

**FORSCHUNGSBERICHT**

**SCHNEEDRUCKSCHÄDEN  
AN HALLENKONSTRUKTIONEN  
IN ÖSTERREICH  
IM WINTER 2005/2006**

M. BALAK

W. HUBNER

M. STEINBRECHER

29. 09. 2006

**Auftraggeber:**

**Fachverband Stein & Keramik**

Geschäftsführer: Dr. Carl Hennrich

Wiedner Hauptstraße 63, Postfach 329

1045 Wien

Tel.: +43 (0) 5 90 900-3531

Fax: +43 (0) 1 505 62 40

E-mail: [steine@wko.at](mailto:steine@wko.at)

Web: <http://www.baustoffindustrie.at>, <http://www.keramikindustrie.at>

**Verband Österreichischer Beton- und Fertigteilverke**

Geschäftsführer: Dipl.-Ing. Gernot Brandweiner MBA

Kinderspitalgasse 1/Top3

1090 Wien

Tel.: +43 (0) 1 403 48 00

Fax: +43 (0) 1 403 48 00 19

E-Mail: [brandweiner@voeb.co.at](mailto:brandweiner@voeb.co.at)

Web: <http://www.voeb.com>

**Auftragnehmer:**

**ofi-Institut für Bauschadensforschung (IBF)**

**Österreichisches Forschungsinstitut für Chemie und Technik**

Leiter: Dipl.-Ing. Dr.techn. Michael Balak

Dipl.-Ing. Michael Steinbrecher

Arsenal Objekt 213, Franz-Grill-Straße 5

1030 Wien

Tel.: +43 (0) 1 798 16 01 600

Fax: +43 (0) 1 798 16 01 530

E-Mail: [michael.balak@ofi.co.at](mailto:michael.balak@ofi.co.at)

Web: <http://www.ofi.co.at/ibf.html>

**Leitungszeitraum:**

**Mai bis September 2006**

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Einleitung	1
2 Entwicklung der Normen	3
2.1 Schneelasten	3
2.1.1 Neuschneehöhen in Österreich im Winter 2005/2006	6
2.1.2 Beurteilung der Jährlichkeit des Ereignisses	8
2.2 Materialbezogene Normen	9
2.2.1 Holzbau	9
2.2.2 Betonbau	12
2.2.3 Stahlbau	13
3 Gebäudebestand	15
3.1 Gebäudebestand Nichtwohngebäude	15
3.2 Altersstruktur	16
3.3 Erhaltungszustand	18
3.4 Bauweise	23
4 Schadensfälle	24
5 Bewertung der Ergebnisse	29
6 Zusammenfassung	31
7 Literaturverzeichnis	33
Anhang	37
Fragebogen	38

## 1 Einleitung

Im Winter 2005/2006, einer der schneereichsten der letzten Jahre, wurden in Mitteleuropa gehäuft Einstürze von Hallenkonstruktionen verzeichnet. In Bad Reichenhall in Bayern waren 16 Todesopfer beim Zusammenbruch einer Eissporthalle zu beklagen. Beim Einsturz einer Messehalle in Kattowitz in Südpolen kamen ebenfalls Menschen ums Leben. In Österreich stürzte auch eine Reihe von Hallenkonstruktionen ein, beziehungsweise mussten unterstellt werden, um einen Zusammenbruch zu verhindern. Personen kamen dabei nicht zu Schaden.

Ziel des gegenständlichen Forschungsprojekts war die Erhebung von Daten über die Halleneinstürze um zukünftige Schäden reduzieren bzw. vermeiden zu können. Aufgrund der unterschiedlichen nationalen Normen und Baugesetze, wurde das Erhebungsgebiet auf Österreich beschränkt. Im Zentrum der Untersuchung standen Hallenkonstruktionen, Schäden an Wohngebäuden wurden nicht erhoben.

Der Schadenserhebung vorangestellt sind zwei Kapitel die sich einerseits mit der Entwicklung der Normen, insbesondere der Normen für die Lastannahme von Schneelasten, und andererseits mit der Altersstruktur, der Bewertung des Erhaltungszustands und der Bauweise von Hallen beschäftigen.

Im Kapitel 2 werden die Änderungen der Schneenorm, sowie der materialbezogenen Normen in den letzten Jahrzehnten kurz beschrieben. Ergänzend zu den aus den Schneenormen entnommenen Daten sind die aus Messungen der Schneehöhe im Winter 2005/2006 abgeleiteten Werte angeführt. Die Auswertung der Messdaten erfolgte auf Anfrage durch die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Die für die Einordnung des Ereignisses notwendige Beurteilung der Jährlichkeit erfolgte ebenfalls durch die ZAMG.

Im nachfolgenden Kapitel 3 sind Daten über die Anzahl der Gebäude, gegliedert nach der Art des Gebäudes, und über die Alterstruktur von Gebäuden des Groß- und Einzelhandels bzw. von Werkstätten, Industrie- und Lagerhallen zusammengestellt. Weiters wurden die aus den Gebäude- und Wohnungszählungen 1991 und 2001 abgeleiteten Instandsetzungsintervalle des Gebäudebestandes, insbesondere der Nichtwohngebäude, untersucht und mit den technisch erforderlichen Intervallen verglichen. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde der Erhaltungszustand des Bestandes von Nichtwohngebäuden bewertet. Abschließend wurden die vorhandenen Daten über die Bauweise von Nichtwohngebäude ausgewertet.

Um einen ersten Überblick über die besonders durch die starken Schneefällen im Winter 2005/2006 betroffenen Gebiete zu erhalten wurden die Landesfeuerwehrverbände und die Militärkommanden angeschrieben. Ergänzend wurden große Einzelhandelskonzerne kontaktiert. Bei Versicherungen wurden Daten über eingelangte Schadensmeldungen erhoben

und ausgewertet. Aufbauend auf den gesammelten Daten erfolgte eine Analyse in Hinblick auf konstruktive und bautechnische Aspekte.

Im anschließenden Kapitel 5 erfolgt eine Bewertung der Ergebnisse. Die daraus abzuleitenden Konsequenzen werden ebenso wie die immer wieder erhobene Forderung nach einer regelmäßig durchzuführenden, behördlich vorgeschriebenen Zustandsüberprüfung für Dächer diskutiert.

Die Ergebnisse des Forschungsberichts sind in Kapitel 6 zusammengefasst.

## 2 Entwicklung der Normen

In den letzten Jahren wurde in Zusammenhang mit der Einführung der Eurocodes in Österreich eine Vielzahl der bauspezifischen Normen überarbeitet oder komplett neu erstellt. Bisher gültige Normen wurden im Gegenzug zurückgezogen.

### 2.1 Schneelasten

Im Zuge der Umstellung auf die Eurocodes wurde auch die Norm für die Einwirkungen durch Schneelasten neu geregelt. Im Rahmen der Überarbeitung wurden die Werte für die Belastungsannahme an die aktuelle Entwicklung des Niederschlags angepasst. Diese Anpassung führte teilweise zu höheren Werten, die den statischen Berechnungen zugrunde zu legen sind.

Die Umstellung der Normen im Bereich der Belastungsannahmen im Bauwesen - Schneelasten erfolgte Ende des Jahres 2005 bzw. Anfang des Jahres 2006. Die am 1. Dezember 1983 in Kraft getretene ÖNORM B 4013 „Belastungsannahmen im Bauwesen - Schnee- und Eislasten“ wurde am 1. Jänner 2006 zurückgezogen. Ersetzt wurde diese Norm durch drei neue Normen.

**Tabelle 1:** Übersicht Normen Schneelasten

Nummer	Titel	Ausgabe	zurückgezogen am
ÖNORM B 4013	Belastungsannahmen im Bauwesen Schnee- und Eislasten	1983-12-01	2006-01-01
ÖNORM EN 1991-1-3	Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten	2005-08-01	
ÖNORM B 1991-1-3 <sup>1)</sup>	Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen	2005-11-01	2006-04-01
ÖNORM B 1991-1-3	Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen - Schneelasten Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen	2006-04-01	
ÖNORM B 4000	Einwirkungen auf Tragwerke Allgemeine Berechnungsgrundlagen für den Hochbau und Anwendungsregeln für Eigengewichte, Lagergüter, Nutzlasten im Hochbau, Schnee- und Eislasten	2006-01-01	

<sup>1)</sup> Die ÖNORM B 1991-1-3 wurde kurz nach ihrer Erstausgabe nochmals überarbeitet, insbesondere die Übersichtskarte und das Ortsverzeichnis.

Die in der ÖNORM B 4013 definierte Schneeregellast  $s_0$  entsprach der einmal in 50 Jahren zu erwartenden maximalen Schneelast. Die in dieser Norm angegebenen Werte bezogen sich auf das jeweilige Dach des Bauwerks. Im Gegensatz dazu definiert der Eurocode charakteristische Schneelasten  $s_k$  auf den Boden. Für die Ermittlung der Werte wurde eine jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02 zugrunde gelegt, wobei außergewöhnliche Schneelasten ausgenommen sind. Eine jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02 entspricht einem Ereignis innerhalb von 50 Jahren.

In der nachfolgenden Tabellen sind die Werte für die anzusetzende Schneelasten nach ÖNORM B 4013, ÖNORM B 1991-1-3 mit den aus der gemessenen Schneehöhen abgeleiteten Werten, für die im Winter 2005/2006 besonders stark von Schneefällen betroffenen Gemeinden (Tabelle 2) und für die Landeshauptstädte (Tabelle 3), gegenübergestellt.

**Tabelle 2:** Vergleich der, aus den Angaben der im Winter 2005/2006 gemessenen Schneehöhen, berechneten Schneelasten mit den Werten über die anzusetzenden Schneelasten nach ÖNORM B 4013 und ÖNORM B 1991-1-3, ausgewählte Orte. [Gabl; 2006]

Bundesland/Ort	gemessene/berechnete Werte im Winter 2005/2006					ÖN B 4013	ÖN B 1991-1-3	
	max. Schneehöhe <sup>1)</sup>	Schneelast am Boden $\rho = 2,5$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Boden $\rho = 3,0$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 0,8$ $\rho = 2,5$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 0,8$ $\rho = 3,0$ [kN/m <sup>3</sup> ]	gültig bis 01.01.2006	gültig ab 01.11.2005	
						Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 1,0$	Schneelast am Boden	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 0,8$
[cm]	$s_{k, 2,5}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$s_{k, 3,0}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$s = \mu_1 s_{k, 2,5}$ [cm]	$s = \mu_1 s_{k, 3,0}$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$s = \mu_1 s_0$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$s = \mu_1 s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	
<b>Salzburg</b>								
Stadt Salzburg	35	0,88	1,05	0,70	0,84	1,35	1,75	1,40
Salzburg Freisaal	51	1,28	1,53	1,02	1,22	-	-	-
Salzburg Glaserb.	70	1,75	2,10	1,40	1,68	-	2,20	1,76
Salzburg Glanegg	61	1,53	1,83	1,22	1,46	-	-	-
Hallein <sup>3)</sup>	90	2,25	2,70	1,80	2,16	1,70	3,35	2,68
Golling	110	2,75	3,30	2,20	2,64	2,35	4,20	3,36
Abtenau <sup>3)</sup>	170	4,25	5,10	3,40	4,08	3,15	5,65	4,52
Bischofshofen	58	1,45	1,74	1,16	1,39	1,85	3,05	2,44
Zell am See	92	2,30	2,76	1,84	2,21	2,50	3,40	2,72
<b>Steiermark</b>								
Bad Aussee	160	4,00	4,80	3,20	3,84	3,35	5,25	4,20
Bad Mitterndorf	160	4,00	4,80	3,20	3,84	3,84	3,20	3,48
Mariazell	180	4,50	5,40	3,60	4,32	4,00	5,85	4,68
Liezen (Admont)	108	2,70	3,24	2,16	2,59	2,15	3,50	2,80
<b>Oberösterreich</b>								
Bad Goisern	202	5,05	6,06	4,04	4,85	3,10	4,25	3,40
Kremsmünster	47	1,18	1,41	0,94	1,13	1,00	2,05	1,64
Bad Ischl	167	4,18	5,01	3,34	4,01	2,30	4,10	3,28
Windischgarsten	180	4,50	5,40	3,60	4,32	2,75	4,15	3,32
Weyer	70	1,75	2,10	1,40	1,68	2,15	3,20	2,56
<b>Niederösterreich</b>								
Amstetten <sup>3)</sup>	25	0,63	0,75	0,50	0,60	0,80	1,50	1,20
Randegg	37	0,93	1,11	0,74	0,89	1,30	1,60	1,28
Scheibbs <sup>3)</sup>	50	1,25	1,50	1,00	1,20	0,90	1,95	1,56
Lilienfeld	120	3,00	3,60	2,40	2,88	1,60	3,10	2,48
Lunz am See	188	4,70	5,64	3,76	4,51	2,70	4,85	3,88

<sup>1)</sup> maximale Gesamtschneehöhe am Boden im Winter 2005/2006

<sup>2)</sup> für  $\alpha = 0^\circ$  (= flaches, horizontales Dach)

<sup>3)</sup> Interpolation

Die Angaben über die maximale Schneehöhen basieren auf den Schneehöhenmessungen der ZAMG (Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) und des Hydrographischen Dienstes. Daten über *Schneelastmessungen am Boden standen nur aus dem Raum Tirol zur Verfügung, jedoch wurden durch viele Kontakte mit Statikern aus den am meisten von Schneelastschäden betroffenen Regionen die in Tirol gewonnenen Erkenntnisse bestätigt. Demnach lagen die gemessenen Schneewichten in der Größenordnung von 2,5 kN/m<sup>3</sup>. Um mögliche in der Schneedecke durch Regeneinschlüsse oder Aufeisungen auftretende höheren Schneedichten zu berücksichtigen wurden die maximalen Schneelasten auch mit einer Wichte von 3,0 kN/m<sup>3</sup> berechnet. Aus zahlreichen Messungen in den vergangenen Jahren wird aber gutachtlich die Wichte von 2,5 kN/m<sup>3</sup> als die wahrscheinliche angesehen.* [Gabl; 2006]

**Tabelle 3:** Vergleich der, aus den Angaben der im Winter 2005/2006 gemessenen Schneehöhen, berechneten Schneelasten mit den Werten über die anzusetzenden Schneelasten nach ÖNORM B 4013 und ÖNORM B 1991-1-3, Landeshauptstädte. [Gabl; 2006]

Landeshauptstädte	gemessene/berechnete Werte im Winter 2005/2006					ÖN B 4013	ÖN B 1991-1-3	
						gültig bis 01.01.2006	gültig ab 01.11.2005	
	max. Schneehöhe <sup>1)</sup>	Schneelast am Boden $\rho = 2,5$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Boden $\rho = 3,0$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 0,8$ $\rho = 2,5$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 0,8$ $\rho = 3,0$ [kN/m <sup>3</sup> ]	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 1,0$	Schneelast am Boden	Schneelast am Dach <sup>2)</sup> mit $\mu_1 = 0,8$
	[cm]	$S_{k, 2,5}$	$S_{k, 3,0}$	$S = \mu_1 S_{k, 2,5}$	$S = \mu_1 S_{k, 3,0}$	$S = \mu_1 S_0$	$S_k$	$S = \mu_1 S_k$
Bregenz	42	1,05	1,26	0,84	1,01	1,30	2,10	1,68
Innsbruck <sup>3)</sup>	60	1,50	1,80	1,20	1,44	1,40	2,10	1,68
Salzburg	51	1,28	1,53	1,02	1,22	1,35	1,75	1,40
Linz	30	0,75	0,90	0,60	0,72	0,80	1,45	1,16
St. Pölten	21	0,53	0,63	0,42	0,50	0,80	1,45	1,16
Klagenfurt	50	1,25	1,50	1,00	1,20	1,65	2,65	2,12
Graz	31	0,78	0,93	0,62	0,74	0,95	1,65	1,32
Eisenstadt	23	0,58	0,69	0,46	0,55	0,75	1,10	0,88
Wien	18	0,45	0,54	0,36	0,43	0,75	1,35	1,08

<sup>1)</sup> maximale Gesamtschneehöhe am Boden im Winter 2005/2006

<sup>2)</sup> für  $\alpha = 0^\circ$  (= flaches, horizontales Dach)

<sup>3)</sup> tatsächliche Messung 1,05 kN/m<sup>2</sup>

Die oben angeführte Berechnung der Lasten mit einer Wichte von 2,5 kN/m<sup>3</sup> zeigt am Beispiel der Landeshauptstadt Innsbruck, dass die berechneten Lasten im Vergleich zu den tatsächlichen eher überhöht erscheinen. Die aus den Schneehöhen berechneten Lastwerte beziehen sich auf den Boden. Der Vergleich der berechneten Schneelasten mit den Vorgaben durch die Normen ÖNORM B 4013 und der in diesem Jahr eingeführten ÖNORM B 1991-1-3 zeigt auf, dass zum einen die kritisierte geringe Erhöhung der Lasten von der ÖNORM B 4013 zu ÖNORM B 1991-1-3 durchaus gerechtfertigt erscheint, zum anderen aber sich schon die ÖNORM B 4013 – mit Ausnahme von den Regionen am Alpennordrand, vom Salzkammergut (Ausseerland) über Windischgarsten bis nach Lunz am See, durch eine hohe Qualität der Lastangaben auszeichnete. [Gabl; 2006]

Aufgrund der kurzen Gültigkeitsdauer der ÖNORM B 1991-1-3 ist davon auszugehen, dass alle im Winter 2005/2006 von Schneedruckschäden betroffenen Hallenkonstruktionen und auch alle anderen Gebäude entsprechend den meist niedrigeren Vorgaben der ÖNORM B 4013 bzw. nach den Angaben der Vorgängernormen bemessen wurden.

### 2.1.1 Neuschneehöhen in Österreich im Winter 2005/2006

Den internationalen Vorschriften entsprechend erfolgt die Messung der Neuschneehöhen täglich um 7:00 Uhr morgens und gibt den in den vergangenen 24 Stunden vorher gefallenen Neuschnee an. Bei den bis Ende März 2006 gemessenen Neuschneehöhen in Österreich kristallisierten sich nach den Untersuchungen der ZAMG Regionen mit überdurchschnittlichen, durchschnittlichen und unterdurchschnittlichen Summen heraus (Abbildung 2).

Anzumerken ist, dass die Angaben der Neuschneesummen auf Bergstationen nicht in die Betrachtungen miteinbezogen werden konnten, da in diesen windexponierten Lagen die Messungen durch enorme Driftverluste beeinflusst werden. Zusammenfassend ergeben sich höhere Neuschneesummen in Österreich generell am Alpennordrand sowie in den Flachlandregionen von Salzburg über Oberösterreich bis nach Niederösterreich. Mit 270 % über den Mittelwerten rangieren Kremsmünster und Litschau an erster Stelle der betrachteten Stationen. Die Summe der Neuschneehöhen in Vorarlberg oder in den inneralpinen Regionen Salzburgs und Tirols sowie Osttirols waren generell betrachtet niedriger, aber am Alpenostrand (Steiermark) sowie am Südrand (Kärnten) wurden ebenfalls über den mittleren Summen liegende Neuschneehöhen erzielt. [Gabl; 2006]

In der nachfolgenden Abbildung sind die durch die starken Schneefälle besonders betroffenen Gebiete und Gemeinden am Alpennord- und -ostrand dargestellt.



Abbildung 1: Enorme Schneemengen in Österreich – Betroffene Gebiete [APA; 2006]

### Winter 2005/2006 Neuschneesumme (in % des Mittelwertes)

(nach H. Mohrl ZAMG)

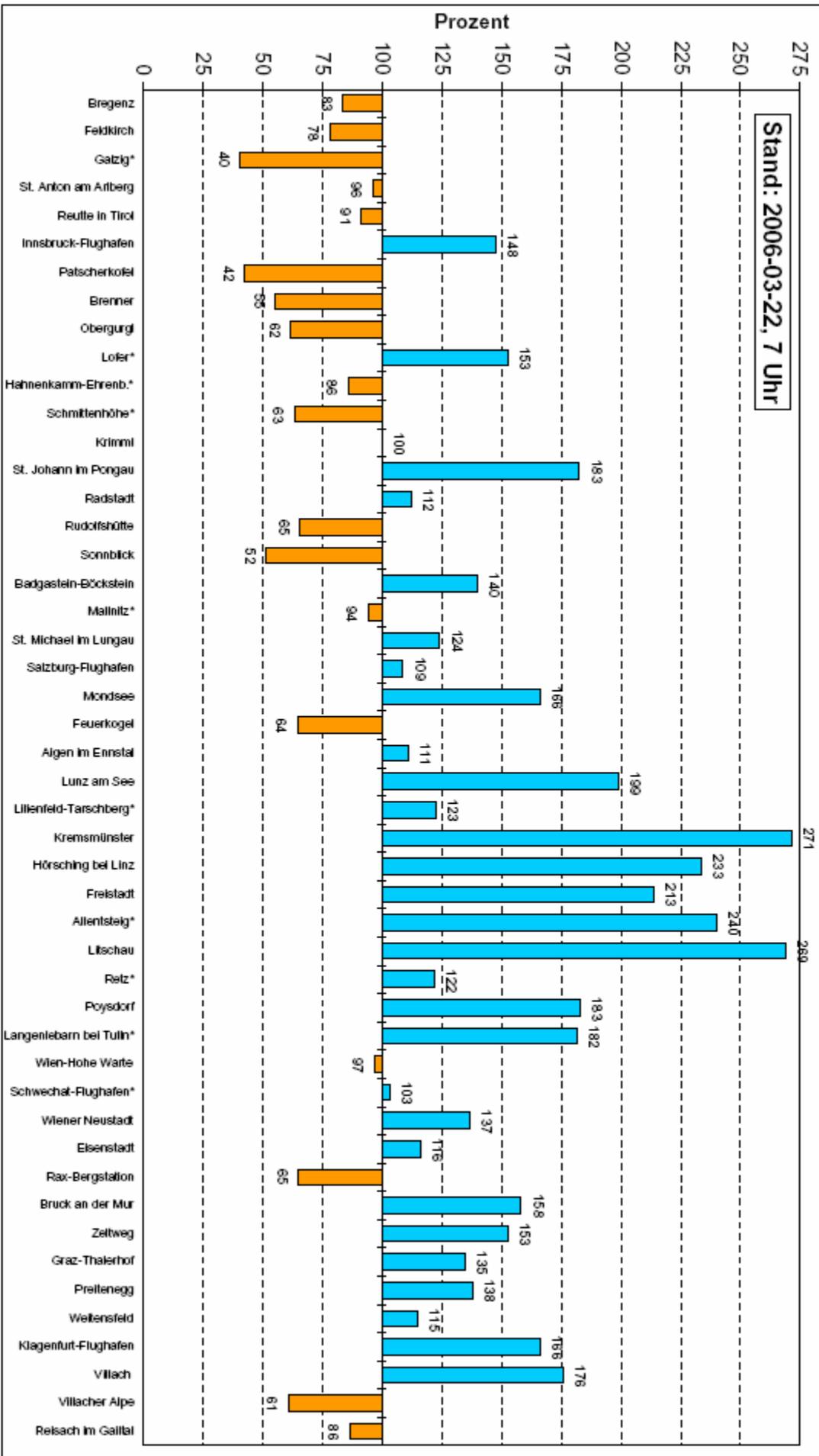


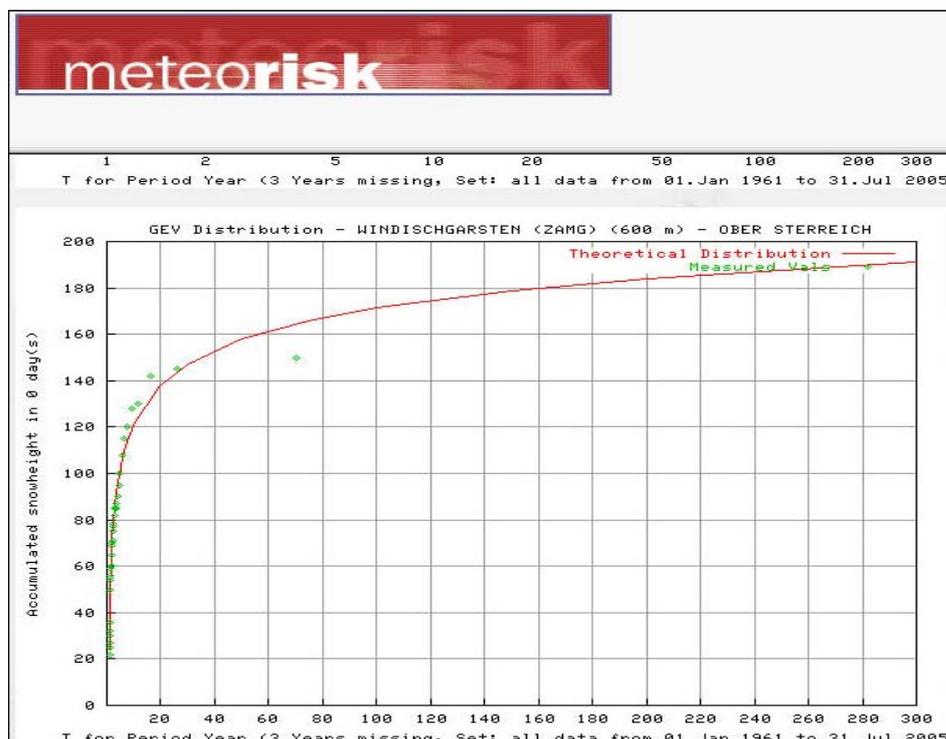
Abbildung 2: Winter 2005/2006 Neuschneesumme (in % des Mittelwertes) [Gabl; 2006].

### 2.1.2 Beurteilung der Jährlichkeit des Ereignisses

Ein weiterer Punkt für die Beurteilung des schneereichen Winters 2005/2006 ist neben der absolut gemessenen Schneehöhe die Jährlichkeit des Ereignisses. Wie schon beschrieben, liegt der Entwicklung der Schneenormen in Österreich eine jährliche Überschreitungswahrscheinlichkeit von 0,02 zugrunde, dies entspricht einem 50-jährigen Ereignis.

Auch nach den nationalen Festlegungen der seit 1. November 2005 gültigen ÖNORM B 1991-1-3 sind außergewöhnliche Bedingungen, wie in ÖNORM EN 1991-1-3:2005 definiert, in Österreich nicht zu berücksichtigen. Dazu zählen u.a. außergewöhnliche Schneefälle und außergewöhnliche Verwehungen.

Von der Regionalstelle für Tirol und Vorarlberg der ZAMG wurde ein Verfahren für die Beurteilung der Jährlichkeiten (Wiederholzeiten) von meteorologischen Ereignissen entwickelt. Mit diesem Verfahren wurde eine Berechnung der Wiederholzeiten für Windischgarsten durchgeführt. Windischgarsten wurde stellvertretend für die anderen Orte in den schneelastreichen Gebieten ausgewählt.



**Abbildung 3:** Graphische Darstellung der Wiederholzeiten von maximalen Schneehöhen in einem Winter in Windischgarsten [Gabl; 2006].

*Extremwertstatistische Aussagen sind von der Länge der Messreihe abhängig und die Beurteilung der Wiederholzeit ist nur bis zur dreifachen Länge einer Messperiode zulässig. Im gegenständlichen Fall in Windischgarten liegt eine 42 jährige Messreihe vor, so dass nicht über ein 120 jährlichen Ereignis hinaus geurteilt werden sollte. In Windischgarsten betrug die maximale Gesamtschneehöhe im Winter 2005/2006 180 cm (Tabelle 1). Die Berechnung der Wiederholzeit (siehe Tabelle 4) zeigt für 100 Jahre 171 cm und für 150 Jahre 179 cm. Unter berücksichtigen der Länge*

der Messperiode kann also schlussfolgernd festgestellt werden, dass es sich um ein zumindest 100 jähriges Ereignis in Windischgarsten handelte (siehe auch Abbildung 3). [Gabl; 2006]

**Tabelle 4:** Wiederholzeiten von maximalen Schneehöhen in einem Winter [Gabl; 2006].

	General Extreme Value Distribution	T [Years]	VALUE [cm]
Station:	5030108 - WINDISCHGARSTEN (ZAMG)	10	121
Region:	OBERÖSTERREICH	20	138
Height:	600 [m]	30	147
Owner:	ZAMG	50	158
Parameter:	snowheight	75	166
Interval:	0 - Period: Year	100	171
Selected:	all data of 01.Jan 1961 - 31.Jul 2005	150	179
Used/Missing:	42/3 Years selected period	200	184
Quality:	10% missing Values/Year allowed	300	191

## 2.2 Materialbezogenen Normen

Die größten Änderungen bei den materialbezogenen Normen in Hinblick auf die Beschreibung der Festigkeitseigenschaften der Baumaterialien waren im Holzbau zu verzeichnen. Sortierklassen entsprechend den Festigkeitsklassen im Betonbau wurden erst 1997 eingeführt, vorher wurde nur zwischen den einzelnen Holzarten unterschieden. Ausführliche normative Bestimmungen bezüglich Holzleimbinder finden sich auch erst in der Ausgabe der einschlägigen Holzbaunorm vom 1. Dezember 1997.

### 2.2.1 Holzbau

Die Festigkeitseigenschaften von Holz sind in der ÖNORM B 4100, Teil 2: „Holzbau, Holztragwerke“ festgelegt. Diese Norm wurde immer wieder Überarbeitungen unterzogen, wobei die Beschreibung der materialspezifischen Parameter entsprechend der technischen Entwicklung der Bestimmung der Materialkennwerte angepasst wurde. Nachfolgend werden diese Änderungen kurz beschrieben, beginnend mit der Ausgabe der ÖNORM B 4100, Teil 2 vom 1. August 1981.

In dieser Norm werden die Festigkeitseigenschaften für „Gutes Bauholz“ nur in Abhängigkeit der Holzart beschrieben (Tabelle 5 und 6). Weiters sind die Gütebedingungen (Natürliche Beschaffenheit, Astigkeit, Waldkanten etc.) für „Gutes Bauholz“ angegeben. Die zulässigen Spannungen sind unter bestimmten Randbedingungen herabzusetzen bzw. können bei gewissen Lastfällen und Lastkombinationen erhöht werden. Auf geleimte Träger wird bei der Festlegung der Werte für die zulässigen Spannungen und Module nicht gesondert eingegangen.

**Tabelle 5:** Elastizitätsmodul und Schubmodul in N/mm<sup>2</sup> für „Gutes Bauholz“ [ÖNORM B 4100, Teil 2; 1981].

		Fichte, Tanne Kiefer	Lärche	Buche, Eiche
Elastizitäts- modul $E$	In der Faserrichtung $E_{  }$	10 000	11 000	12 000
	Faserrichtung $E_{\perp}$	300	350	600
Schubmodul $G$		500	---	---

**Tabelle 6:** Zulässige Spannung in N/mm<sup>2</sup> für „Gutes Bauholz“ [ÖNORM B 4100, Teil 2; 1981].

Zulässige Spannung in N/mm <sup>2</sup> für „Gutes Bauholz“						
Zeile	Beanspruchungen		Fichte, Tanne, Kiefer	Lärche <sup>1)</sup>	Eiche <sup>2)</sup> Buche <sup>2)</sup>	Bemerkungen
1	Biegung (Biegedruck, Biegezug in der Faser- richtung)	im allgemeinen	11,5	12,0	14,0	Zu den Zeilen 5 u. 6: Bei Schwellen muß der Überstand beider- seits der Druckfläche in der Faserrichtung mindestens das 1,5- fache der Schwellen- höhe betragen. Bei kleinerem Über- stand sind die Werte um 20 % herabzuset- zen
2		bei Durchlauf- trägern ohne Gelenke	12,5	13,0	---	
3	Zug in der Faserrichtung $\sigma_{Zllzul}$		10,0	10,0	12,0	
4	Druck <sup>3)</sup>	in der Faserrichtung $\sigma_{D  zul}$	10,0	11,0	12,0	
5		senkrecht zur Faserrichtung $\sigma_{D\perp zul}$	2,0	2,5	3,5	
6		senkrecht zur Faser- richtung, wenn kleine Einpressungen unbeden- klich sind	2,5	3,0	4,5	
7	Schub in der Faserrichtung <sup>4)</sup> $\tau_{zul}$		1,0	1,2	1,5	

<sup>1)</sup> Die Werte gelten für splintfreies Holz  
<sup>2)</sup> Die Werte gelten nur für kleine, splintfrei Stücke, z.B. Knaggen  
<sup>3)</sup> Für Druck schräg zur Faserrichtung gilt Tabelle 3  
<sup>4)</sup> Die Werte gelten auch für Abscheren in Leimfugen

In der Neuauflage der ÖNORM B 4100-2 im Jahre 1997 wurde für die Beschreibung der mechanischen Eigenschaften von Holz Sortierklassen eingeführt (Tabelle 7). Neben diesen Sortierklassen wurde für Vollholz aus Eiche und Buche „mittlerer Güte“ eine eigene Spalte eingeführt, wobei Holz, das dieser Spalte zugeordnet wird, mindestens der Sortierklasse S 10 im Sinne ÖNORM DIN 4074-1 entsprechen muss. Im übertragenen Sinn stellt diese Spalte die Fortführung der Gütebezeichnung „Gutes Bauholz“ der vorigen Ausgabe der Norm dar. Eine Anpassung des der Norm zugrunde liegende Sicherheitskonzepts nach dem Traglastverfahren an das semiprobabilistische Sicherheitskonzept der Eurocodes erfolgte nicht.

Vergleicht man die Materialkennwerte für Vollholz aus Eiche, Buche für „Gutes Bauholz“ bzw. „mittlere Güte“ der Ausgaben 1981 und 1997 der ÖNORM B 4100-2 miteinander, so ist festzustellen, dass die Werte für die zulässigen Spannungen gleich blieben (zul  $\sigma_{D\perp}$ ) bzw. herabgesetzt (zul  $\sigma_B$ ,  $\sigma_{Zllzul}$ ), für den faserparallelen E-Modul von 12 000 N/mm<sup>2</sup> auf 12 500 N/mm<sup>2</sup> erhöht wurden. Für Vollholz aus Fichte, Tanne, Kiefer und Lärche ergeben sich je nach Sortierklasse entweder höhere oder niedriger Werte für die zulässigen Spannungen und für den Elastizitätsmodul.

Neu eingeführt wurde auch eine Tabelle für Brettschichtholz. In dieser Tabelle sind die Rechenwerte für die mechanischen Eigenschaften von Brettschichtholz entsprechend dem Aufbau der Brettschichtholzträger und der Brettschichtholzklassen angegeben (hier nicht wiedergegeben).

**Tabelle 7:** Elastizitätsmoduln, Schubmoduln und zulässige Spannungen in N/mm<sup>2</sup> für Vollholz, auch keilgezinkt (Holzfeuchte ≤ 20% der Darrmasse) [ÖNORM B 4100 Teil 2; 1997].

	Moduln bzw. Art der Beanspruchung	Vollholz aus Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie Sortierklasse nach ÖNORM DIN 4074-1					Vollholz aus Eiche, Buche
		S 7/MS 7	S 10/MS 10	S 13	MS 13	MS 17	mittlere Güte <sup>1)</sup>
1	E-Modul faserparallel	8000	10 000 <sup>2,3)</sup>	10 500 <sup>2,3)</sup>	11 500 <sup>2)</sup>	12 500 <sup>2)</sup>	12 500
2	E-Modul fasernormal	250	300	350	350	400	600
3	Schubmodul G	500	500	500	550	600	1000
4	Biegung zul $\sigma_B$	7	10 <sup>3)</sup>	13 <sup>3)</sup>	15	17	11
5	Zug zul $\sigma_{ZII}$	0/4	7	9	10	12	10
6	Zug zul $\sigma_{Z\perp}$	0/0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7	Druck zul $\sigma_{DII}$	6	8,5 <sup>3)</sup>	11 <sup>3)</sup>	11	12	10
8a	Druck zul $\sigma_{D\perp}$	2	2	2,5	2,5	2,5	3
8b	Druck <sup>4)</sup> zul $\sigma_{D\perp}$	2,5	2,5	3	3	3	4
9	Abscheren zul $\tau_a$	0,9	0,9	0,9	1	1	1
10	Schub aus Querkraft zul $\tau_Q$	0,9	0,9	0,9	1	1	1
11	Torsion <sup>5)</sup> zul $\tau_T$	0	1	1	1	1	1,6

<sup>1)</sup> Mindestens Sortierklasse S 10 im Sinne von ÖNORM DIN 4074-1.  
<sup>2)</sup> Für Holz, das mit einer Holzfeuchte von ≤ 15 % eingebaut wird, darf dieser Wert um 10 % erhöht werden, wenn beim Einbau die Holzfeuchte nachgewiesen wird.  
<sup>3)</sup> Dieser Wert darf bei Baurundholz ohne Schwächung der Randzone um 20 % erhöht werden.  
<sup>4)</sup> Bei Anwendung dieser Werte ist mit größeren Eindrückungen zu rechnen, die erforderlichenfalls konstruktiv zu berücksichtigen sind. Bei Anschlüssen mit verschiedenen Verbindungsmitteln dürfen diese Werte nicht angewendet werden.  
<sup>5)</sup> Für Kastenquerschnitte sind die Werte nach Zeile 10 einzuhalten.

In den folgenden Jahren wurde die ÖNORM B 4100-2 noch zweimal überarbeitet. Im Rahmen der Neufassung im Jahre 2003 wurde auch die Tabelle mit den mechanischen Eigenschaften entsprechend der technischen Entwicklung und der Forschung geändert (Tabelle 8). Bei den Sortierklassen S7/MS7 bis MS 17 kam es nur zu geringfügigen Anpassungen. Die Werte für die zulässige Schubbeanspruchung zufolge Abscheren  $\tau_{a,zul}$  wurde für die Sortierklasse MS 13 und MS 17 von 1 auf 0,9 N/mm<sup>2</sup> herabgesetzt. Weiters die Werte für Schub aus Querkraft  $\tau_{Q,zul}$  bei den Sortierklassen S7/MS 7 bis S 13 von 0,9 auf 1 N/mm<sup>2</sup> erhöht und der Wert für die zulässige Beanspruchung bei Torsion  $\tau_{T,zul}$  bei der Sortierklasse S7/MS 7 mit 1 N/mm<sup>2</sup> festgelegt. Ähnliche Anpassungen wurden auch in der Tabelle der Eigenschaften von Brettschichtholz durchgeführt.

Neu eingeführt wurde in der Ausgabe 2003 die Sortierklasse LS 10 nach DIN 4074-5 für Eiche und Buche. Die Bezeichnung „mittlere Güte“ ist entfallen. Für Vollholz aus Eiche oder Buche darf ohne Nachweis der Holzfeuchte nur mehr ein faserparalleler E-Modul von 11 000 N/mm<sup>2</sup> angesetzt werden. Der Wert für den Schubmodul wurde von 1000 auf 650 N/mm<sup>2</sup> herabgesetzt. Dafür erhöhten sich die Werte für die zulässige Biegespannung ( $\sigma_{B,zul} = 13$  N/mm<sup>2</sup> anstelle von  $\sigma_{B,zul} = 11$  N/mm<sup>2</sup>) und für Abscheren bzw. Schub aus Querkraft, jeweils von 1 auf 1,3 N/mm<sup>2</sup>.

Ergänzt wurden die Tabelle für Vollholz und Brettschichtholz jeweils um eine Zeile für die zulässige Beanspruchung aus Rollschub. Sowohl für Vollholz als auch für Brettschichtholz wurde für jede Sortierklasse der Wert  $\tau_{R,zul}$  mit 0,5 N/mm<sup>2</sup> festgelegt.

**Tabelle 8:** Elastizitätsmoduln, Schubmoduln und zulässige Spannungen für Vollholz, auch keilgezinkt (Holzfeuchte  $\leq 20\%$  der Darrmasse) [ÖNORM B 4100, Teil 2; 2003].

Zeile	Moduln bzw. Art der Beanspruchung	Werte für Vollholz aus Fichte, Tanne, Kiefer, Lärche, Douglasie Sortierklasse nach ÖNORM DIN 4074-1 in N/mm <sup>2</sup>					Werte für Vollholz aus Eiche, Buche nach DIN 4074-5 in N/mm <sup>2</sup>
		S 7/MS 7	S 10/MS 10	S 13	MS 13	MS 17	LS 10
1	E-Modul faserparallel $E_{II}$	8000	10 000 <sup>1)2)</sup>	10 500 <sup>1)</sup>	11 500 <sup>1)</sup>	12 500 <sup>1)</sup>	11 000 <sup>1)</sup>
2	E-Modul fasernormal $E_{\perp}$	250	300	350	350	400	600
3	Schubmodul $G$ <sup>3)</sup>	500	500	500	550	600	650
4	Biegung $\sigma_{B,zul}$	7	10 <sup>2)</sup>	13	15	17	13
5	Zug $\sigma_{ZII,zul}$	0/4	7	9	10	12	10
6	Zug $\sigma_{Z\perp,zul}$	0/0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
7	Druck $\sigma_{DII,zul}$	6	8,5 <sup>2)</sup>	11	11	12	10
8	Druck $\sigma_{D\perp,zul}$ <sup>4)</sup>	2	2	2,5	2,5	2,5	5
9	Abscheren $\tau_{a,zul}$	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	1,3
10	Schub aus Querkraft $\tau_{Q,zul}$	1	1	1	1	1	1,3
11	Torsion <sup>5)</sup> $\tau_{T,zul}$	1	1	1	1	1	1,6
12	Rollschub $\tau_{R,zul}$	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

<sup>1)</sup> Für Holz, das mit einer Holzfeuchte von  $\leq 15\%$  eingebaut wird, darf dieser Wert um 10 % erhöht werden, wenn beim Einbau die Holzfeuchte nachgewiesen wird.  
<sup>2)</sup> Dieser Wert darf bei Baurundholz ohne Schwächung der Randzone um 20 % erhöht werden.  
<sup>3)</sup> Der zur Rollschubbeanspruchung gehörende Schubmodul darf mit  $G_r = 0,10 \cdot G$  angenommen werden.  
<sup>4)</sup> Wenn größere Eindrückungen unbedenklich sind und erforderlichenfalls konstruktiv berücksichtigt werden, dürfen diese Werte um 20 % erhöht werden (nicht bei Anschlüssen mit verschiedenen Verbindungsmitteln).  
<sup>5)</sup> Für Kastenquerschnitte sind die Werte nach Zeile 10 einzuhalten.

Die letzte Änderung der ÖNORM B 4100-2 im Jahr 2004 betraf nur Berichtigungen gegenüber der Ausgabe 2003. Die Tabellen mit den Elastizitätsmoduln, Schubmoduln und zulässige Spannungen für Vollholz bzw. Brettschichtholz wurden nicht geändert, daher wurde auf ein nochmaliges Anführen der Werte verzichtet.

Seit 1. Jänner 2006 ist auch der erste Teil des Eurocodes für den Holzbau ÖNORM B 1995-1-1 „Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeines - Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau“ in Österreich gültig. Als Vornorm darf der Eurocode 5 Teil 1-1 seit 1. Februar 1995 angewendet werden. Die Anzahl der nach Eurocode 5 bemessenen Holzhallen wird als eher gering eingeschätzt, daher wird auf die Regelungen des Eurocodes nicht näher eingegangen.

### 2.2.2 Betonbau

Die anzusetzenden Materialkennwerte im Betonbau unterlagen auch einer Anpassung an die technische Entwicklung. Im Zuge der Angleichung der nationalen Normen an das semiprobabilistische Sicherheitskonzept der Eurocodes wurden Teile der Normenreihe ÖNORM B 4200 zurückgezogen und durch die Normenreihe ÖNORM B 4700 ersetzt. Im Rahmen dieser Umstellung wurden auch die Bezeichnungen der Betongütern geändert und an die europäischen Normen angepasst. In Tabelle 9 sind die verschiedenen Bezeichnungen der Betongütern mit den dazugehörigen Materialkennwerten gegenübergestellt.

**Tabelle 9:** Betonkennwerte nach verschiedenen Normenreihen [ÖNORM B 4200-9, 1970; ÖNORM B 4200-3, 1977; ÖNORM B 4200-10, 1983; ÖNORM B 4200-10, 1996; ÖNORM B 4710-1, 2004].

ÖNORM B 4200-3	ÖNORM B 4200-9	ÖNORM B 4200-3	ÖNORM B 4200-10	ÖNORM B 4200-10	ÖNORM B 4710-1 bzw. ÖNORM EN 206-1	charakteristische Dauerstandsfestigkeit	charakteristische Würfeldruckfestigkeit	Bemessungswert der Betondruckfestigkeit	Elastizitätsmodul für Normalbeton
Betonfestigkeitsklassen	Betonspannung	Elastizitätsmodul	Druckfestigkeit nach 28 Tagen	Betonfestigkeitsklassen	Betonfestigkeitsklassen				
	$\sigma_p$	E	W 28			$f_{ck}$	$f_{cwk}$	$f_{cd}$	$E_c$
	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]			[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
B 160	12	22 000	16	B 15	C 12/15	11,3	15	7,5	26 000
B 225	17	26 000	22,5	B 20	C 16/20	15	20	10	27 500
				B 25	C 20/25	18,8	25	12,5	29 000
B 300	22,5	30 000	30	B 30	C 25/30	22,5	30	15	30 500
					C 30/37	27,8	37	18,5	32 000
B 400	30	35 000	40	B 40		30,0	40	20	32 500
					C 35/45	33,8	45	22,5	33 500
B 500	37,5	39 000	50	B 50	C 40/50	37,5	50	25	35 000

Der Vergleich der Betonkennwerte zeigt im Gegensatz zum Holzbau keine großen Änderungen in der Systematik und den anzusetzenden Festigkeitseigenschaften. Auf die unterschiedlichen Sicherheitskonzepte die den verschiedenen Normenreihen zugrunde liegen wird hier nicht näher eingegangen und auf die entsprechende Fachliteratur verwiesen.

### 2.2.3 Stahlbau

Im Bereich des Stahlbaus darf die in den 70er Jahren des vorigen Jahrhunderts herausgegebene Normenreihen nach wie vor angewendet werden, die verschiedenen Teile der ÖNORM B 4600 besitzen derzeit noch den Status einer Norm. Parallel dazu wurde im Stahlbau sehr früh der Eurocode für die Bemessung herangezogen. Die Materialkennwerte für die verschiedenen Stahlgüten nach ÖNORM B 4600 und ÖNORM EN 1993-1-1 sind in der nachfolgenden Tabelle angeführt.

**Tabelle 10:** Kennwerte bzw. Nennwerte für Stahl nach ÖNORM B 4600-2 und ÖNORM EN 1993-1-1 [ÖNORM B 4600-2, 1978; ÖNORM EN 1993-1-1, 2005].

ÖNORM B 4600-2					ÖNORM EN 1993-1-1				
Baustoff	Fließgrenze	Zugfestigkeit	zulässige Spannungen Regelfall <sup>1)</sup>	zulässige Spannungen Erhöhungsfall <sup>1)</sup>	Stahl EN 10025	Bauteildicke in mm			
						t ≤ 40 mm		40mm < t ≤ 100 mm	
						Streckgrenze	Zugfestigkeit	Streckgrenze	Zugfestigkeit
						$f_y$	$f_u$	$f_y$	$f_u$
	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[kN/cm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
St 37	23,5	36	14,5	16,5	S235	235	360	215	340
St 44	28,5	43	17,5	20,5	S275	275	430	255	410
St 52	35,5	51	21,5	24,5	S355	355	510	335	490
Elastizitätsmodul E			20 600	[kN/cm <sup>2</sup> ]	Elastizitätsmodul E			210 000	[N/mm <sup>2</sup> ]
Schubmodul G			8 000	[kN/cm <sup>2</sup> ]	Schubmodul G			80 770	[N/mm <sup>2</sup> ]

<sup>1)</sup> vorwiegend ruhende Belastung

<sup>2)</sup> Zug, Druck, Biegung

Die der statischen Bemessung zugrunde zulegenden Festigkeitseigenschaften von Stahl haben sich in den letzten Jahrzehnten nicht geändert. Die Unterschiede der Sicherheitskonzepte werden hier nicht erläutert, weil nicht Gegenstand des Berichts.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass es bezüglich der, bei der Bemessung der Tragkonstruktionen anzusetzenden, Materialkennwerten die größten Änderungen in der Normung im Bereich des Holzbaues gegeben hat. Inwieweit die, vor der Einführung der Sortierklassen gemäß den einschlägigen Normen zur Anwendung gekommenen Materialparameter, den tatsächlichen mechanischen Eigenschaften der verwendeten Hölzern entsprachen bzw. wie groß die Abweichungen waren kann nicht eingeschätzt werden. Ob es dadurch zu wesentlichen Über- bzw. Unterbemessungen von Konstruktionen oder Teilen davon gekommen ist, kann nicht beurteilt werden.

### 3 Gebäudebestand

In Zusammenhang mit der Entwicklung der Normen ist die Altersstruktur des Gebäudebestandes, insbesondere der Hallenkonstruktionen von Interesse. Für die Beurteilung der Altersstruktur wurden die Daten der Gebäude- und Wohnungszählungen (GWZ) aus den Jahren 1991 und 2001 herangezogen. Um weiters den Erhaltungszustand der Gebäude abzuschätzen, wurde aus den Daten über die nachträglich durchgeführten Baumaßnahmen der Gebäude- und Wohnungszählungen die tatsächlichen Sanierungszyklen der Dächer und Fassaden abgeleitet und den technisch notwendigen Instandsetzungsintervallen gegenübergestellt. Zur Vervollständigung des Überblicks über den Bestand wurden die Daten über die Bauweise der Außenmauern der Werkstattegebäude, Fabriks- und Lagerhallen der GWZ 1991 angeführt. Da das Kriterium der Bauweise der Außenmauern im Zuge der GWZ 2001 nicht mehr erhoben wurde, sind keine aktuelleren Angaben über die Bauweise von Hallenkonstruktionen österreichweit verfügbar.

Im Rahmen der Volkszählung im Jahr 2001 wurde auch die Gebäude- und Wohnungszählung durchgeführt. Zum Stichtag der Zählung, dem 15. Mai 2001, wurden 2,046.712 Gebäude und 3,863.271 Wohnungen gezählt. Bei den Gebäuden entspricht das einem Zuwachs von 13,1 % gegenüber der letzten Gebäude- und Wohnungszählung des Jahres 1991.

#### 3.1 Gebäudebestand Nichtwohngebäude

Bei der Gebäude- und Wohnungszählung wird nach Wohngebäude und Nichtwohngebäuden unterschieden. Die Nichtwohngebäude werden weiters in sieben Kategorien unterteilt. Den Hallenkonstruktionen kann die Kategorie „Gebäude des Groß- oder Einzelhandels“ und weiters die Kategorie „Werkstätte, Industrie oder Lagerhalle“ zugeordnet werden. Demnach kann die Anzahl der Hallenkonstruktionen in Österreich mit min. 104.000 angegeben werden (siehe auch Tabelle 11).

**Tabelle 11:** Gebäude nach Art des Gebäudes und Bundesland; Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 2001 [Statistik Austria; 2004 a-j].

GWZ 2001	Gebäude	Nichtwohngebäude	Hotel oder ähnliche Gebäude	Büro	Gebäude des Groß- oder Einzelhandels	Gebäude des Verkehrs- oder Nachrichtenwesens	Werkstätte, Industrie oder Lagerhalle	Gebäude für Kultur- und Freizeitzwecke bzw. des Bildungs- oder Gesundheitswesens	Sonstige Gebäude
Österreich	2.046.712	282.257	35.837	32.235	33.065	3.849	71.811	15.393	90.067
Burgenland	114.403	12.030	1.369	1.305	1.436	93	2.943	708	4.176
Kärnten	162.075	24.992	5.271	2.341	2.640	253	5.657	1.010	7.820
Niederösterreich	553.604	66.510	4.790	7.320	7.672	747	19.058	3.551	23.372
Oberösterreich	352.326	45.583	3.673	5.382	5.781	636	13.848	2.824	13.439
Salzburg	119.818	19.651	4.478	2.202	2.235	292	4.106	992	5.346
Steiermark	325.822	44.714	5.081	4.824	5.859	635	11.365	2.458	14.492
Tirol	161.261	28.009	8.077	2.429	2.734	586	5.645	1.369	7.169
Vorarlberg	89.236	12.158	1.995	1.257	1.328	148	3.063	704	3.663
Wien	168.167	28.610	1.103	5.175	3.380	459	6.126	1.777	10.590

Unter Pkt. 3.4 (Bauweise) wird auf die Zahlen der GWZ 1991 Bezug genommen. Daher sind nachstehend auch die Ergebnisse der Erhebung vor 15 Jahren angeführt. Bei der damaligen Zählung wurden die Nichtwohngebäude nur in fünf Kategorien unterteilt. Nur zwei der Kategorien sind direkt mit den Kategorien der der GWZ 2001 vergleichbar: „Werkstätten, Fabriks-, Lagerhalle“ mit „Werkstätte, Industrie- oder Lagerhalle“ und „Hotel, Gasthof, Pension“ mit „Hotel oder ähnliche Gebäude“.

**Tabelle 12:** Gebäude nach Art des Gebäudes und Bundesland; Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 1991 [Statistik Austria; 1992 a-f], [Statistik Austria; 1993 a-c].

GWZ 1991	Gebäude	Nichtwohngebäude	Hotel, Gasthof, Pension	Geschäfts-, Bürogebäude	Werkstättengebäude, Fabriks-, Lagerhalle	öffentliches Gebäude	Sonstiges Gebäude
Österreich	1.809.060	282.629	21.974	56.531	63.390	26.061	114.673
Burgenland	103.529	11.408	662	2.271	2.281	1.504	4.690
Kärnten	143.929	23.404	3.118	4.171	4.576	2.013	9.526
Niederösterreich	494.198	65.216	2.785	11.488	15.395	7.175	28.373
Oberösterreich	307.850	52.274	2.316	9.319	12.769	4.516	23.354
Salzburg	102.691	20.289	3.124	4.217	3.986	1.372	7.590
Steiermark	288.802	39.886	2.846	8.403	9.679	3.850	15.108
Tirol	138.537	29.217	5.278	5.319	5.783	2.141	10.696
Vorarlberg	75.831	12.225	1.170	2.393	2.691	1.366	4.605
Wien	153.693	28.710	675	8.950	6.230	2.124	10.731

### 3.2 Altersstruktur

Im Rahmen der GWZ 2001 wurde die Bauperiode der Gebäude nicht mehr erhoben, sondern aus dem Gebäude- und Wohnungsregister rekonstruiert. Aus den Veröffentlichungen zur GWZ 2001 geht nur die Altersstruktur der Wohngebäude hervor. Bei diesen Angaben wurden auch die beiden Spalten „Bauperiode 1991 oder später“ bzw. „Bauperiode nicht rekonstruierbar“ zusammengefasst. Auf Anfrage wurde von der Statistik Austria die Daten über die Bauperioden der Gebäude des Groß- oder Einzelhandels und der Werkstätten, Industrie- oder Lagerhalle übermittelt. Die Ergebnisse sind in den nachstehenden Tabellen dargestellt.

**Tabelle 13:** Altersstruktur der Gebäude des Groß- oder Einzelhandels [Janik; 2006].

GWZ 2001	Insgesamt	Bauperiode						
		vor 1919	1919 bis 1944	1945 bis 1960	1961 bis 1980	1981 bis 1990	1991 bis 15.5.2001	nicht rekonstruierbar
Zeitintervall			25 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	10 Jahre	~ 10 Jahre	
Österreich	33.065	7.001	1.928	3.292	8.391	4.240	600	7.613
Burgenland	1.436	168	105	184	493	198	28	260
Kärnten	2.640	518	150	307	685	327	49	604
Niederösterreich	7.672	1.894	506	665	1.763	975	134	1.735
Oberösterreich	5.781	1.353	302	591	1.604	845	98	988
Salzburg	2.235	355	120	279	665	288	51	477
Steiermark	5.859	1.392	310	539	1.371	728	120	1.399
Tirol	2.734	435	135	281	897	373	69	544
Vorarlberg	1.328	242	85	151	388	176	24	262
Wien	3.380	644	215	295	525	330	27	1.344

Aufgrund des großen Anteils der Gebäude deren Bauperiode nicht rekonstruiert werden konnte (z.B. in Wien konnte 39,8 % der Gebäude des Groß- und Einzelhandels keiner Bauperiode zugeordnet werden) und des scheinbar geringen Anteils der Gebäude die zwischen 1991 und 2001 errichtet wurden (zwischen 0,8 und 2,7 %) wurde in Ergänzung auch auf die Daten der GWZ 1991 zurückgegriffen.

**Tabelle 14:** Altersstruktur der Werkstätten, Industrie- oder Lagerhalle [Janik; 2006].

GWZ 2001	Insge- samt	Bauperiode						
		vor 1919	1919 bis 1944	1945 bis 1960	1961 bis 1980	1981 bis 1990	1991 bis 15.5.2001	nicht rekon- struierbar
Zeitintervall			25 Jahre	15 Jahre	20 Jahre	10 Jahre	~ 10 Jahre	
Österreich	71.811	10.498	5.270	8.192	20.207	9.892	1.233	16.519
Burgenland	2.943	385	190	277	911	428	53	699
Kärnten	5.657	855	485	882	1.493	674	82	1.186
Niederösterreich	19.058	3.201	1.542	1.881	5.252	2.547	343	4.292
Oberösterreich	13.848	1.800	845	1.748	4.510	2.164	232	2.549
Salzburg	4.106	423	257	516	1.198	621	84	1.007
Steiermark	11.365	1.744	836	1.284	3.049	1.594	170	2.688
Tirol	5.645	585	370	651	1.701	925	152	1.261
Vorarlberg	3.063	331	190	348	935	422	60	777
Wien	6.126	1.174	555	605	1.158	517	57	2.060

Im Zuge der Erhebung der Daten für die GWZ 1991 wurde die Altersstruktur des Gebäudebestandes sehr genau erfasst. In der nachstehenden Tabelle 15 sind die Ergebnisse zusammengefasst. Ergänzt wurden die Daten mit den Zahlen der GWZ 2001.

**Tabelle 15:** Altersstruktur der Werkstätten, Industrie- oder Lagerhalle [Statistik Austria; 2004 a-j], [Statistik Austria; 1992 a-f], [Statistik Austria; 1993 a-c].

	GWZ 2001	Differenz GWZ 2001 - GWZ 1991	GWZ 1991	Bauperiode						
				vor 1880	1880 bis 1918	1919 bis 1944	1945 bis 1960	1961 bis 1970	1971 bis 1980	1981 bis 1991*)
Zeitintervall					38 Jahre	25 Jahre	15 Jahre	10 Jahre	10 Jahre	~ 10 Jahre
Österreich	71.811	8.421	63.390	4.967	6.291	5.751	9.396	11.443	13.138	12.404
Burgenland	2.943	662	2.281	96	139	150	283	485	595	533
Kärnten	5.657	1.081	4.576	363	316	436	844	859	924	834
Niederösterreich	19.058	3.663	15.395	1.242	1.574	1.471	2.006	2.865	3.098	3.139
Oberösterreich	13.848	1.079	12.769	1.098	818	962	1.948	2.430	2.930	2.583
Salzburg	4.106	120	3.986	287	221	278	656	738	952	854
Steiermark	11.365	1.686	9.679	869	917	890	1.406	1.634	1.973	1.990
Tirol	5.645	-138	5.783	380	434	477	874	1.106	1.276	1.236
Vorarlberg	3.063	372	2.691	167	254	265	419	523	545	518
Wien	6.126	-104	6.230	465	1.618	822	960	803	845	717

\*) Stichtag der Häuser- und Wohnungszählung 1991: 15. Mai 1991

Aus der Differenz des Gesamtbestandes von 2001 und 1991 wurde in einer ersten Näherung die Anzahl der in dieser Periode errichteten Werkstätten, Industrie- und Lagerhallen errechnet. Daten über die zwischenzeitlich in dieser Periode abgerissen Hallen sind nicht verfügbar. Daher ist der Gesamtbestand der Hallen der GWZ 1991 nicht gleichzusetzen mit dem Gesamtbestand der Hal-

len, die im Jahre 2001 der Bauperiode vor 1991 zugeordnet wurden, weil der Abriss nicht berücksichtigt werden konnte. Ein weiterer Aspekt den es zu beachten gilt ist jener, dass 1991 die Nichtwohngebäude in nur fünf Kategorien unterteilt wurden, 2001 aber in sieben. Für zwei Bundesländer, Tirol und Wien, ergibt sich auch eine negative Differenz des Bestandes an Hallen.

Die Auswertung der angeführten Daten über die Altersstruktur ergibt folgendes Bild. In den Perioden zwischen 1961 bis 1970, 1971 bis 1980 und 1981 bis 1991 wurden im Mittel jeweils ca. 12.000 Werkstätten, Industrie- oder Lagerhallen errichtet. Es ist auch davon auszugehen, dass zwischen 1991 und 2001 in etwa diese Anzahl an Hallenneubauten ausgeführt wurde. Bezieht man die Ergebnisse der GWZ 2001 und somit die Gebäude für den Groß- und Einzelhandel in die Betrachtungen mit ein, so ist von mehr als 14.000 neuen Hallen pro Zehnjahresperiode auszugehen. Bezogen auf die Gesamtanzahl von ca. 104.000 Einheiten, ergibt sich ein Anteil von ca. 54 % des Bestandes, der nach 1961 errichtet wurde, also jünger als 45 Jahre ist.

Die Altersstruktur der Werkstätten, Industrie- und Lagerhallen in den Bundesländern ist sehr ähnlich. Nur die Gebäude in Wien weisen eine andere Alterstruktur auf. Hier stammten gemäß Zählung 1991 fast 26 % der Hallen aus der Bauperiode zwischen 1880 und 1918. Entsprechend geringer ist der Anteil der Hallen die nach 1961 errichtet wurden.

### 3.3 Erhaltungszustand

Die technische Lebensdauer von Gebäuden wird im Wesentlichen von der Dauerhaftigkeit des Rohbaus bestimmt. Im Allgemeinen wird die Lebensdauer der Tragstruktur eines Gebäudes mit 80 bis 100 Jahren angegeben, für Industrie- und Gewerbebauten abweichend mit etwa 50 bis 80 Jahren. Die technische Lebensdauer wird auch in einem gewissen Maß von der Bewirtschaftungsstrategie des Gebäudes beeinflusst. D.h. werden die erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen ausgeführt oder werden nur die allernotwendigsten Maßnahmen für den Erhalt der Gebrauchtauglichkeit gesetzt.

Andere Bauteile eines Gebäudes weisen eine kürzere Lebensdauer auf. Hierzu zählen insbesondere der Witterung ausgesetzte Bauelemente wie Fassaden und Dächer. Entsprechend dem Alterungsverhalten der Bauteile müssen diese instand gesetzt oder ausgetauscht werden. Das Alterungsverhalten wird beeinflusst durch die Materialwahl und Konstruktionsart, die Ausführungsqualität, die Lage des Bauteils, die Intensität der Nutzung bzw. Pflege und durch die Art des Bauteils selbst. Für einige ausgewählte Bauteile und Materialien sind diese Angaben in der nachstehenden Tabelle 16 zusammengestellt.

Von der technischen Lebensdauer von Gebäuden ist wirtschaftliche Lebensdauer zu unterscheiden. Bei Gebäuden des Groß- und Einzelhandels und auch im Industriebau wird die Lebensdauer eines Bauwerks zunehmend häufiger von rein wirtschaftlichen Überlegungen bestimmt. Die funktionalen Anforderungen ändern sich rascher, dadurch werden diese Gebäude vor dem Erreichen der technischen Lebensdauer umgebaut oder sogar schon nach zwanzig Jahren abgerissen und neu errichtet.

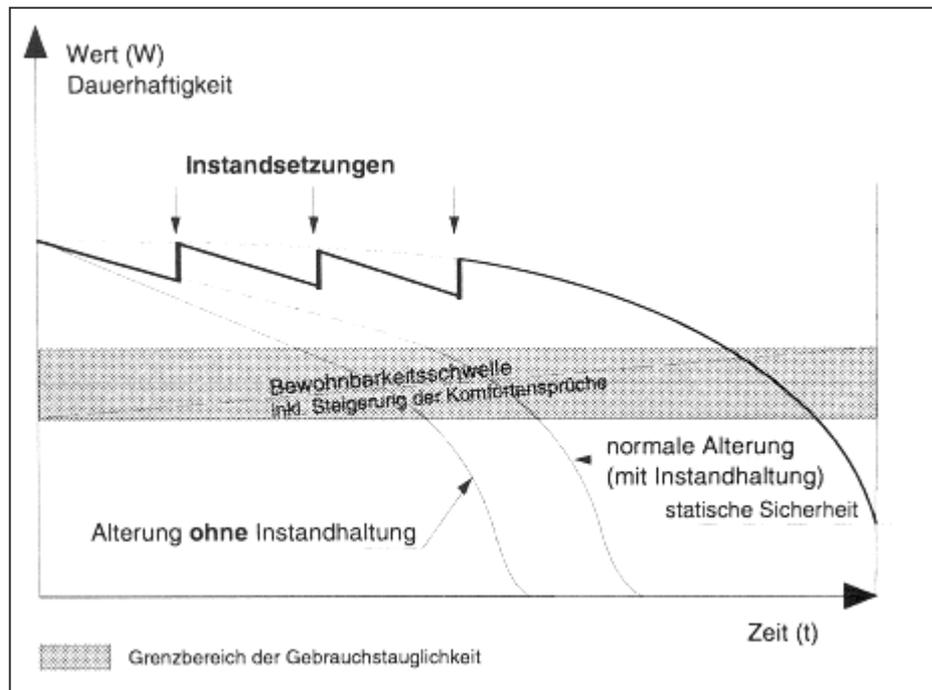
**Tabelle 16:** Austausch- und Instandsetzungszyklen von Baumaterialien und Bauteilen [Graubner, Hüske, 2003].

Bauteile	Bauteilschichten/Material	Technische Lebensdauer in Jahren	Instandsetzung nach Jahren
<b>Wände</b>			
Außenwände	Mauerwerk	100	keine
	Stahlbeton als Sichtbeton	100	30 - 40
	Stahlbeton schalungsrau	100	keine
	Stahl	100	40 (Lackierung)
	Holz	100	keine
Fassade	Holz	50 - 60	2 (lasieren) 5 (streichen)
	Isolierputz	40	keine
	Putz auf mineral. Untergrund	30	keine
	Faserzement	35	keine
	Naturstein freihängend	50 - 60	40
	Naturstein vorgeklebt	80	40
	Aluminium	80	40
	Stahlblech	30	15
	Zinkblech	40 - 50	20
Kupferblech	100	25	
<b>Dach</b>			
Dachhaut	Kunststoffolie	100	keine
Flachdach	doppelte Papplage ohne Bekiesung	15	keine
	doppelte Papplage mit Bekiesung	25	keine
	Bekiesung	40	15
	Bitumen/Kunststoff	25	keine
	Umkehrdach	30	keine
Steildach	Faserzement-Wellplatten	35	15
	Tondachziegel	60 - 70	40
	Zementdachziegel	40 - 50	30
	Unterkonstruktion aus Holz	80 - 100	keine
	Schiefer	80 - 100	20
	Stahlblech, verzinkt	30	20
Dachstuhl	Holz	90 - 100	keine
	Fertigteil	90 - 100	keine
Dämmung	offen	30	keine
	verkleidet	40	keine
Verkleidung	Gipskarton	50	keine
	Holz	60	40

Ausgehend von der Betrachtung der technischen Lebensdauer von Bauteilen und Bauelemente lassen sich die für die Erhaltung der Gebäude theoretisch notwendige Instandsetzungsintervalle ableiten. Die der Witterung ausgesetzten Bauteile müssen je nach Material und Ausführungsart nach ca. 30 Jahren (Putz auf mineralischen Untergrund, Umkehrdach, etc.) erneuert werden. Bei einem hundertjährigen Lebenszyklus eines Gebäudes ergibt sich bei zweimaliger Instandsetzung ein Intervall von 33,3 Jahren. D.h. nach 33 und 67 Jahren muss das Dach und die Fassaden erneuert werden, um aus technischer Sicht das Gebäude zu erhalten.

In der Abbildung 4 sind die Instandsetzungsintervalle in Allgemeiner Form graphisch dargestellt. Ein Gebäude ist verschiedensten Beanspruchungen ausgesetzt, dadurch vermindert sich der Wert der Dauerhaftigkeit, d.h. die Gebrauchstauglichkeit nimmt ab. Um langfristig die Gebrauchstaug-

lichkeit zu erhalten sind in gewissen zeitlichen Abständen Maßnahmen erforderlich, ansonsten nimmt der Wert der Dauerhaftigkeit so weit ab, dass eine Nutzung des Gebäudes nicht mehr möglich ist.



**Abbildung 4:** Instandsetzungszyklen [Christen, Meyer-Meierling, 1999].

Um von den vorangestellten Überlegungen auf den Erhaltungszustand des Gebäudebestandes bzw. der Hallenkonstruktionen schließen zu können, ist es erforderlich einen Bezug zu den tatsächlich durchgeführten baulichen Instandsetzungsmaßnahmen herzustellen. Die nachträglich durchgeführten baulichen Maßnahmen an Gebäuden werden im Rahmen der alle zehn Jahre durchgeführten Gebäude- und Wohnungszählungen erfasst. Aus den notwendigen Instandsetzungsintervallen lässt sich ein Prozentsatz (bezogenen auf den Gesamtbestand) der pro Jahr durchzuführenden Instandsetzungsarbeiten ableiten. Aus den Daten der Gebäude- und Wohnungszählung lässt sich ebenfalls der Prozentsatz der Gebäude errechnen, bei denen Maßnahmen zur baulichen Instandsetzung durchgeführt wurden. Aus dem Vergleich der Prozentsätze lässt sich dann der Erhaltungszustand beurteilen.

Bei einem Lebenszyklus eines Gebäudes von hundert Jahren und einem Instandsetzungsintervall von 33,3 Jahren müssen pro Jahr zwei Prozent aller Gebäude des Gesamtbestandes Instandsetzungsmaßnahmen unterzogen werden, unter der Annahme einer homogenen Altersverteilung des Bestandes. Dies ist ausreichend, weil der komplette Bestand alle hundert Jahre durch Abbruch und Neubau erneuert wird und in den ersten 33 Jahren nach der Errichtung keine Maßnahmen notwendig sind. D.h. es muss nur an zwei Dritteln des Bestandes Maßnahmen gesetzt werden. An jenem Drittel des Bestandes das älter als 33 Jahren ist und sich im so genannten ersten Instandsetzungszyklus befindet, und an jenem Drittel der Gebäude die sich im zweiten Instandsetzungszyklus befinden, also älter als 67 Jahre sind. Für andere Lebenszyklen und Instandsetzungsintervalle sind die Vergleichswerte in der Tabelle 17 zusammengefasst.

Aufgrund der Inhomogenität in der Altersstruktur des Gebäudebestandes in Österreich, bedingt durch die beiden Weltkriege und den nachfolgenden Wiederaufbauphasen, und den unterschiedlichen Lebenszyklen lässt sich kein eindeutiger „Sollwert“ angeben.

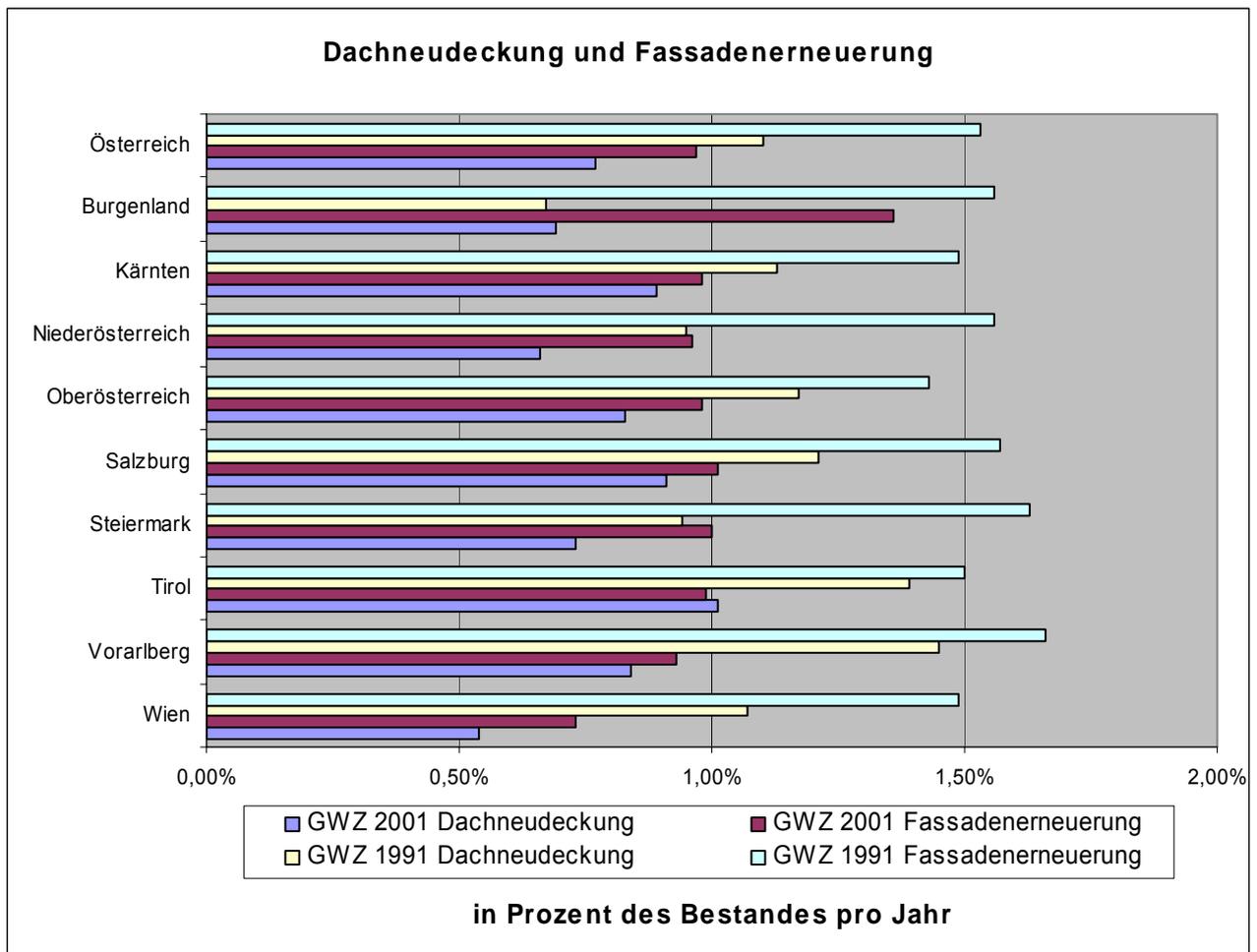
**Tabelle 17:** Vergleichswerte für verschiedene Lebenszyklen und Instandsetzungsintervalle von Gebäuden [Balak et al, 2005, verändert], [Statistik Austria; 1992 a-f], [Statistik Austria; 1993 a-c], [Statistik Austria; 2004 a-j].

Lebenszyklus	Instandsetzungsintervalle	Prozent der pro Jahr instand zu setzten Gebäude bezogen auf den Gesamtbestand (Sollwert)	Nachträglich durchgeführte bauliche Maßnahmen an Nichtwohngebäuden (Österreich gesamt, Istwert)			
			Dachneudeckung		Fassadenerneuerung	
			GWZ 1991	GWZ 2001	GWZ 1991	GWZ 2001
Jahre	Jahre	[%]	[%]	[%]	[%]	
60	30	1,0	1,10	0,77	1,53	0,97
90	30	2,2				
100	33	2,0				
80	40	1,0				
120	40	1,67				
100	50	1,0				

Zwei der Rahmen der Gebäude- und Wohnungszählungen 1991 und 2001 erhoben nachträglichen baulichen Maßnahmen wurden als Indikator des Erhaltungszustandes herangezogen, die Dachneudeckung und die Fassadenerneuerung. Bei der Fassadenerneuerung wurde 2001 zwischen Fassadenerneuerung mit und ohne Wärmedämmung unterschieden. Diese Unterscheidung erfolgte 1991 noch nicht. Für die Charakterisierung des Erhaltungszustandes und der Gegenüberstellung der Daten wurden diese beiden Kategorien addiert. In beiden Zählungen wurden nur die baulichen Maßnahmen erhoben, die an Gebäuden erfolgte, die zum Zeitpunkt der Durchführung der Zählung älter als zehn Jahre waren. D.h. bauliche Maßnahmen die an Gebäuden gesetzt wurden, die zum Zählungstichtag jünger als zehn Jahre waren wurden nicht berücksichtigt. Ausgewertet wurden die Daten der letzten beiden Zählungen für Nichtwohngebäude, weil eine genauere Untergliederung der Angaben zu den nachträglich durchgeführten baulichen Maßnahmen nicht veröffentlicht wurde. Zusammengenommen machten die Gebäude des Groß- und Einzelhandels und der Werkstätten, Industrie- und Lagerhallen 2001 ca. 37% des Bestandes an Nichtwohngebäuden aus. Daher erscheint als Näherung der Schluss von den Nichtwohngebäuden auf die Hallenkonstruktionen vertretbar.

In Tabelle 17 wurden die errechneten Prozentsätze der bundesweit durchgeführten Dachneudeckungen und Fassadenerneuerungen für Nichtwohngebäude den aus den theoretischen Überlegungen abgeleiteten Sollwerten gegenübergestellt. In der Abbildung 5 auf der nächsten Seite sind die Werte untergliedert nach Bundesländern graphisch dargestellt.

Signifikant bei der Gegenüberstellung der Daten der letzten beiden Erhebungen, ist der Rückgang der Instandsetzungsmaßnahmen, sowohl bei der Dachneudeckung als auch bei der Fassadenerneuerung. In der Periode zwischen 1981 und 1991 wurde Österreichweit bei ca. 1,5 % der Nichtwohngebäude pro Jahr die Fassaden erneuert und bei 1,1 % das Dach neu gedeckt. Im Vergleich zu den theoretischen Instandsetzungszyklen kann der Erhaltungszustand als entsprechend bis ausreichend bewertet werden.



**Abbildung 5:** Dachneudeckung und Fassadenerneuerung in Prozent des Bestandes von Nichtwohngebäuden [Statistik Austria; 2004 a-j]; [Statistik Austria; 1992 a-f], [Statistik Austria; 1993 a-c].

In der nachfolgenden Periode von 1991 bis 2001 wurde weniger in die Instandsetzung der betrachteten Gebäude investiert. Durchschnittlich wurden pro Jahr nur bei einem Prozent der Bestandsobjekte die Fassaden saniert, wobei wie es im Bundesländervergleich zwei Ausreißer gibt. Das Burgenland belegt mit 1,36 % pro Jahr den „Spitzenplatz“ im Gegensatz dazu bildet Wien das Schlusslicht mit 0,73 %, die anderen Bundesländer liegen alle nahe bei ein Prozent. Bei den Dachneudeckungen war ebenfalls ein teilweiser erheblicher Rückgang der durchgeführten Instandsetzungsarbeiten festzustellen. Der Österreichschnitt liegt mit 0,77 % pro Jahr neu gedeckter Dächer deutlich unter ein Prozent, wobei in den westlichen Bundesländern die Dächer häufiger saniert werden als in den östlichen Bundesländern, Wien bildet wieder das Schlusslicht mit einer Rate von 0,54 %. Dies hängt möglicherweise mit der höheren Belastung durch Schneedruck in den Bundesländern Vorarlberg, Tirol und Salzburg zusammen. Bezug nehmend auf die technisch erforderlichen Instandsetzungsintervalle ist der Erhaltungszustand der Fassaden als ausreichend, der Erhaltungszustand der Dächer als nicht ausreichend zu beurteilen, insbesondere wenn man in Betracht zieht, dass ein erheblicher Anteil der Gebäude des Groß- und Einzelhandels bzw. der Werkstätten, Industrie- und Lagerhallen als Flachdachkonstruktionen ausgeführt wurden, deren Dachhaut teilweise schon nach 15 bis 20 Jahren zur Sanierung ansteht.

### 3.4 Bauweise

Neben der Anzahl der Hallenkonstruktionen in Österreich von Interesse ist die Bauweise, insbesondere die Ausführung der Dachkonstruktion. Über die Konstruktionsart der Dächer bzw. die verwendeten Baumaterialien sind keine genauen Daten verfügbar. Einen Anhaltspunkt bieten die Erhebungen zur Art der Bauweise der Außenmauern bei der GWZ 1991. Im Rahmen der GWZ 2001 wurden diese Angaben nicht mehr abgefragt. Insgesamt wurden damals sechs Kategorien unterschieden, wobei die Kategorien auf die Bauweise der Wohngebäude, die ca. 86 % des Bestandes ausmachen, zugeschnitten waren. Für die Werkstätten, Fabriks- und Lagerhallen sind die erhobenen Daten in Tabelle 18 nach Bundesländern geordnet zusammengestellt.

**Tabelle 18:** Bauweise der Außenmauern von Werkstättegebäude, Fabriks- und Lagerhallen; Gebäude- und Wohnungszählung (GWZ) 1991 [Statistik Austria; 1992 a-f], [Statistik Austria; 1993 a-c].

GWZ 1991 Bauweise der Außenmauern von Werkstättegebäude, Fabriks- und Lagerhallen	Österreich	Burgen- land	Kärnten	Nieder- österreich	Ober- österreich	Salzburg	Steiermark	Tirol	Vorarlberg	Wien
Insgesamt	63.390	2.281	4.576	15.395	12.769	3.986	9.679	5.783	2.691	6.230
nicht wäredämm. Bauweise (Normalziegel u. ä.)	35.185	1.227	2.617	8.153	7.156	2.169	5.426	2.964	1.319	4.154
wärmedämmende Bau- weise (Hohlziegel u. ä.)	9.545	537	643	2.729	1.898	631	1.581	893	231	402
Holz	2.360	36	223	447	432	170	337	311	203	201
Betonfertigteile	3.768	99	272	966	871	202	367	367	141	483
sonstige Bauweise	4.254	150	262	1.168	916	173	692	321	217	355
unterschiedliche Bau- weise	8.278	232	559	1.932	1.496	641	1.276	927	580	635

Über 70 % der damals bestehenden Hallen hatte Außenmauern aus Ziegel, über den Durchschnitt lag Wien mit 73 %, unter dem Durchschnitt Vorarlberg mit 57,6 %. Reine Holzhallen hatten einen Anteil von ca. 4%, Hallen aus Betonfertigteilen einen Anteil von 6 %. Die Verwendung von vorgefertigten Elementen hat seit damals sicher zugenommen. Der Stahlbau hat im Wohnungsbau keine Bedeutung daher wurde er wahrscheinlich auch nicht als eigene Kategorie angeführt. Im Hallenbau hat der Stahlbau sehr wohl eine Bedeutung. Daher wird unterstellt, dass unter der sonstige Bauweise vor allem Hallen aus Stahl gemeint waren. Unter dieser Annahme hätten Stahlhallen einen Anteil von ca. 6,7 %.

Betreffend der Ausführungsart und der verwendeten Materialien der Dächer der Gebäude mit Ziegelaußenmauern kann aufgrund fehlender Daten keine Aussage getroffen werden.

## 4 Schadensfälle

Für die Erhebung von Daten über von Schneedruck beeinträchtigen Hallenkonstruktionen wurde ein Fragebogen entwickelt (siehe Anhang) und an die Landesfeuerwehrverbände, Handelskonzerne, Sachverständige und Versicherungen verschickt. Für die Auswertungen standen 16 ausgefüllte Fragebögen, Daten von 42 Schadensgutachten und Angaben über 17 Hallen eines Handelskonzerns zur Verfügung. Die Gutachten wurden entsprechend dem Fragebogen ausgewertet.

Für die Auswertung herangezogen wurden nur 39 der 42 Gutachten, weil zwei Gutachten sich auf den gleichen Schadensfall bezogen, ein Gutachten auf ein Wohngebäude und ein weiteres auf das Obergeschoß eines Wirtschaftstrakts (Tenne) eines landwirtschaftlichen Gebäudes. Einige von den Versicherungen zur Einsichtnahme zur Verfügung gestellten Schadensgutachten beinhalteten Daten über zwei oder mehrere Hallen, sodass insgesamt Angaben über 86 Hallenkonstruktion die Grundlage der Beschreibung der Schneedruckschäden bilden.

Von einigen großen Versicherungen und von einigen in den betroffenen Gebieten besonders stark vertretenden regionalen Versicherungen wurden keine Daten zur Verfügung gestellt. Unter diesem Gesichtspunkt können nachfolgenden Angaben und Aussagen nur einen ersten Anhaltspunkt bezüglich schadensanfälliger Konstruktionen und Schadensursachen liefern.

Aufgrund der Inhomogenität der Daten wurde bei der Auswertung ergänzend zum Fragebogen bei einigen Fragen eine zusätzliche Spalte „keine Angaben“ eingeführt. Wenn z.B. bei Einstürzen zum Zeitpunkt der Schadensbegehung keine Pläne vorhanden waren, blieben die Angaben über die bautechnischen Daten unvollständig. Auch konnte nicht immer der vollständige Schriftverkehr über den Schadensfall eingesehen werden. Weiters hängt dies auch mit der Anonymisierung der Schadensgutachten durch die Versicherungen zusammen. So war einigen Gutachten keine Angabe über den Standort der Halle zu entnehmen. Die Auswertung der Standorte nach Bundesländern war daher nicht vollständig möglich.

Für die Auswertung der einzelnen Frage des Fragebogens wurden als Bezugsgröße die Gesamtanzahl der Hallen und die Anzahl der eingestürzten Hallen gewählt. Die Gesamtanzahl der Hallen setzt sich einerseits aus Hallen zusammen, bei denen zufolge der Schneeauflast das Dach abgeschaufelt wurde. Andererseits aus Hallenkonstruktionen, die aufgrund von Schadensmeldungen an Versicherungen in Zusammenhang mit Schneedruckschäden von Sachverständigen begutachtet wurden. Weil eine genaue Untergliederung zwischen Teileinstürzen und Totaleinstürzen nicht möglich war, wurde darauf verzichtet und Teileinstürze, wenn als solche identifizierbar, als Totaleinstürze gezählt. Den Totaleinstürzen nicht hinzugezählt wurden dagegen so genannte „Totalschäden“. Bei diesen Totalschäden kam es zu nicht behebbaren Schäden an der Tragkonstruktion, z.B. durch Ausknicken von Diagonalen, Bruch von Streben. Diese Hallen wurden in den Gutachten als nicht sanierbar und somit als abbruchreif eingestuft.

In der Bundesländeraufstellung (Tabelle 19) sind Wien und Vorarlberg nicht vertreten. In Wien gab es nach Auskunft der Berufsfeuerwehr in diesem Winter keine Einsätze in Zusammenhang mit

Schneedruck und die maximale Schneehöhe lag nur bei 18 cm (siehe Seite 5). Daher ist mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit auszuschließen, dass es tatsächlich keine Schneedruckschäden an Hallenkonstruktion in Wien gegeben hat. Für Vorarlberg kann das nicht ausgeschlossen werden. Für Oberösterreich ist von einer viel höheren Anzahl von Schadensfällen auszugehen.

**Tabelle 19:** Standort und Nutzung der untersuchten Hallen

Standort nach Bundesländern	Hallen gesamt	Eingestürzte Hallen	Nutzung	Hallen gesamt	Eingestürzte Hallen
Burgenland	1		Handel, Verkauf	30	1
Kärnten	5		Lager	13	5
Niederösterreich	9	6	Produktion	8	4
Oberösterreich	5	2	Sport	4	3
Salzburg	38	11	Sonstiges	13	8
Steiermark	22	4	keine Angaben	18	4
Tirol	2	1			
keine Angaben	4	1			
Summe	86	25	Summe	86	25

Nur bei ca. der Hälfte der ausgewerteten Fragebögen und Gutachten wurden Angaben über die Spannweite, Binderabstand und Größe der Hallen gemacht. Zur besseren Übersicht wurden die vorhandenen Daten in Kategorien zusammengefasst. Auf eine Auswertung für die eingestürzten Hallen wurden aufgrund der geringen Anzahl zur Verfügung stehende Daten verzichtet.

**Tabelle 20:** Stützweite, Binderabstand und Größe der untersuchten Hallen

Stützweite	Anzahl	Binderabstand	Anzahl	Größe	Anzahl
[m]	[ ]	[m]	[ ]	[m <sup>2</sup> ]	[ ]
bis 10	7	bis 1	5	bis 500	14
> 10 bis 20	24	> 1 bis 2	4	> 500 bis 1000	8
> 20 bis 30	7	> 2 bis 3	1	> 1000 bis 2000	9
> 30	4	> 3 bis 4	4	> 2000	14
		> 4 bis 5	8		
		> 5 bis 6	14		
		> 6	4		
Summe	42	Summe	40	Summe	45

Die meisten Hallen bei denen die Stützweite angegeben wurde, beträgt diese zwischen 10 und 20 m, der am häufigsten angegebene Binderabstand ist mit 5 bis 6 m zu beziffern. Die Größe der betroffenen Hallenkonstruktionen ist sehr unterschiedlich, und reicht von Hallen mit einer Größe von kleiner 200 m<sup>2</sup> bis zu Hallen mit einer Grundfläche von mehr als 4000 m<sup>2</sup>.

In der Frage 2 des Fragebogens wurde nach der Art der Dachkonstruktion gefragt. Die folgenden drei Kategorien waren vorgegeben:

- Flachdach ( $\alpha \leq 5^\circ$ ),
- flach geneigtes Dach ( $5^\circ < \alpha \leq 18^\circ$ ) und
- Steildach ( $\alpha > 18^\circ$ )

Bei einigen Gutachten war die Dachneigung nicht angegeben und konnte auch nicht aus beiliegenden Fotos, Pläne oder Kostenvoranschlägen ermittelt werden, daher wurde auch hier eine zusätzlich Kategorien „keine Angaben“ eingeführt.

**Tabelle 21:** Art der Dachkonstruktion der untersuchten Hallen

Art der Dachkonstruktion	Hallen gesamt	Eingestürzte Hallen
Flachdach ( $\alpha \leq 5^\circ$ )	21	2
flach geneigtes Dach ( $5^\circ < \alpha \leq 18^\circ$ )	24	11
Steildach ( $\alpha > 18^\circ$ )	10	6
Keine Angaben	31	6
Summe	86	25

Die Angaben über die Dachkonstruktion lautet vielfach nur Satteldach. Ohne Angabe der Dachneigung war eine Zuordnung entweder zur Kategorien „flach geneigtes Dach“ oder zur Kategorie „Steildach“ nicht möglich. Bei der Bezeichnung Flachdach war die Einordnung immer eindeutig möglich.

Die Auswertung der Fragen 3 bis 5 des Fragebogens ist in Tabelle 22 und 23 zusammengefasst. Bei allen Fragen wurde eine zusätzliche Kategorie „keine Angaben“ eingeführt.

Wie schon beschrieben konnten aufgrund der zur Verfügung gestellten Unterlagen nicht zwischen Total- und Teileinstürzen unterschieden werden. Die Angaben in Tabelle 22 bei den eingestürzten Hallen beziehen sich nicht auf das eingestürzte Tragelement, sondern bedeuten, dass eine Halle mit z.B. Primärtragelementen aus Nagelbinder entweder komplett oder teilweise eingestürzt ist. Bei den meisten Gutachten wurde auf das zuerst versagende Tragelement nicht eingegangen. Dies genau zu erheben ist auch schwierig und mit einem hohen Aufwand verbunden. Für die Bauschadensforschung wäre z.B. der Sachverhalt, ob zuerst die Pfetten und dann durch Lastumlagerungen das primäre Tragelement versagte, oder ob das Versagen eines Ober- oder Untergurtes eines Fachwerksträgers zum Einsturz geführt hat, von großem Interesse.

**Tabelle 22:** Angaben zum Material und Art der Haupttragkonstruktion (Primärtragelemente) der Dächer der untersuchten Hallen.

Material	Hallen gesamt	Eingestürzte Hallen
<b>Primärtragelemente</b>		
<i>Beton</i>	23	1
Stahlbeton	18	
Spannbeton	2	
Sonstiges	3	1
<i>Holz</i>	39	14
Träger (Vollholz)	2	0
Fachwerk	5	2
Leimbinder	14	3
Bretterbinder, Nagelbinder	12	6
Sonstiges	6	3
<i>Stahl</i>	15	9
Träger	7	6
Fachwerk	4	3
Sonstiges	4	0
<i>keine Angaben</i>	9	1
Summe Primärtragelemente	86	25

Bei der Frage 3 nach dem Material und der Art der Haupttragkonstruktion wurde bei Holz zusätzlich zum Fragebogen die Kategorie „Bretterbinder, Nagelbinder“ neu eingeführt, die Kategorie unterspannter Holzträger wurden mangels Nennung nicht in der Tabelle angeführt. Als Deckung wurde bei den untersuchten Hallen häufig Welleternit verwendet, daher wurde dafür auch eine eigene Kategorie geschaffen.

Bei einem Fragebogen wurden bei den Sekundärtragelementen zwei Materialien angekreuzt, deshalb ergibt die Summe 87 Nennungen anstelle von 86 bzw. 26 anstelle von 25. Bei einigen Dachkonstruktionen konnte aus den Gutachten nicht entnommen werden, ob Pfetten vorhanden waren oder nicht. Dieser Sachverhalt spiegelt sich in der Kategorie „keine Angaben“ wieder.

Auch bei den verwendeten Materialien für die Dachfläche/-unterkonstruktion kam es zu Mehrfachnennungen z.B. Folie auf Trapezblech. Daher ist auch hier die Gesamtanzahl der Nennungen höher als die Anzahl der Hallen.

**Tabelle 23:** Angaben zum Material der Nebentragkonstruktion (Sekundärtragelemente, Pfetten) und zum Material der Dachfläche/Dachkonstruktion der Dächer der untersuchten Hallen.

Material	Hallen gesamt	Eingestürzte Hallen
<b>Sekundärtragelemente, Pfetten</b>		
Beton	12	1
Holz	24	14
Stahl	9	5
keine Pfetten	9	3
keine Angaben	6	3
Summe Sekundärtragelemente, Pfetten (Mehrfachnennungen)	87	26
<b>Dachfläche/-unterkonstruktion</b>		
Beton (Gasbeton, Hohldielen, Stahlbetondecke, etc.)	4	0
Holz (Schalung, Holzwerkstoffplatten)	6	2
Stahl (Trapezblech, etc.)	38	6
Dachsteine (Betondachsteine, Tondachsteine)	6	1
Welleternit	21	11
Sonstige Materialien	9	2
keine Angaben	9	4
Summe Dachfläche/-unterkonstruktion (Mehrfachnennungen)	93	26

Die Auswertung der Frage 6 „Schadensbild aufgrund der Schneeeinwirkungen an der Tragkonstruktion“ ist in Tabelle 24 auf der nächsten Seite zusammengestellt. Auch hier waren Mehrfachnennungen möglich, so wurden z.B. Hallen die nur zum Teil eingebrochen waren unterstellt bzw. kam es durch die eingestürzte Dachfläche zu einem Wassereintritt in die Hallen. Durch die erhöhte Durchbiegung der Tragkonstruktion wurden Folgeschäden an Trennwände verzeichnet, weil keine Bewegungsfugen beim Anschluss dieser Wände an die Konstruktion vorgesehen wurden. Bei den Sonstigen Schäden an der Dachfläche/-unterkonstruktion sind die Lichtkuppeln bzw. Lichtbänder anzuführen. Durch Windverfrachtungen kam es teilweise zum Bruch derselben. Ein öfters auftretendes Problem wurde bei den Lichtkuppelzargen bei Trapezblechen verzeichnet. Bei diesen wurden plastische Verformungen festgestellt. Infolge der Windverfrachtungen des Schnees wurden Schneelasten gemessen, die den 1,70-fachen Wert der anzusetzenden Schneelast erreichten.

**Tabelle 24:** Schadensbild aufgrund der Schneeeinwirkungen an der Tragkonstruktion

<b>Allgemein</b>		
Einsturz	Unterstellung notwendig	Wassereintritt
25	11	6
<b>Haupttragkonstruktion</b>		
Erhöhte Durchbiegung	Risse	Sonstiges
15	7	9
<b>Sekundärtragkonstruktion</b>		
Erhöhte Durchbiegung	Risse	Sonstiges
5	2	3
<b>Dachfläche/-unterkonstruktion</b>		
Erhöhte Durchbiegung	Risse	Sonstiges
15	2	5

Die Ursachen für die Einstürze sind aufgrund der vorliegenden Daten nicht für jede Halle im Detail anführbar, u.a. wurden nur bei einer geringen Anzahl der eingestürzten Hallen im Rahmen der Schadenserhebung die vorhandenen Schneehöhen bzw. Schneelasten gemessen. Vielfach wurde der Einsturz auf die Überlastung durch die erhöhten Schneemassen zurückgeführt, ohne diese genauer anzugeben. Zum Beispiel wurden die anzusetzenden Schneelasten in der Stadt Salzburg in diesem Winter knapp erreicht (siehe auch Seite 5), trotzdem wurde in den Medien (Zeitungen, elektronische Medien) von einigen Halleneinstürzen in der Stadt Salzburg berichtet.

Eine kurze Übersicht, abgeleitet aus den vorliegenden Daten soll dennoch angeführt werden:

- Tatsächliche Überlastung der Konstruktion durch das Schneegewicht
- Statische Unterbemessung der Konstruktion bzw. von Teilen (z.B. Diagonalen bei Fachwerken), zu geringer Ansatz der Schneelast auch nach ÖNORM B 4013.
- Mangelnde Detailausbildung/-bemessung: Unterbemessung von Knoten, Verbindungen, Gelenken, Zugbändern, Auflagern, fehlende Kippaussteifungen.
- Verdeckte Mängel an der Konstruktion, Schädigung der Konstruktion durch Wassereintritt, und/oder mangelnde Wartung

Die letzte Frage des Fragebogens behandelt die Folgeschäden die aufgrund des Abschaufelns des Schnees verursacht wurden. Auch hier waren Mehrfachnennungen möglich, Viele Gutachten enthielten darüber keine Information, deshalb ist die Anzahl der Nennungen gering.

**Tabelle 25:** Schadensbild aufgrund des Abschaufelns des Schnees

Art der Beschädigung	Anzahl der Nennungen
Beschädigung der Dachhaut (Dachsteine, Abdichtung)	9
Beschädigung der Blitzschutzeinrichtung	10
Beschädigung der Verblechungen (Dachrinnen, Hochzüge, etc.)	1
Beschädigung von Oberlichtern	5
Sonstige Beschädigungen	3

Die meisten Schäden entstanden an der Dachhaut und an der Blitzschutzeinrichtung.

## 5 Bewertung der Ergebnisse

Die Bauschadensforschung hat in Österreich noch keine lange Tradition. Entsprechend schwierig gestaltet sich die Datenerhebung, weil bei den Ansprechpartnern wie Versicherungen eine Vertrauensbasis erst aufgebaut werden muss. Im vorliegenden Fall wurden von sieben Versicherungen Daten zur Verfügung gestellt. Eine ausgewogene Verteilung der Stichprobe der untersuchten Schadensfälle war dadurch nicht sichergestellt.

Als Bezugsgröße für die Bewertung der Ergebnisse wäre die Anzahl der Stahl-, Holz- bzw. Betonhallen in Österreich von Interesse, auch hier fehlen detaillierte Angaben für das gesamte Bundesgebiet. Für das Jahr 2001 wird der Bestand an Hallen aus den Daten der Gebäude- und Wohnungszählung 2001 mit mindestens 104.000 eingeschätzt.

Von großer Bedeutung wäre auch die Verknüpfung der Daten über die Bauweise mit der Alterstruktur des Gebäudebestandes und den zum Errichtungszeitpunkt der Hallen gültigen Bauvorschriften. Die Entwicklung der Normen lässt sich sehr gut nachvollziehen, die Alterstruktur der Gebäude innerhalb gewisser Grenzen. Die wenigen vorhandenen Daten über die Bauweise sind veraltet.

Die Einstufung der Schneefälle im Winter 2005/2006 in Österreich ergab ein differenziertes Bild. In einigen Regionen (Alpennordrand, Windischgarsten) ist der Schneefall als außergewöhnliches, hundertjähriges Ereignis einzustufen, welches nicht durch die Norm abgedeckt wird. In anderen Regionen, exemplarisch sei hier die Stadt Salzburg genannt, erreichte die Schneebelastung die in der Schneenorm definierten Werte. Bei Einstürzen in diesen Regionen war die Schneeeinwirkung Auslöser aber nicht Ursache.

Aus vorgenannten Gründen wird folgende Forderung zur Verbesserung der Datengrundlage im Bereich der Bauschadensforschung abgeleitet. Die Etablierung einer österreichweiten Bauschadensdatenbank. In dieser Datenbank sollen die von den Versicherungen in Auftrag gegebenen Gutachten in Hinblick auf bautechnisch relevante Daten ausgewertet und analysiert werden. Die Institution, die die Bauschadensdatenbank führt, muss unabhängig sein. Dieses Instrument könnte auch einen Beitrag zur Verbesserung und Standardisierung der Datenerhebung vor Ort leisten und allgemein zur Hebung der Bauqualität beitragen. Beim gegenständlichen Projekt war die Inhomogenität der zur Verfügung gestellten Daten bei der Auswertung ein großes Problem. Die Benutzung der Bauschadensdatenbank sollte allen am Bau Beteiligten offen stehen.

Ein weiterer Problembereich ist die Beurteilung bestehender Hallenkonstruktionen. Einerseits ist im Allgemeinen die Tragfähigkeit einer Konstruktion bei einer Bestandsdauer von 80 bis 100 Jahren keine konstante Größe, sondern nimmt mit fortschreitender Zeit aufgrund verschiedener Einflüsse ab. Andererseits werden die Normen der technischen Entwicklung angepasst. Als Beispiele seien hier die Schneenorm und die materialbezogenen Normen, insbesondere die Holzbaunormen genannt. In Zusammenhang mit den Schneedruckschäden wurde die Forderung nach einer regelmäßig durchzuführenden und behördlich vorgeschriebenen Zustandsüberprüfung für Flachdachkonstruktionen erhoben. Aufgrund der vorliegenden Daten kann eine besondere Schadensanfälligkeit

von Flachdächern nicht nachgewiesen werden. Die Forderung nach regelmäßigen Überprüfungen von Hallenkonstruktionen erscheint sinnvoll, jedoch nicht nur auf Flachdächer beschränkt. Die genaue Ausgestaltung und der genaue Umfang einer solchen Überprüfung bedarf es weitergehender Überlegungen. Im Folgenden sind einige Diskussionspunkte angeführt:

- Nach welchen Standards sind diese Überprüfungen durchzuführen?
- Welcher Umfang, welche Teilbereiche sind Gegenstand der Untersuchung?
- Welche Anforderungen muss die Tragkonstruktion erfüllen? Die zum Zeitpunkt der Errichtung gültigen Normen oder die zum Zeitpunkt der Überprüfung?
- Ist eine optische Prüfung der Tragkonstruktion ausreichend, oder sind Messverfahren für die Feststellung der (Rest-)tragfähigkeit anzuwenden?
- In welchen zeitlichen Abstand sind die Überprüfungen durchzuführen?
- Welche Institutionen sind befugt ein „Zertifikat“ auszustellen?
- Erfolgt die Überprüfung auf freiwilliger Basis oder aufgrund gesetzlicher Vorschriften?
- Wer trägt die Kosten?

Vorstellbar wäre in diesem Zusammenhang auch eine Zusammenarbeit mit der Versicherungswirtschaft. Durch die Überprüfung der Hallen könnte das Versicherungsrisiko genauer eingrenzt werden. Damit wären geänderte Ansätze zur Beurteilung des Risikos und der Prämienberechnung möglich.

Auch eine einfache Kennzeichnung der Hallentragfähigkeit nach dem Ampelschema könnte im Katastrophenfall die Arbeit der Feuerwehren erleichtern, da schon geklärt ist, welche Hallen besonders gefährdet sind, und ob diese als erste geräumt bzw. evakuiert werden müssen.

## 6 Zusammenfassung

Der Winter 2005/2006 war einer der schneereichsten der letzten Jahre in Österreich. Dadurch kam es gehäuft zu Halleneinstürzen. Die Auswertung der Daten über die Schneefälle ergab ein differenziertes Bild. In einigen Regionen (Alpennordrand, Windischgarsten) ist der Schneefall als außergewöhnliches, hundertjähriges Ereignis einzustufen, welches nicht durch die Norm abgedeckt wird. In anderen Regionen exemplarisch, sei hier die Stadt Salzburg genannt, erreichte die Schneebelastung die in der Schneenorm festgelegten Werte. Bei Einstürzen in diesen Regionen war die Schneeeinwirkung Auslöser aber nicht Ursache.

Im Rahmen des Forschungsprojekts wurden die durch den schneereichen Winter hervorgerufen Schäden an Hallenkonstruktionen untersucht. Dazu wurden Daten von insgesamt 86 Hallen nach bautechnischen Kriterien ausgewertet. In Tabelle 26 sind die Angaben über das Material der Haupttragkonstruktion der untersuchten Hallen zusammengestellt. Als Bezugsgrößen wurden die Gesamtanzahl der untersuchten Hallen und die Anzahl der eingestürzten Hallen gewählt. Eine weitere Untergliederung nach Teil- bzw. Totaleinstürzen war aufgrund der Inhomogenität der zur Verfügung gestellten Daten nicht möglich. Die Gesamtanzahl der beschädigten bzw. eingestürzten Hallen konnte nicht erhoben werden, daher kann über die Ausgewogenheit der Stichprobe keine Aussage getroffen werden. Der Gesamtbestand an Hallenkonstruktionen wird mit mindestens 104.000 abgeschätzt. Bundesweite Angaben über die Anzahl der Stahl-, Holz- bzw. Betonhallen sind nicht verfügbar.

**Tabelle 26:** Angaben zum Material der Haupttragkonstruktion (Primärtragelemente), der Dächer der untersuchten Hallen

Material	Hallen gesamt	Eingestürzte Hallen
<b>Primärtragelemente</b>		
Beton	23	1
Holz	39	14
Stahl	15	9
keine Angaben	9	1
Summe Primärtragelemente	86	25

Die Angaben in Tabelle 26 bezüglich der eingestürzten Hallen beziehen sich nicht auf ein Versagen der Primärtragelemente, bestehend aus dem angeführten Material, sondern bedeuten dass eine Halle entweder komplett oder teilweise eingestürzt ist.

Von großer Bedeutung für die Bauschadensforschung wäre eine Verknüpfung der Daten der Bauweise der Hallen mit den Daten über die Alterstruktur des Bestandes an Hallen, überlagert mit den zum Errichtungszeitpunkt der Hallen gültigen Baunormen. Die Baunormen werden entsprechend der technischen Entwicklung den neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst, die Bauwerke nicht. Auch die anzusetzenden Materialkennwerte unterliegen Änderungen. Im Holzbau gab es diesbezüglich in den letzten Jahrzehnten die größten Modifikationen, insbesondere unterlag der anzusetzende Wert für den Elastizitätsmodul, der für den Gebrauchstauglichkeitsnachweis entscheidend ist, vielen Anpassungen.

Die Bauwirtschaft in Österreich, aber auch in Deutschland, war in den letzten Jahrzehnten vor allem im Neubaubereich engagiert. Die Erhaltung des Bauwerksbestands hat erst in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Das Wissen über den Bestand u.a. über die Entwicklung der Tragfähigkeit einer Konstruktion über die Bestandsdauer ist im Detail nicht genau erforscht. Auch fehlen für die Beurteilung des Bestandes normierte Standards und Messverfahren. Hier ist ein erhöhter Forschungsbedarf vorhanden.

Aufgrund der vorliegenden Daten kann eine besondere Schadensanfälligkeit von Flachdachkonstruktionen nicht nachgewiesen werden.

## 7 Literaturverzeichnis

- APA; 2006; Enorme Schneemengen in Österreich - Betroffene Gebiete; Austria Presse Agentur rGenmbH, Laimgrubengasse 10, 1060 Wien.
- BALAK M., ROSENBERGER R., STEINBRECHER M.; 2005; 1. Österreichischer Bauschadensbericht; Service GmbH der Wirtschaftskammer Österreich, Tel.: 05 90 900 - 5050, Fax: 05 90 900 - 236, E-Mail: mservice@wko.at; Wiedner Hauptstraße 63, 1040 Wien.
- CHRISTEN K., MEYER-MEIERLING P.; 1999; Optimierung von Instandsetzungszyklen und deren Finanzierung bei Wohnbauten; Professur für Architektur und Baurealisation ETH Zürich; vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich, ETH Zentrum, 8092 Zürich; Schweiz; ISBN 3-7281-2698-5.
- GABL K.; 2006; Untersuchung über Jährlichkeiten der Schneelasten auf Bauwerken im Winter 2005/2006 in Österreich in verschiedenen Regionen; Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Regionalstelle für Tirol und Vorarlberg; Fürstenweg 180, 6020 Innsbruck; unveröffentlicht.
- GRAUBNER C.-A., HÜSKE K.; 2003; Nachhaltigkeit im Bauwesen; Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG, Berlin; Bühringstraße 10, 13086 Berlin, Deutschland; ISBN 3-433-01512-0.
- JANK, W; 2006; Gebäude nach Nutzung und Bauperiode; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; unveröffentlicht.
- ÖNORM B 1991-1-3; 2005-11-01; Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten, Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 1991-1-3; 2006-04-01; Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen – Schneelasten, Nationale Festlegungen zur ÖNORM EN 1991-1-3, nationale Erläuterungen und nationale Ergänzungen; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4000; 2006-01-01; Einwirkungen auf Tragwerke, Allgemeine Berechnungsgrundlagen für den Hochbau und Anwendungsregeln für Eigengewichte, Lagergüter, Nutzlasten im Hochbau, Schnee- und Eislasten; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4013; 1983-12-01; Belastungsannahmen im Bauwesen, Schnee- und Eislasten; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.

- ÖNORM B 4100-2; 1981-08-01; Holzbau, Holztragwerke; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4100-2; 1997-12-01; Holzbau, Holztragwerke; Berechnung und Ausführung; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4100-2; 2003-09-01; Holzbau, Holztragwerke, Teil 2: Berechnung und Ausführung; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4100-2; 2004-03-01; Holzbau- Holztragwerke, Teil 2: Berechnung und Ausführung; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4200-3; 1977-03-01; Betonbauwerke; Berechnung und Ausführung; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4200-9; 1970-04-01; Stahlbetonbauwerke; Berechnung und Ausführung II; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4200-10; 1983-01-01; Beton; Herstellung und Überwachung; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4200-10; 1996-07-01; Beton - Herstellung, Verwendung und Gütenachweis; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4600-2; 1978-08-01; Stahlbau; Berechnung der Tragwerke; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM B 4710-1; 2004-04-01; Beton – Teil 1: Festlegung, Herstellung, Verwendung und Konformitätsnachweis (Regeln zur Umsetzung der ÖNORM EN 206-1); Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM EN 1991-1-3; 2005-08-01; Eurocode 1 – Einwirkungen auf Tragwerke, Teil 1-3: Allgemeine Einwirkungen, Schneelasten; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- ÖNORM EN 1993-1-3; 2005-11-01; Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten - Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau; Österreichisches Normungsinstitut, Heinestraße 38, 1021 Wien.
- Statistik Austria; 1992a; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Burgenland, 1.040/1. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.

- Statistik Austria; 1992b; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Kärnten, 1.040/2. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1992c; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Oberösterreich, 1.040/4. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1992d; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Salzburg, 1.040/5. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1992e; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Tirol, 1.040/7. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1992f; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Vorarlberg, 1.040/8. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1993a; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Niederösterreich, 1.040/3. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1993b; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Steiermark, 1.040/6. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 1993c; Häuser- und Wohnungszählung 1991; Hauptergebnisse Wien, 1.040/9. Heft; Österreichisches Statistisches Zentralamt, Guglgasse 13, 1110 Wien; Österreichische Staatsdruckerei, Rennweg 12a, 1037 Wien.
- Statistik Austria; 2004a; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Österreich; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-70-6.
- Statistik Austria; 2004b; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Burgenland; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-72-2.
- Statistik Austria; 2004c; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Kärnten; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-73-0.

Statistik Austria; 2004d; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Niederösterreich; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-84-6.

Statistik Austria; 2004e; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Oberösterreich; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-85-4.

Statistik Austria; 2004f; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Salzburg; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-86-2.

Statistik Austria; 2004g; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Steiermark; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-92-7.

Statistik Austria; 2004h; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Tirol; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-93-5.

Statistik Austria; 2004i; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Vorarlberg; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-94-3.

Statistik Austria; 2004j; Gebäude- und Wohnungszählung 2001; Hauptergebnisse Wien; Bundesanstalt Statistik Österreich, Guglgasse 13, 1110 Wien; Verlag Österreich GmbH, Kandlgasse 21, 1070 Wien; ISBN 3-902452-95-1.

## **Anhang**

# FRAGEBOGEN ZUM FORSCHUNGSPROJEKT „SCHADENSFÄLLE AN HALLENKONSTRUKTIONEN IM WINTER 2005/2006 IN ÖSTERREICH“

## 1. Angaben zum Standort, Nutzung und Größe des Objekts

Bundesland	<input type="checkbox"/> Bgl <input type="checkbox"/> Ktn <input type="checkbox"/> NÖ <input type="checkbox"/> OÖ <input type="checkbox"/> Slbg <input type="checkbox"/> Stmk <input type="checkbox"/> Tirol <input type="checkbox"/> VlbG <input type="checkbox"/> Wien		
Ort	PLZ .....	Ort/Ortsteil .....	
Nutzung	<input type="checkbox"/> Handel, Verkauf <input type="checkbox"/> Lager <input type="checkbox"/> Produktion <input type="checkbox"/> Sport <input type="checkbox"/> Sonstiges .....		
Spannweite der Haupttragkonstruktion .....	Binderabstand .....	Größe .....	

## 2. Angaben zur Art der Dachkonstruktion

<input type="checkbox"/> Flachdach ( $\alpha \leq 5^\circ$ )	<input type="checkbox"/> flach geneigtes Dach ( $5^\circ < \alpha \leq 18^\circ$ )	<input type="checkbox"/> Steildach ( $\alpha > 18^\circ$ )
--	--	--

## 3. Angaben zu Material und Art der Haupttragkonstruktion des Daches (Primärtragelemente)

Beton	<input type="checkbox"/> Stahlbeton	<input type="checkbox"/> Spannbeton	<input type="checkbox"/> .....
Holz	<input type="checkbox"/> Träger (Vollholz)	<input type="checkbox"/> Fachwerk	<input type="checkbox"/> Leimbinder
	<input type="checkbox"/> unterspannte Träger		<input type="checkbox"/> .....
Stahl	<input type="checkbox"/> Träger	<input type="checkbox"/> Fachwerk	<input type="checkbox"/> .....

## 4. Angaben zum Material der Nebentragkonstruktion des Daches (Sekundärtragelemente, Pfetten)

<input type="checkbox"/> Beton	<input type="checkbox"/> Holz	<input type="checkbox"/> Stahl	<input type="checkbox"/> keine Pfetten
--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	--

## 5. Angaben zum Material der Dachfläche/unterkonstruktion

- Beton (Gasbeton, Hohldielen, Stahlbetondecke, etc.)
- Holz (Schalung, Holzwerkstoffplatten [OSB, MDF], etc.)
- Stahl (Trapezblech, etc.)
- Dachsteine (Betondachsteine, Tondachsteine, etc.)
- Sonstige Materialien .....

## 6. Schadensbild aufgrund der Schneeeinwirkungen an der Tragkonstruktion

Allgemein	<input type="checkbox"/> Einsturz	<input type="checkbox"/> Unterstellung notwendig	<input type="checkbox"/> Wassereintritt
Haupttragkonstruktion	<input type="checkbox"/> erhöhte Durchbiegung	<input type="checkbox"/> Risse	<input type="checkbox"/> Sonstiges .....
Sekundärtragkonstruktion	<input type="checkbox"/> erhöhte Durchbiegung	<input type="checkbox"/> Risse	<input type="checkbox"/> Sonstiges .....
Dachfläche/-unterkonstruktion	<input type="checkbox"/> erhöhte Durchbiegung	<input type="checkbox"/> Risse	<input type="checkbox"/> Sonstiges .....

## 7. Schadensbild aufgrund des Abschaufelns des Schnees

- Beschädigung der Dachhaut (Dachsteine, Abdichtung, etc.)
- Beschädigung der Blitzschutzeinrichtung
- Beschädigungen von Verblechungen (Dachrinnen, Hochzüge, etc.)
- Beschädigung von Oberlichtern
- Sonstige Beschädigungen .....

## 8. Anmerkungen

.....

.....

.....

.....

Vielen Dank für Ihre Mitarbeit!