenszykluskosten (Floegl), OI3 Index Erweiterung (Lipp, Zelger) und Lebensdauer (Maydl), welche ebenfalls Bewertungsparameter zu ökologischen und energetischen Aspekten ausarbeiten.

## 3.2 Ergebnisse der Auswertung der erhobenen Daten

Die in diesem Kapitel erhobenen und ausgewerteten Daten stammen von Schadensmeldungen, welche vom Bautechnischen Institut (BTI) und der Bautechnischen Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg (bvfs) aufgenommen und dokumentiert worden sind.

### Prozentuelle Verteilung von Bauweisen zu Schadenssummen

Die Abbildung 1 zeigt, dass bei jeder Bauweise ein Schadensvorkommen bis zu 10.000 Euro überwiegt. Bei der Massivbauweise ist das besonders deutlich zu erkennen, 76% der Schäden betragen hier bis zu 10.000 Euro. Eine Schadenshöhe von 50.000 bis 200.000 Euro tritt bei der Mischbauweise mit 40% am häufigsten auf, dafür sind hier Schäden in Höhe von 10.000 bis 50.000 Euro mit nur 10% am seltensten.

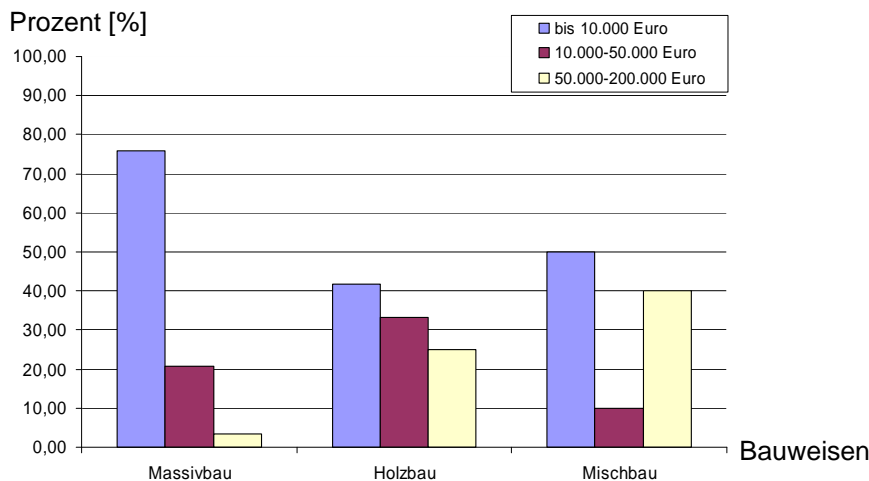


Abbildung 1: Verteilung von Bauweisen zu Schadenssummen (Quelle: BTI und bvfs)

### Prozentuelle Verteilung von Gebäudetypen zu Schadenssummen

Durch die Auswertung der gesammelten Daten von Gebäuden ergibt sich, dass bei den verschiedenen Gebäudetypen Schadenssummen in Höhe von bis zu 10.000 Euro vermehrt auftreten (Abbildung 2).

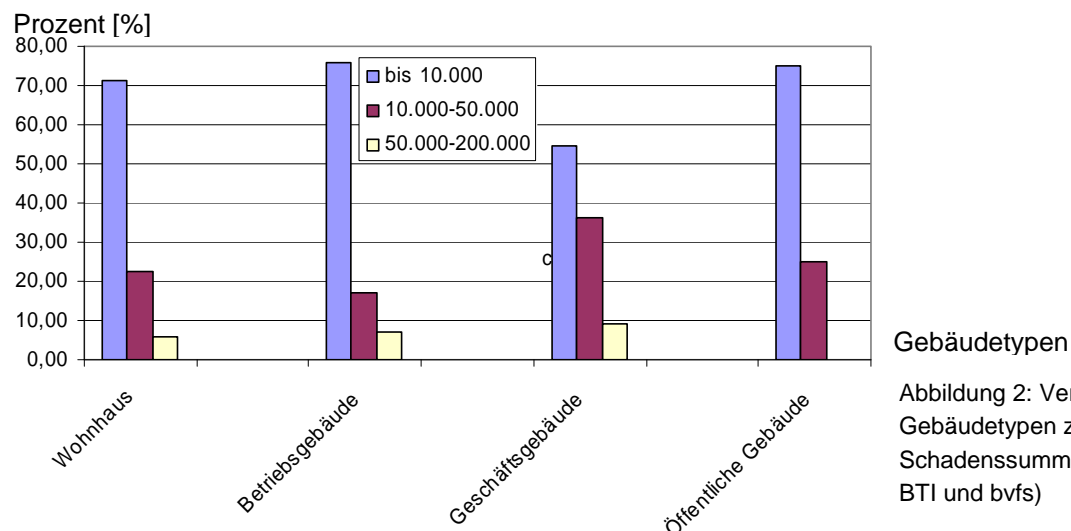


Abbildung 2: Verteilung von Gebäudetypen zu Schadenssummen (Quelle: BTI und bvfs)

### Prozentuelle Verteilung der verschiedenen Bauweisen nach Katastrophen

Die untersuchten Bauweisen ergeben, dass bei jeder Katastrophe die vorkommenden Schäden im Massivbau überwiegen (Abbildung 3). Diese Auswertung beruht darauf, dass 97 Massivbauten untersucht wurden und nur 30 Holzbauten und 22 Mischbauten. Auf Grund der erhobenen Daten durch das BTI und bvfs konnte für die Schäden verursacht durch Hagel und Schnee nicht für alle Bauweisen eine Aussage getroffen werden. Hagel und Schnee sind äußere Lasten die von der Bauweise weitgehend unabhängig sind (vor allem werden Dach oder Fassade beschädigt). Die Einwirkungen von Hochwasser auf die Holz- und Mischbauweise ist in etwa gleich, da auch die Holzbauten mit Dämmungen und Dichtungen versehen werden. Deshalb werden Holzbauten und Mischbauten in einer Kategorie zusammengefasst.

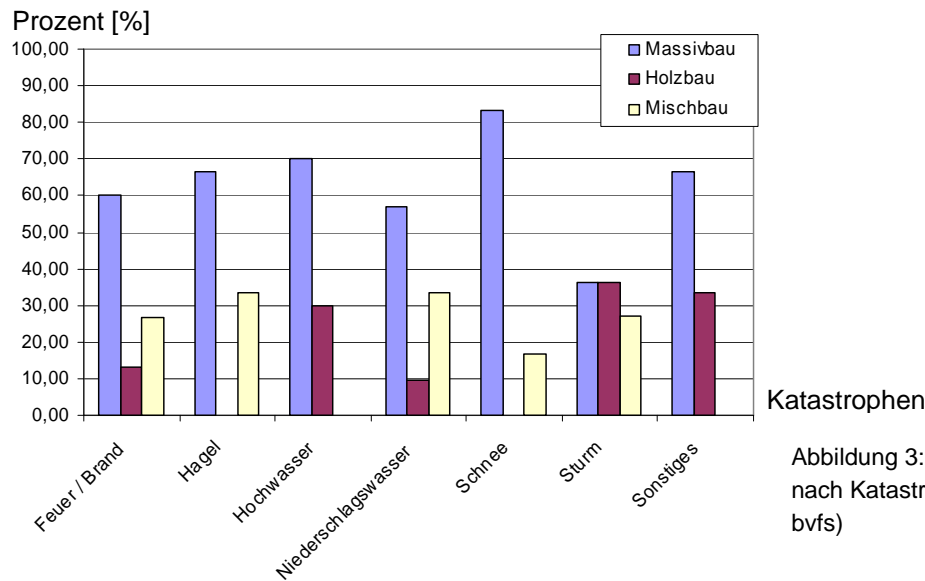
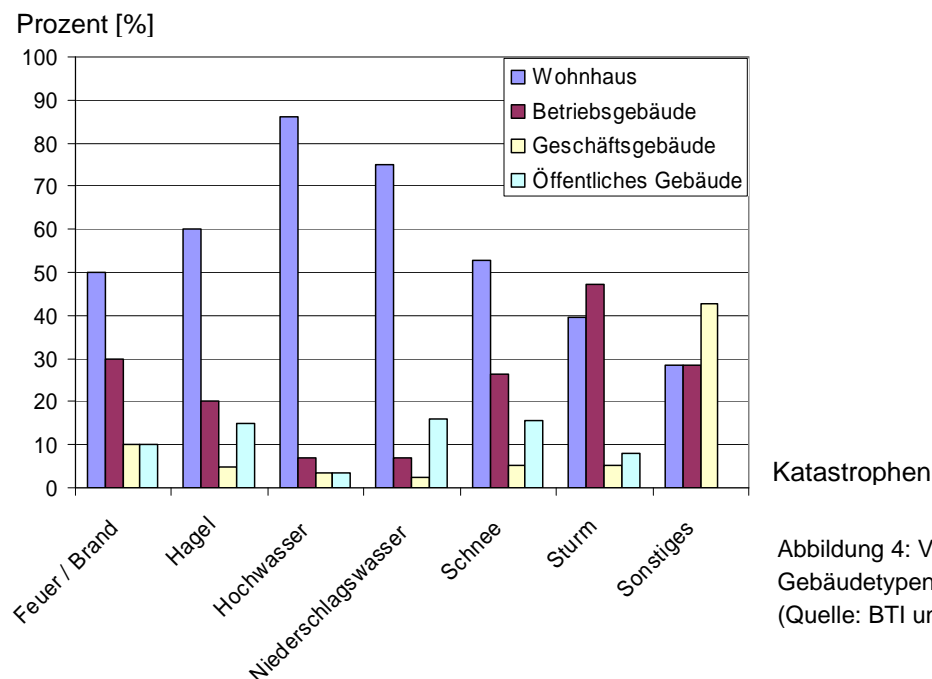


Abbildung 3: Verteilung der Bauweisen nach Katastrophen (Quelle: BTI und bvfs)

### Prozentuelle Verteilung der verschiedenen Gebäudetypen nach Katastrophen

Die Verteilung der ausgewerteten Daten der Gebäude ergibt, dass vor allem Wohnhäuser von Katastrophen betroffen sind und dort vermehrt Schäden entstehen (Abbildung 4).



Katastrophen

Abbildung 4: Verteilung der Gebäudetypen nach Katastrophen (Quelle: BTI und bvfs)

### Verteilung der registrierten Katastrophenwirkungen in Prozent

Die Statistik zeigt, dass wie in Abbildung 5 dargestellt Sturmschäden mit 26% überwiegen, gefolgt von Niederschlagswasserschäden und Hochwasserschäden.

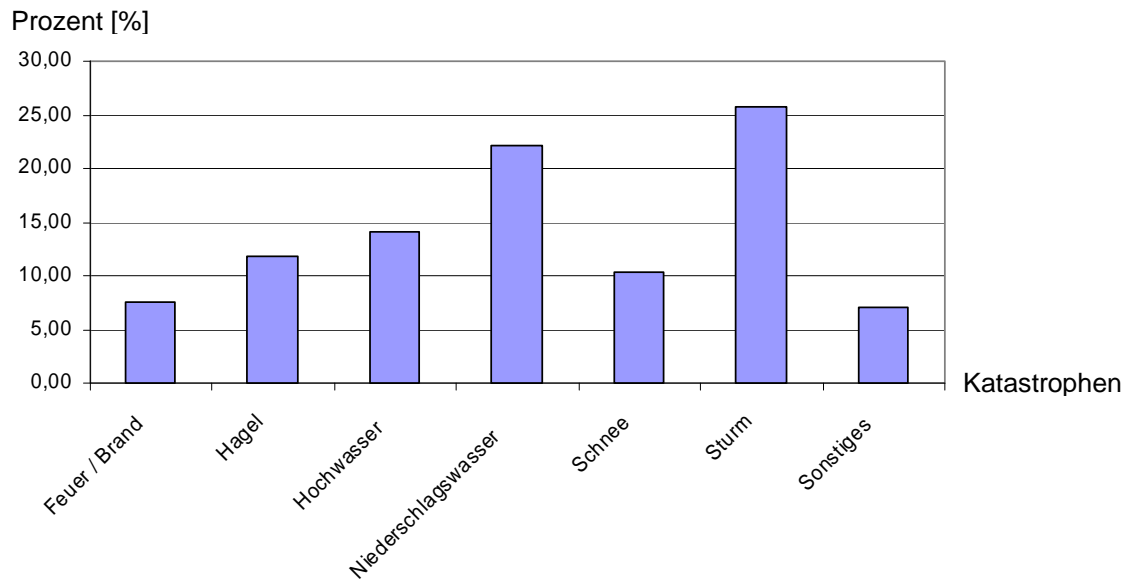


Abbildung 5: Katastrophenwirkungen (Quelle: BTI und bvfs)

### Prozentuelle Verteilung der Katastrophen hinsichtlich Schadenshöhe

Aus Abbildung 6 geht hervor, dass in allen Gruppen die Schäden bis 10.000 Euro überwiegen. Durch Feuer/Brand werden die häufigsten Schäden im Bereich über 10.000 verursacht, dafür die wenigsten Schäden bis zu 10.000 Euro.

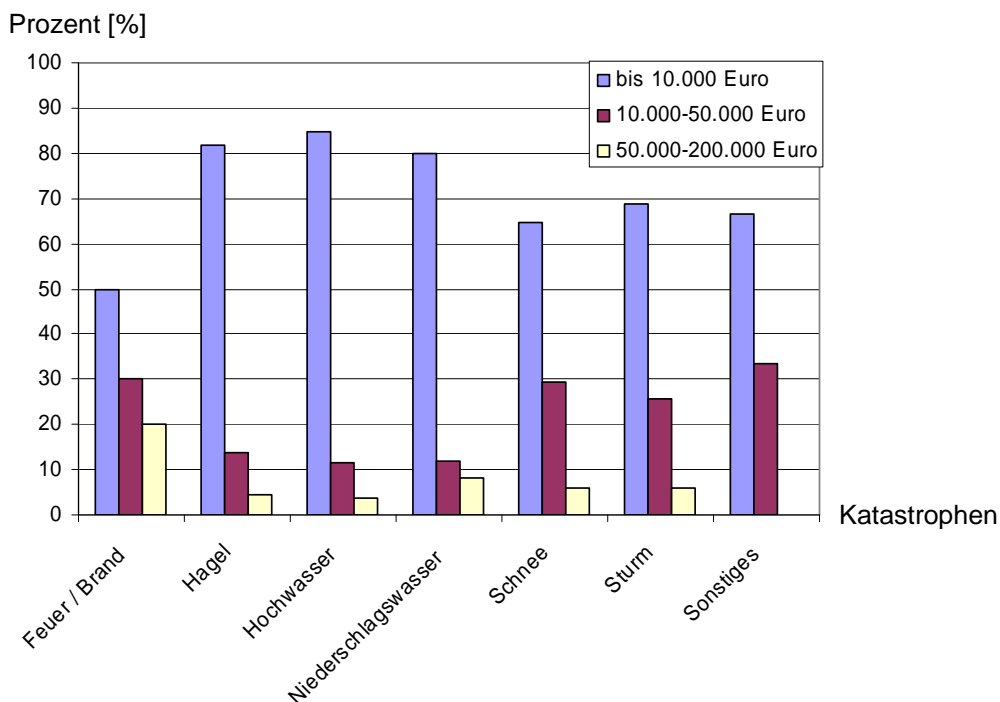


Abbildung 6: Katastrophenlast zu Schadenssumme in Prozent (Quelle: BTI und bvfs)

In den letzten Jahren haben extreme Wetterereignisse wie Hochwasser, Sturm und Hagel oder früh im Jahr einsetzende Schneeschmelzen beträchtlich zugenommen. Durch Hitzewellen und außergewöhnliche Niederschlagsperioden ist die Eintrittswahrscheinlichkeit von Hochwässern gestiegen (Umweltbundesamt Österreich, 2009).

Neuere Erkenntnisse in der Klimaforschung zeigen, dass in den kommenden Jahrzehnten Naturkatastrophen voraussichtlich zunehmen werden. Hat es in den vergangenen hundert Jahren etwa nur alle zehn Jahre ein schweres Hochwasser oder einen Sturm gegeben, so sind nunmehr fast jährlich solche Katastrophen zu verzeichnen. An die Bauweise sind immer höhere Anforderungen gerichtet, welche es zu erfüllen gilt (Lebensministerium, 2007a). In Abbildung 7 werden einige Bauteile, welche besonders oft von Katastrophen beschädigt werden, prozentuell dargestellt. Daraus kann abgeleitet werden, an welche Bauteile größere Anforderungen gestellt werden müssen, um zukünftig zu erwartenden Katastropheneinwirkungen stand zu halten.

#### Verteilung der Beschädigungen auf die Bauteile in Prozent

Die Auswertung der zur Verfügung stehenden Daten zeigt (Abbildung 7), dass Gebäudebauteile wie Wände, Stützen, Dächer und Fußbodenaufbauten häufig durch Katastropheneinwirkungen beschädigt werden. Im Gegensatz dazu sind Fundamente, Fenster und Türen geringer von Katastropheneinwirkungen betroffen.

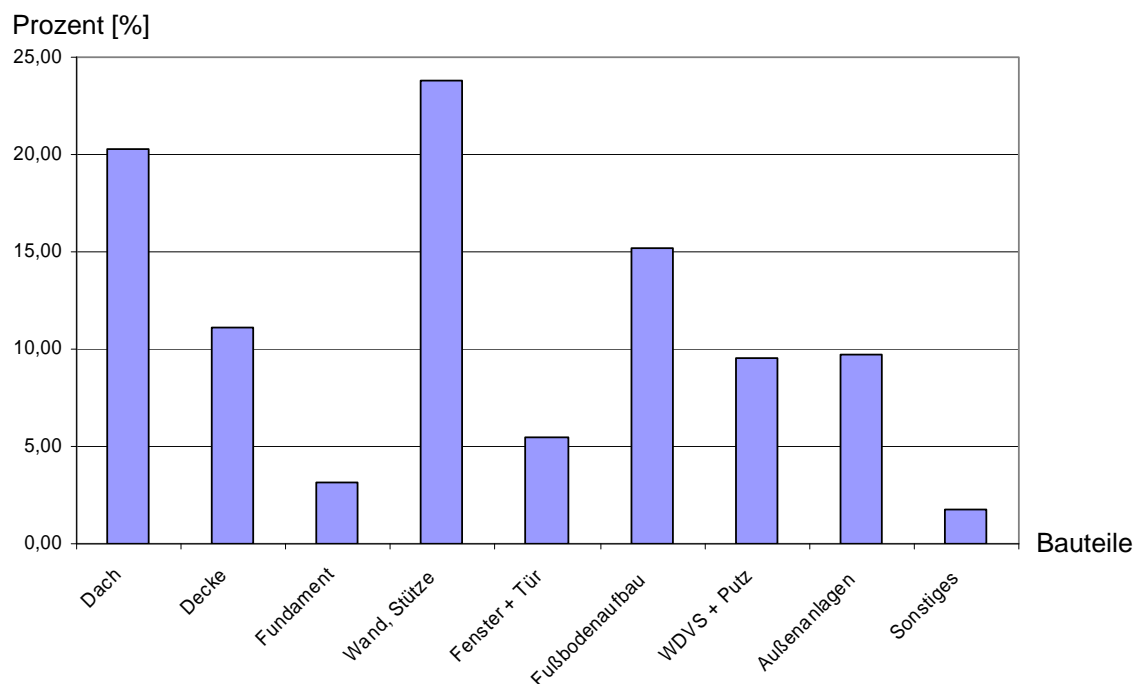


Abbildung 7: Durch Katastrophen beschädigte Bauteile (Quelle: BTI und bvfs)

#### Prozentuelle Verteilung der Schadenssummen nach zerstörten Bauteilen

Laut der Auswertung der begutachteten Daten (Abbildung 8) überwiegt bei fast allen Bauteilen, ausgenommen *Wärmedämmverbundsystem mit Putz*, eine Schadenssumme von bis zu 10.000 Euro. Bei Wärmedämmverbundsystemen und Putz und Außenanlagen sind keine Schäden in Höhe von 50.000 bis 200.000 Euro verzeichnet.

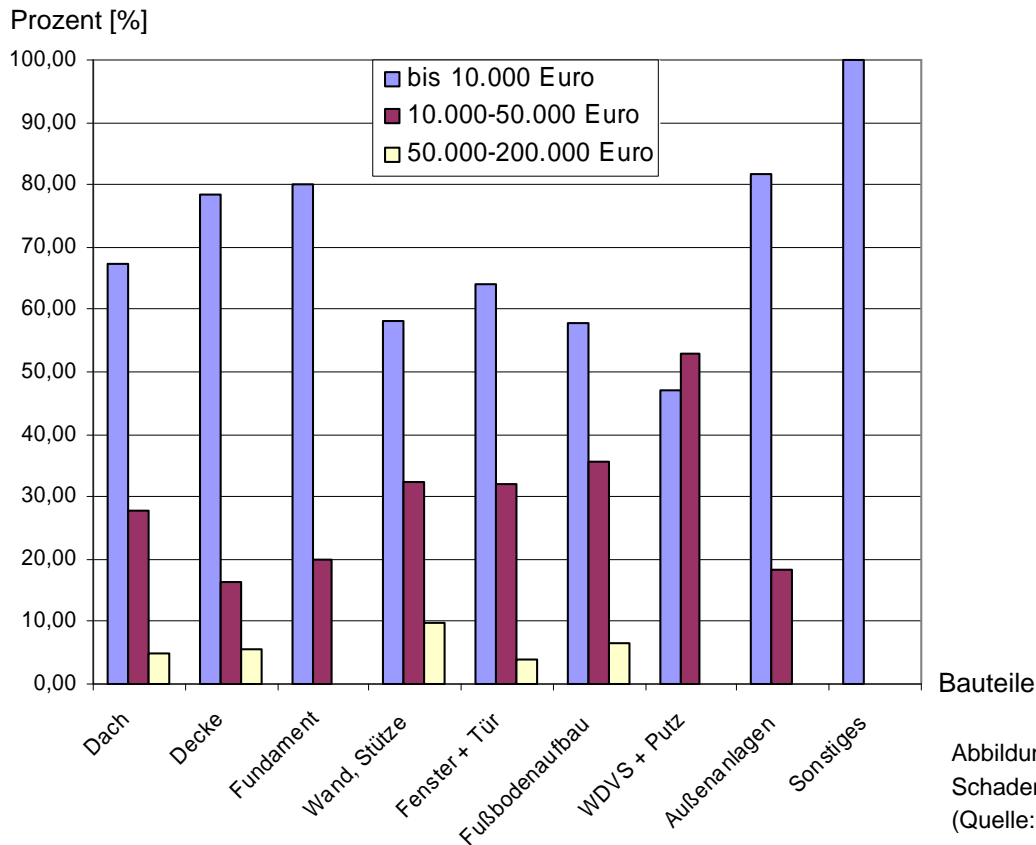


Abbildung 8: Bauteil zu Schadenssumme (Quelle: BTI und bvfs)

### Prozentuelle Darstellung der beschädigten Bauteile durch Katastrophenlasten

Aus den untersuchten und ausgewerteten Daten (Abbildung 9) geht hervor, welche Bauteile eines Gebäudes besonders durch die verschiedenen Katastrophen betroffen sind. So können für alle Bauteile die häufigsten und seltensten Katastropheneinwirkungen bestimmt werden. Laut den vorhandenen Aufzeichnungen kann festgestellt werden, dass zum Beispiel Wände und Stützen am häufigsten von Niederschlagswasser und Hochwasser betroffen sind und am geringsten von Schnee und Hagel.

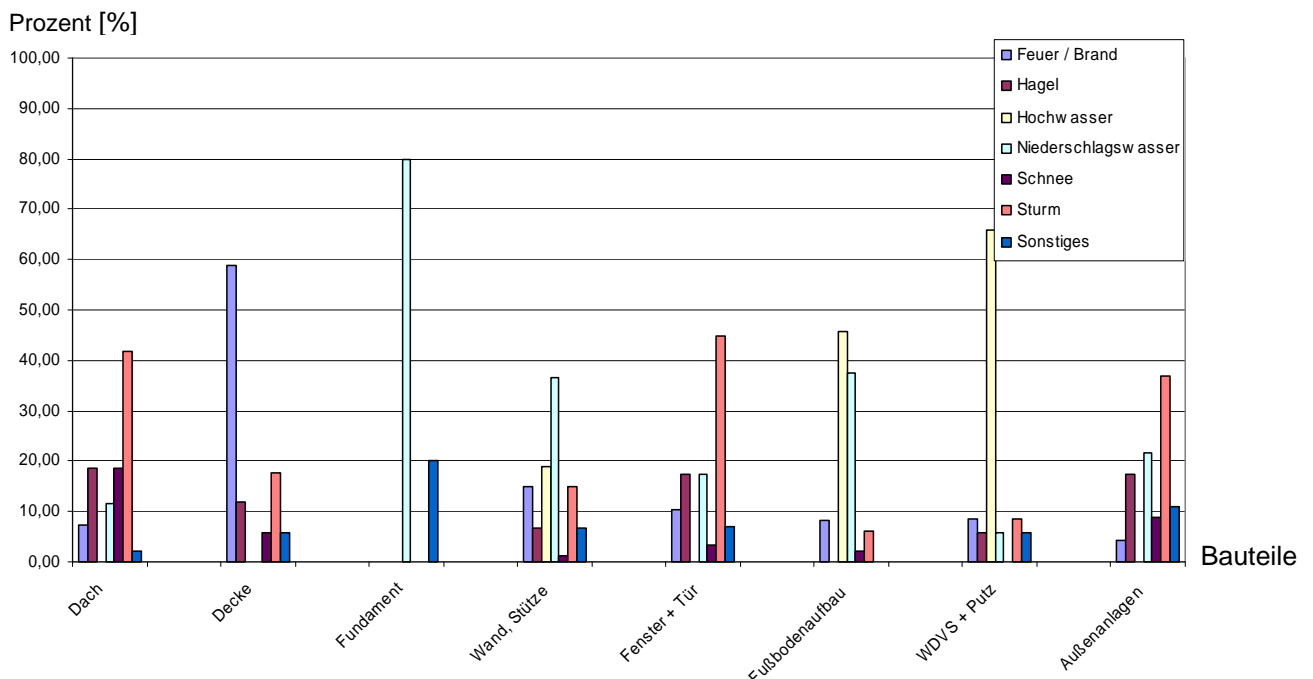


Abbildung 9: Durch Katastropheneinwirkung beschädigte Bauteile in Prozent (Quelle: BTI und bvfs)

### 3.3 Ergebnisse der Experten-Aussagen

Es wurden auf Grund des Projektes „Nachhaltigkeit Massiv“ Experten zum Thema Katastrophensicherheit befragt. Die Experten waren sich einig, dass die Massivbauweise im Vergleich zur Holzbauweise oder Mischbauweise nicht so stark von Katastrophen betroffen sei. Die Begründung lautet, dass die Vorteile der Massivbauweise gegenüber den anderen Bauweisen in der Stabilität und Resistenz gegen äußere Einflüsse liegen. Im Gegensatz zur Massivbauweise waren sich die Experten über die Vorteile der Holz- und Mischbauweise uneinig. Es wurde die Aussage getroffen, dass Holz resistent bei Sturm ist, aber überdurchschnittlich gefährdet bei Hochwasser. Die Experten nahmen deshalb keine Stellungnahme dazu, welche der beiden Bauweisen (Holzbauweise oder Mischbauweise) von Katastrophen weniger betroffen ist (Quelle: KMUFA).

Die Experten gaben auch eine Stellungnahme dazu ab, bei welcher Bauweise die größten Schäden zu erwarten seien. Hier einigte man sich, dass bei der Holzbauweise wegen der leichten Ausbreitung des Schadens die größten Schadenssummen entstehen können (Quelle: KMUFA).

Die nächste Frage lautete, welche Katastrophenlasten sehr oft auftreten. Nach Meinung der befragten Experten sind Gebäude durch Leitungswasserschäden am häufigsten betroffen, gefolgt von Sturmschäden. Darüber, welche Katastrophenlasten am stärksten zunehmen, wurde das Leitungswasser an erste Stelle gereiht, gefolgt von unsachgemäßer Ausführung (Quelle: KMUFA).

Die Experten geben an, dass durch Erdbeben und Feuer/Brand die größten Schäden verursacht werden und durch unsachgemäße Ausführung die geringsten Schäden. Außerdem kamen die Experten zu dem Entschluss, dass bei Holzbauweise die größten Schäden entstehen. Die Massivbauweise und Mischbauweise hätten den Vorteil, dass eine Sanierung leichter möglich ist (Quelle: KMUFA).

## 3.4 Ergebnisse der Literaturlauswertung

Die extremen Wetterereignisse und deren Folgen in den letzten Jahren, wie das Hochwasser 2002, der Dürresommer 2003 oder die Stürme in den Jahren 2007 und 2008 erhöhen unser Bewusstsein für extreme Wetter- oder Klimaereignisse. Von den Versicherungen wird seit den letzten fünf Jahrzehnten ein Anstieg von Katastrophen und dadurch verursachten Schäden gemeldet (Steininger et al., 2005).

Täglich werden Wetterereignisse analysiert und ausgewertet nach Parametern wie Tageshöchst- und Tagestiefsttemperaturen, Niederschlagsmengen oder Windgeschwindigkeiten. Wetterereignisse werden als „Extrem“ eingestuft, wenn sie im Vergleich zu ihrer normalen Ausprägung selten auftreten. Beim Hochwasser zum Beispiel wird die Seltenheit durch Wiederkehrperioden, die so genannte Jährlichkeit, dargestellt. Menschen sind bezüglich Lebensstil und Infrastruktur mehr oder weniger gut an die möglichen Auswirkungen von Wetterereignissen angepasst; deshalb haben Häuser im Alpenraum eine leistungsfähigere Heizung und sind auf harte Winter ausgezeichnet vorbereitet, jedoch schlechter auf Hitzeperioden. Bei vermehrtem Auftreten von Hochwasser passen sich Menschen mittels Bauweise ebenfalls an. Änderungen bezüglich des Eintretens der Häufigkeit von Wetterereignissen gab es schon immer, wenngleich zumeist eher langsam. Durch den anthropogenen Treibhauseffekt treten Änderungen nunmehr immer schneller ein; ob sich die Menschen so schnell anpassen können, ist in Frage zu stellen (Steininger et al., 2005).

### 3.4.1 Allgemeine Auswertungen

#### Hochwasser

Das Hochwasser 2002 verursachte in Österreich rund 3 Milliarden Euro Schäden, 2005 betragen die Schäden ca. 700 Millionen Euro. Deswegen wurden in Österreich in den letzten Jahren von Bund, Ländern und Gemeinden durchschnittlich rund 220 Mio. Euro jährlich für den vorbeugenden Hochwasserschutz ausgegeben, davon gibt die Bundeswasserbauverwaltung 80 Mio. Euro, die Wildbach- und Lawinenverbauung 100 Mio. Euro und die Bundeswasserstraßenverwaltung 40 Mio. Euro aus (Lebensministerium, 2006).

In Zusammenarbeit des Bundes mit den Bundesländern ist ein Hochwasserschutzpaket entstanden, das bis zum Jahr 2016 jährlich ca. 80 Mio. Euro bezahlt, damit die schutzwasserwirtschaftlichen Ziele erreicht werden (Lebensministerium, 2007c).

„Die Finanzierung der Maßnahmen der Bundeswasserbauverwaltung erfolgte im Durchschnitt zu etwa 60% aus Mitteln des Katastrophenfonds des Bundes, zu rund 23% durch die Länder und zu ca. 17% über Gemeinden und sonstige Interessentinnen. In den letzten 10 Jahren wurden im Bereich der Bundeswasserbauverwaltung mehr als 550 Mio. Euro an Bundesmitteln für den Hochwasserschutz aufgewendet“ (Lebensministerium, 2007c, Seite 40).

Außerdem stehen seit dem Jahr 2007 jährlich zusätzliche 37 Mio. Euro an Bundesmitteln zur Verfügung, damit ein ausreichender Schutz vor Naturkatastrophen wie Hochwasser gewährleistet ist. Von diesen 37 Mio. Euro gehen 32 Mio. Euro für Maßnahmen im Hochwasserschutz an die Bundeswasserbauverwaltung (Lebensministerium, 2007b).

In Österreich sind keine umfassenden Daten der durch das Hochwasser 2005 verursachten Schäden verfügbar. Jedoch sind Daten von der Kantonalen Gebäudeversicherung der Schweiz von den aufgetretenen Hochwasserschäden im August 2005 in der Schweiz vorhanden. Dies sind Richtwerte dafür, wie viele Schäden auch in Österreich Schäden entstanden sind und in welcher Schadenshöhe.

Tabelle 2: Gebäudeschäden August 2005 (Quelle: Kantonale Gebäudeversicherung, 2005, Seite 8)

	<b>Schadenssumme [Mio. Euro]</b>	<b>Anzahl Schäden</b>	<b>Durchschnittsschäden [Euro]</b>
<b>Kantonale Gebäudeversicherung</b>	316	15.000	19.000
<b>Privatassekuranz</b>	101	2.500	40.500
<b>Total</b>	417	17.500	

## Sturm

Der Sturm Kyrill 2007 hinterließ einen versicherten Schaden von 261 Mio. Euro, die Stürme Emma und Paula 2008 einen versicherten Schaden von 280 Mio. Euro. Die häufigsten Schäden entstanden an Dächern, Gebäudefassaden, Fenstern und anderen Glasteilen (VVO, Jahresbericht 2008).

In Tabelle 3 ist angeführt, wie sich Windstärke und Geschwindigkeit [km/h] auswirken und welche Schäden verursacht werden. Der Sturm Kyrill im Jahr 2007 hat Spitzenböen zwischen 100 und 140 km/h erreicht. So ein heftiger Sturm wird als Orkan bezeichnet und richtet schwere Verwüstungen an. Der Wintersturm Paula hat laut den Messstellen der ZAMG sogar Werte zwischen 130 km/h auf dem Hirschenkogel und 165 km/h auf dem Feuerkogel erreicht. Beim Wintersturm Emma sind auf den Bergstationen maximale Windgeschwindigkeiten von 140 bis 160 km/h gemessen worden (ZAMG, 2007/08).

Tabelle 3: Windskala nach Beaufort und Auswirkungen des Windes (Quelle: DWD, 2009)

<b>Bezeichnung</b>	<b>Windstärke [Beaufort]</b>	<b>Geschwindigkeit [km/h]</b>	<b>Auswirkung des Windes</b>
Steifer Wind	7	50 – 60	Fühlbare Hemmungen beim Gehen gegen den Wind, ganze Bäume bewegen sich
Stürmischer Wind	8	65 – 70	Zweige brechen von Bäumen, erschwert erheblich das Gehen im Freien
Sturm	9	75 – 85	Äste brechen von Bäumen, kleinere Schäden an Häusern (Dachziegel abgehoben)
Schwerer Sturm	10	90 – 100	Wind bricht Bäume, größere Schäden an Häusern
Orkanartiger Sturm	11	105 – 115	Wind entwurzelt Bäume, verbreitet Sturmschäden
Orkan	12	ab 120	Schwere Verwüstungen

Tabelle 4: Sturmschäden (Quelle: VVO, Jahresberichte 2008 & 2004)

Jahr	Anzahl der Schaden- und Leistungsfälle
2000	191.546
2001	73.641
2002	165.476
2003	124.118
2004	117.642
2005	123.328
2006	237.573
2007	319.300
2008	305.816

In Tabelle 4 ist die Anzahl der Schadensfälle angeführt, welche der Versicherungsverband verzeichnet hat. Deutlich erkennbar in dieser Statistik ist, dass sich im Jahr 2006 die Anzahl der Schäden gegenüber 2005 verdoppelt hat; von 2006 auf 2007 ist die Schadensanzahl um fast 80.000 angestiegen.

Tabelle 5 zeigt Sturmschäden, verursacht durch jeweils ein einzelnes, extremes Sturmereignis in der Region Krems Stadt und Krems Land. Die hier angegebenen Schäden sind jene, die durch Dachdecker- und Spenglereibetriebe behoben wurden. Schäden an landwirtschaftlichen Objekten sind nicht enthalten. Bei der Kategorie „Nicht Wohnhäuser“ handelt es sich vorwiegend um Betriebe.

Tabelle 5: Sturmschäden Dachdecker/Spengler, Region Krems Stadt und Krems Land (Quelle: KMUFA)

	Anzahl Gebäude in der Region Krems	2007			2008		
		Anzahl bearbeiteter Schäden	Durchschnittliche Schadenssumme	Schaden gesamt	Anzahl bearbeiteter Schäden	Durchschnittliche Schadenssumme	Schaden gesamt
Einfamilienhäuser	21.425	330	850	280.500	132	420	55.440
Mehrfamilienhäuser	1.473	96	970	93.120	48	440	21.120
Nicht Wohnhäuser	4.193	36	4.200	151.200 <sup>1</sup>	24	4.500	108.000 <sup>2</sup>
<b>Gesamt</b>	<b>27.091</b>	<b>462</b>	<b>1136</b>	<b>524.820</b>	<b>204</b>	<b>905</b>	<b>184.560</b>

<sup>1</sup> Zusätzlich ein Großschaden in Höhe von 180.000.-€

<sup>2</sup> Zusätzlich ein Großschaden in Höhe von 400.000.-€

## Hagel

Von Hagelschäden sind besonders stark betroffen Österreich, der Süden Deutschlands und die Schweiz – über 25% aller Schäden, die durch Naturkatastrophen verursacht werden, gehen auf Hagel zurück. 2008 wurden insgesamt mehr als 55 Hageltage gezählt (VVO, Jahresbericht 2008).

Es liegen in Österreich keine genauen Daten über Hagelschäden auf, deshalb wird auf die Daten der Kantonalen Gebäudeversicherung in der Schweiz zurückgegriffen.

In der Schweiz wurden während der Jahre 1961 bis 1991 hervorgerufene Hagelschäden in der Höhe von 10 – 35 Millionen Euro pro Jahr verursacht. In den Jahren 1992 bis 2006 wurde ein Schaden von 35 Mio. Euro acht Mal überschritten. Im Jahr 2005 hinterließ der Hagel einen Schaden von über 80 Mio. Euro (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007a).

Abbildung 10 zeigt, dass zu 88% Wohngebäude von Hagelschäden betroffen sind und dass laut Abbildung 11 auf diese Wohngebäude 64% des finanziellen Schadens kommen.

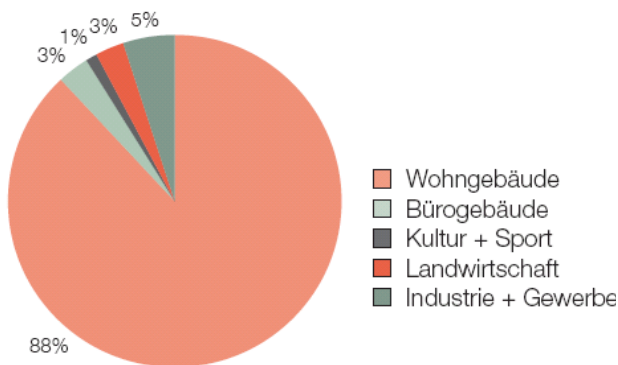


Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Schadensfälle unterteilt nach Gebäudezweck für die Hagelzüge aus den Jahren 2002 und 2004 im Kanton Zürich (Quelle: Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b, Seite 18)

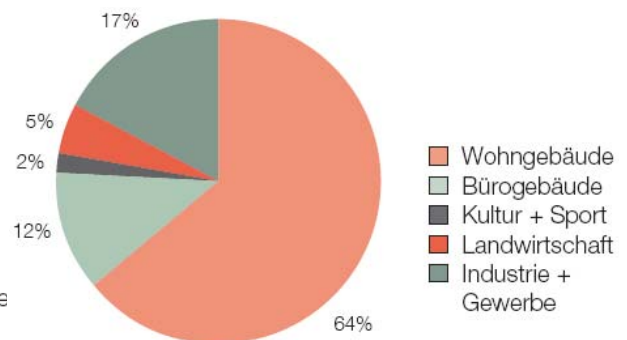


Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Gebäudetypen am finanziellen Gesamtschaden für die Hagelzüge aus den Jahren 2002 und 2004 im Kanton Zürich (Quelle: Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b, Seite 18)

Abbildung 12 zeigt, dass jährlich die Hagelschäden in Österreich dramatisch zunehmen. Seit 2005 ist es zu einer Verdreifachung der Schadensmeldungen gekommen.

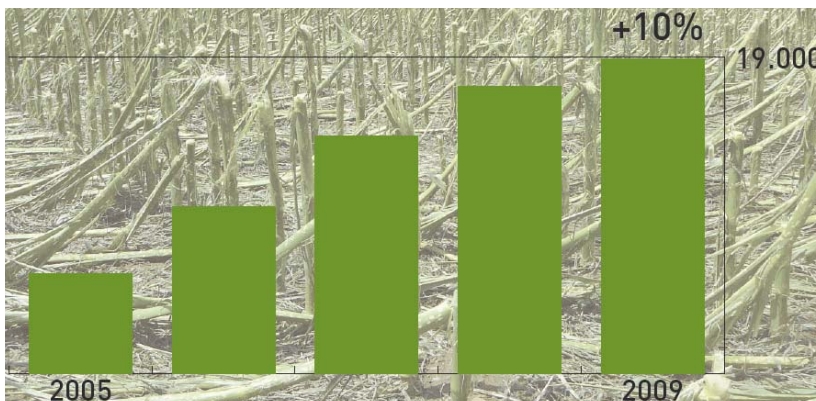


Abbildung 12: Hagelschäden (Quelle: Die Österreichische Hagelversicherung)

## Feuer / Brand

Zu den häufigsten Brandursachen gehören zum Beispiel das Hantieren mit offenem Licht und Feuer, Blitzschläge, Wärmegeräte und elektrische Energie. Von den auftretenden Brandschäden passieren über 54% im privaten Bereich (BVS, 2008).

Eine grobe Übersicht der verursachten Brandschadensanzahl in den Jahren 2000 bis 2008 gibt Tabelle 6. Es sind hier alle Schäden aufgezählt, die vom Versicherungsverbund erfasst wurden. Aus der Anzahl der Schadens- und Leistungsfälle von Zivil- und Landwirtschaft ist erkennbar, dass die Schäden bis zum Jahr 2008 abnehmen.

Tabelle 6: Feuerschäden (Quelle: VVO, Jahresberichte 2008 & 2004)

Jahr	Anzahl der Schaden- und Leistungsfälle Zivil- und Landwirtschaft	Anzahl der Schaden- und Leistungsfälle Industrie
2000	84.701	5.403
2001	73.030	4.506
2002	79.089	6.041
2003	77.560	3.985
2004	63.409	3.504
2005	62.831	3.227
2006	64.819	3.822
2007	64.680	4.822
2008	68.625	5.719

Die folgenden Daten stammen von der BVS (Brandverhütungsstelle Oberösterreich).

Werden die Daten der BVS hinsichtlich der Bauweise und Schadenssumme ausgewertet (Abbildung 13), werden die meisten Schäden bei Massiv- und Holzbauweise bis 10.000 Euro verursacht. Bei der Mischbauweise überwiegt ein Schaden von 10.000 bis 50.000 Euro. Bei der Holzbauweise treten Schäden über 50.000 Euro am häufigsten auf.

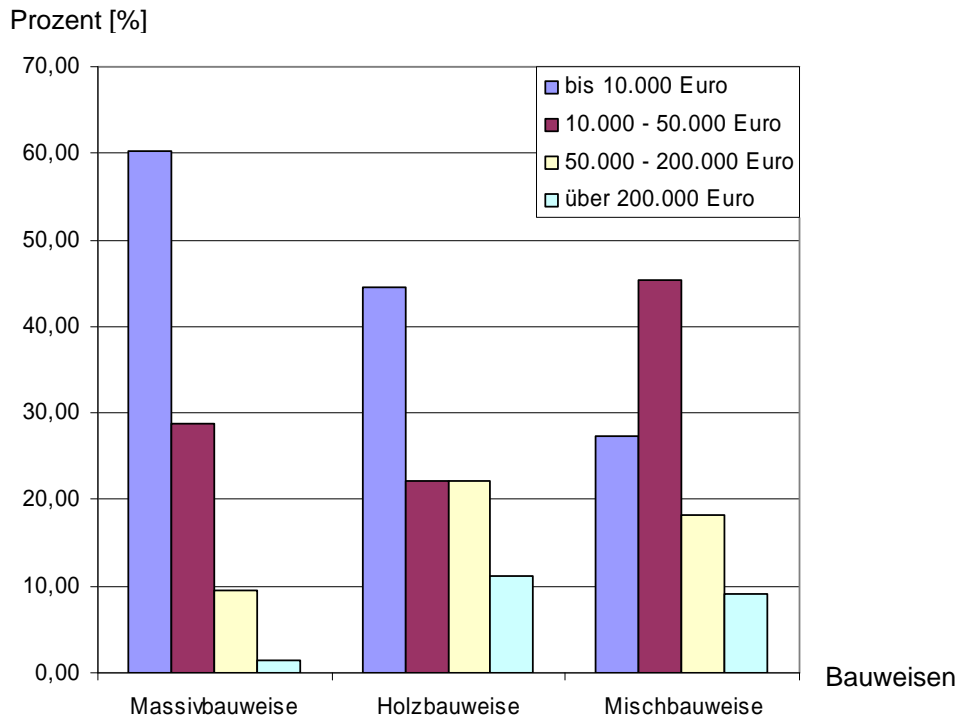


Abbildung 13: Unterteilung der Bauweisen nach Schadenssumme (Quelle: BVS)

Laut BVS werden Brandschäden vor allem durch Zündquellen wie Wärmeenergie, Elektrische Energie, offenes Licht und Feuer verursacht.

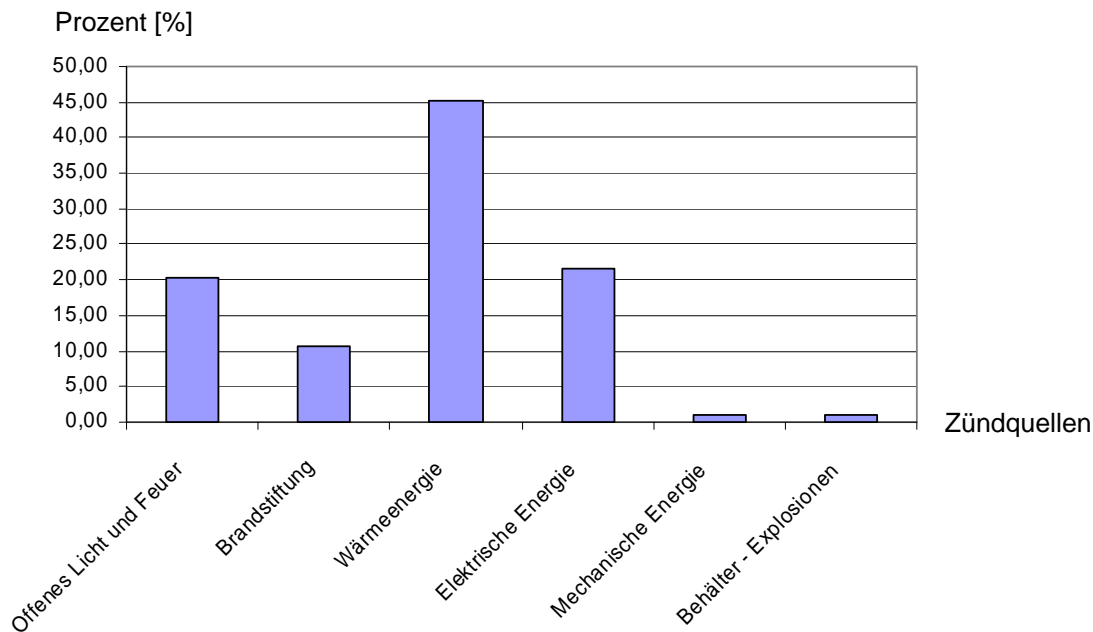


Abbildung 14: Verteilung von Brandschäden nach Zündquelle (Quelle: BVS)

In Tabelle 7 werden die drei Baustoffe Holz, Stahl und Beton hinsichtlich ihrer natürlichen Feuerwiderstandseigenschaften und ihres Verhaltens im Brandfall untersucht. Rot bedeutet brandschutztechnisch ungünstig und grün heißt günstig. Ungeschützter Beton fällt in der Untersuchung der brandschutztechnischen Eigenschaften viel besser aus als Holz und Stahl. (Beton, 2007)

Tabelle 7: Überblick über das tendenzielle Verhalten ungeschützter Baustoffe im Brandfall (Quelle: Beton, 2007)

Ungeschützter Baustoff	Feuerwiderstand	Brennbarkeit	Brandlastbeitrag	Temperatursteigerungsrate innerhalb des Querschnitts	Eingebauter Brandschutz	Instandsetzungsfähigkeit nach einem Brand	Schutz für Flüchtende und Löschkräfte
Holz	Gering	Hoch	Hoch	Sehr gering	Sehr gering	Sehr gering	Gering
Stahl	Sehr gering	Null	Null	Sehr hoch	Gering	Gering	Gering
Beton	Hoch	Null	Null	Gering	Hoch	Hoch	hoch

### Wildbäche, Lawinen, Erosion

Österreich verfügt mit 75% der Gesamtfläche über den höchsten Alpenanteil, davon gehören 58% zu den Intensivzonen, welche von Naturgefahren betroffen sind, und 17% zu den Extensivzonen, welche durch Wildbäche, Lawinen und Erosionen bedroht werden. Nach dem Stand vom Jahr 2006 wurden in Österreich 12.294 Wildbäche, 5.980 Lawinen und 861 Risikogebiete erfasst. Insgesamt sind 35.000 Gebäude und 1.500 km Verkehrswege von Wildbächen bedroht. Um diesen Bedrohungen mittels Schutzmaßnahmen entgegenzuwirken, werden jährlich 120 Mio. Euro zur Verfügung gestellt. Diese Summe teilt sich so auf, dass 74% für den Wildbachschutz, 9% für den Lawinenschutz, 7% für flächenwirtschaftliche Maßnahmen, 5% für die Planung und 5% zum Schutz vor Steinschlag und Rutschungen ausgegeben werden. Um die Naturgefahren zu mindern, werden seit 1975 Gefahrenzonenpläne ausgearbeitet und immer wieder erneuert (Lebensministerium, 2007d).

### Erdbeben

Obwohl Österreich kein erdbebengefährdetes Land ist, ereignen sich durchschnittlich pro Jahr 30 – 60 Erdbeben, die von der Bevölkerung wahrgenommen werden und etwa 300, die nicht wahrgenommen werden. Jährlich werden vom Österreichischen Erdbebendienst an der Zentralanstalt für Meteorologie ca. 600 Erschütterungen registriert. Von diesen 600 Erschütterungen werden etwa 300 durch Sprengungen ausgelöst. Auch etwa 4000 Erdbeben im Ausland werden jährlich registriert und untersucht (ZAMG, 2009).

Erdbeben in Österreich, die eine Intensität von 7 nach EMS erlangen können, verursachen sogar kleinere Gebäudeschäden, wie Risse im Mauerwerk. Alle 3 Jahre ereignet sich ein Erdbeben, welches leichte Gebäudeschäden verursacht, alle 15-30 werden mittlere Gebäudeschäden verursacht und alle 75 – 100 Jahre können Erdbeben vereinzelt auch zu schweren Schäden führen. Die meisten Erdbeben, siehe Abbildung 15, ereignen sich in Österreich im Wiener Becken, Mürztal und dem Inntal. Teile von Kärnten sind öfters von Erschütterungen durch Erdbeben betroffen, die in Italien oder Slowenien stattfinden (ZAMG, 2009).

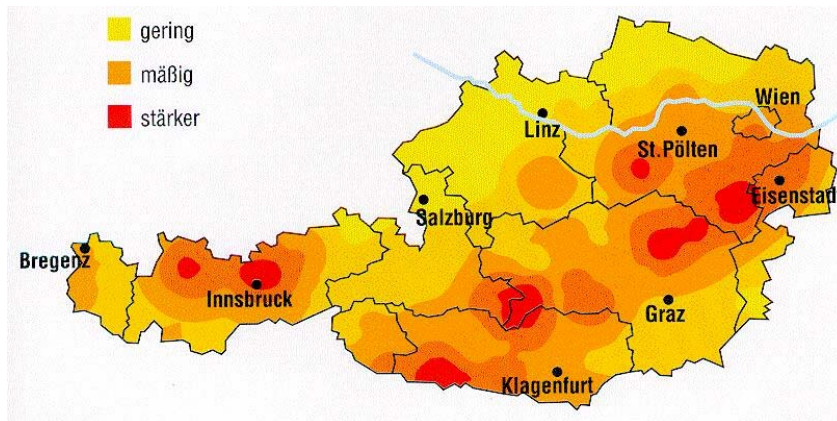


Abbildung 15: Erdbebengefährdung in Österreich (Quelle: OGE – Erdbebengerechte Baunorm in Österreich, 2009)

In Tabelle 8 sind die stärkeren Erdbebenereignisse angeführt, welche seit 1927 in Österreich aufgetreten sind und in Tabelle 9 die erwartenden Schäden bezogen auf die Intensität.

Tabelle 8: Faktisch ganz Österreich ist erdbebengefährdet (Quelle: Allianz, 2009)

Bundesland	Ereignisort	Jahr	Intensität	Kommentar
Oberösterreich	Molln	1967	6-7	Einige schwere Gebäudeschäden, Felssturz ausgelöst
Niederösterreich	Schwadorf	1927	8	Sämtliche Häuser beschädigt, Schulen, Pfarrhof, Gendarmerie, Kindergarten, Gemeindegasthaus und 10 weitere Gebäude teilweise irreparabel baufällig
Wien	wie NÖ			
Tirol	Namlos / Nassereith	1930	7-8	Armbreite Risse in der Dorfkirche Nassereith, Risse in Hausmauern
Steiermark	Wartberg	1927	7	12 Kamine herabgestürzt, Öfen umgeworfen, bedeutender Sachschaden
Burgenland	Ebreichsdorf (NÖ)	2000	6	Hunderte Gebäude- und Haushaltsschäden
Kärnten	Kobarid (julische Alpen, Slowenien)	1998	7-8	Gebäude- und Kirchturmschäden
Vorarlberg	Warth	2003	5	Deutlich spürbar mit zahlreichen Nebenbeben
Salzburg	St. Martin /Tennengau	2004	5	Haushaltsschäden

Tabelle 9: Intensität mit den zu erwartenden Schäden (Quelle: Meyer, 2007, Seite 4)

Intensität nach EMS-Skala	Zu erwartende Schäden
6 – 6,5	Leichte Gebäudeschäden, vornehmlich an Häusern in schlechterem Zustand, feine Risse im Putz
6,5 – 7	
7 – 7,5	Gebäudeschäden; die meisten Personen erschrecken und flüchten ins Freie; Risse im Putz, Spalten in Wänden und Schornsteinen
größer 7,5	

Die ÖNORM B 4015 gibt Auskunft über erdbebensicheres Bauen in Österreich, beeinflusst durch historische und jüngste Erdbebendaten. Diese ÖNORM ist im Mai 2009 durch den EUROCODE 8 ersetzt worden (ZAMG, 2009).

Dass die EUROCODE Anforderungen bei verschiedenen, insbesondere umgebauten, Gründerzeitbauten zu Problemen führt ist bekannt. Die bisher auftretenden Schäden sind wegen der bestehenden Konstruktionen sehr gering und beschränken sich meist auf Kaminköpfe, Dachteile, Gesimse ect. was aber praktisch unabhängig von der Bauweise ist.

Der Holzbau hat in den überwiegenden Fällen bezüglich Standsicherheit Vorteile gegenüber dem Massivbau. Moderne Bauten müssen über eine hohe Dichtheit verfügen. Im Falle von Holzkonstruktionen liegt diese Dichtheitsebene üblicherweise in den Wänden, deshalb wird es bei Horizontalbelastungen zu Rissen kommen, die dann aufwändig zu sanieren sind. Daher ist nach unserer Meinung kein großer Vorteil des Holzbaues gegenüber dem Massivbau bei der Nachhaltigkeit gegeben.

Insgesamt treten geringe Schäden verursacht durch Erdbeben in Österreich auf. Zumal die Intensität der Erdbeben gering und unsere Bauweise ausreichend stabil ist. Aufgrund der geringen Schäden sind weder bei Versicherungen noch bei Behörden Aufzeichnungen vorhanden.

Bei den für dieses Projekt untersuchten Gebäuden (Daten BTI und bvfs) sind keine Erdbebenschäden aufgetreten, darum wird auf entstandene Schäden durch Erdbeben in diesem Bericht auch nicht näher eingegangen.

### 3.4.2 Auswertung der Daten des Oö Landes-Feuerwehrverbandes

Die folgenden Auswertungen in diesem Kapitel stammen von den gesammelten Daten des Oberösterreichischen Landes- Feuerwehrverbandes aus den Jahresberichten 2000 bis 2008. Die für das Projekt benötigten Daten wurden aus den Jahresberichten entnommen, ausgewertet und in graphischer Form dargestellt.

Aus den Jahresberichten geht hervor, dass die Brandeinsätze kontinuierlich bis 2008 gestiegen sind und die Technischen Einsätze in den Jahren 2002, 2003 und 2006 besonders hoch waren, mit einem durchschnittlichen Mittelwert von 47.477 Einsätzen pro Jahr. Die zahlreichen Technischen Einsätze in diesen drei Jahren lassen sich auf Naturkatastrophen, wie z. B. das Hochwasser 2002, zurückführen.

In Abbildung 16 erkennt man, dass bei der durchschnittlichen prozentualen Verteilung der stattgefundenen Einsätze in Oberösterreich die Technischen Einsätze mit 79% die Brandeinsätze bei weitem überragen.

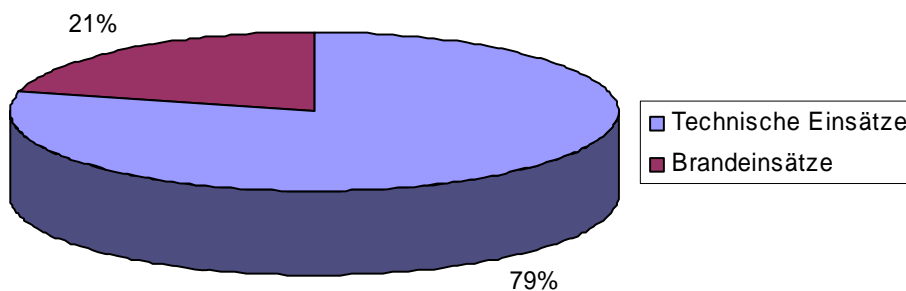


Abbildung 16: Technische Einsätze und Brandeinsätze (Quelle: Oö Landes-Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008)

Die durchschnittliche prozentuale Verteilung der Lage des Brandes ist in Abbildung 17 dargestellt. Daraus ist ersichtlich, dass die meisten Brände in Wohn-, Arbeits- und Geschäftsräumen vorkommen und die wenigsten in den Kellern. Überraschend ist, dass sehr wenige Brände bei Dachböden oder Dachstühlen verzeichnet wurden.

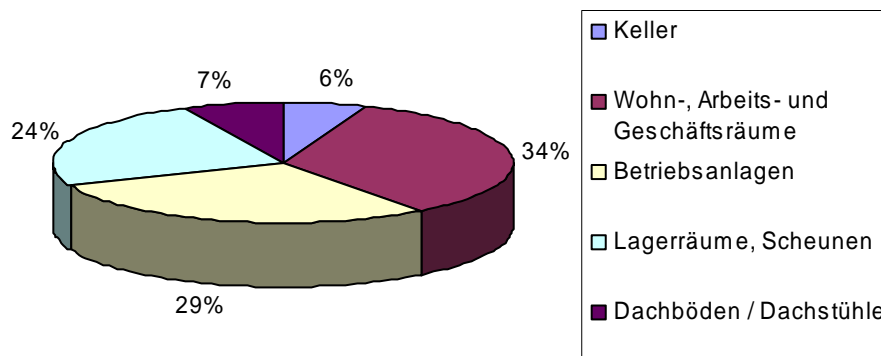


Abbildung 17: Lage des Brandes (Quelle: Oö Landes- Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008)

Durch Betrachtung der technischen Hilfeleistung bei Hochwasser bzw. Überflutung, Wasserschäden und Sturmschäden geht hervor, dass Hilfeleistungen bezüglich Hochwasser bzw. Überflutungen am häufigsten stattfanden mit 56%, gefolgt von den Sturmschäden mit 32%.

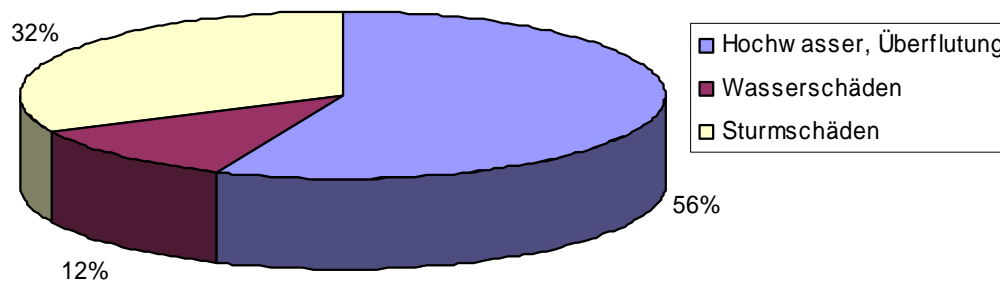


Abbildung 18: Verteilung von Hochwasser-, Wasser- und Sturmeinsätzen (Quelle: Oö Landes-Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008)

Abbildung 19 zeigt, dass die Anzahl der Einsätze zur technischen Hilfeleistung bei Wasserschäden in den Jahren 2000 bis 2008 annähernd gleich blieb, dass es jedoch bei Hochwasser und Sturm starke Ausreißer gegeben hat, wie zum Beispiel im Jahr 2002 (August-Hochwasser) oder in den Jahren 2007 und 2008, als die Stürme Emma, Paula und Kyrill Österreich verwüsteten.

Nach unserer Meinung zeigt die Auswertung der Abbildung 19, dass einzelne Katastrophen lokal zu hohen Schäden führen (z.B. Hochwasser im Donautal), gleichzeitig aber mit einer gewissen Grund- Schadenshäufigkeit zu rechnen ist. Eine nachhaltige Planung und Bauweise, die diese Lastfälle berücksichtigt, ist daher höchst empfehlenswert. Außerdem scheint uns eine weiter zurückliegende Datenauswertung nicht aussagekräftig, weil sich gerade in den letzten Jahren die Anforderungen hinsichtlich Dämmung und Gebäudedichtheit wesentlich erhöht haben. Es scheint daher wichtig, die Erkenntnisse aus den letzten Jahren in der Sanierung der Bestände zu berücksichtigen.

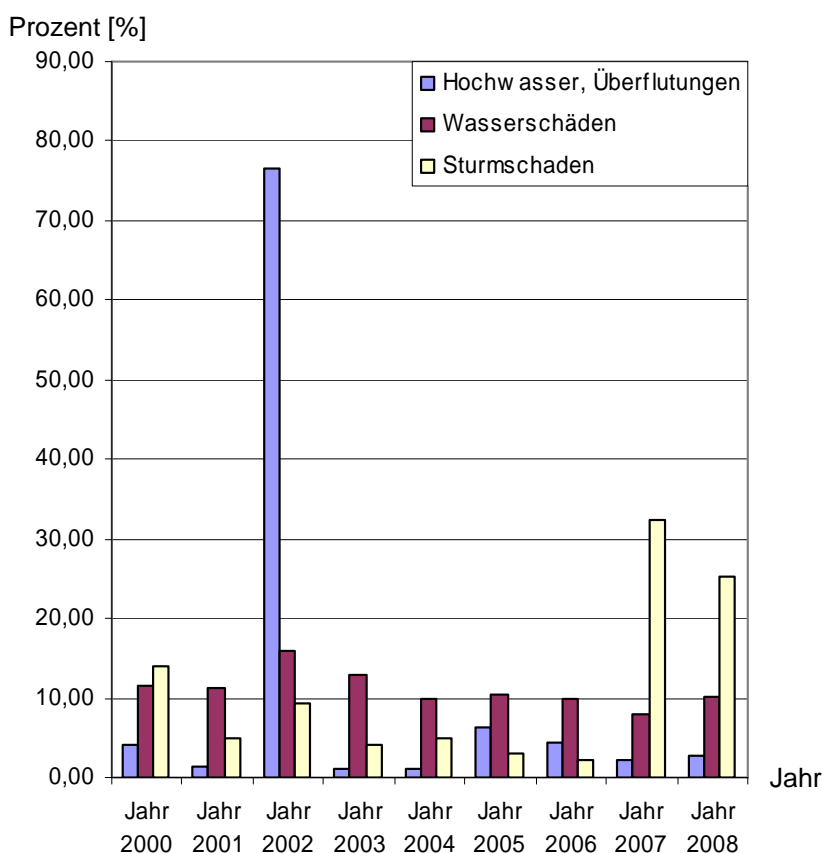


Abbildung 19: Verteilung der Hochwasser-, Wasser- und Sturmschäden nach Jahren (Quelle: Oö Landes-Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008)

### 3.4.3 Auswertung der Daten der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen

Die Versicherungen in Österreich veröffentlichen keine aussagekräftigen Daten darüber, welche Schadenssummen und Anzahl der Schäden durch Naturkatastrophen bei Gebäuden in den letzten 10 Jahren entstanden sind. Ganz im Gegensatz zu Österreich stellt die Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen der Schweiz diese Daten zur Verfügung. Diese wurden vom BTI ausgewertet und graphisch dargestellt.

Da Österreich vergleichbares gleiche Klima und Wetter haben, können die Daten als Richtwerte auch für Österreich gelten. Abbildung 20 zeigt, dass die durchschnittliche prozentuale Verteilung der Schadenssummen, an Gebäuden, in der Schweiz von 1998 bis 2007 so ausfällt, dass Überschwemmungen gefolgt von Sturm und Hagel die höchsten Schadenssummen verursachen.

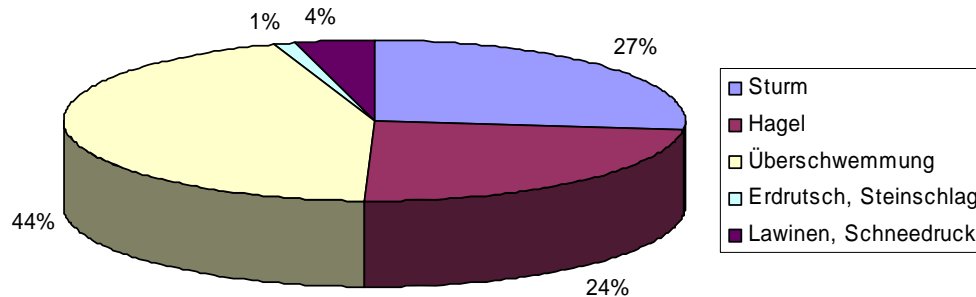


Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der entstandenen Schadenssummen an Gebäuden 10 – Jahresvergleich (Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 1998-2007)

Vergleicht man die Anzahl entstandener Schäden prozentuell von den Jahren 1998 bis 2007, überwiegen laut Abbildung 21 Sturmschäden mit 58%, gefolgt von Hagelschäden mit 24%. Überschwemmungsschäden liegen hier nur auf Platz drei mit 14%.

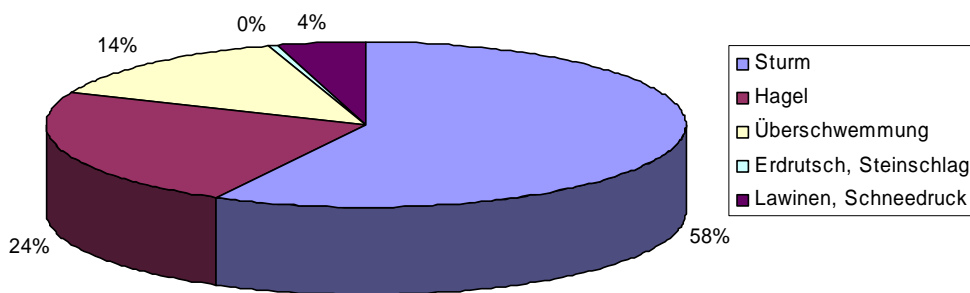


Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der entstandenen Anzahl von Schäden an Gebäuden 10 – Jahresvergleich (Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 1998-2007)

Werden die Schadenssummen der Katastrophen prozentuell nach Jahren verteilt (Abbildung 22), ist ersichtlich, dass bei Sturmschäden im Jahr 1999 die höchsten Schadenssummen entstanden; in den darauffolgenden Jahren sind keine relevanten Schadenswerte mehr aufgekommen. Bei Hagel, Erdrutsch und Steinschlag kann festgestellt werden, dass Schadenssummenspitzen im Durchschnitt alle 3 Jahre vorkommen 1999, 2002 und 2005. Durch Betrachtung von Überschwemmungen in der Abbildung ist erkennbar, dass die höchsten Schadenssummen im Jahr 2005 registriert worden sind. Lawinen und Schneedruckereignisse haben die höchste Schadenssumme im Jahr 2002 erreicht; in den nächsten Jahren ist es zu keinen relevanten Schäden mehr gekommen bis auf den Winter 2005/2006. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass im Jahr 1999 insgesamt die höchsten Schadenssummen entstanden sind, ausgelöst von Sturm, Lawinen und Schneedruck.

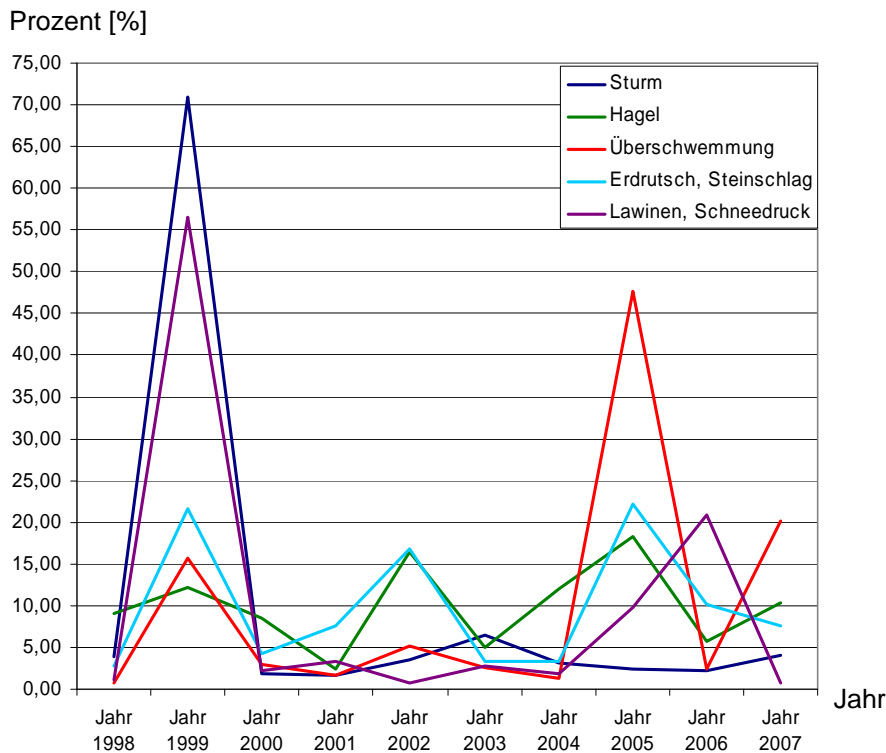


Abbildung 22: Prozentuale Verteilung der entstandenen Schadenssummen bei Gebäuden 10 – Jahresvergleich (Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 1998-2007)

In Abbildung 23 sind von der Österreichischen Versicherung für Katastrophenschäden die Leistungen in Mio. Euro prozentuell dargestellt. So können die Daten mit jenen der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen gegenübergestellt und verglichen werden. Es ist ersichtlich, dass Schadenshöhen, welche durch „Feuer Industrie“ entstanden sind, im Jahr 2008 stark ansteigen. Bezüglich Sturmschäden kann darauf geschlossen werden, dass im Jahr 2000 hohe Schadenssummen verursacht worden sind, im Jahr 2001 geringere und Jahr 2002 wieder höhere. Besonders hohe Sturmschadenssummen wurden in den Jahren 006, 2007 und 2008 verzeichnet.

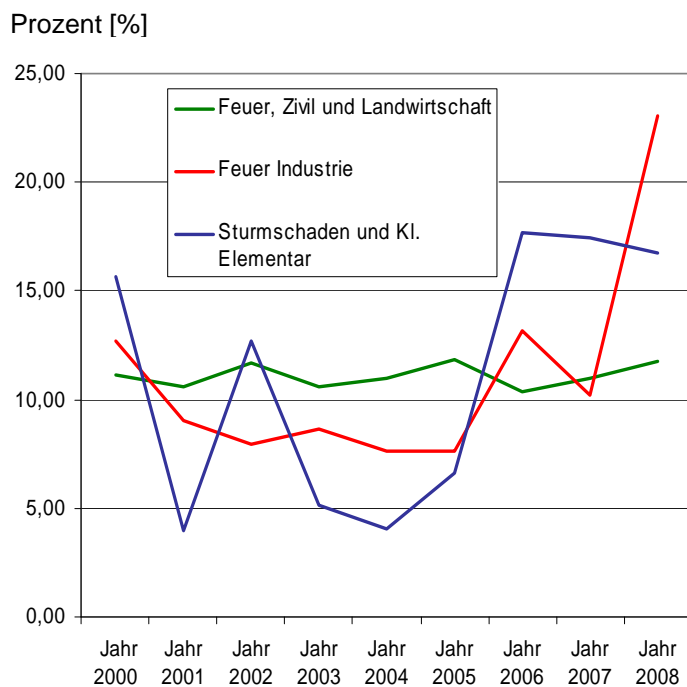


Abbildung 23: Prozentuale Verteilung der Leistungen in Mio. Euro (Quelle: Österreichische Versicherung für Katastrophenschäden, 2000-2008)

## 4 Interpretation der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Werden die Daten der Gebäudeschäden von BTI und bvfs nach Schadenssumme ausgewertet (Abbildung 1), ergibt sich, dass die meisten Schäden bis 10.000 Euro im Massivbau entstehen. Jedoch werden besonders häufig Schäden im Bereich von 10.000 bis 50.000 Euro im Holzbau und Schäden in der Höhe von 50.000 bis 200.000 Euro bei der Mischbauweise verursacht. Die häufigste Schadenssumme, welche bei allen drei Bauweisen überwiegt, ist bis 10.000 Euro. Laut den von der KMUFA erhobenen Expertenmeinungen ist die Massivbauweise stabiler und resistenter gegenüber den anderen Bauweisen. Diese Aussage der Experten verknüpft mit den Ergebnissen des BTI und bvfs bedeutet, dass wegen der guten Stabilität in der Massivbauweise nicht so viele Schäden in großer Schadenshöhe entstehen, wie es bei der Holz- und Mischbauweise der Fall ist.

Die Abbildung 5 gibt Aufschluss über Informationen, welche durch das BTI und bvfs ausgewertet wurden. Diese besagen, dass Sturmschäden mengenmäßig den entstandenen Schäden durch Niederschlagswasser, Hochwasser und Hagel überwiegen. Zu der gleichen Erkenntnis kommt die Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen (Abbildung 21), nur kommen hier Hochwasserschäden erst an dritter Stelle, und Hagelschäden an zweiter Stelle. Laut den Expertenmeinungen, eingeholt von der KMUFA, überwiegen die Leitungswasserschäden und Sturmschäden, jedoch konnte über die anderen eintretenden Katastrophen keine Aussage getroffen werden. Die Statistik des Oö Landes-Feuerwehrverbandes besagt, dass die Anzahl der Hochwassereinsätze gegenüber den Sturmeinsätzen dominiert.

Werden die Katastrophen nach den verschiedenen Schadenssummen laut den untersuchten Daten des BTI und bvfs unterteilt und statistisch dargestellt, kommt man zu dem Ergebnis, dass bei allen Katastropheneinwirkungen Schäden in einer Höhe bis 10.000 Euro überwiegen (Abbildung 6). Die häufigsten Schäden bis zu 10.000 Euro kommen bei Hochwasser, gefolgt von Hagel und Niederschlagswasser vor. Die meisten Schäden in der Höhe von 10.000 bis 50.000 Euro werden bei Feuer/Brand und Schnee verzeichnet. Schäden von 50.000 bis 200.000 Euro treten überwiegend bei Feuer/Brand auf. Die durch die KMUFA befragten Experten sind der Meinung, dass durch Erdbeben und Feuer/Brand die größten Schäden entstehen und durch unsachgemäße Ausführung die geringsten. Das BTI und bvfs sind durch die Auswertung der erhobenen Daten jedoch zu einem anderen Ergebnis gekommen. Dazu gehört, dass Erdbebenschäden bei den untersuchten Gebäuden gar nicht vorgekommen sind und die größten Schäden nicht nur durch Brand/Feuer verursacht werden, sondern auch durch Niederschlagswasser, Hochwasser und Sturm.

Laut den bewerteten Daten von BTI und bvfs werden Wände, Stützen, Dächer und Fußbodenaufbauten besonders oft durch Katastrophen beschädigt (Abbildung 7). Dies lässt sich darauf zurückführen, dass Hochwasser oft Schäden an Wänden und Fußbodenaufbauten verursacht und Stürme Schäden an Dächern hervorrufen. Die geringsten verzeichneten Schäden durch Katastrophen treten bei Fundamenten, Fenstern und Türen auf. Werden auch hier bei den Bauteilen die entstandenen Schäden nach Schadenssummen untersucht (Abbildung 8), kommen bei allen Bauteilen bis auf das Wärmedämmverbundsystem und Putz die meisten Schäden in der Höhe von bis zu 10.000 Euro vor. Schäden von 10.000 bis 50.000 Euro treten besonders häufig bei

Wärmedämmverbundsystem und Putz und Fußbodenaufbauten auf. Keine Schäden von 50.000 bis 200.000 Euro kommen bei Fundamenten, Wärmedämmverbundsystemen und Putz und Außenanlagen vor.

Werden die gesammelten Daten des BTI und bvfs nach Bauteil und Katastrophe ausgewertet und untersucht (Abbildung 9), so ergibt sich die Wertung, welche Bauteile von welchen Katastrophen am häufigsten oder am geringsten betroffen sind. In Tabelle 10 ist eine Gliederung der am häufigsten auftretenden Katastrophen pro Bauteil angeführt.

Tabelle 10: Welche Katastrophen treten bei Bauteilen besonders oft auf (Quelle: BTI und bvfs)

Bauteil	Katastrophe
Dach	1.) Sturm 2.) Hagel 3.) Schnee
Decke	1.) Feuer/Brand
Fundament	1.) Niederschlagswasser
Wand, Stütze	1.) Niederschlagswasser 2.) Hochwasser 3.) Sturm
Fenster + Türe	1.) Sturm 2.) Niederschlagswasser 3.) Hagel
Fußbodenaufbau	1.) Hochwasser 2.) Niederschlagswasser
WDVS + Putz	1.) Hochwasser
Außenanlagen	1.) Sturm 2.) Niederschlagswasser 3.) Schnee

Bauteil	Katastrophe
Technische Anlagen	1.) Sturm 2.) Niederschlagswasser 3.) Feuer/Brand

Werden die Gebäudedaten der BVS nach Schadenssumme ausgewertet, so überwiegen bei Massivbau und Holzbau Schäden bis zu 10.000 Euro. Bei der Mischbauweise kommen Schäden in Höhe von 10.000 bis 50.000 Euro mengenmäßig am öftesten vor (Abbildung 13).

Die Daten der BVS besagen, dass Brände sehr häufig durch Wärmeenergie, elektrische Energie, offenes Licht und Feuer verursacht werden (Abbildung 14). Wärmeenergie für Kochzwecke, mit festen Brennstoffen betriebene Feuerstätten und deren Verbindungsstücke sind sehr oft Auslöser für Brände. Bei offenem Licht und Feuer überwiegen Brände, die durch Asche, Glut, Schlacke, Funken aus Feuerstätten, Kerzen und Leuchtgeräten entstehen. Zahlreiche Brände durch elektrische Energie werden durch Schalt-, Steuer- und Regelanlagen, ortsfeste Leitungen oder elektrische Anlagen in Kraftfahrzeugen ausgelöst.

Die ausgewerteten Daten des Oö Landes-Feuerwehrverbandes zeigen, dass Brände selten in Dachböden und Dachstühlen entstehen, jedoch überwiegend in Wohn-, Arbeits- und Geschäftsräumen, ebenso wie bei Betriebsanlagen auftreten.

## 5 Rückblick, Ausblick und Empfehlungen

### 5.1 Rückblick auf das Projekt

Das Projekt Nachhaltigkeit Massiv gliedert sich in Ökologie, Ökonomie und Soziales, welche sich dann noch einmal unterteilen in einzelne Arbeitspakete.

Während des Projektes „Nachhaltigkeit Massiv“, ausgehend vom Fachverband Steine – Keramik, sind mehrere Treffen zustande gekommen. Die Arbeitsgruppe des Arbeitspaketes 10, dazu gehören das Bautechnische Institut Linz, die Bautechnische Versuchs- und Forschungsanstalt Salzburg und die KMU Forschung Austria, hat sich während des Projektzeitraumes insgesamt viermal getroffen, um das Thema der Ökonomischen Optimierung von Gebäudenutzungskosten - Katastrophensicherheit zu strukturieren und auszuarbeiten.

1. Treffen: 23. Juli 2007 in der KMU Forschung in Wien
2. Treffen: 05. August 2008 Besprechungstermin mit Herrn Prof. DI Dr. Helmut Floegl
3. Treffen: 22. September 2008 im Bautechnischen Institut in Linz
4. Treffen: 15. September 2009 im Bautechnischen Institut in Linz

Durch persönliche Treffen, Telefongespräche und e-Mail-Kontakt hat der Daten- und Ergebnisaustausch stattgefunden.

Zusätzlich zu den internen Treffen des Arbeitspaketes 10 gab es Zusammentreffen der Hauptarbeitsgruppe Ökonomie, in denen die Teilergebnisse präsentiert, Fragen geklärt und Zeitpläne ausgearbeitet worden sind.

1. Treffen: 15. Mai 2008
2. Treffen: 21. August 2008

Es fanden ebenfalls Treffen mit dem Fachverband Stein und keramische Industrie statt, wo über das Thema „Nachhaltigkeit Massiv“ diskutiert wurde.

1. Treffen: 5. März 2007 in der Wirtschaftskammer Österreich
2. Treffen: 25. Juni 2007
3. Treffen: 23. Jänner 2008

## 5.2 Ausblick in die Zukunft

Laut dem Lebensministerium zeigen derzeitige Erkenntnisse in der Klimaforschung, dass vor allem in den nächsten Jahrzehnten mit extremen Niederschlägen und Hochwässern zu rechnen ist. Wenn nicht die entsprechenden Maßnahmen zum Schutz vor Naturkatastrophen, wie zum Beispiel Hochwasser, Sturm, Hagel und Schnee vorhanden wären, würde Österreich nicht mehr in der derzeitigen Art und Weise besiedelbar sein. Es kann zwar kein absoluter Schutz erzielt werden, jedoch Vorsorgen und Abhilfen getroffen werden (Lebensministerium, 2007a).

Aus den Statistiken von BTI und bvfs geht hervor, dass extreme Katastrophenereignisse immer wieder vorkommen.

## 5.3 Empfehlungen

Schon während der Planungsphase eines Gebäudes sollen die standortbezogenen Katastrophen-Risiken eingeschätzt und danach die Entscheidung über jene Bauweise und Baumaterialien gefällt werden, um Schäden und Folgekosten bei Eintreten erkannter Risiken zu minimieren. Das Gebäude soll also konstruktiv an die Auftretenswahrscheinlichkeit von Naturkatastrophen angepasst werden. Auch sollte man sich am besten vor Baubeginn auf der jeweiligen Baubehörde über eventuelle Gefahrengebiete informieren, dazu gibt es verschiedene Planunterlagen.

Arten von Planunterlagen, in denen Erkundigungen über Gefahrengebiete eingeholt werden können, wie zum Beispiel:

- Internetplattform HORA (Maßstab 1:50:000)
- Gefahrenzonenpläne, sind Parzellenscharf (Maßstab 1:5.000 und 1:10.000)
- Katastrophenereigniskarten, wurden von einzelnen Gemeinden in Auftrag gegeben (z.B. entlang der March wurden viele Katastrophenereigniskarten angefertigt)

Gefahrenzonenpläne geben Auskunft über die Art und das Ausmaß der Gefährdung. Im Internet können Informationen über Gefährdungsgebiete, zum Beispiel bei [www.hochwasserrisiko.at](http://www.hochwasserrisiko.at), eingeholt werden. Es sind dort Gefahrenzonenpläne und Abflussuntersuchungen dargestellt. Auch ist HORA eine große Hilfe bei Naturgefahren wie Hagel, Blitz oder Erdbeben; diese werden ebenfalls auf dieser Internetplattform angeführt (Lebensministerium, 2007a).

### Hochwasser

Zum Abschätzen des Hochwasser-Risikos gibt es einfache Mittel (Lebensministerium, 2007a und 2006):

- Hochwassermarken an bestehenden Häusern
- Untersuchung des alten Baubestandes
- Ortsübliche Bauweise und Nutzung der Geschoße

- Vorbeugender Hochwasserschutz (Vermeidung von Abflussspitzen und Abflussgeschwindigkeiten, Wasserrückhalt in Auegebieten und unbebauten Talräumen)
- Technischer Hochwasserschutz (Schutzbauten wie Ufermauern, Dämme, Rückhaltebecken)
- Hochwasservorsorge (Verringerung des entstandenen Schadens von Hochwasser, durch Flächenwidmung, wassergerechtes Bauen, Versicherungen und rechtzeitiges Warnen)

Um den Hochwasserschäden entgegenzuwirken ist ein richtiges Einsetzen der Baustoffe von großer Wichtigkeit. Deshalb soll darauf geachtet werden, dass wasserbeständige bzw. wasserunempfindliche, wasserdampfdurchlässige und hohlraumarme Baustoffe verwendet werden. In hochwassergefährdeten Gebieten ist es sinnvoll, auf wasseraufnahmefähige Baumaterialien (z.B. Dämmstoffe aus Mineralwolle) oder Wasserdampfsperren (z.B. reinen Zementputz) zu verzichten. Bei den verwendeten Materialien soll auf die Erneuerbarkeit und rasche Trocknung geachtet werden (Lebensministerium, 2007a).

Das Lebensministerium gibt in dem Bericht „Die Kraft des Wassers – richtiger Gebäudeschutz vor Hoch- und Grundwasser“ auf den Seiten 20 und 21 an, welche Baustoffe gut geeignet, mäßig geeignet und ungeeignet bezüglich Wasserbeständigkeit sind (Lebensministerium, 2007 a).

Sanierungsfall beim Haus in Leichtbauweise: Es müssen nach Wasserschäden feuchte Gipskartonplatten oder Holzwerkstoffplatten (wie zum Beispiel Spanplatten, OSB Platten, Massivholzplatten oder Faserplatten) und Dämmungen entfernt werden, damit die Luft zirkulieren und das Holz austrocknen kann. Es gilt deshalb in dem Bereich des Hochwasserstandes, diese Materialien zu entfernen (Abbildung 24), damit die Holzsteher austrocknen können und dadurch Schimmelbildung, Verwitterung und Schädlingsbefall verhindert werden. Verkleidungsmaterial, Dämmstoffe und dergleichen sollen bis zu 30cm über dem höchsten Wasserstand entfernt werden. Die Holzsteherwand wird sozusagen bis auf ihr Grundgerüst im durchfeuchteten Bereich abgetragen. Die Wände von Nassräumen sollten von außen geöffnet werden, damit Vorwandinstallationen nicht komplett entfernt werden müssen (BTI, Untersuchung Hochwasser).

Wichtig ist ebenfalls, dass auch dem Fußriegel der Konstruktion die Feuchtigkeit entzogen wird. Bei der Fußbodenkonstruktion befindet sich üblich unter dem Estrich eine Folie, somit kann die Feuchtigkeit nur sehr schwer oder gar nicht verdunsten. Dadurch ist der Fußriegel ständig in Verbindung mit der Feuchtigkeit. Dieses Problem kann zu Stabilitätsverlusten und Tragfähigkeitsverlusten in der Wand führen. Deshalb muss bei der Fußbodenkonstruktion der Estrich entfernt werden, um auch die Trittschalldämmung entfernen zu können. Genauso soll die Luftfeuchtigkeit mittels eines Kondenstrockneres reduziert werden, dadurch kann die feuchte Holzkonstruktion Feuchtigkeit an die Luft abgeben. Speziell muss auf alle Anschlussfugen, Stoßstellen und Hirnholzbereiche geachtet werden, damit so Feuchtenester vermieden werden. Ein Feuchtenest kann sich zwischen Fußschwelle und Kellerdecke bilden (BTI, Untersuchung Hochwasser).

Ideal wäre es, wieder eine Holzfeuchtigkeit von unter 18% zu erreichen. Würde die Holzkonstruktion nicht vollständig ausgetrocknet werden, muss in den nächsten Jahren mit Folgeschäden (Schädlingsbefall, Verwitterung) gerechnet werden (Schober, Holzforschung Austria).



Abbildung 24: Austrocknung einer Holzsteherwand (Quelle: BTI)



Abbildung 25: Schimmelbildung (Quelle: BTI)

Sanierungsfall beim Haus in Massivbauweise: Bei Massivbauten treten durch Hochwassereinwirkung ebenfalls Feuchtigkeitsschäden auf, jedoch erreichen die Entfeuchtungsmaßnahmen nicht ein so großes Ausmaß wie im Holzbau. Es sollte allerdings damit gerechnet werden, dass der Putz entfernt werden muss, einerseits um ein schnelleres Austrocknen der Wände zu gewährleisten und zweitens um sicherzugehen, dass das Mauerwerk vollständig trocken ist, um im Nachhinein auftretende Feuchteschäden, wie Schimmelbildung (siehe Abbildung 25), zu verhindern (BTI, Untersuchung Hochwasser).

Besonders gefährlich bei eindringendem Wasser in den Keller sind die Heizöltanks, welche speziell im Sommer, wenn die Tanks leer bzw. fast leer sind, durch das geringe Gewicht aufschwimmen können. Das nächste Problem liegt darin, dass Öl aus undichten Stellen auslaufen kann und deshalb Schäden am Gebäude verursacht und ober- und unterirdische Gewässer verunreinigt werden. Genauso sollen Heizungsanlagen und elektrische Installationen nicht im Keller installiert werden, sondern in den Obergeschossen. Es ist von Vorteil, die Elektroinstallationen im Keller möglichst hoch über dem Fußboden anzubringen (Lebensministerium, 2007a).

Bei Hochwasser oder Überflutungen ist es wichtig zu wissen, welche Auswirkungen durch die Strömung des Wassers, den Wasserdruck und das ins Gebäude eindringende Wasser entstehen. Um bei einem Gebäude während eines Hochwassers die Standsicherheit zu gewährleisten, ist auf Auftrieb, Wasserdruck, Strömungsdruck, Erosion und Feinteilausspülung zu achten. Hochwasserschutzmaßnahmen lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: in Maßnahmen, welche das Eindringen von Wasser abwehren und in Maßnahmen, die das planmäßige Eindringen von Wasser vorsehen, um größere Schäden zu verhindern. Um dem Wasserdruck stand zu halten, sind die Wände in Stahlbeton oder dementsprechender Mauerwerksstärke auszuführen und nach statischen Erfordernissen zu dimensionieren und zu bemessen (Lebensministerium, 2007a).

Bei hohen Grundwasserständen sollte besser auf einen Keller verzichtet werden und bei Hausöffnungen wäre ein schneller und sicherer Verschluss bei Überflutungen von Vorteil. Um die Möglichkeit des Wassereintrittes zu verhindern ist es wichtig, dass eine perfekte ausgeführte Dichtung vorhanden ist. Die Abdichtung ist auf der Außenseite anzubringen und hat die Aufgabe, eine geschlossene Wanne um das Gebäude ohne Öffnungen zu bilden. Die Abdichtung soll höher als der höchste erreichte Grundwasserstand sein und bei Verformungen des Bauwerkes ihre Schutzfunktion nicht verlieren. Bei den Abdichtungen wird

zwischen „Schwarzer Wanne“ und „Weißer Wanne“ unterschieden (Lebensministerium, 2007a).

Eine Lufttrocknung nach dem Hochwasser ist nicht möglich, weil wenig bis keine Luftzirkulation vorhanden ist, das Gebäude zu langsam austrocknet und somit Folgeschäden entstehen, wie Schimmelbildung oder Verlust der Dämmeigenschaften und Trittschalldämmung. Deshalb werden Bautrocknungsgeräte, zum Beispiel Umluftventilatoren oder Kondenstrockner, eingesetzt. Kondenstrockner entziehen der feuchten Raumluft den Wasserdampf und ermöglichen somit das Austrocknen durchnässter Bauteile (BTI, Untersuchung Hochwasser).

### **Wildbäche, Lawinen und Erosionen**

Bis 2010 sollen die Gefahrenzonenpläne komplett ausgearbeitet sein. Es werden sich auch in Zukunft in dem Bereich der Technologie einige Möglichkeiten aufzeigen, um den Schutz vor Wildbächen, Lawinen und Erosionen zu verbessern. Dazu gehören (Lebensministerium, 2007d):

- Die Entwicklung von Prozessmodellierungen am Computer, von Lawinen, Muren, Hochwasser, Steinschlag oder Rutschungen
- Verbesserung der Gefahrenzonenpläne
- Messeinrichtungen und Monitoringsysteme in Wildbacheinzugsgebieten oder für die Beobachtung und Frühwarnung von Massenbewegungen
- Verwendung von neuen Technologien (Laserscanning, Hubschrauber-Geophysik)
- Entwicklung von Schutzkonzepten

In Wildbachgebieten ist es nötig, zum Schutz Sperren (für die Stabilisierung der Bachsohle, gegen Tiefenerosionen und zum Rückhalt von Geschiebe und Wildholz) zu errichten. Auch werden die Sperren deshalb eingesetzt, um dem Hochwasserabfluss, dem Geschiebetransport und der Energie von Muren entgegenzuwirken. Zusätzlich müssen in dicht besiedelten Gebieten ein Ausbau des Abflussquerschnittes und eine Sicherung der Ufer erfolgen. Im Gegensatz dazu werden in nicht besiedelten Gebieten Überflutungs- und Ablagerungsflächen in Gefahrenschutzpläne miteingeplant (Lebensministerium, 2007d).

Noch immer ist der beste Schutz vor Lawinen der Wald, jedoch stellen auch Schutzwerke aus Stahl, Holz oder Schneenetze einen effektiven Schutz vor Lawinen dar. (Lebensministerium, 2007d)

### **Hagel**

Wichtig ist, dass Planern und Bauherrn bei der Planung und Errichtung von Gebäuden geholfen wird, um eine Entscheidung der richtigen Baustoffwahl zu treffen. Ebenfalls sollen Bauprodukthersteller angeregt werden, hagelwiderstandsfähige Materialien zu entwickeln (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007a).

Insgesamt werden fünf verschiedene Hagelwiderstandsklassen nach Größe der Hagelkörner mit einem Durchmesser von 10-50mm unterschieden. Ein Bauteil muss mehrere Funktionen erfüllen, zu den wichtigsten gehören Wasserdichtheit, Aussehen und Widerstandsfähigkeit. Während der letzten 100 Jahre haben sich die Bauweise und die verwendeten Baumaterialien von Gebäuden stark verändert. Wurden vor 100 Jahren Gebäude mit

verputztem Mauerwerk und einer Dacheindeckung aus Ziegeln gebaut, so kommen heutzutage vor allem Gebäude mit einer verputzten Außendämmung oder vorgehängten Fassaden aus Holz oder Faserzement und mit Flachdächern vor (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007a).

„Der Hagelwiderstand eines Gebäudes fällt je nach Funktion unterschiedlich aus. Zu den widerstandsfähigsten Materialien in Bezug auf die Wasserdichtheit zählen Glas, Dichtungsbahnen und Tonziegel. Zu den Materialien mit dem schwächsten Hagelwiderstand gehören die Rollläden und Raffstoren, sowie einige Bleche und Holzbretter in Bezug auf die Funktion Aussehen“ (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b, Seite 5).

Einen hohen Hagelwiderstand haben Materialien wie Naturstein, verputztes Mauerwerk, Beton und Ziegel. Sonnenschutzelemente, Metall, Faserzementplatten und Kunststoffe weisen keinen so großen Hagelwiderstand auf und es werden deshalb größere Schäden verursacht. Dies soll unbedingt in der Planungsphase berücksichtigt werden. Vor allem werden durch Hagel Dächer, Fassaden, Lamellenstore oder Fenster beschädigt. Weist ein Dach Hagelschäden auf, sollte es provisorisch abgedichtet werden, damit beim nächsten Regen nicht noch mehr Schäden entstehen. Besonders Faserzementplatten (Dachplatten und Fassadenplatten) sind von Hagel betroffen und werden beschädigt. Ein Irrtum ist, dass bei Hagelgefahr Kunststoff-Rollläden heruntergelassen werden sollen zum Schutz des Fensters. Die Rollläden sind viel anfälliger für Schäden als die Fenster selbst (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b).

In dem Bericht „Elementarschutzregister Hagel“ der Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen sind auf Seiten 25 und 27 Bauteile aufgelistet mit deren Funktionen, den Schadenskriterien und Messmethoden.

Bei einem Hagelschaden wird unterschieden (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b):

- Oberflächenschäden, z.B. Abplatzungen (an gestrichenem Holz) oder Aufrauungen (an unbehandeltem Holz)
- Formschäden, Dellen und Verbiegungen
- Strukturschäden, z.B. Risse und Brüche

In den letzten 20 Jahren ist es immer häufiger zu Hagelschäden gekommen. Der Grund dafür liegt darin, dass vermehrt hagelempfindliche Materialien verwendet werden und es wegen der Klimaveränderung immer öfter zu Hagelstürmen kommt (Kantonale Gebäudeversicherung, 2007a).

### **Sturm**

Stürme richten oft großen Schaden an, es werden Dächer abgedeckt oder Schäden am Haus durch umgestürzte Bäume verursacht. Häufig werden Sturmschäden deshalb hervorgerufen, weil Ausführungsmängel am Gebäude bestehen, wie zum Beispiel die richtige Befestigung von Dach und Mauerwerk. Sturmschäden können vermieden und reduziert werden, in dem morsche und alte Bäume gefällt, die Ausführungsmängel beseitigt werden und darauf geachtet wird, dass das Dach in einem guten Zustand ist (z.B. kaputte Dachziegel austauschen).

## 5.4 Abschlussempfehlung: Ermittlung von Kennzahlen

### 5.4.1 Ermittlung von Kennzahlen über Parametrisierung

Als Vorlage zur Ermittlung von Kennzahlen gilt die Dissertation zum Thema: „Beitrag zur Brandrisikoanalyse von Wohngebäuden“ von Dipl. Ing. Dr. Leonhard Kittl. Das Ziel der Doktorarbeit ist es, für Wohngebäude ein Bewertungsverfahren zu entwickeln, in dem die Brandrisikogefahren bestimmt und bewertet werden.

Um zu einem Bewertungssystem zu gelangen, werden die Brandrisikofaktoren zusammengefasst in Brandrisikokriterien. Daraufhin werden die Brandrisikokriterien unterteilt und ein Bewertungsverfahren entwickelt.

Als Basis des Bewertungssystemes gilt folgende Formel:

$$\text{Brandrisiko (R)} = \text{Schadenshäufigkeit (P)} \times \text{Schadensumfang (S)}$$

Als Schadenshäufigkeit wird die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit (P) bezeichnet; sie bezieht sich darauf, wie wahrscheinlich ein bestimmtes Brandereignis bzw. Brandausmaß bei einem Gebäude ist. Das Brandausmaß beschreibt den Entstehungsbrand bis zum Vollbrand eines Gebäudes, dabei ist die Gefahr des Übergreifens des Brandes auf ein Nachbargebäude schon mit eingeschlossen.

Der Schadensumfang ist gleich zu setzen mit der Bezeichnung Schadenshöhe (S) und beschreibt, wie groß der zu erwartende Schaden bei einem Brandereignis bzw. Brandausmaß ist. Es müsste zwar zwischen Personen- und Sachschäden unterschieden werden, jedoch wird in der Arbeit nur auf Sachschäden näher eingegangen.

Brandrisikofaktoren, die in das Bewertungsverfahren mit einfließen:

- Brandentdeckungszeit
- Brandmelde- und Alarmierungszeit
- Feuerwehrausrücke- und Feuerwehranfahrtszeit
- Einsatzstärke der Feuerwehr
- Zugänglichkeit
- Flucht- und Rettungswege
- Gebäudesituierung
- Anzahl der Wohneinheiten
- Geschossanzahl
- Geschossfläche oberirdisch
- Geschossfläche unterirdisch
- Gebäudehöhe
- Brandabschnittsbildung
- Vorhandensein einer Brandmeldeanlage
- Vorhandensein einer Löschanlage
- Wandbauteilkonstruktion
- Deckenbauteilkonstruktion
- Dachkonstruktion – Wohnräume im Dachgeschoss
- Bedachung
- Immobile Brandbelastung
- Mobile Brandbelastung
- Installationen im Gebäude

- Gefahr eines Blitzschlages
- Gefahr einer Tropfenbildung
- Gefahr einer Verqualmung
- Gefahr einer Explosion
- Gefahr toxischer Gase
- Korrosionsgefahr
- Errichtungsjahr
- Wert des Gebäudes
- Wert der Nachbargebäude
- Wert des Inhaltes
- Aufräumungs- Abbruchs- Entsorgungs- und Feuerlöschkosten
- Personenanzahl
- Personenkreis
- Wand- und Deckenöffnungen
- Wetter
- Qualität der Ausführung
- Gefahr einer Brandstiftung

Aus diesen 39 angeführten Brandrisikofaktoren werden insgesamt 28 Brandrisikokriterien gebildet, welche mittels eines Punktesystems bewertet und gewichtet werden. Von den 39 verschiedenen Brandrisikofaktoren können einige vernachlässigt, zusammengefasst und unterteilt werden:

- Die Brandentdeckungszeit und die Brandmelde- und Alarmierungszeit werden zusammengefasst in Brandentdeckung und Alarmierung.
- Brandabschnittsbildung, Vorhandensein einer Brandmeldeanlage, Vorhandensein einer Löschanlage, Personenanzahl, Personenkreis, Wand- und Deckenöffnungen und Wetter werden vernachlässigt und fließen nicht als Bewertungsfaktoren in die Bewertung mit ein.
- Wandbauteilkonstruktionen werden aufgeteilt in tragende Wandbauteile und Wohnungstrennwände
- Die Gefahr eines Blitzschlages wird als Blitzschutzanlage übernommen und Aufräumungs-, Abbruchs-, Entsorgungs- und Feuerlöschkosten werden als zu erwartende Kosten angeführt.
- Gefahr einer Tropfenbildung, Verqualmung, Explosion und toxischer Gase wird zusammengefasst unter sonstige Gefahren.

Die Schadenseintrittswahrscheinlichkeit (P) lässt sich unterteilen in:

- Wahrscheinlichkeit eines Entstehungsbrandes in einem Wohnobjekt ( $P_e$ )
- Wahrscheinlichkeit eines Zimmerbrandes ( $P_z$ )
- Wahrscheinlichkeit eines Wohnungsbrandes ( $P_w$ )
- Wahrscheinlichkeit eines Brandes in einem Wohngebäude mit mehreren Wohneinheiten und Geschossen ( $P_{g_{1/3}}$ )

- Wahrscheinlichkeit eines Gebäudebrandes (Pg) untergliedert für Einfamilienhäuser (Pge) und für mehrgeschossige Gebäude bis zu 5 Geschossen (Pgm<sub>5</sub>) und mindestens 6 Geschossen (Pgm<sub>6</sub>)
- Wahrscheinlichkeit, dass auch das Nachbargebäude vom Brand erfasst wird (Pn)

Anschließend wird untersucht, ob die Brandrisikokriterien die Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten beeinflussen oder nicht. „Ja“ bedeutet, dass eine maßgebliche Beeinflussung vorhanden ist und deshalb das Brandrisikokriterium berücksichtigt werden muss bei der Bewertung.

Tabelle 11: Beeinflussung der Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten durch die Brandrisikokriterien (Quelle: Kittl, 1996)

<b>Brandrisikokriterien</b>	<b>Pe</b>	<b>Pz</b>	<b>Pw</b>	<b>Pg<sub>1/3</sub></b>	<b>Pgm<sub>5</sub></b>	<b>Pgm<sub>6</sub></b>	<b>Pge</b>	<b>Pn</b>
<b>Brandentdeckung und Alarmierung</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Feuerwehranfahrtszeit</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Einsatzstärke der Feuerwehr</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Zugänglichkeit</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Flucht- und Rettungswege</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Gebäudesituierung</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja
<b>Anzahl der Wohneinheiten</b>	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
<b>Anzahl der Geschosse</b>	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
<b>Geschossfläche oberirdisch</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Geschossfläche unterirdisch</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Gebäudehöhe</b>	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Tragende Wandbauteile</b>	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Wohnungstrennwände</b>	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
<b>Deckenbauteilkonstruktion</b>	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Dachkonstruktion – Wohnräume im DG</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Bedachung</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Immobilie Brandbelastung</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Mobile Brandbelastung</b>	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Installationen im Gebäude</b>	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Blitzschutzanlage</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

<b>Brandrisikokriterien</b>	<b>Pe</b>	<b>Pz</b>	<b>Pw</b>	<b>Pg1/3</b>	<b>Pgm5</b>	<b>Pgm6</b>	<b>Pge</b>	<b>Pn</b>
<b>Errichtungsjahr</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Sonstige Gefahren</b>	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein
<b>Gebäudesachwert</b>	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Gebäudewert der Nachbargebäude</b>	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Wert des Inhaltes</b>	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Zu erwartende sonstige Kosten</b>	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
<b>Qualität der Ausführung</b>	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
<b>Gefahr einer Brandstiftung</b>	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein

Nun kann eine Gewichtung stattfinden, die Risikokriterien können zwischen 1 bis 10 bewertet werden. Je größer das Brandrisiko ist, desto mehr Punkt werden vergeben. Für die Schadenskriterien werden je nach Bedeutung die drei Gewichte 3, 5 und 10 Punkte vergeben, das bedeutet wiederum, je größer die Gewichtung ist umso bedeutender ist das Kriterium.

Werden die vergebenen Risikopunkte mit der Gewichtung der Schadenskriterien multipliziert, so ergibt sich eine Summenzahl.

Diese Summenzahl wird unterteilt in folgende Schadenshöhen:

- Schadenshöhe bei einem Entstehungsbrand (Se)
- Schadenshöhe bei einem Zimmerbrand (Sz)
- Schadenshöhe bei einem Wohnungsbrand (Sw)
- Schadenshöhe bei einem Brand von 1/3 der Geschosse (Sg<sub>1/3</sub>)
- Schadenshöhe bei einem Brand des ganzen Gebäudes (Sg)
- Schadenshöhe bei Ausbreitung des Brandes auf einen Teil des Nachbargebäudes (Sn)

Die Brandrisiken ergeben sich aus:

- Risiko eines Entstehungsbrandes  $Re = Pe * Se$
- Risiko eines Raumbrandes  $Rz = Pz * Sz$
- Risiko eines Wohnungsbrandes  $Rw = Pw * Sw$
- Risiko eines Brandes von 1/3 der Geschosse  $Rg_{1/3} = Pg_{1/3} * Sg_{1/3}$
- Risiko eines Gebäudebrandes  $Rg = Pg * Sg$
- Risiko einer Brandausbreitung auf einen Teil des Nachbargebäudes  $Rn = Pn * Sn$

In Anlehnung an dieses Prinzip der Brandrisikoanalyse könnte auch für andere Naturkatastrophen, wie Sturm, Hochwasser, Hagel, Niederschlagswasser und Schnee Kennzahlen ermittelt werden bzw. eine Bewertung stattfinden.

Als Basis des Bewertungssystemes würde wieder folgende Formel gelten:

$$\text{Risiko (R)} = \text{Schadenshäufigkeit (P)} \times \text{Schadensumfang (S)}$$

Es müssen gleich wie bei der Brandrisikoanalyse für jede Katastrophe Risikofaktoren und Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten, welche in das Bewertungsverfahren mit einfließen, angegeben werden. Für jede Katastrophe gelten andere Risikofaktoren.

Bei Hochwasser könnten die Risikofaktoren zum Beispiel sein:

- Höhe des Wasserstandes
- Geschwindigkeit des Wassers
- Bauweise
- Sanierungskosten
- Gefahr des Gebäudeeinsturzes
- Errichtungsjahr
- Wert des Inhaltes
- Qualität der Ausführung
- ...

Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten würden sich unterteilen nach Gebäudetyp, ob es sich um ein Wohnhaus, Betriebsgebäude, Geschäftsgebäude oder öffentliches Gebäude handelt.

Bei der Gewichtung werden wiederum, die Risikokriterien mit 1 bis 10 Punkten bewertet, wobei mehr Punkte größeres Risiko bedeuten. Zur Bewertung der Schadenskriterien könnten wiederum die drei Gewichtungsfaktoren 3, 5 und 10 Punkte vergeben werden mit dem Einfluss, dass je größer das Gewicht desto bedeutender das Kriterium ist.

## 5.4.2 Vorgeschlagene einfache Bewertungsmatrix

Das in dieser Arbeit vorgeschlagene Bewertungsverfahren für Katastrophenfälle wie Sturm, Hochwasser, Hagel, Niederschlagswasser, Schnee, etc. wird der Form einer Bewertungsmatrix der Vorzug gegeben, um den Anforderungen von potentiellen Anwendern zu entsprechen (einfache Anwendbarkeit).

Tabelle 12: Bewertungsmatrix (Quelle: BTI)

<b>Bewertungsmatrix für typische Schadenshöhe im Katastrophenfall</b>						
	Feuer Brand	Hagel	Hochwasser	Niederschlag	Schnee	Sturm
Massiv	gering	gering	gering	gering	gering	gering
Holz	hoch	gering	mittel	mittel	mittel	gering
Misch	hoch	mittel	hoch	hoch	mittel	mittel

Massiv: Gebäude überwiegend aus massiven, anorganischen Baustoffen

Holz: Gebäude überwiegend aus Holz

Misch: Gebäude aus verschiedenen Baustoffen

gering: Schadenssumme typisch bis EUR 10.000

mittel: Schadenssumme typisch EUR 10.000-50.000

hoch: Schadenssumme typisch über EUR 50.000

## 6 Literaturverzeichnis

### 6.1 Quellenverzeichnis

BETON (2007): Umfassender Brandschutz mit Beton; 1. Auflage; Beton-Marketing Österreich

BVS (2008): Jahresbericht; Linz; Brandverhütungsstelle für Oberösterreich

DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNGEN E. V. (2006): DIN EN ISO 14040; Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen

KANTONALE GEBÄUDEVERSICHERUNG (2005): Hochwasser August 2005 – Schadensanalyse – ein Monat danach; 1. Auflage; Bern; Interkantonaler Rückversicherungsverband

KANTONALE GEBÄUDEVERSICHERUNG (2007a): Hagel – die unterschätzte Gefahr; 1. Auflage; Bern; Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherung

KANTONALE GEBÄUDEVERSICHERUNG (2007b): Elementarschutzregister Hagel – Untersuchung zur Hagelgefahr und zum Widerstand der Gebäudehülle; 1. Auflage; Bern; Präventionsstiftung der kantonalen Gebäudeversicherung

KITTL L. (1996): Beitrag zur Brandrisikoanalyse von Wohngebäuden, 1. Auflage; Institut für Hoch- und Industriebau der Technischen Universität Graz

KMUFA (2009): Experteninterviews; Wien; KMU Forschung Austria

LEBENS MINISTERIUM (2006): Hochwasserschutz in Österreich; 1. Auflage; Wien; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

LEBENS MINISTERIUM (2007a): Die Kraft des Wassers – Richtiger Gebäudeschutz vor Hoch- und Grundwasser; 3. überarbeitete Auflage; Wien; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

LEBENS MINISTERIUM (2007b): Bundeswasserbauverwaltung – Jahresbericht 2006; 1. Auflage; Wien; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

LEBENS MINISTERIUM (2007c): Hochwasserschutz, Ziele-Strategien-Maßnahmen; 1. Auflage; Wien; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

LEBENS MINISTERIUM (2007d): Wildbach- und Lawinenverbauung in Österreich; 1. Auflage; Wien; Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

MEYER U. (2007): Erdbebensicher Bauen mit Ziegelmauerwerk; 1. Auflage; Bonn; Arbeitsgemeinschaft Mauerziegel im Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V.

- OBERÖSTERREICHISCHER LANDES-FEUERWEHRVERBAND (2000 – 2008):  
Jahresberichte 2000 bis 2008; 1. Auflage; Linz; Oberösterreichischer Landes-  
Feuerwehrverband
- SCHOBER K.: Rasche Sanierung von Holzhausbauten und Fertighäusern nach Hochwasser  
möglich; 1. Auflage; Holzforschung Austria
- STEININGER K., STEINREIBER C., RITZ C. (2005): Extreme Wetterereignisse und ihre  
wirtschaftlichen Folgen – Anpassung, Auswege und politische Forderungen betroffener  
Wirtschaftsbranchen; 1. Auflage; Springer Verlag Berlin Heidelberg New York
- UMWELTBUNDESAMT DEUTSCHLAND (2007): Ökonomische Bewertung von  
Umweltschäden – Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten; Dessau;  
Umweltbundesamt für Mensch und Umwelt
- VVO (2004): Jahresbericht 2004; 1. Auflage; Wien; Verband der Versicherungsunternehmen  
Österreichs
- VVO (2008): Jahresbericht 2008; 1. Auflage; Wien; Verband der Versicherungsunternehmen  
Österreichs
- ZAMG (2007 und 2008): Meldungen zu Unwetter und Witterungsbedingten Schäden der  
Wirtschaft – Jahresbericht 2007 und 2008; Zentralanstalt für Meteorologie und  
Geodynamik

## 6.2 Internetverzeichnis

- ALLIANZ: Faktisch ganz Österreich ist erdbebengefährdet; [http://www.unternehmen.allianz.at/exports/sites/allianz\\_u/galleries/documents/presse\\_downloads/20090408Erdbeben\\_pro\\_Bundeslan.pdf](http://www.unternehmen.allianz.at/exports/sites/allianz_u/galleries/documents/presse_downloads/20090408Erdbeben_pro_Bundeslan.pdf); (09.09.09)
- DWD: Warnungen – Beaufortskala; <http://www.dwd.de/>; (15.09.09)
- LEBENSMINISTERIUM (2008): Maßnahmen für die Schutzwasserwirtschaft 2003-2008;  
<http://duz.lebensministerium.at/duz/duz/theme/view/655841/5/494>; (08.09.09)
- OEG: Erdbebengerechte Baunorm in Österreich; [http://oge.or.at/oge\\_norm.htm](http://oge.or.at/oge_norm.htm); (09.09.09)
- ÖSTERREICHISCHE HAGELVERSICHERUNG: Schadensmeldungen; Stand: 19. August  
2009; <http://www.hagel.at>; (09.09.09)
- UMWELTBUNDESAMT ÖSTERREICH: Europas Klima im Wandel;  
<http://www.umweltbundesamt.at/umweltschutz/klima/eea-studien/>; (03.09.09)
- VEREINIGUNG KANTONALER FEUERVERSICHERUNG (1998-2007): Feuerschäden an  
Gebäuden 10 Jahresvergleich; <http://www.kgvonline.ch/downloads.asp?pid=2&p=63>;  
(08.09.09)
- ZAMG: Erdbeben in Österreich; <http://www.zamg.ac.at/lexikon/Erdbeben-Oesterreich.php>;  
(09.09.09)

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Verteilung von Bauweisen zu Schadenssummen (Quelle: BTI und bvfs).....	14
Abbildung 2: Verteilung von Gebäudetypen zu Schadenssummen (Quelle: BTI und bvfs).....	14
Abbildung 3: Verteilung der Bauweisen nach Katastrophen (Quelle: BTI und bvfs).....	15
Abbildung 4: Verteilung der Gebäudetypen nach Katastrophen (Quelle: BTI und bvfs).....	15
Abbildung 5: Katastrophenwirkungen (Quelle: BTI und bvfs) .....	16
Abbildung 6: Katastrophenlast zu Schadenssumme in Prozent (Quelle: BTI und bvfs).....	16
Abbildung 7: Durch Katastrophen beschädigte Bauteile (Quelle: BTI und bvfs).....	17
Abbildung 8: Bauteil zu Schadenssumme (Quelle: BTI und bvfs).....	18
Abbildung 9: Durch Katastropheneinwirkung beschädigte Bauteile in Prozent (Quelle: BTI und bvfs) .....	18
Abbildung 10: Prozentuale Verteilung der Schadensfälle unterteilt nach Gebäudezweck für die Hagelzüge aus den Jahren 2002 und 2004 im Kanton Zürich (Quelle: Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b, Seite 18).....	23
Abbildung 11: Prozentuale Verteilung der Gebäudetypen am finanziellen Gesamtschaden für die Hagelzüge aus den Jahren 2002 und 2004 im Kanton Zürich (Quelle: Kantonale Gebäudeversicherung, 2007b, Seite 18).....	23
Abbildung 12: Hagelschäden (Quelle: Die Österreichische Hagelversicherung).....	23
Abbildung 13: Unterteilung der Bauweisen nach Schadenssumme (Quelle: BVS) .....	25
Abbildung 14: Verteilung von Brandschäden nach Zündquelle (Quelle: BVS) .....	25
Abbildung 15: Erdbebengefährdung in Österreich (Quelle: OGE – Erdbebengerechte Baunorm in Österreich, 2009).....	27
Abbildung 16: Technische Einsätze und Brandeinsätze (Quelle: Oö Landes-Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008) .....	29
Abbildung 17: Lage des Brandes (Quelle: Oö Landes- Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008).....	29
Abbildung 18: Verteilung von Hochwasser-, Wasser- und Sturmeinsätzen (Quelle: Oö Landes- Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008).....	29
Abbildung 19: Verteilung der Hochwasser-, Wasser- und Sturmschäden nach Jahren (Quelle: Oö Landes-Feuerwehrverband, Jahresberichte 2000 bis 2008).....	30

Abbildung 20: Prozentuale Verteilung der entstandenen Schadenssummen an Gebäuden 10 – Jahresvergleich (Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 1998-2007) .....	31
Abbildung 21: Prozentuale Verteilung der entstandenen Anzahl von Schäden an Gebäuden 10 – Jahresvergleich (Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 1998-2007) .....	31
Abbildung 22: Prozentuale Verteilung der entstandenen Schadenssummen bei Gebäuden 10 – Jahresvergleich (Quelle: Vereinigung Kantonalen Feuerversicherungen, 1998-2007) .....	32
Abbildung 23: Prozentuale Verteilung der Leistungen in Mio. Euro (Quelle: Österreichische Versicherung für Katastrophenschäden, 2000-2008) .....	32
Abbildung 24: Austrocknung einer Holzsteherwand (Quelle: BTI) .....	39
Abbildung 25: Schimmelbildung (Quelle: BTI).....	39

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bewertungsmatrix (Quelle: BTI) .....	10
Tabelle 2: Gebäudeschäden August 2005 (Quelle: Kantonale Gebäudeversicherung, 2005, Seite 8).....	21
Tabelle 3: Windskala nach Beaufort und Auswirkungen des Windes (Quelle: DWD, 2009) .....	21
Tabelle 4: Sturmschäden (Quelle: VVO, Jahresberichte 2008 & 2004).....	22
Tabelle 5: Sturmschäden Dachdecker/Spengler, Region Krems Stadt und Krems Land (Quelle: KMUFA) .....	22
Tabelle 6: Feuerschäden (Quelle: VVO, Jahresberichte 2008 & 2004).....	24
Tabelle 7: Überblick über das tendenzielle Verhalten ungeschützter Baustoffe im Brandfall (Quelle: Beton, 2007) .....	26
Tabelle 8: Faktisch ganz Österreich ist erdbebengefährdet (Quelle: Allianz, 2009).....	27
Tabelle 9: Intensität mit den zu erwartenden Schäden (Quelle: Meyer, 2007, Seite 4).....	28
Tabelle 10: Welche Katastrophen treten bei Bauteilen besonders oft auf (Quelle: BTI und bvfs).....	34
Tabelle 11: Beeinflussung der Schadenseintrittswahrscheinlichkeiten durch die Brandrisikokriterien (Quelle: Kittl, 1996).....	44
Tabelle 12: Bewertungsmatrix (Quelle: BTI) .....	47