

MASTERARBEIT



GRÜNDERZEITLICHE BAUSUBSTANZ – EINE QUANTITATIVE ANALYSE VON SCHADENSHÄUFIGKEITEN UND SANIERUNGSKOSTEN

Lindner Andreas, B.Eng.

Vorgelegt am
Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft

Betreuer
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck

Mitbetreuender Assistent
DDipl.-Ing. Bernhard Bauer

Graz am 05. September 2017

EIDESSTATTLICHE ERKLÄRUNG

Ich erkläre an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen/Hilfsmittel nicht benutzt, und die den benutzten Quellen wörtlich und inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Graz, am
.....
(Unterschrift)

STATUTORY DECLARATION

I declare that I have authored this thesis independently, that I have not used other than the declared sources / resources, and that I have explicitly marked all material which has been quoted either literally or by content from the used sources.

Graz,
date
(signature)

Anmerkung

In der vorliegenden Masterarbeit wird auf eine Aufzählung beider Geschlechter oder die Verbindung beider Geschlechter in einem Wort zugunsten einer leichteren Lesbarkeit des Textes verzichtet. Es soll an dieser Stelle jedoch ausdrücklich festgehalten werden, dass allgemeine Personenbezeichnungen für beide Geschlechter gleichermaßen zu verstehen sind.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich allen Personen danken, die mir während meiner Diplomarbeit mit Rat und Tat zur Seite standen.

Für die Betreuung von universitärer Seite bedanke ich mich bei Herrn Univ.-Prof. Dr.-Ing. Detlef Heck und Herrn DDipl.-Ing. Bernhard Bauer.

Besonderer Dank gebührt meiner Familie, die mich die gesamte Ausbildungszeit hindurch unterstützte.

(Ort), am (Datum)

(Unterschrift des Studierenden)

Kurzfassung

Die Erhaltung von Altbauobjekten stellt vor allem im innerstädtischen Bereich ein wichtiges Thema für Investoren und Privatpersonen dar. Gründerzeithäuser zeichnen sich durch charakteristische Merkmale Ihrer Konstruktionen und Ihres Aufbaus aus. Diese Arbeit zeigt mögliche Schadensbilder und Instandsetzungsmethoden an ausgewählten Bauteilen und Konstruktionselementen auf und gibt Richtwerte für die entstehenden Kosten der Instandsetzung. Anhand von in der Literatur angegebenen Instandsetzungsmethoden und im Zuge dieser Arbeit durchgeführten Expertenbefragungen, sind Häufigkeiten für das Auftreten verschiedener Schadensfälle und Möglichkeiten der Instandsetzung dargestellt, ausgewertet und interpretiert. Anhand der gewonnenen Erkenntnisse sind fiktive Szenarien mit verschiedenen Graden der Beschädigung veranschaulicht und die daraus resultierenden Kosten ermittelt. Vor allem aus den Ergebnissen der Expertenbefragungen lässt sich erkennen, dass eine allgemeine Aussage, welche Kosten durch Instandsetzungsmaßnahmen auf Eigentümer zukommen können, bei Gebäuden der Gründerzeit nur schwer zu treffen ist. Die Breite der möglichen Schadensbilder und deren Kombinationen sowie die Methoden der Sanierung sind sehr objekt- und situationsabhängig. Mit dieser Arbeit ist ein unterstützendes Werkzeug und Nachschlagewerk für die grobe Abschätzung möglicher Instandsetzungsmaßnahmen an Gründerzeithäusern geschaffen.

Abstract

The conservation of old buildings, especially in inner-city areas, is an important topic for investors and private individuals. Promoterism buildings can be characterized by their design and structural features. This thesis identifies possible damage patterns and reconditioning methods for a selection of building components and structural elements and presents guide values for the costs of reconditioning. The frequencies of different damage patterns and the possibilities of reconditioning these damages are presented, analyzed and interpreted on the basis of expert surveys conducted within the frame of this thesis, as well as reconditioning methods in literature. This knowledge helped define fictional scenarios with varying damage levels to estimate reconditioning costs. The outcome of the expert surveys show how hard it is to make general statements regarding the reconditioning cost of promoterism buildings. The spectrum of possible damage patterns combined with different reconditioning methods is very wide. This thesis is a supporting tool for a rough estimate of possible reconditioning measures for promoterism buildings.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	2
1.2	Vorgehensweise	3
2	Konstruktionen der Gründerzeit	4
2.1	Kellergeschoss	5
2.1.1	Kellerboden, Gründung und Fundamentierung	6
2.1.2	Kelleraußenwände	7
2.1.3	Kellergewölbe und –decken	9
2.2	Erd- und Obergeschosse	13
2.2.1	Außenmauerwerk	13
2.2.2	Gesimse und Gestaltungselemente	18
2.2.3	Balkon und Erkerkonstruktionen	31
2.2.4	Fenster	33
2.2.5	Geschossdecken	34
2.3	Dachgeschoss	43
2.3.1	Dachstuhl	44
2.3.2	Dacheindeckung	50
2.3.3	Schornsteine, Dachgauben und Ausstiegfenster	51
3	Instandsetzungsmaßnahmen an Gründerzeitgebäuden	54
3.1	Begriffsbestimmungen	54
3.1.1	Maßnahmen im Bestand	54
3.1.2	Bauschadensbegriffe	56
3.1.3	Zeitliche Einordnung von Schäden	58
3.1.4	Denkmalschutz	59
3.2	Kellergeschoss	60
3.2.1	Gründung, Fundamentierung und Kellerboden	61
3.2.2	Kelleraußenwände	65
3.2.3	Kellergewölbe und -decken	94
3.3	Erd- und Obergeschosse	95
3.3.1	Außenmauerwerk	95
3.3.2	Gesimse und Gestaltungselemente	105
3.3.3	Balkon- und Erkerkonstruktionen	106
3.3.4	Fenster	108
3.3.5	Geschossdecken	109
3.4	Dachgeschoss	125
3.4.1	Dachstuhl	127
3.4.2	Dacheindeckung und Anschlüsse	129
3.4.3	Schornstein	131
4	Expertenbefragung zur Häufigkeit von Bauteilschäden und Instandsetzungsmaßnahmen	132
4.1	Methodik	132
4.1.1	Zielgruppen der Umfrage	133
4.1.2	Beschreibung der Umfrageteilnehmer	134
4.1.3	Boxplots	136
4.2	Auswertung der Schadenshäufigkeiten	139
4.2.1	Kellerböden	139
4.2.2	Kellerwände	142
4.2.3	Kellerdecken	148

4.2.4	Mauerwerk über Kellergeschoss	152
4.2.5	Sockelbereich	156
4.2.6	Putzfassade	160
4.2.7	Gesimse und Gestaltungselemente.....	164
4.2.8	Balkon- und Erkerkonstruktionen.....	168
4.2.9	Kastenfenster.....	172
4.2.10	Regelgeschossdecken	176
4.2.11	Decke unter Dachgeschoss.....	180
4.2.12	Dachstuhl.....	184
4.2.13	Dacheindeckung	188
4.2.14	Schornstein	191
4.3	Zusammenfassung	194
5	Umfrage zur Ermittlung der Kosten von Instandsetzungsmaßnahmen	197
5.1	Methodik.....	197
5.1.1	Zielgruppen der Umfrage.....	199
5.2	Ergebnisse der Umfrage der Umfrage	200
5.3	Gesamtdarstellung der erhobenen Daten	201
6	Anwendung der erhobene Daten anhand von Beispielen	208
6.1	Bespielszenarien	208
6.1.1	Szenario 1: Stark beeinträchtigt.....	209
6.1.2	Szenario 2: Beeinträchtigt	213
6.1.3	Szenario 3: Guter Zustand	214
7	Zusammenfassung	215
8	Ausblick	216
A.1	Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden	218
A.2	Umfrage zu Instandsetzungs- und Sanierungspreisen	236
	Glossar	262
	Literaturverzeichnis	263

Abbildungsverzeichnis

Bild 1.1	Straßenzug mit prunkvollen Fassaden in Graz	1
Bild 2.1	Gründerzeithaus mehr Beschreibung .. Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Bild 2.2	Schnitt durch gründerzeitliches Kellergeschoss	5
Bild 2.3	Streifenfundament mit mehrstufiger Verbreiterung	6
Bild 2.4	Isolierung mit vorgelegtem Luftschlitz	8
Bild 2.5	Isolierung mit schließbaren Luftkanälen	9
Bild 2.6	Isolierung mit vorgelegten Luft- und Isolierschächten mit Stützbögen	9
Bild 2.7	Zylindrisches (links) und sphärisches Gewölbe (rechts)	10
Bild 2.8	Das Tonnengewölbe	10
Bild 2.9	(1) Kloster-, (2) Kreuz-, (3) Spiegel-, (4) Muldengewölbe.....	11
Bild 2.10	Die eckige Kuppel	11
Bild 2.11	Die böhmische Kappe	12
Bild 2.12	Traversenkappendecke.....	12
Bild 2.13	Regionale Mindeststärken belasteter Außenwände.....	15
Bild 2.14	Verbindungsmöglichkeiten der Wandschalen	15
Bild 2.15	Bruchsteinmauerwerk	16
Bild 2.16	Ausführungsvarianten Sockelbereich.....	17
Bild 2.17	Ausführungsvarianten Sockelbereich.....	18
Bild 2.18	Fassaden der (links) Früh-, (mitte) Hoch-, und (rechts) Spätgründerzeit.	19
Bild 2.19	Gestalterische Elemente der Gründerzeitfassade.....	21
Bild 2.20	Fortlaufendes Gurtgesims (1) und Kragsteinreihe mit Bogenreihe aus Werkstein (2).....	22
Bild 2.21	Brüstung als volle Steinmauer (1), Maßwerk (2) und Balustrade (3).....	23
Bild 2.22	Selbsttragende Werksteingesimse.....	23
Bild 2.23	Verankerungen der Werksteinplatten.....	24
Bild 2.24	Gesimshobel	24
Bild 2.25	Gesimse aus gebrannten Steinen.....	25
Bild 2.26	Terrakotten als Hauptgesimstragsteine	26
Bild 2.27	Beispiele für Terrakotten.....	27
Bild 2.28	Hängender Rahmen (a) und Trägereinfassung (b)	28
Bild 2.29	Verschiedene Formen der Verdachung an einer Fassade.....	28
Bild 2.30	Verschiedene Varianten an Verdachungen bzw. Giebeln	29
Bild 2.31	Ausführungsvarianten des äußeren Blechrandes	30
Bild 2.32	Befestigung mittels Flacheisen	30
Bild 2.33	Gründerzeitliche Erker mit darüber angeordneten Balkons.....	31
Bild 2.34	Gründerzeitlicher Erker mit darüberliegendem Balkon Fehler! Textmarke nicht definiert.	
Bild 2.35	Auskragungen von Erkern und Balkonen.....	32
Bild 2.36	Arten von Fensterkonstruktionen der Gründerzeit	33

Bild 2.37	Arten von Fensterteilungen	34
Bild 2.38	Doppelbaumdecke (links) und Tramdecke (rechts).....	36
Bild 2.39	Doppelbaumdecke	37
Bild 2.40	Doppelbaumdecke	38
Bild 2.41	Kopf- und Giebelanker	38
Bild 2.42	Halber Windelboden (links) und gestreckter Windelboden (rechts)	39
Bild 2.43	Varianten der Einschubdecke	40
Bild 2.44	Fehltramdecke	40
Bild 2.45	Tramdecke mit Kreuzstacken.....	41
Bild 2.46	Tramtraversendecke	42
Bild 2.47	Dachgeschoss (Sparrendach mit liegendem Stuhl)	43
Bild 2.48	Zeittafel der Entwicklung verschiedener Dachtragwerke.....	45
Bild 2.49	Das einfache Sparrendach.....	46
Bild 2.50	Sparrendach mit liegendem Stuhl.....	47
Bild 2.51	Das einfache Pfettendach	48
Bild 2.52	Pfettendach mit zweifachem Hängewerk	48
Bild 2.53	Der "Wiener" Pfettendachstuhl.....	49
Bild 2.54	Der "Grazer" Dachstuhl.....	50
Bild 2.55	Verschiedene Dachziegelformen	51
Bild 2.56	Schleppgaube (links) und Satteldachgaube (rechts).....	51
Bild 2.57	Varianten Schornsteinverband.....	52
Bild 2.58	Ausführungsarten der Schornsteinköpfe	53
Bild 2.59	Ausstiegfenster	53
Bild 3.1	Begriffe in der Instandhaltung	55
Bild 3.2	Typischer Verlauf der Badewannenkurve	58
Bild 3.3	Ausmauerung (links), Ausstopfen mittels Trockenspritzverfahren (rechts) der Fundamentunterfangung	62
Bild 3.4	Verpressung (links) und Abdichtung (rechts) eines Fundaments.....	63
Bild 3.5	Nachträgliche Verbreiterung durch Verankerung mit Stahlbeton	63
Bild 3.6	Varianten für Tiefennachgründung mit Kleinbohrpfählen (links) und Unterfangung kombiniert mit Pfahlblöcken.....	64
Bild 3.7	Feuchtigkeit im Kellerbereich	65
Bild 3.8	V-Schnittverfahren	71
Bild 3.9	Schema Schleierinjektion (links), Konstruktionsvergelung (rechts).....	82
Bild 3.10	Kompressenverfahren (links), Injektionskompressen-Verfahren (rechts). 89	
Bild 3.11	Prinzip der Salzreduktion mittels Opferputz	90
Bild 3.12	Öffnen der Baustoffporen durch Sandstrahlen.....	90
Bild 3.13	Salzreduktion mittels Vakuum-Fluid-Verfahren	91
Bild 3.14	Salzreduktion mittels elektrophysikalischem Verfahren	91
Bild 3.15	Salzreduktion mittels Delta-P-Verfahren	92
Bild 3.16	Korrodiertes Stahlträger einer Kappendecke	95

Bild 3.17	Feuchtigkeitsschäden im Sockelbereich	96
Bild 3.18	Bindemittelauswaschung an Natursteinmauerwerk	98
Bild 3.19	Nachträglich erstellter Blechhochzug	106
Bild 3.20	Balkenschäden infolge nicht funktionstüchtiger Entwässerung	108
Bild 3.21	Zerstörte Balkenköpfe im Auflagerbereich einer Dippelbaumdecke unter Dachgeschoss	116
Bild 3.22	Balkenkopfinstandsetzung mittels Unterzug (links) oder Überzug (rechts)	117
Bild 3.23	Balkenkopfinstandsetzung mittels seitlichen Laschen	117
Bild 3.24	Balkenkopfinstandsetzung mittels Wechselbalken	117
Bild 3.25	Balkenkopfinstandsetzung Reaktionsharzbeton (BETA-Verfahren)	118
Bild 3.26	Balkenkopfinstandsetzung mittels langem Blatt	118
Bild 3.27	Balkenkopfinstandsetzung mittels Merk-Lamellenverfahren	118
Bild 3.28	Möglichkeiten zur konstruktiven Verstärkung von Holzbalkendecken	119
Bild 3.29	Nachträgliches Kopfband, Unterzug und Oberzug	120
Bild 3.30	Addition von Balken in den Balkenzwischenräumen	120
Bild 3.31	Möglichkeiten zur Vergrößerung des vorhandenen Holzquerschnitts	121
Bild 3.32	Zersörter Sparrenfuß vor (links) und nach Bearbeitung mit Hammer (rechts)	128
Bild 3.33	Historische Dacheindeckung im Vergleich zu Neueindeckung (Graz) ...	130
Bild 4.1	Tätigkeitsbereiche der Umfrageteilnehmer	135
Bild 4.2	Tätigkeitsbereiche der Umfrageteilnehmer	135
Bild 4.3	Schematische Darstellung eines Boxplots	136
Bild 4.4	Schematische Darstellung eines Boxplots	138
Bild 4.5	Boxplot zur Häufigkeit von durchfeuchteten Kellerböden	139
Bild 4.6	Balkendiagramm zur Häufigkeit von durchfeuchteten Kellerböden	140
Bild 4.7	Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an Kellerböden	141
Bild 4.8	Balkendiagramm zur Häufigkeit notwendiger Bodenabdichtungen an Kellerböden	141
Bild 4.7	Diagramm zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerwände	143
Bild 4.10	Diagramm zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerwände	144
Bild 4.8	Häufigkeit der Maßnahmen an Kellerwänden	145
Bild 4.9	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Kellerdecken	148
Bild 4.13	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Kellerdecken	149
Bild 4.10	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Kellerdecken	150
Bild 4.11	Diagramm zur Häufigkeit beschädigten Mauerwerks	152
Bild 4.11	Diagramm zur Häufigkeit beschädigten Mauerwerks	153
Bild 4.17	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigtem Mauerwerk	154
Bild 4.13	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche	156
Bild 4.19	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche	157
Bild 4.14	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Sockelbereichen	158
Bild 4.21	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Putzfassaden	160

Bild 4.22	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Putzfassaden	161
Bild 4.16	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Putzfassaden	162
Bild 4.17	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Gesimse und Gestaltungselemente	164
Bild 4.18	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Gesimsen und Gestaltungselementen	166
Bild 4.19	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Balkon- und Erkerkonstruktionen	168
Bild 4.20	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Balkon- und Erkerkonstruktionen	170
Bild 4.21	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Kastenfenster	172
Bild 4.22	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Kastenfenstern.....	174
Bild 4.23	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Holzbalkendecken	176
Bild 4.24	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Holzbalkendecken	178
Bild 4.25	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Doppelbaumdecken.....	180
Bild 4.26	Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Holzbalkendecken	182
Bild 4.29	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Dachstühle	184
Bild 4.30	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Dachstühlen.....	186
Bild 4.27	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Dacheindeckungen.....	188
Bild 4.28	Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Dacheindeckungen	189
Bild 4.31	Diagramm zur Häufigkeit beschädigter Schornsteine	191
Bild 4.32	Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen.....	192
Bild 4.33	Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen.....	194
Bild 5.1	Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen.....	200
Bild 5.1	Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen.....	208

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Backsteinformate im 19. Jahrhundert.....	13
Tabelle 2: Mauerstärken nach Abstufung der Ziegelbreite.....	14
Tabelle 3: Mögliche Auswahlkriterien bzw. Anwendungsgrenzen horizontaler Abdichtungen	70
Tabelle 4: Vor- und Nachteile mechanischer Verfahren als Horizontalsperre	73
Tabelle 5: Vor- und Nachteile der Injektionsverfahren als Horizontalsperre	74
Tabelle 6: Einbringverfahren, Wirkungsprinzip und Einsatzgrenzen von Injektionsstoffen	75
Tabelle 7: Vor- und Nachteile elektrophysikalischer Verfahren als Horizontalsperre.....	76
Tabelle 8: Abdichtungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Wasserbeanspruchung	77
Tabelle 9: Einsatzgebiete von Injektionsstoffen	83
Tabelle 10: Mindesttrockenschichtdicken von Innenabdichtungssystemen	85
Tabelle 11: Bewertung der Gefährdung durch unterschiedliche Konzentrationen von Anionen aus bauschädlichen Salzen.....	87
Tabelle 12: Verfahren und Anwendungsbereiche der Instandsetzung von Einzelrissen.....	102
Tabelle 13: Verfahren und Anwendungsbereiche der flächigen Instandsetzung von Rissen	103
Tabelle 14: Lebensbedingungen holzschädigender Pilze	112
Tabelle 15: Lebensbedingungen holzschädigender Insekten	113
Tabelle 16: Normtrittschallpegel und Schalldämm-Maße von Holzbalkendecken...	123
Tabelle 17: Möglichkeiten zur Verbesserung des Schallschutzes an Holzbalkendecken.....	124
Tabelle 18: Häufigkeiten der Tätigkeitsbereiche	134
Tabelle 19: Kennzahlen zur Berufserfahrung der Umfrageteilnehmer	136
Tabelle 20: Lageparameter zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerböden	139
Tabelle 21: Anteil der Fläche durchfeuchteter Kellerböden	139
Tabelle 22: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an durchfeuchteten Kellerböden.....	141
Tabelle 23: Lageparameter zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerwände.....	143
Tabelle 24: Anteil der Fläche durchfeuchteter Kellerwände	143
Tabelle 25: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an durchfeuchteten Kellerwände	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 26: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Kellerdecken	148
Tabelle 27: Anteil der Fläche beschädigter Kellerdecken	148
Tabelle 28: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Kellerdecken	Fehler! Textmarke nicht definiert.
Tabelle 29: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigten Mauerwerks	152
Tabelle 30: Anteil der Fläche beschädigten Mauerwerks.....	152
Tabelle 31: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigtem Mauerwerk	Fehler! Textmarke nicht definiert.

Tabelle 32: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tabelle 33: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche 156

Tabelle 34: Anteil der Fläche beschädigten Sockelbereichs 156

Tabelle 35: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Sockelbereichen **Fehler! Textmarke nicht definiert.**

Tabelle 36: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Putzfassaden 160

Tabelle 37: Anteil der beschädigten Putzfassade 160

1 Einleitung

Im Zuge der sich entwickelnden Industrialisierung ab Mitte des 19. Jahrhunderts erfuhr Mitteleuropa einen großen wirtschaftlichen Aufschwung. Landflucht und die „soziale Frage“ prägen diese Zeit. Große Teile der Landbevölkerung ließen ihren Pflug zurück und suchten Arbeit in den neuen Fabriken. Dementsprechend entstand hoher Bedarf an städtischem Wohnraum. Verbesserungen in der Medizin, die damit verbundene höhere Lebenserwartung und ausbleibende große Krisen wie Kriege fielen aus und führten zu einem rasanten Bevölkerungswachstum, weshalb auch die Städte immer größer wurden. In Österreich beispielsweise, stieg die Bevölkerung während dieser Zeit bis 1918 von 3,6 Millionen Einwohnern auf fast das Doppelte an.¹

Großgrundbesitzer und die durch die Industrialisierung zu Wohlstand geratenen Unternehmer und damalige Vorgänger der heutigen Wohnungsbaugesellschaften (Terraingesellschaften) bauten Zinshäuser und Mietskasernen für die breite Bevölkerung, wodurch ganze Stadtviertel, neu entstanden. Heute, nach mehr als 100 Jahren, bestehen diese Gebäude, welche im Zeitraum von 1840 – 1918 errichtet wurden, zu einem großen Teil noch immer und prägen Straßenzüge der europäischen Städte (vgl. Bild 1.1).



Bild 1.1 Straßenzug mit prunkvollen Fassaden in Graz

Das Bevölkerungswachstum in den Ballungszentren ist ungebrochen. In Österreich leben bereits über die Hälfte der Bevölkerung in Städten oder

¹

https://www.statistik.at/web_de/statistiken/menschen_und_gesellschaft/bevoelkerung/bevoelkerungsstand_und_veraenderung/bevoelkerung_im_jahresdurchschnitt/index.html. Datum des Zugriffs: 14.08.2017

Gemeinden über 10.000 Einwohner². In etwa 30 Prozent der Deutschen leben in den Großstädten mit mindestens 100.000 Einwohnern³. Es wird erwartet, dass der Zuzug in die großen Städte weiterhin anhält, weshalb auch mehr Wohnraum in den Städten geschaffen werden muss.

Durch die bereits sehr dichte Bebauung, vor allem im innerstädtischen Bereich, stellen Bauplätze für Neubauten eine Rarität dar, weshalb der Fokus immer mehr auf der Verwertung des Bestandes liegt.

Speziell Gründerzeitgebäude mit der Entstehungszeit zwischen 1850 und 1918 erfreuen sich unter anderem aufgrund ihrer attraktiven, innerstädtischen Lage und des altbaucharmes hinsichtlich der hohen Räume von bis zu vier Metern und dem damit einhergehenden guten Raumgefühl nicht nur bei Mietern, sondern auch bei Bauherren und Projektentwicklern großer Beliebtheit.

1.1 Motivation

Zu jeder Zeit in der Geschichte des Bauens errichtete der Mensch mit den zur Verfügung stehenden praktischen, technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten Bauwerk. Für die Errichtung von Gründerzeithäuser wurden damals lediglich eine Handvoll Materialien verwendet um Gebäude zu errichten. Die Bausubstanz der Gebäude aus der Gründerzeit wird im Allgemeinen in der Literatur sowie durch Aussagen von Experten als gut bzw. besser als die der Gebäude nachfolgender Epochen (Zwischenkriegs-, Nachkriegszeit und Zeitraum 1960 – 1980) beschrieben⁴. Dennoch sind immer wieder Schäden an Gebäuden gründerzeitlicher Bausubstanz vorzufinden und dementsprechende Instandsetzungsmaßnahmen werden notwendig um diese Substanz auf Dauer zu erhalten. Jedoch :

- Um welche Schäden handelt es sich dabei?
- Wo bzw. an welchen Bauteilen treten diese Schäden auf?
- Wie häufig sind diese vorzufinden?
- Welche Möglichkeiten gibt es, diese instand zu setzen und
- mit welchen Kosten ist dabei zu rechnen?

² <http://derstandard.at/1256745709645/Staedte-in-Zahlen-2009-Ballungszentren-wachsen>. Datum des Zugriffs: 12.08.2017

³ <http://www.tagesspiegel.de/politik/bevoelkerungsentwicklung-der-run-auf-die-metropolen/12186496.html>. Datum des Zugriffs: 12.08.2017

⁴ GERHARD, S.: Verwertung innerstädtischer Bestandsbauten. Masterarbeit an der Technischen Universität Graz. S. 132

Ziel der Arbeit ist die Erörterung dieser Fragen um damit einen Überblick über diese Thematik der gründerzeitlichen Bausubstanz zu schaffen. Infolge dessen soll diese Arbeit als unterstützendes Mittel bei der Anschaffung von Gründerzeithäusern dienen und mögliche Schadensschwerpunkte aufzeigen.

1.2 Vorgehensweise

Grundlage für die Arbeit ist die ausführliche Recherche zu typischen Konstruktionen von Gründerzeithäusern. In weiterer Folge werden potentielle Schäden und Möglichkeiten der Instandsetzung der betroffenen Bauteile eruiert. Mittels einer Expertenumfrage werden die Häufigkeiten beschädigter Bauteile, sowie der angewendeten Instandsetzungsmethoden abgefragt. Die daraus erhobenen Daten werden statistisch aufbereitet und interpretiert. Die Kosten der Instandsetzungsmaßnahmen werden mit Hilfe einer zweiten Expertenumfrage in Erfahrung gebracht und abschliessend anhand von drei Schadensszenarien beispielhaft aufgezeigt.

2 Konstruktionen der Gründerzeit

Bis zum Einsetzen der Industrialisierung stellte der handwerklich geprägte Fachwerkbau die Regel dar. Da Normungen erst später erfolgten, wurde damals noch nach Erfahrung und meist überdimensioniert gebaut.⁵ Erst mit der Herstellung standardisierter Baustoffe im Zuge der Industrialisierung beginnt der Mauerwerksbau zu dominieren, weshalb Gründerzeitkonstruktionen sehr massiv ausfielen. In folgendem Kapitel werden für diese Epoche übliche Konstruktionen näher dargestellt. Hierbei wird sich in erster Linie auf die Gebäudehülle konzentriert. Des Weiteren werden die für diese Zeit üblicherweise zur Ausführung gekommen Kellergeschossdecken, Regelgeschossdecken und Decken unter dem Dachgeschoss betrachtet. Zusammenfassend werden folgende in Bild 2.1 gekennzeichneten Konstruktionen behandelt:

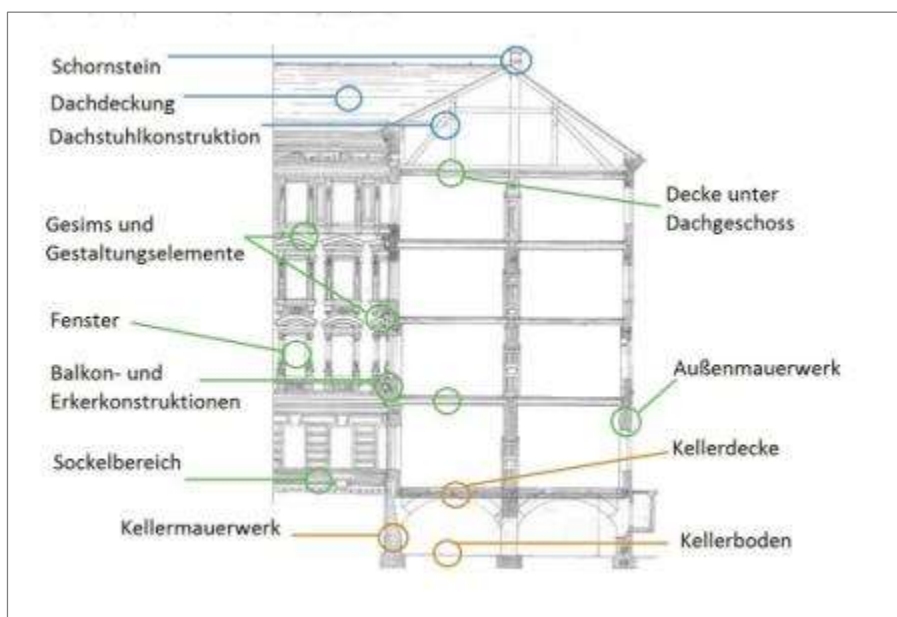


Bild 2.1 Gründerzeithaus und deren übliche Konstruktionen⁶

⁵ WEGLAGE, A. et al.: Energieausweis - Das große Kompendium. S. 171

⁶ i.A. MA 37 Baupolizei Wien

2.1 Kellergeschoss

Um die Konstruktionen der Gründerzeitkeller (vgl. Bild 2.2

Schnitt durch gründerzeitliches Kellergeschoss) näher zu verstehen, ist es notwendig die gedachte Nutzung dieser Räume zu erläutern. In der Regel dienten diese der Lagerung feuchteunempfindlicher Materialien wie Lebensmitteln oder Feuerholz und dem Schutz vor gesundheitsschädigenden Dämpfen aus dem Grundwasser. Ebenfalls sollten sie das darüberliegende Geschoss vor aufsteigender Feuchtigkeit und Spritzwasser im Sockelbereich durch die Anordnung des Erdgeschossbodens in mindestens 40 cm erhöhter Lage gegenüber der Geländeoberkante schützen.⁷ Die dort angeordneten Kellerfenster sorgten für eine Luftzirkulation in den Kellerräumen. Fortschritte in der Bautechnologie ermöglichten bereits Mitte des 19. Jahrhunderts die Herstellung von bezahlbarem Zement und Abdichtungen auf Teerbasis. Dennoch war die Ausführung meist nicht funktionstüchtig und somit die Keller zwar standfest, jedoch dauerhaft feucht.⁸ Durch die mögliche Luftzirkulation über mit Gitterstäben versperrte Kelleröffnungen oder Kellerfenster konnte deshalb in den Wintermonaten eine, zwar nicht gänzlich, jedoch für die untergeordnete Nutzung ausreichende, Trocknung der Kellerräume erfolgen.

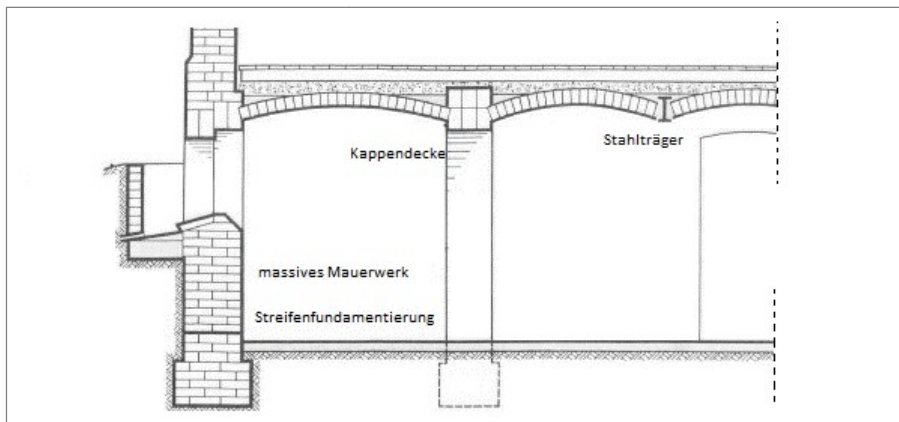


Bild 2.2 Schnitt durch gründerzeitliches Kellergeschoss⁹

⁷ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 133

⁸ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 133

⁹ i.A. AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 53

2.1.1 Kellerboden, Gründung und Fundamentierung

Die frostfreie Gründung der Gründerzeithäuser fand mindestens in ca. 0,7 – 1,2 m Tiefe statt.¹⁰ Diese wurde bei entsprechender Baugrundbeschaffenheit als Streifenfundament bzw. Bankette ausgeführt.

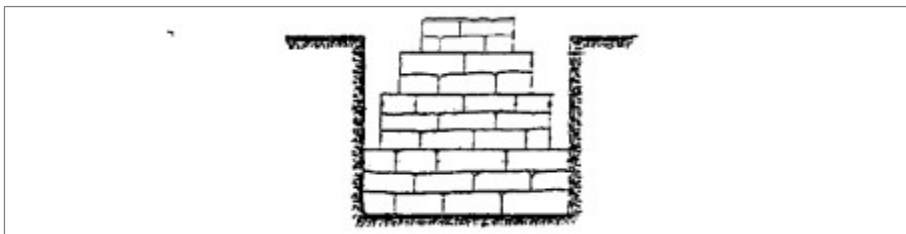


Bild 2.3 Streifenfundament mit mehrstufiger Verbreiterung¹¹

Damit die zulässige Bodenpressung je nach Bodengattung eingehalten werden konnte, verbreiterte man die Fundamente (vgl. Bild 2.3

Streifenfundament mit mehrstufiger Verbreiterung) derart, so dass das Mauerwerk einseitig oder beidseitig in jeder zweiten Schicht stufenweise verspringt.¹²

Für die Herstellung einer möglichst ebenen Auflagerfläche der Fundamente kamen große Natursteinplatten, großformatige Bruchsteine, sowie Stampfbeton zum Einsatz. In damaliger Fachliteratur wird auch die Verstärkung des Stampfbetons mit Hilfe von Eisenbahnschienen oder Eisenbändern erwähnt. Allerdings kam diese Technik lediglich vereinzelt vor und stellte nicht die Regel dar. Üblicherweise wurden die Fundamente vollständig oder zumindest die untere Lage in Bruchstein ausgeführt. Lehm- oder Kalkmörtel mit geringer Standfestigkeit sorgten für den Verbund der Steine.¹³

Bei schlechten Baugrundverhältnissen mussten teilweise auch Tiefgründungen zum Einsatz kommen, da vorhandene Flussläufe keine Beachtung in der Stadtplanung fanden und Baugründe mit hohem Grundwasserstand nicht die notwendige, dichte Lagerung vorwiesen. Hierzu wurden Holzpfähle (Eiche, Kiefer, Lärche oder Föhre) eingerammt. Die Pfähle sollen die Last des Bauwerks auf die tragfähigere Schicht übertragen. Die Kellerböden sollten mindestens 20 cm über dem maximalen Grundwasserstand erstellt werden. Wegen der nicht vorgesehenen Nutzung der Kellerräume als Wohnraum, stellten Abdichtungen nicht die Regel dar. Die Kellerböden wurden nur selten gegen Grundwasser oder aufsteigende Feuchtigkeit abgedichtet, weshalb es hauptsächlich zur Aus-

¹⁰ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 6-1

¹¹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 6-1

¹² LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 6-1

¹³ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 134

führung eines lose verlegten Ziegelpflasters oder eines verdichteten Lehmbo­dens kam.¹⁴

2.1.2 Kelleraußenwände

Gründerzeitliche Kelleraußenwände wurden grundsätzlich mit gebrannten Ziegeln oder Bruchsteinmauerwerk massiv gemauert. Je nach Geschossanzahl wurden diese mit einer Breite von bis zu einem Meter oder mehr erstellt und die Mauer­oberflächen teils mit Kalkschlämme überzogen, teils mit Zementmörtel verputzt oder auch im rohen Zustand belassen.¹⁵ Als Mörtel für den Verbund der Steine wurden Lehmmörtel oder auch Kalkmörtel mit geringem Kalkanteil verwendet. Neben dem Errichten von massiven Vollwandkonstruktionen, wurden teilweise auch nur die Außenschalen gemauert und die Zwischenräume mit Schutt befüllt (Schüttmauer), was die Kosten reduzierte.

Die Keller wurden zum Teil gegen eindringende und aufsteigende Feuchtigkeit geschützt. Für horizontale Abdichtungsschichten wurden Asphalt­filzplatten, Asphalt-Blei-Isolierplatten oder mit Steinkohleteer getränkte Dachpappen eingesetzt. Als Maßnahme gegen seitlich in das Kellermauerwerk

¹⁴ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 134

¹⁵ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 134

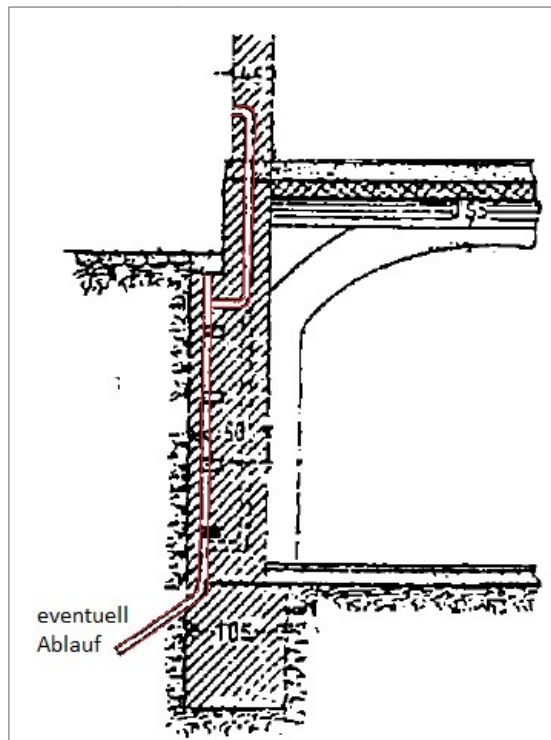


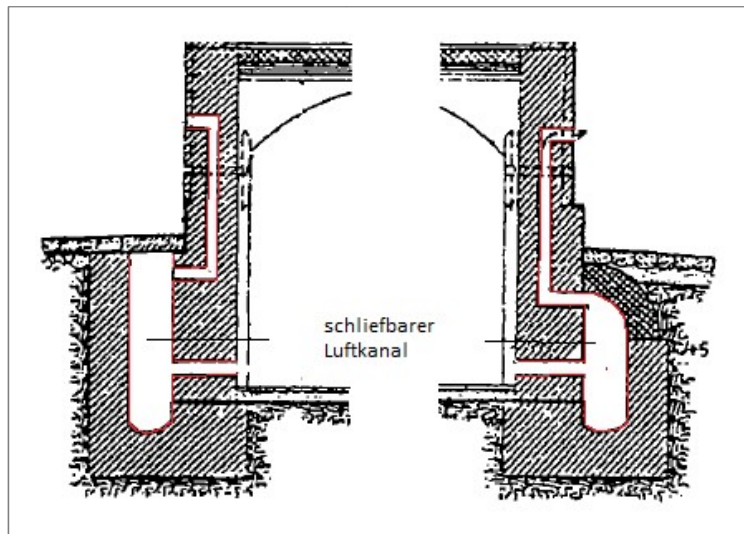
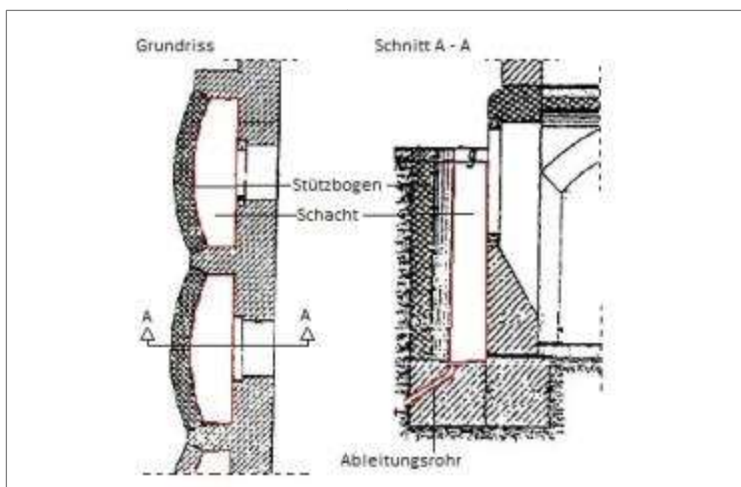
Bild 2.4 Isolierung mit vorgelegtem Luftschlitz¹⁶

eindringende Feuchtigkeit wurden Anstriche aus Asphaltteer oder Zementputz angeordnet.¹⁷ Eine andere Möglichkeit die Umfassungsmauern vor eindringender Feuchtigkeit zu schützen, war die Anordnung von Luftschlitzen (vgl. Bild 2.4)

Einen besseren Schutz vor eindringender Feuchtigkeit bietet die Anordnung von ca. 50 cm breiten, schließbaren Kanälen (vgl. Bild 2.5) oder die Anlage von oben offenen Gräben oder Schächten längs der Umfassungsmauer (vgl. Bild 2.6).

¹⁶ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-31

¹⁷ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-30

Bild 2.5 Isolierung mit schließbaren Luftkanälen¹⁸Bild 2.6 Isolierung mit vorgelegten Luft- und Isolierschächten mit Stützbögen¹⁹

2.1.3 Kellergewölbe und -decken

Die Ausführung der Kellerdecken entspricht dem Nutzungszweck des Kellers. So wurde eine luftdichte und feuchtigkeitsbeständige Konstruktion gefordert. Gewölbe und Teilgewölbe (Kappendecken) stellten hier die

¹⁸ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-31

¹⁹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-31

hauptsächlich Ausführungsarten dar.²⁰ Sie wurden aus Ziegelsteinen üblichen Formates der Region hergestellt. Als Mörtel kam hier Kalk- oder Kalkzementmörtel mit geringer Zementbeimischung zur Anwendung.

Grundsätzlich wird bei Gewölben zwischen zwei Ausführungsarten unterschieden (vgl. Bild 2.7 Zylindrisches (links) und sphärisches Gewölbe (rechts)). Zum einen die zylindrischen Gewölbe, zu denen Spiegel-, Stern-, Mulden-, Kreuz-, Kloster- und Tonnengewölbe zählen. Zum anderen die sphärischen Gewölbe wie Kugelgewölbe, Spitz- und Flachkuppel.

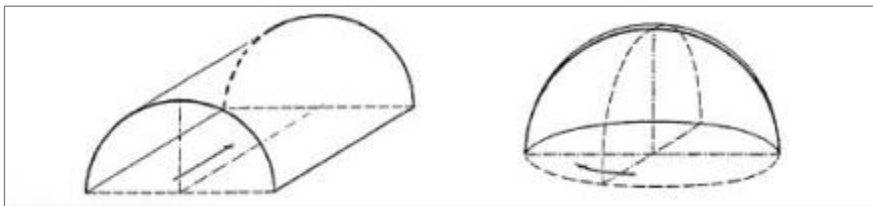


Bild 2.7 Zylindrisches (links) und sphärisches Gewölbe (rechts)²¹

Das Tonnengewölbe (vgl. Bild 2.8: Das Tonnengewölbe) ist die Grundkonstruktion für jedes weitere zylindrische Gewölbe. Wird es durch zwei lotrechte Ebenen entlang der Diagonalen geschnitten, so erhält man vier Teile, wobei die jeweils gegenüberliegenden identisch sind. Es wird nun zwischen Kappe (braun) und Wange (grau) unterschieden. Die diagonale Schnittlinie zwischen Kappe und Wange wird als Gratabogen bezeichnet, die rote Linie ist der Bereich des Widerlagers, die blaue Linie

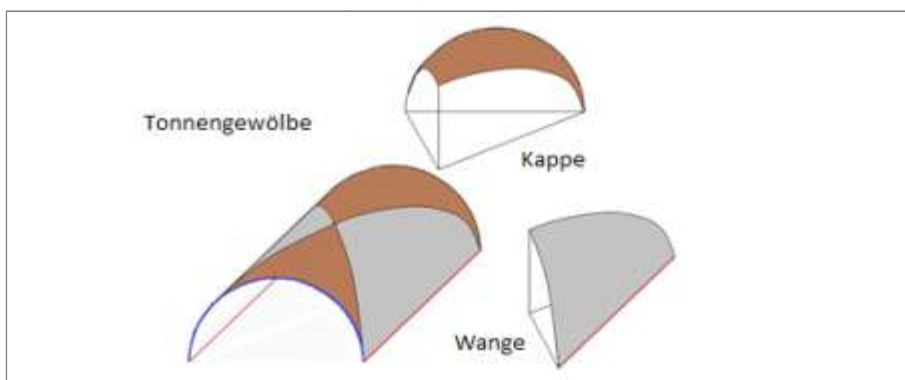


Bild 2.8: Das Tonnengewölbe

wird Schildbogen oder Stirnmauer genannt.

²⁰ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 135

²¹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 9-2

Konstruiert man vier Wangen bzw. vier Kappen aneinander, so erhält man Klostergewölbe bzw. Kreuzgewölbe. Wird das Klostergewölbe auf einem rechteckigen Raum errichtet, so entsteht eine Firstlinie und man spricht nun von einem Muldengewölbe. Das Spiegelgewölbe wird durch das Abschneiden und Ersetzen des oberen Teils durch eine horizontale Ebene konstruiert (vgl. Bild 2.9: (1) Kloster-, (2) Kreuz-, (3) Spiegel-, (4) Muldengewölbe).

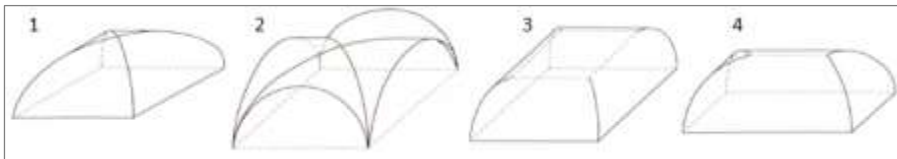


Bild 2.9: (1) Kloster-, (2) Kreuz-, (3) Spiegel-, (4) Muldengewölbe²²

Die eckige Kuppel (vgl. Bild 2.10: Die eckige Kuppel) stellt den Übergang zwischen zylindrischer und sphärischer Kuppel dar und wird durch das Aneinanderreihen von mehreren Wangensegmenten konstruiert.

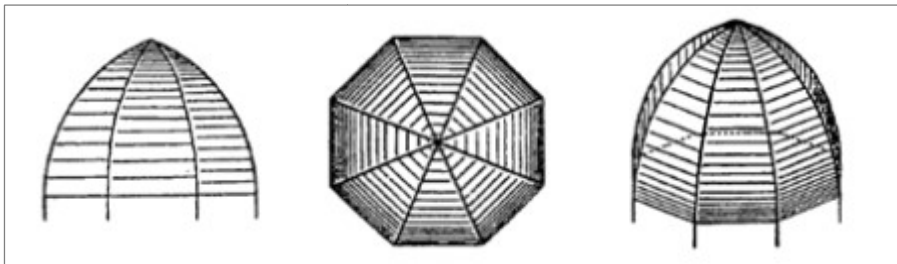


Bild 2.10: Die eckige Kuppel²³

Sphärische Gewölbe konnten lediglich über kreisförmigen Grundrissen erstellt werden. Da aber die Kellerräume meist quadratische Formen hatten, entstand die böhmische Kappe oder böhmisches Platzelgewölbe (Bild 2.11 Die böhmische Kappe) genannt. Hierbei wird das Kuppelgewölbe so konstruiert, als dass die Halbkugel an allen vier Seiten lotrecht geschnitten wird, wobei sich der größte Kuppelkreis außerhalb des eckigen Raumgrundrisses befand.

²² RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 254

²³ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 9-5

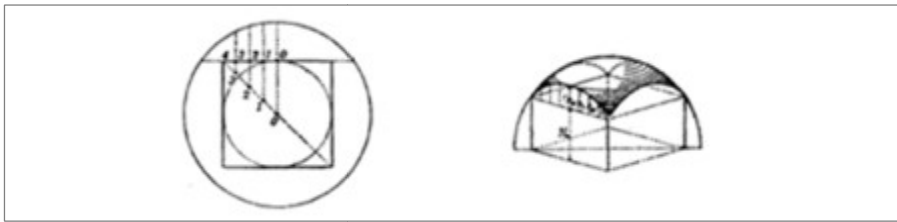


Bild 2.11 Die böhmische Kappe²⁴

In Gründerzeitkellern war es üblich, die Decke als Gewölbe oder Kappendecke auszuführen.²⁵ Eine Art der Kappendecke, welche gerne zur Ausführung kam ist die Traversenkappendecke oder auch preußische Kappe genannt (Bild 2.12 Traversenkappendecke). Die geringere Stichhöhe hatte eine bessere Nutzung des Kellerraumes zur Folge. Die Kappendecke entspricht einer Aneinanderreihung von mehreren Segmentbögen des Tonnengewölbes zwischen biegebeanspruchten Stahlträgern als Widerlager. Die Stichhöhe betrug zwischen $1/5$ und $1/10$ der Deckenspanweite. Die Spannweite eines Segmentes konnte hierbei zwischen 0,8 und 2,5 Meter betragen.

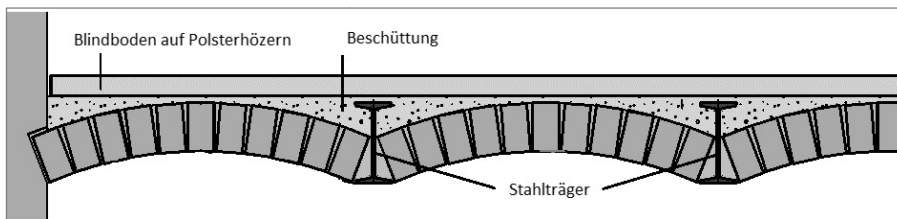


Bild 2.12 Traversenkappendecke²⁶

Bei halbkreisförmigen Tonnengewölben entstehen lediglich Druckkräfte welche als Vertikallasten auf die Widerlager übertragen werden. Bei Bogensegmenten, teilen sich die Druckkräfte am Auflager jedoch in Vertikal- und Horizontalkräfte (Gewölbeschub) auf, weshalb bei der Kappendecke an den Endfeldern Zuganker oder im Mauerwerk Ringanker angeordnet wurden.²⁷ Die Oberseite der Kappen wurde mit Schüttgut befüllt. Hierfür wurden Sand, Schlacke, Ziegelreste und anderer Bauschutt verwendet.²⁸ In diese Beschüttung wurden Polsterhölzer eingerieben und darauf der Blindboden und weitere Fußboden erstellt.

²⁴ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 9-6

²⁵ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 135

²⁶ <http://www.bswals.at/wrl-m/raum/gewoelb/skizz/pkapp.htm>. Datum des Zugriffs: 17.06.2017

²⁷ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 253

²⁸ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 136

2.2 Erd- und Obergeschosse

2.2.1 Außenmauerwerk

Im Allgemeinen ist Mauerwerk ein Bauteil, bestehend aus übereinander gelegten Schichten von natürlichen oder künstlichen Steinen, die bei gründerzeitlichen Gebäuden mithilfe von Mörtel, meist Kalkmörtel (Luftkalk) oder auch Zementmörtel, verbunden sind.²⁹

Der üblich verwendete Baustoff zur Errichtung von gründerzeitlichem Mauerwerk war der gebrannte Ziegel.³⁰ Die Erfindung des Ringofens durch Friedrich Eduard Hoffmann im Jahr 1859 und die damit einhergehende konstante Qualität der Ziegel, stellte die Weichen für den Ziegelmauerwerksbau und verdrängte die traditionelle Holz- und Lehmbauweise. Durch die fortschreitende Mechanisierung von Herstellungsprozessen konnten Mauerwerksziegel in großen Mengen und kostengünstig hergestellt werden und dem regen Baugeschehen ausreichend zur Verfügung stehen.³¹ Folglich wurden die Außenwände der Obergeschosse von Europas Gründerzeithäusern zu 95 % aus Mauerziegeln erstellt.³²

Wie in Tabelle 1 zu sehen ist, wurden anfangs die Ziegel regional noch in unterschiedlichsten Formaten hergestellt. Handlichkeit, das Gewicht, die Brenntechnik und die Forderung, dass zwei Ziegelköpfe mit Fuge einer Ziegellänge entsprechen müssen, beeinflussten die Ziegelabmessungen. Ein einheitliches Ziegelformat – das Reichsformat - wurde in Preußen 1870 festgelegt.

Tabelle 1: Backsteinformate im 19. Jahrhundert³³

Backsteinformate des 19. Jahrhunderts	Länge (cm)	Breite (cm)	Höhe (cm)
Alt-Badisches Format	27,0	12,0	6,0
Alt-Hamburger-Format	22,0	10,5	6,5
Altes Oldenburger Format	22,0	10,5	5,2
Bayrisch Königstein	29,0	14,0	6,5
Alt-Österreichisches Format	29,0	14,0	6,5
Ab 1870 dt. Reichsformat	25,0	12,0	6,5

²⁹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-1

³⁰ WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; JAKUBETZ, S.: Denkmal und Energie, 1. Auflage. S. 155

³¹ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 51

³² GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 138

³³ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 45

Die Mauerstärken wurden von jeher nach der Ziegelbreite inklusive der Dicke der Stoßfugen abgestuft konstruiert (vgl. Tabelle 2 **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Bis 1870 entsprach die Wanddicke einer Ziegelmauer in etwa $1/8$ und die einer Bruchsteinmauer $1/6$ der aufgehenden Wandhöhe bzw. wurden nach den Erfahrungswerten der Baumeister ausgeführt.

Tabelle 2: Mauerstärken nach Abstufung der Ziegelbreite³⁴

Stärke der Steine	Mauerstärke (cm) österreich. Format	Mauerstärke (cm) dt. Reichsformat
1/2	15	13
1	30	26
1 1/2	45	39
2	60	52
2 1/2	75	65
3	90	78
3 1/2	105	91

Ab den 70er Jahren des 19. Jahrhunderts wurden in Bauordnungen Mindeststärken für das Mauerwerk aufgeführt, bei deren Ausführung auf einen Nachweis der Statik verzichtet werden konnte (vgl. Bild 2.13 Regionale Mindeststärken belasteter Außenwände). Hierbei war es üblich die Mindestwandstärken in Abhängigkeit der Geschosshöhe festzulegen.

³⁴ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-2

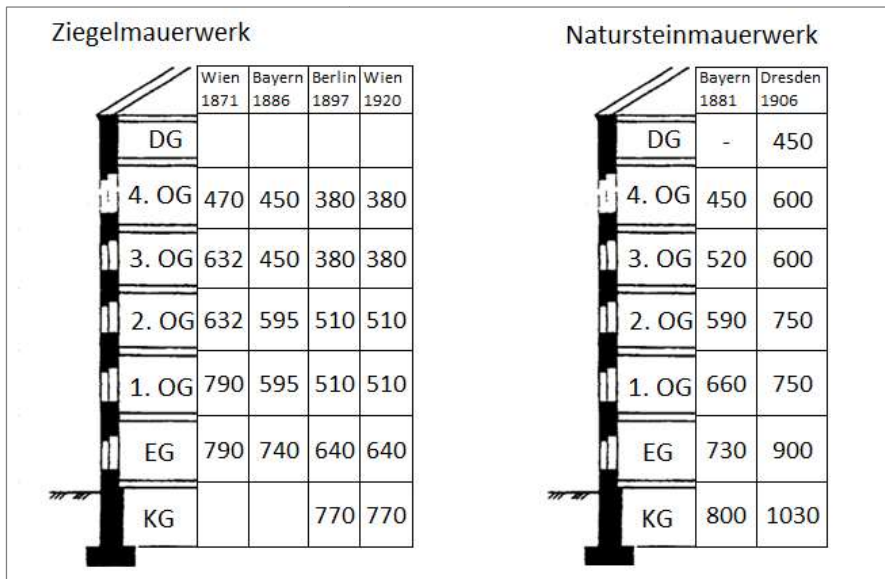


Bild 2.13 Regionale Mindeststärken belasteter Außenwände³⁵

Neben dem Errichten von massiven Vollwänden, wurden teilweise auch Wände als zweischaliges Hohlmauerwerk ausgeführt. Bei diesen wurde die stärkere Außenwandschale mit Hilfe von Bindersteinen, Drahtankern oder auch Flachstahl mit der schwächeren Innenwandschale verbunden (vgl. Bild 2.14 Verbindungsmöglichkeiten der Wandschalen)



Bild 2.14 Verbindungsmöglichkeiten der Wandschalen³⁶

War kostengünstiger Naturstein in ausreichender Menge und nahe der Baustelle zu erhalten, wurde auch dieser zur Errichtung von Vollwandkonstruktionen verwendet und entweder rustiziert oder verputzt. Hierbei handelte es sich meist um Sand- und Kalksteine, aber auch Granit oder Basalt wurden je nach regionalem Vorkommen verwendet. Die meisten Bauten aus Naturstein wurden aus Bruchstein hergestellt.³⁷ Bei Bruch-

³⁵ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-3

³⁶ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-10

³⁷ JANSSEN, J.: Verfahren zur technischen Bewertung von Altbauten. Dissertation. S. 18

steinmauerwerk (vgl. Bild 2.15 Bruchsteinmauerwerk) unterscheidet man zwischen:

- Ordinärem Bruchsteinmauerwerk,
- Zyklopen- oder Polygonalmauerwerk und
- Schichtenmauerwerk.³⁸

Bei ordinärem Mauerwerk wurden die unbearbeiteten Steine vermauert. Die Zwischenräume der größeren Binder wurden mit kleineren Steinen vermauert. Die Steine des Zyklopenmauerwerks, welche keine wirkliche Lagerfläche vorwies da sie eher rundlich sind, wurden bis in 15 cm Mauertiefe polygonal zugeschlagen und zusammengefügt. Es entstehen nur wenige bis keine Lagerfugen, weshalb zur Steigerung der Festigkeit lagerhafte Steine an den Mauerecken und –enden angeordnet werden mussten. Weiters wird zwischen rauem und reinem Schichtenmauerwerk unterschieden. Steine des reinen Schichtenmauerwerks wurden an den Mauerhäuptern, den Lager- und Stoßfugen bearbeitet, sodass eine Fuge von lediglich bis zu 8 mm ermöglicht wurde. Innerhalb einer Schicht darf die Höhe, im Gegensatz zum rauem Schichtenmauerwerk, nicht wechseln, sodass immer eine nahezu waagrechte Lagerfuge entsteht. Das raue Schichtenmauerwerk musste wegen der Unregelmäßigkeiten der Schichtenhöhen spätestens alle 1,50 m ausgeglichen werden.

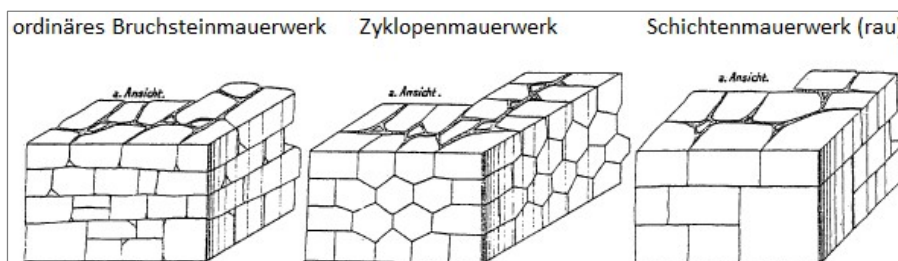


Bild 2.15 Bruchsteinmauerwerk³⁹

Das Mauerwerk wurde grundsätzlich mit Luftkalk, im Sockelbereich mit Zementputz verputzt. Ersterer hat die Eigenschaft, dass er nicht hydraulisch abbindet, sondern, wie der Name schon andeutet, an der Luft aushärtet. Verputzt wurde das Mauerwerk ebenfalls üblicherweise mit Kalkmörtel an Innen- und Außenseite.⁴⁰ An der Außenseite wurde der Putz hofseitig glatt mit geringem Anspruch auf Ästhetik und straßenseitig meist aufwändig den Naturstein nachahmend, rustiziert als Quader-, Bossen-, oder Nutzenputz ausgeführt.

³⁸ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-15

³⁹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-15f

⁴⁰ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 139

Gebäudesockel

Der Gebäudesockel bildet den unteren Abschluss der reich verzierten Gründerzeitfassade. Dieser Bereich ist nicht nur der Feuchtigkeit ausgesetzt, sondern ebenfalls mechanischen Belastungen durch Anprall, Stoß oder Schlag. Als Baustoffe kamen hier Natursteine, Kunststeine, Klinker, keramische Fliesen sowie Platten und wasserundurchlässiger Putz in Frage.⁴¹

Der Gebäudesockel war im 19. Jahrhundert mit aufwendigen Profilen oder einfachen Platten aus Werkstein verkleidet worden und mit dem dahinter aufgehenden Hauptmauerwerk verbunden. Häufig wurde auch das aufgehende Kellermauerwerk (Bruchstein oder Klinker) weitergeführt und mit Zementmörtel verputzt oder sichtbar gehalten.

Das Problem der Feuchtigkeit im Sockelbereich und die damit einhergehende Entstehung von sichtbaren Wolken war bereits damals bekannt, weshalb auch Konstruktionen mit hinterlüfteten Platten oder mit Lüftungssteinen (Prüßwand) zur Ausführung wurden (vgl. Bild 2.16 Ausführungsvarianten Sockelbereich).

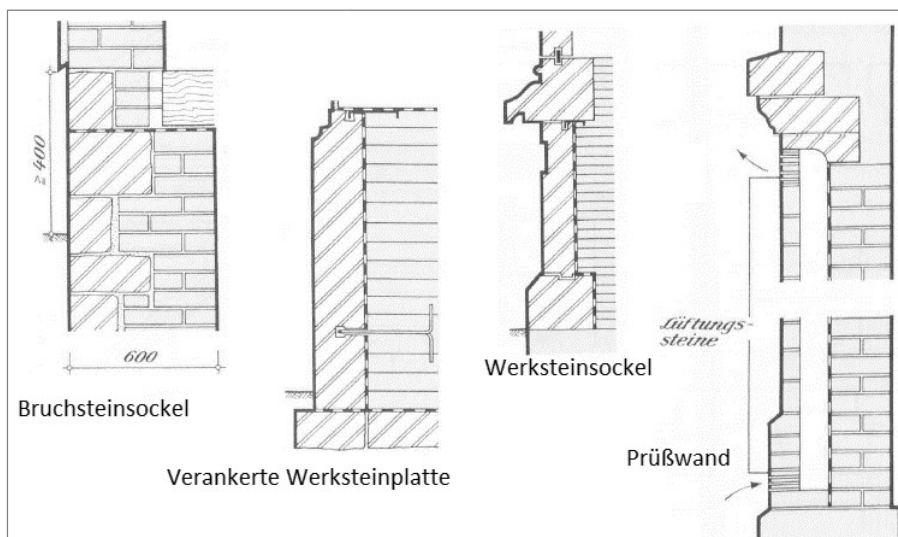


Bild 2.16 Ausführungsvarianten Sockelbereich⁴²

Auf Höhe des Sockels befinden sich außerdem die Kellerfenster um ursprünglich eine Durchlüftung des Kellers zu ermöglichen. Heutzutage sind diese oft dauerhaft verschlossen (vgl. Bild 2.17).

⁴¹ AHNERT, R.; KRAUSE, K.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band I. 6. Auflage. S. 178

⁴² AHNERT, R.; KRAUSE, K.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band I. 6. Auflage. S. 179



Bild 2.17 Ausführungsvarianten Sockelbereich⁴³

2.2.2 Gesimse und Gestaltungselemente

Ein typisches Merkmal der städtischen Gründerzeithäuser sind die prunkvollen, meist gestalterisch sehr anspruchsvollen Fassaden. Während die hofseitigen Fassaden sehr schlicht, normal verputzt und rein funktionell (Wirtschaftsbalkon) gestaltet wurden, sind die straßenseitigen Fassaden sehr aufwändig ausgeführt (vgl. Bild 2.19 Gestalterische Elemente der Gründerzeitfassade).

Die Gestaltung gründerzeitlicher Fassaden ist von mehreren Stilepochen geprägt. So findet man in den Frühgründerzeit (1840-1870) Fassadenelemente (vgl. Bild 2.18 Fassaden der (links) Früh-, (mitte) Hoch-, und (rechts) Spätgründerzeit) des frühen bzw. romantischen Historismus. Gesimse, Fensterstürze und Parapet-Felder mit Stuckdekor schmücken diese Fassaden.⁴⁴ Die Gliederung der flachen Straßenfront mit Verzicht auf Ornamente übernehmen Fensterachsen und Sohlbank-, Kordon- und Kranzgesimse wobei eine rasterartige Fassade entsteht. Verstärkt wurde diese Gliederung durch Pilaster- und Friessysteme.⁴⁵

⁴³ AHNERT, R.; KRAUSE, K.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band I. 6. Auflage. S. 179

⁴⁴ CELEDIN, G.; RESCH, W.: Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz. S. 63

⁴⁵ ABRIHAN, C.: Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918. Werkstattbericht. S. 28

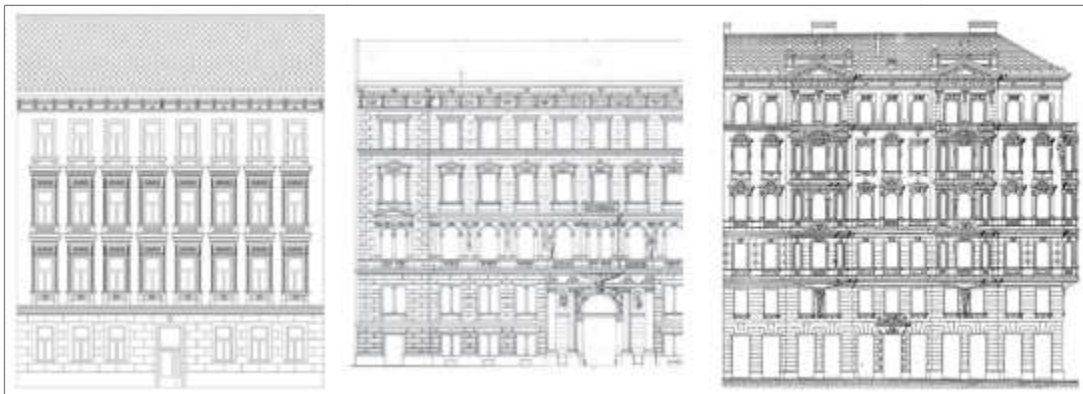


Bild 2.18 Fassaden der (links) Früh-, (mitte) Hoch-, und (rechts) Spätgründerzeit⁴⁶

Fassaden der Hochgründerzeit (1870-1890) (vgl. Bild 2.18 Fassaden der (links) Früh-, (mitte) Hoch-, und (rechts) Spätgründerzeit) sind überwiegend vom strengen Historismus geprägt. Licht und Schattenspiel sind prägend für Fassaden dieser Entstehungsjahre. Es wird versucht den historischen Stil von Gotik, Renaissance und Barock auf exakte Art und Weise zu übernehmen, weshalb man auch von neogotischer, neorenaissance- oder neobarocker Fassadengliederung spricht.⁴⁷ Durch die Ausführung von Blendballustraden, Fensterrahmen, Dreiecks- oder Segmentgiebeln entsteht eine Plastizität der langen Hausfronten. Meist sind es glatte, teilweise auch genutete Wände wobei ein Geschoss, die Beletage, mit hohen Fenstern, Balustrade und häufig auch Statuen hervorgehoben wird. Auf einer vertikalen Achse und auch bei den abgechrägten Ecken von Eckhäusern war die Anordnung von Erkern üblich. Gesimse und die einheitliche Fensterverdachung gliedern die Fassade horizontal. Die Fenstergröße nimmt allgemein mit zunehmender Geschosshöhe ab weshalb das Attikageschoss nur kleine und wenig dekorierte Fenster vorweist.⁴⁸

In der Spätgründerzeit (vgl. Bild 2.18 Fassaden der (links) Früh-, (mitte) Hoch-, und (rechts) Spätgründerzeit) welche sich zeitlich von 1890 bis 1918 eingliedert, findet man Merkmale des Späthistorismus, des altdeutschen Stils und des Jugendstils. Der Späthistorismus versucht die einzelnen Stilrichtungen wieder zu verknüpfen. Flache Dekorationsformen und Erker sind typisch für diesen Stil. Vermehrt wurden Fassaden dieses Stils mit Fassadenmalereien verziert.⁴⁹ Der altdeutsche Stil, eine Sonderform des Historismus, bedient sich der Renaissancearchitektur an Er-

⁴⁶ ABRIHAN, C.: Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918. Werkstattbericht. S. 28,40,62

⁴⁷ CELEDIN, G.; RESCH, W.: Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz. S. 66

⁴⁸ ABRIHAN, C.: Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918. Werkstattbericht. S. 40

⁴⁹ CELEDIN, G.; RESCH, W.: Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz. S. 69

kern, Portalen und Fensterrahmen und orientiert sich am deutschen Bürgerhaus.⁵⁰ Der Jugendstil war in der Zeit der Jahrhundertwende im gesamten Europa vorzufinden und gilt als Gegenbewegung des Historismus. Stilisierte Pflanzen, Stuckköpfe und schwungvolle Linienführungen prägen die Jugendstilfassade.⁵¹

Allgemein fand in der Spätgründerzeit eine stärkere Rhythmisierung der Fassaden durch das Vermeiden von gleichwertigen Fensterachsen statt. Weitere Merkmale dieser Epoche sind die Anordnung von Mittel und/oder Seitenrisaliten, Portale in den Erkerachsen, Türme insbesondere an Ecken und üppige Giebelbekrönungen.⁵²

Ein Gesims ist ein horizontal gliederndes Band, welches zierend aus einer Fassade hervorragt. Es hat des Weiteren den Zweck die Fassade vor Niederschlägen zu schützen, weshalb es mit einem ausreichenden Gefälle oder einer wasserdichten Abdeckung, meist Zinkblech oder dergleichen, ausgeführt bzw. versehen wird.

Je nach Lage und Bestimmung werden 6 verschiedene Gesimsarten voneinander unterschieden (vgl. Bild 2.19).

Sockel- oder Fußgesims separiert den Sockel von aufgehenden Wänden oder Säulenschaft.

Gurtgesimse oder auch Band-, Zwischen-, Kordon- oder Abteilungs-gesimse genannt, liegen in Deckenhöhe und trennen die einzelnen Geschosse voneinander.

Haupt-, Krönungs- bzw. Kranzgesims besitzen meist die größten Ausladungen und stellen die Abgrenzung zwischen Fassade und Dach dar.

Außerdem wird unterschieden in **Sohlbank- oder Brüstungsgesims und Fenster- und Türumrahmungsgesims**.

Zu den Gesimsen zählen ebenfalls **Giebel- und Bogenverdachungen**.

⁵⁰ CELEDIN, G.; RESCH, W.: Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz. S. 71

⁵¹ CELEDIN, G.; RESCH, W.: Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz. S. 73

⁵² ABRIHAN, C.: Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918. Werkstattbericht. S. 62

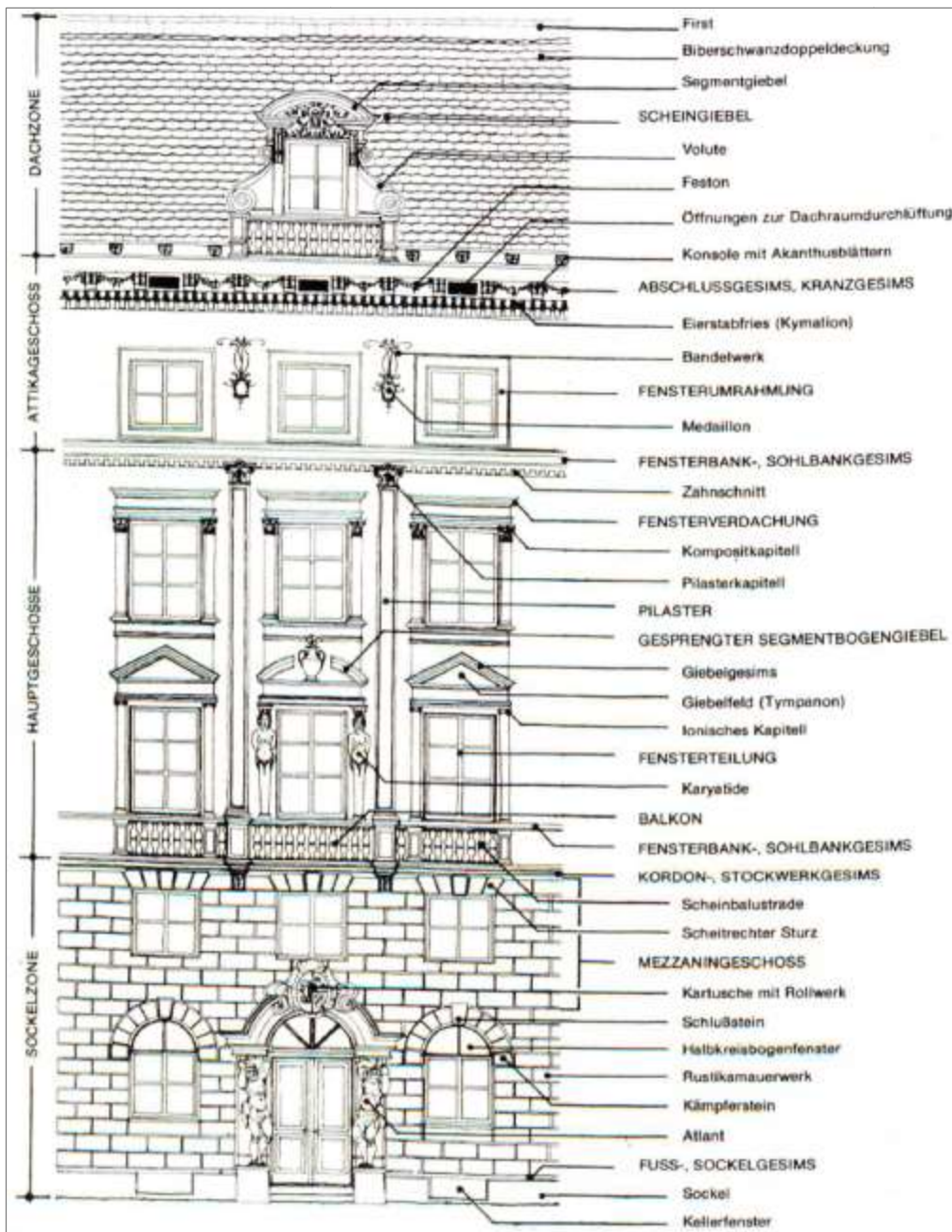


Bild 2.19 Gestalterische Elemente der Gründerzeitfassade⁵³

Gesimse wurden aus verschiedenen Materialien hergestellt. Einerseits wurden sie aus Naturwerksteinen gefertigt, andererseits kamen auch die günstigeren Materialien wie Kunststein, Terrakottaformen oder Stuckgips zum Einsatz.⁵⁴

⁵³ BREITLING, P.: In der Altstadt leben. S. 38

⁵⁴ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 136

2.2.2.1 Werksteingesims

Aus Werksteinen wurden fortlaufende, glatte und profilierte Gesimglieder, Kragsteinreihen, Bogenreihen wie auch Aufsatzmauern oder Brüstungen hergestellt.⁵⁵

Fortlaufende Gesimglieder wurden entweder in den Verband der Mauer eingelegt, oder im Sinne des Quaderverbandes aufgereiht (vgl. Bild 2.20 Fortlaufendes Gurtgesims (1) und Kragsteinreihe mit Bogenreihe aus Werkstein (2)).

Kragsteinreihen wurden entweder aus einem Stück oder mehreren Schichten gebildet. Es sind Konsolen, welche tief in die Mauer eingreifen um die Lasten von Kranzplatten, Steinrinnen oder Bogenreihen zu tragen (vgl. Bild 2.20 Fortlaufendes Gurtgesims (1) und Kragsteinreihe mit Bogenreihe aus Werkstein (2)).

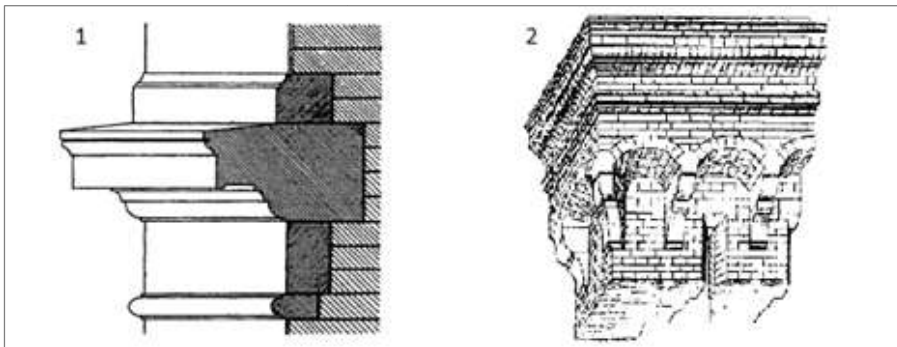


Bild 2.20 Fortlaufendes Gurtgesims (1) und Kragsteinreihe mit Bogenreihe aus Werkstein (2)⁵⁶

Bogenreihen konnten ebenfalls aus einem Werkstück, oder aus mehreren keilförmigen Teilstücken (Mauerbogen) gebildet werden.

Aufsatzmauern oder Gesimsbrüstungen (vgl. Bild 2.21 Brüstung als volle Steinmauer (1), Maßwerk (2) und Balustrade (3)) treten als wirkliche Brüstungen an Balkonen, am Dachfuß als Umgang aber auch rein architektonisch, wenige Zentimeter vor der Mauerfläche, in Erscheinung. Ausgeführt wurden sie entweder als durchbrochene Steinmauer (Balustrade, Maßwerk oder Zinnenkranz) oder als volle Steinmauer mit Krönungs- und/oder Fußgesims.

⁵⁵ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-2 ff

⁵⁶ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-3

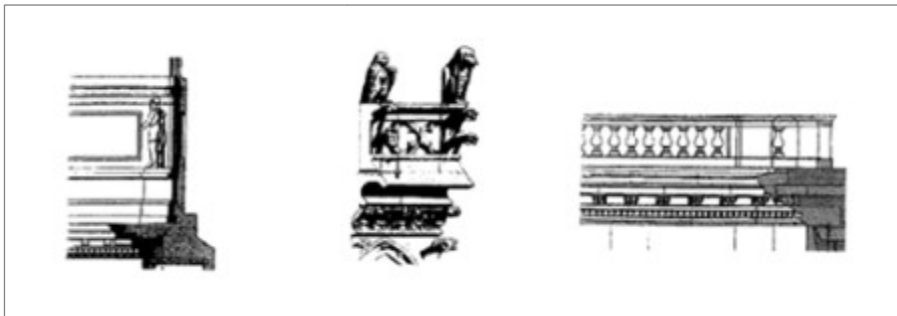


Bild 2.21 Brüstung als volle Steinmauer (1), Maßwerk (2) und Balustrade (3)⁵⁷

Die Auskragung der großformatigen Gesimssteine konnte entweder selbsttragend ausgeführt, in das aufgehende Mauerwerk eingebunden oder mittels Ankern abgespannt werden. Selbsttragende, auskragende Gesimssteine konnten ebenfalls durch auflagernde Dachstuhlkonstruktionen stabilisiert werden (vgl. Bild 2.22 Selbsttragende Werksteingesimse). Bei der statischen Berechnung durfte diese ausgleichende Belastung jedoch nicht herangezogen werden, da sie im Falle eines Brandes nicht mehr vorhanden wäre.



Bild 2.22 Selbsttragende Werksteingesimse⁵⁸

Sehr stark ausladende Werksteinplatten konnten mittels eingelegten I-Stahlprofilen und Zugankern oder gekuppelten Hängestangen, welche zwei I-Profile umfassten, gesichert werden (vgl. Bild 2.23 Verankerungen der Werksteinplatten).

⁵⁷ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-4

⁵⁸ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 136

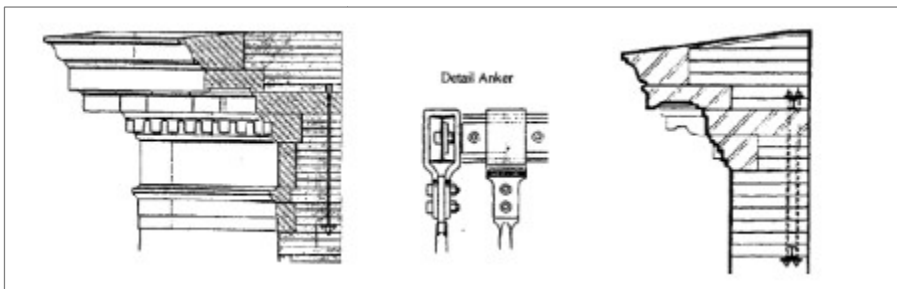


Bild 2.23 Verankerungen der Werksteinplatten⁵⁹

2.2.2.2 Gesimse aus gebrannten Steinen

Diese Art von Gesimsen wurde roh mit Glasierung oder verputzt ausgeführt. Vortretende Backsteinschichten, Rollschichten, Stromschichten, Kreuzlagen, Zahnschnitte, Staffel- und Bandfriese, Konsolreihen und vorkragende Bogenreihen oder Bogenfriese waren neben Dachbrüstungsmauern, Attiken und vorkragenden Pfeilern Gesimskonstruktionen aus gebrannten Steinen (vgl. Bild 2.25 Gesimse aus gebrannten Steinen). Bei verputztem Gesims wurden die Steine vorest grob ins Profil gehauen und danach wurde mit Hilfe eines Gesimshobels in mehreren Vorgängen Mörtel aufgetragen (vgl. Bild 2.24 Gesimshobel für das Verputzen eines Gesims).

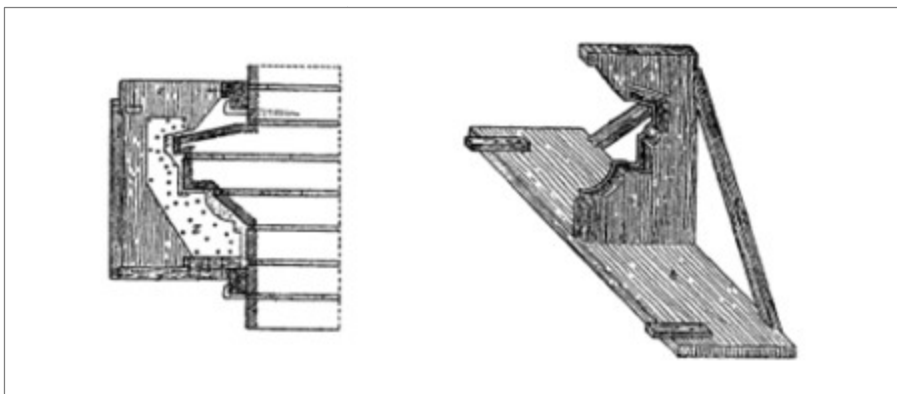


Bild 2.24 Gesimshobel für das Verputzen eines Gesims⁶⁰

⁵⁹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-6

⁶⁰ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-17

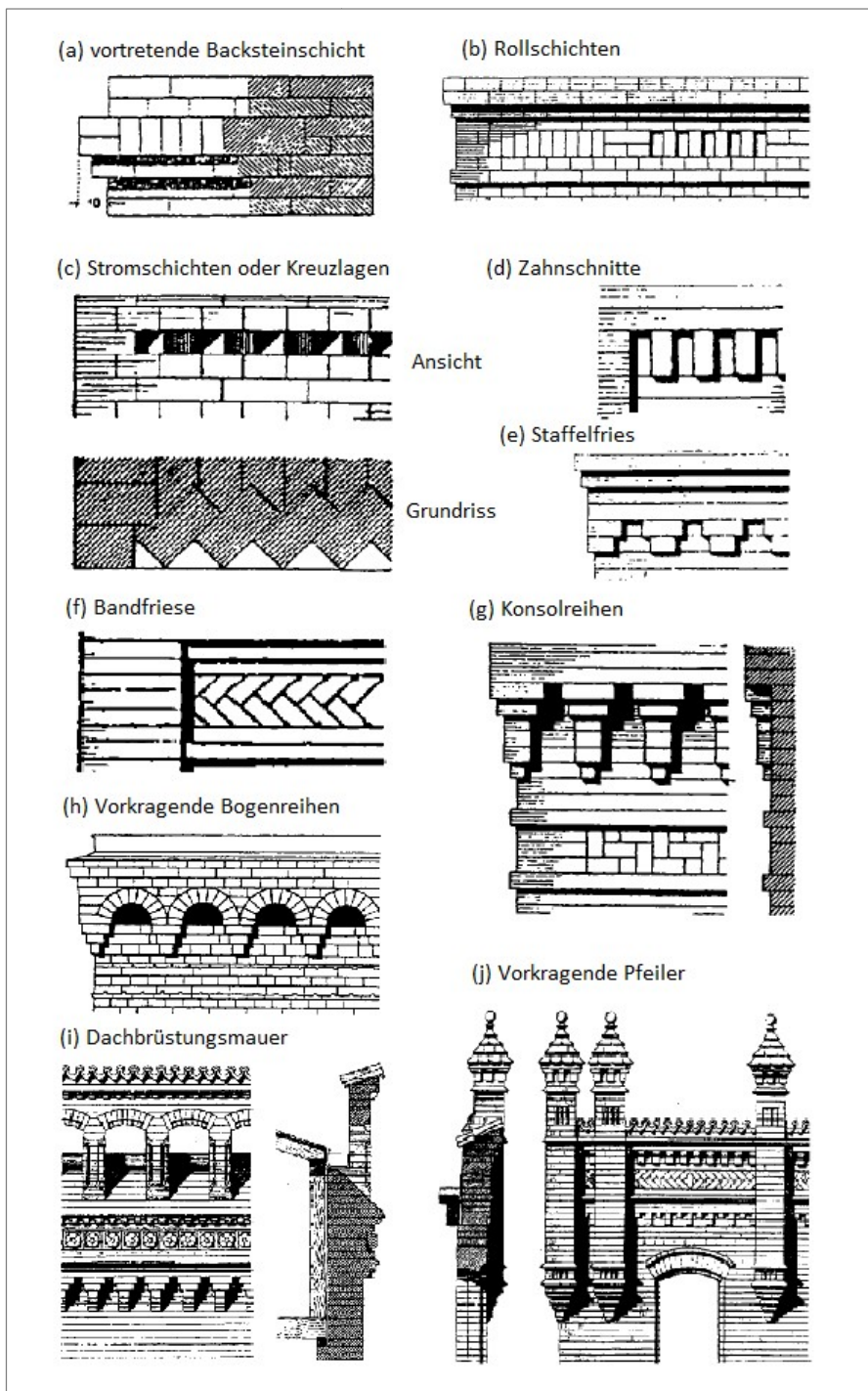


Bild 2.25 Gesimse aus gebrannten Steinen⁶¹

⁶¹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-10 ff

2.2.2.3 Gesims aus Formstein oder Terrakotten

Formsteine sind gebrannte Ziegelsteine, welche von den üblichen Backsteinmaßen abweichend, weitere Grundmotive zur Gestaltung von Gesimsen schafften. Die feineren Terrakotten (vgl. Bild 2.26 – Terrakotten als Hauptgesimstragsteine) konnten als Blockstücke, Platten, Schalen oder Hohlkörper an Gesimsen Verwendung finden.

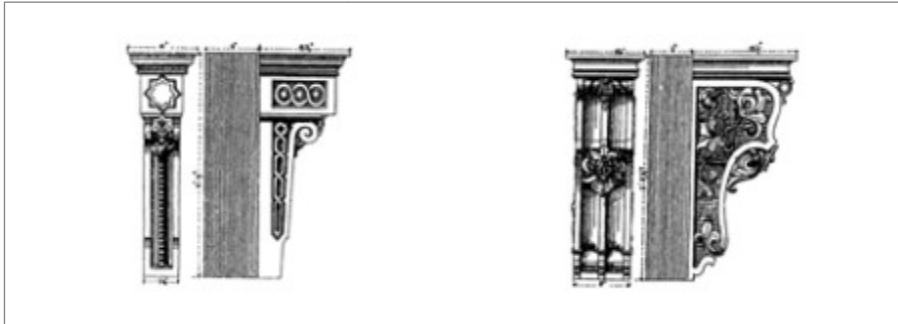


Bild 2.26 Terrakotten als Hauptgesimstragsteine⁶²

Außerdem waren diese im 19. Jahrhundert als allgemeiner Fassadenschmuck weit verbreitet. Bild 2.27 Beispiele für Terrakotten zeigt, dass Terrakotten unter anderem auch bei Fenster-Parapetten als Rosetten oder Medaillons, bei Fensterumrahmungen, hohlen Statuen und Figuren unterschiedlichster Art und Größe, als zierende Elemente der gründerzeitlichen Fassade dienten.

⁶² LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-14

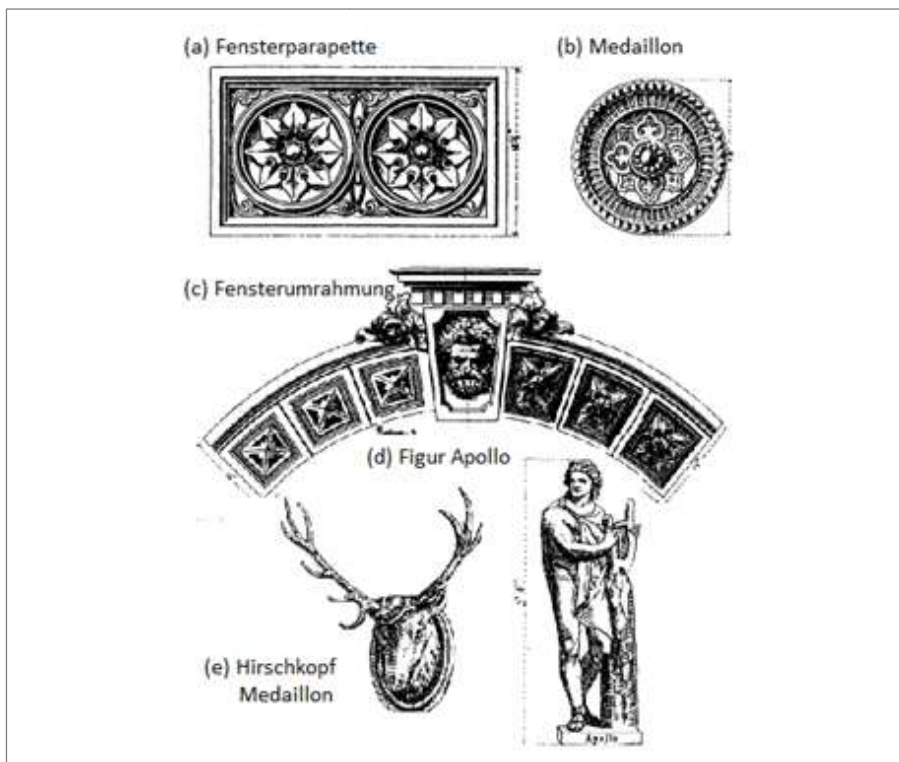


Bild 2.27 Beispiele für Terrakotten⁶³

2.2.2.4 Gesimse bei Umrahmungen von Fenstern und Türen

Hierbei wird zwischen der Trägereinfassung, bei welcher Pfeiler und Überdeckung als solche in Erscheinung treten, und dem Rahmen, als hängender oder stehender Rahmen, unterschieden. Während der hängende Rahmen die gesamte Öffnung umschließt, wird beim stehenden Rahmen das Gesims lediglich über die drei oberen Ränder der Öffnung geführt.

Die hängende Umrahmung (vgl. Bild 2.28 Hängender Rahmen (a) und Trägereinfassung (b)) zeigt eine gerade durchlaufende Sohlbank mit angrenzender Quadrierung. Die Trägereinfassung (b) besteht im unteren Teil aus einem Kordongesims mit durchlaufender Sohlbank darüber, an den seitlichen Fenstergewänden aus Lisenen und den oberen Abschluss bilden eine Zusammensetzung aus Architrav, Fries und Kranzgesims, welches auch als Verdachung dient.

⁶³ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-14f

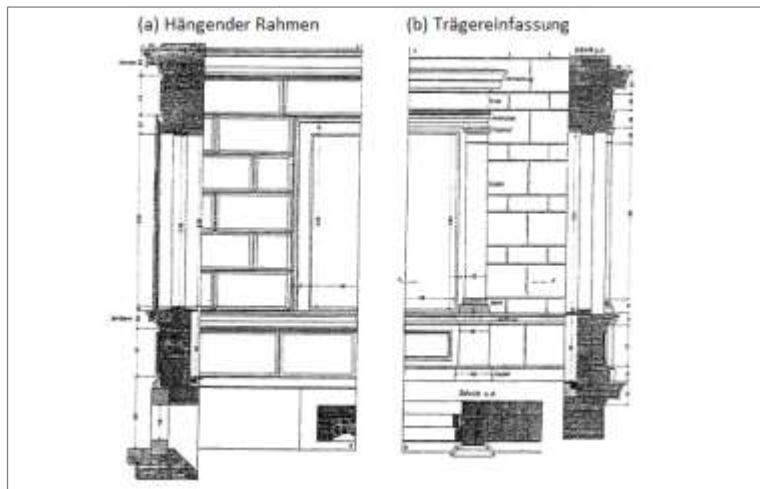


Bild 2.28 Hängender Rahmen (a) und Trägereinfassung (b)⁶⁴

Verdachungen wurden in verschiedenen Giebelformen hergestellt. So konnten diese als Dreiecksgiebel, gesprengter Dreiecksgiebel, verkröpfter Dreiecksgiebel, Segmentgiebel, Ohrenumrahmung unter waagerechter Verdachung, gesprengter Segmentgiebel, Wellengiebel, Halbkreisbogen-Verdachung, Volutengiebel mit oder ohne Bekrönung oder Rokokogiebel mit reicher Dekoration in Erscheinung treten (vgl. Bild 2.29). Häufig findet man an derselben Fassade gleichzeitig verschiedene Arten von Giebeln, wobei je Stockwerk eine andere Form zur Ausführung kam (vgl. Bild 2.28).



Bild 2.29 Wechselnde Formen der Verdachung an einer Fassade

⁶⁴ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-21

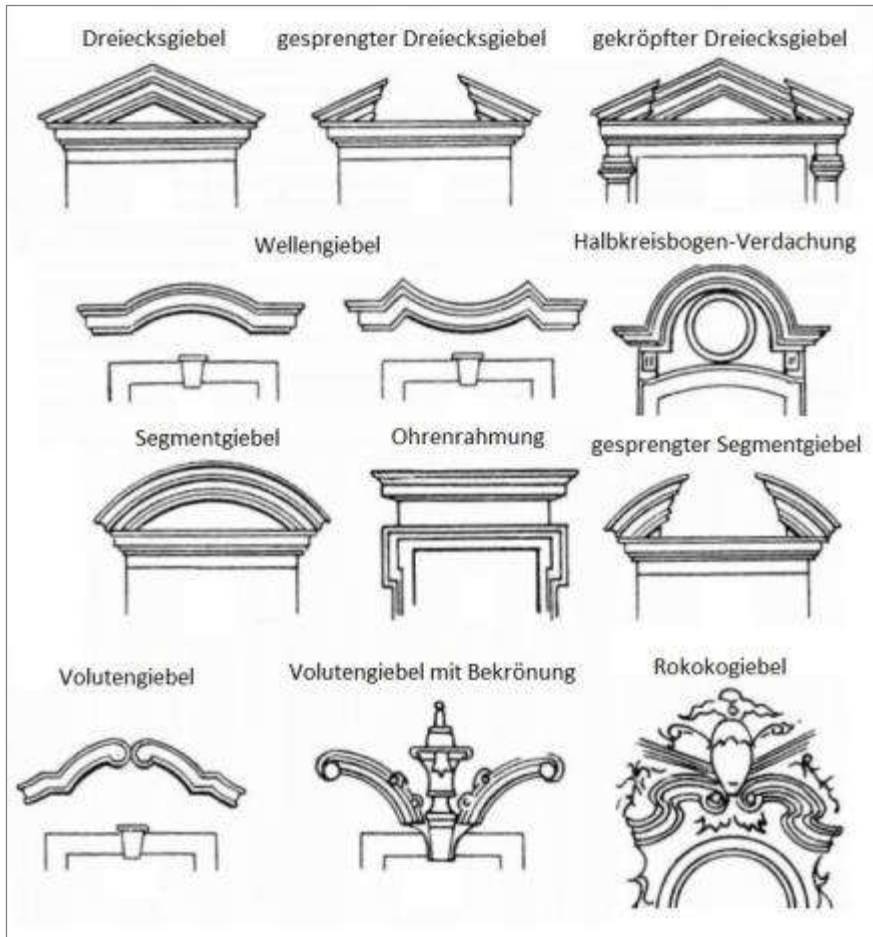


Bild 2.30 Verschiedene Varianten an Verdachungen bzw. Giebeln⁶⁵

2.2.2.5 Abdeckungen der Gesimse

Abdeckungen sollen bei Gesimsen bzw. deren Stoßfugen das Eindringen oder Einsickern von Wasser verhindern, welches zu einer schnelleren Verwitterung führt. Hierzu wurde üblicherweise Zinkblech in die darüberliegende Lagerfuge gesteckt und mit Blei verstemmt oder mit verzinkten Eisenstiften verkeilt. Der Blechrand, welcher über das Gesims hinausragte, wurde auf verschiedene Arten umgebogen, um das Blech zu versteifen und so das Wasser korrekt abgeleitet werden konnte (vgl. Bild 2.31 Ausführungsvarianten des äußeren Blechrandes).

⁶⁵ UNBEKANNT: Fachbegriffe der Architektur. http://test.marterl.at/downloads/Fachbegriffe_in_der_Architektur_.pdf. Datum des Zugriffs: 25.07.2017

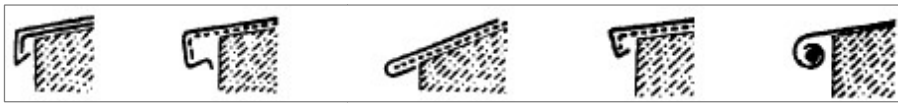


Bild 2.31 Ausführungsvarianten des äußeren Blechrandes⁶⁶

Ein Abheben der Verblechung bei Sturm verhindert ein starkes verzinktes Vorstoßblech. Das 5-10 cm breite durchgehende Blech wurde am äußeren Rand umgebogen wo es in das Deckblech greift und es somit sichert. Holzkeile oder Bleidübel, alle 60 cm und im Abstand von 4-8 cm von der Außenkante angebracht, fixieren dieses Vorstoßblech. Das durchgehende Vorstoßblech konnte aber auch mittels Haften aus starkem verzinktem Eisenblech oder verzinkten Flacheisen ersetzt werden. Letztere wurden beim Aufmauern der Wand in die Lagerfuge eingelegt und zur besseren Verankerung umgebogen. Bei breiten Gurtgesimsen und Traufgesimsen konnte das so nicht geschehen, weshalb diese Flacheisen an Eichendübel geschraubt oder mit Steinschrauben befestigt wurden. Aufgelötete Zinkblechhauben schützten hierbei die Schraubenmuttern vor eindringendem Wasser (vgl. Bild 2.32 Befestigung mittels Flacheisen).⁶⁷

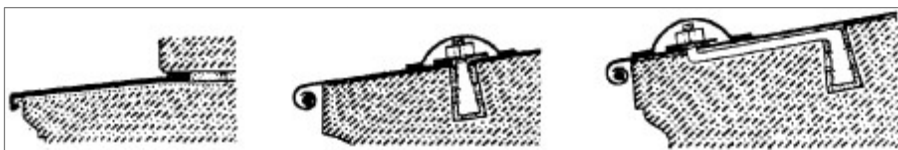


Bild 2.32 Befestigung mittels Flacheisen⁶⁸

Des Öfteren hing die Abdeckung aber auch von der Bedachung ab. So konnten sie z.B. bei Hauptgesimsen aus Flachziegeln, Hohlziegeln, Falzziegeln oder Dachschiefer bestehen.⁶⁹

Bei Gesimsen aus gebrannten Steinen wurden auch steile Flächen aus glasierten, trapezförmigen Form- und Nasensteinen oder schräg liegenden glasierten Backsteinen hergestellt um ein schnelles Abfließen des Wassers zu erreichen. Genauso wie bei den Werksteingesimsen wurden aber auch hier Abdeckungen aus Dachplatten, Hohlziegel, Falzziegel und Dachschiefer in Zementmörtel sowie auch Zinkblech hergestellt.⁷⁰

⁶⁶ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-4

⁶⁷ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-5

⁶⁸ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-5

⁶⁹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-6

⁷⁰ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 11-9

2.2.3 Balkon und Erkerkonstruktionen

Erker und Balkone waren weitere Mittel um die straßenseitige Gründerzeitfassade zu gliedern, bzw. architektonisch zu gestalten. Balkone wurden hofseitig meist nur schlicht, als Wirtschafts- oder Erholungsbalkon, erstellt. Die Balkonplatten wurden entweder mittels gewölbtem Mauerwerk, einer Natursteinplatte oder einer dünnen Eisenbetonplatte hergestellt. Hofseitig bilden meist einfache Stahlgeländer an Balkonen die Absturzsicherung. Straßenseitig wurden Balkone meist massiv oder mittels Gestaltungselementen wie z.B. Ballustraden und Gesims erstellt.



Bild 2.33 Gründerzeitliche Erker mit darüber angeordneten Balkons⁷¹

Erker (vgl. Bild 2.33) sind geschlossene, aus der Fassade hervorragende, überdachte Vorbauten. Diese wurden eingeschossig oder aber auch über mehrere Geschosse hinweg angeordnet. Zum Teil wurde auch statt einer Blechverdachung über dem Erker ein Balkon mit Stahlgeländer oder Brüstung ausgeführt.

Um ein geringeres Gewicht auf den Auskragungen zu erreichen, wurden Erkermauerwerk oder Balkonbrüstungen auch aus leichterem Material wie Tuff, Sandstein oder teilweise Holz ausgeführt.⁷²

Erker- und Balkonauskragungen wurden u.a. durch

- gemauerte Konsolen (vgl. Bild 2.34 (1)),
- Steinkonsolen oder Werksteinplatten (vgl. Bild 2.34 Auskragungen von Erkern und Balkonen (2)),
- Gusseisen- bzw. Stahlkonsolen (vgl. Bild 2.34 (3)) oder

⁷¹ Autor der Arbeit

⁷² GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 139

- durch das Mauerwerk geführte Eisenträger, mit oder ohne Gegenträger, in Deckenebene zwischen oder anstatt der Holzbalken (vgl. Bild 2.34 (4)) und
- im Mauerwerk eingespannte Stahlträger hergestellt (vgl. Bild 2.34 (5)).⁷³
- Hofseitig konnten Balkone auf Stützen, sogenannte Altane zur Ausführung kommen (vgl. Bild 2.34 (6) und (7)).⁷⁴

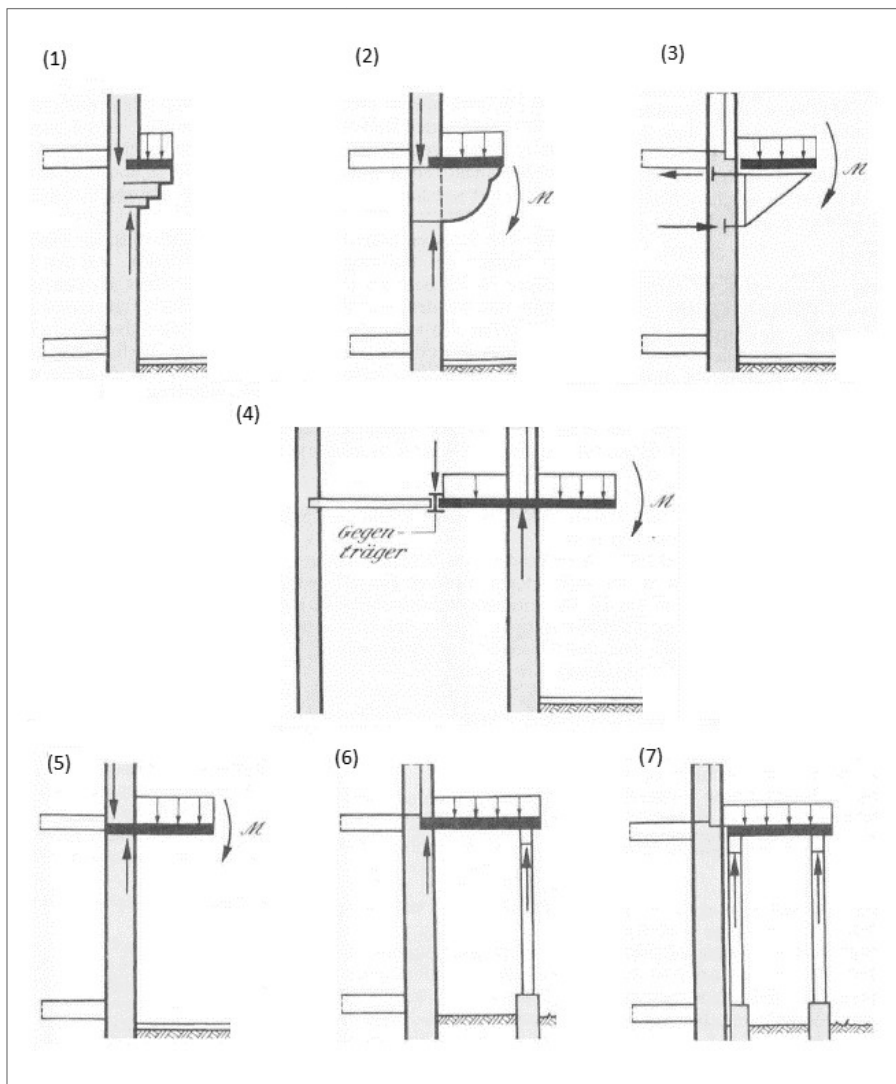


Bild 2.34 Auskragungen von Erkern und Balkonen⁷⁵

⁷³ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 139

⁷⁴ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 172

⁷⁵ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 173

Gemauerte Konsolen entsprechen einer stufenweisen Verbreiterung des Außenmauerwerks. Bei Eisenkonsolen sollte die obere Strebe (Zugbeanspruchung) soweit wie möglich an der Innenseite der Wand verankert werden. Die im Mauerwerk eingespannten Stahlträger waren nur bei stärkerem Mauerwerk möglich. Da der Hebelarm der Auskragung länger als der im Mauerwerk ist, wurden die druckbelasteten Auflagerpunkte aus Naturstein hergestellt oder mit Rundstählen im Mauerwerk nach unten verankert.

2.2.4 Fenster

Fenster der städtischen Gründerzeithäuser waren in der Regel Holzfenster aus Kiefern-, Fichten- oder Eichenholz mit Einfachverglasung. Diese kamen meist als Einfachfenster oder Kastenfenster (Wiener und Grazer Stock) zur Ausführung (vgl. Bild 2.35 Arten von Fensterkonstruktionen der Gründerzeit).

Das Einfachfenster besitzt Fensterflügel in einer Ebene und war hinter den Maueranschlügen der inneren Fensterlaibung angeordnet. Kastenfenster sind doppelte Einfachfenster zusammengefügt in einem Rahmen, wobei es Außenflügel und Innenflügel zu unterscheiden gibt.

Das Grazer Kastenfenster schließt bündig mit der Fassade ab und wird mittels Verdachungen bzw. Fenstergesimsen vor Niederschlägen geschützt. Die Außenflügel schlagen nach außen auf. Diese Anordnung hatte den Vorteil, indem die verglasten Außenflügel im Sommer durch schattenspendende Jalousienflügel ersetzt werden konnten.

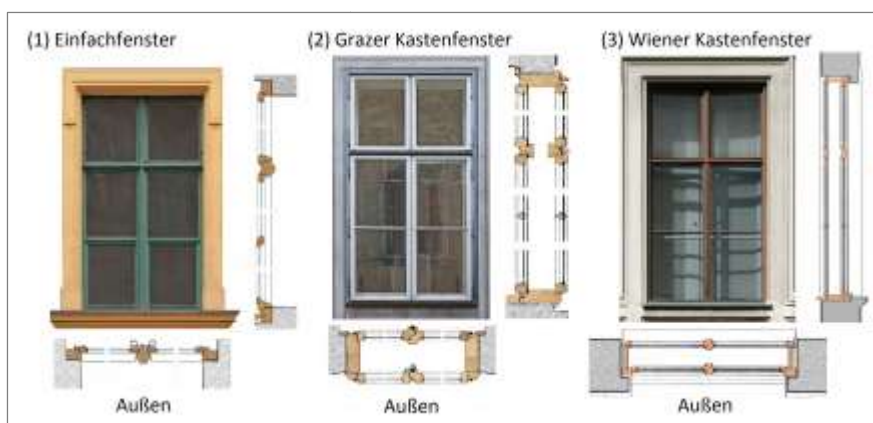


Bild 2.35 Arten von Fensterkonstruktionen der Gründerzeit⁷⁶

⁷⁶ BERNARD, E. et al.: Wiener Fenster - Gestaltung und Erhaltung. S. 20ff

Bei den Wiener Kastenfenstern öffnen Innen- und Außenflügel nach innen, weshalb die Außenflügel kleiner sein mussten. Das Fenster sitzt hierbei nicht mehr fassadenbündig, sondern mit einem Versatz in die Laibung eingerückt und war somit konstruktiv besser vor Schlagregen geschützt. Weitere Vorteile dieser Konstruktion waren einerseits die Reinigung der Fenster von Innen und andererseits ebenfalls die Möglichkeit Jalousien bzw. Rollläden einzubauen.

Das Erscheinungsbild der Fassade wurde maßgeblich von den Fenstern, deren Größe und Fensterteilung geprägt. Von der Früh- bis zur Spätgründerzeit entwickelten sich verschiedene Formen und Teilungen (vgl. Bild 2.36 Arten von Fensterteilungen).

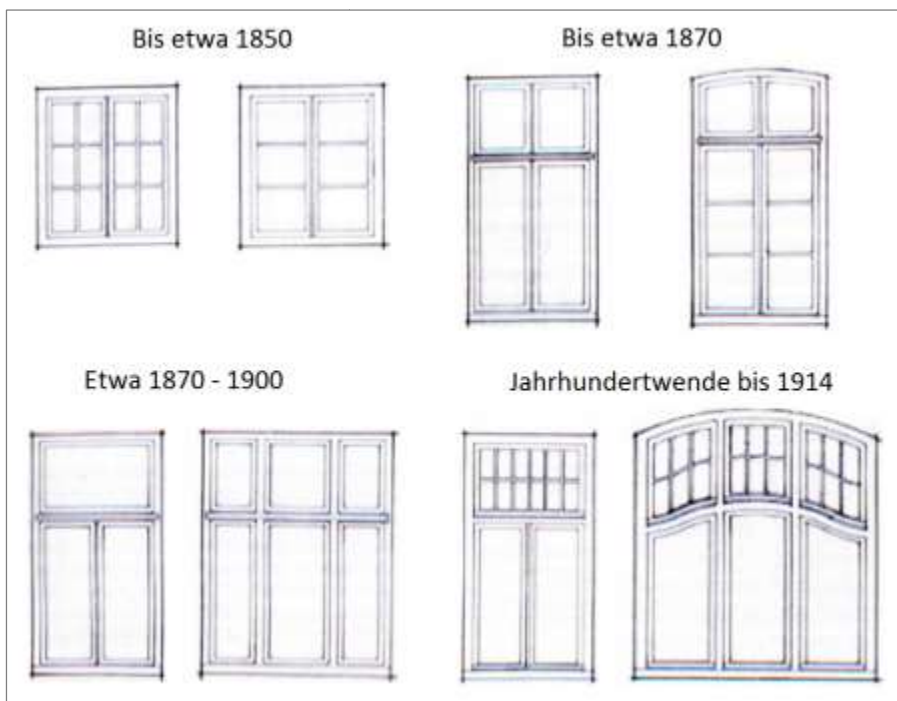


Bild 2.36 Arten von Fensterteilungen⁷⁷

2.2.5 Geschossdecken

Bei Deckenkonstruktionen wird zwischen den massiven Decken und den Holzdecken unterschieden. Massive Decken haben deutliche Vorteile hinsichtlich Brandschutz, Schallschutz, Schwammbefall und Tragfähigkeit bzw. zu großen Durchbiegungen gegenüber den Holzdeckenkonstruktionen. Zu den massiven Konstruktionen dieser Zeit zählen Gewölb-

⁷⁷ CELEDIN, G.; RESCH, W.: Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz. S. 116

te Massivdecken (vgl. 2.1.3 Kellergewölbe und –decken), flache Steindecken zwischen Eisenträgern, Betongewölbe zwischen Eisenträgern, Steineisendecken, bewehrte Vollplatten, Eisenbetonrippendecken und Eisenbeton-Balkendecken.⁷⁸ Bei den Holzdecken wird zwischen Dübel- bzw. Dippelbaumdecke und der Holztramdecke unterschieden.

Im Laufe des gründerzeitlichen „Baubooms“ wurden zahlreiche Massivdeckenkonstruktionen entwickelt. 1892 patentierte der Maurermeister Johann Franz Kleine seine Konstruktion einer Steineisendecke, welche als Vorgänger für zahlreiche weitere Stein- und Steineisendecken gilt. Die Entwicklung und Patentanmeldung des Vorbildes unserer heute üblichen Stahlbetondecken durch Joseph Monier und Francois Hennebique 1878 bzw. 1888 entsprach einer Betondecke mit Stahleinlagen an den durch Zug beanspruchten Zonen. Der Einsatz solcher Eisenbetondecken fand zu Beginn jedoch meist nur bei Verkehrsbauten, Industrie- und Lagerhallen statt. Bis 1870 war es üblich die Geschossdecken als gemauerte Gewölbe oder flache Holzbalkendecke auszuführen. Massive Deckenkonstruktionen wurden bevorzugt über Kellerräumen, unter Küchen, Nassräumen und in Treppenhäusern verwendet.⁷⁹

In Wohngebäuden war zu dieser Zeit jedoch die Holzbalkendecke, welche erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts von der Massivdecke als Regelfall abgelöst wurde, die übliche Deckenkonstruktion. So schreibt HENN im Holzbau-Taschenbuch von 1952:

„Die Holzbalkendecke ist die älteste und verbreitetste Deckenkonstruktion. Sie hat sich im Wohnungsbau gut bewährt. Noch im Jahre 1937 wurden 80% der neu errichteten Wohnhausdecken in Holz ausgeführt, ein Zeichen dafür, daß die Holzdecke bisher die wirtschaftlichste Konstruktion gewesen ist.“⁸⁰

Aus diesem Grunde wird in der weiteren Ausführung dieser Arbeit lediglich auf die gängigsten Holzdeckenkonstruktionen eingegangen. Für weitere Ausführungen zu massiven Deckenkonstruktionen sei auf *AHNERT/KRAUSE*⁸¹ und *LATH*⁸² verwiesen.

⁷⁸ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 10-11 ff

⁷⁹ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 150

⁸⁰ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 10

⁸¹ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 1ff

⁸² LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 1ff

Grundsätzlich wird bei Holzdecken zwischen zwei Konstruktionsvarianten unterschieden (vgl. Bild 2.37 Dippelbaumdecke (links) und Tramdecke (rechts)). Einerseits die Dippelbaumdecke mit direkt aneinander liegenden Balken und andererseits die Tramdecke, bei welcher die Balken mit einem Abstand von 70 – 90 cm zueinander einen Zwischenraum bilden.

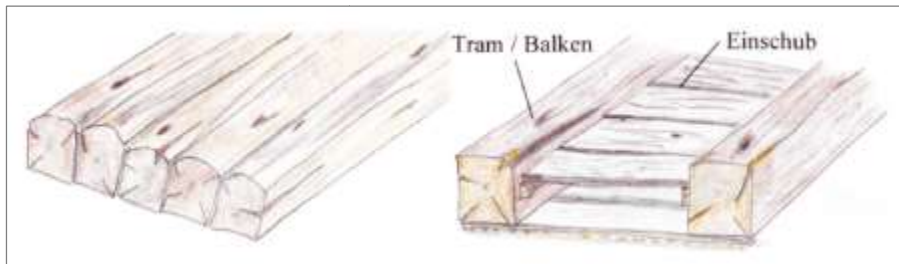


Bild 2.37 Dippelbaumdecke (links) und Tramdecke (rechts)⁸³

Der Tramzwischenraum wurde entweder mittels Stakenhölzern, oder Einschubbrettern überbrückt. Die Hohlräume zwischen den Balken wurden bis zur Oberkante mit Schutt oder Lehm befüllt und darauf auf Polsterhölzern oder direkt auf den Balken der Fußboden erstellt. Die Unterseite wurde entweder geschalt und verputzt oder mit Lehm ausgeklebt. Die hauptsächlichsten Tramdecken, welche zur Ausführung kamen, waren die Tramdecke mit Windelboden, die Tramdecke mit Einschub, die Tramdecke mit Kreuzstaken und bei größeren Spannweiten die Tramdecke zwischen Eisenträgern.

2.2.5.1 Dippelbaumdecke

Die Dippel- oder auch Dübelbaumdecke (vgl. Bild 2.38 Dippelbaumdecke) ist die Urform der Holzdecke. Sie besteht aus direkt aneinander liegenden Holzbalken, welche an lediglich drei Seiten gesägt oder behauen sind. Den Verbund der Balken stellen Hartholzdübel in versetzten Abständen von 1,5 – 2 m her.

⁸³ PLATZER, D.: Bestandserfassung und Instandsetzung historischer Holzdecken unter besonderer Betrachtung der Dippelbaumdecke. Masterarbeit. S. 2

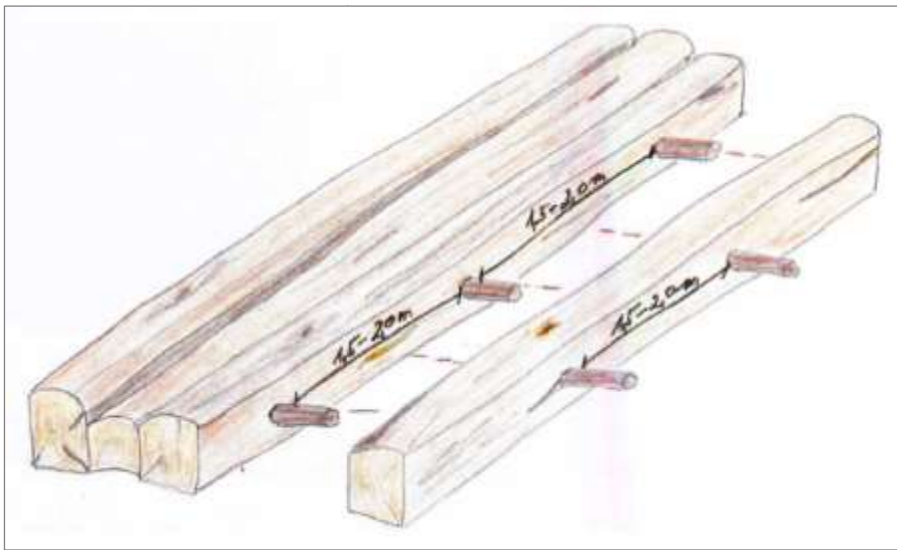


Bild 2.38 Dippelbaumdecke⁸⁴

Auf die Balkenlage wurde eine 8 – 10 cm starke Beschüttung aus Bauschutt, Schlacke, Lehm oder Sand aufgebracht. Darin wurden entweder Polsterhölzer eingerieben und darauf ein Bretterboden erstellt, oder es folgte eine Ziegelpflasterung (unter DG). Die massive Ausführung, mit darauf folgender Schüttung und Ziegelpflaster, erreichte einen höheren Feuerwiderstand, weshalb die Dippelbaumdecke üblicherweise als oberste Geschossdecke unter dem Dachstuhl zu Anwendung kommt, um die Trümmerlast im Brandfall aufnehmen zu können und das Ausbreiten des Feuers zu verzögern. Aus diesem Grund war sie in Österreich ab 1868 verpflichtend einzubauen.⁸⁵

Die Balken wurden nicht direkt auf das Mauerwerk gelegt, um sie vor der Mauerfeuchte zu schützen, bzw. um ein Entweichen der Einbaufeuchte der Hölzer zu ermöglichen. Gelagert wurden die Balken auf einem 15 cm breiten Rastladen oder auf einem 12 x 15 cm starken Balken aus Lärche (Rastschließe).

⁸⁴ PLATZER, D.: Bestandserfassung und Instandsetzung historischer Holzdecken unter besonderer Betrachtung der Dippelbaumdecke. Masterarbeit. S. 5

⁸⁵ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 5 - Sanierung, Fertigteilkonstruktion und Fassaden, Industriehallen. 7. Auflage. S. 30

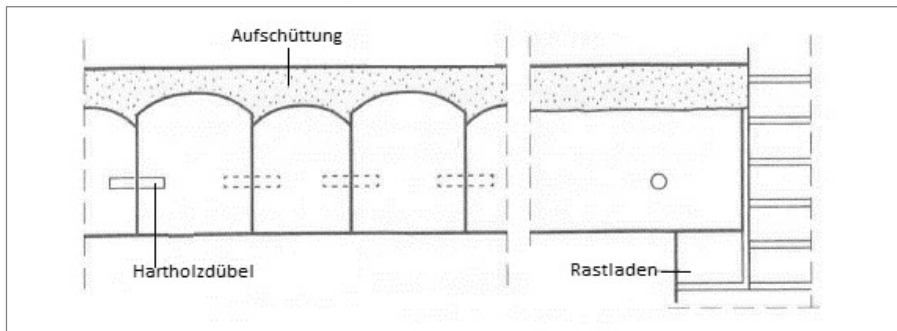


Bild 2.39 Dippelbaumdecke⁸⁶

Zusätzlich galt es die Holzdecke mit dem Mauerwerk zu verankern. Dies geschah mit Kopf- und Giebelankern (vgl. Bild 2.40 Kopf- und Giebelanker). Der Kopfancker besteht aus einer Ankerschiene, welche seitlich an die Balken genagelt wird und einem Ankersplint, welcher ins Mauerwerk eingemauert oder als Zieranker an der Außenwand verbleibt. Alle 3-4 Meter sollte solch eine Verankerung angeordnet werden. Der Giebelanker besteht ebenfalls aus Ankersplint und Ankerschiene, wobei die Ankerschiene mindestens 3 Balken verbinden musste (Siehe Abbildung).⁸⁷

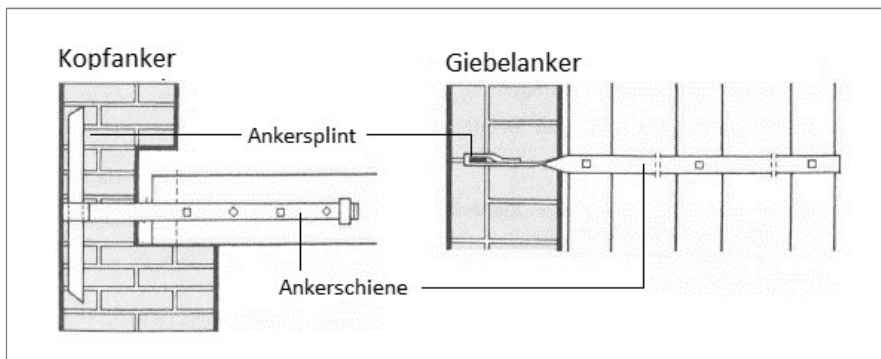


Bild 2.40 Kopf- und Giebelanker⁸⁸

2.2.5.2 Tramdecke mit Windelboden

Beim Windelboden werden 4 - 8 cm dicke, runde Hölzer, gespalteneSchwarten oder Latten mit Strohlehm (Stakhölzer) umwickelt und auf die Balken Mann-an-Mann aufgenagelt oder in die Zwischenräume auf Leisten eingelegt. Auf diesen folgten eine bis zu 2 cm starke Strohlehm-

⁸⁶ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 27

⁸⁷ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 21

⁸⁸ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 20

schicht und der weitere Fussbodenaufbau (vgl. Bild 2.41 Halber

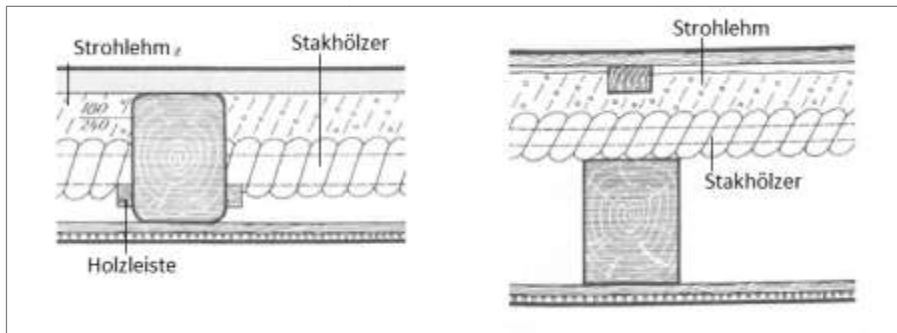


Bild 2.41 Halber Windelboden (links) und gestreckter Windelboden (rechts)⁸⁹

Windelboden (links) und gestreckter Windelboden (rechts)).

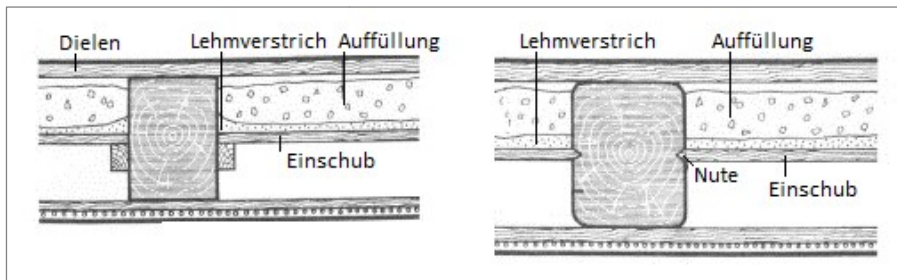
Bei den Tramdecken mit Windelboden wird zwischen ganzen, halben oder gestreckten Windelböden unterschieden. Bei den ganzen oder halben Windelböden werden die Stakhölzer in den Zwischenraum der Deckentrame gelegt, wobei sie beim ganzen Windelboden bündig mit der Unterkante der Trame und beim halben Windelboden auf etwa halber Balkenhöhe lagen. Die Balken wurden entweder seitlich dreieckförmig genutet und die Stakhölzer eingeschoben, oder es wurden seitlich Leisten angenagelt, auf die man die Stakhölzer legte. Für den gestreckten Windelboden wurden längere Schleetstangen auf die Balken genagelt. Die Polsterhölzer wurden hierbei direkt über dem Holzbalken eingerieben, sodass die Last nicht von den Stakhölzern getragen wurde.

2.2.5.3 Einschubdecke

Als Weiterentwicklung der Windelbodendecke gilt die Einschubdecke (vgl. Bild 2.42 Varianten der Einschubdecke). Sie ist mit über 70% die am meisten ausgeführte Holzdecke zwischen 1870 und 1918.⁹⁰ Anstatt der Stakhölzer wird bei dieser Konstruktionsart der Einschub (Bretter oder Schwarten) in Nuten eingeschoben bzw. auf leisten aufgelegt. Auf dem Einschub folgen ein Lehmverstrich und 8 – 10 cm Beschüttung. Der Fußboden wurde auf die Träme genagelt teils mit und teils ohne Abstand zwischen Dielen und Beschüttung.

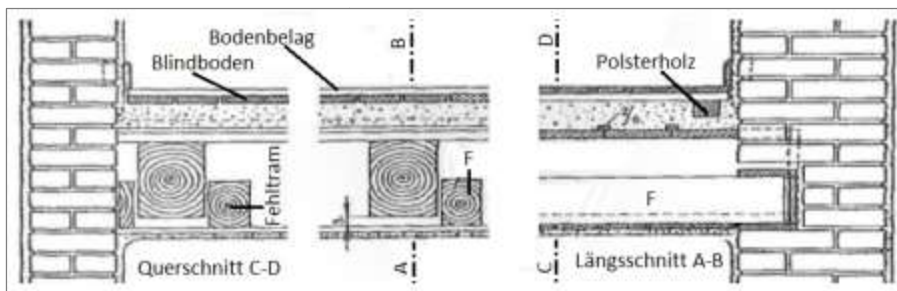
⁸⁹ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 29

⁹⁰ PLATZER, D.: Bestandserfassung und Instandsetzung historischer Holzdecken unter besonderer Betrachtung der Dippelbaumdecke. Masterarbeit. S. 12

Bild 2.42 Varianten der Einschubdecke⁹¹

2.2.5.4 Fehltramdecke

Eine geringere Übertragung der Schwingungen und eine Erhöhung des Schallschutzes konnte durch die Ausführung einer Fehltramdecke herbeigeführt werden (vgl. Bild 2.43 Fehltramdecke). Dies geschah durch die konstruktive Trennung der Sturzdecke (lasttragende Konstruktion) von der Stukkaturdecke (Unterkonstruktion tragend). Hierzu wurden neben den Hauptbalken schwächere Balken, die Fehlträme, mit einem unteren Versatz von ca. 3 -5 cm verlegt. Auf die Fehltrame wurde eine Schalung genagelt welche verputzt wurde. Auf die Hauptträme wurden in die folgende Schüttung Polsterhölzer eingerieben und darauf Blindboden und Bodenbelag verlegt.

Bild 2.43 Fehltramdecke⁹²

2.2.5.5 Tramdecke mit Kreuzstaken

Um größere Tragfähigkeiten gewährleisten zu können konnte eine Kreuzstakendecke ausgeführt werden (vgl. Bild 2.44 Tramdecke mit

⁹¹ AHNERT, R.; KRAUSE, K. H.: Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage. S. 29

⁹² <https://www.yumpu.com/de/document/view/31829531/kapitel-06-a-decken-denkmalpflege-tu-wien/7>. Datum des Zugriffs: 26.06.2017

Kreuzstacken). Die Zwischenräume der Träme wurden mittels Hölzern, welche mit Strohlehm umwickelt sind (Wickelstaken), diagonal verstrebt, was die Quersteifigkeit erhöhte. Die dadurch entstehenden horizontalen Kräfte, welche die Auflager auseinanderdrücken, nehmen entweder Rundanker im Abstand von 2,5 – 3,0 m oder von Bandeisen über den Balkenrosten auf. Auf den Staken folgten ein Lehmverstrich, eine Sandauffüllung und die Dielung.

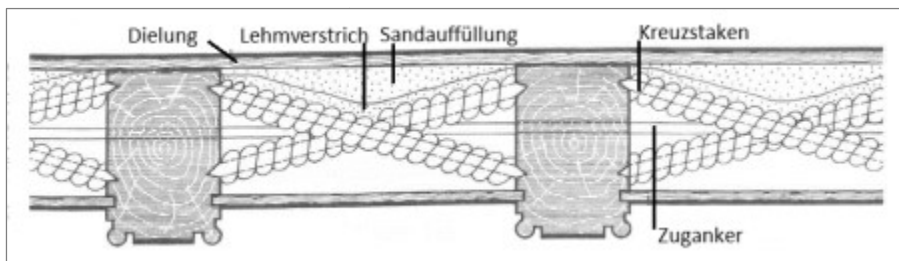


Bild 2.44 Tramdecke mit Kreuzstacken⁹³

⁹³ WELLER, B.; FAHRION, M.-S.; JAKUBETZ, S.: Denkmal und Energie, 1. Auflage, S. 154

2.2.5.6 Tramdecke zwischen Eisenträgern

Die Tramdecke zwischen Eisenträgern bzw. Tramtraversendecke (vgl. Bild 2.45 Tramtraversendecke) besteht aus Trämen, welche auf den unteren Flanschen von I- oder C-Walzprofilen aufliegen. Die Träger wurden in Abständen von 2 - 4 m verlegt und mindestens 30 cm aufgelagert bzw. mittels Traversenschließen mit dem Mauerwerk verankert. Durch das Verwenden von Walzträgern konnten größere Spannweiten überbrückt werden, als bei den übrigen Tramdecken. Gegenüberliegende Träme wurden mit Hilfe von Hängeeisen über den oberen Trägerflansch verbunden. Diese Konstruktion war dauerhafter, da die Eisenträger eingemauert werden konnten und somit die Tramköpfe nicht in Berührung mit feuchtem Mauerwerk kamen.

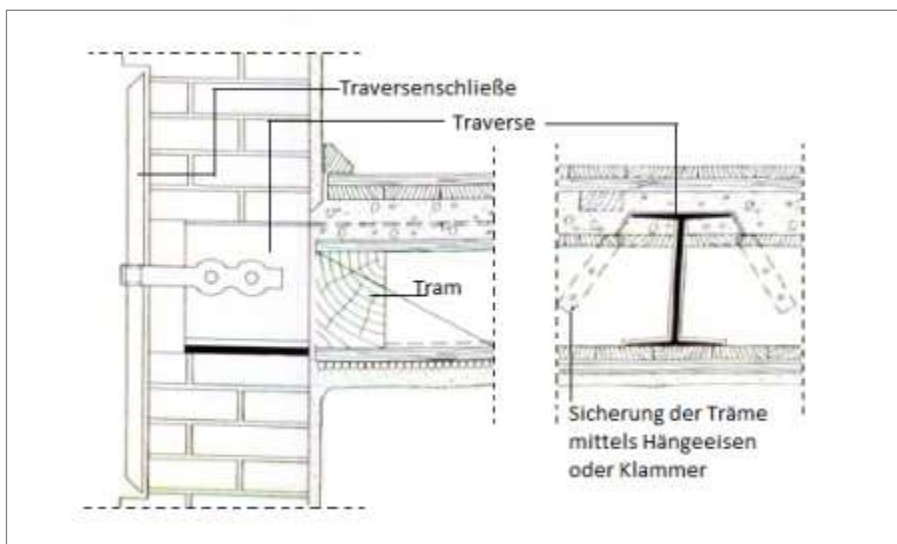


Bild 2.45 Tramtraversendecke⁹⁴

⁹⁴ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 259

2.3 Dachgeschoss

Grundsätzlich war das gründerzeitliche Dachgeschoss nicht für den Wohnaufenthalt sondern rein als Funktionsraum gedacht, weshalb im Nachfolgenden nur diese behandelt werden. Der Vollständigkeit geschuldet, ist zu erwähnen, dass im Laufe der Gründerzeit Druck auf den Wohnungsmarkt entstand und so die ökonomische Verwertung des umbauten Raumes immer mehr an Aufmerksamkeit gewann. Dachgeschosse wurden gegen Ende der Gründerzeit auf qualitativ niedrigem Niveau ausgebaut. Es wurden Bims-, Hüttenstein oder Holzwolleleichtbauplatten in die Sparrenzwischenräume eingebaut, was einen wenn auch nur geringen Wärmeschutz zur Folge hatte.⁹⁵ Im Winter kam es zu hohem Heizbedarf und im Sommer zu sehr hohen Temperaturen im ausgebauten Dachgeschoss, weshalb sie als Wohnungen für Studenten und „brotlose“ Künstler galten.⁹⁶



Bild 2.46 Dachgeschoss (Sparrendach mit liegendem Stuhl)⁹⁷

Die Dachkonstruktion kann prinzipiell in Dachstuhl bzw. Dachtragwerk und Dachhaut/-deckung eingeteilt werden. Der Dachstuhl entspricht dem tragenden Teil der Konstruktion und ist für die Aufnahme und das Ableiten der Lasten aus Eigengewicht, Wind, Schnee und Dachhaut zuständig.

⁹⁵ STAHR, M.: Bausanierung - Erkennen und Beheben von Bauschäden. 6. Auflage. S. 445

⁹⁶ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 151

⁹⁷ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 259

2.3.1 Dachstuhl

Während der Gründerzeit gab es eine Vielfalt an Dachstuhlkonstruktionen, welche ausgeführt wurden. Bild 2.47 Zeittafel der Entwicklung verschiedener Dachtragwerke zeigt die zeitliche Entwicklung der verschiedenen Dachstuhlkonstruktionen. Betrachtet man die Epoche der Gründerzeit, erkennt man, dass sowohl verschiedene Sparren- bzw. Kehl balkendächer als auch Pfettendächer zu dieser Zeit erstellt wurden.

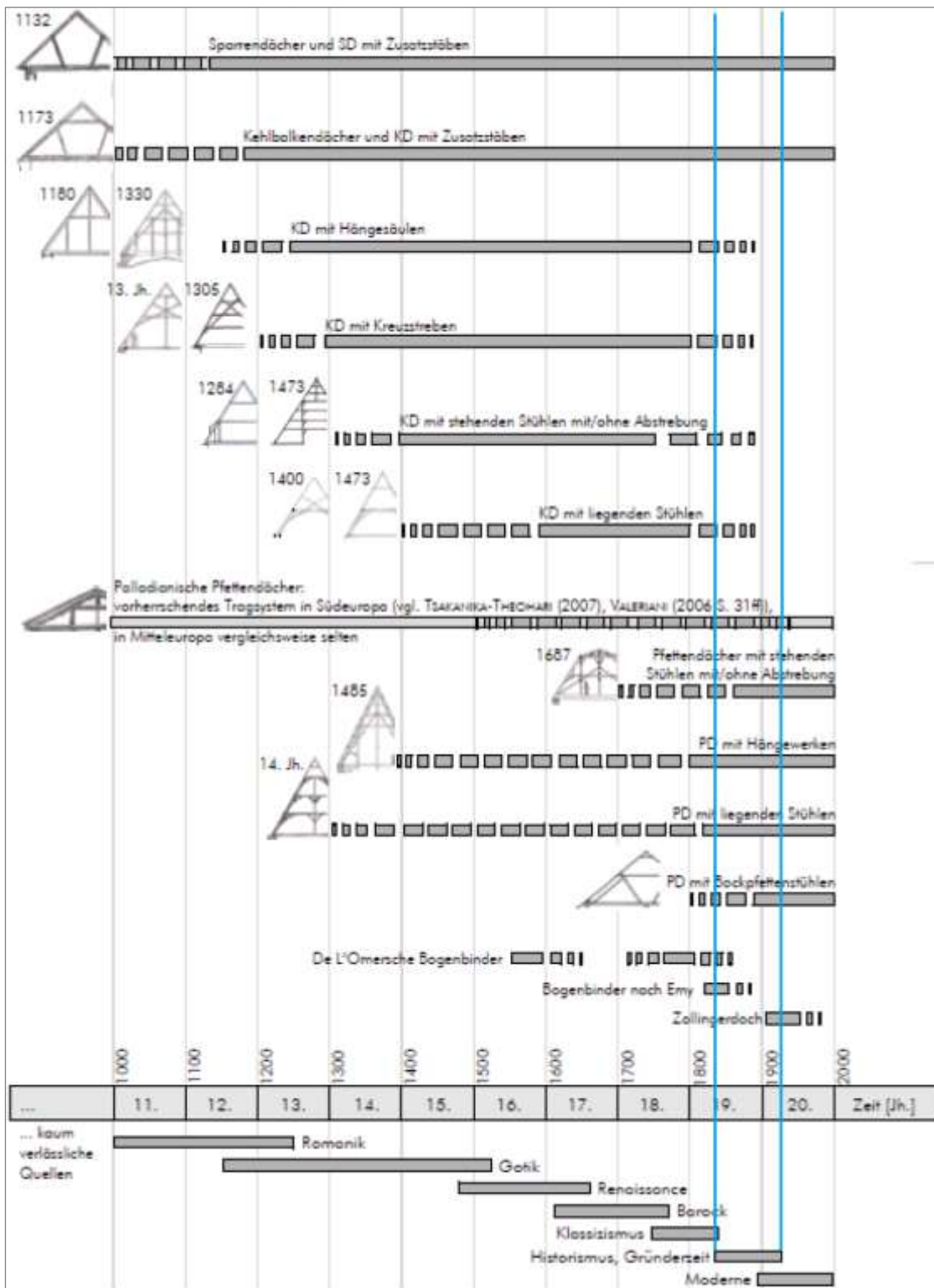


Bild 2.47 Zeitfabel der Entwicklung verschiedener Dachtragwerke⁹⁸

⁹⁸ ORTNER, J.: Instandsetzungshandbuch für historische Dachwerke und deren Verbindungen. Masterarbeit. S. 28

Das einfache Sparrendach (vgl. Bild 2.48 Das einfache Sparrendach) entspricht in seiner Grundform mehreren hintereinander stehenden Dreigelenkrahmen. Das horizontale Zugband wird als Bundtram bezeichnet. Die Sparren werden durch Biegemomente, Quer- und Normalkräfte beansprucht. Zur Aufnahme des von den Sparren abgeleiteten Horizontalschubes musste der Bundtram ausreichend langes Vorholz vorweisen. Aus diesem Grund wurden Aufschieblinge angeordnet, auf welchen die Dachdeckung über das Mauerwerk hinausragen konnte. Zur weiteren konzentrierten Ableitung der Last wurden die Gespärre auf einer Mauerbank aufgelagert. Die nötige Aussteifung erhält die Konstruktion durch Firstpfosten und Windrispen.

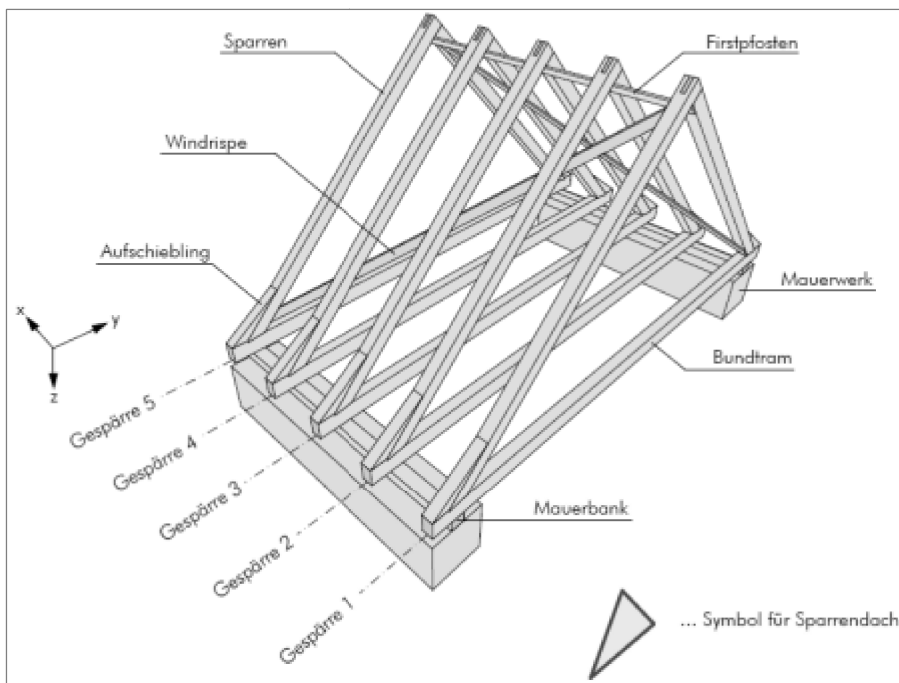
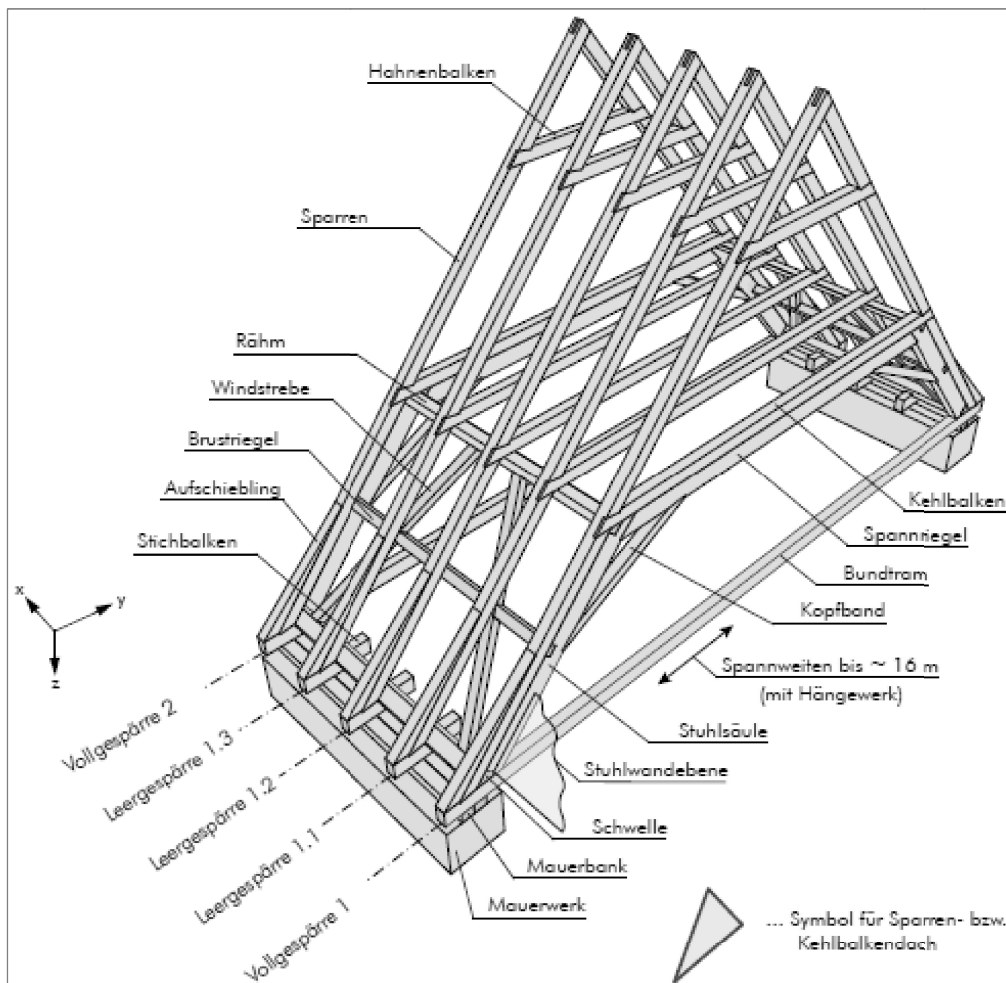


Bild 2.48 Das einfache Sparrendach⁹⁹

Bei Spannweiten bis zu 8 Metern war die einfache Ausführung ausreichend. Wollte man jedoch größere Spannweiten mit dem Konstruktionsprinzip des Sparrendaches realisieren, so mussten konstruktive Unterstüztungen eingebaut werden. Dies geschah entweder durch das Anordnen eines Kehlbalckens und/oder den Einbau von stehenden oder liegenden Stühlen (**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

⁹⁹ ORTNER, J.: Instandsetzungshandbuch für historische Dachwerke und deren Verbindungen. Masterarbeit. S. 11

Bild 2.49 Sparrendach mit liegendem Stuhl¹⁰⁰

Das Pfettendach (vgl. Bild 2.50 Das einfache Pfettendach) kam ab Anfang des 19. Jahrhunderts vermehrt zur Ausführung. Im Gegensatz zum Sparrendach übertragen die Sparren beim Pfettendach lediglich geringe Normalkräfte, sind hauptsächlich auf Biegung und Querkraft belastet und zählen zur Dachhaut. Die Sparren werden auf den in Firstrichtung verlaufenden Fuß-, First-, oder Zwischenpfetten gelagert, welche die Normalkräfte in das Mauerwerk weiterleiten. Die notwendige Aussteifung in Firstrichtung wird durch die Anordnung von Kopfbändern an den Stuhlsäulen gewährleistet. Sollten größere Spannweiten erzielt werden, so wurden Abstreber, Hängewerke oder Sprengwerke angeordnet (vgl. Bild 2.51 Pfettendach mit zweifachem Hängewerk).

¹⁰⁰ ORTNER, J.: Instandsetzungshandbuch für historische Dachwerke und deren Verbindungen. Masterarbeit. S. 14

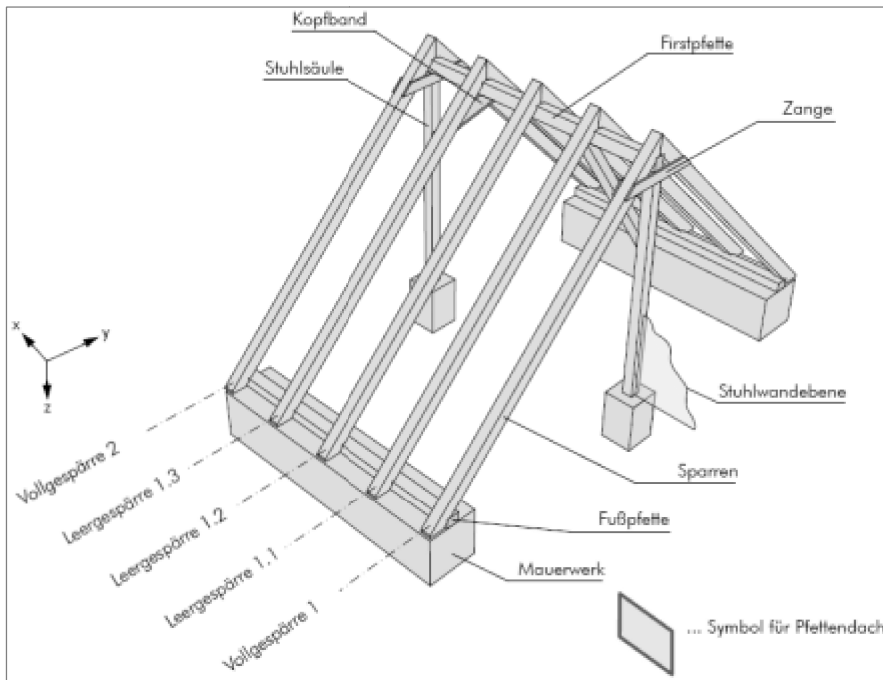


Bild 2.50 Das einfache Pfettendach¹⁰¹

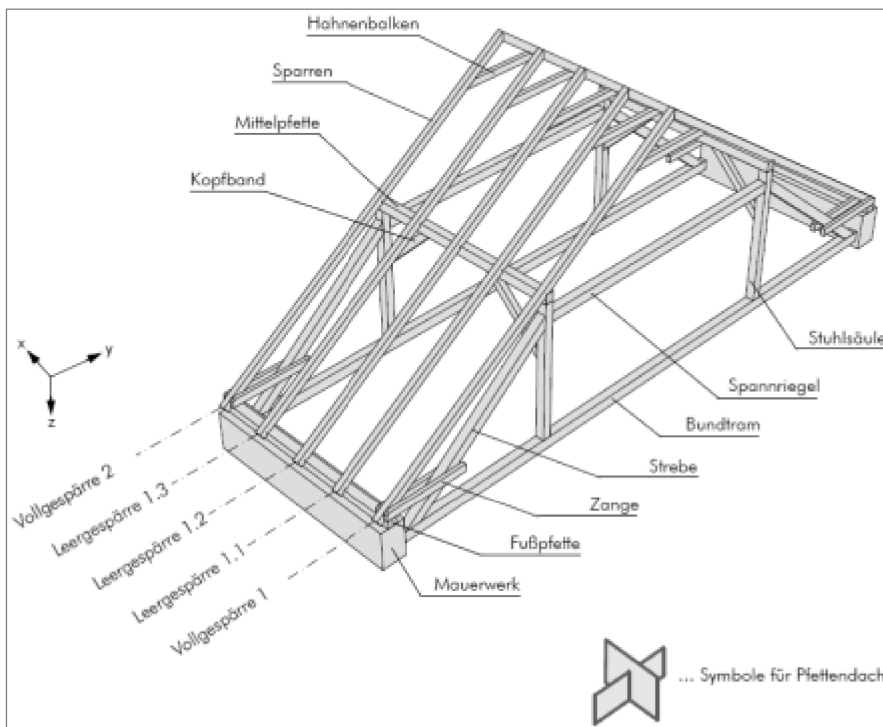


Bild 2.51 Pfettendach mit zweifachem Hängewerk¹⁰²

¹⁰¹ ORTNER, J.: Instandsetzungshandbuch für historische Dachwerke und deren Verbindungen. Masterarbeit. S. 15

¹⁰² ORTNER, J.: Instandsetzungshandbuch für historische Dachwerke und deren Verbindungen. Masterarbeit. S. 17

Eine Sonderform des Pfettendachstuhls, welche oft bei gründerzeitlichen Wohngebäuden ausgeführt wurde, ist der „Wiener“ Pfettendachstuhl.

Der „Wiener“ Pfettendachstuhl (vgl. Bild 2.52 Der "Wiener" Pfettendachstuhl) ist ein doppelt stehendes Pfettendach mit einem straßenseitigen Kniestock (Drempel). Dieser wurde meist als stark ausladendes Gesims verwirklicht. Die Ausführung eines Kniestocks hat eine Vergrößerung des Dachraumes in die Höhe zur Folge. Nicht nur aus diesem Grund, sondern auch aus architektonischen Gründen konnte dieser ausgeführt werden.

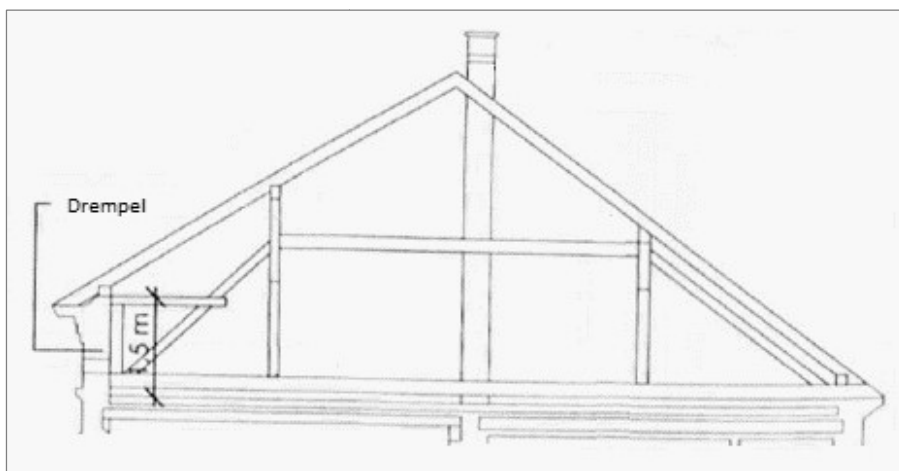


Bild 2.52 Der "Wiener" Pfettendachstuhl¹⁰³

Die grundlegenden Prinzipien der Lastabtragung von Sparren- bzw. Pfettendachstuhl wurden im Laufe der Zeit teilweise kombiniert. Solch eine Hybridkonstruktion ist der „Grazer“ Dachstuhl.

Der Grazer Dachstuhl (vgl. Bild 2.53 Der "Grazer" Dachstuhl) entspricht einem Sparrendach mit Kehlbalken und abgestrebtem, zweifach stehendem Stuhl. Hier spricht man von einem Hybriden, da das bei einem Sparrendach typische Zugband fehlt. Die beiden Stuhlsäulenebenen liegen auf Bundträmen in Firstrichtung auf und leiten die Lasten in die Querwände weiter. Durch diese Konstruktionsweise konnte ebenfalls ein für die Gründerzeit typischer Kniestock realisiert werden.

¹⁰³ RICCABONA, C.; MEZERA, K.: Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage. S. 285

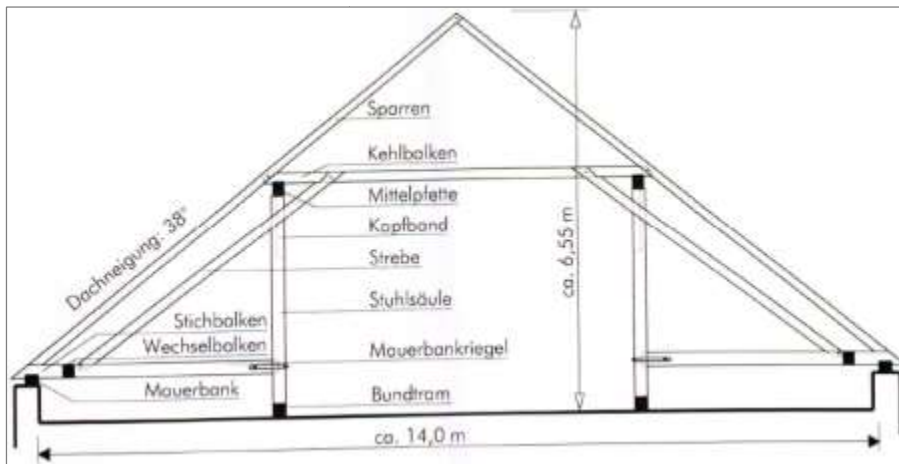


Bild 2.53 Der "Grazer" Dachstuhl¹⁰⁴

2.3.2 Dacheindeckung

Auf die tragende Konstruktion des Dachstuhls wurde typischerweise eine Lattung und darauf die Eindeckung des Daches mit Ziegeln oder Schindeln vorgenommen. Dächer städtischer Gründerzeithäuser wurden grundsätzlich mit Tonziegeln gedeckt. Hier gibt es mehrere verschiedene Formen, welche zur Anwendung kamen. Neben dem Hohl- oder Mönch-Nonnenziegel und der Hohlpfanne war der Biberschwanzziegel der am häufigsten verwendete Ziegel (vgl. Bild 2.54 Verschiedene Dachziegelformen). Mit der Erfindung des Falzziegels um die Mitte des 19. Jahrhunderts wurden auch die traditionellen Ziegelformen mit Falz ausgestattet und weitere neue Formen entwickelt.

¹⁰⁴ MEISEL, A.: Historische Dachstühle. Diplomarbeit. S. 65



Bild 2.54 Verschiedene Dachziegelformen¹⁰⁵

2.3.3 Schornsteine, Dachgauben und Ausstiegfenster

An städtischen Gründerzeitgebäuden sind häufig Dachgauben und nahezu immer Ausstiegfenster vorzufinden. Diese dienen der Belichtung und nötigen Durchlüftung des Dachstuhls. Hier gibt es verschiedene Ausführungsvarianten. Unter anderem die üblichen Schlepp- und Satteldachgauben (vgl. Bild 2.54), Walm- und Mansardengauben und das Ochsenauge bzw. die Fledermausgaube.



Bild 2.55 Schleppgaube (links) und Satteldachgaube (rechts)¹⁰⁶

Schornsteine sind für die feuersichere Ableitung der Rauchgase verantwortlich und wurden, damit der Rauch nicht zu schnell abkühlt und somit die Gefahr der Versottung entsteht, meist in Innenmauern angeordnet. Die Wandungen waren in der Regel $\frac{1}{2}$ Stein stark, es sei denn der Schornstein wurde an einer Außenmauer oder Nachbargrenze situiert,

¹⁰⁵ <http://www.db-bauzeitung.de/wp-content/uploads/3/5/3552814-539x448.jpg>. Datum des Zugriffs: 28.06.2017

¹⁰⁶ (Autor der Arbeit)

dann mussten sie eine volle Steinbreite betragen.¹⁰⁷ Bei Rauchfängen wird zwischen dem schließbaren Rauchfang und dem russischen Rauchfang unterschieden. Die schließbaren Rauchfänge hatten meist einen quadratischen Querschnitt mit Seitenlängen von 45 – 60 cm. Ein Mann war somit in der Lage hineinzuklettern, den Rauchfang zu reinigen und/oder zu kontrollieren. Wegen seiner großen Dimensionen wird dieser aber lediglich für große Feuerungen wie z.B. die Feuerung von Fabriken oder bei Schmiedefeueranlagen angeordnet.¹⁰⁸

Für Wohnbauten mit Einzelfeueranlagen wurden geringere Querschnitte benötigt. Die russischen Rauchfänge hatten meist Rauchschlotte mit Abmessungen von 15/15 cm (österr. Ziegelformat) oder 14/14 cm (Reichsformat) und waren wegen dieses kleinen Querschnittes einfach in den Mauern unterzubringen, ohne, dass diese verstärkt werden mussten. Waren etwas größere Querschnitte gefordert, beispielsweise zur Entlüftung größerer Räume, so mussten diese ebenfalls aus Rücksicht zum Mauerverband als ein Vielfaches der Ziegelbreite konstruiert werden (vgl. Bild 2.56 Varianten Schornsteinverband). Die Steine wurden vollfugig vermauert, wobei für die Innenseite eine glatte Oberfläche gefordert war, um den Luftzug durch Verwirbelungen nicht zu beeinträchtigen und einer Versottung vorzubeugen.

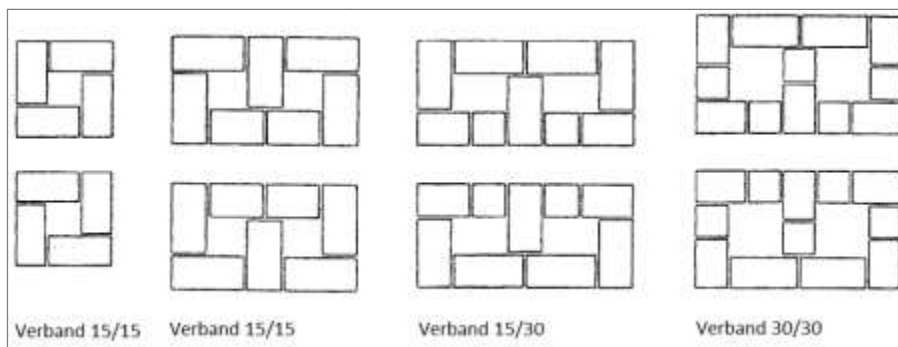


Bild 2.56 Varianten Schornsteinverband¹⁰⁹

Der Schornsteinkopf (vgl. Bild 2.57 Ausführungsarten der Schornsteinköpfe) wurde, je nach Charakter der umliegenden Dächer sehr aufwendig oder schlicht gehalten, mit Blechaufsätzen oder Steinzeugaufsätzen versehen.

¹⁰⁷ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-10

¹⁰⁸ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-11

¹⁰⁹ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-11

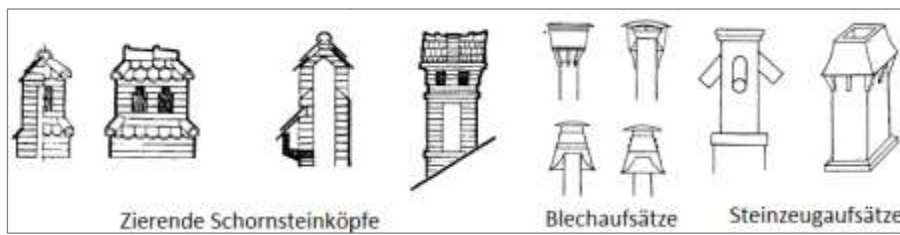


Bild 2.57 Ausführungsarten der Schornsteinköpfe¹¹⁰

Dachgauben, Ausstiegfenster und Schornsteine stellen einen Schnitt in der Dachhaut dar, welchen es gilt wasserdicht auszubilden. Der Anschluss an.



Bild 2.58 Ausstiegfenster¹¹¹

¹¹⁰ LATH, C.: Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit. Diplomarbeit. S. 7-13

¹¹¹ (Autor der Arbeit)

3 Instandsetzungsmaßnahmen an Gründerzeitgebäuden

„Seit der Mensch baut macht er Fehler!

So hat jede „Stilepoche“ auch ihre typischen Bauschäden!“¹¹²

Nach der Beschreibung typischer Konstruktionen städtischer Gründerzeithäuser in Kapitel 2, wird in diesem Kapitel näher auf die möglichen Schadensbilder der beschriebenen Bauteile und Konstruktionen der Gründerzeit eingegangen. Um genauer auf die möglichen Schäden und deren Instandsetzungsmaßnahmen eingehen zu können, werden zuvor jeweils die Schadensmechanismen, welchen die jeweiligen Bauteile ausgesetzt sind, aufgezählt. Dementsprechend sind zuerst einige Begrifflichkeiten näher zu erläutern

3.1 Begriffsbestimmungen

Spricht man von der Instandsetzung von Bauwerken oder einzelnen Bauteilen, muss zunächst eine Abgrenzung der Begriffe hinsichtlich Maßnahmen im Bestand und weiteren Begriffen der Bauschadenslehre erfolgen. Des Weiteren wird die zeitliche Einordnung von Schäden an oder Ausfällen von Bauteilen oder-Konstruktionen erörtert.

3.1.1 Maßnahmen im Bestand

Grundsätzlich unterscheidet man bei Maßnahmen an alter Bausubstanz zwischen einer Veränderung oder dem Erhalt eines Objektes. Ist die Rede von einer Veränderung, inkludiert dies die Begriffe Modernisierung, Umbau und Erweiterung. Weiters wird bei der Instandhaltung eines Objektes durch Wartung, Inspektion, Instandsetzung und Verbesserung der Erhalt der Substanz erreicht.

¹¹² GAMERITH, H.: 45_Einf Ga Typische Bauschäden im Wandel der Zeit. Dokument aus E-Mail-Verkehr. S. 1

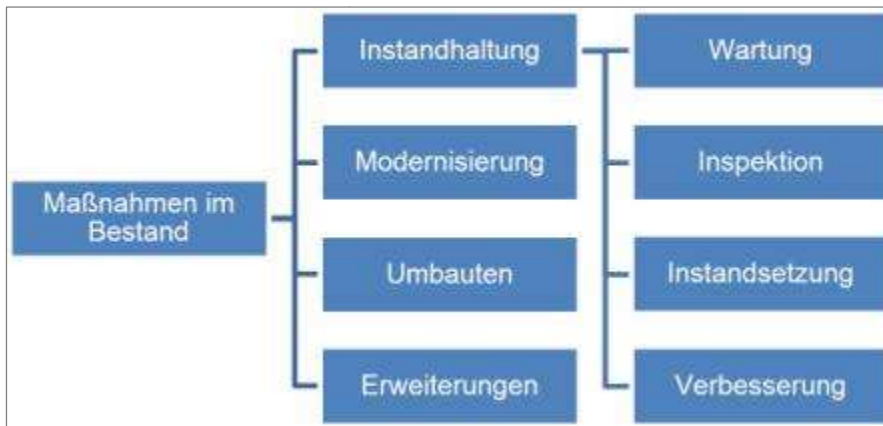


Bild 3.1 Begriffe in der Instandhaltung

3.1.1.1 Modernisierung

Die Modernisierung zielt im Gegensatz zur Instandsetzung auf eine nachhaltige Erhöhung des Gebrauchswertes ab und soll die Wohnverhältnisse auf Dauer verbessern. Dazu zählen sich beispielsweise Maßnahmen zur Verbesserung der Wärmedämmung, des Schall- oder Brandschutzes, der Energieversorgung, der Beheizung oder auch der Wasserversorgung. Die Umnutzung von Kellerräumen in hochwertige Wohnräume oder der Ausbau des Dachraumes zu Wohnzwecken zählen sich ebenfalls zu den Modernisierungsmaßnahmen, genauso wie Aufzüge oder Ausstattungen der Verkehrswege für behinderte oder alte Menschen.¹¹³

3.1.1.2 Umbauten und Erweiterungen

Der Begriff des Umbaus definiert eine Umgestaltung im Sinne eines teilweisen Abbruchs und anschließenden Neubaus eines Gebäudes bzw. Gebäudeteils. Hierbei ist ein erheblicher Eingriff in die ursprüngliche Bausubstanz erforderlich.

Erweiterungen stellen eine zusätzliche Ergänzung eines Gebäudes z.B. durch Aufstockung oder Anbau dar. Umbauten und Erweiterungen können zum Teil ebenfalls als Modernisierungsmaßnahmen gelten, so z.B. der Anbau einer Rollstuhlrampe für die barrierefreie Nutzung.

¹¹³ BKI BAUKOSTENINFORMATIONSZENTRUM: Baukosten Altbau. S. 46

3.1.1.3 Instandhaltung

Das österreichische Normungsinstitut beschreibt in der ÖNORM EN 13306 die Instandhaltung als „*Kombination aller technischen und administrativen Maßnahmen des Managements während des Lebenszyklus einer Einheit, die dem Erhalt oder der Wiederherstellung ihres funktionsfähigen Zustands dient, sodass sie die geforderte Funktion erfüllen kann*“.¹¹⁴

Unter der **Wartung** werden alle Maßnahmen verstanden, welche den Sollzustand erhalten sollen und somit dem Alterungs- oder Verschleißprozess bzw. die Lebensdauer verlängern. Die **Inspektion** beinhaltet alle Maßnahmen, welche den Istzustand eines Systems feststellen und beurteilen sollen. Sind während einer Inspektion Schäden festgestellt worden, gilt es diese je nach Instandsetzungskonzept im Sinne einer Instandsetzung zu beseitigen. Der Begriff der **Instandsetzung** wird laut ÖNORM EN 13306 als „*physische Maßnahme, die ausgeführt wird, um die Funktion einer fehlerhaften Einheit wiederherzustellen*“.¹¹⁵ Die Instandsetzung zielt auf eine Wiederherstellung bzw. Rückführung zu der ursprünglichen Funktion ab. Instandsetzungsmaßnahmen dienen somit der Behebung von Fehlern, sind schadensbeseitigend und haben im Gegensatz zur Modernisierung keine Erhöhung des Gebrauchswertes zur Folge. So beispielsweise der Austausch eines beschädigten Dachziegels.

Aufgrund des begrenzten Umfangs der Arbeit werden Modernisierungsmaßnahmen sowie Umbauten und Erweiterung nicht zum Gegenstand dieser Arbeit. In vorliegender Ausführung werden Instandsetzungsmaßnahmen erörtert, welche den ursprünglichen Zustand wiederherstellen sollen.

3.1.1.4 Instandhaltungsstrategien

3.1.2 Bauschadensbegriffe

Spricht man von Bauschäden müssen folgende Begrifflichkeiten, auch wenn keine klare Abgrenzung möglich ist, unterschieden werden¹¹⁶:

- Baumangel
- Bauschaden
- Fehlkonstruktion

¹¹⁴ ÖSTERREICHISCHES NORMUNG SINSTITUT: ÖNORM EN 13306: Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. ÖNORM. S. 5

¹¹⁵ ÖSTERREICHISCHES NORMUNG SINSTITUT: ÖNORM EN 13306: Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. ÖNORM. S. 15

¹¹⁶ GAMERITH, H.: Bauschäden. Skriptum des Institutes für Hoch- und Industriebau der Technischen Universität Graz. S. 5

- Katastrophenschaden

Ein **Mangel** entspricht einer nicht erfüllten Forderung bzw. Eigenschaft des zu leistenden Werkes. Baumängel treten bereits während oder kurz nach der Erstellung eines Bauteils auf. Nicht beseitigte, oder versteckte Mängel provozieren Schäden, welche zu einem späteren Zeitpunkt entstehen können.

Bauschäden treten nach der Erstellung, in der Nutzungsphase auf und können aufgrund von gemachten Fehlern entstehen. **Fehlkonstruktionen** können, müssen jedoch nicht zu Schäden führen. Meist zeichnen sich solche Fehlkonstruktionen in einer kürzeren Dauerhaftigkeit ab.

Verursacher von Baumängeln oder Bauschäden sind gemachte Fehler.

Ein Fehler ist der „Zustand einer Einheit, in dem sie unfähig ist, eine geforderte Funktion zu erfüllen;“¹¹⁷

Bei den Fehlern, gibt es vier grundsätzliche Arten zu Unterscheiden gibt¹¹⁸:

- Planungsfehler
- Ausführungsfehler
- Materialfehler
- Nutzungsfehler

Planungsfehler resultieren aus einer unzureichenden Auseinandersetzung mit der Bauaufgabe. Falsche Bemessung und resultierende Underdimensionierung von Bauteilen, oder das Fehlen von Baugrunduntersuchungen sowie mangelhafte Berücksichtigung von bauphysikalischen Mechanismen können hierbei unter anderem zu Schädigungen führen.

Ausführungsfehler können ihre Ursache im Konflikt zwischen der theoretischen Planung und der praktischen Ausführung haben. Sind Details technisch von den Ausführenden nicht umsetzbar, werden spontane Änderungen mit nicht absehbaren Konsequenzen durchgeführt. Der terminliche Zeitdruck auf Baustellen kann weiters zu Fehlern in der Ausführung hinsichtlich zu geringer Trocknungszeiten von z.B. Putzen oder auch dem Einbau an Tagen mit extremen Witterungseinflüssen (Hitze oder Frost) führen. Konflikte in der Koordination bezüglich Planlieferung, Planerläuterungen oder mangelhafte Arbeitsvorbereitungen können weitere Ursachen für Ausführungsfehler darstellen.¹¹⁹

¹¹⁷ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM EN 13306: Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung. ÖNORM. S. 11

¹¹⁸ GAMERITH, H.: Bauschäden. Skriptum des Institutes für Hoch- und Industriebau der Technischen Universität Graz. S. 5

¹¹⁹ GAMERITH, H.: Bauschäden. Skriptum des Institutes für Hoch- und Industriebau der Technischen Universität Graz. S. 6

Materialfehler können aus der konstruktiven Überforderung oder dem falschen Einsatz von Materialien entstehen, wobei nicht ganz klar ist, ob diese Fehler nicht den Planungsfehlern zuzordnen sind. Fehler im Material wie beispielsweise eine erhöhte Ästigkeit oder Einbaufeuchtigkeit von Holzbalken oder die untaugliche Kombination von aufeinanderfolgenden Materialien wie z.B. Putz und Anstrich können zu Mängeln bzw. späteren Schäden führen.

Nutzungsfehler: Während der Nutzung kann es zu einer Vielzahl an Schäden kommen. Die mangelhafte Instandhaltung des nutzungsbedingten Verschleißes zählt sich zu den Nutzungsfehlern und kann zu weiteren, größeren Schäden mit größeren Instandsetzungsmaßnahmen führen. Die falsche Handhabung von Energiesparmaßnahmen oder Lüftungsverhaltensweisen kann besonders im Altbau zu Feuchteschäden führen. Die zu hohe Belastung einer nicht dafür ausgelegten Decke und allgemein Nutzungsänderungen die nicht dem ursprünglichen Zweck entsprechen sind weitere Provokanten für nutzungsbedingte Schäden.

3.1.3 Zeitliche Einordnung von Schäden

Bauteile sind den unterschiedlichsten Umweltbedingungen ausgesetzt. Mit dem Alter der Bauteile kommt es zu Ermüdungs-, Alterungs-, oder Verschleißerscheinungen. Eine zusätzliche mangelhafte Instandhaltung der Bauteile führt früher oder später zu einem Ausfall derselben bzw. notwendigen größeren Instandsetzungsmaßnahmen.

Für die zeitliche Verteilung und Häufigkeit von Schäden an technischen Objekten ist im Allgemeinen von der „Badewannenkurve“ die Rede (vgl. Bild 3.2).

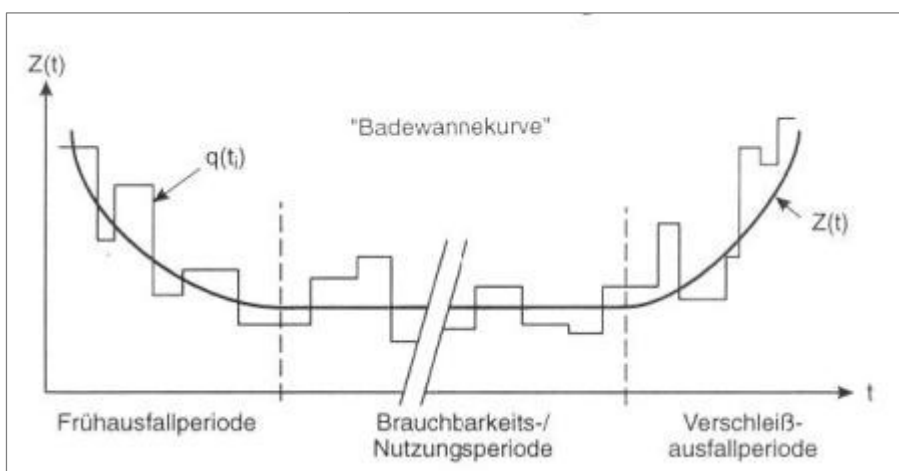


Bild 3.2 Typischer Verlauf der Badewannenkurve

Die Badewannenkurve beschreibt die Ausfallrate $Z(t)$ von Bauteilen in Abhängigkeit der Zeit (t), in der das Bauteil genutzt wird. Es erfolgt eine Einteilung der Zeitkomponente in drei Bereiche:

- Frühausfallperiode
- Brauchbarkeits-/Nutzungsperiode
- Verschleißausfallperiode

Gleich zu Beginn beschreibt die Kurve in der Frühausfallperiode eine vergleichsweise hohe Rate an Ausfällen bedingt durch Konstruktions- und Materialfehler. Diese Periode ist gefolgt von der Periode mit konstanten Ausfallraten bzw. rein zufälligen Ausfällen von Bauteilen, der Brauchbarkeits- und Nutzungsperiode. Nach dieser Phase steigt die Ausfallrate wieder deutlich an, weshalb die Zuverlässigkeit des Bauteils dementsprechend abnimmt. Die Verschleißausfallperiode ist definiert durch Ermüdungs-, Alterungs- und Verschleißerscheinungen. Eine mangelnde Instandhaltung fördert diesen Umstand.

Der Sachverständigen Landesverband Steiermark und Kärnten gibt für bauliche Anlagen und Anlagenteile Nutzungsdauern an. Er definiert die Nutzungsdauer als „*Zeitspanne von der Anschaffung eines Anlagegutes bis zum Ende seiner wirtschaftlich vertretbaren Nutzung.*“¹²⁰ Die Angaben dazu werden in Zeitspannen (Minimal- und Maximalwerte) angegeben, wobei es sich um Erfahrungswerte der Sachverständigen handelt.

Betrachtet man diese Nutzungsdauern mit dem Alter der gründerzeitlichen Konstruktionen, welche bereits mindestens seit 100 Jahren bestehen, wird deutlich, dass die Frühausfallperiode bereits weit überschritten ist und aufgetretene Schäden aus dieser Zeit bereits beseitigt worden sein sollten. Somit befindet man sich im Zusammenhang mit den Gründerzeithäusern in der Periode mit konstanten Ausfällen und Instandsetzungen bzw. schon in der Periode der Ermüdungs-, Alterungs- und Verschleißausfälle. Welche Schäden nun mit welcher Häufigkeit an Gründerzeithäusern auftreten bzw. welche Instandsetzungsmaßnahmen typischerweise ausgeführt werden, wird in der weiteren Ausführung dieser Arbeit versucht zu erörtern.

3.1.4 Denkmalschutz

Besonders im städtischen Raum stehen Gebäude oder Gebäudeteile unter Denkmalschutz. Die Wirtschaftskammer Österreich beschreibt ein Denkmäler als „*vom Menschen geschaffene bewegliche [...] oder unbewegliche Gegenstände von geschichtlicher, künstlerischer oder sonstiger kultu-*

¹²⁰ SACHVERSTÄNDIGEN LANDESVERBAND STEIERMARK UND KÄRNTEN: Nutzungsdauerkatalog, S. 2

*reller Bedeutung, deren Erhaltung im öffentlichen Interessen gelegen ist.*¹²¹

Unter Denkmalschutz können folglich Gebäude samt deren Bestandteile oder Teile als erhaltenswürdig eingestuft und unter Denkmalschutz gestellt sein. So muss beispielsweise die reich mit aufwendigen Gestaltungselementen verzierte Fassade in ihrer Form erhalten bleiben, oder das Dach i.S.v. Dachform, Farbe der Dachdeckung oder die Dachstuhlkonstruktion als Ganzes als erhaltungswürdig eingestuft sein. Fenster tragen ebenfalls stark zum Erscheinungsbild von Straßenzügen bei und können deshalb unter Schutz gestellt sein. Dies hat Auswirkungen auf die jeweiligen Instandsetzungsmaßnahmen an den unter Schutz gestellten Bauteilen. Instandsetzungsmaßnahmen an denkmalgeschützten Objekten sollen möglichst immer das ursprüngliche Erscheinungsbild wiederherstellen. Dazu zählen auch wie beispielsweise im Dachstuhl die verwendeten Materialien.

In vorliegender Arbeit werden Instandsetzungsmaßnahmen angeführt, bei welchen nicht unterschieden wird, ob es erlaubt ist, diese an denkmalgeschützten Gebäuden oder Bauteilen durchzuführen. Welche der Maßnahmen an dem zerstörten Bauteil durchgeführt werden dürfen, ist, von Objekt zu Objekt, mit der Denkmalschutzbehörde im Vorfeld in Form einer Bauvoranfrage abzuklären. Weitere Informationen zum Denkmalschutz oder den Bauvorschriften werden von der jeweiligen Denkmalschutzbehörde gegeben und sind dort zu erfragen.

Die nachfolgende Ausführung an Schäden und Instandsetzungsverfahren kann im begrenzten Rahmen dieser Arbeit keinen Anspruch auf Vollständigkeit geben, weshalb für detailliertere Ausführungen auf einschlägige Literatur verwiesen wird.

3.2 Kellergeschoss

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden die möglichen Schäden gründerzeitlicher Kellergeschosse und deren Instandsetzungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen erläutert. Hierbei werden die Gründung, die Kelleraußenwand und die Kappendecke betrachtet. Die nachfolgende Ausführung an Schäden und Instandsetzungsverfahren kann im begrenzten Rahmen dieser Arbeit keinen Anspruch auf Vollständigkeit geben, weshalb für erschöpfende Ausführungen auf einschlägige Literatur verwiesen wird.

¹²¹ <https://www.wko.at/service/wirtschaftsrecht-gewerberecht/Denkmalschutz.html>. Datum des Zugriffs: 16.07.2017

3.2.1 Gründung, Fundamentierung und Kellerboden

Schäden an Gründungen können durch Setzungen aufgrund der Nachverdichtung des Bodens oder auch durch eine Senkung des Grundwasserspiegels entstehen. Hierbei kann die Standfestigkeit der Fundamente verringert werden. Maßnahmen zur Wiederherstellung der ausreichenden Standsicherheit können eine Fundamentunterfangung, ein Verpressen der Hohlräume im Fundament, eine Abdichtung der Außenflächen der Fundamente mittels Spritzbeton, eine Fundamentverbreiterung oder auch eine nachträgliche Tiefennachgründung sein.

Im Falle, dass durch einen Wechsel von Feuchtigkeit und Trockenheit Auswaschungen des Bodens unterhalb des Fundamentes die Standsicherheit gefährden, müssen diese Hohlräume verpresst werden. **Hohlräume unter Fundamenten** führen zu Lastumlagerungen und zu Spannungsspitzen, wobei die Lasten des aufgehenden Bauteils oder Gebäudes nicht mehr gleichmäßig auf dem Untergrund verteilt werden. Des Weiteren kann sich in diesen Hohlstellen Wasser sammeln, welches das noch vorhandene Erdreich aufweichen und weitere Feinteile auswaschen kann, weshalb diese Hohlräume unbedingt geschlossen werden müssen.

Bei der **Fundamentunterfangung** ein teilweiser Austausch des beschädigten Fundamentes in geringer Tiefe. Dazu wird der beschädigte Teil des Fundamentes ausgeschachtet, und ein neues Unterfangungsfundament erstellt. Das kraftschlüssige Schließen beider Kanten (Unterkante altes Fundament – Oberkante neues Unterfangungsfundament) kann entweder durch das Ausmauern mit keilförmigen Klinkermauerwerk oder auch durch Ausstopfen mittels Trockenspritzverfahren erfolgen (vgl. Bild 3.3 Ausmauerung (links), Ausstopfen mittels Trockenspritzverfahren (rechts) der Fundamentunterfangung).¹²² Genauere Regelungen zur Fundamentunterfangung finden sich in der DIN 4123 „Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude“.¹²³

¹²² NODOUSHANI, M.: Handbuch Gründungsschäden. Erkennen und Instandsetzen. S. 103

¹²³ DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG: DIN 4123:2013-04 - Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude. DIN-Norm. S. 1

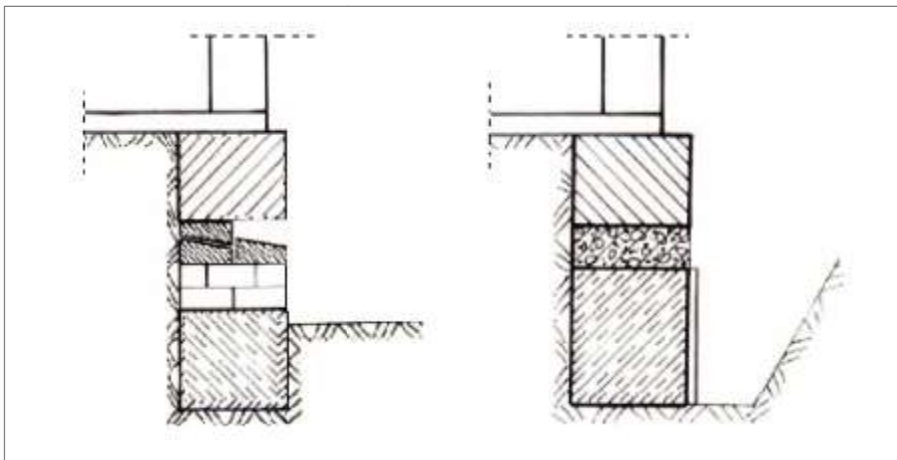


Bild 3.3 Ausmauerung (links), Ausstopfen mittels Trockenspritzverfahren (rechts) der Fundamentunterfangung¹²⁴

Teilweise sind im Kern der Fundamente Hohlräume, da dieser zum einen nicht voll vermörtelt wurde und zum anderen der Mörtel bei Berührung mit Wasser ausgewaschen oder mürbe geworden ist. Hier stellt das Verpressen des Fundaments mit mineralisch- oder reaktionsharzgebundenem Injektionsgut eine Möglichkeit zur Instandsetzung dar und wird im WTA-Merkblatt 4-3-98/D „Instandsetzung von Mauerwerk Standsicherheit und Tragfähigkeit“ behandelt. In Kapitel 2.1.2 wird näher auf das Schließen mittels Injektion eingegangen. In den Fällen, in denen das Verpressen des Fundaments nicht möglich ist, da z.B. die Porosität zu hoch ist, kann es jedoch mittels Spritzbetonauftrag abgedichtet werden und somit eine Verstärkung erfolgen (vgl- Bild 3.4 Verpressung (links) und Abdichtung (rechts) eines Fundaments).

¹²⁴ NODOUSHANI, M.: Handbuch Gründungsschäden. Erkennen und Instandsetzen. S. 102 f

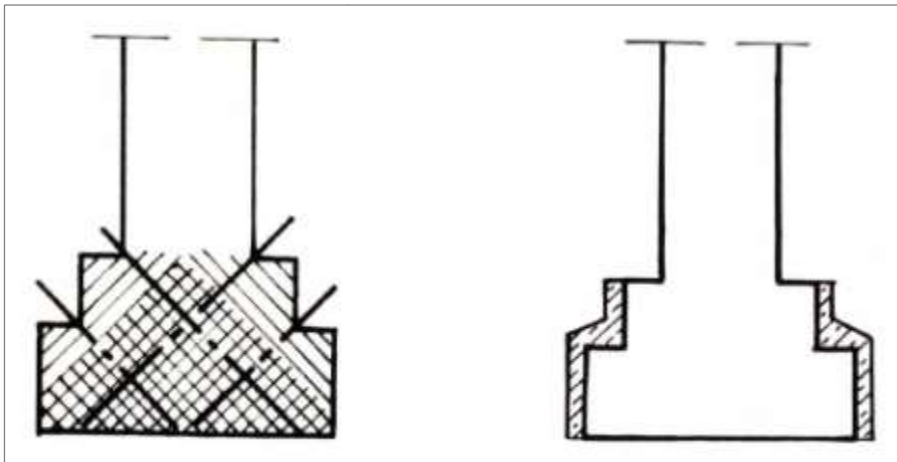


Bild 3.4 Verpressung (links) und Abdichtung (rechts) eines Fundaments¹²⁵

Sind die vorhandenen Fundamente nicht beschädigt, jedoch der Baugrund nicht ausreichend tragfähig, kann eine Bodenverpressung angeordnet werden. Sind die Streifenfundamente zu schmal, sodass eine ausreichende Auflagerfläche zur Verteilung der Lasten nicht gegeben ist, kann eine Fundamentverbreiterung mittels Stahlbeton und Verankerungen vorgenommen werden (vgl. Bild 3.5 Nachträgliche Verbreiterung durch Verankerung mit Stahlbeton).

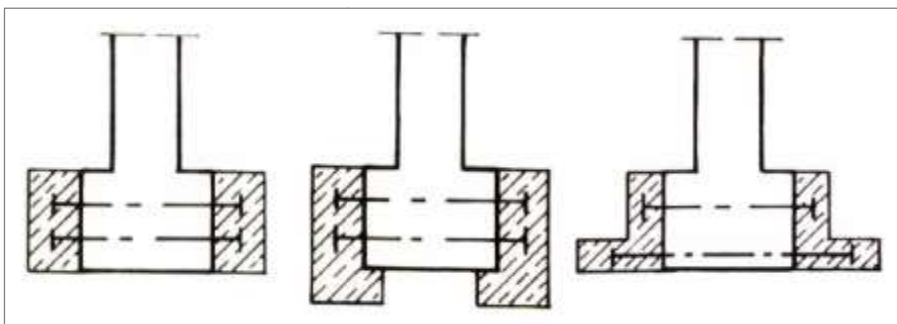


Bild 3.5 Nachträgliche Verbreiterung durch Verankerung mit Stahlbeton¹²⁶

Voraussetzung für die aufgeführten Maßnahmen ist die ausreichende Tragfähigkeit des Bodens bzw. der Fundamentsohlen. Ist dies jedoch nicht der Fall und die tragfähige Schicht liegt tiefer, bedient man sich einer Tiefennachgründung (vgl. Bild 3.6 Varianten für Tiefennachgründung mit Kleinbohrpfählen (links) und Unterfangung kombiniert mit Pfahlblöcken).

¹²⁵ NODOUSHANI, M.: Handbuch Gründungsschäden. Erkennen und Instandsetzen. S. 96

¹²⁶ NODOUSHANI, M.: Handbuch Gründungsschäden. Erkennen und Instandsetzen. S. 98 f

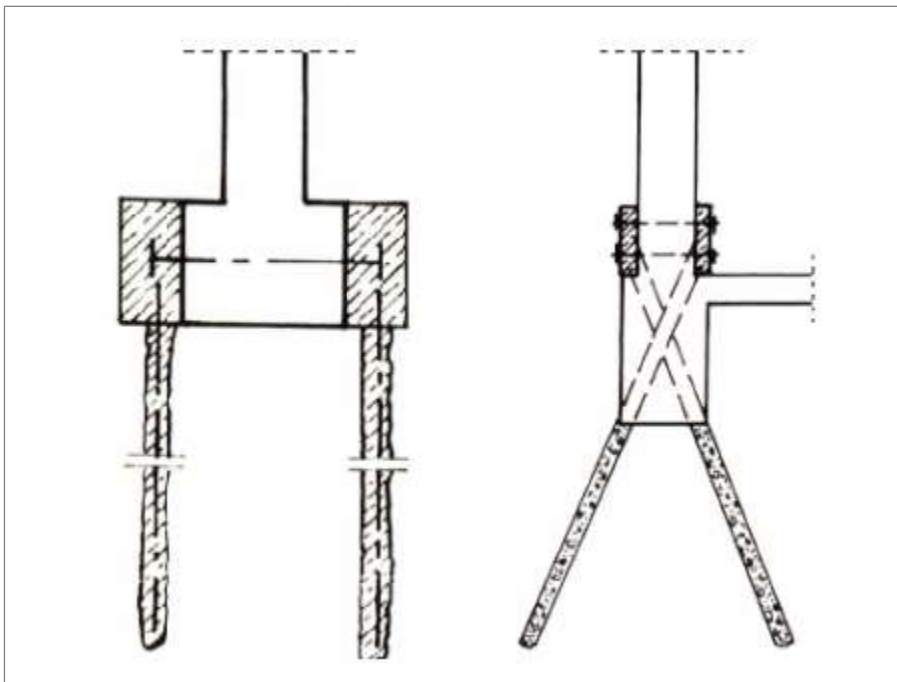


Bild 3.6 Varianten für Tiefennachgründung mit Kleinbohrpfählen (links) und Unterfangung kombiniert mit Pfähllöcken¹²⁷

Gebäudesetzungen provozieren schräg von unten nach oben, auch treppenförmig verlaufende Risse entlang der Steinfugen im Mauerwerk. Hierbei kann eine Vernadelung oder kraftschlüssige Verpressung der Fehlstellen des Mauerwerks in Betracht kommen (siehe Kelleraußenwände).

Aufsteigender Feuchtigkeit über den Kellerboden wird durch die Anordnung einer horizontalen Bodenabdichtung bzw. einer wannenartigen Abdichtung des Kellerbodens mit Einbindung in die aufgehende Vertikalabdichtung entgegengewirkt. Diese Möglichkeit ist jedoch zuvor genauestens zu prüfen, da die Gefahr des Aufschwimmens besteht und die Einbindepunkte bzw. das aufgehende Mauerwerk nicht für diese Lasten ausgelegt sind und mit beträchtlichen Schäden gerechnet werden kann.¹²⁸ Alternativ kann eine wasserundurchlässige Betonschicht von ca. 25 cm Stärke auf dem gestampften Lehmboden, oder ein Estrichboden auf den Ziegelplatten erstellt werden. Dabei sollten jedoch ausreichend breite Fugen (Dränageplatten als Randstreifen) vorgesehen werden, sodass Wasser zwar kurzzeitig eindringen danach aber über ein Gefälle in einen Pumpensumpf abfließen kann. Das Ableiten von Grundwasser in das öffentliche Abflussnetz ist grundsätzlich nicht gestattet, weshalb

¹²⁷ NODOUSHANI, M.: Handbuch Gründungsschäden. Erkennen und Instandsetzen. S. 101

¹²⁸ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 134

dies mit der zuständigen Wasserbehörde bzw. dem Kanalnetzbetreiber abzuklären ist.

3.2.2 Kelleraußenwände

Hauptproblem bei erdberührten Kellerwänden stellen die eindringende Feuchtigkeit und Salzbelastung dar. Risse aufgrund von Gebäudesetzungen oder fehlende bzw. schadhafte Abdichtungen bieten freie Bahn für Feuchtigkeitseindringung.

Feuchtigkeit kann auf verschiedene Art und Weise, flüssig oder gasförmig, vom Mauerwerk aufgenommen werden (vgl. Bild 3.7 Feuchtigkeit im Kellerbereich). Grundsätzlich kann hierbei zwischen der kapillaren Wasseraufnahme, der hygroskopischen Wasseraufnahme, der Wasseraufnahme durch Regen-, Sicker-, Grundwasser, Havariewasser, Schichtenwasser, Bodenfeuchtigkeit und der Aufnahme durch Kondensation unterschieden werden.

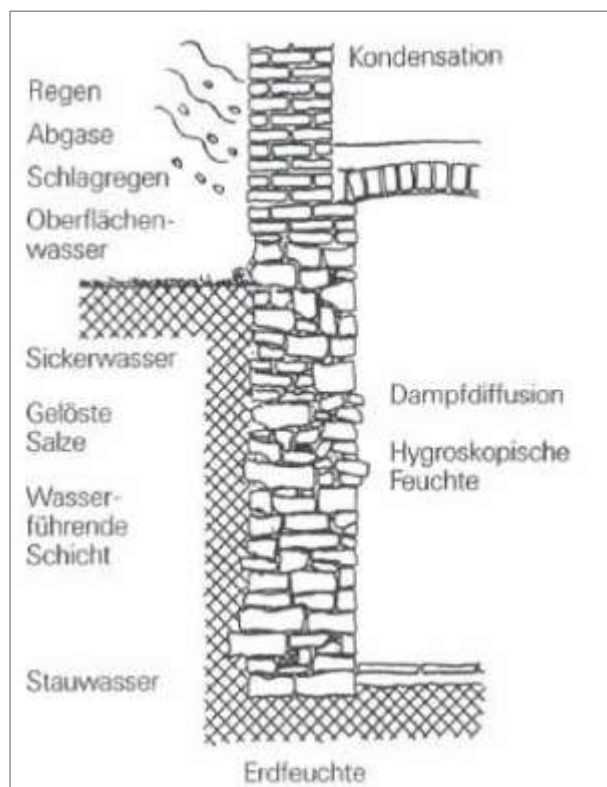


Bild 3.7 Feuchtigkeit im Kellerbereich¹²⁹

¹²⁹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 55

Generell kann Feuchtigkeit nur in Baustoffe eintreten, wenn Fehlstellen wie Poren, Risse oder Hohlstellen vorliegen. Je nach Feuchteinwirkung nehmen Poren das Wasser auf und es durchsickert, der Schwerkraft folgend, das Bauteil. Infolge der **Kapillarität** kann das Mauerwerk, auch entgegen der Schwerkraft, aufsteigend weiter durchfeuchtet werden. Dies geschieht durch die Adhäsion und Kohäsion. Ist die Anziehungskraft der Grenzflächen (Adhäsion) größer als die Anziehungskräfte der Moleküle innerhalb eines Stoffes (Kohäsion), so kann sich die Flüssigkeit auf der Oberfläche der Poren ausbreiten. Die kapillare Saugfähigkeit stellt den Haupttransportmechanismus von Feuchtigkeit im Mauerwerk dar. Der kapillare Wassertransport findet in kleineren Poren mit einem Kapillarradius von 10^{-7} bis 10^{-4} m statt. Der gebrannte Ziegel hat Poren in genau dieser Größenordnung und einen hohen Wasseraufnahmekoeffizienten von ca. $25 \text{ kg/m}^2\text{h}^{0,5}$, weshalb er als wasserdurchlässig einzustufen ist und ein kapillarer Feuchtetransport stattfinden kann. Bei Natursteinmauerwerk geschieht dieser Transport nicht über den Stein, da die Poren zu klein sind. Dennoch kann der kapillare Feuchtigkeitstransport über den Mörtel erfolgen. Die kapillare Durchfeuchtung bzw. Steighöhe kann sich bis über den Sockelbereich ziehen. Den Baumeistern der Gründerzeit war dies bewusst, weshalb das Kellergeschoss bis ca. 1 m über Geländeoberkante (Hochparterre) geführt wurde, sodass das Mauerwerk an dieser Stelle, bei diffusionsoffener Ausführung, austrocknen konnte bzw. Kellerfenster angeordnet werden konnten um eine Luftzirkulation in den Kellerräumen und somit eine Trocknung zu gewährleisten.

In den kleineren Mikroporen ($< 10^{-7}$ m Porenradius) entsteht ein geringerer Sättigungsdampfdruck als in der Umgebung. Es kann daher schon früher zu einer Kondensation innerhalb des Baustoffes, der **Kapillarkondensation**, und somit einer Durchfeuchtung kommen.

Die **Kondensation bzw. Tauwasserbildung** ist eine weitere Entstehungsmöglichkeit von Feuchtigkeit an Bauteilen. Die Raumluft kann mit zunehmender Temperatur mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Durch eine Temperaturabsenkung (an Wänden, Decken, oder Fenstern) entsteht ein Abfall der aufnehmbaren Feuchtigkeit und ein Unterschreiten der Taupunkttemperatur in diesem Bereich, sodass der überschüssige Wasserdampfgehalt als Tauwasser an den Bauteiloberflächen ausfällt. Dieser Film aus Kondenswasser kann wiederum über Poren in das Mauerwerk Eingang finden oder zumindest Nährboden für Schimmelpilze sein.

Havariewasser durchfeuchtet das Mauerwerk durch sporadische Schäden welche beispielsweise durch Rohrbrüche aufgrund von Frost oder Korrosion auftreten und Wasser frei in das Mauerwerk sickern kann.

Über das anstehende Erdreich wird nicht nur reines Wasser in das Mauerwerk aufgenommen. Gelöste Salze wie Sulfate, Chloride und Nitrate, können mit dem Wasser ihren Weg in das Mauerwerk finden. Neben dem Eintritt von Salzen aus anstehendem Erdreich, Grundwasser und Niederschlägen, können Salze im ursprünglichen Mauerwerk (Bindemit-

tel, Bausteine, Anmachwasser) bereits enthalten sein, oder auch durch Reparaturmaßnahmen in das Bauteil eingeschleppt werden.¹³⁰ In mineralischen, porösen Baustoffen stellt sich bei konstanter Lufttemperatur und –feuchte eine Ausgleichs- bzw. Gleichgewichtsfeuchte ein (infolge von Dampfdiffusion). Durch die **Hygroscopicität** (Fähigkeit Wasser zu binden) der eingetragenen Salze bzw. der Salze im Mauerwerk kann diese Gleichgewichtsfeuchte erhöht werden und eine stärkere Durchfeuchtung zur Folge haben.

Mögliche Folgeschäden der Salz- und Feuchtigkeitsbelastung können Putzschäden und zermürbte Oberflächen, Abplatzungen, Feuchteränder, Salzränder, Ausblühungen und biologischer Befall wie Bakterien, Flechten oder (Schimmel-) Pilze sein. Quell- und Schwindprozesse können des Weiteren eine Rissbildung zur Folge haben, wobei zusätzlich vermehrt Wasser in das Mauerwerk eindringen kann und eine noch größere Zerstörung der Substanz wahrscheinlich ist. Auswaschungen von Mörtelfugen führen zur Auflockerung des Mauerwerksgefüges und können Setzungen hervorheben, woraufhin ebenfalls weitere Risse folgen können oder sogar die Standfestigkeit des Bauteils massiv gefährdet wird.

Bei der Sanierung von Feuchte- und Salzschäden muss im Einzelfall immer abgeklärt werden, welchen Ursprungs die Feuchtigkeit ist, welchen Durchfeuchtungsgrad die Mauer vorweist und, falls Salze vorhanden, welche Salze es sind und wie stark das Mauerwerk dadurch belastet ist. Somit ist eine vorhergehende baudiagnostische Untersuchung notwendig um geeignete Verfahren auszuwählen.

Bei der Instandsetzung von durchfeuchtetem Kellermauerwerk kommen somit

- eine Rissbehandlung,
- eine Erneuerung der Mörtelfugen,
- Beseitigung von Havarieschäden
- nachträgliche Horizontal und/oder
- Vertikalsperren mit oder ohne
- Drainagesysteme,
- Maßnahmen der Entsalzung und
- eine Entfernung von Schimmelpilzbefall in Frage.

¹³⁰ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 119

3.2.2.1 Rissbehandlung und Instandsetzung der Standsicherheit

Wie bereits im vorangehenden Abschnitt erwähnt, provozieren u.a. Gebäudesetzungen oder –hebungen Risse im Mauerwerk, welche die Standsicherheit gefährden oder auch wasserführend sein können. Diese machen eine Mauerwerksunterfangung, Vernadelung oder Rissverpressung als Maßnahmen notwendig.

Eine **Vernadelung des Mauerwerks** bewirkt die Kräftigung des Tragverhaltens. Sie entspricht einer nachträglichen Bewehrung des Mauerwerks und erfolgt mittels (Nadel-)Ankern. Die Anker werden lotrecht zum Rissverlauf angeordnet. Wichtig dabei ist, dass die Bewegung, welche den Riss verursacht hat, nicht mehr stattfindet bzw. deren Ursache behoben wurde, da sich die Rissverursachenden Kräfte auf die Nadelenden übertragen und dort, an beiden Enden, erneut ein Riss entstehen kann.¹³¹

Eine weitere Möglichkeit die Standsicherheit von gerissenem Mauerwerk wiederherzustellen oder ein Eindringen von Wasser über vorhandene Risse oder Fehlstellen zu vermeiden, entspricht **das Injizieren oder Verpressen** mit mineralisch- oder reaktionsharzgebundenen Mörteln, Suspensionen oder Lösungen. Durch die Injektion können Hohlräume, Klüfte, Spalten, Risse, offene Fugen, Bohrlöcher form- und kraftschlüssig verfüllt werden. Außerdem werden evtl. angeordnete Vernadelungen umhüllt und vor Korrosion geschützt.¹³² Das WTA-Merkblatt 4-3-98/D gibt hierzu genauere Angaben bezüglich Voruntersuchungen, Injektionsgut, Geräte und Verfahren, begleitende und ergänzende Maßnahmen und Hinweisen zur Qualitätssicherung.¹³³

Sind die genannten Maßnahmen nicht ausführbar oder das Mauerwerk in einem zu hohen Maß zerstört wird das zerstörte Mauerwerk im Sinne einer konventionellen **Mauerwerksunterfangung** in jeweils kleinen Abschnitten entfernt und neu erstellt.

Bei der **Erneuerung der Mörtelfugen** werden die alten porösen oder mürben Fugen ausgekratzt, gereinigt bzw. ausgeblasen und anschließend mit einem geeigneten Mörtel verfüllt. Der Kraftschluss kann durch Setzen von Blei- oder Holzkeilen erreicht werden.

¹³¹ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 237

¹³² MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 240

¹³³ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 4-3-98/D - Instandsetzung von Mauerwerk Standsicherheit und Tragfähigkeit. Technisches Merkblatt. S. 1

3.2.2.2 Nachträgliche Horizontalabdichtung

Ist aufgrund der Feuchteuntersuchung mit Feuchte- und Salzbilanz die Durchfeuchtung auf die kapillare Wirkung des Mauerwerks zurückzuführen, so kann diese durch das nachträgliche Einbringen von Schichten, horizontal unterbrochen werden. Die ÖNORM B 3355-2:2011 gibt hierzu 3 grundsätzliche Verfahren an:

- Mechanische Verfahren
- Chemische Verfahren
- Elektrophysikalische Verfahren

Bezüglich Anwendungsgrenzen der einzelnen Verfahren kann aufgrund der zahlreichen Ausführungsvarianten und permanenter Weiterentwicklungen keine allgemein gültige Aussage getroffen werden. In letztgenannter Norm wird jedoch eine Tabelle für mögliche Auswahlkriterien gegeben. Nach einer entsprechenden Bauwerksanalyse nach ÖNORM B 3355-1 kann diese Liste herangezogen werden um später eine kritische, objekt-spezifische Auseinandersetzung der einzelnen Verfahren zu ermöglichen:

Folgende Tabelle nennt Auswahlkriterien und Anwendungsgrenzen der einzelnen Verfahren zur horizontalen Abdichtung nach ÖNORM B 3355-2:

Tabelle 3: Mögliche Auswahlkriterien bzw. Anwendungsgrenzen horizontaler Abdichtungen¹³⁴

Objektspezifische Parameter (Ergebnisse der Bauwerksdiagnose)	Mechanische Verfahren	Injektionsverfahren	Elektrophysikalische Verfahren
Geometrische Randbedingungen	- Mauerdicke - Mauerwerksart - Breite des Arbeitsraumes - angrenzende und benachbarte Bauteile	- Mauerdicke - Mauerwerksart - Breite des Arbeitsraumes - angrenzende und benachbarte Bauteile	- Mauerwerksart - Breite des Arbeitsraumes - angrenzende und benachbarte Bauteile
Mechanische Eigenschaften des Mauerwerks hinsichtlich - Bearbeitbarkeit - statischer Einwirkungen - dynamischer Einwirkungen	- Mauerwerksart - Druckfestigkeit der Sperrschicht - Reibungskoeffizient Mauerwerk-Sperrschicht - Erschütterungen beim Einbau	Spannungszustand beim Einbau	
Chemische Einwirkungen aus dem Mauerwerk	Korrosionsstabilität der Sperrschicht	Verträglichkeit des Injektionsmittels und der Reaktionsprodukte mit den Bestandmaterialien	Konzentration bauschädigender Salze (Verhinderung elektrolytischer Elektrodenkorrosion)
Verfahrensrelevante Parameter	Bearbeitungsgeschwindigkeit	- Bearbeitungs-geschwindigkeit - Einpressdruck - freies Porenvolumen (Durchfeuchtungsgrad) - Penetrationsvermögen	- Elektrodengröße - Anordnung der Elektroden - Konzentration bauschädigender Salze - mögliche Korrosions-gefährdung metallischer Einbauteile
Anbindung an Vertikalabdichtung	Materialbestimmung der Abdichtungen	Überlappungsbereiche	Überlappungsbereiche

Mechanische Verfahren bewirken eine durchgehende Trennung der vertikalen Bauteile, wobei es grundsätzlich 5 Ausführungsvarianten gibt:

- Kernbohrverfahren

Es werden mittels Diamantkronen übergreifende Bohrungen erstellt und diese nach Reinigung mit siliconharzvergüteten, schwindfreien und mineralischen Dichtmörtel, Kunststoff oder Sperrbeton verfüllt. Die Durchmesser der Bohrungen belaufen sich bei dem Verfahren nach Massari auf 3 – 4 cm, bei dem Iso-bohrverfahren sind es ca. 11 cm. Die erste Reihe Bohrlöcher wurde waagrecht mit Bohrlochabständen von 50 mm (Massari) bzw. 10 cm (Isoboehr) gebohrt und verfüllt. Nach Erhärtung folgt die zweite Reihe, welche auf selber Höhe mit Überschneidung der ersten Bohrkanäle gebohrt und verfüllt wird. Die zweistufige Vorgangsweise, der Einsatz von teuren Diamantkronen und der

¹³⁴ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMITTEL: ÖNORM B 3355: Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk. ÖNORM. S. 19

durch die große Anzahl an Kernbohrungen entstehende, hohe Verschleiß derselben sind wirtschaftlich nicht vertretbar.¹³⁵

- V-Schnittverfahren

Das V-Schnittverfahren ist ebenfalls ein zweistufiges Verfahren, bei welchem ein ca. 2 cm breiter Schnitt im Winkel von 10 bis 30° mittels Trennscheibe ausgeführt wird. Der Schnitt geht ca. 3 cm über die Mauermittelachse hinaus (vgl. Bild 3.8 V-Schnittverfahren). Der Schnitt wird hydrophobiert, sodass dem hochwertigen, zementgebundenen, quellfähigen Vergussmörtel kein Wasser entzogen wird (b). Eine dampf- und wassersperrende Schicht kann durch die Einhaltung eines niedrigen Wasser-Zement-Wertes gewährleistet werden. Gleichermaßen wird, nach dem Erreichen der ausreichenden Festigkeit, auf der anderen Seite des Mauerwerkes verfahren, sodass sich die beiden Schnitte kreuzen (c und d). Der Umstand, dass bei diesem Verfahren zweistufig und auf Innen- sowie Außenseite gearbeitet werden muss, macht dieses Verfahren sehr aufwändig, weshalb

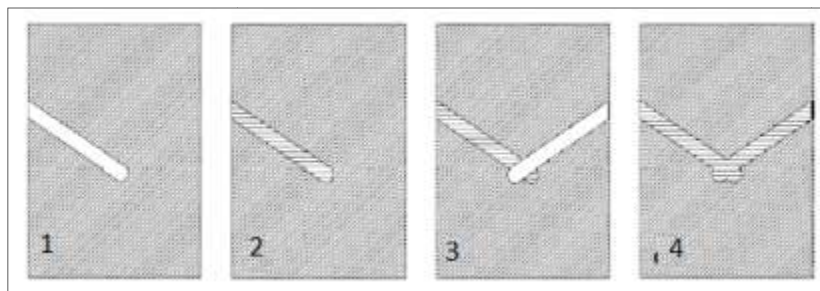


Bild 3.8 V-Schnittverfahren¹³⁷

es heutzutage nicht mehr zur Anwendung kommt.¹³⁶

- Mauerwerksaustausch oder Mauerunterfangung

Ein partieller Mauerwerksaustausch wird bei stark durchnässtem, stark versalzten oder allgemein zerstörtem Mauerwerk und wenn eine Verstärkung des Fundamentes nötig ist, angewendet. Bei diesen Ausnahmefällen wird das zerstörte Mauerwerk abschnittsweise abgebrochen, eine Feuchtigkeitssperre angebracht und dann wieder kraftschlüssig, neu errichtet. Hierbei ist abzuklären ob es sich um ein ein- oder zweischaliges Mauerwerk mit

¹³⁵ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 248

¹³⁶ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 249

¹³⁷ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 195

Schuttverfüllung handelt, da in letzterem Falle das Verfüllmaterial nachrutschen könnte. Das kann vermieden werden, indem das lockere Material durch Injektion mit Zementmörteln oder Suspensionen verfestigt wird.¹³⁸ Um ein Setzen des Mauerwerks zu verhindern muss es mit Holzbalken oder Stahlstützen unterfangen werden. Dies ist besonders bei statisch problematischem Mauerwerk wie mehrschaligem Mauerwerk, Mischmauerwerk oder extrem klüftigem Mauerwerk unbedingt von einem Tragwerksplaner zu berechnen.¹³⁹

- Mauersägeverfahren

Beim Mauersägeverfahren wird das Mauerwerk in kleinen Abschnitten mittels diamantbesetzten Seilzug- oder Schwertsägen über den gesamten Wandquerschnitt getrennt und eine nachträgliche Horizontalabdichtung eingelegt. Hierbei kommen Kunststoff- oder Bitumenbahnen, bitumenkaschierte Aluminium- oder Bleifolie oder auch korrosionbeständiger Edelstahl zum Einsatz. Ebenfalls sind glasfaserverstärkte Kunststoffplatten oder HD-Polyethylenplatten weit verbreitet. In jedem Fall ist auf eine ausreichende Überlappung zu achten. Anschließend werden druckfeste Keilplatten zur kraftschlüssigen Übertragung der Vertikallasten eingeschlagen und die restlichen Hohlstellen mit wasserabweisender, quellfähiger Zementsuspension verpresst. Mit diesem Verfahren können Mauerwerke beliebiger Stärke und beliebigen Materials abgedichtet werden. Bei Bruchsteinmauerwerk oder zweischaligem Mauerwerk ist es notwendig die Sägeblätter bzw. Sägeketten mit Kühlwasser zu kühlen, was dem Mauerwerk zusätzlich Feuchtigkeit zuführt. Bei zweischaligem Mauerwerk mit loser Füllung kann es ebenfalls zu einem Nachrutschen des Materials kommen. Dies muss zuvor abgeklärt werden und dann, falls nötig, eine Verfestigung mittels Injektion vorgenommen werden.¹⁴⁰

- Rammverfahren oder Chromstahlblechverfahren

Es ist eine Alternative zum Mauersägeverfahren, welches jedoch ausschließlich bei Mauerwerk mit horizontal durchgehenden Lagerfugen und festem Fugenverbund, deren Mindestdicke 6,0 mm beträgt, anwendbar ist. Hierbei werden profilierte oder gewellte Chromstahlbleche mittels Rammvorrichtung in die Fugen mit ca. 1200 – 1500 Schlägen pro Minute eingebracht. Ist das Mauerwerk stark chloridbelastet, so werden Chrom-Nickel-Stahl oder

¹³⁸ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 188

¹³⁹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 250

¹⁴⁰ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 250 ff.

Chrom-Nickel-Molybdän-Stahl (veredelte Stähle) verwendet. Die Bleche sind in etwa 1,5 mm dick, 30 – 50 cm breit und werden mit einer Überlappung der jeweils letzten beiden Wellen eingeschlagen. Von Vorteil ist hier, dass dieses Verfahren einstufig ist und die Bleche sofort kraftschlüssig eingebracht werden und auf eine nachträgliche Verpressung verzichtet werden kann. Ein Nachteil ist jedoch, dass der wasserdichte Anschluss an eine vertikale Abdichtung wie u.a Dichtungsschlämmen, Bitumendickbeschichtung oder Abdichtungsbahnen nicht möglich ist.¹⁴¹

Die Vor- und Nachteile der genannten mechanischen Verfahren zur Erstellung einer Horizontalsperre sind in der nachfolgenden Tabelle 4 aufgeführt. Die darin genannten Verfahren entsprechen den allgemein anerkannten Regeln der Technik:

Tabelle 4: Vor- und Nachteile mechanischer Verfahren als Horizontalsperre¹⁴²

Verfahren	Einsatzmöglichkeit	Vorteile	Nachteile
Mauerwerks-austausch-verfahren	Aufsteigende Feuchtebelastung im Naturstein- und Ziegelmauerwerk	- Verbesserung der statischen Gegebenheiten - zuverlässiges Verfahren - Entfernung von feuchte- und salzbelastetem Mauerwerk	- Gefahr der Rissbildung durch Setzung - Kosten- und Zeitaufwand sehr hoch - handwerklich anspruchsvoll
Mauersäge- und Schneidverfahren	Aufsteigende Feuchtebelastung im weichen oder mit durchgehender Fuge ausgestattetes Ziegelmauerwerk	- zuverlässiges Verfahren - fachgerechter Einbau - leicht visuell kontrollierbar	- aus statischen Gründen nur begrenzt einsetzbar - Rissbildung durch Erschütterung möglich
Rammverfahren	Aufsteigende Feuchtebelastung im mit durchgehendes Fuge ausgestattetes Ziegelmauerwerk	- zuverlässiges Verfahren - keine Unterbrechung des Kraftschlusses	- aus statischen Gründen nur begrenzt einsetzbar - Rissbildung durch Erschütterung möglich
Kernbohr-verfahren	Aufsteigende Feuchtebelastung im Naturstein- und Ziegelmauerwerk, in Betonkonstruktionen	- universell und zuverlässig verwendbares Verfahren - erschütterungsfreies Verfahren	- zusätzliche Wasserbelastung im Bauteil - sehr hoher Kosten- und Zeitaufwand

Chemische Verfahren

Chemische Verfahren bzw. Injektionssysteme besitzen den Vorteil, dass einseitig, sowohl von Innen oder Außen, ausgeführt werden können. Im Abstand von 10 – 15 cm werden Löcher mit einem Durchmesser von 16 – 25 mm einreihig oder auch zwei – bis dreireihig mit Versatz gebohrt. Es wird nicht durch das gesamte Mauerwerk gebohrt, sondern je nach Bohrlochwinkel (10 – 45°) 5 – 10 cm vor Durchbruch gestoppt. Die Injektionsflüssigkeit kann mittels Hochdruck, Niederdruck oder drucklos ein-

¹⁴¹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 255 ff.

¹⁴² STAHR, M.: Bausanierung - Erkennen und Beheben von Bauschäden. 6. Auflage. S. 353

gebracht werden. Sie kann sich dann über Hohlräume, Risse, Poren, Kapillaren, Fugen und Fehlstellen im Mauerwerk verteilen.¹⁴³

Nachfolgende Tabelle 5 nennt die Einsatzmöglichkeiten, Vor- und Nachteile für Injektionsverfahren zur horizontalen Abdichtung, welche alle aktueller Stand der Bautechnik sind:

Tabelle 5: Vor- und Nachteile der Injektionsverfahren als Horizontalsperre¹⁴⁴

Verfahren	Einsatzmöglichkeit	Vorteile	Nachteile
Drucklose Injektion	Aufsteigende Feuchtebelastung im Mauerwerk	- kein Einfluss auf Standsicherheit - universell einsetzbar	- schwierige Kontrolle über die Verteilung des Injektionsstoffes im Mauerwerk und Wirksamkeit der Sperre - teilweise wird die Salzbelastung erhöht
Niederdruckverfahren	Aufsteigende Feuchtebelastung im Naturstein- und Ziegelmauerwerk	- wie drucklos - höhere Sicherheit der Funktionstüchtigkeit	- wie drucklos - höhere Kosten als bei drucklosen Verfahren
Hochdruckverfahren	Aufsteigende Feuchtebelastung im Naturstein- und Ziegelmauerwerk	- wie Niederdruckverfahren	- wie Niederdruck - höhere Kosten als bei Niederdruckverfahren - Einsatz von den Randbedingungen im Mauerwerk abhängig

Impulsinjektion und Mehrstufeninjektion sind weitere Abwandlungen der Injektion mit Druck. Injektionsstoffe sind Lösungen, Emulsionen, Suspensionen oder Schmelzen, welche in Abhängigkeit von Porengeometrie, Porengröße, Porengrößenverteilung und Porenvolumen eingesetzt werden. Bei manchen Systemen, beispielsweise die Injektion mit Paraffin, muss das Mauerwerk vorgetrocknet und das Injektionsmittel erhitzt bzw. aktiviert werden. Manche Injektionssysteme arbeiten mit oder ohne Vorrichtung, mit Packern und/oder Lanzen, mit Vorratsgefälle oder Zuleitungssystem. Die Injektionsmittel wirken im Mauerwerk auf unterschiedliche Art und Weise gegen ein Aufsteigen der Feuchtigkeit. Der Wassertransport wird entweder kapillar abdichtend, im Sinne eines Verstopfens der Poren, kapillar verengend, durch Verjüngung der Poren, sodass die kapillare Sauggeschwindigkeit reduziert wird, oder aber hydrophobierend unterbunden.¹⁴⁵ Die Kombination aus Injektionssystem und Injektionsmittel muss genau auf den Einzelfall (Durchfeuchtungsgrad, Porengefüge, Salzbelastungsgrad, ein- oder zweischaliges Mauerwerk mit oder ohne

¹⁴³ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 265 f

¹⁴⁴ STAHR, M.: Bausanierung - Erkennen und Beheben von Bauschäden. 6. Auflage. S. 353

¹⁴⁵ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 197

Befüllung) abgestimmt sein. Eine vorhergehende Bauwerksdiagnose für die nachhaltige Ausbildung der Abdichtung ist daher unbedingt notwendig. Nachfolgende Tabelle 6 gibt einen Überblick über gängige Injektionsstoffe, deren Einbringverfahren, Wirkungsprinzip und Einsatzgrenzen:

Tabelle 6: Einbringverfahren, Wirkungsprinzip und Einsatzgrenzen von Injektionsstoffen¹⁴⁶

Material	Vorrangiges Einbringverfahren	Vorrangiges Wirkungsprinzip	Einsatzgrenzen
Alkalisilikatlösungen	Drucklos, mit Druck	Verstopfung und Verengung	DFG < 60 % schlanke Bauteile
Alkalimethyl-siliconatlösung	Drucklos, mit Druck	Hydrophobierung	DFG < 60 % schlanke Bauteile
Alkalipropyl-siliconate	Drucklos, mit Druck	Hydrophobierung	DFG < 70 %
Bitumen-emulsionen	Mit Druck	Verstopfung und Verengung	Schlanke Bauteile, wird praktisch nicht mehr eingesetzt
Epoxidharze	Mit Druck	Verstopfung und Verengung	DFG < 45 %
Polyurethanharze	Mit Druck	Verstopfung und Verengung	DFG < 75 %, Einbringdruck über 5 bar erforderlich
Silane	Drucklos, mit Druck	Hydrophobierung	DFG < 60 %
Siloxane-Silicon-mikroemulsion	Drucklos, mit Druck	Hydrophobierung	DFG < 60 % ohne, DFG < 75 mit Druck, alkalisches Milieu
Paraffine	Drucklos	Verengung	Vortrocknung und Aufheizung des Bauteils notwendig
Zement-suspension	Mit Druck	Verstopfung und Verengung	Vorrangig für Hohlraumfüllung

Elektrophysikalische Verfahren bedienen sich dem Prinzip der Osmose. In einem natürlichen oder künstlich angelegten Feld bewegen sich Wassermoleküle vom positiven zum negativ geladenen Pol.¹⁴⁷ Mit der

¹⁴⁶ i.A. WEBER, J.; HAFKESBRINK, V.: Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung. S. 212

¹⁴⁷ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 324

Bewegung von Wassermolekülen ist hier keine allgemeine Bewegung des Wassers im Mauerwerk gemeint, sondern eine Lösungsbewegung als Folge elektrolytischer Prozesse.¹⁴⁸ Bei diesem Verfahren unterscheidet man zwischen der aktiven und der passiven Elektrosmose, d. h. mit oder ohne Fremdstrom. Bei der aktiven Elektrosmose wird ein elektrisches Feld (Gleichstrom) parallel zur Wandoberfläche angelegt, dessen Strömungsrichtung entgegen der kapillaren Ausbreitung wirkt und ein weiteres Steigen der Feuchtigkeit unterbunden wird. Hierzu werden in oder an das Mauerwerk Elektroden gelegt zwischen denen sich eine Potentialspannung aufbaut. Elektroden können flexible Bänder, Kabel oder starre Metallstäbe aber auch flächige Elektroden, leitende Matten oder Gitter sein. Nachteilig bei diesem Verfahren sind der Stromverbrauch und die stetige Abnutzung bzw. Korrosion der Elektroden. Bei der passiven Methode wird das Mauerwerk mit Leitern oder Elektroden, welche bis unter die Fundamentsohle geführt werden, kurzgeschlossen.

Vor- und Nachteile der elektrophysikalischen Verfahren zur horizontalen Abdichtung gibt folgende Tabelle 7:

Tabelle 7: Vor- und Nachteile elektrophysikalischer Verfahren als Horizontalsperre¹⁴⁹

Vefahren	Einsatzmöglichkeit	Vorteile	Nachteile
Passive Verfahren	bei aufsteigender Feuchte im Mauerwerk	- keine Probleme der Standsicherheit - technisch und bauphysikalisch bekanntes System	- nur sehr kurzzeitige Erfolgsaussichten - in der Praxis kein bewährtes System
Aktive Verfahren	nach Herstellerangaben (konträre Diskussion in Fachkreisen)	- keine Beeinflussung der Standsicherheit - nur geringe bauliche Eingriffe	- geringe Erfolgsaussichten - physikalische Randbedingungen für die Funktionstüchtigkeit noch relativ unbekannt - hoher und ständiger Wartungsaufwand

Elektrophysikalische Verfahren, besonders die passive Elektrosmose, sind wegen der bisherigen Wissensdefizite über den genauen Ablauf der elektrophysischen Prozesse in der Praxis und wegen Unsicherheiten bei der Anwendung nicht zu empfehlen. Die Anwendung des Verfahrens führte in vielen Fällen zu einer zwangsläufigen Sanierung der Sanierung.¹⁵⁰ Somit ist bei der Erstellung einer nachträglichen Horizontalsperre je nach Projekt ein anderes laut ÖNORM B 3355-2 zertifiziertes Verfahren auszuwählen (Mechanisch oder Injektion).

¹⁴⁸ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 331

¹⁴⁹ STAHR, M.: Bausanierung - Erkennen und Beheben von Bauschäden. 6. Auflage. S. 354

¹⁵⁰ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 333

3.2.2.3 Nachträgliche Vertikalabdichtung

Die nachträgliche Vertikalabdichtung wird gegen seitlich an das Mauerwerk andringendes Wasser angewandt. Um das geeignete System der Vertikalabdichtung auswählen zu können, muss in erster Linie geklärt werden, um welchen Lastfall bzw. Art des Feuchtigkeitszutrittes es sich handelt. Dabei wird zwischen Bodenfeuchte, frei ablaufendem, nichtdrückendem Wasser ohne hydrostatischen Druck und drückendem Wasser (aufstauendes Oberflächen- oder Schichtenwasser bzw. Grundwasser) unterschieden.¹⁵¹

Die flächige Abdichtung kann als Außenabdichtung, Innenabdichtung oder abdichtende Injektion hergestellt werden. Für die Anwendbarkeit je nach Wasserbeanspruchung gibt das WTA Merkblatt 4-6 „Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile“ folgende Angaben:

Tabelle 8: Abdichtungsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Wasserbeanspruchung¹⁵²

Wasserbeanspruchung	Außenabdichtung	Innenabdichtung	Injektionen
Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser	+	+	+
nichtdrückendes Wasser auf Deckenflächen	+		+
aufstauendes Sickerwasser, drückendes Wasser	+	+	+
Feuchte infolge Hygroskopizität von Salzen	-	-	-
Tauwasser	-	-	-

- (1) Wenn der Baugrund aus bindigem oder schwach durchlässigem Boden besteht ($k \leq 10^{-4}$ m/s), ist eine Dränung gem. DIN 4095 zu erstellen; ansonsten ist eine Abdichtung gegen aufstauendes Sickerwasser bzw. drückendes Wasser auszuführen.
- (2) Nur bei wasserdichtem Anschluss an angrenzende wasserundurchlässige Bauteile (z.B. Betonbodenplatte).
- (3) Die Standsicherheit des Bauwerks und des Abdichtungsuntergrundes ist nachzuweisen bzw. zu überprüfen.
- (4) Liegt ausschließlich eine hygroskopische Feuchteaufnahme vor, ist es Stand der Technik, ein WTA-Sanierputzsystem aufzubringen.
- (5) Wärmedämmung kann je nach Nutzung erforderlich werden.
- (6) Nur mit dafür nachgewiesenen Systemen gemäß Abschnitt 5.4.3 (WTA Merkblatt 4-6) möglich.

¹⁵¹ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 205 f

¹⁵² i.A. WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 4-6 - Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile. Technisches Merkblatt. S. 6

Kellerwände der städtischen Gründerzeitgebäude wurden sehr breit (bis zu 1 m) ausgeführt. Bei solch dickem Mauerwerk ist das Erstellen einer Vertikalabdichtung generell nur mit einhergehender Erstellung einer Horizontalsperre am Wandfuß sinnvoll, da ansonsten Feuchtigkeit über die Aufstandfläche des Mauerwerks eindringen und das Mauerwerk kapillar durchfeuchten kann.¹⁵³

Außenabdichtung

Die Ausführung als Außenabdichtung ist der Innenabdichtung und Schleierabdichtung stets vorzuziehen. Grundvoraussetzung hierfür ist die Möglichkeit die abzudichtenden Flächen freilegen zu können. Mit Hilfe einer Außenabdichtung können alle möglichen Lastfälle behandelt werden, wobei manche Lastfälle wechseln können, bzw. drückendes Wasser als Lastfall eher die Ausnahme bei nachträglicher Vertikalabdichtung darstellt.¹⁵⁴

Die unterschiedlichen Produkte und Verfahren sind je nach Lastfall, Mauerwerkmaterial und –Oberfläche auszuwählen und werden in technischen Regelwerken wie folgt aufgelistet:

- **Dichtungsbahnen** sind bahnenförmige Abdichtungen, können für alle Lastfälle angesetzt werden und entsprechen den allgemein anerkannten Regeln der Technik. Zum Einsatz kommen **Bitumenbahnen**, welche entweder im Bürstenstreich-, Gieß-, Gieß- und Einwalz-, Flämm- oder Schweißverfahren vollflächig miteinander verklebt werden, **Kunststoff-Dichtungsbahnen** (PIB, ECB, PETP, PVC/P oder EPDM), welche im Bürstenstreich- oder Flämmverfahren verklebt werden oder auch **selbstklebende Bitumen- oder Polymerbitumen-Schweißbahnen**, bzw. auch kaltselbstklebende (KSK) Bahnen genannt. Alle diese Verfahren erfordern jedoch einen ebenen Untergrund, weshalb sie lediglich im Neubau vermehrt, im Altbau jedoch nur selten zur Anwendung kommen. Hier sind spachtel- oder spritzbare Stoffe bessere Alternativen, bei welchen auch Durchdringungen auf einfachere Art und Weise abgedichtet werden können.¹⁵⁵ Eine weitere Form sind flexible Abdichtungsbahnen. Sie können bei stark klüftigem und hohlräumigen Mauerwerk ohne aufwändige Egalisierung des Untergrundes angewendet werden. Eine flexible Abdichtungsbahn besteht zum einen aus einer etwa 2 mm dicken Bitumenabdichtungsbahn mit äußerem Glasvlies und zum ande-

¹⁵³ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 205

¹⁵⁴ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 447

¹⁵⁵ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 475 ff

ren aus imprägniertem Polyurethanweichschaumstoff oder geschlossenzelligem PE-Weichschaumstoff. Diese Art der Abdichtung ist wasserdicht, wurzelbeständig, resistent gegenüber Salzen, Säuren und Laugen, hat eine hohe Widerstandsfähigkeit gegenüber mechanischen Einwirkungen und bewirkt durch seine Entkopplung vom Untergrund eine Unabhängigkeit gegenüber Setzungen oder Rissen.¹⁵⁶

Kunststoffmodifizierte Bitumen-Dickbeschichtungen (KMB) nach DIN 18195, KMB-Richtlinie (Deutsche Bauchemie) und WTA Merkblatt sind kunststoffmodifizierte Bitumenlösungen auf wässriger Basis mit einem Bitumenanteil von 55 – 75 % und werden ohne Erhitzen aufgespachtelt oder aufgespritzt. Unterschieden werden einkomponentige und zweikomponentige Bitumen-Dickbeschichtungen, wobei in letzterem Zementpulver enthalten ist, und die KMB nicht nur ausschließlich physikalisch trocknet sondern auch chemisch aushärtet. Sie finden in allen Lastfällen ihre Anwendung, wobei sie laut DIN 18195 bei drückendem Wasser als nicht regelkonform gelten, jedoch als Sonderlösung mit dem Bauherren vereinbart werden können. Diese Art der Abdichtung ist als Abdichtungssystem zu verstehen, da gegebenenfalls Ausgleichputz und Grundierung, ein Voranstrich, eine eventuelle Kratzspachtelung und darauf die Bitumen-Dickbeschichtung zweilagig, mit oder ohne Gewebe, mit oder ohne Dränung notwendig sind. Für diese Art der Abdichtung sind Mauerwerk aus Ziegel, Kalksandstein, Porenbetonstein, Hüttenstein, Hohlblockstein aus Beton oder Leichtbeton, Mischmauerwerk, Beton- und Stahlbeton geeignet. Ebenfalls tauglich auf Putzen der Mörtelgruppe PIII, CS III oder CS IV oder auf vorhandenen Anstrichen oder Beschichtungen auf mineralischem Untergrund.¹⁵⁷ Der Untergrund darf jedoch nicht porengesättigt bzw. darf nur leicht feucht sein um die Saugfähigkeit des Untergrundes zu gewährleisten. Des Weiteren müssen jeglicher Schmutz und trennende Substanzen entfernt werden. Dies geschieht optimalerweise mittels Sandstrahlen, da hierbei der Untergrund nicht nur gereinigt, sondern auch eine offenporige Oberfläche hergestellt wird, welche Saugfähigkeit und Griffbarkeit garantiert. Die Bitumen-Dickbeschichtung wird mehrlagig, bis zum Erreichen der Mindestschichtdicke des jeweiligen Lastfalles aufgetragen. Gegen Bodenfeuchte, nichtstauendes Sickerwasser und nicht drückendes Wasser ist eine Trockenschichtdicke von 3 mm und im Lastfall gegen aufsteigendes Sickerwasser eine 4 mm Tro-

¹⁵⁶ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 481 f

¹⁵⁷ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 459

ckenschichtdicke mit zusätzlicher Einbettung einer Verstärkungseinlage gefordert.¹⁵⁸

Mineralische Systeme sind Abdichtungen mittels Bentonit, Sperrputz, Dichtungsschlämmen oder Dickbeschichtungen.

Bentonit ist ein natürlich vorkommender und stark quellfähiger Ton. Zum Einsatz kommt Bentonit in Form von Matten mit Schichtdicken von 2 – 15 mm, wobei es sich nicht rein um Bentonit handelt, sondern um mit Bentonit gefüllte oder ummantelte PVC-Folien, Wellpappen oder Geotextilien.¹⁵⁹ Gerät das Bentonit mit Wasser in Kontakt, so quillt es mit einer bis zu 15-facher Volumenvergrößerung und bildet ein dichtes Gefüge. Mit dieser Quellfähigkeit können Fehlstellen oder Risse aufgefangen werden, jedoch wird diese bei höher vorhandenen Salzkonzentrationen herabgesetzt. Eine Hinterläufigkeit der Abdichtung wird durch den ständigen Quelldruck von 0,2 MN/m² vermieden. Trocknet das Bentonit hingegen aus, können Schwindrisse entstehen. Dies ist der Grund, weshalb die Anwendung von Bentonit zur Abdichtung von erdberührten Bauteilen ausschließlich im Lastfall drückendes Wasser einsetzbar ist.¹⁶⁰ Es handelt sich hierbei um ein nicht genormtes Verfahren, weshalb andere genormte Verfahren vorzugsweise verwendet werden sollten.

Wasserundurchlässige zementgebundene Putze mit Dichtungsmittel, auch **Sperrputze** genannt, besitzen durch die feine Abstimmung der Kornabstufung ein äußerst dichtes Gefüge. Diese feinteilige Zusammensetzung hat jedoch den Nachteil, dass der Sperrputz schon bereits bei geringen Schichtdicken anfällig für Schwindrisse ist, weshalb er in mehreren Lagen bis zum Erreichen der Mindestdicke aufgetragen werden muss, wobei die Trocknungszeiten sowie die korrekte Nachbehandlung (Schutz vor Austrocknung oder Frost) eingehalten werden müssen. Hersteller deklarieren den Sperrputz als für jeden Lastfall anwendbar. Primär findet er jedoch als Abdichtung gegen Bodenfeuchtigkeit und nichtdrückendem Wasser bei starken Untergrundunebenheiten Anwendung.¹⁶¹

Mineralische Dichtungsschlämmen (MDS) sind ein hydraulisch abbindendes Gemisch aus Zement, Zuschlägen und

¹⁵⁸ DEUTSCHE BAUCHEMIE E. V.: Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen. S. 19

¹⁵⁹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 451

¹⁶⁰ WEBER, J.; HAFKESBRINK, V.: Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung. S. 301 f

¹⁶¹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 451 f

besonderen Zusatzstoffen oder Zusatzmitteln.¹⁶² Anwendbar sind sie in den Lastfällen gegen Bodenfeuchtigkeit, nicht stauendes Sickerwasser, kurzzeitig aufstauendes Wasser und drückendes Wasser.¹⁶³ Dichtschlämmen sind UV-stabil, weshalb sie bis in den Sockelbereich hochgezogen werden können. Der Untergrund muss frei von Staub, Schmutz, Trennmitteln, Salzausblühungen und scharfkantigen Unebenheiten sein. Alte nicht tragfähige Schichten müssen zuvor abgetragen werden. Es empfiehlt sich hierbei wieder das Sandstrahlen, wobei vor dem Aufbringen der Dichtschlämme ein Vornässen des Bauteils zu erfolgen hat, damit der Schlämme nicht die Feuchtigkeit zur Hydratation entzogen wird. MDS werden laut WTA-Merkblatt in zwei Arbeitsgänge bis zum Erreichen der Mindestrockenschichtdicke in Abhängigkeit des herrschenden Lastfalles aufgestrichen, aufgespachtelt oder aufgespritzt. Für den Lastfall Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser beträgt die Mindestrockenschichtdicke 2 mm, bei aufstauendem und drückendem Wasser 3 mm. Eine Rissgefährdung, Steinvorsprünge und Mörtelüberstände führen zu einem Ausschluss dieses Verfahrens bzw. es müssen zuvor Überstände beseitigt, Kanten gefast und Kehlen gerundet sein.¹⁶⁴

Die **Dickbeschichtung** stellt ein Hybridsystem aus den MDS- und KMB-Verfahren dar, welches die positiven Eigenschaften (schnelle Durchtrocknung, Anwendung auf feuchtem Untergrund und Wasserundurchlässigkeit der MDS und Rissüberbrückung bis zu 0,2 mm der KMB) beider vereint. Die Untergrundvorbereitung von Dickbeschichtungen ist gleich der Abdichtung mit mineralischen Dichtungsschlämmen. Je nach Lastfall werden Schichtdicken von 3 mm (Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser) oder 4 mm (zeitweise aufstauendes Sickerwasser und drückendes Wasser) gefordert.¹⁶⁵

Außenliegende Abdichtungen an städtischen Gründerzeitgebäuden mit sehr hohem Aufwand verbunden. Die Kelleraußenwände sind hierbei frei zu graben und zu säubern. Je nach Abdichtungssystem ist der Untergrund entsprechend vorzubereiten. Im städtischen Bereich ist die gänzliche Freilegung des Kellermauerwerkes jedoch meist wegen der üblichen Blockrandbebauung nicht möglich. Straßenseitig sind Gehwege aufzu-

¹⁶² DEUTSCHE BAUCHEMIE E. V.: Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit mineralischen Dichtungsschlämmen. S. 9

¹⁶³ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 452

¹⁶⁴ DEUTSCHE BAUCHEMIE E. V.: Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit mineralischen Dichtungsschlämmen. S. 13

¹⁶⁵ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 457

brechen unter denen eventuell eine Vielzahl an Leitungen etc. verlaufen und zu weiteren Erschwernissen führen können.

Abdichtungsinjektion

Injektionen sind eine weitere Möglichkeit Wände vertikal abzudichten. Der Vorteil dieser Technologie liegt darin, dass im Gegensatz zu allen anderen bisher genannten Möglichkeiten der vertikalen Außenabdichtung, das Außenmauerwerk nicht freigelegt werden und keine Baugrube mit entsprechendem Arbeitsraum gegraben werden muss. Besonders bei Teilunterkellerten Gebäuden oder angrenzenden Gebäuden mit unterschiedlichen Eintauchtiefen der Wände ist ein Freilegen des Mauerwerkes nicht möglich. Es kann hierbei prinzipiell zwischen zwei Verfahren unterschieden werden (vgl. Bild 3.9 Schema Schleierinjektion (links), Konstruktionsvergelung (rechts)). Zum einen der Schleierinjektion bzw. Baugrundvergelung, bei welcher die Bohrlöcher durch den gesamten Mauerquerschnitt geführt werden und sich ein abdichtender Schleier vor dem Mauerwerk bildet. Zum anderen die Konstruktionsvergelung bei der die Bohrlöcher bis ca. $\frac{3}{4}$ der Mauerwerksstärke geführt werden und sich der Injektionsstoff in den offenen Poren, Rissen und Hohlstellen des Mauerwerks dreidimensional ausbreitet. Die Bohrlöcher werden in beiden Fällen rasterartig über die abzudichtende Fläche verteilt und mit Schraubpackern, durch welche das Injektionsgut in das Mauerwerk ge-

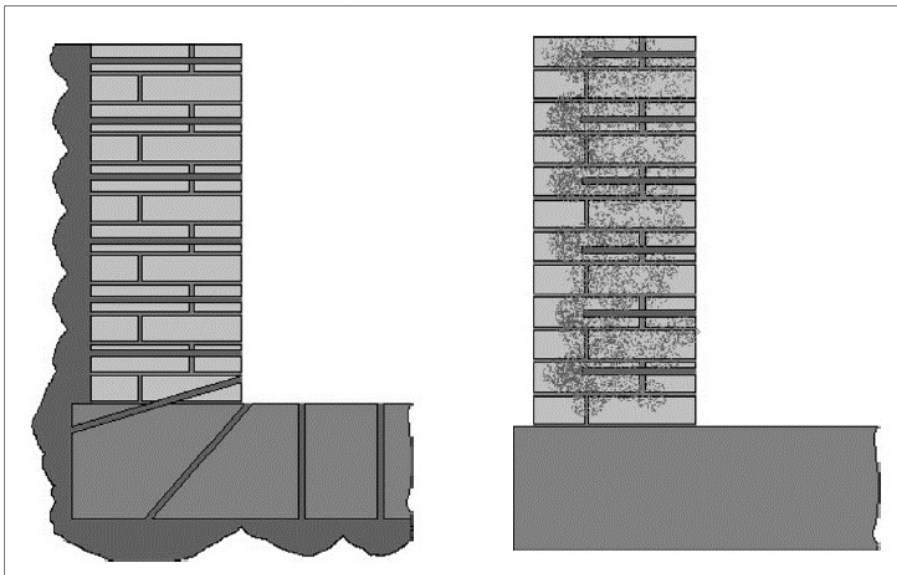


Bild 3.9 Schema Schleierinjektion (links), Konstruktionsvergelung (rechts)¹⁶⁶

führt wird, versehen.

Der Injektionsstoff bzw. das Hydrogel wird mittels Niederdruckverfahren (<10 bar) in das Erdreich eingebracht, wo sich ein elastischer, abdichtender Schleier (Schleierinjektion) bildet. Am häufigsten werden Acrylatgele oder Polyurethane eingesetzt, jedoch werden im ABI-Merkblatt (Abdichtung von Bauwerken durch Injektion) noch Stoffe wie Zement, Epoxidharz, Stoffe auf Siliziumbasis und Silikon genannt¹⁶⁷. Nachfolgende Tabelle 9 zeigt die Einsatzgebiete verschiedener Injektionsstoffe:

Tabelle 9: Einsatzgebiete von Injektionsstoffen¹⁶⁸

Material	Bauwerkszustand		Beanspruchung nach der Injektion		Anmerkung
	Feucht	Wasserführend	Bodenfeuchte/nichtstauendes Sickerwasser	Aufstauendes Sickerwasser drückendes Wasser	
Silikat	+	+	+	+(c)	(a)
Zement	+	+	+	+(d)	(a)
EP-Harz	+/- (b)	-	+	-	(a)
PUR-Harz	+	+	+	+	
Acryl- bzw. PUR-Harzgel	+	+	+	+	

- (a) keine Verformungsfähigkeit
- (b) nur feuchteverträgliche Harze
- (c) nur in Kombination mit Zementen
- (d) nur in Kombination mit Silikaten

Injektionen werden bei den Lastfällen drückendes Wasser oder Grundwasser, sowie Bodenfeuchte oder nichtstauendes Sickerwasser eingesetzt. Aufgrund der aufwändigen Herstellung und der hohen Kosten jedoch nur, wenn kein anderes System anwendbar ist. Bei Injektionen wird zwischen drucklosen Injektionen, Druckinjektionen, eine Kombination aus diesen beiden oder auch speziellen Weiterentwicklungen, bei denen einzelne Eigenschaften verbessert wurden, unterschieden. Wie bereits bei der horizontalen Abdichtung erwähnt, kann die Wirkung des Injektionsmittels verengend, verstopfend oder hydrophobierend sein. Die Kombination aus Injektionsmittel und Injektionsverfahren ist für jeden Fall gesondert abzustimmen, da jedes Injektionssystem sein eigenes Anwendungsfenster innerhalb dessen ein Erfolg eintreten kann, hat. Hierzu sind im Vorfeld der Durchfeuchtungsgrad, Versalzungsgrad, die Mauerwerksdicke, Mauerwerksart und der Mauerwerkszustand sowie die kli-

¹⁶⁶ WEBER, J.; HAFKESBRINK, V.: Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung. S. 331 ff

¹⁶⁷ WEBER, J.; HAFKESBRINK, V.: Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung. S. 324

¹⁶⁸ WEBER, J.; HAFKESBRINK, V.: Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung. S. 325

matischen Bedingungen bzw. Austrocknungsmöglichkeiten in Erfahrung zu bringen.¹⁶⁹

Dieses Verfahren ist nicht genormt und zählt nicht zu den anerkannten Regeln der Technik, weshalb es zu einer ausführlicheren Beratungs- und Hinweispflicht gegenüber dem Auftraggeber kommen muss. Dennoch wird die Injektionsabdichtung in WTA-Merkblättern, im ABI-Merkblatt (Abdichtung von Bauwerken durch Injektion) und in der Richtlinie 804.6102 der Deutschen Bahn AG behandelt.¹⁷⁰

Innenabdichtung

Eine weitere Alternative zu den vertikalen Abdichtungen, bei denen ein Freigraben des Mauerwerks nicht nötig ist, bzw, wenn kein Freilegen des Außenmauerwerkes möglich ist, stellt die Abdichtung von innen dar. Diese Abdichtung wird auch Negativabdichtung genannt, da die Durchfeuchtung von der Negativseite an die Abdichtung gelangt. Dadurch wird das gesamte hygrische und thermische Verhalten des Mauerwerkes verändert. So kann es zu einem stärkeren Durchfeuchtungsgrad bis hin zur Sättigung, zu einer höheren Salzbelastung, zu einer Verschiebung des Taupunktes und einer Veränderung des Frost-Tau-Wechsels kommen. Des Weiteren ist bei der Innenabdichtung darauf zu achten, dass an diesen Wänden keine Regale oder sonstige Befestigungen angebracht werden dürfen, da hierbei die Abdichtung zerstört wird. Ebenfalls ist anzumerken, dass eine Innenabdichtung stets in Verbindung mit einer darüberliegenden Horizontalsperre angeschlossen bzw. hergestellt werden soll, um ein kapillares Aufsteigen der Feuchtigkeit in den Sockelbereich oder höher zu vermeiden. Mit dem erhöhten Feuchtigkeitsgehalt des Mauerwerks geht zusätzlich eine Verschlechterung der Wärmedämmwirkung einher, wobei ein erhöhtes Risiko für Kondensation und Tauwasseranfall entsteht.

Üblicherweise werden zur Herstellung der Abdichtung starre oder flexible, mineralische Dichtungsschlämmen (MDS), Sperrputze oder dünne wasserundurchlässige Betonschichten verwendet. In den Lastfällen Bodenfeuchtigkeit und nicht drückendes Wasser kann das System der Innenabdichtung bedenkenlos angewendet werden.¹⁷¹ Je nach Wasserbeanspruchung und Abdichtungsstoff, werden unterschiedliche Mindesttrockenschichten laut WTA-Merkblatt 4-6 gefordert:

¹⁶⁹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 267

¹⁷⁰ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 511

¹⁷¹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 501

Tabelle 10: Mindesttrockenschichtdicken von Innenabdichtungssystemen¹⁷²

Wasserbeanspruchung	Mineralische Dichtschlämmen		wasserundurchlässige Werk-trockenmörtelsysteme	
	Mindesttrockenschichtdicke	Arbeitsgänge	Mindesttrockenschichtdicke	Arbeitsgänge
Bodenfeuchte und nicht-stauendes Sickerwasser	2 mm	min. 2	20 mm	2
Aufstauendes Sickerwasser und drückendes Wasser	3 mm	min. 2	30 mm	2

Wegen des rückseitig entstehenden Wasserdruckes bei drückendem Wasser oder Grundwasser ist die Anwendung als kritisch anzusehen. Das WTA-Merkblatt fordert hierzu eine Standhaftigkeit der Abdichtung von 10 m Wassersäule (1,0 bar = 10 N/cm²) an. Grundvoraussetzung dafür ist jedoch der ausreichende Haftverbund zwischen Mauerwerk und Abdichtung. Ist dem nicht so, so muss für eine ausreichende Auflast gesorgt werden. Vor Anbringen der Abdichtung muss der Untergrund frei von nicht tragfähigen Belägen, Altanstrichen, Putzen etc. sein um einen guten Haftverbund zu erhalten. Hier ist ebenfalls das Sandstrahlverfahren oder ein sonstiges Verfahren ohne Wasser zu verwenden, da zusätzlich eingebrachtes Wasser eine weitere Lösung und tiefer in das Mauerwerk einlagernde Versalzung zur Folge haben kann. Risse sind entweder mit speziellem Schnellzement oder durch Verpressen zu schließen. Beschädigte Fugen sind auszukratzen und neu zu verfugen. Weiters ist das Mauerwerk vorher auf Hohlstellen, Ausbrüche, Vertiefungen oder mürbe Steine zu untersuchen und eventuell mit Mörtel auszubessern. Kanten sind darüber hinaus abzurunden und dementsprechend Innenecken mit Hohlkehlen zu versehen.

3.2.2.4 Nachträgliche Dränage

Dränanlagen sind Systeme aus Rohren und Schächten, welche unterirdisch Wasser vom Baugrund ableiten soll. Die Anordnung von Dränagen kann laut DIN 18195-1:2011-12 im Lastfall von aufstauendem Wasser erfolgen und gibt durch das Abführen des stauenden Wassers die Möglichkeit, anstatt einer vertikalen Außenabdichtung gegen aufstauendes Wasser eine regelkonforme Erstellung einer Außenabdichtung für den Lastfall Bodenfeuchte und nichtstauendes Wasser. Somit sind die Ansprüche an die vertikale Außenabdichtung bzw. deren Materialien geringer. So kann beispielsweise die Schichtdicke einer KMB-Abdichtung von den geforderten 4 mm im Lastfall aufstauendes Wasser auf 3 mm ohne Verstärkungseinlage reduziert werden. Bei einer MDS-Abdichtung kann

¹⁷² WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 4-6 - Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile. Technisches Merkblatt, S. 17

ebenfalls eine Reduzierung der Schichtdicke um 1 mm erfolgen. Ein Dränagesystem besteht grundsätzlich aus den Dränrohren, welche in eine mit Vlies ummantelten Kiespackung gelegt werden, sowie aus Schächten in denen das abgeführte Wasser gesammelt und, falls wasserrechtlich zulässig, abgeleitet wird. Kontroll und Spülvorrichtungen müssen ebenfalls installiert werden und verursachen weitere Kosten. Hier muss im Einzelfall eine ökonomische Auseinandersetzung erfolgen inwiefern die Kosten der Einsparung, durch z. B. geringere Schichtdicken, die Kosten für die Anordnung einer Dränage rechtfertigen.

3.2.2.5 Entsalzung von Mauerwerk

Mit der Belastung der Feuchtigkeit in Mauerwerk geht gleichzeitig eine hohe oder niedrige Belastung des Mauerwerks durch Salze einher. Die Schäden aufgrund von Durchfeuchtung des Mauerwerks sind in den häufigsten Fällen, neben Frostschäden, auch auf die schädigende Wirkung der Salze zurückzuführen.¹⁷³ Je nach Baustoff und Umgebungsbedingungen (Bodenverhältnisse, defekte Regenentwässerung, etc.) kann es sich um Sulfate, Nitrate, Chloride sowie Carbonate und Mischsalze handeln. Diese sind entweder bereits in den bestehenden Baumaterialien (Steine, Bindemittel, Zuschlagsstoffe, Anmachwasser) enthalten, sie werden aber auch von außen, z.B. über Grundwasser und Niederschläge oder durch das Ausführen nicht kompatibler Reparaturmaßnahmen, beispielsweise mit Ziegelsteinen aus gebranntem gipshaltigen Ton zugeführt.¹⁷⁴ Die schädigenden Mechanismen sind hierbei die **Kristallisation** und die **Hydratation**.

Unter einer Kristallisation versteht man die Bildung von Kristallen. Ist das Mauerwerk durchfeuchtet und sind Salze vorhanden, so gehen diese mit dem Wasser in Lösung. Durch Abkühlungsprozesse, Trocknungs- oder Verdunstungsvorgänge kommt es zu einer Übersättigung der Salzlösung und es werden Salzkristalle ausgeschieden. Ausblühungen oder abblätternde Farbschichten an den Mauerwerksflächen sind oft ein erster Hinweis für substanzschädigende Kristallisationsvorgänge innerhalb des Mauerwerkes und werden oft lediglich als unästhetischer Schaden hingegenommen. Schenkt man diesen frühen Anzeichen jedoch keine Beachtung, so kann es in weiterer Folge zu größeren Schäden kommen. Während des Auskristallisierens werden oft beträchtliche Mengen an Kristallwasser gebunden, was zu einer Volumenvergrößerung der Kristalle führt. Ist nun der Porenraum zu klein, sodass sich die wachsenden Kristalle gegenseitig behindern, entsteht ein sogenannter Kristallisations-

¹⁷³ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 343

¹⁷⁴ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 119 f

druck. Bei mehrfacher Wiederholung von Durchfeuchtung und Austrocknung wird dieser Mechanismus verstärkt und es kann bei Überschreitung der Gesteins- oder Mörtelfestigkeit zu einer Sprengung des Korngefüges, einem Zermürben und/oder Abplatzungen kommen. Durch die gleichzeitige Entstehung feiner Risse wird ein weiteres Eindringen bauschädigender Salze über eine höhere Wasseraufnahme, bzw. die Diffusion von Gasen begünstigt.¹⁷⁵

Die Hydratation versteht sich als eine chemische Wassereinlagerung in das Kristallgitter der Salze, wobei je nach Salzart, Hydratationstemperatur und Hydratstufe eine mehr oder wenige große Volumenzunahme stattfindet. Der hierbei entstehende Druck wird als Hydratationsdruck bezeichnet und bewirkt wie der Kristallisationsdruck ein Zermürben oder Abplatzen der Mauerwerkssubstanz.¹⁷⁶ Ein weiteres Problem bei Vorhandensein von löslichen Salzen, speziell im Zusammenhang mit Kalk, ist die Entkalkung. Hierbei wird nach und nach das Bindemittel herausgelöst und somit die Festigkeit beispielsweise von Kalkmörtel herabgesetzt.¹⁷⁷

Bei der Instandsetzung von salzbelastetem Mauerwerk wird in der Praxis von einer Entsalzung gesprochen. Dieser Begriff entspricht nicht der Wirklichkeit, da eine vollkommene Entsalzung von Mauerwerk nur mit großem technischem und zeitlichem Aufwand und nur in den seltensten Fällen möglich ist. Die Begriffe „Salzreduktion“ bzw. „Minderung der Salzionenkonzentration“ sind zur Beschreibung der Maßnahmen eher geeignet.¹⁷⁸

Wann bzw. ab welchem Salzgehalt Maßnahmen nötig sind, kann im Allgemeinen nicht gegeben werden, da es im Einzelfall immer auf die vorhandenen Salze, der Kombinationen und das Baustoffgefüge ankommt. Dennoch gibt das WTA Merkblatt 3-13-01/D (vgl. Tabelle 11: Bewertung der Gefährdung durch unterschiedliche Konzentrationen von Anionen aus bauschädlichen Salzen) Salzgehalte an, ab wann mit einer Gefährdung gerechnet werden kann bzw. Maßnahmen erforderlich werden:

Tabelle 11: Bewertung der Gefährdung durch unterschiedliche Konzentrationen von Anionen aus bauschädlichen Salzen¹⁷⁹

Anionen	Belastung in Prozent der Masse		
Chloride	unter 0,03	0,03 bis 0,10	über 0,10
Nitrate	unter 0,05	0,05 bis 0,15	über 0,15

¹⁷⁵ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 344 f

¹⁷⁶ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 346

¹⁷⁷ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 347

¹⁷⁸ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 350

¹⁷⁹ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 3-13-01/D - Zerstörungsfreies Entsalzen von Naturstein und anderen porösen Baustoffen mittels Kompressen. Technisches Merkblatt. S. 4

Sulfate	unter 0,10	0,10 bis 0,25	über 0,25
	keine Maßnahmen erforderlich	Maßnahmen im Einzelfall erforderlich	Maßnahmen dringend erforderlich

Hierbei ist anzumerken, dass nicht nur Art und Konzentration der Anionen betrachtet werden müssen, sondern auch die Kationen wie bspw. Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium und Ammonium sowie die thermohygrischen Gegebenheiten.¹⁸⁰

Laut ÖNORM B 3355¹⁸¹ wird zwischen 4 grundsätzlichen Methoden zur Deaktivierung von bauschädigenden Salzen unterschieden:

- Salzentfernung,
- Salzreduktion,
- Salzbeibehaltung bzw. Salzkaschierung

Die **Salzentfernung** entspricht der einfachsten Art den Salzen entgegenzuwirken und ist die mechanische Entfernung von Salzen. Durch Abbürsten, Abkratzen oder Abfegen werden Salzausblühungen von der Bauteiloberfläche entfernt.¹⁸² Da hierbei lediglich die oberflächennahen Salze entfernt werden, verbleiben weiterhin Salze im Mauerwerksquerschnitt. Ist das Mauerwerk extrem salzbelastet, so werden diese Mauerwerksteile abgebrochen und durch gering salzbelastete Baustoffe ersetzt.¹⁸³

Bei der **Salzreduktion** ist es notwendig, dass das Mauerwerk während des Verfahrens ausreichend bewässert wird bzw. genug Feuchtigkeit im Mauerwerk vorhanden ist, um den Salztransport an die Bauteiloberfläche zu gewährleisten. Ist das Mauerwerk trocken können sich die Salze nicht lösen und der Salztransport kommt zum Stillstand. Die Transportmechanismen hierbei sind Diffusion (Konzentrationsausgleich), Konvektion (Lösen und Auswaschen der Salze über kontinuierliche, gerichtete, kapillare Wasserströmung) und Elektromigration (Salzionen wandern zu Opferanoden). Für die Salzreduzierung gibt es eine Vielzahl an Methoden. In der ÖNORM B 3355-3:2006-03¹⁸⁴ werden

- das Kompressenverfahren,
- das Injektionskompressen-Verfahren,

¹⁸⁰ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 3-13-01/D - Zerstörungsfreies Entsalzen von Naturstein und anderen porösen Baustoffen mittels Kompressen. Technisches Merkblatt. S. 5

¹⁸¹ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM B 3355: Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk. ÖNORM. S.

¹⁸² FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 354

¹⁸³ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM B 3355: Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk. ÖNORM. S. 36

¹⁸⁴ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM B 3355-3: Torckenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 13 ff

- das Opferputz-Verfahren,
- das Strahlen der Wandoberflächen,
- das Vakuum-Fluid-Verfahren,
- Elektrophysikalische Verfahren und
- das Delta-P-Verfahren genannt.

Die Kompressen beim **Kompressenverfahren** bestehen aus Zellulose oder anderen saugfähigen Materialien. Die Komresse nimmt Salze auf, und je nach Salzbelastung muss diese ausgetauscht und die Wand erneut befeuchtet werden.

Beim Injektionskompressenverfahren wird in das Innere des Mauerwerkes über Kanülen Wasser zugegeben und außen Kompressenmaterial aufgebracht. Durch eine geregelte Zugabe von Wasser werden die gelösten Salze in die Komresse transportiert (vgl. Bild 3.10 Kompressen-

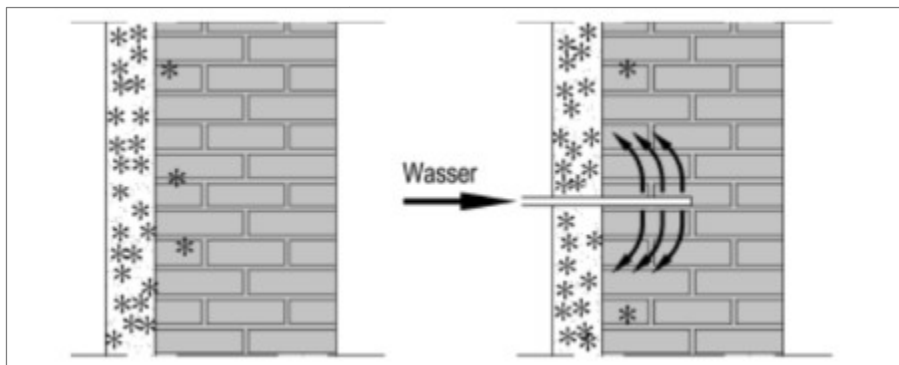


Bild 3.10 Kompressenverfahren (links), Injektionskompressen-Verfahren (rechts)¹⁸⁵

senverfahren (links), Injektionskompressen-Verfahren (rechts)).

Opferputze weisen großes, kapillares Saugvermögen auf. Diese auf der Baustelle gemischten Kalkputze oder speziellen Fertigputze werden nach einigen Monaten entfernt und erneut aufgebracht (vgl. Bild 3.11 Prinzip der Salzreduktion mittels Opferputz).

¹⁸⁵ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM B 3355-3: Torckenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 14

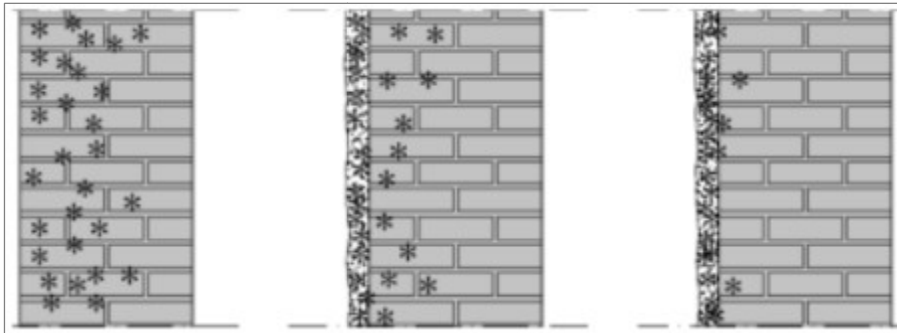


Bild 3.11 Prinzip der Salzreduktion mittels Opferputz¹⁸⁶

Ein Strahlen der Wandoberfläche mit Aluminiumsilikat sorgt für eine größere Oberfläche und ein Öffnen der Baustoffporen. Dadurch wandern Salze einfacher an die Bauteiloberfläche, kristallisieren dort aus und können anschließend entfernt werden (vgl. Bild 3.12 Öffnen der Bau-

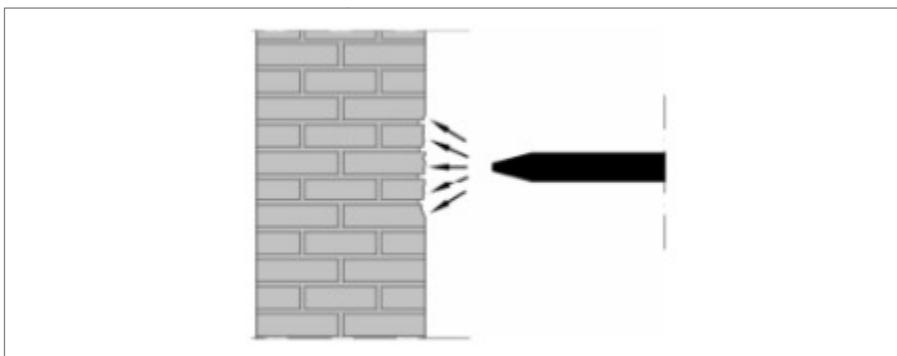


Bild 3.12 Öffnen der Baustoffporen durch Sandstrahlen¹⁸⁷

stoffporen durch Sandstrahlen).

Das Vakuum-Fluid-Verfahren (vgl. Bild 3.13 Salzreduktion mittels Vakuum-Fluid-Verfahren) saugt die gelösten Salze aus dem Mauerwerk. Es wird dabei eine ständige Befeuchtung des darüber- und darunterliegenden Mauerwerks gefordert.

¹⁸⁶ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 3355-3: Torckenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 15

¹⁸⁷ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 3355-3: Torckenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 16

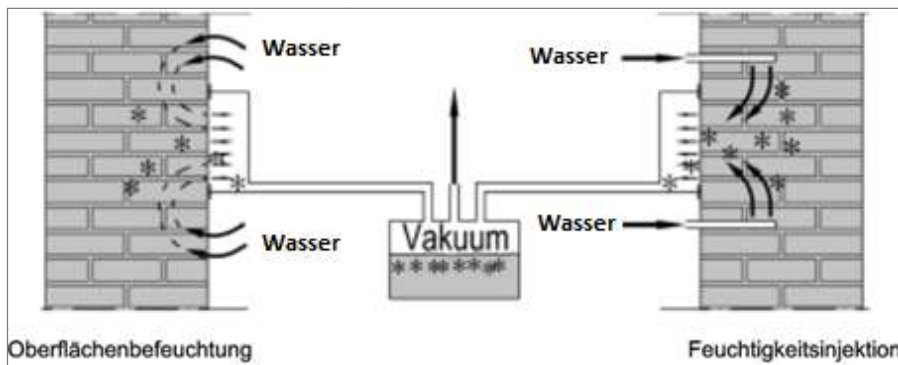


Bild 3.13 Salzreduktion mittels Vakuum-Fluid-Verfahren¹⁸⁸

Bei dem elektrophysikalischen Verfahren (vgl. Bild 3.14 Salzreduktion mittels elektrophysikalischen Verfahren) wird eine Gleichspannung an das Mauerwerk angelegt, wobei die Salzionen im Elektrolyt zu den Elektroden wandern und dort aus der Wand ausscheiden. Eine Ummanterung der Anoden mit semipermeablem Material bewirkt eine Salzeinlagerung in diese. Kann diese Membran keine Salze mehr aufnehmen, ist diese auszutauschen.

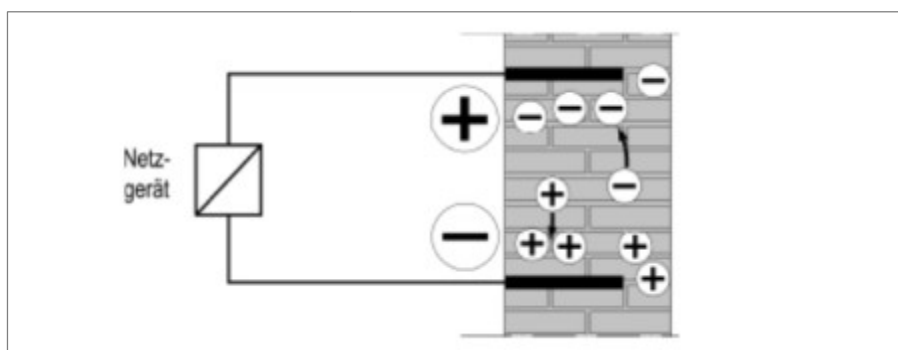


Bild 3.14 Salzreduktion mittels elektrophysikalischen Verfahren¹⁸⁹

Mit dem Delta-P-Verfahren (vgl. Bild 3.15 Salzreduktion mittels Delta-P-Verfahren) wird Wasser unter Druck in das Mauerwerk eingebracht und zeitgleich über benachbarte Bohrungen mittels Sog abgesaugt. Dieses Auslaugen der Salze ist somit mit einer sehr hohen Durchfeuchtung verbunden.

¹⁸⁸ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMITTEL: ÖNORM B 3355-3: Torckenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 14

¹⁸⁹ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMITTEL: ÖNORM B 3355-3: Torckenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 15

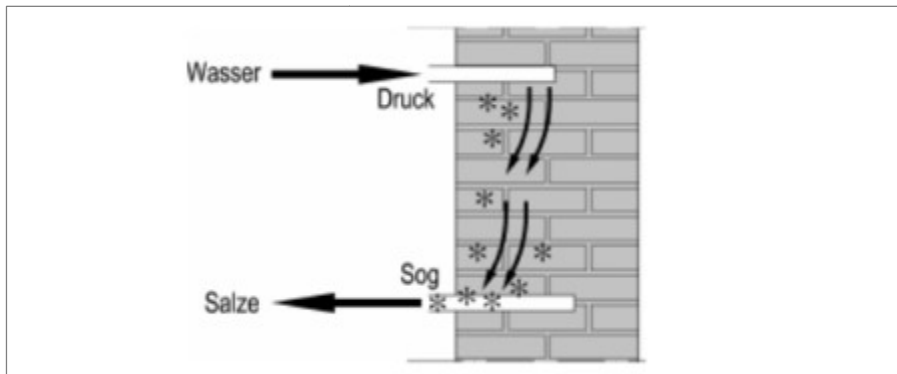


Bild 3.15 Salzreduktion mittels Delta-P-Verfahren¹⁹⁰

Die **Salzbeibehaltung** bzw. **Salzkaschierung** kommt hauptsächlich bei der profanen Altbausanierung zum Einsatz. Es wird hierbei lediglich eine schadensfreie Oberfläche gefordert, die Ursachen der Versalzung jedoch nicht beseitigt und somit nur kaschiert. Bei dieser Methode wird zwischen zwei Systemen unterschieden. Einerseits werden Calciumsilikatplatten, auch Salzspeicherplatten genannt, aufgeklebt oder Sanierputzsysteme angeordnet. Die Verdunstungszone wird von der ursprünglichen Mauerwerksoberfläche in die Calciumsilikatplatte bzw. in die Sanierputzschicht verschoben, sodass dort ein Auskristallisieren und Einlagern der Salze möglich ist und eine von Salzausblühungen freie Oberfläche gewährleistet wird.¹⁹¹ Calciumsilikatplatten werden auch als Klimaplatzen bezeichnet. Im Falle von Tauwasserbildung können diese ebenfalls Abhilfe schaffen. In der DIN EN 998 sind Sanierputzsysteme genormt und die technische Beschreibung findet man im WTA-Merkblatt 2-9-04/D.

Eine weitere Methode, welche in der ÖNORM B 3355 nicht erwähnt wird, ist die **Salzumwandlung**. Hierbei wird zwischen biologischer und chemischer Umwandlung unterschieden. Diese Verfahren sind jedoch auszuschließen, da bei der chemischen Umwandlung hochgradig giftige Behandlungsmittel (z.B. Bleihexafluorosilikat) eingesetzt werden, was bei den alternativen Verfahren nicht der Fall ist. Die biologische Umwandlung mittels Bakterien bewirkt eine mikrobielle Denitrifizierung. Da jedoch meist neben Nitraten außerdem noch andere Salze, wie Chloride vorliegen und diese bei der Denitrifizierung nicht erfasst werden, ist diese Art der Desalination ebenfalls auszuschließen.¹⁹² Diese Verfahren werden

¹⁹⁰ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 3355-3: Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen. ÖNORM. S. 16

¹⁹¹ FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 378 f

¹⁹² FRÖSSEL, F.: Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung. S. 376 ff

nur noch vereinzelt aus Unkenntnis oder Gewohnheit eingesetzt. Bewährt haben sich hier besonders die Sanierputze.¹⁹³

3.2.2.6 Schimmelpilzbeseitigung

Zu dem Überbegriff Schimmelpilz zählen verschiedene systematische Gruppen aus mikroskopisch kleinen Pilzen. Schmarotzer (Parasiten) und Fäulnispflanzen (Saprophyten) sind in der Lage auf verschiedenen Wirten und organischen Stoffen zu leben, solange die klimatischen Bedingungen, wie Temperatur, Wasserverfügbarkeit, Salz- und Nährstoffgehalt, Licht und pH-Wert herrschen. Schimmelsporen sind omnipräsent. Feuchtigkeit stellt das Hauptkriterium für das Überleben und Verbreiten von Schimmelsporen dar. Wärmebrücken, Kondensation an den kühleren Bauteiloberflächen, Havarieschäden, Bauteildurchfeuchtung durch kapillar aufsteigende Feuchtigkeit und fehlerhaftes Lüften können hierbei Ursachen für die erhöhte Feuchtigkeit darstellen.¹⁹⁴ Schimmelpilzbefall kann, neben dem modrigen Geruch und der gesundheitsschädigenden Wirkung für Mensch und Tier, zu einer weiteren chemischen und mechanischen Schädigung des Mauerwerkes führen.

Vor der Beseitigung des Schimmelpilzes muss die Befallsursache beseitigt werden. Geschieht dies nicht, wird der Schimmel immer wieder auftreten. Ziel ist es, den Feuchtegehalt in der Raumluft, bzw. im und am Bauteil zu senken. Hierzu wurden bereits die Methoden der **Entsalzung und der nachträglichen Horizontal- und Vertikalabdichtung** erläutert.

Eine Sicherstellung der **Be- und Entlüftung bzw. das richtige Nutzungsverhalten** der Kellerräume ist von großer Bedeutung. Bleiben Kellerfenster dauerhaft verschlossen ist eine Luftzirkulation nicht möglich. Das Lüften von Kellerräumen bewirkt vor allem im Winter eine Trocknung. Die kalte Außenluft nimmt nur wenig Feuchtigkeit auf, im Keller erwärmt sich diese Luft und kann dadurch mehr Feuchtigkeit aufnehmen und wieder hinaustransportieren. An heißen Sommertagen soll dementsprechend auf eine Lüftung verzichtet werden, da die warme und feuchte Luft von außen an den kühlen Kellerwänden kondensiert. Im Sommer soll deshalb die Lüftung in den Abend- oder Nachtstunden erfolgen.

Die Lagerung von vielen Gegenständen kann eine notwendige Luftzirkulation ebenfalls verhindern, sodass diese Stellen dauerhaft feucht bleiben. Eine **radikale Entrümpelung** der Kellerräume kann hier Abhilfe schaffen. Eine bessere Zirkulation kann ebenfalls erreicht werden, indem die gemauerten Zwischenwände der Kellerabteile bzw. -räume, falls

¹⁹³ FRÖSSEL, F.: Über die Wirkungsweise von Sanierputzen. In: Mauerwerk, 6/2008, Band 12. S. 350

¹⁹⁴ MOSCHIG, G. F.: Bausanierung, Grundlagen - Planung - Durchführung. S. 283

statisch und denkmalschutzrechtlich möglich, durch skelettartige Trennwände ersetzt werden. Des Weiteren bieten elektronische Kondensattrockner und andere Geräte zur künstlichen Bauteiltrocknung die Möglichkeit, die Raumluf- oder Bauteilfeuchtigkeit zu senken. Diese sind jedoch als flankierende Maßnahmen zu sehen, bzw. bei Havarieschäden oder anderen kurzzeitigen Wasserzutritten anwendbar.

Ist die Ursache für den Feuchtigkeitseintritt bzw. für den erhöhten Feuchtegehalt der Luft beseitigt, so können die Schimmelpilzkulturen an der Bauteiloberfläche abgetötet werden.¹⁹⁵

Dabei können folgende Maßnahmen, auch kombiniert, ergriffen werden:

- Bestreichen oder Besprühen mit hochprozentigem Alkohol (>80%) oder Spiritus
- Bestreichen oder Besprühen mit chlorhaltigen Lösungen
- Bestreichen oder Besprühen mit einer Wasserstoffperoxid Lösung
- Abflammen mit Gasbrenner (Achtung in Verbindung mit Spiritus oder Alkohol)
- Schimmelmittel mit chemischen Langzeitwirkstoffen (Umwelttechnisch zu überdenken)

3.2.3 Kellergewölbe und -decken

Wie bereits in Kapitel 2.1.3 beschrieben, wurden gründerzeitliche Kellerdecken als Gewölbe- oder Kappendecke ausgeführt. Mögliche Schäden dieser Konstruktionen sind Risse oder das Aussanden der Lagerfugen. Als Folge davon kann es zu Gewölbesetzungen kommen, welche bei größerem Ausmaß zu einem Komplettabbruch der Decke bzw. eines Deckenfeldes führen. Feine, beruhigte Risse oder leicht ausgesandete Fugen können durch Auskratzen und neuem Verfugen beseitigt werden. Hier ist auf den kraftschlüssigen Verbund zu achten, welcher mittels Flacheisenkeilen und sattem Vermörteln hergestellt werden kann.¹⁹⁶

Ein weiteres Problem ist die feuchtigkeitsbedingte Korrosion der Stahlträger zwischen den einzelnen Kappen der Kappendecke. Besonders der freiliegende Unterflansch kann hiervon betroffen sein (vgl. Bild 3.16

Korrodiertes Stahlträger einer Kappendecke). Soweit die Raumhöhe es zulässt, besteht die Möglichkeit den von Korrosion befallenen Träger mit Hilfe eines zweiten daruntergesetzten Stahlträgers zu unter-

¹⁹⁵ MOSCHIG, G. F.: Bausanierung, Grundlagen - Planung - Durchführung, S. 284

¹⁹⁶ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung, S. 137

stützen, wobei die Herstellung neuer Auflager sehr aufwändig sein kann. Sind mehrere Stahlträger korrodiert, sollte der Komplettabbruch und Neubau einer flachen Stahlbetondecke in Erwägung gezogen werden. In diesem Fall, ist es unerlässlich, Sicherungsmaßnahmen zu treffen, da der Gewölbeschub von benachbarten Gewölben abgefangen werden muss. Die im städtischen Bereich übliche Blockrandbebauung erfordert, dass auch Gewölbe von Nachbargebäuden bzw. deren Gewölbeschub aufgenommen werden muss, da die Zwischenmauer diesem Schub eventuell nicht standhält.¹⁹⁷



Bild 3.16 Korrodiertes Stahlträger einer Kappendecke¹⁹⁸

3.3 Erd- und Obergeschosse

Nach der Beschreibung der möglichen Schäden gründerzeitlicher Keller- und Obergeschosse und deren Instandsetzungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen, werden in folgendem Abschnitt die Schäden und Maßnahmen der Erd- und Obergeschosse städtischer Gründerzeithäuser erläutert. Hierzu werden nachfolgend das Außenmauerwerk, die Fassadengestaltung, Fenster und die Geschossdecken betrachtet.

3.3.1 Außenmauerwerk

Das Außenmauerwerk städtischer Gründerzeitgebäude ist vor allem im Sockelbereich schädigenden Einflüssen ausgesetzt. So ist das Mauer-

¹⁹⁷ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung, S. 137

¹⁹⁸ [http://community.fachwerk.de/index.cfm/ly/1/0/image/a/showPicture/16666\\$.cfm](http://community.fachwerk.de/index.cfm/ly/1/0/image/a/showPicture/16666$.cfm). Datum des Zugriffs: 01.08.2017

werk nicht nur dem üblichen Regenwasser, sondern auch Spritzwasser, Tausalz, Russ und Abgasen, aufsteigender Feuchtigkeit und mechanischen Belastungen ausgesetzt. Defekte Dachrinnen und Regenfallrohre, sorgen für weitere Durchfeuchtungsschäden. Risse u.a. aufgrund von Setzungen, Hebungen, thermischen Beanspruchungen, statischen Belastungen oder Materialunverträglichkeiten sind weitere Schäden, welche es zu beseitigen gilt.

3.3.1.1 Schäden aufgrund von Feuchte- und Salzbelastung

Am Außenmauerwerk aus verputzten oder unverputzten Back- oder Natursteinen kann es zu:

- Absandungen,
- Aushöhlungen,
- Absprengungen (Schalenbildung und Schuppenbildung),
- Verfärbungen,
- Ausblühungen,
- Verschmutzungen oder Krustenbildungen

Kommen.



Bild 3.17 Feuchtigkeitsschäden im Sockelbereich¹⁹⁹

In erster Linie muss bei den aufgetretenen Schäden die Ursache geklärt werden. Treten Schäden als Folge aufsteigender Feuchtigkeit aus den erdberührten Kellerwänden auf, ist meist eine Horizontalsperre im Sockelbereich nicht vorhanden oder beschädigt. Ob das nachträgliche Einbringen einer Horizontalsperre im unteren Sockelbereich Abhilfe schaffen kann, ist im Vorfeld abzuklären bzw. zu untersuchen. Soll eine horizontale Abdichtung erfolgen, so gibt es verschiedene Arten diese auszuführen. Hier wird auf das Kapitel 2.1.2 dieser Arbeit verwiesen, in wel-

¹⁹⁹ STEINBRECHER, M.: Sanierung historischer Fassaden. In: Mauerwerk - Zeitschrift für Technik und Architektur, 15/2011, Heft 6. S. 322

chem die unterschiedlichen Möglichkeiten der horizontalen Abdichtung genauer erläutert sind.

Sind die Schäden aufgrund seitlich auf das Mauerwerk einwirkenden Wassers zurückzuführen, ist bei nicht verputzten Sichtmauerwerk eine Versiegelung der Oberfläche mittels verdünnter Kaliwasserglaslösung möglich. Hierbei darf nicht außer Acht gelassen werden, dass mit dieser Maßnahme gleichzeitig die Atmungsaktivität des Mauerwerks beeinträchtigt wird. So kann das Mauerwerk durch eine Versiegelung bei aufsteigender Feuchte und fehlender Horizontalsperre nicht mehr frei trocknen und die Feuchtigkeit kann weiter im Mauerwerk aufsteigen.

Ist das Mauerwerk salzbelastet und Maßnahmen zur Salzreduzierung, -entfernung oder -kaschierung notwendig können analog zu den Kelleraußenwänden verschiedene Verfahren sinnvoll sein. An dieser Stelle sei auf Kapitel 2.1.2 verwiesen, in welchem die Methoden zur Instandsetzung salzbelasteten Mauerwerks genauer beschrieben werden. Vor allem Sanierputze sind bei der Altbausanierung zu nennen, da bei diesen die Möglichkeit besteht Bossen- oder Quaderputze zu erstellen. Dies ist für denkmalgeschützte Fassaden vorteilhaft.²⁰⁰

An mehrschaligem Mauerwerk können sogenannte weiße „Fahnen“ in Erscheinung treten (vgl. Bild 3.18 Bindemittelauswaschung an Natursteinmauerwerk). Dabei handelt es sich um Kalkausblühungen aus einem Auswaschen der Schüttung zwischen den Mauerschalen resultieren. Wird dem nicht entgegengetreten, kann es in weiterer Folge zu einer Krustenbildung kommen. Kalkausblühungen bzw. Kalksinter können aber auch in Vollwandkonstruktionen durch das Auswaschen der Mörtelfugen entstehen.

²⁰⁰ FRÖSSEL, F.: Über die Wirkungsweise von Sanierputzen. In: Mauerwerk, 6/2008, Band 12. S. 355



Bild 3.18 Bindemittelauswaschung an Natursteinmauerwerk²⁰¹

Allgemein ist für ein schnelles Ableiten, des auf das Mauerwerk einwirkenden Wassers, zu sorgen. Defekte Dachrinnen und Regenfallrohre sind Instand zusetzen. An Vorsprüngen wie u.a. Fensterverdachungen sind Verblechungen anzuordnen.

Die Beseitigung der resultierenden Schäden besteht im einfachsten Fall in einem Abbürsten, Abschlagen und Erneuern der betroffenen Oberflächen. Ist das Mauerwerk stärker und in tieferen Ebenen zerstört, so wird ein teilweiser Steinaustausch gefordert. Hier ist auf die Materialgleichheit der neuen Steine und des Mörtels zu achten. Ausgewaschene Mörtelfugen sind neu und kraftschlüssig zu verfugen.

3.3.1.2 Rissbehandlung

Risse im Mauerwerk können unterschiedlicher Ursache sein und dementsprechend unterschiedlich in Erscheinung treten.

Für die Instandsetzung von durch Risse beschädigtem Mauerwerk

Generell wird im WTA Merkblatt 2-4 „Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden“²⁰² zwischen konstruktionsbedingten Rissen und putzbedingten oder ausführungsbedingten Rissen unterschieden, wobei sich die Entstehungsursachen überlagern können.

²⁰¹ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 123

²⁰² WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 5

Konstruktionsbedingte Risse sind Risse im Bauteil, welche sich im Putz fortsetzen. Sie haben ihre Ursachen in der Lage-, Form- oder Volumenänderung der Tragkonstruktion durch z.B. Setzungen, lotrechte oder senkrechte Längenänderungen im Bauteil, Durchbiegungen von Decken und Heben der Balkenköpfe, Schwinden, Quellen, Kriechen, Temperaturänderungen oder auch Erschütterungen (z.B. Bauarbeiten, Industrie, Erdbeben).²⁰³ Zu den konstruktionsbedingten Rissen zählen auch **putzgrundbedingte Risse**, welche unter anderem aus hygrischer oder thermischer Volumenänderung, unterschiedlichen Materialien im Bauteil mit unterschiedlichem Saug-, Quell-, Schwindverhalten und thermischen Eigenschaften, fehlerhaften Mauerwerksfugen, Mörtelta-schen und anderen Fehlstellen oder Unebenheiten des Putzgrundes resultieren²⁰⁴. Hierbei entstehen:

- geradlinig verlaufende Einzelrisse, wie Risse a
- waagerechte und senkrechte Risse (z.B. Deckenaufleger)
- dem Fugenverlauf entsprechende Risse (Stein-Putz-Risse)
- senkrechte Risse im Eckbereich
- Risse zwischen Mauerwerksöffnungen
- Diagonale Risse an den Ecken von Öffnungen

Putzbedingte oder ausführungsbedingte Risse haben ihren Ursprung in der fehlerhaften Ausführung oder dem Einsatz von ungeeignetem Putzmörtel. Zu dieser Kategorie von Rissen zählen:

- Sackrisse
sind kurze, 10 – 20 cm lange Risse, welche meist horizontal verlaufen und in der Mitte durchhängen. Die Rissbreite beträgt bis ca. 3 mm im Mittelbereich und verringert sich zu den Seiten hin. Ihre Ursachen können in einer zu dicken Putzlage, in einer unzulänglichen Haftung am Putzgrund, in einer ungeeigneten Konsistenz des Putzmörtels oder einer zu extremen Bearbeitung des Putzmörtels im frischen Zustand sein. Diese Art von Rissen tritt kurze Zeit nach dem Auftrag, im noch plastischen Mörtel auf.²⁰⁵

²⁰³ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 6

²⁰⁴ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 7

²⁰⁵ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 8

- **Schwindrisse im frühen Zustand bzw. Schrumpfrisse**
sind netzförmige Risse mit Rissbreiten bis zu 0,5 mm und Knotenabständen von ca. 20 cm, aufgrund einer gestörten Putzhaf-tung im Rissbereich. Diese treten innerhalb weniger Stunden nach der Ausführung auf.²⁰⁶
- **Schwindrisse im Unterputz**
verlaufen ebenfalls in den meisten Fällen netzförmig und entste-hen während der Austrocknungszeit (Standzeit witterungsbeding-t mind. 1 Tag pro mm Putzdicke) des Unterputzes. Solange die Rissbreite von 0,2 mm nicht überschritten wird, beschreibt diese Art von Rissen keinen Mangel. Werden die Standzeiten eingehal-ten, kann ein Entstehen von Rissen im Oberputz vermieden wer-den.²⁰⁷
- **Schwindrisse in der gesamten Putzdicke**
treten im erhärteten Mörtel auf und erscheinen ebenfalls netz-förmig oder einfach verzweigt (Y-Form). Der Knotenabstand be-trägt meist mehr als 20 cm. Nach wenigen Monaten aber meist nach mehreren Jahren treten diese infolge von nicht aufeinander abgestimmten Untergrund-Putz-System (z.B. Festigkeitsunter-schiede), unzulänglicher Haftung zwischen Putzgrund und Un-terputz bzw. den einzelnen Putzlagen untereinander, ungleich-mäßiger Putzdicken, nicht berücksichtigter Standzeiten des Un-terputzes oder zu schnell ausgetrockneten Putzlagen.
- **Fettrisse**
sind eine Art früher Schwindrisse, welche als kurze Haarrisse an der Putzoberfläche in Erscheinung treten. Sie rühren aus einer Anreicherung von Feinteilen her, stellen jedoch bei vereinzeltm Auftreten keine Beeinträchtigung der technischen Eigenschaften dar.²⁰⁸

Risse durch sich überlagernde Ursachen entstehen durch das Über-lagern von Lage-, Form- und Volumenänderungen bzw. der resultieren-den Spannung des Putzgrundes bzw. der Konstruktion und den Eigen-spannungen des Putzes. Das Überschreiten der maximal aufnehmbaren

²⁰⁶ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 8

²⁰⁷ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 9

²⁰⁸ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 10

Spannungen kann entweder im Putz oder bereits in der Konstruktion stattfinden und dort Risse verursachen. Hierbei wird zwischen Kerbrissen und Fugenrissen unterschieden²⁰⁹:

- Kerbrisse

sind die Folge von Spannungskonzentrationen in Putz oder Putzgrund. Diese können diagonal an den Ecken von Fenster- oder sonstigen Öffnungen, bei auf Putzgrund verlegten Leitungen, bei zu dünnen / zu dicken Putzschichten oder sprunghafter Veränderung der Putzdicken auftreten. Des Weiteren kann ein zu hohes Schwindmaß oder eine zu schnelle Austrocknung des Putzes einen Riss an der Kerbstelle verursachen.

- Fugenrisse

folgen dem Verlauf der Fugen des Putzgrundes und werden beim Mauerwerk als Stein-Putz-Risse bezeichnet. Putzbedingt entstehen sie aufgrund zu geringer Putzdicke, zu festem Putz, falschem Putzaufbau, unsteten Putzdicken und / oder einer unangemessenen Nachbehandlung. Der Putzgrund kann diese Risse durch nur teilweise vermörtelte Lager und / oder Stoßfugen, mangelhaftem Fugenmörtel, nicht ausreichendem Überbindemaß oder feuchtem Mauerwerk hervorrufen.

Für die **Wahl der adäquaten Instandsetzungsmaßnahme** ist in erster Linie abzuklären ob die Risse bzw. Rissflanken beruhigt sind oder noch mit weiteren Bewegungen zu rechnen ist. Außerdem ist bei konstruktiven Rissen im Vorfeld abzuklären, ob vorhergehende Maßnahmen im Untergrund auszuführen sind. Ist z.B. der kraftschlüssige Verbund gefordert, muss eine Rissverpressung erfolgen (siehe Abschnitt 2.1.21). Das WTA-Merkblatt 2-4 „Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden“ gibt hierzu in der Baupraxis bewährte Verfahren in Abhängigkeit von örtlich begrenzten Einzelrissen und flächigen Instandsetzungen von gerissenen Putzfassaden an.²¹⁰

3.3.1.3 Instandsetzung von Einzelrissen

Bei der Instandsetzung von Einzelrissen wird laut WTA-Merkblatt zwischen 6 Verfahren unterschieden:

²⁰⁹ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 11

²¹⁰ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 15ff

Tabelle 12: Verfahren und Anwendungsbereiche der Instandsetzung von Einzelrissen²¹¹

Verfahren		Putzbedingte Risse (ruhend)	Konstruktionsbedingte Risse (nicht ruhend)	Beschreibung
E1	Rissverschluss mit gefüllter Beschichtung	X < 0,1 mm	--	- Verschlämmen mit Füllfarbe oder Streichfüller
E2	Starrer Rissverschluss mit Mörtel	X	--	- ggf. Risse aufweiten, reinigen und grundieren - Grundierung und Verfüllung mit Mörtel
E3	Flexibler Rissverschluss mit Fugendichtstoff (Fugendichtstoff nach DIN EN 26927)	--	X	- 5 bis 10 mm breites, V-förmiges Aufweiten der Risse - Reinigen der Fugen - Aufstreichen der Grundierung - Fugendichtstoff einbringen (überstreichbar) - Abstreuen mit Sand
E4	Rissüberbrückung mit Trennlage und Putzträger (Trennlage z.B. mehrlagiges Glasvlies, Putzträger z.B. Drahtgitter)	X	X ± 0,2 mm*	- Entfernen des Unterputzes auf beiderseits 20 cm Breite und des Oberputzes auf beiderseits 25 cm Breite - Trennlage 20 cm breit aufbringen - Anbringen des Putzträgers und Befestigen in 25 cm Abstand - Verputzen in 2 Lagen
E5	Dehnfuge mit Fugendichtstoff (Fugendichtstoff nach DIN EN 26927)	--	X	- Aufweiten des Risses auf mindestens 8 mm bzw. auf das 4-fache der zu erwarteten Rissbreitenveränderung - Hinterfüllen mit Schaumstoffschnur - Verfugen mit Fugendichtstoff
E6	Dehnfuge mit Profil	--	X	- Verbreiterung des Risses auf beiderseits 10 cm Breite bis zum Putzgrund - Oberputz zusätzlich beiderseits 5 cm entfernen - Einbau Dehnfugenprofil - Verputzen in 2 Lagen

²¹¹ i.A. WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt, S. 23

* Rissbreitenänderungen bis $\pm 0,2$ mm

3.3.1.4 Flächige Instandsetzung

Maßnahmen für die flächige Instandsetzung werden besonders bei Wänden mit weiteren zu erwartenden Rissbreitenänderungen oder Rissbildungen, hohen optischen und technischen Ansprüchen oder einer starken Beanspruchung durch Witterung ausgeführt. Das WTA-Merkblatt unterscheidet hierbei zwischen 8 in der Baupraxis bewährten Verfahren:

Tabelle 13: Verfahren und Anwendungsbereiche der flächigen Instandsetzung von Rissen²¹²

Verfahren	Rissbreite putzbedingter Risse (ruhend)	Rissbreitenänderung konstruktionsbedingter Risse (nicht ruhend)	Beschreibung
F1 Organische Beschichtungssysteme* - hoher Dampfdiffusionswiderstand - Geeignet für zementreiche Putze ab CS III bzw. PIII - Nicht geeignet für kalkreiche Putze (CS I, CS II bzw. PI, PII)	0,2 mm	$\pm 0,1$ mm	- Grundieren der gerissenen Fläche - Risse über 0,2 mm mit Riss- bzw. Streichfüller verschlännen - Zwischenbeschichtung, ggf. mit Vlieseinlage - Flächige Schlussbeschichtung mit plastisch verformbarer Dispersionsfarbe
F2 Rissfüllende Beschichtungssysteme* - Wasserdampfdurchlässig (Dispersionssilikatfarben, Siliconharzfarben, Dispersionsfarben mit sd-Wert < 0,14 m und w-Wert < 0,1 kg/m ² h ^{0,5})	< 0,2 mm	--	- Hydrophobierende Grundierung der Rissfläche - ggf. Risse mit Riss- bzw. Streichfüller verschlännen - Zwischenbeschichtung - Flächige Schlussbeschichtung
F3 Rissfüllende Beschichtungssysteme für kalkreiche Putze* - Geeignet für kalkreiche Putze (CSI, CS II bzw. PI, PII) - geringer Dampfdiffusionswiderstand - Dispersionssilikatfarben - Siliconharzfarben	< 0,2 mm	--	- ggf. Risse über 0,2 mm mit Riss- bzw. Streichfüller verschlännen - hydrophobierende Grundierung der Rissfläche - ggf. Zwischenbeschichtung - Schlussbeschichtung

²¹² i.A. WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Technisches Merkblatt. S. 24

F4	Mineralische Oberputze*	< 0,2 mm	--	<ul style="list-style-type: none"> - ggf. Grundierung - Oberputz aufbringen - ggf- Beschichtung
F5	Mineralischer Armierungsputz und mineralischer Oberputz* - Geeignet für tragfähige, auch kalkreiche Altputze (CS II bzw. PII) - bei CS III auch organischer Oberputz möglich	0,2 mm	± 0,2 mm	<ul style="list-style-type: none"> - bei sehr rauer Putzstruktur grobe Körnung abstoßen mit Armierungsmörtel egalisieren - alkalibeständiges Glasfasergewebe frisch in frisch in Armierungsmörtel einbetten (mind. 4 mm Schichtdicke) - wasserabweisenden mineralischen Oberputz auftragen - Beschichtung
F6	Organischer Armierungsputz und organischer Oberputz*	0,2 mm	± 0,2 mm	<ul style="list-style-type: none"> - bei sehr rauer Putzstruktur grobe Körnung abstoßen mit Armierungsmörtel egalisieren - Glasfasergewebe frisch in frisch in Armierungsmörtel einbetten (mind. 4 mm Schichtdicke) - wasserabweisenden mineralische - wasserabweisenden organischen Oberputz auftragen
F7	Wärmedämm-Putzsysteme (Thermische Rissbewegungen werden durch Dämmputzlage reduziert)	k.A	± 0,5 mm	<ul style="list-style-type: none"> - ggf. Putzträger aus Drahtnetz - bei sich noch bewegendem Rissrändern Trennschicht zwischen Untergrund und Putzträger - Dämmputz - Armierungsputz mit Gewebeeinlage - wasserabweisender Oberputz
F8	Wärmedämm-Verbundsysteme - Dämmstoffdicke mind. 40 mm	k.A.	± 1,0 mm	Verarbeitung und Befestigung des WDVS nach DIN 55699

* Vor der Ausführung hat eine Untergrundprüfung gemäß WTA-Merkblatt 2-4 zu erfolgen

Bei Abplatzungen durch mechanische Einwirkungen wie z.B. Stöße oder Anprall, sowie abblätternen Teilen wird der Putz nach einem Abbürsten oder Abschlagen bis zum festen Untergrund der betroffenen Stelle und

Reinigung des Untergrundes erneuert.²¹³ Hierbei sollten die Eigenschaften des neuen Putzes dem alten Putz möglichst ähnlich sein, weshalb eine Analyse des Altputzes zu erfolgen hat.²¹⁴

Anschließende **Anstriche** sollen diffusionsoffen, sowie alkali- und lichtbeständig sein.²¹⁵

3.3.2 Gesimse und Gestaltungselemente

An Gesimsen und anderen aus der Fassade herausragenden, profilierten oder künstlerischen Gestaltungselementen können sich neben Verschmutzungen aufgrund von Witterungseinflüssen auch Krusten oder Schalen bilden, welche vom Frost abgesprengt werden und dabei eine Zerstörung bis in Tiefen von bis zu 15 cm hervorrufen.²¹⁶ Schäden durch mechanische Einwirkungen, überwiegend im Erdgeschoss, können diese Elemente ebenfalls teilweise oder gänzlich zerstören. Sollen Werksteingesimse, -konsolen oder sonstige Elemente instandgesetzt werden, geschieht dies entweder in der partiellen Ergänzung und Nachmodellierung mittels Steinrestauriermörteln oder steinmetztechnisch durch die Rekonstruktion einer Vierung (Teilformatiges Werkstück aus identischem Material) oder dem Kompletttausch. Für die Instandsetzung von Naturstein bzw. die Steiner Ergänzung mit Restauriermörteln und Steinersatzstoffen oder dem handwerklichen Steinaustausch gibt das WTA Referat 3 „Naturstein“ der Wissenschaftlich-Technischen Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. technische Merkblätter zu den jeweiligen Materialien und Arbeitsabläufen.

Diese Schäden trifft man nicht nur an Werksteinelementen, sondern auch an aus Back- bzw. Formstein bestehenden und verputzten Elementen sowie Terrakotten und Kunststein.

An beschädigten Back- und Formsteingesimse oder -elementen werden die beschädigten Teile abgebürstet oder bis auf den festen Untergrund abgeschlagen und mit geeigneten Mörteln und/oder Steinen rekonstruiert und händisch oder mit Schlitten abgezogen.

Zerstörte Terrakotten werden, wenn nötig, ausgebaut, in einer Werkstatt restauriert und wieder eingebaut. Bei kleineren Fehlstellen erfolgt auch eine Instandsetzung auf der Baustelle.

²¹³ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM EN 13914-1: Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen. Teil 1: Außenputz. ÖNORM. S. 52

²¹⁴ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM EN 13914-1: Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen. Teil 1: Außenputz. ÖNORM. S. 59

²¹⁵ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSIINSTITUT: ÖNORM EN 13914-1: Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen. Teil 1: Außenputz. ÖNORM. S. 58

²¹⁶ MAIER, J.: Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage. S. 120

Fehlende **Verblechungen** von Gesimsen, Verdachungen und anderen aus der Mauerwerksoberfläche ragenden Elementen führen zu einem Abtropfen und Abfließen des Wassers an der Fassade, wobei sich Schlieren bilden. Nachträglich angebrachte Abtropfbleche schaffen hierbei Abhilfe. Wie in Kapitel 3.2.2 beschrieben, wurden die Verblechungen von hervorragenden Gesimsen oder Verdachungen ohne Hochzüge ausgeführt, sondern lediglich in die Mauerwerksfugen eingelegt bzw. eingespannt. Dadurch kann Wasser in das Mauerwerk gelangen und weitere Schäden auslösen, weshalb eine nachträgliche Anordnung von Hochzügen (vgl. Bild 3.19 Nachträglich erstellter Blechhochzug) empfohlen ist. Eine weitere Möglichkeit das Wasser von herausragenden Elementen schneller ableiten zu lassen, ist die Herstellung eines Glattstriches größeren Gefälles und die nachträgliche Ausbildung von Tropfkanten oder –nasen.



Bild 3.19 Nachträglich erstellter Blechhochzug²¹⁷

3.3.3 Balkon- und Erkerkonstruktionen

An **Erkern** und den massiven, straßenseitigen Balkonbrüstungen können, wie bei dem üblichen Mauerwerk auch, dieselben durch Witte-

²¹⁷ STEINBRECHER, M.: Sanierung historischer Fassaden. In: Mauerwerk - Zeitschrift für Technik und Architektur, 15/2011, Heft 6. S. 321

lungseinflüsse und Feuchtigkeit hervorgerufenen Schäden vorgefunden werden. So können an diesen ebenfalls

- Risse
- Absandungen,
- Absprengungen,
- Verfärbungen,
- Ausblühungen,
- Verschmutzungen oder Krustenbildungen auftreten.

Die möglichen Instandsetzungsmethoden hierzu sind bereits im Kapitel 3.3.1 Außenmauerwerk beschrieben. Sind die Balkonbrüstungen mit Gesims oder mit Balustrade hochwertig gestaltet, sind Schäden, wie im vorangehenden Abschnitt beschrieben, zu beseitigen.

Werden Fehlstellen nicht erkannt oder erkannt aber nicht beseitigt, setzen sich die Schadensbilder fort und können die Standsicherheit von Erkern beeinträchtigen bzw. gefährden. An Erkern, welche mittels auskragender Stahlkonstruktionen erstellt wurden, können Korrosionsschäden ebenfalls die Standsicherheit gefährden. Es muss deshalb der Eintritt von Wasser und Feuchtigkeit verhindert werden. Verdachungen von Erkern können ebenfalls defekt sein, sei es korrosionsbedingt oder durch das Fehlen funktionstüchtiger Abtropfkanten- oder -nasen. Diese Verblechungen müssen instandgesetzt werden, um eine Durchfeuchtung des Erkers zu verhindern. Wurde anstatt einer Überdachung ein Balkon über dem Erker angeordnet, muss das Abfließen des Wassers über ein Gefälle sichergestellt sein

An **Balkonplatten** können grundsätzlich aufgrund fehlender oder funktionsuntüchtiger Entwässerung, u.a. Gefügezerstörungen, Risse, Korrosionen der Tragwerkskonstruktion, und, wie bei Mauerwerk auch, Ausblühungen und Abplatzungen entstehen (vgl. Bild 3.19 Nachträglich erstellter Blechhochzug).

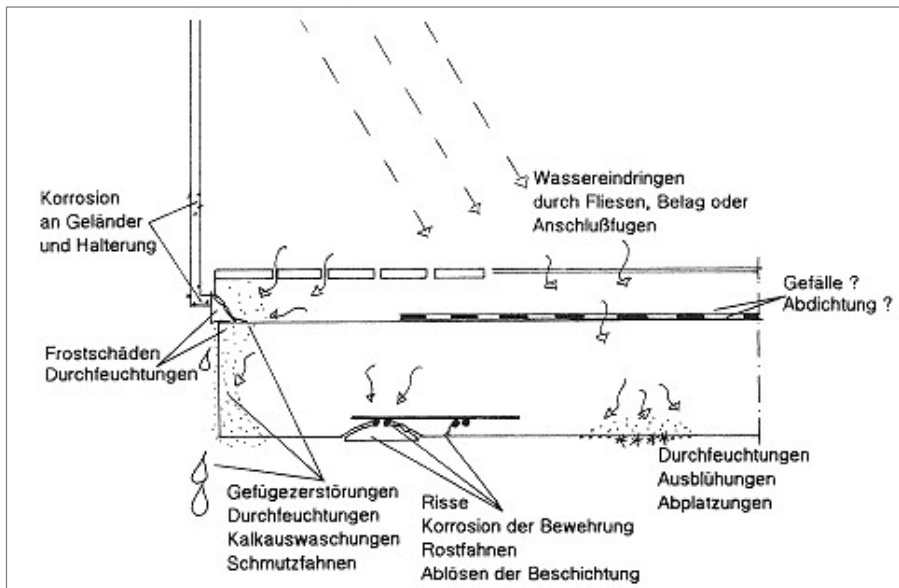


Bild 3.20 Balkenschäden infolge nicht funktionstüchtiger Entwässerung²¹⁸

Instandsetzungsmaßnahmen sind dabei die Sanierung von Rissen und Abplatzungen oder die Entrostung von Stahltragkonstruktionen. Korrodierte Bereiche an Balkongeländern sind ebenfalls zu beseitigen. Ist das Geländer so stark korrodiert, dass die Standsicherheit gefährdet ist, muss der Austausch der Konstruktion erfolgen. Um die Balkonplatte vor eindringendem Wasser zu schützen, können abdichtende Beschichtungen nach ÖNORM B 3691 aufgetragen werden oder nachträgliche Ablaufrinnen eingearbeitet werden. Das gesicherte Abtropfen von der Balkonplatte kann durch nachträglich angebrachte Verblechungen und Tropfkanten erfolgen.

3.3.4 Fenster

Typische Schwachstellen von Holzfenstern sind aufgegangene Eckfügen. Zudem können Verbläuung und Holzerweichung Anzeichen für eine später folgende Holzzerstörung sein. Bei Einbau des Holzkastenfensters besitzt das Holz eine gewisse Einbaufeuchte, welche geringer als die im Mauerwerk ist. Die Holzteile nehmen dementsprechend Feuchtigkeit bis zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte auf. Durch witterungsbedingtes Trocknen und Durchfeuchten schwindet und quillt das Holz, was an den Zapfenverbindungen der Ecken zu Zug- bzw. Druckspannungen führt und dabei die Verzapfung auseinanderzieht bzw.

²¹⁸ SCHUHMACHER, R.: Schäden an Balkonen und Terrassen - Feuchtigkeitsschäden und verminderte Tragfähigkeit. In: Bauschadensfälle, Band 7. S.

quetscht. Hier entsteht auf Dauer ein Eckspalt in welchen Wasser eindringen und eine weitere Holzerstörung verursachen kann. Durch ein Verkitten, Imprägnieren oder Verpressen der Spalten können diese, bei noch unbeschädigter Holzkonsistenz, verschlossen werden.²¹⁹ Holzverwerfungen an Flügel und Blendrahmen durch Witterungseinflüsse sind weitere Schäden die zu Undichtigkeiten und somit zu möglichem Wassereintritt führen. In diesem Fall können zusätzliche Dichtungen Abhilfe schaffen.

Als Folge von Hinterfeuchtungen oder Werkstoffunverträglichkeiten sind Anstrichabplatzungen wahrscheinlich. Ist diese Ursache beseitigt, wird ein neues Anstrichsystem aufgetragen.

Sind einzelne Bauteile des Kastenfensters (z.B. Fensterstock, Flügelrahmen) zu sehr verwittert und zerstört, werden diese instandgesetzt oder erneuert. Die alten Holzkastenfenster entsprechen meist nicht den wärmeschutztechnischen Anforderungen der heutigen Zeit. Soweit kein Bestandsschutz gegeben ist, kann hierzu der Austausch der Innenflügel durch neue Flügel mit Isolierglas erfolgen. Wurde das Kastenfenster durch mangelhafte Wartung zu sehr in Mitleidenschaft gezogen, sodass eine Instandsetzung nicht mehr wirtschaftlich vertretbar ist, werden diese ausgebaut und durch neue, falls gefordert auch im historischen Stil, ersetzt.²²⁰

3.3.5 Geschossdecken

Die Geschossdecken der Gründerzeit wurden, wie in Kapitel 2.2.5 bereits beschrieben, gewöhnlich in Holzbauweise, als Dippelbaumdecke oder Tramdecke in unterschiedlichen Variationen ausgeführt. Die Schadensursachen für die Schädigung von Holzbalkendecken bzw. Holzkonstruktionen sind vielfältig und können in Kombination einwirken. Holzbalkendecken sind u.a. folgenden Einflüssen ausgesetzt sein, welche auf lang oder kurz zu einem Schaden führen können:

- Bauphysikalische Einwirkungen und Feuchtebelastung:
 - Wärmebrücken
 - Temperaturänderungen
 - Wasserdampfdiffusion
 - Mangelhafte Wärmedämmung
 - Erhöhte Luftfeuchtigkeit

²¹⁹ KLEIN, W.: Schäden an Fenstern. S. 25

²²⁰ GIEBELER, G. et al.: Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung. S. 141

- Tau-/Kondenswasser
- Aufsteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk
- Havarieschäden
 - Rohrbruch
 - Undichte Gebäudehülle
 - Unsachgemäß ausgeführte Nasszellen
- Biologische Einwirkungen:
 - Insektenbefall (Hausbock, Nagekäfer, Holzwespen etc.):
 - Hausbock
 - Gewöhnlicher und bunter Nagekäfer
 - Holzwespen etc.
 - Holzersetzer Pilzbefall / Fäulnis:
 - Echter Hausschwamm
 - Haussporling
 - Weißer Porenschwamm
 - Blättlinge etc.
- Mechanische Einwirkungen:
 - Statische Überlastung
 - Dynamische Überlastung
 - Nutzungsbedingter Verschleiß
- Chemische Einwirkungen:
 - Gasförmige Stoffe, Verbrennungsgase
 - Säuren, Laugen
 - Reinigungschemikalien
- Materialspezifische Einwirkungen:
 - Belastungs- und zeitabhängige Verformungen
 - Relaxation
 - Kriechen
 - Abbau Holzzellulose
 - Äste und Risse
 - Schwinden und Quellen
- Sonstige:
 - Feuer

- Explosionen

Als primäre und häufigste Schadensursache an Holzbalkendecken zählen die biologischen Holzzerstörer und die dazu notwendige Durchfeuchtung.^{221,222} Die resultierenden Schäden aus einzelnen Einwirkungen oder Kombinationen mehrerer Einwirkungen, sind vielseitig und können in Form von

- Abnutzungen,
- Verformungen,
- Rissen,
- Korrosion,
- Bauteilschwächungen,
- Bauteilversagen,
- Oberflächenveränderungen, oder
- Unbehagen i.S.v. Lärm und Klima

in Erscheinung treten.²²³

Je nach Art, Lage und Ausmaß der Schädigung sind unterschiedliche Maßnahmen zu ergreifen:

- Beseitigung holzerstörender Pilze und Insekten
- Balkenkopfinstandsetzung
- Instandsetzung der Tragfähigkeit
- Brandschutztechnische Ertüchtigung
- Schallschutztechnische Ertüchtigung

3.3.5.1 Beseitigung holzerstörender Pilze und Insekten

Die biologischen Schädigungen sind auf holzerstörende Pilze oder Insekten zurückzuführen.

Holzschädigende Pilze sind u.a. der echte Hausschwamm, der auch der am häufigsten vorkommende Pilz ist, gefolgt von den Nassfäulepilzen, dem braunen Kellerschwamm, dem weißen Porenschwamm und anderen Pilzen, wie z.B. Blättlinge, Muschelkrempling, Eichenwirling oder Porling.²²⁴ Holzzerstörende Pilze bewirken einen Zelluloseabbau,

²²¹ MÖNCK, W.; ERLER, K.: Schäden an Holzkonstruktionen - Analyse und Behebung. 4., stark bearbeitete Auflage. S. 90

²²² LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 147

²²³ MÖNCK, W.; ERLER, K.: Schäden an Holzkonstruktionen - Analyse und Behebung. 4., stark bearbeitete Auflage. S. 51

²²⁴ LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 148

welcher sich in einer Braun- oder Weißfäule kenntlich macht. Eine weitere Art der Fäule ist die Moderfäule, welche hauptsächlich an erdberührten Bauteilen mit einer Holzfeuchtigkeit von über 80 M-% und somit nicht an gewöhnlichen Holzbalkendecken auftritt. Bei der Braunfäule (Destruktionsfäule) entstehen rissige Bereiche und eine Braunfärbung mit würfelförmigem Zerfall. Die Weißfäule (Korrosionsfäule) entspricht einem oxidativen Abbau des Lignins in den Zellwänden, wobei das Holz aufhellt. Der durch Weißfäule befallene Bereich ist durch ungleichmäßige Färbung (streifig, marmorähnlich, abgegrenzte Teilbereiche) erkennbar. Im Gegensatz zu den anderen genannten Pilzarten reicht dem echten Hausschwamm nur zu Beginn seines Wachstums eine gewisse Holzfeuchtigkeit. Danach ist es ihm möglich auch trockene Holzteile zu befallen. Der braune Kellerschwamm, Muschelkrempling oder Porlinge sterben nach dem Austrocknen ab. Weißer Porenschwamm und Blättlinge können eine gewisse Trockenzeit (bis zu 10 Jahre²²⁵) überleben und bei erneuter Befeuchtung weiter wachsen. Folgende Tabelle listet die Lebensbedingungen auf, bei denen die jeweiligen Pilze entstehen und weiterwachsen können:

Tabelle 14: Lebensbedingungen holzschädigender Pilze²²⁶

Pilzart	Schadensbild	bevorzugte Holzart	Lebensbedingungen	
			Holzfeuchte	Temperatur
Echter Hausschwamm	Braunfäule	Nadel-, teils Laubholz	20 - 40 M-%	18 - 22 °C
Brauner Kellerschwamm	Braunfäule	Nadel- und Laubholz	46 - 60 M-%	22 - 26 °C
Weißer Porenschwamm	Braunfäule	Nadel- und Laubholz	35 - 50 M-%	25 - 31 °C
Blättlinge	Braunfäule	Nadelholz (Balkenblättling auch Laubholz)	30 - 60 M-%	26 - 36 °C
Muschelkrempling	Braunfäule	Nadel-, teils Laubholz	35- 70 M-%	23 - 26 °C
Eichenwirrling	Braunfäule	Eichenholz	> 50 M-%	
Porlinge	Weißfäule	Laub-, selten Nadelholz	33 - 60 M-%	27 - 26 °C

Zur Beseitigung der durch Pilze hervorgerufenen Schäden sind chemische Bekämpfungsmittel nicht zielführend, da die Pilzhyphen tiefer im Holzquerschnitt eingewachsen sind, und diese Mittel nicht bis dort ein-

²²⁵ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 1-2-05/D - Der echte Hausschwamm - Erkennung, Lebensbedingungen, bekämpfende chemische Maßnahmen, Leistungsverzeichnis. Technisches Merkblatt. S. 29

²²⁶ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 151

dringen können. Einem Pilzbefall kann man grundsätzlich nur durch das Entfernen und Ersetzen des befallenen Holzes mit ausreichendem Sicherheitsabstand entgegenwirken. Bei den Nassfäule-Pilzen beträgt dieser Abstand mindestens 30 cm und beim echten Hausschwamm 150 cm über den sichtbaren Befall hinaus. Kann eine Holzfeuchtigkeit von unter 20 % auf Dauer nicht gewährleistet werden, so muss das neu eingebrachte Holz mit entsprechendem vorbeugendem Holzschutzmittel behandelt werden.²²⁷ Der echte Hausschwamm besitzt eine Sonderstellung unter den Pilzen, da er sich nicht nur auf Holz, sondern auch an anderen Bauteilen wie Mauerwerk, Beton, Stein oder Erdreich ausbreiten kann. In diesem Fall ist ein Abflämmen, Trocknen und ein oberflächliches Behandeln und ggf. zusätzliches Tränken des Bauteils erforderlich.

Holzerstörende Insekten bewirken einen Schaden durch den Fraß der Insektenlarven im Holzbauteil. Zu ihnen zählen u.a.:

- Gewöhnlicher und Gemeiner Nagekäfer,
- Hausbock,
- Brauner Splintholzkäfer,
- Mulmbock,
- Trotzkopf und
- Gescheckter oder Bunter Nagekäfer.

In Abhängigkeit von Holzart, Querschnittsteil (Splint, Kern etc.), Holzfeuchte und Temperaturbereich können folgende Bedingungen zu einem Befall des jeweiligen Insekts führen:

Tabelle 15: Lebensbedingungen holzschädigender Insekten²²⁸

Käferart	Schadens-bild	bevorzugte Holzart	Schad-bereich	Lebensbedingungen	
				Holzfeuchte	Temperatur
Gewöhnlicher, Gemeiner Nagekäfer	Kreisrunde Fluglöcher mit Durchmesser von 1 - 2 mm	Laub- und Nadelholz	gesamter Querschnitt	> 10 M-%, optimal bei 30 M-%	12 - 15 °C, optimal bei 22 - 23 °C
Hausbock	Ovale Fluglöcher von 4 x 7 mm (wellenförmig)	hauptsächlich Nadelholz	Splintholz	> 10 M-%, optimal bei 30 M-%	10 - 35 °C, optimal bei 28 - 30 °C

²²⁷ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMINISTERIUM: ÖNORM B 3802-4: Holzschutz im Bauwesen. Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Pilz- und Insektenbefall. ÖNORM. S. 6f

²²⁸ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 154

Brauner Splintholzkäfer	Durch Nagsel verstopfte, kreisrunde Fluglöcher von 0,8 - 2 mm Durchmesser	Laubholz	Splintholz	8 - 22 M-%, optimal bei 15 - 16 M-%	15 - 32 °C, optimal bei 28 °C
Mulmbock	Ovale Fluglöcher von 10 x 30 mm Durchmesser	Nadelholz	Splintholz, selten Laubholz	> 20 M-%, optimal bei 50 M-%	15 - 35 °C, optimal bei 30 °C
Trotzkopf	Kreisrunde Fluglöcher von 2 - 3 mm Durchmesser	Pilzbefallenes Nadel- und Laubholz	meist Splintholz	> 25 M-%, optimal bei > 50 M-%	10 - 30 °C, optimal bei 22 - 25 °C
Gescheckter oder Bunter Nagekäfer	Kreisrunde Fluglöcher von 3 - 4 mm Durchmesser	meist Eichenholz, Laub- und Nadelholz	Splintholz	> 25 M-%, optimal bei > 50 M-%	10 - 30 °C, optimal bei 22 - 25 °C

Für die Bekämpfung von Insektenbefall gibt die ÖMORM B 3802-4 folgende vier Maßnahmen²²⁹:

- Bekämpfung mit geeigneten Holzschutzmitteln durch Spritzen oder Sprühen. Ab einem Querschnitt von 16 cm x 18 cm wird eine Bohrlochtränkung empfohlen. Zuvor ist das Bauteil bis zum letzten Fraßgang zu entfernen.
- Bekämpfung mit Heißluft (min. 55°C, max. 120°C) über eine Dauer von mindestens 60 Minuten und anschließender chemischer Holzschutz
- Elektrophysikalische Verfahren gegen begrenzten Befall mittels Mikrowellen- oder Hochfrequenztechnik durch Holzerwärmung auf mindestens 55°C für mindestens 60 Minuten
- Bekämpfung mit toxischen oder erstickenden Begasungsmitteln (nur in geschlossenen Räumen, gasdichten Planen oder in Begasungsanlagen erlaubt)

Sind Pilz- und Insektenbefall und deren Ursachen beseitigt, ist abzuklären, ob konstruktive Maßnahmen zur Ertüchtigung der Tragfähigkeit der Deckenkonstruktion nötig sind.

²²⁹ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSMITTEL: ÖNORM B 3802-4: Holzschutz im Bauwesen. Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Pilz- und Insektenbefall. ÖNORM. S. 9ff

3.3.5.2 Instandsetzung des Balkenkopfes

Sind Balkenköpfe von Deckenkonstruktionen beschädigt oder nicht mehr tragfähig, stehen je nach Ausmaß des Schadens verschiedene Methoden zur Auswahl um diese wieder instand zu setzen. Zuvor ist die Ursache für den geschädigten Balkenkopf zu klären und zu beseitigen. Eindringende Feuchtigkeit stellt eine der Hauptursachen für mögliche Schäden dar. Feuchtebelastetes Mauerwerk, Wärmebrücken und fehlende Hinterlüftungen oder Leckagen können Feuchtigkeit an den Balkenkopf herantragen. Hierzu können eine technische Mauerwerkstrocknung, Wärmedämmschichten in der Auflagertasche oder eine Konvektionshemmung i.S.v. vorkomprimierten Dichtungsbändern oder Mörtelverstrich auf Hinterstopfung, um das Eindringen von warmer Luft aus den Innenräumen in den Auflagerbereich zu verhindern, notwendig sein. Außerdem sollten die Balkenköpfe an Hirnholz, Seitenflächen und Oberseite keinen Kontakt zum Mauermörtel haben und zwischen Hirnholz und Mauerwerk bzw. Dämmschicht ein Hohlraum von 20 – 30 mm vorhanden sein.²³⁰ Insbesondere an den Holzbalken- bzw. Doppelbaumdecken unter nicht ausgebauten Dachgeschossen sind Instandsetzungen des Balkenkopfes durch Leckagen der Dachhaut, fehlende Luftzirkulation und möglichem Schädlingsbefall notwendig. Wegen der Verbindung mit konstruktiven Teilen der Dachstuhlkonstruktion sind diese zum Teil sehr aufwendig (vgl. Bild 3.19). Generell ist das geschädigte, nicht mehr tragfähige Holz zu entfernen bzw. das Holzbauteil bis zum gesunden Holz zu beibehalten (Gesundschneiden).

²³⁰ WISSENSCHAFTLICH-TECHNISCHE ARBEITSGEMEINSCHAFT FÜR BAUWERKSERHALTUNG UND DENKMALPFLEGE E.V.: Merkblatt 8-14 - Ertüchtigung von Holzbalkendecken nach WTA II: Balkenköpfe in Außenwänden. Technisches Merkblatt. S. 9



Bild 3.21 Zerstörte Balkenköpfe im Auflagerbereich einer Dippelbaumdecke unter Dachgeschoss²³¹

Über einen statischen Nachweis kann der Mindestquerschnitt des Balkenkopfes ermittelt werden. Ist dieser nach dem Bebeilen noch vorhanden und die notwendige Auflagertiefe nicht unterschritten, so sind keine weiteren Maßnahmen zur Verstärkung des Balkenkopfes notwendig. Ist dieser Mindestquerschnitt jedoch unterschritten, oder musste der Balkenkopf gänzlich entfernt werden, so kann die Instandsetzung mittels

- Unter- oder Überzüge (vgl. Bild 3.22),
- seitliche Laschen aus Holz oder Stahl (vgl. Bild 3.23),
- Wechselbalken (vgl. Bild 3.24),
- einer Prothese aus bewehrtem Kunstharz oder Holz (BETA-Verfahren) (vgl. Bild 3.25),
- langen Blättern (vgl. Bild 3.26) oder
- dem Merk-Lamellenverfahren (vgl. Bild 3.27) erfolgen

²³¹ MEISEL, A.: Dachgeschossausbau in der Grazer Altstadt. "Zählt es sich denn wirklich aus?". Vortrag. S. 27

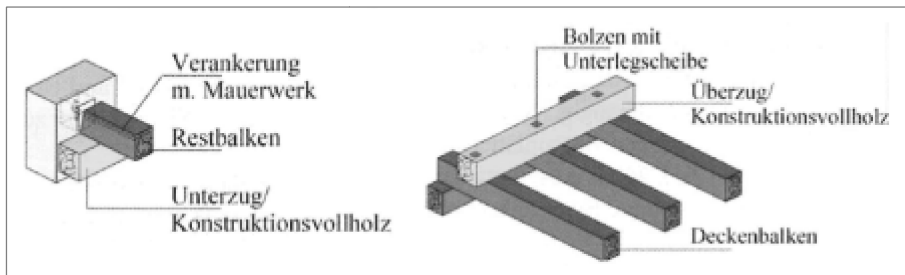


Bild 3.22 Balkenkopfinstandsetzung mittels Unterzug (links) oder Überzug (rechts)²³²

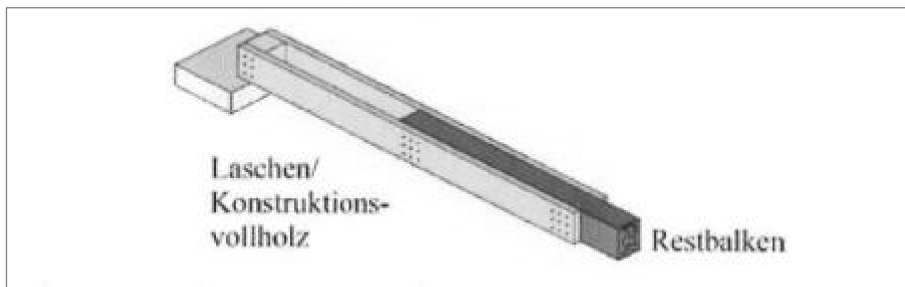


Bild 3.23 Balkenkopfinstandsetzung mittels seitlichen Laschen²³³

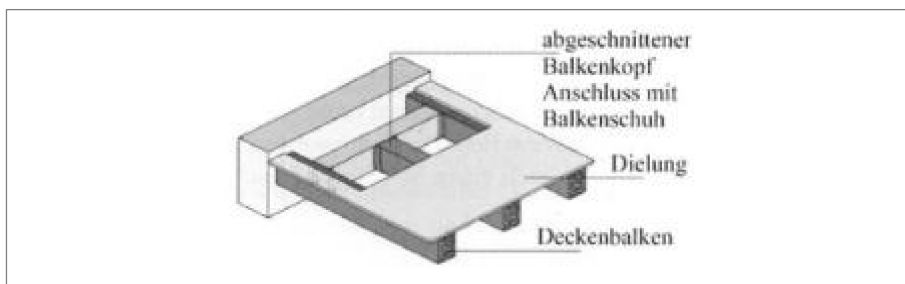


Bild 3.24 Balkenkopfinstandsetzung mittels Wechselbalken²³⁴

²³² LIBNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung. S. 149

²³³ LIBNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung. S. 149

²³⁴ LIBNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung. S. 149

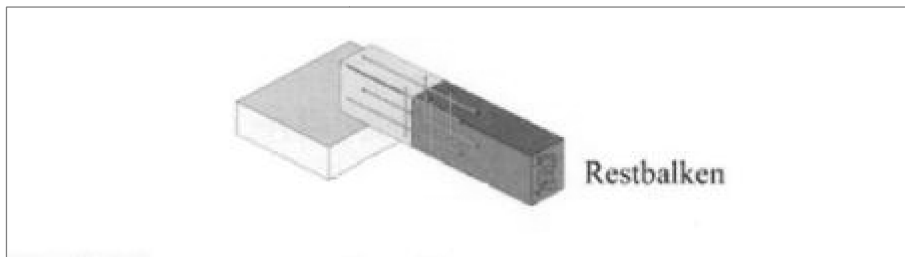


Bild 3.25 Balkenkopfinstandsetzung Reaktionsharzbeton (BETA-Verfahren)²³⁵

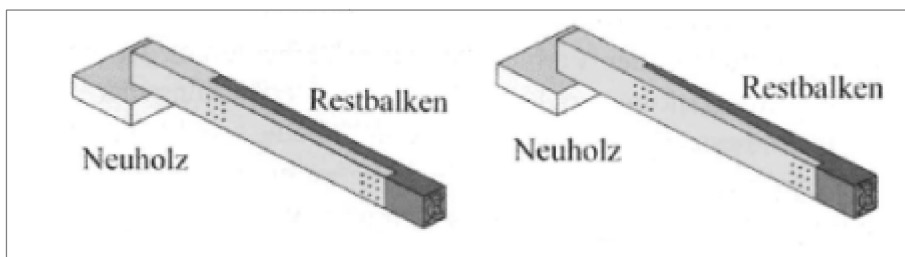


Bild 3.26 Balkenkopfinstandsetzung mittels langem Blatt²³⁶

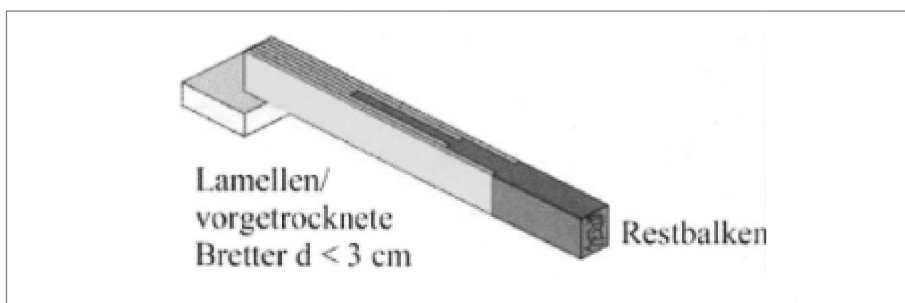


Bild 3.27 Balkenkopfinstandsetzung mittels Merk-Lamellenverfahren²³⁷

3.3.5.3 Verbesserung der Tragfähigkeit

Ist die Tragfähigkeit einer Decke aufgrund von z.B. querschnittsmindernden Schäden, ungenügender Steifigkeit oder nutzungsbedingten Laster-

²³⁵ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung, S. 149

²³⁶ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung, S. 149

²³⁷ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung, S. 149

höhungen nicht mehr ausreichend oder ist die zulässige Grenzdurchbiegung überschritten, muss diese wieder ertüchtigt werden. In erster Linie sollte eine Verbesserung der Tragfähigkeit durch Entlastung in Betracht gezogen werden. Hierzu kann die schwere Schüttung der Zwischendecke entfernt und durch leichtere Dämmstoffe ersetzt werden. Diese Maßnahme hat jedoch den Nachteil, dass der Schallschutz in Mitleidenschaft gezogen wird.²³⁸ Ist eine Entlastung der Decke nicht möglich, müssen konstruktive Verstärkungsmaßnahmen ergriffen werden (vgl. Bild 3.25)

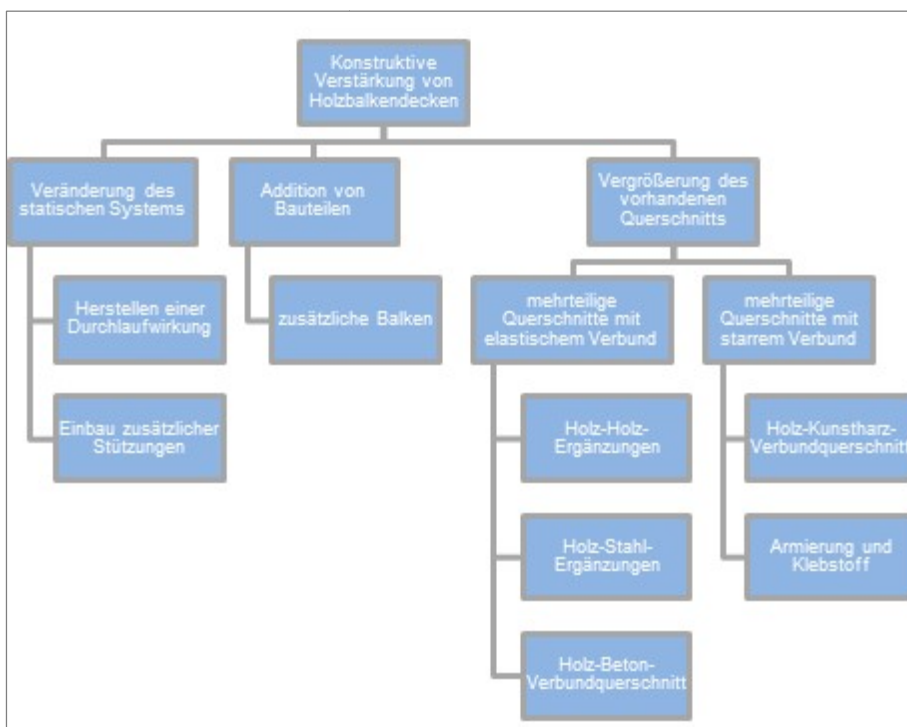


Bild 3.28 Möglichkeiten zur konstruktiven Verstärkung von Holzbalkendecken²³⁹

Hierzu gibt es verschiedene Möglichkeiten. Zum einen die **Veränderung des statischen Systems**. Durch den Einbau von zusätzlichen Unterstützungen wie z.B. Oberzügen, Unterzügen, Stützen oder einer Verringerung von Spannweiten durch Kopf- oder Zugbänder lässt sich eine Umverteilung der Lasten und somit eine höhere Tragfähigkeit bewirken. Bei Stirn an Stirn angrenzenden, jedoch nicht kraftschlüssigen Deckenbalken an Auflagern, kann durch kraftschlüssiges, biegesteifes Verbinden eine Durchlaufwirkung und somit eine höhere Tragfähigkeit erreicht werden.

²³⁸ LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 324

²³⁹ LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 325

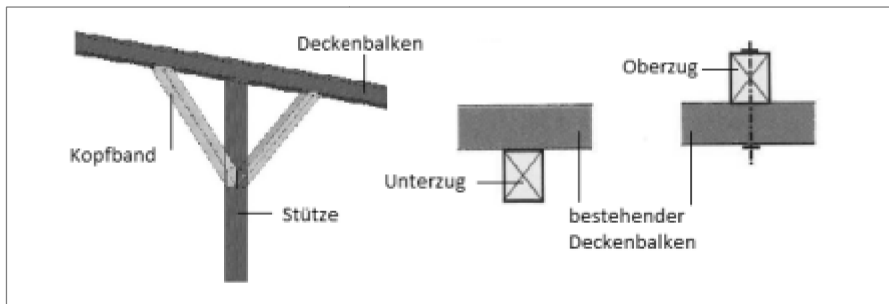


Bild 3.29 Nachträgliches Kopfband²⁴⁰, Unterzug und Oberzug²⁴¹

Eine weitere Möglichkeit ist die **Addition von Balken** in den Zwischenräumen zur Verringerung der bestehenden Deckenbalkenabstände oder zur Aufnahme konzentrierter Lasten wie bspw. einer nachträglichen Innenwand.

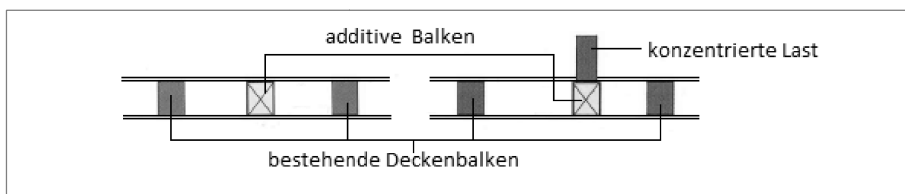


Bild 3.30 Addition von Balken in den Balkenzwischenräumen²⁴²

Die **Vergrößerung des vorhandenen Querschnitts** geschieht entweder an der Oberseite, Unterseite oder beidseitig seitlich der Balken mittels Furnierschichtholz, Vollholzquerschnitten oder Stahlprofilen im elastischen Verbund. Vorteil dabei ist die Möglichkeit, eine Deckendurchbiegung durch einen Überstand oben und unten bei den seitlich angebrachten Holzteilen zu egalisieren bzw. kaschieren. Die Steifigkeit und Tragfähigkeit, ein besseres Schwingungsverhalten, sowie einen verbesserten Schall- und Brandschutz instandsetzungsbedürftiger Holzbalkendecken kann ebenfalls mittels Holz-Betonverbund hergestellt werden. In diesem Fall werden Holz-Beton-Verbundschrauben zu ca. 1/2 bis 2/3 von oben schräg in die Balken eingeschraubt, eine Bewehrungslage eingelegt und der Beton eingebracht. Der Verbund kann auch zusätzlich mittels länglichen, leistenartigen Schubverbindern hergestellt werden. Eine höhere scheibenartige Steifigkeit kann ebenfalls durch das oberseitige Anbringen von Holzwerkstoffplatten erreicht werden.

²⁴⁰ <http://www.oldenburg-zimmerei.com/Grundbegriffe,Zimmerei/Kopfbalken>. Datum des Zugriffs: 13.08.2018

²⁴¹ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung. S.

²⁴² i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung. S.

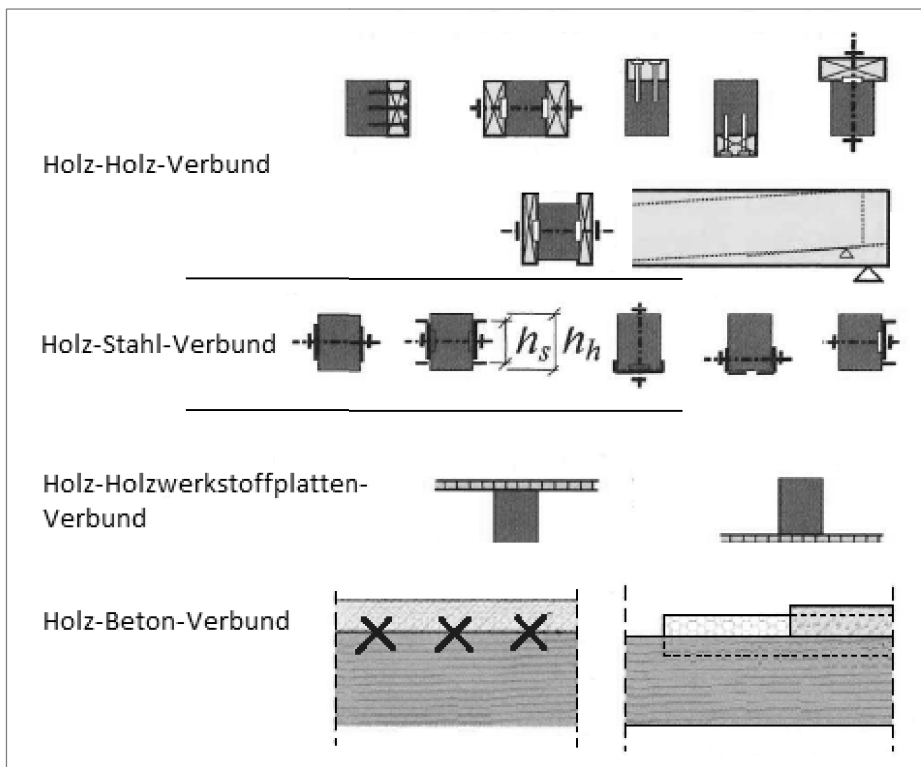


Bild 3.31 Möglichkeiten zur Vergrößerung des vorhandenen Holzquerschnitts²⁴³

Mehrteilige Querschnitte im starren Verbund kommen seltener zur Anwendung und werden entweder durch die oberseitige Verklebung einer Kunstharz-Beton-Vergrößerung oder der unterseitigen Armierung mittels Stahl- oder Kohlefaserkunststoffbändern (CFK-Lamellen) hergestellt.

Eine zusätzliche Maßnahme zur Erhöhung der Tragfähigkeit von Kreuzstkendecken ist das nachträgliche Verspreizen der Zwischenräume mit Holzlatten und die Verspannung mittels Rundstählen oder Bandstählen.²⁴⁴

3.3.5.4 Exkurs: Schall- und brandschutztechnische Ertüchtigung

Die Modernisierung bzw. energetische Verbesserung ist nicht Thema dieser Arbeit, dennoch wird der Vollständigkeit halber aufgrund von Anmerkungen der Experten in der getätigten Umfrage kurz darauf eingegangen.

²⁴³ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung. S.

²⁴⁴ MÖNCK, W.; ERLER, K.: Schäden an Holzkonstruktionen - Analyse und Behebung. 4., stark bearbeitete Auflage. S. 163

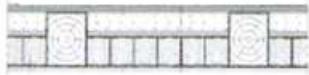


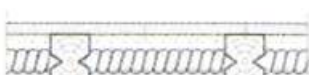

Die traditionellen Holzbalkendecken der Gründerzeit bieten i.d.R keinen ausreichend Trittschall- bzw. Luftschallschutz. Die ÖNORM B 8115-2²⁴⁵ fordert zwischen Aufenthaltsräumen und Räumen anderer Nutzungseinheiten eine Standard-Schallpegeldifferenz ($D_{nT,w}$) von mindestens 55 Dezibel (dB) und einen höchstzulässigen Trittschallpegel ($L'_{nT,w}$) zu Aufenthaltsräumen in Wohnungen von 48 dB. Luftschall- und Trittschallschutz stehen in engem Zusammenhang, wobei das Trittschallschutzmaß entsprechende Aussagen über das bewertete Schalldämmmaß treffen kann. So wird in den meisten Fällen durch eine ausreichende Trittschalldämmung gleichzeitig eine ausreichende Luftschalldämmung bewirkt.²⁴⁶

Wie in den Beispielen von Tabelle 16 zu sehen ist, werden diese Werte von verschiedenen Holzdeckenkonstruktionen nicht eingehalten.

²⁴⁵ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGsinstitut: ÖNORM B 8115-2: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau. Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz. ÖNORM. S. 9

²⁴⁶ LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 314

Tabelle 16: Normtrittschallpegel und Schalldämm-Maße von Holzbalkendecken²⁴⁷

	Schnitt	Schalldämmung	
		bewerteter Normtrittschallpegel L'n,w	bewertetes Schalldämm-Maß R'w
Doppelbaumdecke	Balkenabstand ca. 900-1100 mm 	ca. 80 dB	ca. 49 dB
Halber Windelboden, Balken sichtbar	Balkenabstand ca. 800 mm 	ca. 84 dB	ca. 43 dB*
Ganzer Windelboden, Balken nicht sichtbar	Balkenabstand ca. 1000-1200 mm 	ca. 79 dB	ca. 47 dB*
halber Windelboden, Balken nicht sichtbar	Balkenabstand ca. 800-900 mm 	ca. 82 dB	ca. 44 dB
Kreuzstakendecke, Balken nicht sichtbar	Balkenabstand ca. 800 mm 	ca. 83 dB	ca. 45 dB*

* mit Schallübertragung über flankierende Bauteile

Generell sind bei der schallschutztechnischen Ertüchtigung von Holzbalkendecken Schallbrücken zu vermeiden und Fußboden- bzw. Deckenverkleidungen von den tragenden Balken zu trennen oder federnd abzuhängen. Gleichzeitig sind die Deckenhohlräume mit geeignetem Dämmmaterial auszufüllen, wobei dies bei der Doppelbaumdecke nicht möglich ist und in diesem Fall eine Ertüchtigung lediglich von oben und/oder unten stattfinden kann. Maßnahmen an der Deckenoberseite können bspw. auf den Balken schwimmend verlegte Holzdielen, Trocken- oder Nassstrich auf Trittschalldämmplatten sein. Von der Deckenunterseite kann eine Ertüchtigung durch eine federnd abgehängte Decke einen wesentli-

²⁴⁷ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In: Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung, S.

chen Beitrag leisten. Folgende Tabelle 17: Möglichkeiten zur Verbesserung des Schallschutzes an Holzbalkendecken zeigt beispielhafte Maßnahmen und die damit einhergehende Verbesserung des Tritt- bzw. Luftschallschutzes. Der jeweilige Grad der Verbesserung ist abhängig von der Verbindung der Balken mit der unterseitigen Verkleidung, Art der Hohlraumdämmung und der Art der Verkleidung.

Im Zuge der Instandsetzung von Holzbalkendecke kann eine **brandschutztechnische Ertüchtigung** ebenfalls durch die Addition von Verkleidungsmaterialien oder -systemen erreicht werden. Städtische Gründerzeitgebäude sind durch ihre Blockrandbebauung, der Anzahl von 4-6 Geschossen und einem Fluchtniveau von meist mehr als 7 m den Gebäudeklassen GK4 oder GK5 zuzuordnen.²⁴⁸ Hierfür sieht die OIB-Richtlinie 2 einen Feuerwiderstand der Geschossdecken von mindestens 90 Minuten vor.²⁴⁹

Ein höherer Brandschutz mit einer Feuerwiderstandsdauer von mindestens 90 Minuten kann bspw. durch eine Verbesserung der Deckenoberseite i.S. eines geeigneten Aufbaus mit Nassestrich oder durch eine Holz-Verbund-Decke erreicht werden. Ein Aufbau mit Die Deckenunterseite kann z.B. durch das Anbringen von Gipskartonplatten oder gipshaltigen Faserplatten brandschutztechnisch ertüchtigt werden. Mit diesen Materialien können auch freiliegende Balken verkleidet werden.

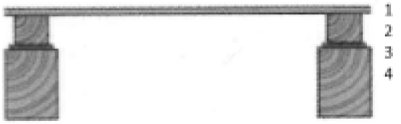
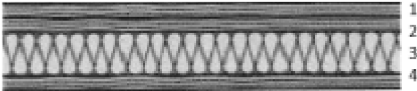

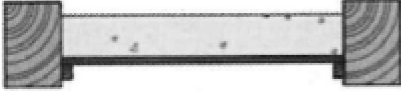
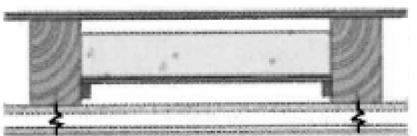
Tabelle 17: Möglichkeiten zur Verbesserung des Schallschutzes an Holzbalkendecken²⁵⁰

Möglichkeit	Beispiele	Wirkung	
		Verbesserung Trittschallschutz	Verbesserung Luftschallschutz

²⁴⁸ ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-330-014/15: OIB-Richtlinien - Begriffsbestimmungen. OIB-Richtlinie. S. 5

²⁴⁹ ÖSTERREICHISCHES INSTITUT FÜR BAUTECHNIK: OIB-330.2-011/15: OIB-Richtlinie 2 - Brandschutz. OIB-Richtlinie. S. 15

²⁵⁰ i.A. LIßNER, K.; RUG, W.: Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung. S. 312

<p>Ertüchtigung der Deckenoberseite</p>	<p>Schwimmend verlegte Holzdielen</p>  <p>1 Dielen; 2 Traglatte; 3 Dämpfungsschicht; 4 Deckenbalken</p>	<p>ca. 10 dB (ca. 20 dB auf Sandschüttung)</p>	<p>ca. 2 - 6 dB</p>
	<p>Trockenestrich</p>  <p>z.B. 1 Spanplatte 19 mm; 2 Spanplatte 19 mm; 3 25 mm Mineralfaser-Trittschalldämmplatte; 4 Dielung</p>	<p>4 - 10 dB Verbesserung durch weichfedernde Fußbodenbelag</p>	<p>ca. 6 dB</p>
	<p>Nassestrich</p>  <p>z.B. 1 Nassestrich > 50 mm; 2 PE-Folie 0,2 mm; 3 25 mm Mineralfaser-Trittschalldämmplatte; 4 Spanplatte</p>	<p>10 - 20 dB</p>	<p>ca. 6 dB</p>
<p>Ertüchtigung der Deckenfüllung</p>	<p>Verbesserung durch zusätzliche schallschluckende Dämmstoffe</p>  <p>Beschwerung der Deckenfüllung</p>	<p>20 - 35 dB</p>	<p>ca. 15 - 30 dB</p>
<p>Ertüchtigung der Deckenunterseite</p>	<p>Anbringen federnd abgehängter Decke</p> 	<p>ca. 25 dB</p>	<p>ca. 7 dB mit 12,5 mm GK-Platten, einlagig ca. 10 dB mit 12,5 mm GK-Platten, zweilagig ca. 15 dB mit abgehängter Decke mit Mineralfaser-auflage ca. 10 dB mit Holzspan-Metallkassettendecke mit Hohlraumdämmung</p>

3.4 Dachgeschoss

Nach der Beschreibung möglicher Schäden gründerzeitlicher Keller- und Obergeschosse und deren Instandsetzungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen, werden in folgendem Abschnitt die Schäden und Maßnahmen des Dachgeschosses städtischer Gründerzeithäuser erläutert. Hierzu werden im Folgenden der Dachstuhl, die Dachdeckung und Dachhautdurchdringungen wie Dachgauben, Ausstiegfenster und Schornsteine betrachtet. Die grundsätzliche Nutzung des Dachgeschosses als Wohnraum war zur damaligen Zeit nicht vorgesehen, weshalb im Folgenden der Fokus auf Kaldächern liegt.

Schäden in Dachgeschossen können aus einer Vielzahl von Ursachen resultieren und können auf folgende Einflüsse, einzeln oder in Kombination, zurückzuführen sein:

- Bauphysikalische Einwirkungen und Feuchtebelastung, z.B.
 - Wärmebrücken
 - Fehlende oder mangelhafte Luftzirkulation
 - Temperaturänderungen
 - Wasserdampfdiffusion
 - Erhöhte Luftfeuchtigkeit
 - Aufsteigende Feuchtigkeit im Mauerwerk
 - Niederschläge
 - Undichte Dachhaut
 - Tau-/Kondenswasser
- Biologische Einwirkungen, z.B.
 - Insektenbefall
 - Holzzersetzender Pilzbefall
- Mechanische Einwirkungen, z.B.
 - Statische Überlastung
 - Dynamische Überlastung
 - Nutzungsbedingter Verschleiß
- Chemische Einwirkungen, z.B.
 - Gasförmige Stoffe, Verbrennungsgase
 - Säuren, Laugen
 - Reinigungschemikalien
- Materialspezifische Einwirkungen, z.B.
 - Belastungs- und zeitabhängige Verformungen (Relaxation, Kriechen)
 - Abbau Holzzellulose
 - Äste und Risse
 - Schwinden und Quellen
- Sonstige, z.B.
 - Feuer
 - Explosionen
 - Naturereignisse

Infolge dieser Einwirkungen kann es zu Gefügezerstörungen, Brüchen, Holzkorrosion, Fraß und Fäule, klaffenden Verbindungen, Absenkungen, Schiefstellungen, mangelnder Kraftschlüssigkeit, Rissen oder Brandschäden kommen, welche die Tragfähigkeit des Dachstuhls gefährden.

Für die Methoden der Insekten- und Pilzbeseitigung wurden bereits bei den Instandsetzungsmethoden der Holzbalkendecken beschrieben, weshalb hierzu auf Abschnitt 3.3.5.1 verwiesen wird.

3.4.1 Dachstuhl

Schäden an Dachstuhlkonstruktionen sind vielseitig, so können

- Brüche,
- Gefügezerstörungen,
- Holzkorrosion,
- Fraß und Fäule,
- Querschnittsschwächungen,
- Schiefstellungen,
- Absenkungen,
- Risse oder
- allgemein mangelnde Kraftschlüssigkeit

an Dachkonstruktionen auftreten. Die Möglichkeiten der zimmermannsmäßigen Instandsetzung gehen dabei von der Ertüchtigung der Anschlüssen oder der Ertüchtigung von Querschnitten über den Austausch von Tragwerksgliedern bis hin zur Veränderung des statischen Systems durch zusätzliche Behilfskonstruktionen (subsidiäre Tragwerke). Je nach Schadensfall, Schadensausmaß und statischem System werden diese, auch in Kombination, erforderlich.

3.4.1.1 Ertüchtigung von Anschlüssen und Knotenpunkten

Anschlüsse und Knotenpunkte sind Stellen an denen verschiedene Tragwerksteile aneinandertreffen und kraftschlüssig verbunden sind. So beispielsweise an Dachfuß (Mauerbank, Schwelle, Bundtram, Aufschiebling, Stichbalken, Sparren, Fußpfette), First (Sparren, Firstpfetten) oder im Bereich von Kehlbalcken oder sonstigen Abstützungen. Ein essentieller Schadensschwerpunkt liegt im Dachfuß. Aufgrund bspw. unterlassener Instandsetzung von möglichen Feuchteinwirkungen kann der Auflagerbereich bzw. dessen Verbindungen zerstört oder untauglich sein (vgl. Bild 3.30).



Bild 3.32 Zersörter Sparrenfuß vor (links) und nach Bearbeitung mit Hammer (rechts)²⁵¹

Staub, Schutt und mangelnde Luftzirkulation können diese Zerstörung beschleunigen. Zu erwähnen ist, dass bei der Instandsetzung des Dachfußes nicht nur konstruktive Teile des Dachstuhls, sondern auch die Deckenbalkenköpfe beschädigt sein können und diese ebenfalls instandgesetzt werden müssen (siehe Abschnitt 3.3.5.2).

Die Sparren des Pfettendaches sind auf Biegung beansprucht wohingegen die Sparren des Sparren- bzw. Kehlbalkendaches auf Biegung und zusätzlicher Längskraft beansprucht, sind. Beim Sparrendach können z.B. das Vorholz am Balkenkopf des Bundtrams oder der Sparrenfuß gerissen sein. Zusätzliche Knaggen, Schwellen, Bohlen, beidseitig genagelte Brettlaschen und/oder zusätzliche Versenversätze stellen hierbei Möglichkeiten zur Verstärkung der Anschlüsse dar. Bei der Instandsetzung der biegebeanspruchten Sparren des Pfettendaches wird sich mit beidseitig seitlich angenagelten Laschen beholfen und, falls notwendig, eine zusätzliche Pfettenabstützung durch bspw. Zwischenpfetten angeordnet. Beidseitig angenagelte Laschen stellen auch an Firstpunkten eine einfache Möglichkeit der Ertüchtigung dar.

3.4.1.2 Ertüchtigung von Querschnitten

Sind Balken des Dachstuhls unterdimensioniert oder durch ein vorausgegangenes Bebeilen oder aus sonstigen Gründen geschwächt, kann die Ertüchtigung durch eine zusätzliche Verstärkung des Querschnitts erfolgen. Hierzu können Stahlprofile, Holzwerkstoffe, Balken oder Bohlen zusätzlich mit dem vorhandenen Querschnitt mittels Schraubbolzen, Schrauben oder Nägel verbunden werden. Die Wahl des Materials, so-

²⁵¹ MEISEL, A.: Dachgeschossausbau in der Grazer Altstadt. "Zählt es sich denn wirklich aus?". Vortrag. S. 28

wie die Art der Anordnung (seitlich, oben oder unten), sind von der Zugänglichkeit, den statischen Erfordernissen und dem Ausmaß der Schädigung abhängig.

3.4.1.3 Austausch von Tragwerksgliedern

Sind Tragwerksteile von größeren Schäden betroffen und nicht mehr fähig Kräfte aufzunehmen bzw. weiterzuleiten wie z.B. bei einem Schädlingsbefall, werden diese Bereiche entfernt und durch neue Holzquerschnitte ersetzt und kraftschlüssig verbunden. Hierbei können beim Austausch größerer Abschnitte oder Tragwerksteile zeitweise Unterstützungen des Dachstuhls bei Aus- und Einbau nötig werden.

3.4.1.4 Subsidiäre Tragwerke

Diese Art der Ertüchtigung wird angewendet, wenn mehrere Tragwerksteile bzw. deren Funktionstüchtigkeit nicht mehr gegeben ist und eine größere statische Ertüchtigung gefordert ist. Subsidiäre Tragwerke sind nachträgliche erstellte Konstruktionen, welche eine Änderung des bestehenden statischen Systems bewirken. Dies kann erforderlich sein, wenn der Dachstuhl im Allgemeinen unterdimensioniert ist, mehrere Tragwerksteile im Verbund nicht mehr funktionstüchtig oder vorher beschriebene Maßnahmen, z. B. aus Gründen der Zugänglichkeit nicht möglich sind. Dies kann u.a. durch den Einbau von Fachwerksystemen, Kopfbändern, Kopfbandträgern oder Windrispen geschehen.

3.4.2 Dacheindeckung und Anschlüsse

Die Dacheindeckung kann aufgrund der ständig wechselnden Witterung, thermischen Belastungen und Bewegungen der Dachstuhlkonstruktion (Schwingen, Durchbiegen etc.) beschädigt werden. Verblechungen und Anschlüsse an z. B. Dachrinnen, Schornsteinen, Dachfenstern und -Gauben oder auch Anschlüsse an Mauerwerks- oder Dachkonstruktionen von den in Blockrandbebauung stehenden Nachbargebäuden können ebenso in Mitleidenschaft durch thermische Verformungen und sonstigen Einflüssen gezogen werden. Diese Schäden sind möglichst zeitnah zu beseitigen, da eindringendes Wasser Schäden an der darunterliegenden Dachstuhlkonstruktion oder Holzdeckenkonstruktion, sowie in Mauerwerk und Gesims hervorrufen kann.



Bild 3.33 Historische Dacheindeckung im Vergleich zu Neueindeckung (Graz)²⁵²

Je nachdem wie groß der jeweilige Schaden ist, oder wie viele Teilflächen, Verblechungen und Anschlüsse zerstört sind, erfolgt eine Teilsanierung oder eine gänzliche Neueindeckung des Dachstuhls. Der Austausch einzelner, zerstörter Dachziegel ist technisch nicht zu bemängeln, jedoch aufgrund der unterschiedlichen Farbtöne (vgl. Bild 3.29) der neuen und der alten, etwas abgewitterten Ziegel ästhetisch in Frage zu stellen. Aus wirtschaftlichen Gründen oder aus Gründen der Denkmalpflege kann dies jedoch nötig sein. Werden größere Flächen der Dacheindeckung erneuert, bietet sich an die noch funktionstüchtigen, alten Dachziegel zu lagern und für spätere einzelne zerstörte Dachziegel zum Austausch zu verwenden.

Fehlende, gebrauchsuntaugliche und zerstörte Verblechungen bzw. Anschlüsse müssen durch Verwendung gleichartiger Metalle erstellt bzw. instandgesetzt werden. Wird dem nicht nachgekommen, kann dies zu einer Kontaktkorrosion am unedleren Metall führen. Sind z.B. Kupfer und Zinkblech über Wasser oder feuchte Luft in Kontakt, baut sich das unedlere Zink durch Korrosionsvorgänge ab.

Im Allgemeinen sollte darauf geachtet werden, dass an einem Dach sämtliche Dachanschlüsse, Saumbleche, Dachrinnen, Ortgang- oder Traufbleche etc. in identischem Material ausgeführt werden.

²⁵² <https://ohformidable.wordpress.com/tag/graz/>. Datum des Zugriffs: 05.08.2017

Da Dachanschlüsse den Witterungen ausgesetzt sind und sie aufgrund thermischer Belastungen Verformungen unterliegen, sind diese als bewegliche Anschlüsse auszubilden um dadurch eine dauerhafte Waserundurchlässigkeit zu garantieren.

3.4.3 Schornstein

Der Schornstein ist, wie das Mauerwerk auch, der Witterung ausgesetzt und kann dementsprechend von Frost- und Temperaturwechsel im Laufe der Jahre in Mitleidenschaft gezogen werden. Mögliche Schäden sind

- das Abblättern von Farbe,
- das Abplatzen des Putzes,
- das Abplatzen von Ziegelmaterial aus dem meist erstellt wurde.

Ein Sonderfall bei Schornsteinen ist die sogenannte Versottung. Schornstein

4 Expertenbefragung zur Häufigkeit von Bauteilschäden und Instandsetzungsmaßnahmen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Expertenumfrage mit dem Thema „Häufigkeiten von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden“ durchgeführt.

Ziel der Umfrage ist es, Tendenzen für die Häufigkeiten für das Auftreten von Bauteilschäden an dieser Art von Gebäuden zu erlangen.

Behandelt werden in dieser Befragung 14 Bauteilkategorien, zu welchen jeweils die Häufigkeiten der Schäden und der nötigen Maßnahmen, sowie die durchschnittlich betroffene Fläche der Bauteile abgefragt wurden.

Da eine vollständige Abfrage etwaiger Maßnahmen je Bauteil aufgrund der manigfachen Möglichkeiten von Schäden nicht möglich ist, wurden die hauptsächlich in der behandelten Literatur erörterten Maßnahmen abgefragt und die Experten gebeten, bei Bedarf zusätzliche wichtige Maßnahmen zu ergänzen.

4.1 Methodik

In der Umfrage wurden folgende Bauteilkategorien gebildet und kategorisch abgefragt:

1. Kelleraußenwände
2. Kellerböden
3. Kellerdecken (Kappendecken)
4. Regelgeschossdecken
5. Decke unter Dachgeschoss
6. Sockelbereich
7. Putzfassade
8. Gesimse und Gestaltungselemente
9. Kastenfenster
10. Mauerwerk
11. Balkon- und Erkerkonstruktionen
12. Dacheindeckung
13. Dachstuhl
14. Schornsteine

Zu Beginn der Expertenumfrage wurden die Umfrageteilnehmer nach Ihrer Tätigkeit im Bauwesen gefragt. Anschließend geschah die Abfrage der 14 Bauteilkategorien, wobei jeweils die durchschnittliche Schadens-

häufigkeit und die durchschnittlich betroffene Bauteilfläche abgefragt wurden.

Des Weiteren wurden zuvor recherchierte, eventuell notwendige Maßnahmen aufgeführt und auch hier jeweils die Experten um eine Einschätzung der Häufigkeit gebeten.

Am Ende jeder Bauteilkategorie hatten die Experten die Möglichkeit weitere wichtige Anmerkungen und Maßnahmen zu ergänzen.

Die Umfrage wurde mit dem Online-Tool „2ask“²⁵³ erstellt. Auf diese Weise wurden alle Daten automatisch digitalisiert erfasst und anschließend zur weiteren Aufbereitung in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft EXCEL® importiert. Für die weitere statistische Auswertung wurden die Daten in das Softwarepaket für Statistical Computing R Projekt importiert. Die Analyse der Daten erfolgt zunächst mittels einer deskriptiven Darstellung der Umfrageergebnisse in Form von Boxplots. Hierfür werden der Mittelwert, Median, der meist genannte Wert (Modus), das Minimum, das Maximum sowie die Standardabweichung in Kennzahlentabellen aufgeführt. Etwaige Ausreißer in den Datensätzen wurden mit Hilfe des M-Schätzers nach Huber gewichtet.

4.1.1 Zielgruppen der Umfrage

Als Zielgruppe für diese Umfrage wurden in erster Linie Sachverständige aus Österreich und Deutschland ausgewählt, deren Spezialisierung in der Altbausanierung liegt. Grund für die Wahl der Sachverständigen ist deren berufsmäßige Auseinandersetzung mit Schäden alter Bausubstanz i.S.v. Analyse und Bewertung.

Des Weiteren wurden ca. 90 österreichische Bauunternehmen, Baumeister und Planer mit Schwerpunkt in der Altbausanierung gebeten, ebenfalls an der Expertenumfrage teilzunehmen.

Die Österreichischen Sachverständigen wurden über den Hauptverband der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs recherchiert. Hierbei wurden 100 Sachverständige mit folgenden Zuständigkeiten angeschrieben:

- „Revitalisierung und Renovierung alter Bausubstanz“
- „Althausanierung“
- „Denkmalschutz, Ortsbildpflege“
- „Hochbau und Architektur; Spezialisierung: Baumängel-/Schäden“

²⁵³ <http://www.2ask.at/>. Datum des Zugriffs: 01.04.2017

- „Fassadensanierung und Dachausbauten“
- „Baumängel und Bauschäden“
- „Begutachtung von Bauschäden im Altbau“
- „Sanierung von Bauschäden“
- „Altstadtsanierung“

Außerdem wurden aus dem Sachverständigenverzeichnis der Deutschen Industrie- und Handelskammer 75 Sachverständige mit Spezialisierung in Altbausanierung und Bautenschutz ausgewählt, angeschrieben und gebeten teilzunehmen.

Eine weitere Zielgruppe waren Sachverständige mit der Zuständigkeit „Schäden an Gebäuden“ und umfasste weitere 200 Sachverständige.

Von den 90 Bauunternehmen waren 6 davon bereit, den Fragebogen auszufüllen und zurückzusenden, was einer Rücklaufquote von 6,7 % entspricht. Von den 375 Sachverständigen wurden, mit einer Rücklaufquote von 10,4 %, 39 Fragebögen ausgefüllt.

Aufgrund der Befragung von Experten aus Österreich und Deutschland ist diese Umfrage repräsentativ für Gründerzeithäuser dieser Länder.

4.1.2 Beschreibung der Umfrageteilnehmer

Im Rahmen der Expertenbefragung befragte man die Teilnehmer nach ihrer Tätigkeit im Bauwesen, wobei Mehrfachnennungen möglich waren.

Im Folgenden wird die Bandbreite der Tätigkeitsbereiche der 45 Umfrageteilnehmer dargestellt.

Tabelle 18: Häufigkeiten der Tätigkeitsbereiche

Tätigkeit	Anzahl	Prozent
Sachverständiger	38	44,2 %
Geschäftsführer	3	3,5 %
Bauplaner	8	9,3 %
Architekt	12	14,0 %
Bauleiter	6	7,0 %
Baumeister	11	12,8 %
Bauträger	4	4,7 %
Investor	2	2,3 %
Prüfinstitut	1	1,2 %
Bauphysik	1	1,2 %
Summe	86	100 %

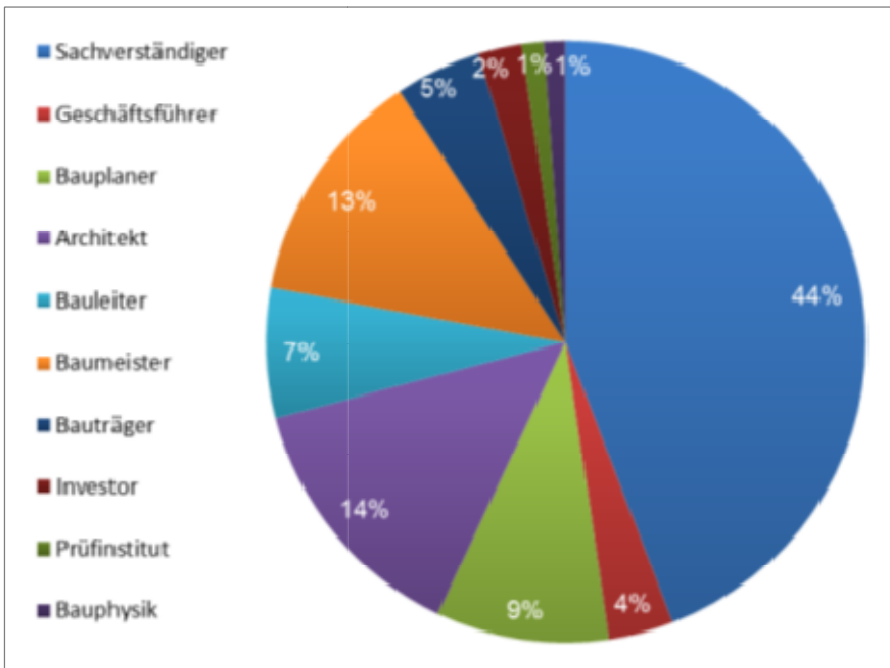


Bild 4.1 Tätigkeitsbereiche der Umfrageteilnehmer

Die Berufserfahrung der Umfrageteilnehmer ist Bild 5.2 zu entnehmen. Abgefragt wurde die für diese Untersuchung relevante Berufserfahrung bei der Sanierung von Gründerzeithäusern in Jahren.

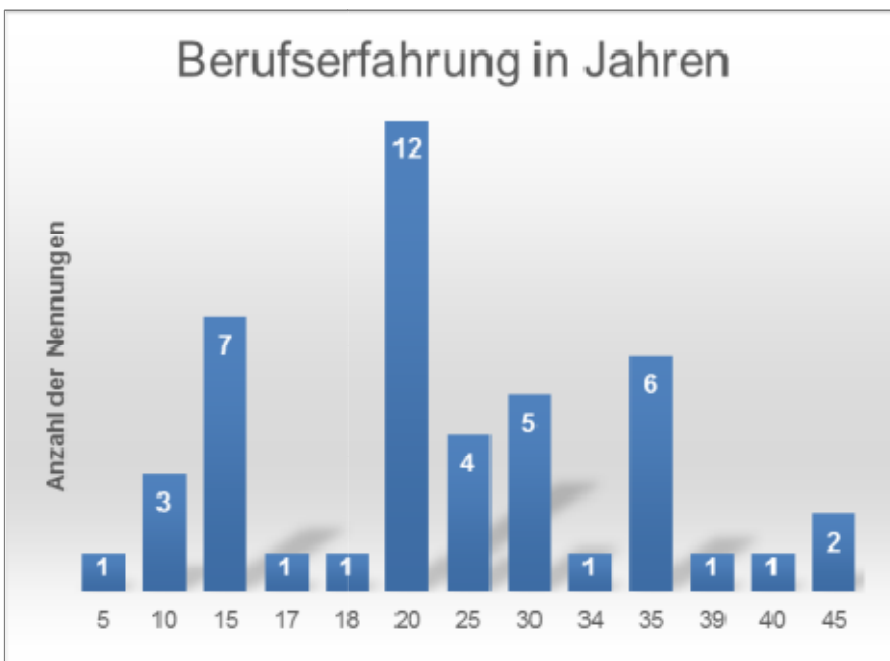


Bild 4.2 Tätigkeitsbereiche der Umfrageteilnehmer

Tabelle 19: Kennzahlen zur Berufserfahrung der Umfrageteilnehmer

Kennzahl	Jahre an Berufserfahrung
Mittelwert	23.96
Median	20.00
Standardabweichung	9.73
Spannweite	40
Minimum	5
Maximum	45

Insgesamt flossen, nach Angaben der Befragten, 1078 Jahre an Berufserfahrung in der Sanierung von Gründerzeitgebäuden in diese Umfrage mit ein. Durchschnittlich hatten die Teilnehmer ca. 24 Jahre Berufserfahrung mit einer Standardabweichung von 9,73 Jahren. Die geringste Berufserfahrung liegt bei 5 Jahren und die größte bei 45 Jahren.

4.1.3 Boxplots

Boxplots sind gängige Mittel zur grafischen Darstellung von statistischen Daten. Ein Boxplot besteht aus der Box, den Antennen (Whiskers) und eventuellen Ausreißern.

Innerhalb eines Boxplots werden verschiedene statistische Werte grafisch dargestellt (vgl. Bild 4.3). Dazu zählen:

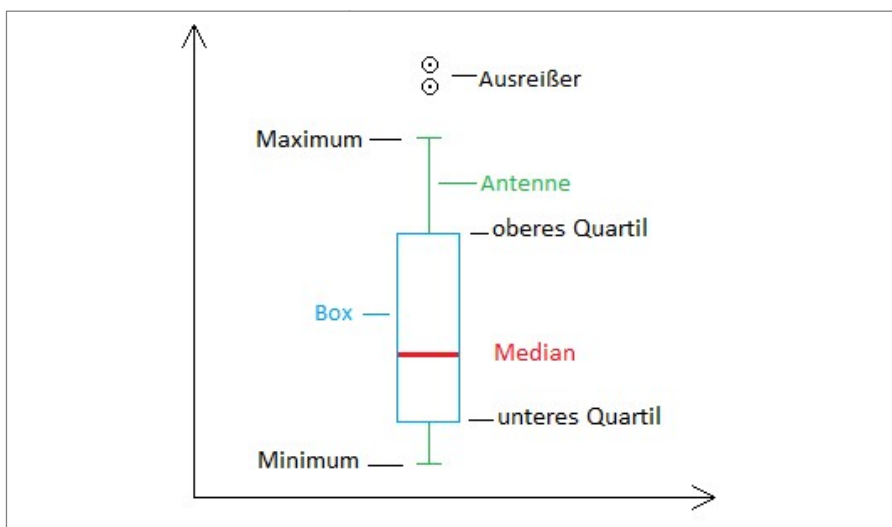


Bild 4.3 Schematische Darstellung eines Boxplots

- Minimum:
Kleinster genannter Wert abgesehen von Ausreißern
- Maximum:

Größter genannter Wert abgesehen von Ausreißern

- **Unteres Quartil:**
25 % der genannten Werte liegen unterhalb des unteren Quartils bzw. 75 % oberhalb
- **Oberes Quartil:**
25 % der genannten Werte liegen oberhalb des oberen Quartils bzw. 75 % unterhalb
- **Median (Zentralwert):**
50 % der genannten Werte liegen oberhalb bzw. unterhalb des Medians.
- **Quartilsabstand:**
Innerhalb der beiden Quartile befinden sich 50 % der genannten Werte. Der Quartilsabstand entspricht der Länge der Box
- **Ausreißer:**
Als Ausreißer werden jene genannten Werte definiert, welche außerhalb des 1,5-fachen Interquartilsabstand liegen.

Weitere Lageparameter:

- **Mittelwert**
Auch arithmetisches Mittel (kurz Mittel) oder Durchschnitt genannt entspricht der Summe aller genannten Werte dividiert durch die Anzahl der Nennungen.²⁵⁴
- **Modus**
Er entspricht dem Wert, welcher am häufigsten genannt wurde.

Mittels Boxplots können ebenso Aussagen über die Streuung der Werte und die Form der Verteilung getroffen werden. Die Länge des Boxplots zeigt, wie sehr die mittleren 50 % der Werte streuen. Je kürzer die Box, desto konzentrierter sind diese Werte um den Median gelegen.

Die Lage des Medians innerhalb der Box gibt Aufschluss darüber, ob die mittleren 50 % der genannten Werte eher über oder unter dem Median konzentriert sind. Ist der Abstand zwischen Median und unterem Quartil also kleiner als der zum oberen Quartil, liegt eine höhere Konzentration der Werte unterhalb des Medians vor (rechtsschief)(vgl. Bild 4.4)

²⁵⁴ HOLLAND, H.; SCHARNBACHER, K.: Grundlagen der Statistik. Datenerfassung und -darstellung, Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihen. S. 47

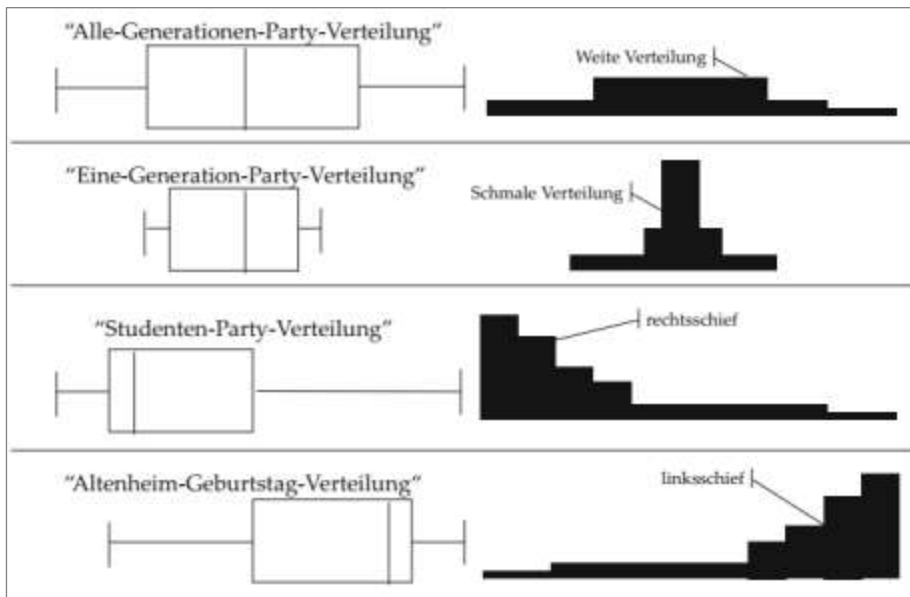


Bild 4.4 Schematische Darstellung eines Boxplots

4.2 Auswertung der Schadenshäufigkeiten

In weiterer Folge werden nun die angegebenen Schadenshäufigkeiten aller Kategorien betrachtet und analysiert.

4.2.1 Kellerböden

Aus der Literaturrecherche geht hervor, dass im Allgemeinen feuchtebelastetes Mauerwerk ein großes Problem darstellt, weshalb die Experten hierzu folgendermaßen befragt wurden:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Kellerböden von Gründerzeithäusern durchfeuchtet?“

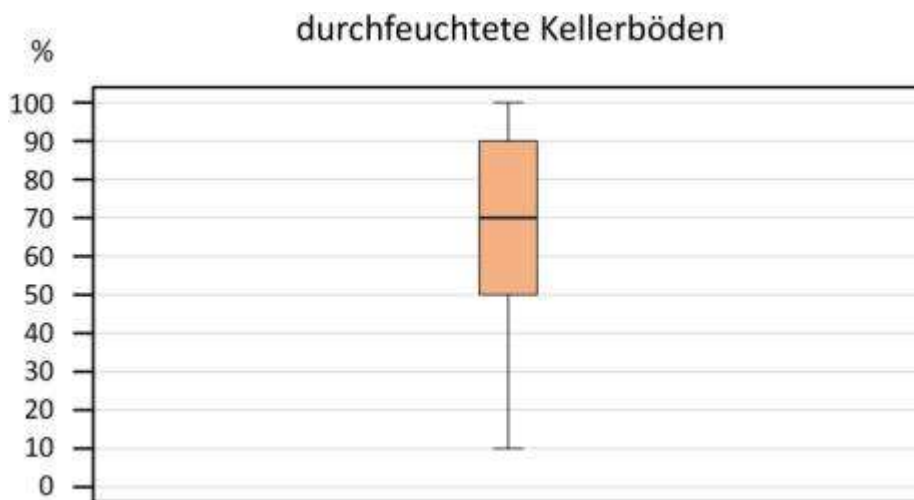


Bild 4.5 Boxplot zur Häufigkeit von durchfeuchteten Kellerböden

Tabelle 20: Lageparameter zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerböden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	50,0	67,6	70,0	100,0	90,0	100,0

Tabelle 21: Anteil der Fläche durchfeuchteter Kellerböden

Kellerbodenfläche	Häufigkeit	Prozent
0 - 10 %	2	4,4
10 - 20 %	3	6,7
20 - 30 %	3	6,7
30 - 40 %	3	6,7
40 - 50 %	11	24,4
> 50 %	23	51,1
Gesamt	45	100,0

Aus den Antworten geht hervor, dass durchschnittlich 68 % der Kellerböden durchfeuchtet sind. Der Großteil der Befragten gab hierzu einen

betroffenen Anteil von mehr als 50 % an (vgl. Tabelle 21). Betrachtet man die Verteilung der gegebenen Antworten anhand eines Balkendiagrammes (vgl. Bild 4.6), erkennt man die häufigste Anzahl an Nennungen bei 100 % (11 Nennungen). 9 Experten jedoch gaben eine Häufigkeit durchfeuchteter Kellerböden von 50 % an. In Rücksprache mit Experten liegt die Uneinigkeit darin, dass die Art der Nutzung hierbei eine große Rolle spielt. Sind die Keller im Sinne einer Nutzung als Wohnraum konstruiert, so sind durchfeuchtete Kellerböden seltener der Fall. Ist der Kellerboden jedoch lediglich als Lehmstampfboden oder Ziegelpflaster ausgeführt, so stellen durchfeuchtete Kellerböden eher die Regel dar, wobei eine Instandsetzung nicht unbedingt erforderlich sein muss. Dennoch ist aus dem Boxplot (vgl. Bild 4.5) der Umfrage ersichtlich, dass 75 % der Experten der Meinung sind, dass bei mindestens der Hälfte aller Gründerzeitgebäude die Kellerböden durchfeuchtet sind.

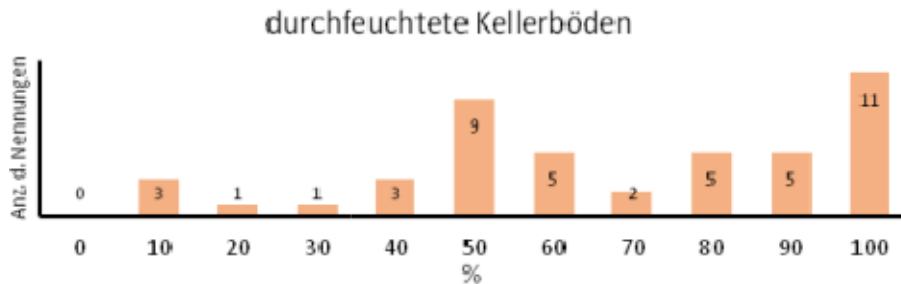


Bild 4.6 Balkendiagramm zur Häufigkeit von durchfeuchteten Kellerböden

Die Experten wurden weiters befragt in wievielen von 10 Fällen (100%) durchfeuchteter Kellerböden eine nachträgliche Horizontalsperre am Boden oder eine Schimmelpilzbeseitigung erforderlich ist.

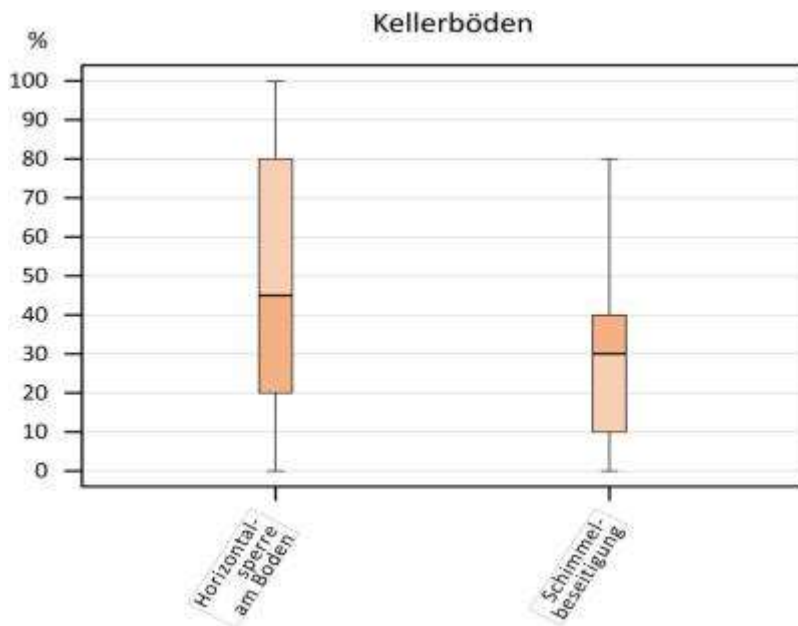


Bild 4.7 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an Kellerböden

Tabelle 22: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an durchfeuchteten Kellerböden

Horizontalsperre am Boden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	20,0	45,5	45,0	10,0 bzw. 80,0	77,5	100,0

Schimmelbeseitigung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
33	0,0	10,0	30,0	30,0	10,0	40,0	80,0

Daraus geht hervor, dass in durchschnittlich 46 % der Fälle in denen Kellerböden durchfeuchtet sind, eine nachträgliche Abdichtung erstellt wird. 50 % der gegebenen Werte liegen zwischen 20 % und 80 %, der Median liegt bei 45 %. Die Extremwerte von 0 % und 100 % deuten darauf hin, dass hier ebenfalls Uneinigkeit bei den Experten herrscht. Betrachtet man hierzu wieder die Verteilung der Nennungen im Balkendiagramm (vgl. Bild 4.8), bestätigt sich dies.

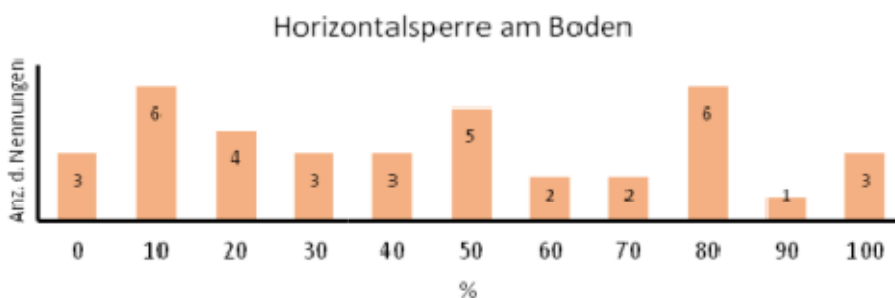


Bild 4.8 Balkendiagramm zur Häufigkeit notwendiger Bodenabdichtungen an Kellerböden

Die häufigsten Nennungen waren gleichermaßen bei 1 von 10 und bei 8 von 10 Fällen. Auf Rückfragen antworteten Experten, dass der Grund hierfür darin liegt, dass es nicht klar sei, um welche Art der Nutzung der Kellerräume es sich handle. Eine Beantwortung der Frage sei somit schwierig. Ist eine untergeordnete Nutzung im Sinne von Lagerräumen der Fall, so wird seltener eine nachträgliche Horizontalsperre angeordnet. Kosten und Nutzen stehen hierbei in keinem wirtschaftlichen Verhältnis. Ist eine hochwertige Nutzung für Wohnzwecke der Fall bzw. gewünscht, kommt die nachträgliche Bodenabdichtung häufiger zur Ausführung. Soll dies jedoch geschehen, ist eine eingehende Wirtschaftlichkeitsanalyse mittels der erzielbaren Mieterträge durchzuführen.

In durchschnittlich 30 % der Fälle ist laut Expertenmeinung eine Schimmelbeseitigung durchzuführen. 75 % der Befragten gaben an, dass in maximal 40 % der durchfeuchteten Kellerböden eine Schimmelbeseitigung erforderlich ist.

Weitere Maßnahmen, welche zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Aktivierung der Querdurchlüftung
- Austausch des Oberbodens
- Erstellen Gehbelag
- Betonboden herstellen
- Verlegen eines Kellerpflasters
- Estrich- oder Betonschicht

Die weiteren Anmerkungen der Experten zeigen auf, dass eine Instandsetzung des Kellerbodens oft in Form eines Gehbelages, entweder aus Pflasterziegel, Estrich oder Beton erfolgte (7 von 12 Anmerkungen).

4.2.2 Kellerwände

Zu den Kellerwänden wurden die Experten gleichermaßen befragt:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Kellerwände von Gründerzeithäusern durchfeuchtet?“

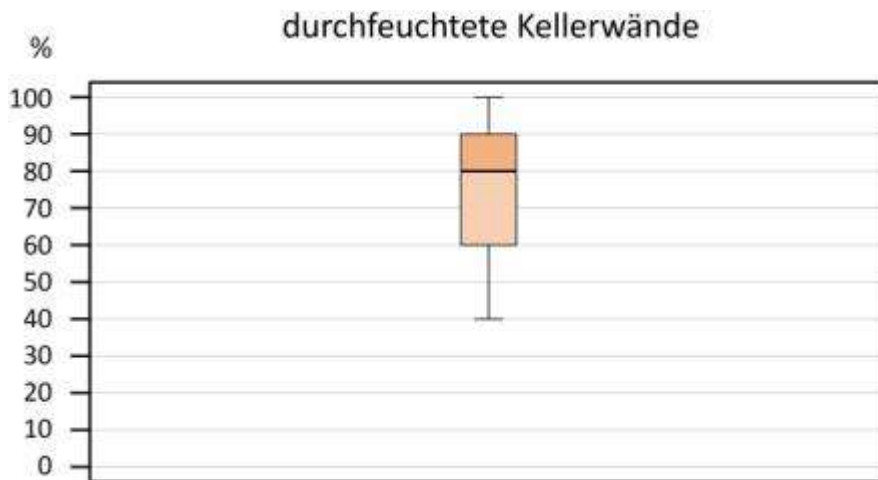


Bild 4.9 Boxplot zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerwände

Tabelle 23: Lageparameter zur Häufigkeit durchfeuchteter Kellerwände

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	40,0	60,0	77,8	80,0	90,0	90,0	100,0

Tabelle 24: Anteil der Fläche durchfeuchteter Kellerwände

Kellerwandfläche	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	0	0
10 – 20 %	3	6,7
20 – 30 %	3	6,7
30 – 40 %	9	20,0
40 – 50 %	6	13,3
> 50 %	24	53,3
Gesamt	45	100,0

Laut Expertenmeinung beläuft sich die durchschnittliche Häufigkeit durchfeuchteter Kellerwände auf 78 %. Drei Viertel der Experten sind sich einig, dass mehr als 60 % der Gründerzeitgebäude durchfeuchtete Kellerwände aufweisen. Aus dem Balkendiagramm (vgl. Bild 4.10) lässt sich eine linksschiefe Normalverteilung erkennen, was die Aussagekraft der Bewertungen bestärkt. Hier lässt sich gut erkennen, dass es von Wichtigkeit ist, nicht nur den Mittelwert, sondern auch die Art der Verteilung sowie Modus und Median zu betrachten. Der Median liegt bei 80 % und der Modus bei 90 %, weshalb eine Tendenz zu einer höheren Schadenshäufigkeit besteht, als der Mittelwert suggeriert. Die Mehrheit der Befragten eine betroffene Bauteilfläche von über 50 % angab.

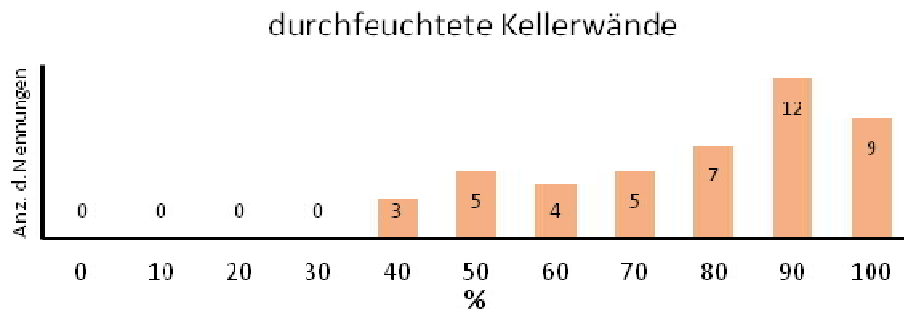


Bild 4.10 Balkendiagramm zur Häufigkeit von durchfeuchteten Kellerwände

In weiterer Folge wurden Häufigkeiten für Instandsetzungsmaßnahmen an durchfeuchteten Kellerwänden abgefragt: Die abgefragten Maßnahmen waren hierbei:

- Erstellen einer nachträglichen Horizontal- und Vertikalabdichtung
- Erstellen einer nachträglichen Horizontalabdichtung
- Erstellen einer nachträglichen Vertikalabdichtung
- Entsalzung des Mauerwerks
- Entfeuchtung / Trocknung des Mauerwerks
- Erneuerung / Verlegen einer Drainage
- Instandsetzung von Kellerschächten
- Instandsetzung von Kellerfenstern
- Sanierung von Rissen
- Sanierung von Rohrleitungsschäden
- Schimmelbeseitigung

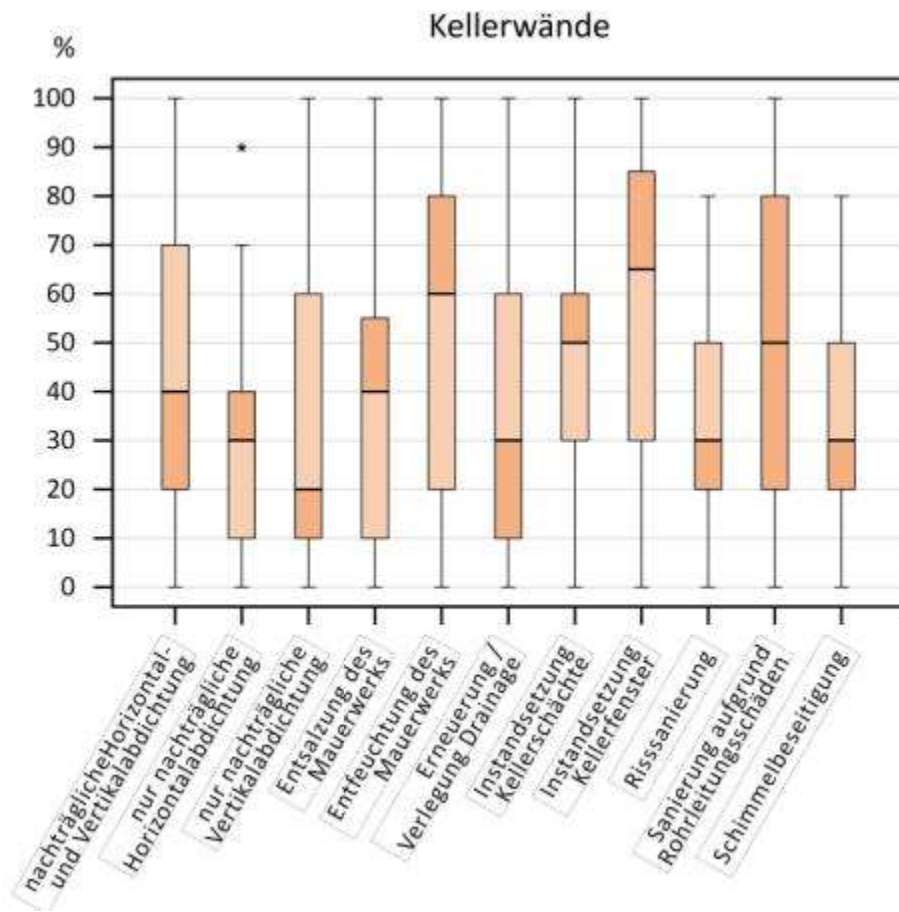


Bild 4.11 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an Kellerwänden

Tabelle 25: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an durchfeuchteten Kellerwände**Nachträgliche Horizontal- und Vertikalabdichtung**

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
39	0,0	20,0	41,8	40,0	20,0	70,0	100,0

Nur nachträgliche Horizontalabdichtung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	10,0	29,7	30,0	30,0	40,0	90,0

Nur nachträgliche Vertikalabdichtung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
32	0,0	10,0	31,6	20,0	10,0	60,0	100,0

Entsalzung des Mauerwerks

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35	0,0	10,0	38,3	40,0	10,0 bzw. 40,0	52,5	100,0

Entfeuchtung des Mauerwerks

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	20,0	50,8	60,0	60 bzw. 80	77,5	100,0

Erneuerung / Verlegung Drainage

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
34	0,0	10,0	35,6	30,0	0,0	60,0	100,0

Instandsetzung Kellerschächte

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	30,0	48,8	50,0	50,0	60,0	100,0

Instandsetzung Kellerfenster

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40	0,0	30,0	57,5	65,0	80,0	82,5	100,0

Rissanierung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	20,0	35,7	30,0	20,0	50,0	80,0

Sanierung aufgrund Rohrleitungsschäden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
34	0,0	22,5	47,7	50,0	80,0	75,0	100,0

Schimmelbeseitigung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	20,0	34,6	30,0	20,0	50,0	80,0

Laut Expertenmeinung sind die am häufigst ausgeführten Maßnahmen die Instandsetzung der Kellerfenster (Ø 58 %), eine Entfeuchtung des Mauerwerks (Ø 51 %) und die Kellerschachtsanierung (Ø 49 %). In durchschnittlich 42 % der Fälle wurden nachträgliche Abdichtungen (horizontal sowie vertikal) und in 36 % der Fälle Erneuerung oder Verlegung einer Drainage als Maßnahmen angegeben. Eine Entsalzung des Mauerwerks erfolgt in durchschnittlich 38 % der Fälle, die Behandlung von Rissen im Mauerwerk in 36 % der Fälle. In nahezu jedem zweiten durchfeuchteten Keller (Ø 48 %) ist eine Sanierung von Rohrleitungsschäden und bei ca. einem Drittel die Beseitigung von Schimmel auszuführen. Jedoch ist zu beachten, dass sich die Experten bei allen Häufigkeiten außer bei der Ausführung einer nachträglichen Horizontalabdichtung, Instandsetzung der Kellerschächte, Rissanierung und Schimmelbeseitigung uneinig waren. Maßnahmen, welche zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Putzerneuerung oder -austausch

- Fugensanierung
- Erstellen einer Vorsatzschale
- Sanierung von unsachgemäßen Wanddurchdringungen
- Unterfangungen
- Entfernung von Holzeinbauteilen

Zusammenfassung der von den Experten gegebenen Kommentare

Laut Kommentaren der Experten hängen die nötigen Maßnahmen in Kellerräumen stark von der Art der Nutzung der Kellerräume ab. Ist eine hochwertige Nutzung des Kellerraumes gewünscht, so sind sehr aufwendige Maßnahmen nötig, wie z.B. eine nachträgliche Horizontal- und/oder Vertikalabdichtung. Werden die Kellerräume weiterhin untergeordnet, im Sinne der Lagerung von Gegenständen und Lebensmitteln oder sonstigen feuchtigkeitsunempfindlichen Gütern genutzt, so sind kaum Maßnahmen zu ergreifen. Die Sicherstellung der sachgerechten Querlüftung sei hier meist ausreichend. Ein Experte antwortete auf die Umfrage in einer E-Mail wie folgt:

„[Die Durchfeuchtung von Kellerwänden]...ist kein Bauteilschaden sondern eine bewusst herbeigeführte Art des Kellers. Gründerzeithäuser haben feuchte Oberflächen, welche keine einzige der von Ihnen aufgezählten Maßnahmen benötigen. Lediglich sind die meist nachträglich verschlossenen Durchlüftungen und deren richtige Handhabung durch die nicht mehr existenten Hausmeister nötig.“²⁵⁵

²⁵⁵ Aus E-Mailverkehr mit einem Teilnehmer der Expertenbefragung

4.2.3 Kellerdecken

Die letzte Bauteilkategorie im Kellergeschoß soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den Kellerdecken liefern. Dazu wurden die Experten befragt:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Kellerdecken (Kappendecken) von Gründerzeithäusern beschädigt?“

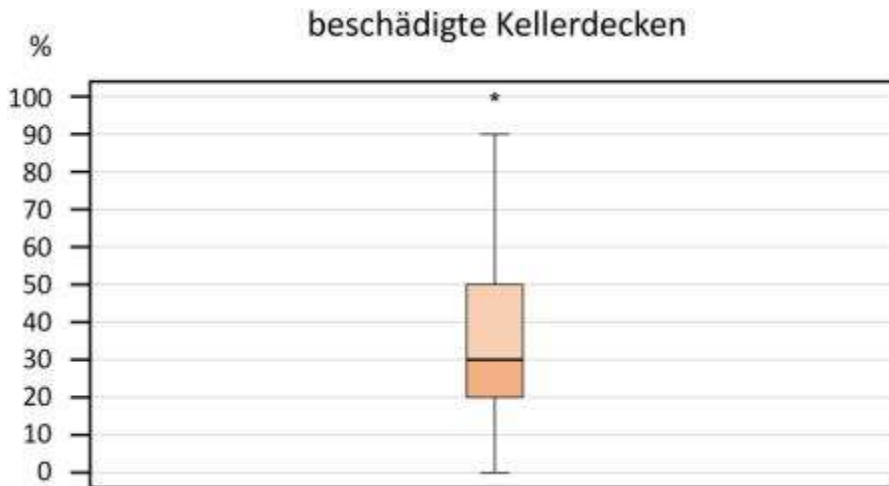


Bild 4.12 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Kellerdecken

Tabelle 26: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Kellerdecken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	20,0	34,9	30,0	20,0	50,0	100,0

Tabelle 27: Anteil der Fläche beschädigter Kellerdecken

Kellerdeckenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	10	22,2
10 – 20 %	14	31,1
20 – 30 %	6	13,3
30 – 40 %	4	8,9
40 – 50 %	7	15,6
> 50 %	4	8,9
Gesamt	45	100,0

Die Sachkundigen sind der Meinung, dass im Durchschnitt mit 35 % der Kellerdecken beschädigt sind. Die Hälfte Angaben liegt zwischen 20 % und 50 %. Aus dem Balkendiagramm (vgl. Bild 4.13) lässt sich eine rechtsschiefe Normalverteilung erkennen, was die Aussagekraft der Bewertungen bestärkt. Der Median liegt bei 30 % und der Modus bei 20 %. Somit tendieren die Meinungen zu einer geringeren Häufigkeit beschädigter Kellerdecke. Die Mehrheit der Befragten (41 von 45) hat im Falle einer beschädigten Decke einen Anteil von maximal 50% abgeschätzt.

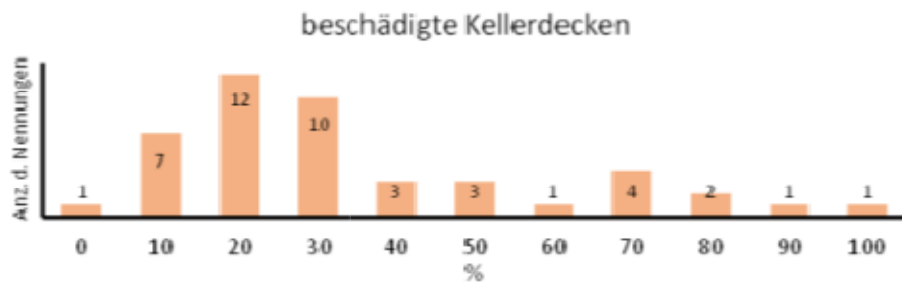


Bild 4.13 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Kellerdecken

Die Experten wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Kellerdecken befragt:

- Sanierung von Rissen
- Instandsetzung der Stahlträger
- Beseitigung von Schimmel
- Abriss und Erneuerung der gesamten Decke
- Maßnahmen zur Aufnahme des Horizontalschubes

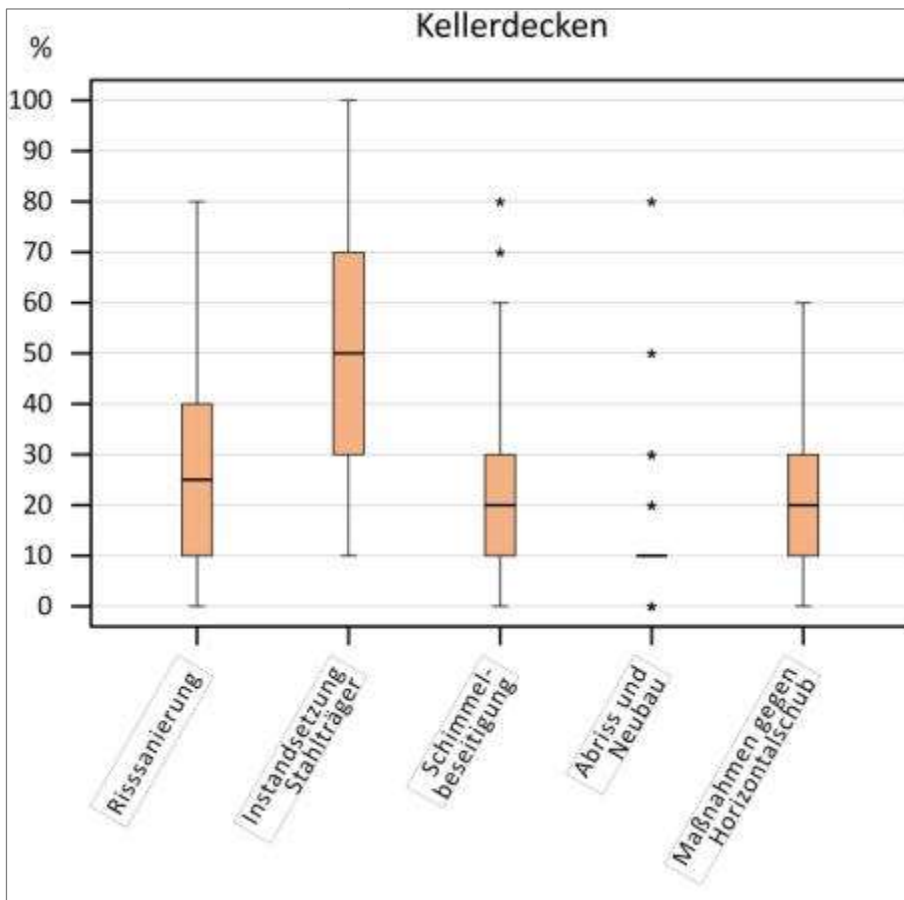


Bild 4.14 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Kellerdecken

Tabelle 28: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Kellerdecken

Rissanierung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40	0,0	10,0	30,0	25,0	10,0	40,0	80,0

Instandsetzung Stahlträger

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42	10,0	30,0	49,3	50,0	30,0 bzw. 50,0	70,0	100,0

Schimmelbeseitigung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	10,0	24,6	20,0	10,0	30,0	80,0

Abriss und Neubau

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	10,0	13,8	10,0	10,0	10,0	80,0

Maßnahmen gegen Horizontalschub

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
32	0,0	10,0	22,2	20,0	10,0	30,0	60,0

Laut Expertenmeinung ist die am häufigsten ausgeführte Maßnahme die Instandsetzung der Stahlträger mit durchschnittlich 49 %, gefolgt von der Rissanierung mit einem Mittelwert von 30 %. Schimmelbeseitigung und Maßnahmen gegen Horizontalschub liegen mit einem Mittelwert von 25

% bzw. 22 % annähernd im selben Wertebereich. Das Schlusslicht bilden, wie zu erwarten, der Abriss und Neubau der Kellerdecken (Ø 14 %). 21 der 37 und damit 57 % der hierzu genannten Werte sind bei 10 % situiert, weshalb alle anderen Nennungen im Boxplot als Ausreißer deklariert werden.

Weitere Maßnahmen, die zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Erneuerung der Fugen
- Dämmung der Kellerdecke
- Korrosionsschutz
- Reinigung der Kellerdecke
- Abtrag hinderlicher Beschichtungen

4.2.4 Mauerwerk über Kellergeschoss

Die nächste Bauteilkategorie soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen am Mauerwerk über dem Kellergeschoss liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung das Mauerwerk von Gründerzeit-häusern beschädigt?“

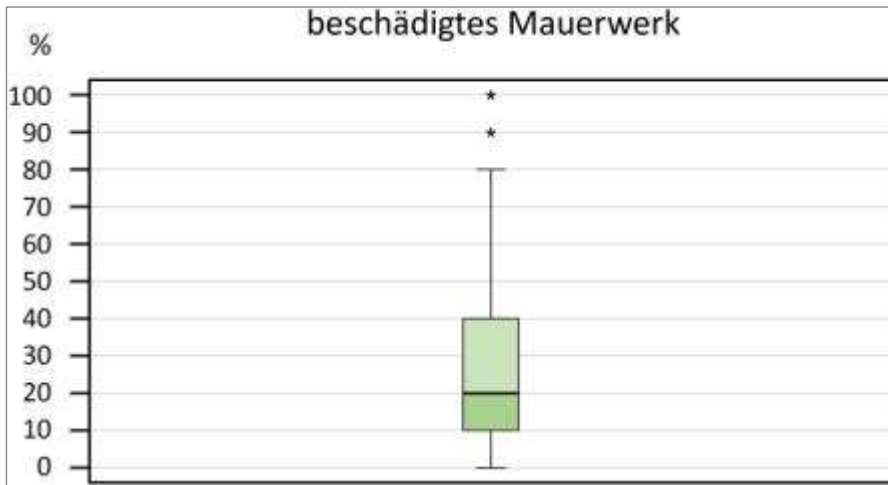


Bild 4.15 Boxplot zur Häufigkeit beschädigten Mauerwerks

Tabelle 29: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigten Mauerwerks

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	10,0	30,7	20,0	20,0	40,0	100,0

Tabelle 30: Anteil der Fläche beschädigten Mauerwerks

Mauerwerksfläche	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	11	24,4
10 – 20 %	22	48,9
20 – 30 %	0	0,0
30 – 40 %	8	17,8
40 – 50 %	1	2,2
> 50 %	3	6,7
Gesamt	45	100,0

Dazu stellt man bei der Betrachtung der Ergebnisse fest, dass im Schnitt 31 % der Gründerzeitgebäude Schäden am Mauerwerk aufweisen. Lediglich 25 % der Angaben liegen über 40 %. Laut den Befragten sind im Schadensfall jedoch deutlich unter 50 % der Flächen des gesamten Mauerwerks betroffen.

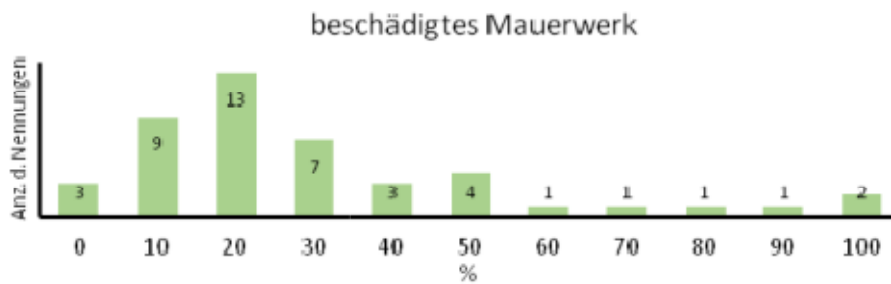


Bild 4.16 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigten Mauerwerks

Die Experten wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen am beschädigten Mauerwerk befragt:

- Instandsetzung aufgrund von Gebäudesetzungen /-hebungen
- Sanierung von Rissen aufgrund Feuchte- und Temperaturwechsel
- Sanierung von Rissen entstanden durch Deckendurchbiegung
- Sanierung von Rissen aufgrund lotrechter Längenänderung
- Sanierung von Rissen aufgrund horizontaler Längenänderung
- Sanierung von Zugrissen an Fensterbrüstungen
- Entfeuchtung des Mauerwerks
- Entsalzung des Mauerwerks
- Teilweise Erneuerung des Mauerwerks

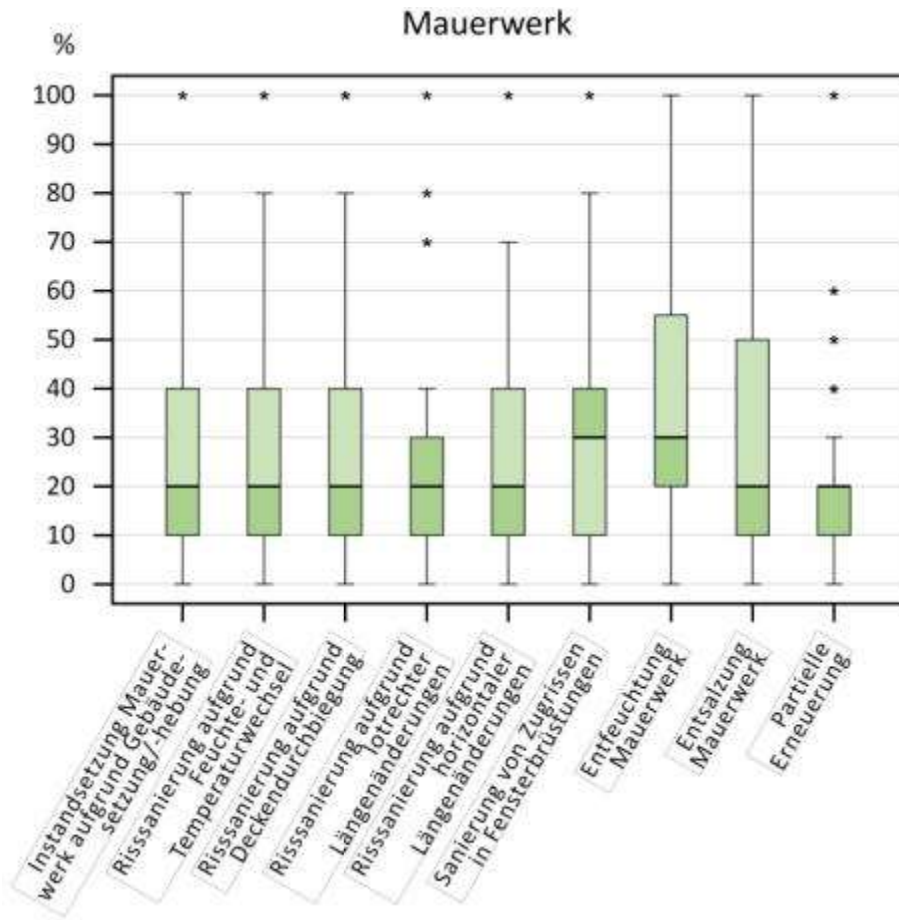


Bild 4.17 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigtem Mauerwerk

Tabelle 31: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigtem Mauerwerk
Instandsetzung Mauerwerk aufgrund Gebäudesetzung / -hebung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40	0,0	10,0	27,0	20,0	10,0 bzw. 20,0	40,0	100,0

Rissanierung aufgrund Feuchte- und Temperaturwechsel

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	10,0	26,3	20,0	10,0	37,5	100,0

Rissanierung aufgrund Deckendurchbiegung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37	0,0	10,0	30,5	20,0	20,0	40,0	100,0

Rissanierung aufgrund lotrechter Längenänderungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	10,0	26,1	20,0	10,0	30,0	100,0

Rissanierung aufgrund horizontaler Längenänderungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	10,0	26,6	20,0	10,0	37,5	100,0

Sanierung von Zugrissen in Fensterbrüstungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	10,0	33,2	30,0	10,0	40,0	100,0

Entfeuchtung Mauerwerk

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40	0,0	20,0	40,0	30,0	20,0	52,5	100,0

Entsalzung Mauerwerk

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38	0,0	10,0	30,8	20,0	10,0	47,5	100,0

Partielle Erneuerung des Mauerwerks

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40	0,0	10,0	21,3	20,0	10,0	20,0	100,0

Die Mittelwerte der Angaben zu den abgefragten Maßnahmen an beschädigtem Mauerwerk differieren nur in geringerem Maße als bei den zuvor untersuchten Bauteilen (von \bar{x} 21 % bis \bar{x} 33,2). Lediglich die Entfeuchtung des Mauerwerks stellt eine häufigere Instandsetzungsmaßnahme mit durchschnittlich 40 % dar. Bei diesen Boxplots (vgl. Bild 4.17) erkennt man, dass die Meinungen betreffend der zu setzenden Maßnahmen teilweise sehr unterschiedlich sein können. Betrachtet man z. B. die partielle Erneuerung des Mauerwerks, so sieht man, dass trotz eines Mittelwertes von 21 % und eines Medians von 20 % immerhin vier Werte als Ausreißer identifiziert wurden, wobei einer der Ausreißer sogar einen Wert von 100 % annimmt. Anhand der Balkendiagramme (siehe Anhang) kann man für die Einsatzhäufigkeit der abgefragten Instandsetzungsmaßnahmen am beschädigten Mauerwerk rechtsschiefe Normalverteilungen erkennen.

Weitere Maßnahmen am Mauerwerk, mit jeweils einer Nennung, sind die Mörtelerneuerung oder Verpressung des Mauerwerks und die Beseitigung schädlicher Einbauten.

4.2.5 Sockelbereich

Folgende Abfrage soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen im Sockelbereich liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung der Sockelbereich von Gründerzeithäusern beschädigt?“

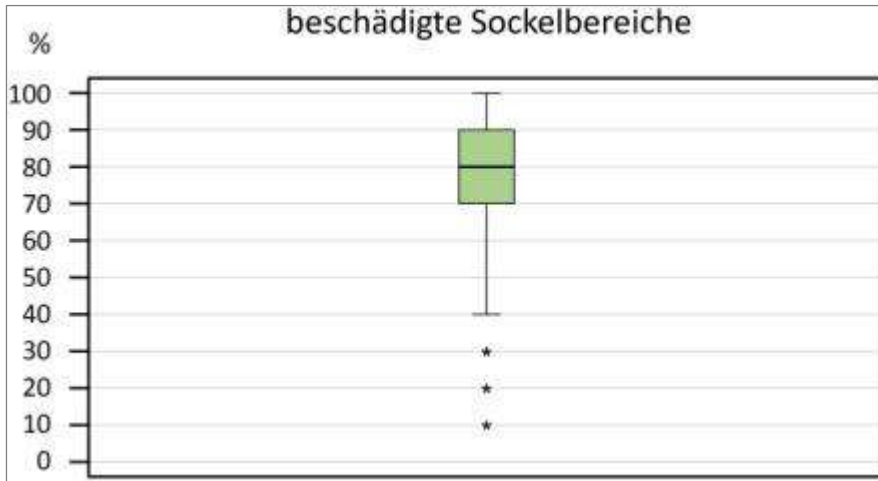


Bild 4.18 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche

Tabelle 32: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	70,0	72,0	80,0	90,0	90,0	100,0

Tabelle 33: Anteil der Fläche beschädigten Sockelbereichs

Sockelbereichsfläche	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	0	0
10 – 20 %	2	4,4
20 – 30 %	3	6,7
30 – 40 %	3	6,7
40 – 50 %	10	22,2
> 50 %	27	60,0
Gesamt	45	100,0

Laut Einschätzung der Sachkundigen sind im Mittel 72 % der Sockelbereiche beschädigt, wobei die Mehrzahl der Experten (27 von 45) eine beschädigte Fläche von über 50% abschätzt. 75 % der Befragten gaben einen Wahrscheinlichkeitswert von über 70 % für Schäden am Sockelbereich an. Die häufigste Anzahl an Nennungen (n=14, vgl. Bild 4.19) bei 90 %, was auf eine sehr hohe Schadensanfälligkeit des Sockelbereiches hindeutet.

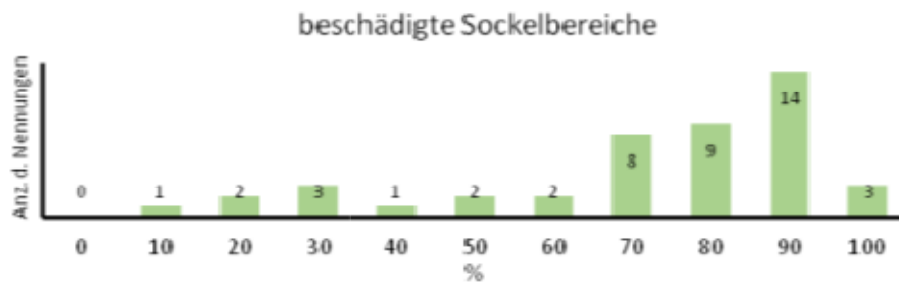


Bild 4.19 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Sockelbereiche

Die Fachleute wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen am beschädigten Sockel befragt:

- Maßnahmen aufgrund von Frost- und Tausalzschäden
- Maßnahmen aufgrund Versalzung
- Maßnahmen aufgrund mechanischer Schäden (Stoßen, Treten, Schrammen)
- Maßnahmen aufgrund kapillar aufsteigender Feuchtigkeit

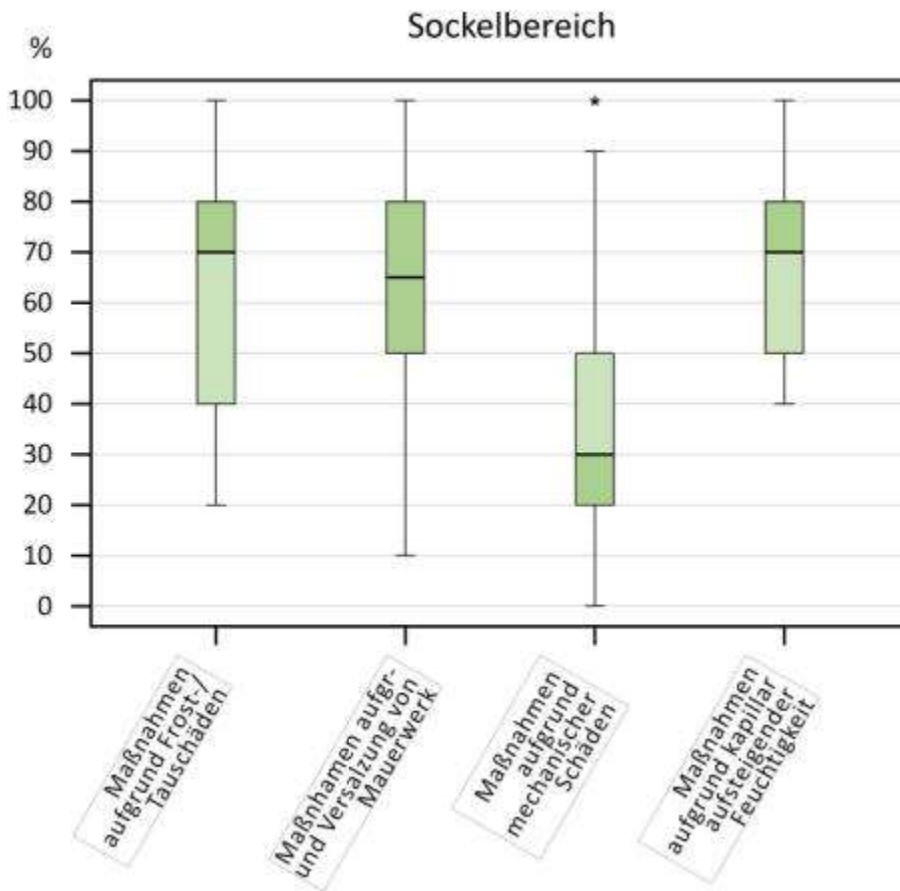


Bild 4.20 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Sockelbereichen

Tabelle 34: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Sockelbereichen

Maßnahmen aufgrund Frost-/ Tauschäden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	20,0	40,0	64,9	70,0	90,0	80,0	100,0

Maßnahmen aufgrund Versalzung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42	10,0	50,0	63,3	65,0	80,0	80,0	100,0

Maßnahmen aufgrund mechanischer Schäden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41	0,0	20,0	40,5	30,0	30,0	50,0	100,0

Maßnahmen aufgrund kapillar aufsteigender Feuchtigkeit

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
44	40,0	50,0	69,6	70,0	70,0	80,0	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt auf, dass mechanische Schäden am seltensten (\emptyset 41 %) Anlass für Instandsetzungen geben, obwohl 3 Fachleute diese Schadenshäufigkeit mit 100 % angaben (siehe Balkendiagramm Anhang). Schäden infolge von Frost- und Tauwechsel und versalzenes Mauerwerk geben mit durchschnittlich 65 % bzw. 63 % häufiger Anlass für Maßnahmen im Sockelbereich. Die Experten gaben an, dass die Häufigkeit von Maßnahmen aufgrund kapillar aufsteigender

Feuchtigkeit in einem Bereich von 40 % bis 100 % liegt und der daraus resultierende Mittelwert liegt bei 70 %. Keiner der Befragten nannte einen Wert geringer als 40 %.

Weitere Maßnahmen im Bereich des Sockels, die zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Abtrag diffusionsdichter Putze
- Instandsetzung der Regenfallrohre

4.2.6 Putzfassade

Die nächste Kategorie soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den Putzfassaden liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung die Putzfassade von Gründerzeithäusern beschädigt?“

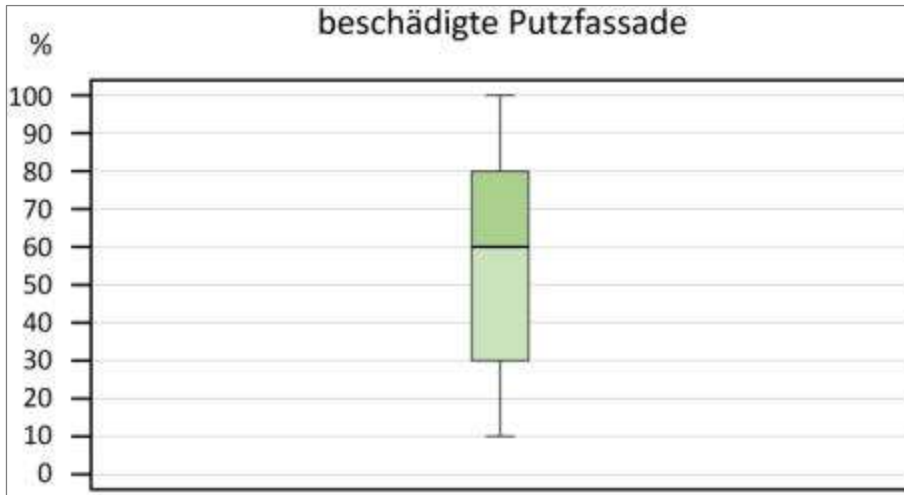


Bild 4.21 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Putzfassaden

Tabelle 35: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Putzfassaden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	30,0	58,4	60,0	30,0	80,0	100,0

Tabelle 36: Anteil der beschädigten Putzfassade

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	0	0
10 – 20 %	6	13,3
20 – 30 %	7	15,6
30 – 40 %	12	26,7
40 – 50 %	6	13,3
> 50 %	14	31,1
Gesamt	45	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass laut den Sachkundigen im Durchschnitt 58,4 % der Putzfassaden beschädigt sind. Die Hälfte Angaben liegt zwischen 30,0 % und 80,0 %. Aus dem Balkendiagramm (vgl. Bild 4.22) lässt sich erkennen, dass die häufigsten Nennungen (n=8) bei 30,0 % und danach mit 7 Nennungen bei 70,0 % liegen. Der Median liegt bei 60,0 %. Man erkennt, dass sich die Experten relativ uneinig waren bzw. keine allgemeine Aussage getroffen werden kann. Dies liegt unter Umständen darin begründet, dass Putze eine Verschleißschicht darstellen und im Laufe der Jahre des Öfteren erneuert wurden. Betrachtet man

hierzu den in der Literatur gegebenen Wert der Nutzungsdauer für Grob- und Feinputz von 30 – 50 Jahren, liegt dies auf der Hand. Die Mehrheit der Befragten (31 von 45) hat im Falle einer beschädigten Fassade einen Anteil von maximal 50% abgeschätzt, was darauf hindeuten kann, dass meist der Austausch bereits vor dem großflächigen Zerfall erfolgte.



Bild 4.22 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Putzfassaden

Die Fachleute wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Putzfassaden befragt:

- Maßnahmen aufgrund putzbedingter Risse
- Maßnahmen aufgrund putzgrundbedingter Risse
- Maßnahmen aufgrund zu geringer Haftfestigkeit zwischen den Putzschichten
- Maßnahmen aufgrund Versalzung
- Maßnahmen aufgrund von Frostschäden

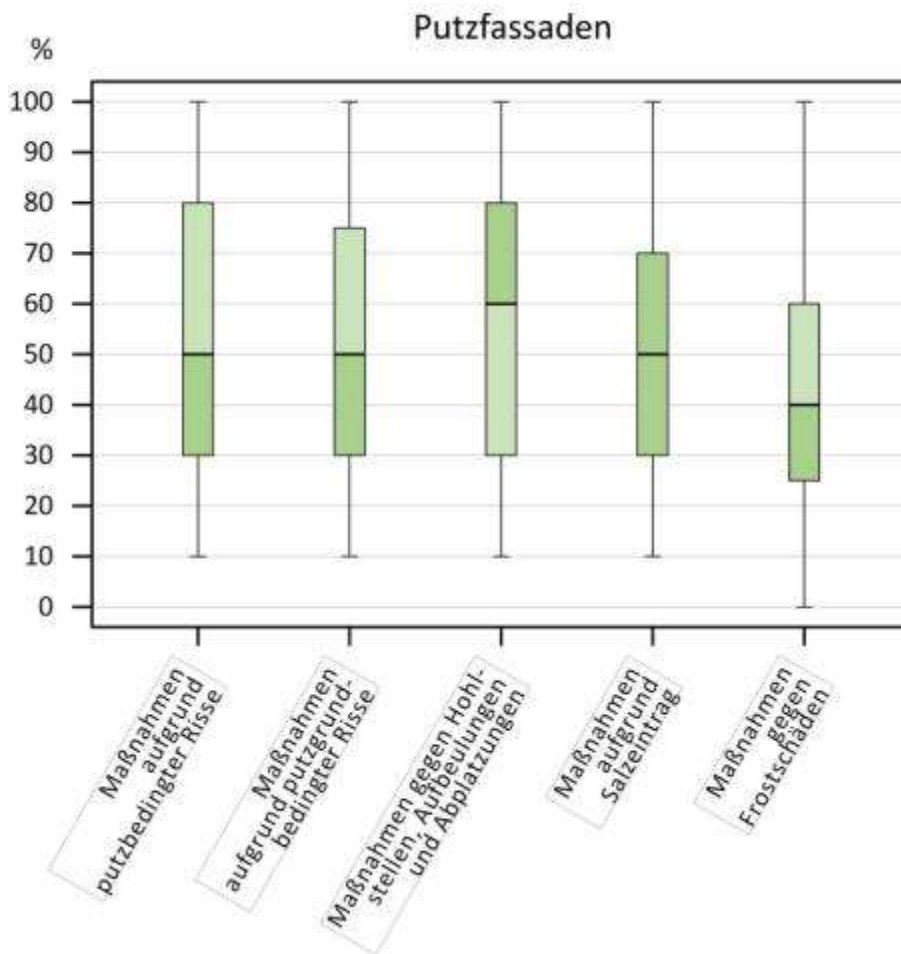


Bild 4.23 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Putzfassaden

Tabelle 37: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Putzfassaden

Maßnahmen aufgrund putzbedingter Risse

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	10,0	30,0	52,4	50,0	80,0	80,0	100,0

Maßnahmen aufgrund putzgrundbedingte Risse

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
43,0	10,0	30,0	52,1	50,0	30,0	75,0	100,0

Maßnahmen gegen Hohlstellen, Aufbeulungen und Abplatzungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	10,0	30,0	58,1	60,0	30,0	80,0	100,0

Maßnahmen aufgrund Salzeintrag

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40,0	10,0	30,0	50,8	50,0	50,0	70,0	100,0

Maßnahmen gegen Frostschäden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
39,0	0,0	25,0	45,4	40,0	20,0	60,0	100,0

Die breite Verteilung der Angaben zieht sich bei den Fragen, aus welchen Gründen Maßnahmen ergriffen werden, weiter fort. Hohlstellen,

Aufbeulungen und Abplatzungen tendieren jedoch dazu die häufigeren Gründe für Maßnahmen zu sein.

Weitere Maßnahmen und Anmerkungen, welche zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Instandsetzung von Hohlstellen infolge abdichtender Putze aus den früheren Sanierungen – Zementüberrieb, Dispersionsfarbe
- Überarbeitung des Oberputzes aufgrund des Bestandsalters
- Rissbildung aufgrund Erschütterungen durch zunehmenden Verkehr

4.2.7 Gesimse und Gestaltungselemente

Folgende Frage soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den Gesimsen und Gestaltungselementen von Fassaden der Gründerzeit liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Gesimse und Gestaltungselemente von Gründerzeithäusern beschädigt?“

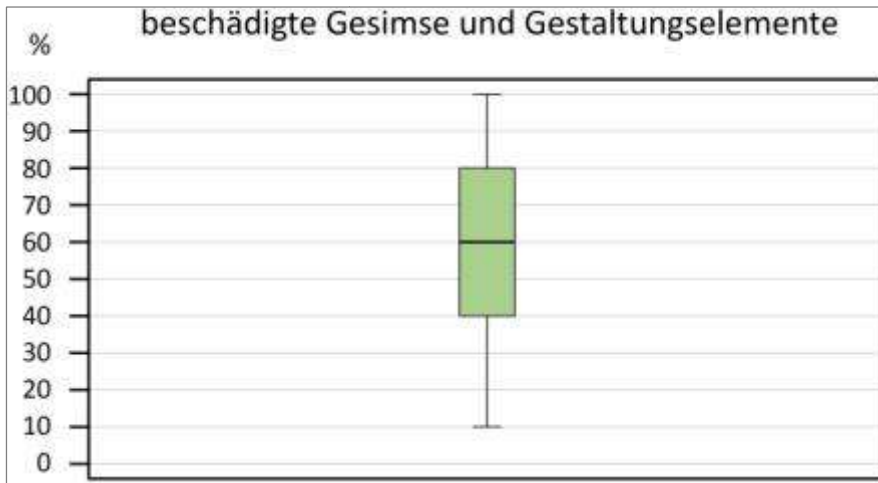


Bild 4.24 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Gesimse und Gestaltungselemente

Tabelle 38: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Gesimse und Gestaltungselemente

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	40,0	57,8	60,0	70,0	80,0	100,0

Tabelle 39: Anteil der beschädigten Gesimse und Gestaltungselemente

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	1	2,9
10 – 20 %	6	17,6
20 – 30 %	15	44,1
30 – 40 %	7	20,6
40 – 50 %	5	14,7
> 50 %	0	0
Gesamt	34	100,0

Die befragten Fachleute geben an, dass im Schnitt 57,8 % der Gründerzeitgebäude Schäden an Gesimsen und Gestaltungselementen aufweisen. Der Anteil an beschädigten Gesimsen und Elementen an einem, an diesen Stellen beschädigten, Gebäude beläuft sich hierbei deutlich mit 100 % der Nennungen auf maximal die Hälfte. Der Umstand, dass alle 45 der Experten die erste Frage zu dieser Bauteilkategorie beantwortete-

ten und lediglich 34 davon die Frage zu dem beschädigten Anteil je Gebäude lässt darauf deuten, dass dies schwierig zu sagen sei.



Bild 4.25 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Gesimse und Gestaltungselemente

Die Experten wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Gesimsen und Gestaltungselementen befragt:

- Instandsetzen/Herstellen von Verblechungen der Fensterverdachungen
- Instandsetzen von Abplatzungen an Fensterverdachungen
- Instandsetzung von Gesims und Fries
- Instandsetzung sonstiger Gestaltungselemente
- Herstellen fehlender Tropfnasen und Tropfkanten
- Herstellen fehlender Blechhochzüge

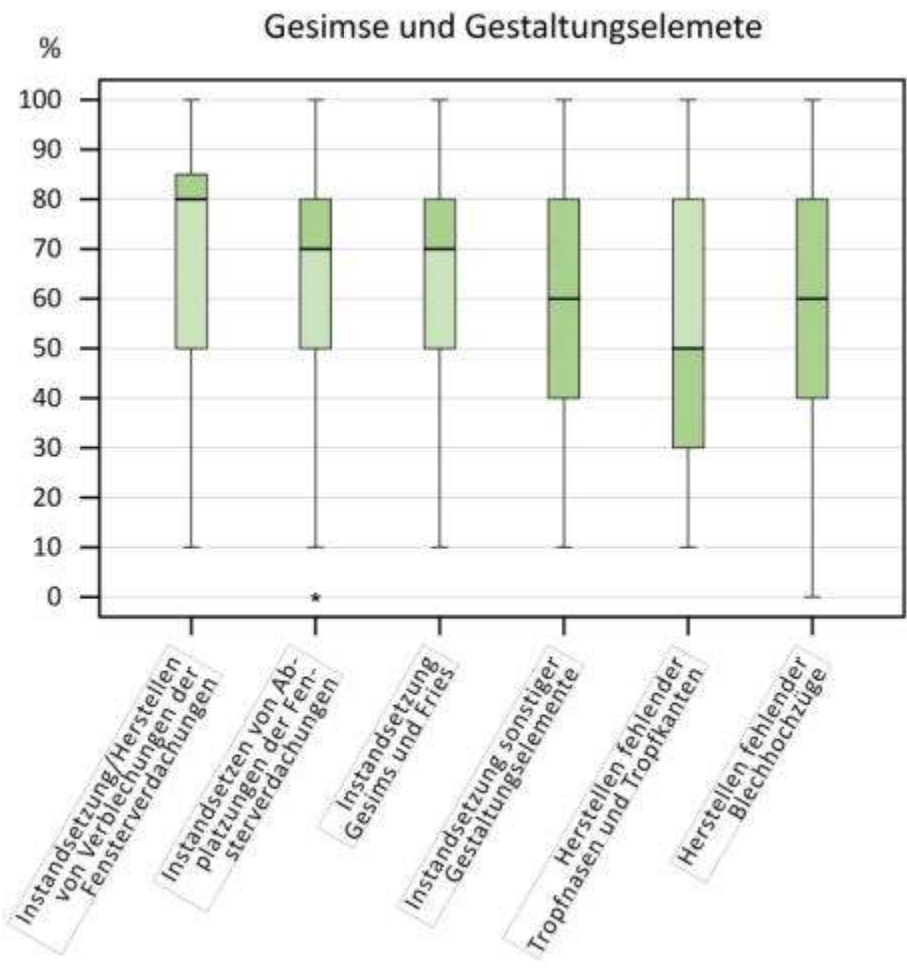


Bild 4.26 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Gesimsen und Gestaltungselementen

Tabelle 40: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Gesimsen und Gestaltungselementen

Instandsetzen/Herstellen von Verblechung der Fensterverdachungen							
n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
44,0	10,0	50,0	68,2	80,0	80,0	80,0	100,0
Instandsetzen von Abplatzungen der Fensterverdachungen							
n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
43,0	0,0	50,0	61,9	70,0	80,0	80,0	100,0
Instandsetzung von Gesims und Fries							
n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
43,0	10,0	50,0	63,5	70,0	80,0	80,0	100,0
Instandsetzung sonstiger Gestaltungselemente							
n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
43,0	10,0	40,0	57,2	60,0	80,0	80,0	100,0
Herstellen fehlender Tropfnasen und Tropfkanten							
n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	10,0	30,0	56,0	50,0	80,0	80,0	100,0
Herstellen fehlender Blechhochzüge							
n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	0,0	40,0	58,4	60,0	80,0	80,0	100,0

Werden Maßnahmen an beschädigten Gesimsen und Gestaltungselementen ausgeführt so werden am öftesmit einer Häufigkeit von durchschnittlich 68,2 % die Verblechungen von Fensterverdachungen instand gesetzt bzw. hergestellt. Betrachtet man die Lageparameter dieser Maßnahmen mit dem Modus und Median bei demselben Wert von 80 % und dass sich somit die Hälfte der antwortenden Experten einig ist, dass die Verblechungen von Fensterverdachungen in 80,0 – 100,0 % der Fälle an denen Schäden an Gesimsen und Gestaltungselementen vorzufinden sind, durchgeführt werden, wird dies verdeutlicht. Der restlichen, abgefragten Instandsetzungsmaßnahmen bewegen sich in einem Bereich von rund 55 % bis 65 %.

Weitere Maßnahmen bezüglich der Gesimse und Gestaltungselemente, die zusätzlich von den Experten genannt wurden, sind der Austausch der gesamten Verblechung, die Instandsetzung von unzureichenden Befestigungen und das allgemeine Anbringen fehlender Verblechungen.

4.2.8 Balkon- und Erkerkonstruktionen

Die nächste Fragestellung soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den Balkon- und Erkerkonstruktionen liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Balkon- und Erkerkonstruktionen von Gründerzeithäusern beschädigt?“

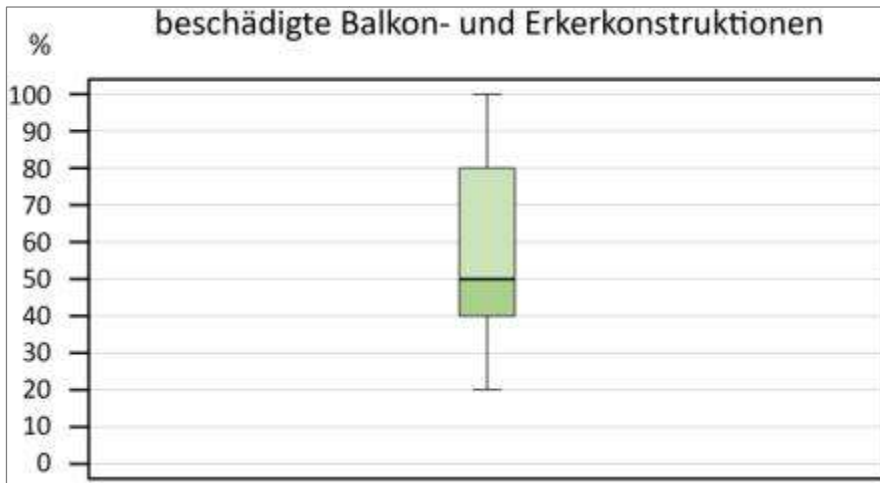


Bild 4.27 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Balkon- und Erkerkonstruktionen

Tabelle 41: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Balkon- und Erkerkonstruktionen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	20,0	40,0	56,9	50,0	50,0	80,0	100,0

Tabelle 42: Anteil der beschädigten Balkon- und Erkerkonstruktionen

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	2	4,4
10 – 20 %	5	11,1
20 – 30 %	12	26,7
30 – 40 %	7	15,6
40 – 50 %	9	20,0
> 50 %	10	22,2
Gesamt	45	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass 56,9% der Gründerzeitgebäude an Balkon- und Erkerkonstruktionen beschädigt sind, wobei die Mehrzahl der Experten (35 von 45) eine beschädigte Fläche von maximal 50% taxiert.

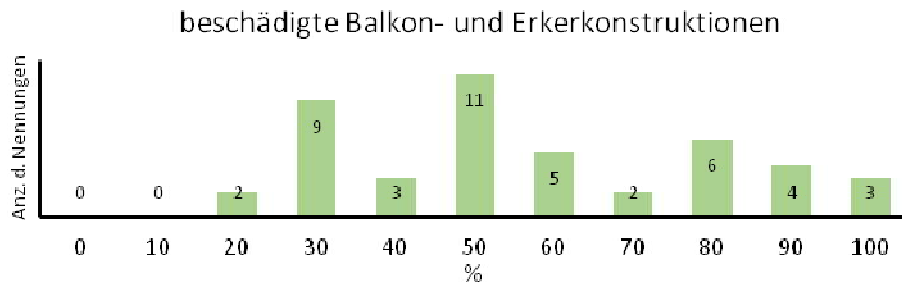


Bild 4.28 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Balkon- und Erkerkonstruktionen

Die Fachleute wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Balkon- und Erkerkonstruktionen befragt:

- Herstellen ausreichender Standsicherheit eines Balkons
- Abbruch und Neubau eines Balkons
- Herstellen ausreichender Standsicherheit eines Erkers
- Abbruch und Neubau eines Erkers
- Sanierung von Rissen
- Maßnahmen zur sicheren Ableitung von Niederschlagswasser

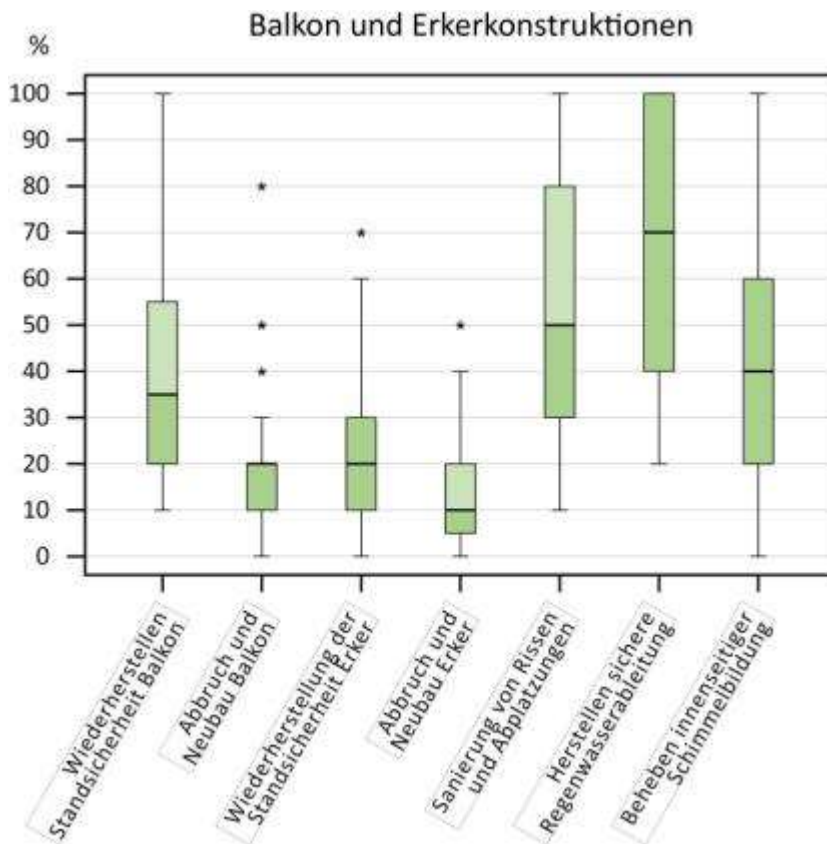


Bild 4.29 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Balkon- und Erkerkonstruktionen

Tabelle 43: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Balkon- und Erkerkonstruktionen

Maßnahmen zur Herstellung ausreichender Standsicherheit des Balkons

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40,0	10,0	20,0	41,0	35,0	20,0	52,5	100,0

Abbruch und Neubau des Balkons aufgrund gefährdeter Standsicherheit

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	10,0	20,3	20,0	20,0	20,0	80,0

Maßnahmen zur Herstellung ausreichender Standsicherheit des Erkers

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
33,0	0,0	10,0	24,3	20,0	10,0	30,0	70,0

Abbruch und Neubau des Erkers aufgrund gefährdeter Standsicherheit

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
32,0	0,0	7,5	13,8	10,0	10,0	20,0	50,0

Sanierung von Rissen und Abplatzungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40,0	10,0	30,0	55,3	50,0	30; 50; 80;	80,0	100,0

Maßnahmen für das sichere Ableiten von Regenwasser

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38,0	20,0	42,5	65,3	70,0	100,0	80,0	100,0

Beheben innenseitiger Schimmelbildung aufgrund von Wärmebrücken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38,0	0,0	20,0	41,8	40,0	50,0	57,5	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass die hauptsächlichsten in der Umfrage abgefragten Maßnahmen an Balkon- und Erkerkonstruktionen das Herstellen einer sicheren Regenwasserableitung (Ø 65,3 %) betreffen. Die häufigsten Nennungen (10 von 38) beliefen sich hier auf 100 %.

Augrund innenseitiger Schimmelbildung an Erkern werden in etwa 42 % der beschädigten Erkerkonstruktionen Maßnahmen notwendig. Rissanierungen oder das Sanieren von Abplatzungen werden in ca. 55 % der Fälle vorgenommen. Ein Abbruch und Neubau von Balkon- oder Erkerkonstruktionen vergleichsweise nur sehr selten vor. Ein Wiederherstellen der Standsicherheit von Balkonen ist dagegen mit im Schnitt 41,0 % oder der von Erkern mit 24,3 % wahrscheinlicher.

Weitere Maßnahmen zu Balkon- und Erkerkonstruktionen, welche zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Austausch von Geländerkonstruktionen
- Verstärkung
- Neuaufbau sicherer Bodenbeläge und Abdichtungsebene
- Entrostung und malerseitige Sanierung

4.2.9 Kastenfenster

Eine weitere Frage soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den für die Gründerzeit typischen Kastenfenstern liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Kastenfenster von Gründerzeithäusern beschädigt?“

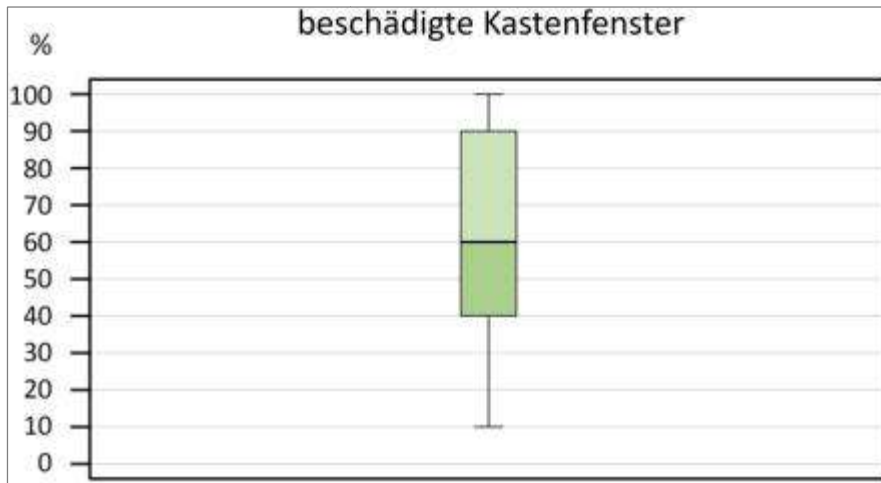


Bild 4.30 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Kastenfenster

Tabelle 44: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Kastenfenster

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	40,0	63,8	60,0	100,0	90,0	100,0

Tabelle 45: Anteil der beschädigten Kastenfenster

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	0	0
10 – 20 %	5	11,1
20 – 30 %	9	20,0
30 – 40 %	6	13,3
40 – 50 %	5	11,1
> 50 %	20	44,4
Gesamt	45	100,0

Aus der Auswertung geht hervor, dass im Mittel 63,8% der Gebäude beschädigte Kastenfenster aufweisen. Hierzu nannten 25 von 45 Befragten einen Anteil beschädigter Fenster von bis zu 50 % (vgl. Tabelle 45). Betrachtet man das Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Holzkastenfenster (vgl. Bild 4.31) kann man keine eindeutige Tendenz erkennen. Aus dem Boxplot ist jedoch einfach ersichtlich, dass insgesamt

75 % der Befragten mindestens 40 % der Gebäude als Gebäude mit beschädigten Fenstern deklarieren.



Bild 4.31 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Kastenfenster

Die Experten wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Kastenfenstern befragt:

- Instandsetzung einzelner Kastenfensterbauteile
- Erneuerung einzelner Kastenfensterbauteile
- Instandsetzung des Fensterstocks
- Erneuerung des Fensterstocks
- Instandsetzung der Fensterbankabdichtungen
- Ausbau alter und Einbau neuer Kastenfenster

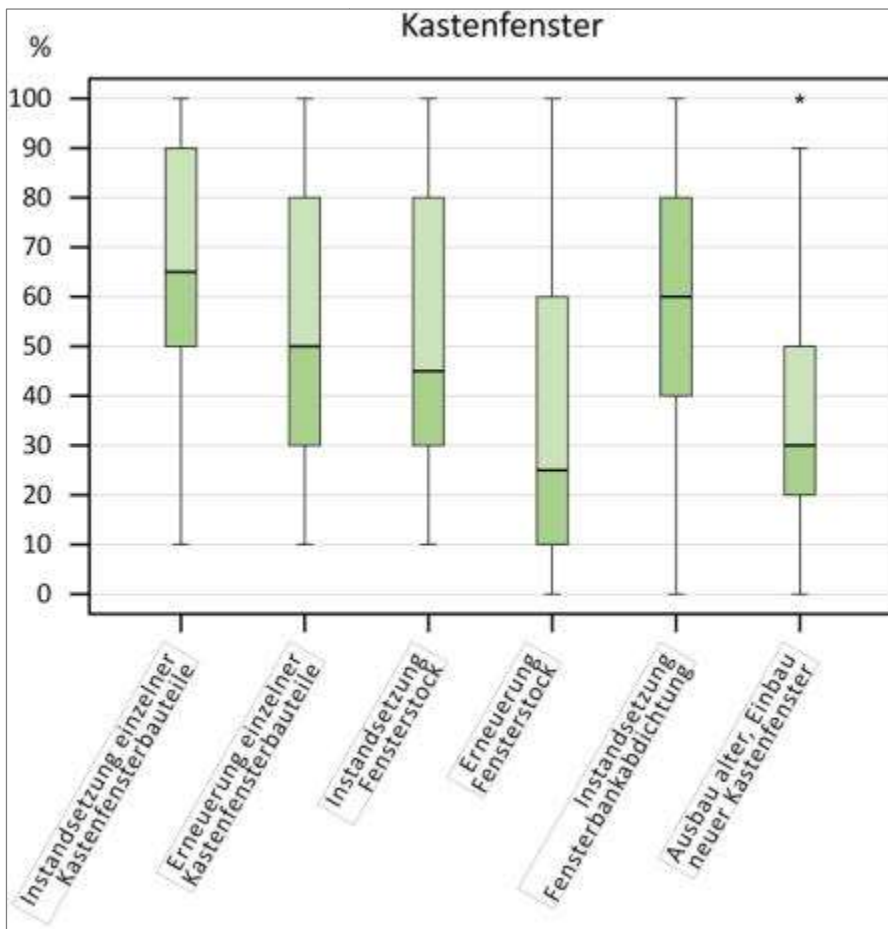


Bild 4.32 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Kastenfenstern

Tabelle 46: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Kastenfenstern

Instandsetzung einzelner Kastenfensterbauteile

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	10,0	50,0	63,6	65,0	50,0 bzw. 80,0	90,0	100,0

Erneuerung einzelner Kastenfensterbauteile

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	10,0	30,0	52,4	50,0	30,0	80,0	100,0

Instandsetzung Fensterstock

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38,0	10,0	30,0	50,0	45,0	20,0; 30,0; 50,0	77,5	100,0

Erneuerung Fensterstock

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38,0	0,0	10,0	35,8	25,0	10,0	57,5	100,0

Instandsetzung von Fensterbankabdichtungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	0,0	40,0	61,0	60,0	80,0	80,0	100,0

Ausbau alter, Einbau neuer Kastenfenster

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	0,0	20,0	37,9	30,0	20,0 bzw. 30,0	50,0	100,0

Als häufigste der abgefragten Maßnahmen an beschädigten Holzkastenfenstern stellen sich im Vergleich zu einer Erneuerung von einzelnen Kastenfensterbauteilen, eine Instandsetzung dieser mit durchschnittlich 63,6 % heraus. Die Instandsetzung der Fensterbankabdichtungen stellen mit im Schnitt 61 % ebenfalls eine häufigere Maßnahme dar. Der Ausbau alter und Einbau neuer Kastenfenster wird in durchschnittlich 37,9 % der Fälle vorgenommen, wobei die häufigsten Nennungen (n = 8) gleichermaßen bei 20,0 % und 30,0 % liegen.

Weitere Maßnahmen, die zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Wechsel der Verglasung
- Maßnahmen hinsichtlich Diebstahl- und Absturzsicherung
- Erneuerung des Anstrichs; malerseitige Sanierung
- Maßnahmen zur Erhöhung der Energieeffizienz

4.2.10 Regelgeschossdecken

Die folgende Bauteilkategorie soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den Regelgeschossdecken, welche überwiegend als Holzbalkendecken erstellt wurden, liefern:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Geschossdecken (Holzbalkendecken von Gründerzeithäusern beschädigt?“

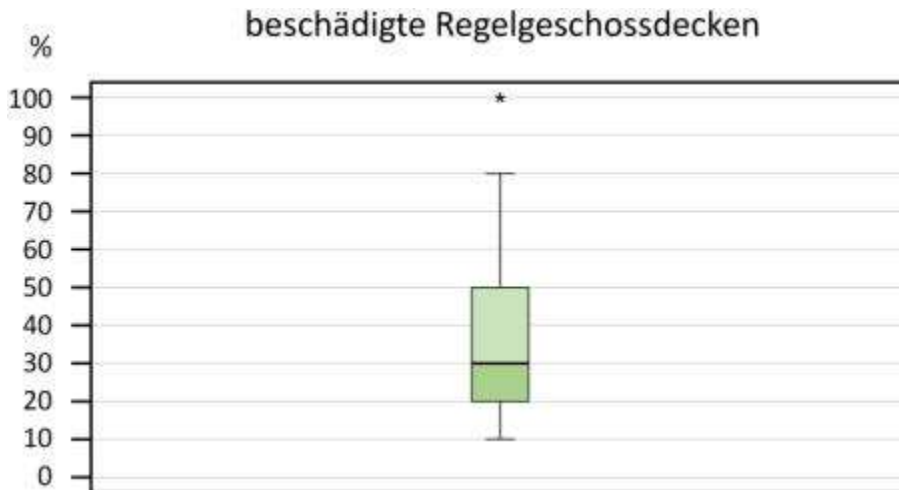


Bild 4.33 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Regelgeschossdecken

Tabelle 47: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Regelgeschossdecken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	20,0	40,4	30,0	20,0	50,0	100,0

Tabelle 48: Anteil der Fläche der beschädigten Regelgeschossdecken

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	7	15,6
10 – 20 %	7	15,6
20 – 30 %	18	40,0
30 – 40 %	5	11,1
40 – 50 %	4	8,9
> 50 %	4	8,9
Gesamt	45	100,0

Die Einschätzungen Sachkundigen zeigen, dass 40,4% der Gründerzeitgebäude Schäden an den Geschossdecken aufweisen, wobei 75 % der Fachleute sich einige sind, dass nicht mehr als 50 % der Gebäude Schäden an den Regelgeschossdecken haben. Der häufigst genannte Wert entspricht 20,0 % mit elf Nennungen. Neun der auf diese Frage antwortenden Personen gaben an, dass jedes zweite Gebäude von einem Schaden an den Holzbalkendecken betroffen ist. Der Großteil der

Experten (32 von 45) schätzt im Falle eines Schadens eine beschädigte Fläche von maximal 30% ein.

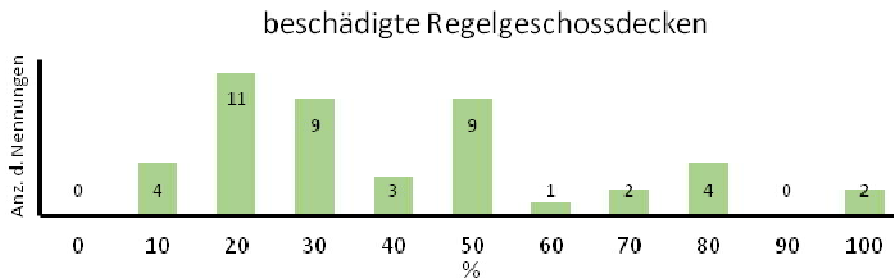


Bild 4.34 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Regelgeschossdecken

Die Fachleute wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Holzbalkendecken befragt:

- Beseitigung von Pilzschäden
- Beseitigung von Insektenbefall
- Wechsel einzelner Balkenköpfe
- Maßnahmen gegen Durchbiegung
- Sanierung von Feuchteschäden unter Nassbereichen
- Sanierung der Eisenträger aufgrund von Korrosion
- Komplettabbruch und Neubau der Geschossdecken
- Erhöhung des Schallschutzes
- Maßnahmen zur Verringerung von Schwingungen

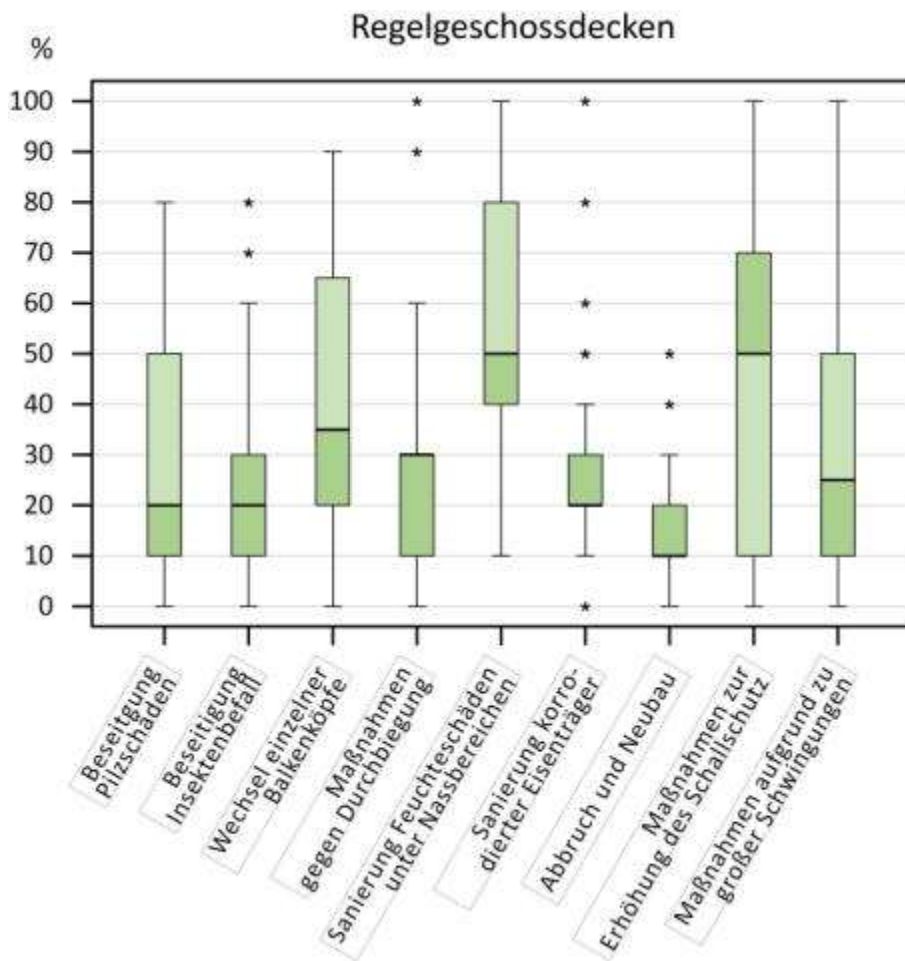


Bild 4.35 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Regelgeschosdecken

Tabelle 49: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Regelgeschosdecken

Beseitigung von Pilzschäden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	0,0	12,5	32,1	20,0	20,0	50,0	80,0

Beseitigung eines Insektenbefalls

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	0,0	10,0	26,7	20,0	10,0	30,0	80,0

Wechsel einzelner Balkenköpfe

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
44,0	0,0	20,0	43,2	35,0	20,0 bzw. 30,0	62,5	90,0

Maßnahmen gegen Durchbiegung unterdimensionierter Decken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	0,0	10,0	28,3	30,0	30,0	30,0	100,0

Sanierung von Feuchteschäden unter Nassbereichen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
44,0	10,0	40,0	60,0	50,0	50,0	80,0	100,0

Sanierung von Korrosionsschäden bei Eisenträgern

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37,0	0,0	20,0	28,9	20,0	20,0	30,0	100,0

Komplettabruch und Neubau der Decke

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38,0	0,0	10,0	15,3	10,0	10,0	20,0	50,0

Maßnahmen zur Erhöhung des Schallschutzes

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40,0	0,0	10,0	45,3	50,0	10,0 bzw. 50,0	70,0	100,0

Maßnahmen zur Verringerung zu großen Schwingungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
36,0	0,0	10,0	31,4	25,0	10,0	50,0	100,0

Im Vergleich zu den anderen abgefragten Maßnahmen stellt die Sanierung von Feuchteschäden unter Nassbereichen die häufigste Instandsetzungsmaßnahme in durchschnittlich sechs von zehn Fällen dar. Der Wechsel einzelner Balkenköpfe stellt neben der Erhöhung des Schallschutzes, mit im Mittel 43,2 % die nächstfolgende häufigste Maßnahme dar. Maßnahmen aufgrund zu großer Schwingungen werden in 31,4 % der Fälle einer beschädigten Decke durchgeführt. Pilzschäden oder Insektenbefall sind in 32,1 % bzw. 26,7 % der Fälle notwendig. Ein Abbruch und Neubau von Geschossdecken ist mit im Schnitt 15,3 % seltener der Fall.

Weitere Maßnahmen, die zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Betonsanierung
- Beseitigung untauglicher Sanitäreinrichtungen
- Brandschutzmaßnahmen
- Unterstützung

4.2.11 Decke unter Dachgeschoss

Die nächste Frage gilt der Decke unter dem Dachgeschoss und soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den üblicherweise zur Ausführung gekommenen Dippelbaumdecken liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung die oberste Geschossdecke von Gründerzeithäusern beschädigt?“

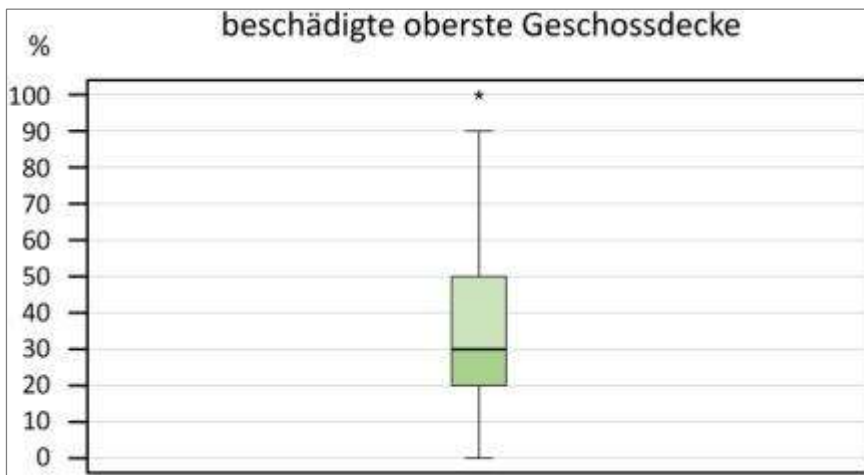


Bild 4.36 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter oberster Geschossdecken

Tabelle 50: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter oberster Geschossdecken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	20,0	36,7	30,0	30,0	50,0	100,0

Tabelle 51: Anteil der beschädigten obersten Geschossdecken

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	1	2,4
10 – 20 %	18	42,9
20 – 30 %	12	28,6
30 – 40 %	5	11,9
40 – 50 %	4	9,5
> 50 %	2	4,8
Gesamt	42	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass 36,7% der Dippelbaumdecken beschädigt sind, wobei der Großteil der Experten (34 von 45) eine beschädigte Fläche von bis zu 30% abschätzt. 75 Prozent der Befragte geben an, dass wie die Regelgeschossdecken auch maximal 50 % der Decken unter dem Dachgeschoss Schäden aufweisen.

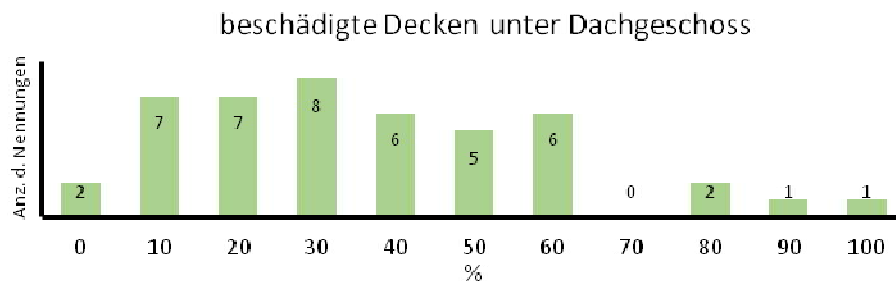


Bild 4.37 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter oberster Geschossdecken

Die Experten wurden nach der Häufigkeit folgender Maßnahmen an beschädigten Doppelbaumdecken befragt:

- Beseitigung von Pilzschäden
- Beseitigung von Insektenbefall
- Wechsel einzelner Balkenköpfe
- Maßnahmen gegen Durchbiegung
- Maßnahmen gegen Feuchteschäden aufgrund einer defekten Dachhaut
- Komplettabbruch und Neubau der Decken
- Schallschutzmaßnahmen
- Verringerung großer Schwingungen

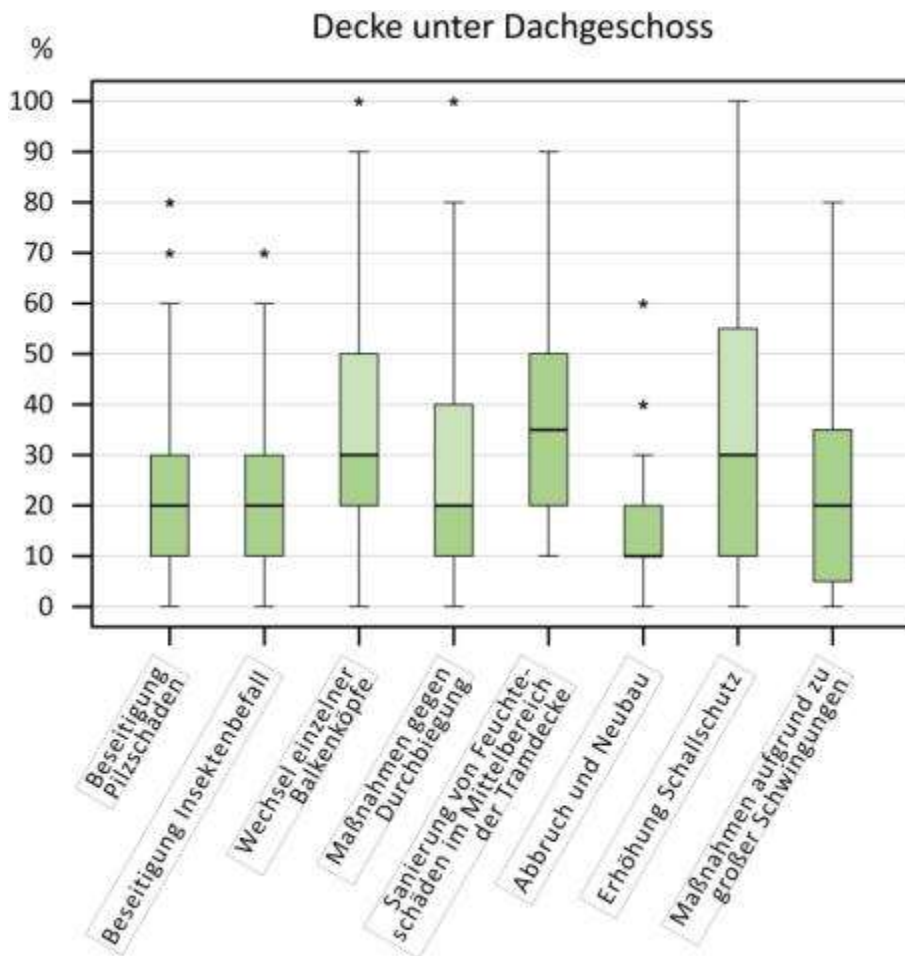


Bild 4.38 Boxplot zur Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten obersten Geschossdecken

Tabelle 52: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten obersten Geschossdecken

Beseitigung von Pilzschäden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40,0	0,0	10,0	25,3	20,0	10,0	30,0	80,0

Beseitigung eines Insektenbefalls

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	0,0	10,0	24,4	20,0	20,0	30,0	70,0

Wechsel einzelner Balkenköpfe

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	0,0	20,0	39,3	30,0	20,0	50,0	100,0

Maßnahmen gegen Durchbiegung unterdimensionierter Decken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
34,0	0,0	10,0	27,4	20,0	10,0	40,0	100,0

Sanierung von Feuchteschäden im Mittelbereich der Tramdecke

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
40,0	10,0	20,0	37,0	35,0	20,0	50,0	90,0

Komplettabruch und Neubau der Decke

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	10,0	15,7	10,0	10,0	20,0	60,0

Maßnahmen zur Erhöhung des Schallschutzes

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	10,0	33,7	30,0	10,0	55,0	100,0

Maßnahmen zur Verringerung von zu großen Schwingungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
32,0	0,0	7,5	22,8	20,0	10,0	32,5	80,0

In durchschnittlich 37,0 % der Fälle in denen Schäden an der Dippelbaumdecke unter dem Dachgeschoss vorzufinden sind, geben Feuchteschäden im Mittelbereich der Decke aufgrund Undichtigkeiten in der Dachhaut Anlass zu Sanierungen. Eine Beseitigung von Pilz- oder Insektenbefall ist in 25,3 % bzw. 24,4 %, also jeweils rund einem Viertel der Fälle durchzuführen. Den häufigsten Sanierungsfall stellt der Wechsel einzelner Balkenköpfe mit durchschnittlich 39,3 % dar.

Weitere Maßnahmen, die zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Sicherstellung der Durchlüftung
- Wärmedämmung
- Maßnahmen im Zusammenhang mit Dachgeschossausbau
- bei Dachgeschossausbau: Schallschutzmaßnahmen

4.2.12 Dachstuhl

Die folgende Frage soll Aufschluss über Schäden und Maßnahmen an der Dachstuhlkonstruktion geben. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung der Dachstuhl von Gründerzeithäusern beschädigt?“

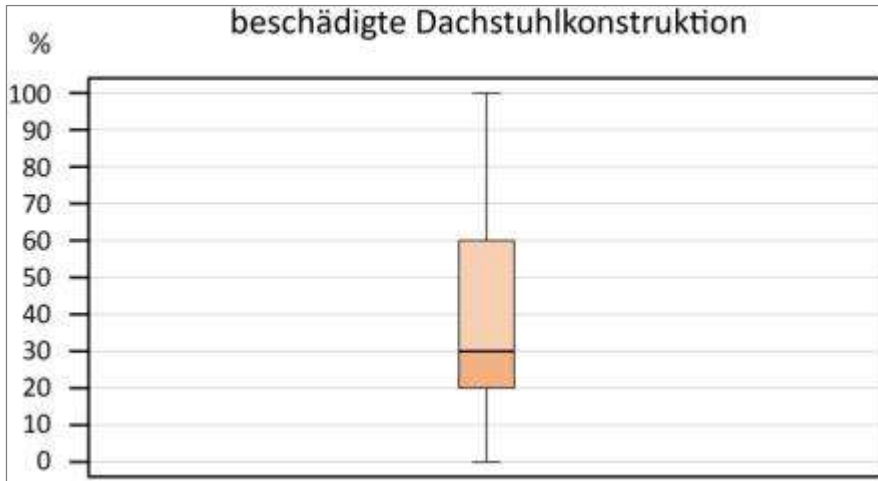


Bild 4.39 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Dachstühle

Tabelle 53: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Dachstühle

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	20,0	38,9	30,0	20,0	60,0	100,0

Tabelle 54: Anteil der beschädigten Dachstühle

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	9	20,5
10 – 20 %	8	18,2
20 – 30 %	17	38,6
30 – 40 %	5	11,4
40 – 50 %	3	6,8
> 50 %	2	4,5
Gesamt	44	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass 38,9% der Dachstühle beschädigt sind, wobei die Mehrzahl der Experten (34 von 45) einen beschädigten Anteil des Dachstuhls von bis zu 30% taxiert.

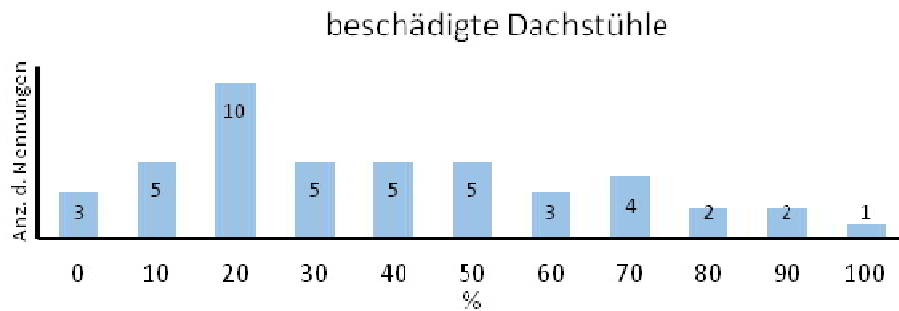


Bild 4.40 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Dachstühlen

Die Experten wurden nach der Häufigkeit der folgenden Maßnahmen an beschädigten Dachstühlen befragt:

- Beseitigung Pilzschäden
- Beseitigung Insektenbefall
- Instandsetzung durchfeuchteter Holzbauteile
- Instandsetzung von Schwellbalken
- Instandsetzung einzelner Sparrenfüße
- Instandsetzung einzelner Sparren
- Instandsetzung von Fußpfetten
- Instandsetzung einzelner Aufschieblinge
- Instandsetzung der Wechselbalken an Schornsteinen
- Abriss und Neubau des Dachstuhls

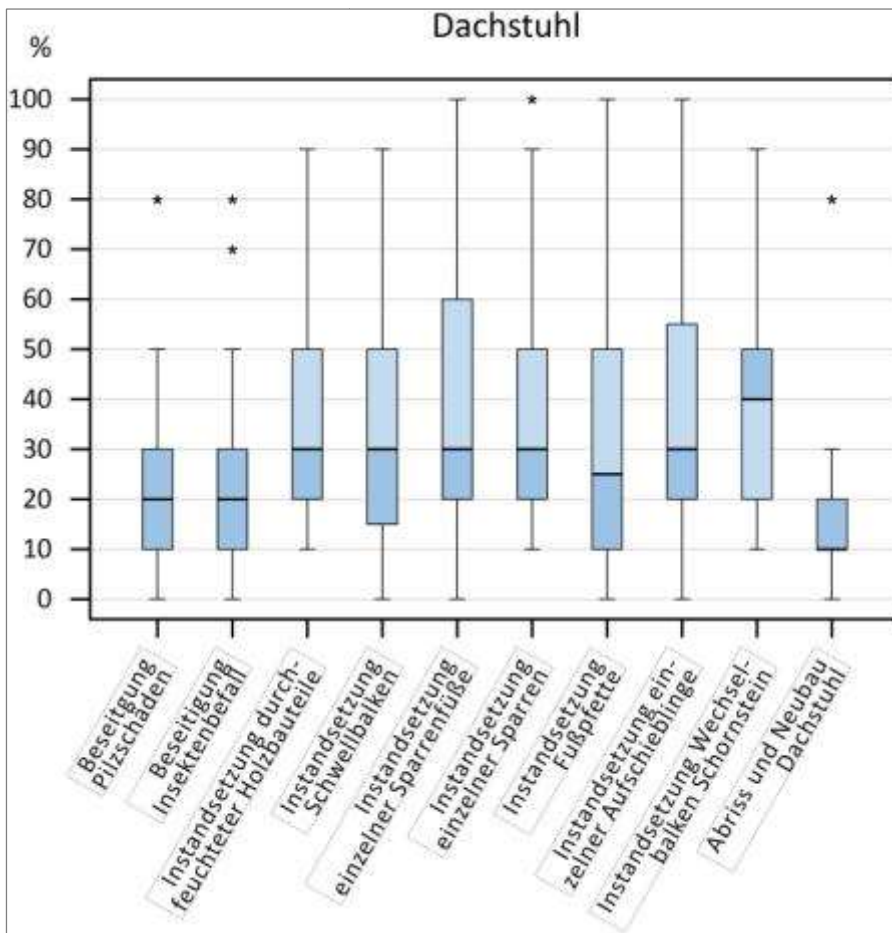


Bild 4.41 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Dachstühlen

Tabelle 55: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Dachstühle**Instandsetzung des Dachstuhls aufgrund von Pilzschäden**

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
37,0	0,0	10,0	26,0	20,0	20,0	30,0	80,0

Instandsetzung des Dachstuhls aufgrund von Insektenbefall

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	10,0	25,1	20,0	20,0	30,0	80,0

Instandsetzung des Dachstuhls aufgrund von durchfeuchteten Holzbauteile (Fäule)

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
38,0	10,0	22,5	38,4	30,0	30,0	50,0	90,0

Instandsetzung von Schwellbalken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	15,0	34,0	30,0	10,0	50,0	90,0

Instandsetzung einzelner Sparrenfüße

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	20,0	39,1	30,0	20,0	60,0	100,0

Instandsetzung einzelner Sparren

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
36,0	10,0	20,0	36,9	30,0	20,0	50,0	100,0

Instandsetzung Fußpfetten

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
34,0	0,0	10,0	33,8	25,0	10,0	50,0	100,0

Instandsetzung einzelner Aufschieblinge

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
35,0	0,0	20,0	37,4	30,0	40,0	55,0	100,0

Instandsetzung der Auswechslungen/ Wechselbalken am Schornstein

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
36,0	10,0	20,0	41,7	40,0	50,0	50,0	90,0

Abriss und Neubau des Dachstuhls

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
31,0	0,0	10,0	16,5	10,0	10,0	20,0	80,0

Weitere Maßnahmen, welche zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Verstärkung bei Ausbau
- Fast immer Dachgeschossausbau

4.2.13 Dacheindeckung

Diese Kategorie soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an der Dacheindeckung liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung die Dacheindeckung von Gründerzeithäusern beschädigt?“

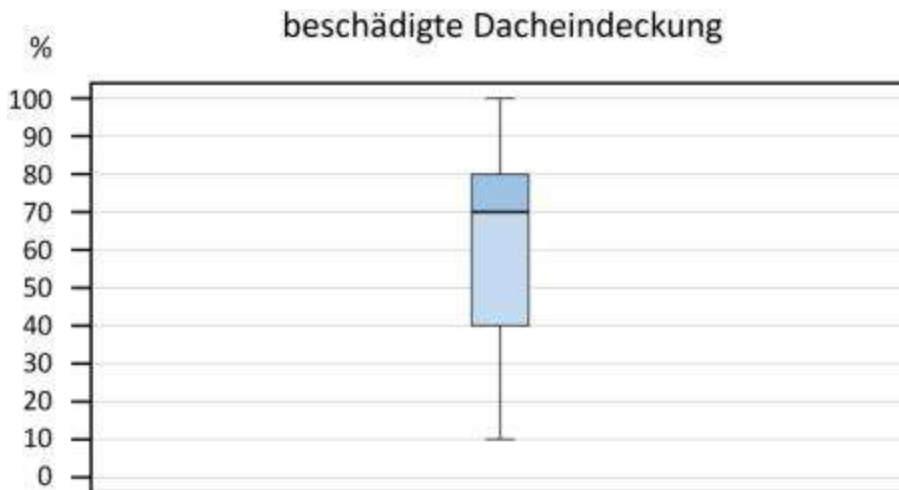


Bild 4.42 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Dacheindeckungen

Tabelle 56: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Dacheindeckungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	40,0	61,6	70,0	70,0	80,0	100,0

Tabelle 57: Anteil der beschädigten Dacheindeckungen

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	3	6,7
10 – 20 %	7	15,6
20 – 30 %	12	26,7
30 – 40 %	7	15,6
40 – 50 %	7	15,6
> 50 %	9	20,0
Gesamt	45	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass 61,6% der Gründerzeithäuser Schäden an der Dacheindeckungen vorweisen, wobei die Mehrzahl der Experten (36 von 45) eine beschädigte Fläche von bis zu 50% abschätzt.

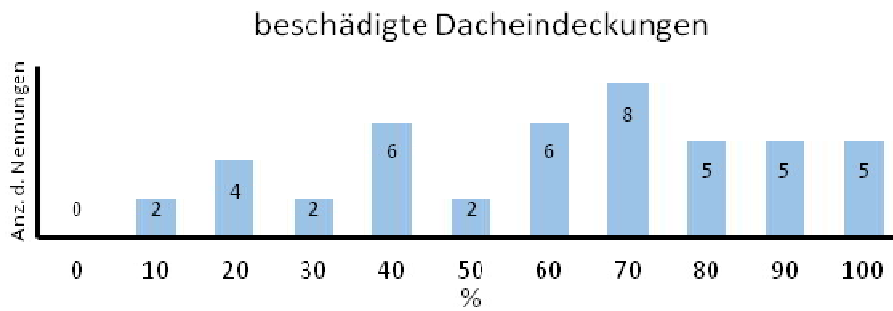


Bild 4.43 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Dacheindeckungen

Die Experten wurden nach der Häufigkeit der folgenden Maßnahmen an beschädigten Dacheindeckungen befragt:

- Austausch von Dachziegeln
- Instandsetzung mangelhafter konstruktiver Anschlüsse

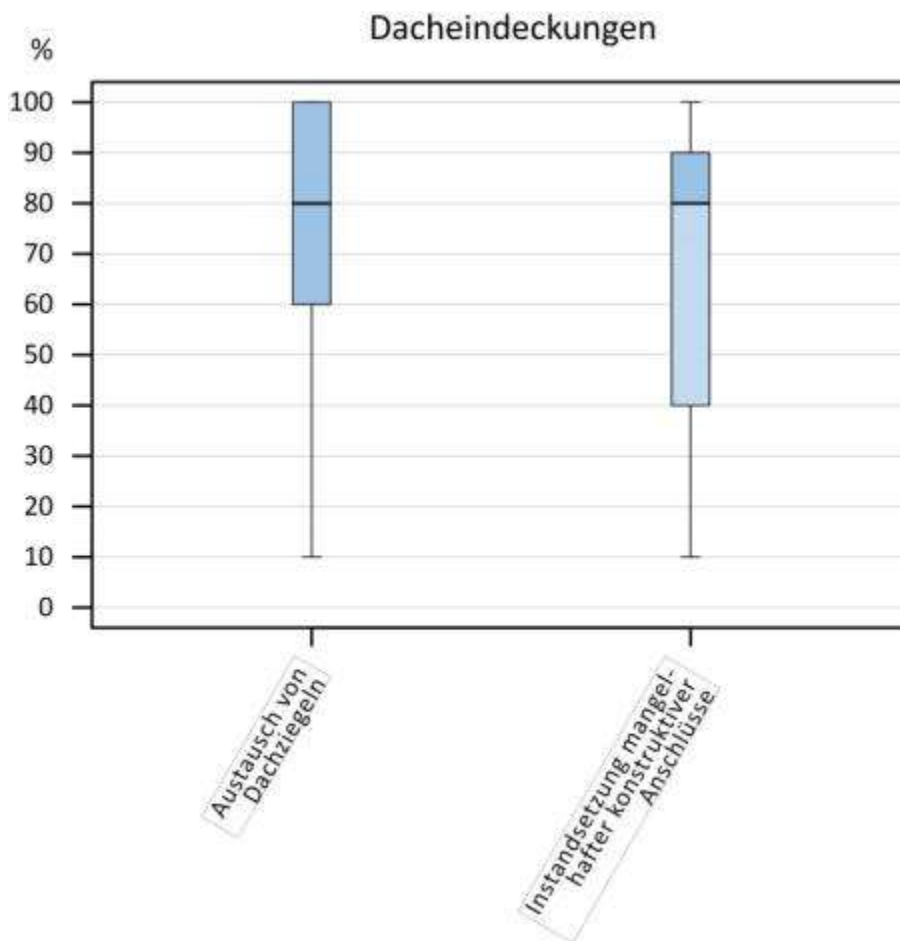


Bild 4.44 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Dacheindeckungen

Tabelle 58: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Dacheindeckungen**Austausch von Dachziegeln**

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
43,0	10,0	60,0	72,8	80,0	100,0	100,0	100,0

Instandsetzung mangelhafter konstruktiver Anschlüsse

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	10,0	40,0	66,2	80,0	80,0	90,0	100,0

Weitere Maßnahmen, welche zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Ersatz fehlender oder korrodierter Verblechungen
- Neueindeckung
- Austausch aller Verblechungen
- Neueindeckung mit Lattentausch

4.2.14 Schornstein

Die letzte Bauteilkategorie soll Informationen zu den Schäden und Maßnahmen an den Schornsteinen liefern. Dazu wurden die Experten gefragt:

„Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Schornsteine von Gründerzeithäusern beschädigt?“

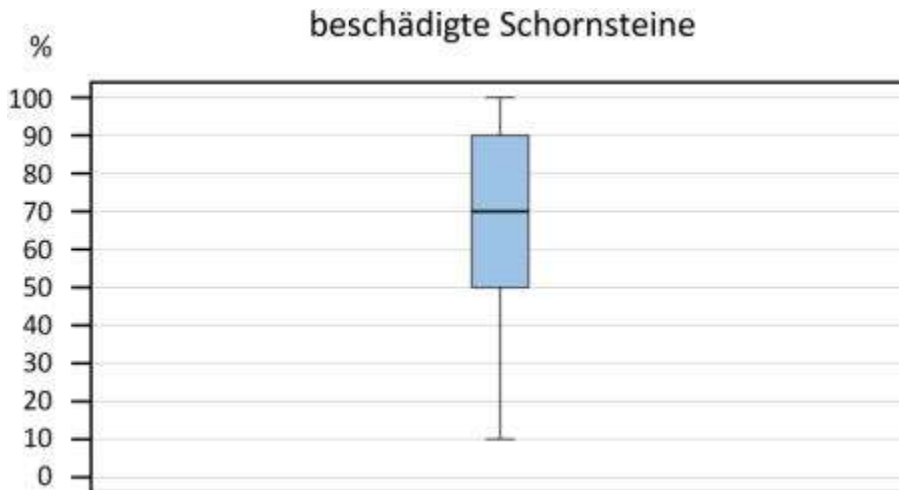


Bild 4.45 Boxplot zur Häufigkeit beschädigter Schornsteine

Tabelle 59: Lageparameter zur Häufigkeit beschädigter Schornsteine

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	50,0	66,9	70,0	80,0	90,0	100,0

Tabelle 60: Anteil der beschädigten Schornsteine

Putzfassadenanteil	Häufigkeit	Prozent
0 – 10 %	1	2,2
10 – 20 %	3	6,7
20 – 30 %	8	17,8
30 – 40 %	6	13,3
40 – 50 %	8	17,8
> 50 %	19	42,2
Gesamt	45	100,0

Die Auswertung der Ergebnisse zeigt, dass 66,9% der Gründerzeithäuser Schäden an den Schornsteinen vorweisen, wobei die Mehrzahl der Experten (33 von 45) eine beschädigte Fläche von mehr als 30% nennt.

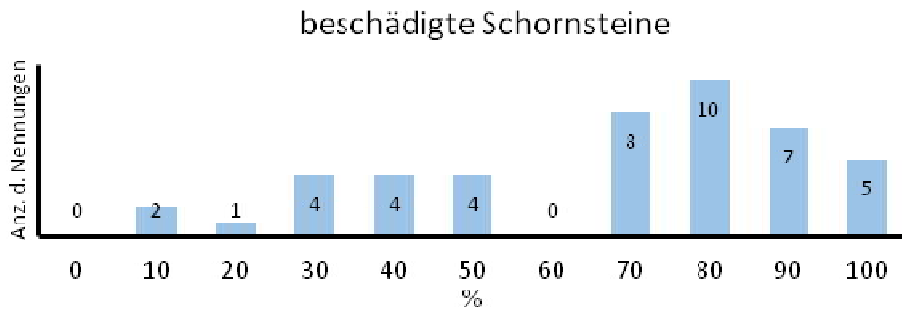


Bild 4.46 Balkendiagramm zur Häufigkeit beschädigter Schornsteine

Die Experten wurden bei folgenden Maßnahmen nach deren Häufigkeit befragt:

- Maßnahmen aufgrund von Versottung
- Rissanierung der Schornsteine
- Sanierung von Abplatzungen an Schornsteinen

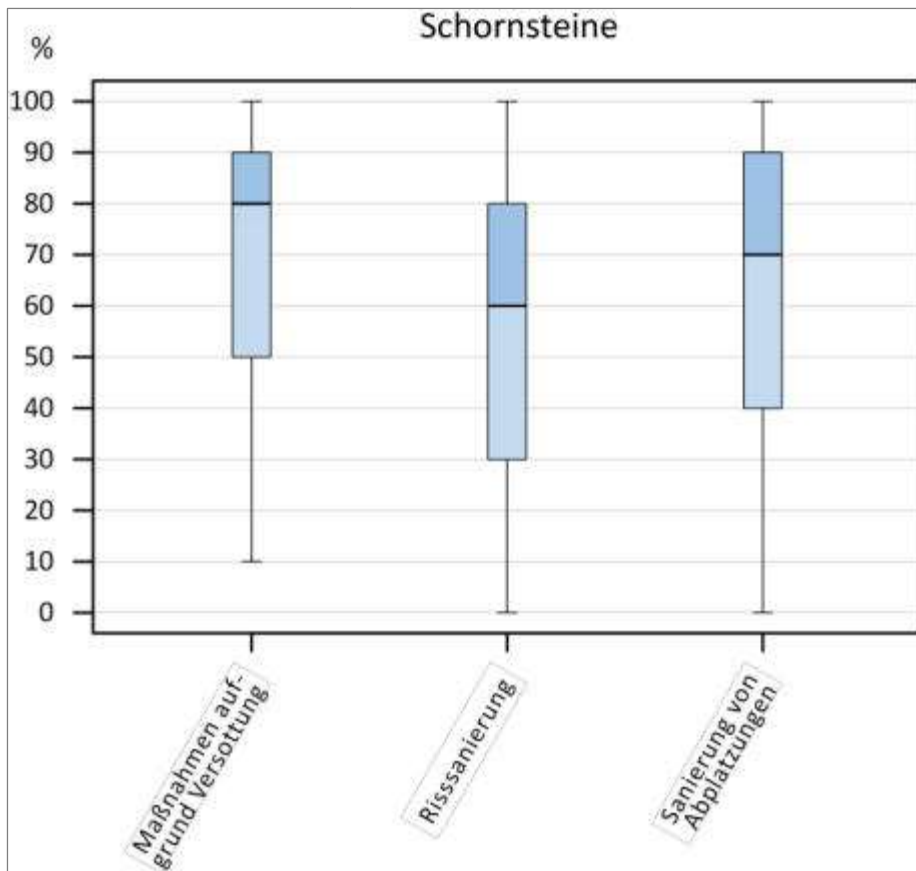


Bild 4.47 Boxplot zur Häufigkeit der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen

Tabelle 61: Lageparameter zur Häufigkeit von Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen

Maßnahmen aufgrund Versottung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	10,0	50,0	68,3	80,0	80,0	90,0	100,0

Risssanierungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
42,0	0,0	30,0	58,3	60,0	90,0	80,0	100,0

Sanierung von Abplatzungen

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
41,0	0,0	40,0	64,9	70,0	80,0	90,0	100,0

Weitere Maßnahmen und Schäden, die zusätzlich von den Experten genannt wurden:

- Fehlende Belüftung nach Stilllegung
- Kaminkopfrekonstruktion
- Sanierung der Kaminköpfe
- Stilllegen und verschließen

4.3 Zusammenfassung

Bei der Betrachtung der einzelnen Verteilungen der Schadenshäufigkeiten, stellt sich heraus, dass sich große Spannweiten ergeben, weshalb eine Angabe von jeweils einem repräsentativen Wert somit nicht zweckmäßig ist. Eine Angabe von Häufigkeitsbereichen bzw. ein Vergleich, ob ein Bauteil häufiger oder weniger häufig von einem Schaden betroffen ist als ein anderes ist dennoch möglich.

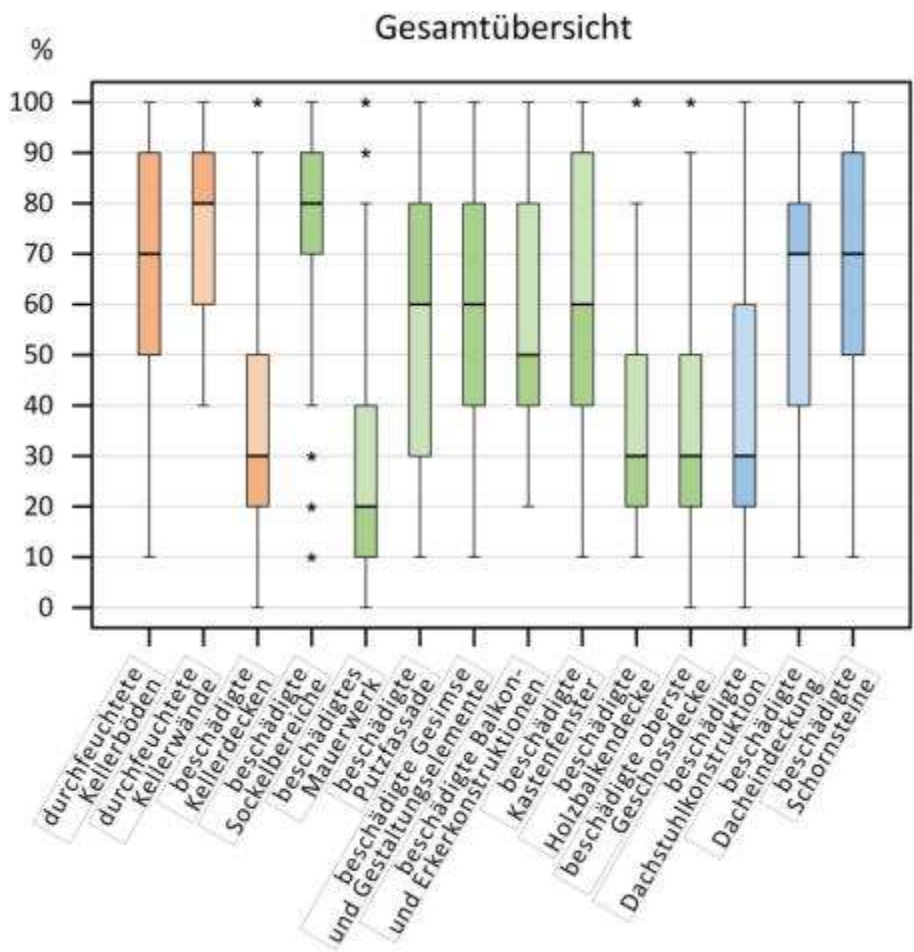


Bild 4.48 Boxplot zur Häufigkeit durchfeuchteter bzw. beschädigter Konstruktionen im Überblick

Die Formulierung bzw. Abfrage bezüglich durchfeuchteter Kellerböden und Kellerwände ist

Die Uneinigkeit der Häufigkeit von Schäden an Putzfassaden und Gesimsen und Gestaltungselementen kann darin begründet sein, dass infolge des Alterungsverschleißes im Laufe der Jahre im Sinne der Badenwannekurve (vgl. Bild 3.2) immer häufiger mit Schäden zu rechnen ist.

Ob und wann eine teilflächige Instandsetzung oder die Generalerneuerung der Fassadenputze und Gesimse und Gestaltungselemente vorgenommen wird, ist der Umfrage nicht zu entnehmen. Dies ist unter anderem Abhängig von der Instandhaltungsstrategie des Eigentümers.

„Feuchte Altbaukeller sind kein Mangel, sondern eine Eigenschaft der damaligen Bauweise! (Kellerräume sind ein Teil der Gründung.)“²⁵⁶

²⁵⁶ SCHULZ, J.: Architektur der Bauschäden.. S. 323

Kellerböden

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	50,0	67,6	70,0	100,0	90,0	100,0

Kellerwände

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	40,0	60,0	77,8	80,0	90,0	90,0	100,0

Kellerdecken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	20,0	34,9	30,0	20,0	50,0	100,0

Sockelbereiche

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	70,0	72,0	80,0	90,0	90,0	100,0

Mauerwerk

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	10,0	30,7	20,0	20,0	40,0	100,0

Putzfassade

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	30,0	58,4	60,0	30,0	80,0	100,0

Gesimse

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	40,0	57,8	60,0	70,0	80,0	100,0

Balkon

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	20,0	40,0	56,9	50,0	50,0	80,0	100,0

Kastenfenster

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	40,0	63,8	60,0	100,0	90,0	100,0

Regelgeschossdecken

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	20,0	40,4	30,0	20,0	50,0	100,0

Decke unter Dachgeschoss

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	20,0	36,7	30,0	30,0	50,0	100,0

Dachstuhl

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	0,0	20,0	38,9	30,0	20,0	60,0	100,0

Dacheindeckung

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	40,0	61,6	70,0	70,0	80,0	100,0

Schornsteine

n	Min.	1. Quartil	Mittelwert	Median	Modus	3. Quartil	Max.
45	10,0	50,0	66,9	70,0	80,0	90,0	100,0

5 Umfrage zur Ermittlung der Kosten von Instandsetzungsmaßnahmen

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine zweite Expertenbefragung mit dem Thema „Instandsetzungs- und Sanierungspreise städtischer Gründerzeitgebäude“ durchgeführt.

Ziel der Umfrage ist es, Preise zu den möglichen in ersterer Umfrage genannten und zusätzlich durch die Experten in Erfahrung gebrachten Instandsetzungsmaßnahmen zu erhalten.

Behandelt werden in dieser Befragung wiederum die 14 Bauteilkategorien, zu welchen jeweils die Preise für Instandsetzungsmaßnahmen unter Angabe von Preisspannen, abgefragt wurden.

5.1 Methodik

In der Umfrage wurden folgende Bauteilkategorien gebildet und Preisspannen zu insgesamt 109 Instandsetzungsmaßnahmen abgefragt:

1. Kelleraußenwände
2. Kellerböden
3. Kellerdecken (Kappendecken)
4. Regelgeschossdecken
5. Decke unter Dachgeschoss
6. Sockelbereich
7. Putzfassade
8. Gesimse und Gestaltungselemente
9. Kastenfenster
10. Mauerwerk
11. Balkon- und Erkerkonstruktionen
12. Dacheindeckung
13. Dachstuhl
14. Schornstein

Aufgrund des großen Umfangs der Umfrage und der Vielzahl an Fragen mussten die Teilnehmer zu Beginn eine Vorauswahl bezüglich ihres Tätigkeitsbereiches treffen um nicht zahlreiche, nicht deren Tätigkeitsbereich betreffende Fragen überspringen zu müssen. Eine Mehrfachnennung der Tätigkeitsbereiche war möglich, sodass bei 37 Teilnehmern eine Rücklaufzahl von 48 erlangt werden konnte.

Folgende Auswahlmöglichkeiten für Tätigkeitsbereiche waren in der Umfrage gegeben:

- Installateur
- Dachdecker
- Holzbau/ Holzsanierung
- Mauerwerksbau/ Mauerwerkssanierung
- Bauwerksabdichter
- Spengler
- Tischler/Fensterbauer
- Stuckateur / Fassadenbauer
- Schimmel- und Schädlingsbekämpfer
- Schlosser
- Maler

Anschließend geschah die Abfrage der 14 Bauteilkategorien, wobei jeweils eine Preisspanne (von – bis) abgefragt wurden. Zu jeder Instandsetzungsmaßnahme hatten die Experten die Möglichkeit ihre Preisangabe i.S.v. Abhängigkeiten oder Materialien zu erläutern

Die Formulierung der Fragen wurde bewusst so gewählt, dass eine Übereinstimmung mit den in der ersten Umfrage erhaltenen Schadenshäufigkeiten erfolgt. Im Zuge dessen wurde auf die konkrete Angabe von Details bezüglich der Schadensausmaße wie beispielsweise Durchfeuchtungsgrad, Versalzungsgrad oder Größe der beschädigten Teilflächen verzichtet.

Es liegt auf der Hand, dass somit relativ große Spannweiten zu diesen Preisen entstehen, da die Art und das Ausmaß der Instandsetzungsmaßnahmen, wie bereits beschrieben, von einer Vielzahl an Faktoren abhängig sein können. Dennoch gibt die Größe der Spannweite Aufschluss über die Variationsbreite der einzelnen Instandsetzungsmaßnahmen bzw. Komplexität und Notwendigkeit der tiefergehenden Auseinandersetzung mit schadensbetroffenen Bauteilen i.S.v. ausführlicheren diagnostischen Maßnahmen.

Die Umfrage wurde mit dem Online-Tool „2ask“²⁵⁷ erstellt. Auf diese Weise wurden alle Daten automatisch digitalisiert erfasst und anschließend zur weiteren Aufbereitung und statistischen Auswertung in das Tabellenkalkulationsprogramm Microsoft EXCEL® importiert.

²⁵⁷ <http://www.2ask.at/>. Datum des Zugriffs: 01.04.2017

5.1.1 Zielgruppen der Umfrage

Als Zielgruppe für diese Umfrage wurden ausführende Firmen der entsprechenden Gewerke bzw. Spezialisierung gewählt. Insgesamt wurden 1137 Firmen mit folgenden Firmenprofilen angeschrieben und um deren Teilnahme an der Expertenumfrage gebeten:

- Mauererbetriebe
- Schreinerei-, Tischlereibetriebe und Fensterbauer
- Steinmetze und Fassadenrestauratoren
- Dachdeckerei- und Spenglereibetriebe
- Bauwerksabdichter
- Schlossereibetriebe
- Installateurbetriebe
- Firmen zur Schädlingsbeseitigung
- Allgemein Altbausanierer
- Stuckateure und Fassadenbauer
- Malereibetriebe

Von den 1137 angeschriebenen Firmen und Unternehmen hatten 247 die Umfrage aufgerufen und 37 davon waren bereit die Umfrage auszufüllen und rückzusenden, was einer Rücklaufquote von 3,3 % bzw. 15,0 % entspricht.

Infolge der Vorauswahl wurden die in der Umfrage zur Auswahl stehenden Tätigkeitsfelder wie folgt abgedeckt:

• Installateur	2 Teilnehmer
• Dachdecker	3 Teilnehmer
• Holzbau/ Holzsanierung	3 Teilnehmer
• Mauerwerksbau/ Mauerwerkssanierung	5 Teilnehmer
• Bauwerksabdichter	6 Teilnehmer
• Spengler	3 Teilnehmer
• Tischler	4 Teilnehmer
• Stuckateur / Fassadenbauer	1 Teilnehmer
• Schimmel- und Schädlingsbekämpfer	4 Teilnehmer
• Schlosser	6 Teilnehmer
• Maler	<u>11 Teilnehmer</u>
	<u>Σ 48 Teilnehmer</u>

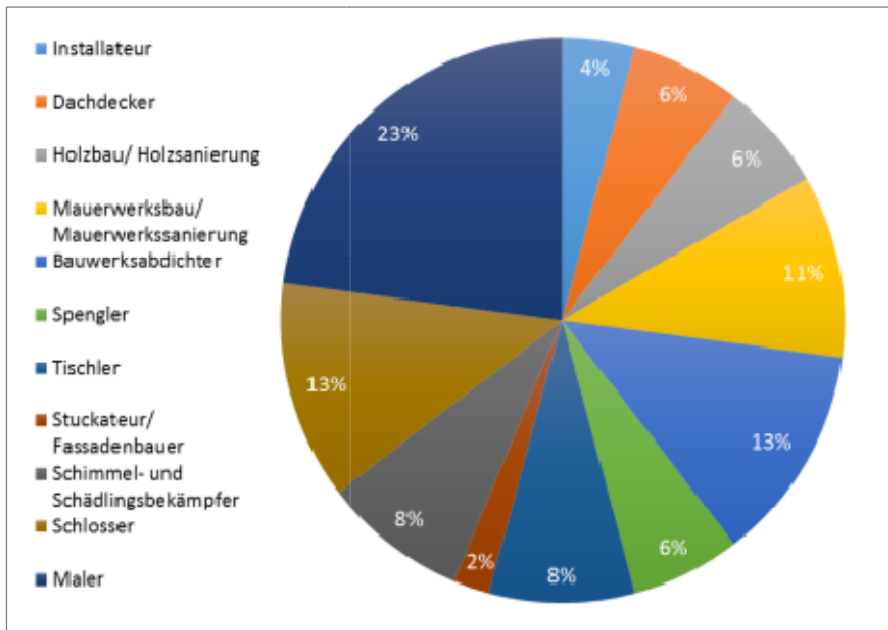


Bild 5.1 Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen

5.2 Ergebnisse der Umfrage der Umfrage

Die sehr allgemein gehaltene Formulierung war bewusst gewählt um in Erfahrung zu bringen, welche Kosten an den jeweiligen Bauteilen entstehen können. Aufgrund dessen wurde sich darauf geeinigt die Auswertung ebenfalls einfach zu halten.

Die Fachleute wurden gebeten für jede abgefragte Instandsetzungsmaßnahme Minimal- und Maximalpreise anzugeben. Aus allen angegebenen Werten je Position wurden die Mittelwerte der Minimal- sowie Maximalwerte gebildet, um in weiterer Folge eine durchschnittliche Spannweite zu erhalten. Erfolgte für eine Position keine Belegung, so wurden diese aus der Literatur²⁵⁸ entnommen und ergänzt. Diese Werte wurden entsprechend dem Baukostenindex Wohnbau Österreich 2017 angepasst.

Die Ergebnisse der Umfrage sind folgender Tabelle zu entnehmen:

²⁵⁸ SCHMITZ, H. et al.: Baukosten - Instandsetzung, Sanierung, Modernisierung, Umnutzung. S. 1ff

5.3 Gesamtdarstellung der erhobenen Daten

Tabelle 62: Gesamtaufstellung erhobener Preise

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Kellergeschoss			
	Entrümpeln von Hand in Container Laden und abfahren, inkl. Gebühr und Vorhaltung*	93,63 €/m ³	167,88 €/m ³
	Freigraben des Kellermauerwerkes bis 2,5 m Tiefe. Breite des Grabens 0,6 - 0,8 m. Abbrechen von Asphalt. Abschliessendes Auffüllen des Grabens mit geeignetem Material. Wiederherstellung der Asphalttschicht.	300,00 €/lfm	400,00 €/lfm
Fundamente			
	Fundamente verstärken, Betonunterfüllung*	645,71 €/m ³	1 183,80 €/m ³
	Fundamente verstärken, Mauerwerk*	1 016,99 €/m ³	1 533,56 €/m ³
	Fundamente verstärken, Hochdruckinjektion*	2 017,84 €/m ³	3 120,93 €/m ³
Kellerboden			
	Nachträgliche Bodenabdichtung	55,80 €/m ²	81,40 €/m ²
	Pilzbeseitigung	56,25 €/m ²	176,75 €/m ²
	Erstellen Ziegelpflaster	70,00 €/m ²	100,00 €/m ²
	Erstellen Betonboden	70,00 €/m ²	120,00 €/m ²
	Erstellen Estrichboden	35,00 €/m ²	70,00 €/m ²
	Lehmstampfboden erneuern inkl. Material, Aushub und Abfuhr der alten Sohle, Einbringen der neuen Sohle, D = ca. 12 cm, inkl. Sauberkeitsschicht*	43,10 €/m ²	94,70 €/m ²

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Kelleraußenwände			
Nachträgliche Horizontalabdichtung			
	Mauersägeverfahren	70,00 €/lfm	200,00 €/lfm
	Chromstahlblechverfahren	90,00 €/lfm	250,00 €/lfm
	Injektion	125,00 €/lfm	252,50 €/lfm
	Andere	100,00 €/lfm	600,00 €/lfm
Nachträgliche Vertikalabdichtung			
	Außenabdichtung	28,33 €/m ²	48,33 €/m ²
	Innenabdichtung	73,00 €/m ²	100,00 €/m ²
	Bauteilinjektion	265,00 €/m ²	405,00 €/m ²
	Schleierabdichtung	430,00 €/m ²	575,00 €/m ²
Entsalzung			
	Abbürsten/Abkratzen	22,50 €/m ²	27,50 €/m ²
	Kompressen/Opferputz	60,00 €/m ²	100,00 €/m ²
	Calciumsilikatplatten	80,00 €/m ²	145,00 €/m ²
	Sanierputzsystem	61,67 €/m ²	139,67 €/m ²
	Trocknung (Heizstabtechnik)	60,00 €/m ²	150,00 €/m ²
	Drainage verlegen bzw. erneuern	30,00 €/lfm	50,00 €/lfm
	Instandsetzung Kellerschacht	215,00 €/Stck.	325,00 €/Stck.
	Austausch Kellerfenster	275,00 €/Stck.	650,00 €/Stck.
Rissanierung			
	Auskappen der Rissflanken und Einbringen geeigneter Fugenmasse	25,00 €/lfm	60,00 €/lfm
	Verpressung	150,00 €/lfm	274,00 €/lfm
	Erneuern von Rohrleitungen im Wandquerschnitt. Inklusive Aufbruch bis zu defekter Leitung und Wiederverschließen	45,00 €/lfm	65,00 €/lfm
	Pilzbeseitigung	75,00 €/m ²	289,00 €/m ²

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Kellerdecken			
	Rissanierung		
	Auskappen der Rissflanken und Einbringen geeigneter Fugenmasse	30,00 €/lfm	60,00 €/lfm
	Verpressen	140,00 €/lfm	270,00 €/lfm
	Instandsetzung korrodierter Stahlträger	60,00 €/lfm	150,00 €/lfm
	Verstärkung der Stahlträger	80,00 €/lfm	150,00 €/lfm
	Abbruch Kappendecke und Neubau Stb-Decke	200,00 €/m ²	300,00 €/m ²
	Maßnahme zur Aufnahme des Horizontalschubes	100,00 €/m ²	150,00 €/m ²
	Auskratzen und Erneuerung der Mörtelfugen	25,00 €/m ²	50,00 €/m ²
Regelgeschosse			
	Außengerüst aufstellen inkl. 4 Wochen Vorhaltdauer *	11,84 €/m ²	17,22 €/m ²
Außenmauerwerk			
	Rissanierung		
	beruhigte Risse	141,40 €/lfm	249,60 €/lfm
	dynamische Risse	185,00 €/lfm	302,50 €/lfm
	Verpressen	140,00 €/m ²	270,00 €/m ²
	Abschlagen schadhafter Teile und kraftschlüssiger Einbau neuer materialgleicher Steine		
	Backstein	140,00 €/m ²	195,00 €/m ²
	Naturstein	200,00 €/m ²	275,00 €/m ²
Teilweise Erneuerung / Unterfangung Mauerwerk	300,00 €/m ²	625,00 €/m ²	

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Sockelbereich			
	Abtrag Altputz	17,50 €/m ²	35,25 €/m ²
	Auftrag neuer Putz	62,50 €/m ²	50,00 €/m ²
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz ohne optische Anforderungen ohne Anstrich	73,33 €/m ²	106,67 €/m ²
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz in Bossen-, Quader- oder Nutenoptik ohne Anstrich	105,00 €/m ²	210,00 €/m ²
	Abschlagen schadhafter Teile und kraftschlüssiger Einbau neuer materialgleicher Steine		
	Backstein	140,00 €/m ²	195,00 €/m ²
	Naturstein	200,00 €/m ²	275,00 €/m ²
	Anstrich auf Altputz	15,98 €/m ²	32,53 €/m ²
	Anstrich auf Neuputz	14,62 €/m ²	29,10 €/m ²
	Nachträgliche Horizontalabdichtung		
	Mauersägeverfahren	70,00 €/lfm	200,00 €/lfm
	Chromstahlblechverfahren	90,00 €/lfm	250,00 €/lfm
	Injektion	125,00 €/lfm	252,50 €/lfm
	Andere	100,00 €/lfm	600,00 €/lfm
Putzfassade			
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz ohne optische Anforderungen ohne Anstrich	73,33 €/m ²	106,67 €/m ²
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz in Bossen-, Quader- oder Nutenoptik ohne Anstrich	105,00 €/m ²	210,00 €/m ²
	Rissbehandlung putzbedingter Risse	20,00 €/m ²	35,00 €/m ²
	Instandsetzung Regenfallrohre		
	Zink	27,33 €/lfm	34,67 €/lfm
	Kupfer	42,00 €/lfm	51,00 €/lfm
	Kunststoff	25,00 €/lfm	32,00 €/lfm
	Anstrich auf Altputz	15,98 €/m ²	32,53 €/m ²
	Anstrich auf Neuputz	14,62 €/m ²	29,10 €/m ²

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Gesimse und Gestaltungselemente			
	Instandsetzen / Erstellen Verblechung	38,00 €/lfm	52,00 €/lfm
	Instandsetzung von Abplatzungen an Fensterverdachungen	50,00 €/lfm	150,00 €/lfm
	Instandsetzung Gesims und Fries	50,00 €/lfm	150,00 €/lfm
	Instandsetzung sonstiger Gestaltungselemente (Konsolen, Ornamente, Säulen, Baluster, etc.)	100,00 €/Stck.	500,00 €/Stck.
	Herstellen fehlender Tropfnasen	50,00 €/lfm	150,00 €/lfm
	Herstellen fehlender Tropfkantenverblechung	33,00 €/lfm	44,00 €/lfm
	Instandsetzen Erstellen Blechhochzüge	31,67 €/lfm	42,67 €/lfm
Balkon- und Erkerkonstruktionen			
	Maßnahme für ausreichende Standsicherheit von Balkonen	400,00 €/m ²	600,00 €/m ²
	Abbruch und Neubau Balkon	5 000,00 €/Stck.	10 000,00 €/Stck.
	Erstellen nachträgliches Gefälle auf Balkon	20,00 €/lfm	30,00 €/lfm
	Erstellen nachträgliche Tropfnasen	60,00 €/lfm	200,00 €/lfm
	Entrostung und Anstrich Balkongeländer	41,06 €/lfm	112,65 €/lfm
	Austausch Geländerkonstruktion Stahl	455,00 €/lfm	750,00 €/lfm
	Maßnahmen für ausreichende Standsicherheit von Erkern	2 000,00 €/Stck.	3 000,00 €/Stck.
Holzkastenfenster			
	Instandsetzung Holzkastenfenster (denkmalgerecht)	612,50 €/Stck.	1 317,50 €/Stck.
	Instandsetzung / Erneuerung Fensterstock	474,50 €/Stck.	996,75 €/Stck.
	Instandsetzung Fensterbankabdichtung	174,25 €/Stck.	261,75 €/Stck.
	Austausch alter Innenfenster durch Isolierglasfenster	670,00 €/Stck.	989,00 €/Stck.
	Ausbau alter, Einbau neuer Kastenfenster	2 780,00 €/Stck.	4 100,00 €/Stck.
	Erneuerung Fensteranstrich	317,08 €/Stck.	602,75 €/Stck.

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Regelgeschossdecken (Holzbalkendecken)			
	Pilzbeseitigung und Erneuerung des befallenen Bereiches	34,00 €/m ²	99,67 €/m ²
	Beseitigung Insektenbefall und Erneuerung des befallenen Bereiches	24,00 €/m ²	78,00 €/m ²
	Wechsel einzelner Balkenköpfe inkl. Instandsetzung Auflagerbereich	216,67 €/Stck.	583,33 €/Stck.
	Maßnahmen gegen Durchbiegung der Decke	350,00 €/m ²	500,00 €/m ²
	Verstärkung Holzbalken*	590,00 €/Stck.	720,00 €/Stck.
	Sanierung von Feuchteschäden unter Nassbereichen	250,00 €/m ²	400,00 €/m ²
	Instandsetzung korrodierter Stahlträger	65,00 €/lfm	130,00 €/lfm
	Abbruch und Neubau Holzdecke	325,00 €/m ²	500,00 €/m ²
	Abbruch HB-Decke und Neubau Stb-Decke	366,67 €/m ²	650,00 €/m ²
	Schallschutzerhöhung	75,00 €/m ²	225,00 €/m ²
	Brandschutzerhöhung	85,00 €/m ²	175,00 €/m ²
Oberste Geschossdecke (Doppelbaumdecke)			
	Pilzbeseitigung und Erneuerung des befallenen Bereiches	72,25 €/m ²	210,25 €/m ²
	Beseitigung Insektenbefall und Erneuerung des befallenen Bereiches	67,50 €/m ²	195,50 €/m ²
	Instandsetzung Feuchteschäden aufgrund defekter Dachhaut	250,00 €/m ²	500,00 €/m ²
	Wechsel einzelner Balkenköpfe	300,00 €/Stck.	1 500,00 €/Stck.
	Herstellen Holz-Beton-Verbunddecke	203,33 €/m ²	290,00 €/m ²
	Maßnahmen gegen Durchbiegung der Decke	100,00 €/m ²	150,00 €/m ²
	Wechsel einzelner Balken (l=5m)	100,00 €/Stck.	150,00 €/Stck.
	Abbruch und Neubau Doppelbaumdecke	200,00 €/m ²	400,00 €/m ²
	Abbruch Doppelbaumdecke und Neubau Stb-Decke	195,00 €/m ²	275,00 €/m ²
	Schallschutzerhöhung	150,00 €/m ²	250,00 €/m ²
	Brandschutzerhöhung	150,00 €/m ²	250,00 €/m ²

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung	
		von	bis
Dachgeschoss			
Dachstuhl			
	Pilzbeseitigung	34,33 €/lfm	98,33 €/lfm
	Beseitigung Insektenbefall	34,00 €/lfm	91,67 €/lfm
	Instandsetzung Sparrenfüße	80,00 €/Stck.	120,00 €/Stck.
	Verstärkung Holzbalken	30,00 €/lfm	75,00 €/lfm
	Austausch Sparren	40,00 €/lfm	100,00 €/lfm
	Instandsetzung Aufschieblinge	30,00 €/Stck.	70,00 €/Stck.
	Erneuern Wechselbalken an Schornstein l=150cm	70,00 €/Stck.	100,00 €/Stck.
	Abriss und Neubau Dachstuhl nur Konstruktion	25,00 €/m ²	45,00 €/m ²
	Abriss und Neubau Dachstuhl inkl. Dacheindeckung, Spenglerarbeiten, etc.	200,00 €/m ²	230,00 €/m ²
Dacheindeckung			
	Austausch von Dachziegeln	32,50 €/m ²	45,00 €/m ²
	Neueindeckung mit Lattentausch	45,50 €/m ²	64,50 €/m ²
	Instandsetzen fehlender oder beschädigter Verblechungen an konstruktiven Anschlüssen	45,33 €/lfm	68,33 €/lfm
	Entfernen alter und anbringen neuer Hängerinnen		
	Kupfer	45,33 €/lfm	54,33 €/lfm
	Zink	39,33 €/lfm	46,67 €/lfm
	Kunststoff	28,00 €/lfm	35,00 €/lfm
Schornstein			
	Stilllegen und Verschließen des Schornsteins	3 000,00 €/Stck.	4 000,00 €/Stck.
	Einziehen eines Edelstahlrohres	200,00 €/lfm	400,00 €/lfm
	Sanierung Schornsteinkopf	500,00 €/Stck.	2 000,00 €/Stck.
	Rissanierung Schornsteinkopf	67,50 €/Stck.	175,00 €/Stck.

*angepasster Literaturwert Preisstand 2017, entnommen aus Schmitz 2015, Baukosten 2014/15

6 Anwendung der erhobene Daten anhand von Beispielen

Um die Ergebnisse der erhobenen Daten zu veranschaulichen werden nun, anhand eines Gebäudes drei fiktive Szenarien beschrieben und mittels der in der Arbeit gewonnenen Kenntnisse, Beispielrechnungen durchgeführt. Als Referenzgebäude für die Anwendung wird ein Grazer Gründerzeitgebäude aus der Sparbersbachgasse herangezogen (vgl. Bild 6.1). Die Grundrisse sind dem Anhang zu entnehmen.

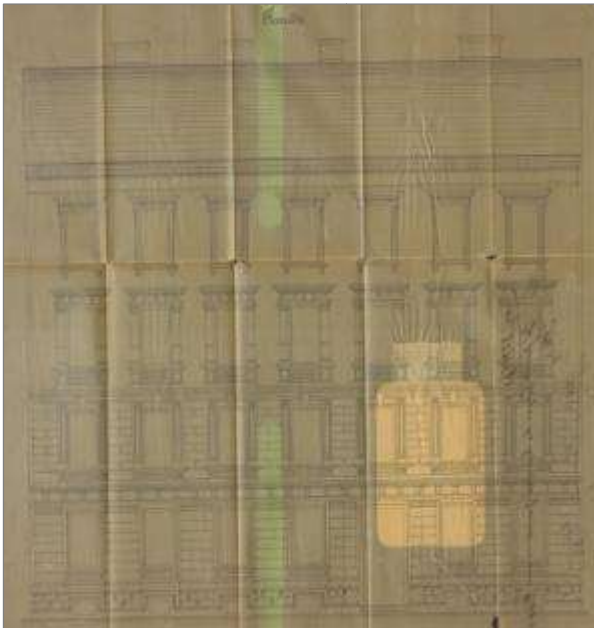


Bild 6.1 Häufigkeiten der Maßnahmen an beschädigten Schornsteinen

6.1 Beispielszenarien

Die Szenarien werden nach der Häufigkeit der erhobenen Schäden bzw. Instandsetzungsmaßnahmen erstellt:

- Szenario 1: Stark beeinträchtigt
Das betrachtete Gebäude weist an jedem der behandelten Bauteile mindestens einen Schaden auf.
- Szenario 2: Mittelmäßig beeinträchtigt
Das betrachtete Gebäude weist an den 7, laut Umfrage, häufigst von Schäden betroffenen Bauteilen jeweils einen Schaden auf. An den anderen Bauteilen sind nur vereinzelt einfache Maßnahmen notwendig.

- Szenario 3: Leicht beeinträchtigt

Das betrachtete Gebäude befindet sich in einem sehr guten Zustand. Dennoch werden im Zuge der zyklusorientierten Instandhaltung kleinere Instandsetzungsmaßnahmen durchgeführt.

6.1.1 Szenario 1: Stark beeinträchtigt

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das betrachtete Gebäude bereits seit längerer Zeit nicht bewohnt ist und zum Verkauf bereitsteht. Im Laufe der Jahre sind erhebliche Schäden an der Bausubstanz aufgetreten. Der potentielle Käufer möchte eine grobe Einschätzung vornehmen, welche Kosten für die Instandsetzung auf ihn zukommen könnten. Bei der technischen Due-Diligence konnte festgestellt werden, dass folgende Maßnahmen an dem Gebäude durchzuführen sind:

Kellerboden:

- Der Lehmstampfboden in allen Kellerräumen ist von sehr starken Unebenheiten betroffen und sollte erneuert werden.

Kellerwände (Annahme Naturstein):

- An der hofseitigen Kelleraußenwand ist kam es vor längerer Zeit zu einem Rohrbruch in Bodennähe. Das hatte zur Folge, dass die Fugen und Steine im der unteren Wandbereich, sowie die der darunterliegenden Fundamente sich teilweise herauslösten bzw. ausgewaschen wurden. Die Fundamente sollen in weiterer Folge mittels Hochdruckinjektion verstärkt und das Mauerwerk teilweise unterfangen und erneuert werden.
- An der straßenseitigen Kellerwand sind auf der gesamten Wandfläche Salzausblühungen, welche eine Abkratzen bzw. Abbürsten erfordern
- Instandsetzung eines hofseitigen Kellerschachts (wird fiktiv angenommen)
- Die straßenseitigen Kellerfenster sind alle zerstört und müssen ausgetauscht werden.

Kellerdecken:

- Zwei Stahlträger eines Raums müssen aufgrund starker Korrosionen verstärkt werden.
- An allen Kappenfeldern dieses Raumes ist jeweils ein Riss entlang der ganzen Kappe entstanden, welchen es kraftschlüssig zu verpressen gilt.
- In einem weiteren Raum sind die Gewölbe bereits so stark beschädigt, dass Gefahr in Verzug ist und diese abgebrochen wer-

den muss. Anstelle einer Kappendecke soll nun eine Stahlbetondecke ausgeführt werden.

Außenmauerwerk über KG:

- Rissanierung eines bereits beruhigten horizontalen Risses mit einer Länge von 6 Metern auf Höhe der Decke über dem 1. Obergeschoss aufgrund Hebung der Deckenbalkenköpfe (Durchbiegung der Decke)

Fassade

- Straßen- sowie hofseitige Fassade inkl. Gesimse und Gestaltungselemente sind zu erneuern (denkmalgeschützte Fassade)
- Das straßenseitige Regenfallrohr und die beiden hofseitigen Regenfallrohre müssen erneuert werden

Balkone

- Die Standsicherheit zweier hofseitiger Balkone muss wiederhergestellt werden.

Kastenfenster:

- Alle straßenseitigen Kastenfenster (27 Stück) sind stark abgewittert, weisen große Spalte auf und müssen auf denkmalgerechte Art und Weise instand gesetzt werden.

Regelgeschossdecken:

- Die Decke über einem Raum des 1. Obergeschosses ist stark durchgebogen. Diese muss verstärkt bzw. unterstützt werden.
- Die Decke über dem Erdgeschoss weist einige Flächen mit Schimmelpilzbefall vor. Diese Bereiche (insgesamt 15 m² müssen instand gesetzt werden.

Decke unter Dachgeschoss:

- Aufgrund großer Fehlstellen in der Dachhaut ist die Decke stark von Feuchteschäden getroffen. Die Standsicherheit ist nicht mehr gegeben und laut Experten nicht mehr möglich instand zu setzen. Der Abbruch der Dippelbaumdecke und Einbau einer Stahlbetondecke ist unausweichlich.

Dachstuhl

- Der Dachstuhl ist in höchstem Maße einsturzgefährdet, sodass hier ebenfalls ein Abbruch unausweichlich ist.

Schornstein

- Die Schornsteine (4 Stück) sollen verschlossen werden, da sie aufgrund einer folgenden energetischen Sanierung nicht mehr von Nutzen sind.

Tabelle 63: Instandsetzungskosten Szenario

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung		Szenario 1		
		von	bis	Beschädigte Menge am Bauteil	Preis von	Preis bis
Kellergeschoss				Σ	25 747,19 €	47 873,35 €
Fundamente				Σ	3 874,26 €	5 992,19 €
	Fundamente verstärken, Hochdruckinjektion*	2 017,84 €/m³	3 120,93 €/m³	1,92 m³	3 874,26 €	5 992,19 €
Kellerboden				Σ	9 387,18 €	20 625,66 €
	Lehmstampfboden erneuern inkl. Material, Aushub und Abfuhr der alten Sohle, Einbringen der neuen Sohle, D = ca. 12 cm, inkl. Sauberkeitsschicht*	43,10 €/m²	94,70 €/m²	217,80 m²	9 387,18 €	20 625,66 €
Kelleraußenwände				Σ	4 327,75 €	7 878,50 €
	Entsalzung					
	Abbürsten/Abkratzen	22,50 €/m²	27,50 €/m²	69,90 m²	1 572,75 €	1 922,25 €
	Instandsetzung Kellerschacht	215,00 €/Stck.	325,00 €/Stck.	2,00 Stck.	430,00 €	650,00 €
	Austausch Kellerfenster	275,00 €/Stck.	650,00 €/Stck.	6,00 Stck.	1 650,00 €	3 900,00 €
	Teilweise Erneuerung / Unterfangung Mauerwerk	300,00 €/m²	625,00 €/m²	2,25 m²	675,00 €	1 406,25 €
Kellerdecken				Σ	8 158,00 €	13 377,00 €
	Rissanierung					
	Verpressen	140,00 €/lfm	270,00 €/lfm	11,40 m²	1 596,00 €	3 078,00 €
	Instandsetzung korrodierter Stahlträger	60,00 €/lfm	150,00 €/lfm	7,60 lfm	456,00 €	1 140,00 €
	Abbruch Kappendecke und Neubau Stb-Decke	200,00 €/m²	300,00 €/m²	30,53 m²	6 106,00 €	9 159,00 €
Regelgeschosse				Σ	168 246,94 €	280 122,18 €
Außenmauerwerk				Σ	848,40 €	1 497,60 €
	Rissanierung					
	beruhigte Risse	141,40 €/lfm	249,60 €/lfm	6,00 lfm	848,40 €	1 497,60 €
Sockelbereich				Σ	5 017,68 €	2 584,11 €
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz ohne optische Anforderungen ohne Anstrich	73,33 €/m²	106,67 €/m²	30,08 m²	2 205,87 €	3 208,53 €
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz in Bossen-, Quader- oder Nutenoptik ohne Anstrich	105,00 €/m²	210,00 €/m²	11,47 m²	1 204,35 €	2 408,70 €
	Abschlagen schadhafter Teile und kraftschlüssiger Einbau neuer materialgleicher Steine					
	Naturstein	200,00 €/m²	275,00 €/m²	5,00 m²	1 000,00 €	1 375,00 €
	Anstrich auf Neuputz	14,62 €/m²	29,10 €/m²	41,55 m²	607,46 €	1 209,11 €

Bauteil	Maßnahme	Preise für die Instandsetzung		Gründerzeithaus		
		von	bis	Beschädigte Menge am Bauteil	Preis von	Preis bis
Putzfassade				Σ	62 089,12 €	100 027,83 €
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz ohne optische Anforderungen ohne Anstrich	73,33 €/m ²	106,67 €/m ²	555,38 m ²	40 727,87 €	59 240,53 €
	Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz in Bossen-, Quader- oder Nutenoptik ohne Anstrich	105,00 €/m ²	210,00 €/m ²	91,07 m ²	9 562,35 €	19 124,70 €
	Instandsetzung Regenfallrohre					
	Kupfer	42,00 €/lfm	51,00 €/lfm	55,90 lfm	2 347,80 €	2 850,90 €
	Anstrich auf Neuputz	14,62 €/m ²	29,10 €/m ²	646,45 m ²	9 451,10 €	18 811,70 €
Gesimse und Gestaltungselemente				Σ	11 994,10 €	38 185,90 €
	Instandsetzen / Erstellen Verblechung	38,00 €/lfm	52,00 €/lfm	32,20 lfm	1 223,60 €	1 674,40 €
	Instandsetzung von Abplatzungen an Fensterverdachungen	50,00 €/lfm	150,00 €/lfm	32,20 lfm	1 610,00 €	4 830,00 €
	Instandsetzung Gesims und Fries	50,00 €/lfm	150,00 €/lfm	141,21 lfm	7 060,50 €	21 181,50 €
	Instandsetzung sonstiger Gestaltungselemente (Konsolen, Ornamente, Säulen, Baluster, etc.)	100,00 €/Stck.	500,00 €/Stck.	21,00 Stck.	2 100,00 €	10 500,00 €
Balkon- und Erkerkonstruktionen				Σ	800,00 €	1 200,00 €
	Maßnahme für ausreichende Standsicherheit von Balkonen	400,00 €/m ²	600,00 €/m ²	2,00 m ²	800,00 €	1 200,00 €
Holzkastenfenster				Σ	16 537,50 €	35 572,50 €
	Instandsetzung Holzkastenfenster (denkmalgerecht)	612,50 €/Stck.	1 317,50 €/Stck.	27,00 Stck.	16 537,50 €	35 572,50 €
Regelgeschossdecken (Holzbalkendecken)				Σ	11 783,50 €	17 600,00 €
	Pilzbeseitigung und Erneuerung des befallenen Bereiches	34,00 €/m ²	99,67 €/m ²	15,00 m ²	510,00 €	1 495,00 €
	Maßnahmen gegen Durchbiegung der Decke	350,00 €/m ²	500,00 €/m ²	32,21 m ²	11 273,50 €	16 105,00 €
Oberste Geschossdecke (Dippelbaumdecke)				Σ	59 176,65 €	83 454,25 €
	Abbruch Dippelbaumdecke und Neubau Stb-Decke	195,00 €/m ²	275,00 €/m ²	303,47 m ²	59 176,65 €	83 454,25 €
Dachgeschoss				Σ	90 884,06 €	110 628,74 €
Dachstuhl				Σ	64 264,00 €	73 903,60 €
	Abriss und Neubau Dachstuhl inkl. Dacheindeckung, Spenglerarbeiten, etc.	200,00 €/m ²	230,00 €/m ²	321,32 m ²	64 264,00 €	73 903,60 €
Dacheindeckung				Σ	14 620,06 €	20 725,14 €
	Neueindeckung mit Lattentausch	45,50 €/m ²	64,50 €/m ²	321,32 m ²	14 620,06 €	20 725,14 €
Schornstein				Σ	12 000,00 €	16 000,00 €
	Stilllegen und Verschließen des Schornsteins	3 000,00 €/Stck.	4 000,00 €/Stck.	4,00 Stck.	12 000,00 €	16 000,00 €
Gesamtkosten				Σ	284 878,19 €	438 624,27 €

6.1.2 Szenario 2: Beeinträchtigt

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass das betrachtete Gebäude aufgrund mangelhafter Instandhaltung mehrere Schäden aufweist. Der Eigentümer lässt diese Schäden genauer von einem Sachverständigen untersuchen. Folgende Instandsetzungsmaßnahmen sind an dem Gebäude auszuführen:

Kellerwände

- Risse mit einer Gesamtlänge von 12 Meter sind auszukappen und zu verfüllen.

Zusätzlich möchte der Eigentümer nun in den Kellerräumen ein Ziegelpflaster erstellen.

Sockelbereich (Annahme Backsteinmauerwerk)

- Lockeres Gestein im Sockelbereich der Straßenseite zwischen 2 Kellerfenstern auf eine Länge von 1,60 Meter und Höhe von 0,3 Meter ist abzuschlagen und zu ersetzen. Der Bereich wird anschließend neu, ohne optische Anforderungen verputzt. und gestrichen
- Aufsteigende Feuchtigkeit aus dem Kellermauerwerk in Sockelbereich der hofseitigen Fassade erfordert in diesem Fall, laut Sachverständigen, die Ausführung einer Horizontalsperre mittels Chromstahlblechverfahren.

Kastenfenster:

- Die Farbanstriche aller Fenster straßenseitig, sind schon sehr abgewittert. Sie sollen mit einem neuen Anstrich versehen werden.

Balkon:

- An den 4 hofseitigen Balkonen sind leichte Risse an der Oberseite und bei Niederschlag bilden sich Pfützen. Der Sachverständige empfiehlt einen nachträglichen Gefälle mit Ausgleichsmörtel und eine Tropfkantenverblechung.

Erker (Annahme)

- Die Standsicherheit des Erkers ist gefährdet. Zusätzliche Vernagelungen sollen diese wieder herstellen.

Dacheindeckung

- Die Verblechungen an den Anschlüssen aller Schornsteine sind korrodiert und müssen erneuert werden.
- Im Dachfußbereich sind zerstörte Dachziegel auf einer Fläche von 2 m². Diese sind auszutauschen.

Dachkonstruktion:

- Die unteren Wechselbalken sowie die angrenzenden Sparren aller Schornsteine sind aufgrund des Feuchtezutrittes in Mitleidenschaft gezogen worden. Die Wechselbalken müssen zur Gänze ausgetauscht werden. Die Sparren sind je auf einer Länge von 1,50 m anzulaschen.
- An einem Schornstein sind die zwei anliegenden Sparren so stark beeinträchtigt, dass sie ebenfalls ausgetauscht werden müssen.
- Aufgrund der defekten Dachhaut sind im Dachfußbereich zwei Sparrenfüße instand zu setzen.

Schornstein

- Die Schornsteinköpfe sind im Laufe der Jahre stark abgewittert, weshalb es diese zu sanieren gilt.

6.1.3 Szenario 3: Guter Zustand

In diesem Szenario wird davon ausgegangen, dass sich das betrachtete Gebäude aufgrund eingehaltener Instandsetzungszyklen des Eigentümers in einem guten Zustand befindet. Dennoch sind vereinzelt folgende Schäden aufgetreten.

Geschossdecken:

- Ein Mieter des 1. Obergeschosses hat den Eigentümer gerufen und sagt, dass an der Decke über seinem Badezimmer (2,00m * 2,65 m) ein großer feuchter Fleck aufgetreten sei. Der Grund liegt auf der Hand. Die Abdichtung des darüberliegenden Badezimmers hat eine Leckage, woraufhin das Wasser durch die Decke sickert.

Kastenfenster:

- Aufgrund der Nutzungsdauer sind an sämtlichen straßenseitigen Kastenfenstern sowie bei den großen Fenstern des Treppenhauses die Fensterbankabdichtungen zu ersetzen.

Dacheindeckung:

- Straßenseitig sind die Kupferhängerinnen zu erneuern

7 Zusammenfassung

Von „Do-it-yourself“-Maßnahmen ist in jedem Fall abzuraten, da die Auswahl einer adäquaten Instandsetzungsmaßnahme von sehr vielen Faktoren abhängt. Eine nicht an den individuellen Schadensfall angepasste Maßnahme kann unter Umständen keinen Erfolg erzielen und in weiterer Folge eine Sanierung der Sanierung und weitere Kosten verursachen.

Sapientia aedificabitur domus et prudentia roborabitur!

Durch Weisheit wird ein Haus gebaut und durch Verstand erhalten!

8 **Ausblick**

A.1 Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

0%



Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

Im Rahmen dieser Umfrage bitten wir Sie um Ihre Facheinschätzung zu Bauschäden an Gründerzeitgebäuden im städtischen Raum (erbaut zwischen 1850-1918). Anhand der ermittelten Daten soll eine Aussage über die Häufigkeit der Bauteilschäden und die möglichen Sanierungsmaßnahmen getroffen werden.

Die Beantwortung der Fragen sollte nicht länger als 15 Minuten in Anspruch nehmen und geschieht anonym und diskret.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!



Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

5%

1. Bitte nennen Sie Ihren Tätigkeitsbereich im Bauwesen. *
Mehrfachnennung möglich

- Sachverständiger
- Bauplaner
- Architekt
- Bauleiter
- Baumeister
- Bauträger
- Investor
- Polier
- Facharbeiter
-

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von **2ask**

Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 10%

Die nun folgenden Fragen behandeln die Schadensschwerpunkte an Gründerzeitgebäuden. Bitte geben Sie dabei Ihre persönliche Einschätzung des Sachverhaltes an.

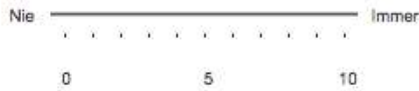


Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at
Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

15%

2. Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Kellerwände von Gründerzeithäusern durchfeuchtet? *
Bitte klicken Sie auf die Skala



Wie viel Prozent der Kellerwandfläche eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit durchfeuchteten Kellerwänden sind folgende Maßnahmen notwendig?

		keine Angabe
Gleichzeitig nachträgliche horizontale und vertikale Abdichtung	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Nur eine nachträgliche horizontale Abdichtung / Horizontalsperre	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Nur eine nachträgliche Vertikalabdichtung	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Entsalzung des Mauerwerks	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Entfeuchtung des Mauerwerks	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Erneuerung bzw. Verlegung einer Drainage	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung der Kellerschächte	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung der Kellerfenster	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Risssanierung	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung aufgrund Rohrleitungsschäden	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Beseitigung von Schimmel	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

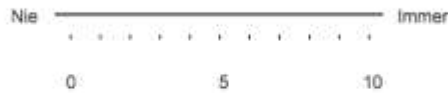
Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'

Weiter

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

20%

3. Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Kellerböden von Gründerzeithäusern durchfeuchtet? *



Wie viel Prozent des Kellerbodens eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit durchfeuchteten Kellerböden sind folgende Maßnahmen notwendig?

		keine Angabe
Erstellen einer nachträglichen horizontalen Abdichtung / Horizontalsperre am Boden	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Beseitigung von Schimmel	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von **2ask**

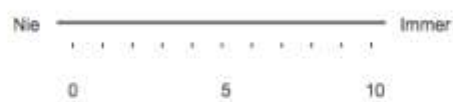
Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 25%

4. **Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Kellerdecken (Kappendecken) von Gründerzeithäusern beschädigt? ***



Wie viel Prozent der Kellerdecke eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Kellerdecken sind folgende Maßnahmen notwendig?

		keine Angabe
Rissanierungen	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung von Stahlträgern	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Beseitigung von Schimmel	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Abriss und Erneuerung der Kellerdecke	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen zur Aufnahme des Horizontalschubes (z.B. Flacheisen senkrecht zu den Endstahlträgern)	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>

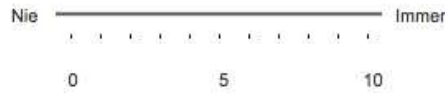
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.schoren@student.tugraz.at
 Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.



Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

30%

5. Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Geschoßdecken (Holzbalkendecken) von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Geschosdeckenfläche eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Geschosdecken sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Beseitigung von Pilzschäden	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Beseitigung eines Insektenbefalls	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Ein Wechsel einzelner Balkenköpfe	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen gegen Durchbiegung unterdimensionierter Decken	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Feuchteschäden unter Nassbereichen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Korrosionsschäden bei Eisenträgern (Holzbalkendecken mit größeren Spannweiten)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Komplettabbruch und Neubau der Decke	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen zur Erhöhung des Schallschutzes	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen zur Verringerung von zu großen Schwingungen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask' **2ask**

Weiter

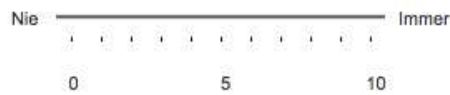
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

35%

6. Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung die oberste Geschoßdecke (Doppelbaumdecke) von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Doppelbaumdecke eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Doppelbaumdecken sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Beseitigung von Pilzschäden	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Beseitigung eines Insektenbefalls	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Ein Wechsel einzelner Balkenköpfe	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen gegen Durchbiegung unterdimensionierter Decken	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Feuchteschäden im Mittelbereich der Tramdecke (Punktuell eindringendes Wasser aufgrund defekter Dachhaut)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Komplettabbruch und Neubau der Decke	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen zur Erhöhung des Schallschutzes	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen zur Verringerung von zu großen Schwingungen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask' **2ask**

Weiter

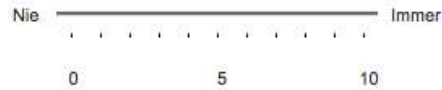
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/III, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von 2ask im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

40%

7. Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung der Sockelbereich von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Sockelfläche eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Sockelbereichen sind folgende Maßnahmen notwendig?

		keine Angabe
Maßnahmen aufgrund Frost-/Tauschäden	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen aufgrund Versalzung (Tausalz)	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen aufgrund mechanischer Schäden (Stoßen, Treten, Schrammen)	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen aufgrund kapillar aufsteigender Feuchtigkeit	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** Weiter

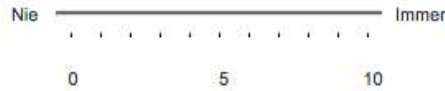
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

45%

8. Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung die Putzfassade von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Putzfassade eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigter Putzfassade sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Maßnahmen gegen putzbedingte Risse (Sack-, Schrumpf-, Schwind-, oder Fettrisse)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen gegen putzgrundbedingte Risse (Fugen-, Querschub-, Kerb- oder thermische Risse)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen gegen Hohlstellen, Aufbeulungen und Abplatzungen (aufgrund zu geringer Haftfestigkeit zwischen den Putzschichten)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen gegen Salzausblühungen, Putzablösungen, Salzeintrag und erhöhte Putzfeuchte aufgrund hygroskopischer Salze	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen gegen Frostschäden (Abblättern, Abplatzen)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von **2ask**

Weiter

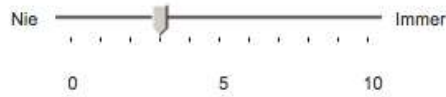
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

50%

9. Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Gesimse und Gestaltungselemente von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Gesimse und Gestaltungselemente eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Gesimsen und Gestaltungselementen sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Instandsetzen/Herstellen von Verblechung der Fensterverdachungen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzen von Abplatzungen der Fensterverdachungen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung von Gesims und Fries	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung sonstiger Gestaltungselemente (Konsolen, Ornamente, Säulen, Baluster, etc.)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Herstellen fehlender Tropfnasen und Tropfkanten Verblechung	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Herstellen fehlender Blechhochzüge	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von **2ask**

Weiter

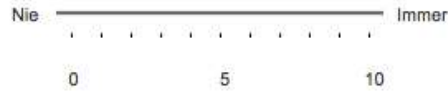
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

55%

10. Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung die Kastenfenster von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Kastenfenster eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Kastenfenstern sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Instandsetzung einzelner Kastenfensterbauteile	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Erneuerung einzelner Kastenfensterbauteile	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung des Fensterstocks	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Erneuerung des Fensterstocks	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung von Fensterbankabdichtungen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Ausbau alter, Einbau neuer Kastenfenster	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask' **2ask**

Weiter

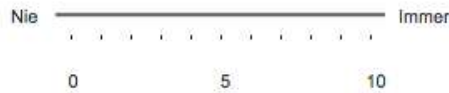
Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

60%

11. Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung das Mauerwerk von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent des Mauerwerks eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigtem Mauerwerk sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Instandsetzung von Mauerwerk aufgrund Gebäudesetzungen/-hebungen	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Schalenrissen aufgrund Feuchte- und Temperaturwechsel	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Rissen aufgrund von Deckendurchbiegung	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Rissen aufgrund lotrechter Längenänderungen (Normalspannungen)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Rissen aufgrund horizontaler Längenänderungen (Differenz Decke-Mauerwerk)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Zugrissen in Fensterbrüstungen (Druckbeanspruchung neben den Fenster)	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Entfeuchtung des Mauerwerkes	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Entsalzung des Mauerwerkes	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Teilweise Erneuerung des Mauerwerks	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von **2ask**

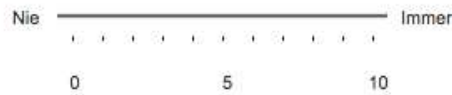
Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 65%

12. Wie häufig sind nach Ihrer Einschätzung Balkon- und Erkerkonstruktionen von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Balkon- und Erkerfläche eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Balkon und Erkerkonstruktionen sind folgende Maßnahmen notwendig?

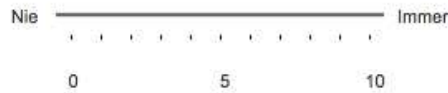
		keine Angabe
Maßnahmen zur Herstellung ausreichender Standsicherheit des Balkons	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Abbruch und Neubau des Balkons aufgrund gefährdeter Standsicherheit	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen zur Herstellung ausreichender Standsicherheit des Erkers	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Abbruch und Neubau des Erkers aufgrund gefährdeter Standsicherheit	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Sanierung von Rissen und Abplatzungen	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Maßnahmen für das sichere Ableiten von Regenwasser (nachträgliches Gefälle, Tropfnasen, Rinnen, etc.)	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Beheben innenseitiger Schimmelbildung aufgrund von Wärmebrücken	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at
 Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

70%

13. **Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung die Dacheindeckung von Gründerzeithäusern undicht oder beschädigt? ***



Wie viel Prozent der Dacheindeckung eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigter Dacheindeckung sind folgende Maßnahmen notwendig?

			keine Angabe
Austausch von Dachziegeln	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung mangelhafter konstruktiver Anschlüsse	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/>	von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask' **2ask**

Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden

75%

14. Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung der Dachstuhl von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent des Dachstuhls eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigtem Dachstuhl sind folgende Maßnahmen notwendig?

		keine Angabe
Instandsetzung des Dachstuhls aufgrund von Pilzschäden	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung des Dachstuhls aufgrund von Insektenbefall	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung des Dachstuhls aufgrund von durchfeuchteten Holzbauteile (Fäule)	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung von Schwellbalken	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung einzelner Sparrenfüße	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung einzelner Sparren	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung Fußpfetten	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung einzelner Aufschieblinge	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Instandsetzung der Auswechselungen/Wechselbalken am Schornstein	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Abriss und Neubau des Dachstuhls	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	in <input type="text"/> von 10 Fällen	<input type="radio"/>

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask' **2ask**

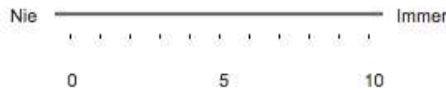
Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at

Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 80%

15. Wie häufig ist nach Ihrer Einschätzung der Schornstein von Gründerzeithäusern beschädigt? *



Wie viel Prozent der Schornsteinfläche eines Gründerzeithauses sind durchschnittlich betroffen?

- 0-10%
- 10-20%
- 20-30%
- 30-40%
- 40-50%
- >50%

In wie vielen von 10 Gründerzeithäusern mit beschädigten Schornsteinen sind folgende Maßnahmen notwendig?

Maßnahmen	in	von 10 Fällen	keine Angabe
Maßnahmen aufgrund Versottung	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>
Rissanierungen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>
Sanierung von Abplatzungen	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>
Weitere Maßnahmen: <input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="radio"/>

Zurück
Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'
Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at
 Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 85%

16. Wie viel Prozent aller städtischen Gründerzeithäuser weisen nach Ihrer Einschätzung keinen der in der Umfrage genannten Schäden auf? *

%

Zurück
Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'
Weiter

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at
 Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 90%

17. Wie viel Berufserfahrung haben Sie in der Sanierung von Gründerzeitgebäuden? *

 Jahre

[Zurück](#) [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** [Weiter](#)

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at
Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

Umfrage zur Häufigkeit von Bauteilschäden an städtischen Gründerzeitgebäuden 95%

18. Vielen Dank für die Unterstützung unserer Forschung. Wenn Sie gerne die Umfrageergebnisse digital zugesendet haben möchten, dann schreiben Sie Ihre E-Mail Adresse in das Textfeld:

[Zurück](#) [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** [Absenden](#)

Veranstalter der Umfrage: Technische Universität Graz, Lessingstraße 25/II, 8010 Graz, Österreich, fabian.scherer@student.tugraz.at
Diese Umfrage wird von [2ask](#) im Rahmen des Förderprogramms für [Forschung & Lehre](#) unterstützt.

A.2 Umfrage zu Instandsetzungs- und Sanierungspreisen

Expertenbefragung zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von Gründerzeitbauten

Seite 1/17



Umfrage zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von städtischen Gründerzeitbauten

Im Rahmen der Forschungsarbeit der Technischen Universität Graz bitten wir Sie um Ihre Facheinschätzung zu den Preisen typischer Instandsetzungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen von Gründerzeitgebäuden im städtischen Raum (erbaut zwischen 1850-1918).

Anhand der ermittelten Daten soll eine Aussage über die durchschnittlichen Preise von Sanierungsmaßnahmen an einzelnen Bauteilen getroffen werden.

Im Bewusstsein, dass je nach Schadensausmaß unterschiedliche Instandsetzungsmethoden zur Ausführung kommen, bitten wir Sie um die Angabe von Preisspannen. Zu diesen Preisspannen besteht jeweils im Anschluss die Möglichkeit die Preisangaben kurz zu erläutern (Abhängigkeiten der Preisspannen, etc.).

Die Beantwortung der Fragen sollte nicht länger als 15 Minuten in Anspruch nehmen und geschieht anonym und diskret.

Gern lassen wir Ihnen nach der Auswertung die Ergebnisse unserer Forschung zukommen.

Vielen Dank für Ihre Mithilfe!
Das Institut für Baubetrieb und Bauwirtschaft - TU Graz



Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von 2ask

Weiter

Expertenbefragung zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von Gründerzeitbauten

Seite 2/17

6%

1. **Bitte nennen Sie den Tätigkeitsbereich Ihres Unternehmens ***
Mehrfachauswahl möglich



- Installateur
- Dachdecker
- Holzbau / Zimmerer / Baumeister Holzbau / Holzsanierung
- Mauerwerksbau / Maurer / Baumeister Massivbau / Mauerwerkssanierung
- Bauwerksabdichter
- Spengler
- Tischler
- Stuckateur / Fassadenbauer
- Schimmel- und Schädlingsbekämpfer
- Schlosser
- Maler

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask' **2ask**

Weiter



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an Kelleraußenwänden

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

2. **Freigraben des Kellermauerwerkes bis 2,5 m Tiefe. Breite des Grabens 0,6 - 0,8 m. Abbrechen von Asphalt. Abschliessendes Auffüllen des Grabens mit geeignetem Material. Wiederherstellung der Asphaltschicht.**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

3. **Einbau einer nachträglichen horizontalen Abdichtung / Horizontalsperre**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Mauersägeverfahren - Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Mauersägeverfahren - Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Chromstahlblechverfahren - Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Chromstahlblechverfahren - Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Injektion - Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Injektion - Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Andere - Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Andere - Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

4. **Einbau einer nachträglichen vertikalen Abdichtung**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Außenabdichtung - Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Außenabdichtung - Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Innenabdichtung - Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Innenabdichtung - Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Flächige Bauteilinjektion - Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Flächige Bauteilinjektion - Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Schleierabdichtung - Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Schleierabdichtung - Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

5. Entsalzung des Mauerwerks
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Abbürsten/Abkratzen - Preis von: €/m²
 Abbürsten/Abkratzen - Preis bis: €/m²
 Kompressen/Opferputz - Preis von: €/m²
 Kompressen/Opferputz - Preis bis: €/m²
 Calciumsilikatplatten - Preis von: €/m²
 Calciumsilikatplatten - Preis bis: €/m²
 Sanierputzsystem - Preis von: €/m²
 Sanierputzsystem - Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung:

6. Entfeuchtung / Trocknung des Mauerwerks (Heizstabtechnik)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung:

7. Erneuerung bzw. Verlegung einer Drainage
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/l/m
 Preis bis: €/l/m
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung:

8. Instandsetzung der Kellerlichtschächte
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
 Preis bis: €/Stk.
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung:

9. Austausch der Kellerfenster
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
 Preis bis: €/Stk.
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung:

10. Rissanierung durch Auskappen der Rissflanken und Einbringen geeigneter Fugenmasse
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lm
Preis bis: €/lm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

11. Rissanierung mittels Verpressen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lm
Preis bis: €/lm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

12. Erneuern von Rohrleitungen im Wandquerschnitt. Inklusive Aufbruch bis zu defekter Leitung und Wiederverschließen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lm
Preis bis: €/lm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

13. Pilzbeseitigung an vertikalen Flächen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen von Kellerböden

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

14. Einbau einer nachträglichen Kellerbodenabdichtung

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

15. Pilzbeseitigung an horizontalen Flächen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

16. Ziegelpflaster herstellen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

17. Betonboden erstellen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.


Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

18. Estrichboden erstellen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von  2ask

Weiter

Expertenbefragung zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von Gründerzeitbauten

Seite 5/17  24%



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen von Keller- bzw. Kappendecken

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

19. Rissanierung durch Auskappen der Rissflanken und Einbringen geeigneter Fugenmasse

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

20. Rissanierung mittels Verpressen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

21. Instandsetzung korrodierter Stahlträgern zwischen den Kappen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

22. Konstruktive Verstärkung von Stahlträgern zwischen den Kappen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

23. Abbruch Kappendecke und Neubau Stahlbetondecke

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

24. Maßnahmen zur Aufnahme des Horizontalschubes der Kappendecke

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

25. Auskratzen und Erneuerung der Mörtelfugen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von **2ask**

Weiter



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen von Regelgeschossdecken (Holzbalkendecken)

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

26. Beseitigung von Pilzschäden und Erneuerung des befallenen Bereiches

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

27. Beseitigung von Insektenbefall und Erneuerung des befallenen Bereiches

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

28. Wechsel einzelner Balkenköpfe inklusive Instandsetzen des Auflagerbereiches

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

29. Maßnahmen gegen Durchbiegung unterdimensionierter Decken (Aufdoppeln, Anlaschen, Über- oder Unterzug)

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

30. Sanierung von Feuchteschäden unter Nassbereichen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

31. Instandsetzung korrodierter Stahlträgern (Holzbalkendecke mit größeren Spannweiten)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lfm
Preis bis: €/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

32. Abbruch und Neubau Geschossdecke aus Holz
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

33. Abbruch und Neubau Geschoßdecke aus Stahlbeton
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

34. Maßnahmen zur Erhöhung des Schallschutzes
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

35. Maßnahmen zur Erhöhung des Brandschutzes
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen der obersten Geschossdecke (Doppelbaumdecke)

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

36. Beseitigung von Pilzschäden und Erneuerung des befallenen Bereiches

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

37. Beseitigung von Insektenbefall und Erneuerung des befallenen Bereiches

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

38. Sanierung von Feuchteschäden aufgrund eindringendem Wassers durch defekte Dachhaut

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

39. Wechsel einzelner Balkenköpfe

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

40. Herstellen Holz-Beton-Verbunddecke
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

41. Maßnahmen gegen Durchbiegung unterdimensionierter Decken (Gekreuzte Vollgewindeschrauben, Holzwerkstoffplatten, Holzbohlen auf jedem dritten Balken)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

42. Wechsel einzelner Balken
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
 Preis bis: €/Stk.
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

43. Abbruch Dippelbaum- und Neubau Stahlbetondecke
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

44. Abbruch Dippelbaum- und Neubau Holzdecke
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

45. Maßnahmen zur Erhöhung des Schallschutzes
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

46. Maßnahmen zur Erhöhung des Brandschutzes
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

Zurück [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** Weiter

Expertenbefragung zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von Gründerzeitbauten Seite 8/17 41%



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen im Sockelbereich

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

47. Abtrag Altputz
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

48. Auftrag geeigneter Putz für Sockelbereich
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

49. Instandsetzung Sockel aus Naturstein. Ausbau schadhafter Teile und kraftschlüssiger Einbau materialgleicher Steine
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
Preis bis: €/m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

Zurück [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** Weiter





Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an der Putzfassade

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

50. **Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz ohne optische Anforderungen (diffusionsoffen) ohne Anstrich**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

51. **Abtrag Altputz und Erstellung neuer Fassadenputz in Bossen,- Quader- oder Nutenoptik (diffusionsoffen) ohne Anstrich**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

52. **Sanieren putzbedingter Risse**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

53. **Abschlagen schadhafter Teile und kraftschlüssiger Einbau neuer materialgleicher Steine (Backstein)**
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

54. Abschlagen schadhafter Teile und kraftschlüssiger Einbau neuer materialgleicher Steine (Naturstein)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

55. Instandsetzung Regenfallrohre (Zink)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

56. Instandsetzung Regenfallrohre (Kupfer)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

57. Instandsetzung Regenfallrohre (Kunststoff)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

58. Anstrich auf Altputz (diffusionsoffen)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

59. Anstrich auf Neuputz (diffusionsoffen)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Preis bis:	<input type="text"/>	€/l _{fm}
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an Gesimsen und Gestaltungselementen

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

60. Instandsetzung / Erstellen der Verblechung von Fensterverdachungen, Gesimsen, etc.) Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

61. Instandsetzen von Abplatzungen der Fensterverdachungen Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

62. Instandsetzung von Gesims und Fries Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

63. Instandsetzung sonstiger Gestaltungselemente (Konsolen, Ornamente, Säulen, Baluster, etc.) Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input style="width: 100%; height: 40px;" type="text"/>	

64. Herstellen fehlender Tropfnasen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lfm
 Preis bis: €/lfm
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

65. Herstellen fehlender Tropfkantenverblechung
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lfm
 Preis bis: €/lfm
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

66. Instandsetzung bzw. Herstellung fehlender Blechhochzüge
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lfm
 Preis bis: €/lfm
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

Zurück [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** Weiter

Expertenbefragung zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von Gründerzeitbauten Seite 11/17



iBBW
INSTITUT FÜR BAUBETRIEB UND BAUWIRTSCHAFT



TU
Graz

Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an Holzkastenfenstern

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

67. Instandsetzung Holzkastenfenster
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
 Preis bis: €/Stk.
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

68. Instandsetzung / Erneuerung Fensterstock
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
Preis bis: €/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

69. Instandsetzung Fensterabdichtung
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
Preis bis: €/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

70. Austausch alter Innenfenster durch Isolierglasfenster
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
Preis bis: €/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

71. Ausbau alter und Einbau neuer Kastenfenster
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
Preis bis: €/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

72. Erneuerung des Fensteranstriches
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
Preis bis: €/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an Außenmauerwerk

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

73. Rissanierung beruhigter Risse

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

74. Rissanierung dynamischer Risse

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

75. Teilweise Erneuerung / Unterfangung des Mauerwerks

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

Zurück

Umfrage erstellt mit Hilfe von 2ask

Weiter



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an Balkon- und Erkerkonstruktionen

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

76. Maßnahmen zur Herstellung ausreichender Standsicherheit von Balkonen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

77. Abbruch und Neubau eines Balkons

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

78. Herstellen von nachträglichem Gefälle an Balkonen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfn
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfn
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

79. Herstellen von nachträglichem Tropfnasen an Balkonen

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfn
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfn
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

80. Entrostung und Anstrich Balkongeländer
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lfm
 Preis bis: €/lfm
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

81. Austausch der Geländerkonstruktion
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/lfm
 Preis bis: €/lfm
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

82. Maßnahmen zur Herstellung ausreichender Standsicherheit von Erkern (Bspw. zusätzliche Verankerung)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/Stk.
 Preis bis: €/Stk.
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

Zurück [Umfrage erstellt mit Hilfe von '2ask'](#) **2ask** Weiter

Expertenbefragung zu den Instandsetzungs- bzw. Sanierungspreisen typischer Bauschäden von Gründerzeitbauten Seite 14/17


INSTITUT FÜR BAUBETRIEB UND BAUWIRTSCHAFT



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an der Dacheindeckung

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

83. Austausch von Dachziegeln
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: €/m²
 Preis bis: €/m²
 Evtl. Anmerkung / Beschreibung

84. Neueindeckung mit Lattentausch
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € m²
Preis bis: € m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

85. Fehlende oder beschädigte Verblechungen bzw. konstruktive Anschlüsse instandsetzen bzw. erstellen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € lfm
Preis bis: € lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

86. Entfernen alter und Anbringen neuer Hängerinnen (Kupfer)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € lfm
Preis bis: € lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

87. Entfernen alter und Anbringen neuer Hängerinnen (Zink)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € lfm
Preis bis: € lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

88. Entfernen alter und Anbringen neuer Hängerinnen (Kunststoff)
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € lfm
Preis bis: € lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an der Dachstuhlkonstruktion

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

89. Beseitigung Pilzbefall an Holzbalken

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

90. Beseitigung Insektenbefall an Holzbalken

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

91. Instandsetzung einzelner Sparrenfüße (zusätzliche Knagge, Schwelle, Bohle, Brettlasche)

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

92. Statische Verstärkung einzelner Holzbalken (Laschen, Brettlamellen)

Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/lfm
Preis bis:	<input type="text"/>	€/lfm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

93. Austausch einzelner Sparren
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € /fm
Preis bis: € /fm
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

94. Instandsetzung einzelner Aufschieblinge
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € /Stk.
Preis bis: € /Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

95. Erneuern der Wechselbalken am Schornstein
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € /Stk.
Preis bis: € /Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung

96. Abriss und Neubau des Dachstuhles
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von: € /m²
Preis bis: € /m²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung



Preise der Sanierungs- bzw. Instandsetzungsmaßnahmen an Schornsteinen

Bitte tragen Sie hier Ihre Preise basierend auf Ihren Erfahrungen aus ähnlichen Projekten bzw. Ihrer Kalkulation für Gründerzeithäuser im städtischen Bereich ein.

97. Stilllegen und Verschließen des Schornsteines *Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.*

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

98. Edelstahlrohr in Schornstein einziehen *Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.*

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

99. Keramikrohr in Schornstein einziehen *Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.*

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

100. Sanierung der Kaminköpfe *Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.*

Preis von:	<input type="text"/>	€/Stk.
Preis bis:	<input type="text"/>	€/Stk.
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

101. Rissanierung und Neuverputzen
Bitte setzen Sie die durchschnittlichen Preise ein und beachten Sie die Einheiten.

Preis von:	<input type="text"/>	€/m ²
Preis bis:	<input type="text"/>	€/m ²
Evtl. Anmerkung / Beschreibung	<input type="text"/>	

Zurück [Umfrage erstellt mit Hilfe von 2ask](#) **2ask** Weiter

Glossar

Glossar	Ein Glossar listet Wörter auf, welche einer gesonderten genauen Erklärung bedürfen. Hierzu zählen zum Beispiel Fremdwörter oder technische Ausdrücke, die nicht im allgemeinen Sprachgebrauch vorkommen und dem Leser nicht geläufig sind.
Arbeitszeitrichtwert	ein von den Tarifpartnern erarbeiteter Vorgabewert für den Akkordlohn. ²⁵⁹
Lisene	
Pilaster	
Gewände	<i>Anschlagskörper um Öffnungen</i> ²⁶⁰
Fries	<i>Streifen zur Abgrenzung, Gliederung oder Dekoration einer Wand- oder Deckenfläche</i> ²⁶¹
Beletage	
Tragkonstruktion	<i>Funktionsteil, welches die Lasten aus dem System und die auf das System einwirkenden Kräfte direkt oder über Halterungen auf den Bauteil überträgt</i> ²⁶²

²⁵⁹ Wormuth/Schneider, <http://www.bauwerk-verlag.de/baulexikon/index.shtml?ARBEITSZEITRICHTWERT.HTM>, am 22.11.2016 um 09:05 Uhr

²⁶⁰ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2206: Mauer- und Versetzarbeiten. ÖNORM. S. 6

²⁶¹ ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2212: Trockenbauarbeiten. ÖNORM. S. 5

²⁶² ÖSTERREICHISCHES NORMUNGSINSTITUT: ÖNORM B 2212: Trockenbauarbeiten. ÖNORM. S. 5

Literaturverzeichnis

(kein Datum). Abgerufen am 17. 06 2017 von <http://www.bswals.at/wrlm/raum/gewoelb/skizz/pkapp.htm>

(kein Datum). Abgerufen am 19. 06 2017 von <http://www.db-bauzeitung.de/db-metamorphose/historische-bautechniken/raeume-ueberspannen/#slider-intro-3>

(kein Datum). Abgerufen am 26. 06 2017 von <https://www.yumpu.com/de/document/view/31829531/kapitel-06-a-decken-denkmalpflege-tu-wien/7>

(kein Datum). Abgerufen am 28. 06 2017 von <http://www.db-bauzeitung.de/wp-content/uploads/3/5/3552814-539x448.jpg>

(kein Datum). Abgerufen am 13. 08 2018 von <http://www.oldenburg-zimmerei.com/Grundbegriffe,Zimmerei/Kopfband>

(kein Datum). Abgerufen am 01. 04 2017 von <http://www.2ask.at/>

(kein Datum). Abgerufen am 05. 08 2017 von <https://ohformidable.wordpress.com/tag/graz/>

(kein Datum). Abgerufen am 16. 07 2017 von <https://www.wko.at/service/wirtschaftsrecht-gewerberecht/Denkmalschutz.html>

(kein Datum). Abgerufen am 12. 08 2017 von <http://derstandard.at/1256745709645/Staedte-in-Zahlen-2009-Ballungszentren-wachsen>

(kein Datum). Abgerufen am 12. 08 2017 von <http://www.tagesspiegel.de/politik/bevoelkerungsentwicklung-der-run-auf-die-metropolen/12186496.html>

Abrihan, C. (2013). *Wien - Dekorative Fassadenelemente in der Gründerzeit zwischen 1840 und 1918*. Wien: Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18, Stadtentwicklung und Stadtplanung.

Ahnert, R., & Krause, K. H. (2001). *Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band II. 6. Auflage*. Berlin: Verlag Bauwesen.

Ahnert, R., & Krause, K. (2000). *Typische Baukonstruktionen von 1860 bis 1960. Band I. 6. Auflage*. Berlin: Verlag Bauwesen.

Anonym, T. a. (kein Datum).

Baumann. (kein Datum). Abgerufen am 01. 08 2017 von [http://community.fachwerk.de/index.cfm/ly/1/0/image/a/showPicture/16666\\$.cfm](http://community.fachwerk.de/index.cfm/ly/1/0/image/a/showPicture/16666$.cfm)

Bernard, E., Kruml, M., Kupf, M., & Zimmermann, L. (2014). *Wiener Fenster - Gestaltung und Erhaltung*. Wien: Stadtentwicklung Wien, Magistratsabteilung 18, Stadtentwicklung und Stadtplanung.

- BKI Baukosteninformationszentrum. (2012). *Baukosten Altbau*. Stuttgart: Baukosteninformationszentrum Deutscher Architektenkammern GmbH.
- Breitling, P. (1982). *In der Altstadt leben*. Graz: Leopold Stocker Verlag.
- Bundesdenkmalamt (BDA). (2014). *Standarts der Baudenkmalpflege*. Wien: Selbstverlag.
- Celedin, G., & Resch, W. (2008). *Die Altstadt-Fassade am Beispiel der Stadt Graz*. Graz: Akademische Druck- und Verlagsanstalt.
- Deutsche Bauchemie e. V. (2010). *Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit kunststoffmodifizierten Bitumendickbeschichtungen*. Frankfurt: Selbstverlag.
- Deutsche Bauchemie e. V. (2002). *Richtlinie für die Planung und Ausführung von Abdichtungen von Bauteilen mit mineralischen Dichtungsschlämmen*. Frankfurt am Main: Selbstverlag.
- Deutsches Institut für Normung. (2013). *DIN 4123:2013-04 - Ausschachtungen, Gründungen und Unterfangungen im Bereich bestehender Gebäude*. Berlin: Beuth Verlag GmbH.
- Eichberger, H. (19. April 2017). Bmst. Dipl.-Ing (FH). *Umfrage zur Bausubstanz städtischer Gründerzeitgebäude*. (A. Lindner, Interviewer) Graz.
- Frössel, F. (2001). *Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Frössel, F. (2011). *Mauerwerkstrockenlegung und Kellersanierung*. Berlin: Fraunhofer IRB Verlag.
- Frössel, F. (2008, Band 12). Über die Wirkungsweise von Sanierputzen. *Mauerwerk* (6).
- Gamerith, H. (2017). *45_Einf Ga Typische Bauschäden im Wandel der Zeit*. Dokument aus E-Mail-Verkehr, Graz.
- Gamerith, H. (2001). *Bauschäden*. Skriptum des Institutes für Hoch- und Industriebau der Technischen Universität Graz, Graz.
- Gerhard, S. (2015). *Verwertung innerstädtischer Bestandsbauten*. Masterarbeit an der Technischen Universität Graz, Graz.
- Giebeler, G., Fisch, R., Krause, H., Musso, F., Petzinka, K.-H., & Rudolphi, A. (2008, 1. Auflage). *Atlas Sanierung - Instandhaltung Umbau Ergänzung*. München: Birkhäuser Verlag AG.
- Hofstadler, C. (2014). *Produktivität im Baubetrieb. Bauablaufstörungen und Produktivitätsverluste*. Berlin: Springer Vieweg.
- Holland, H., & Scharnbacher, K. (2006. 7., aktualisierte Auflage). *Grundlagen der Statistik. Datenerfassung und -darstellung, Maßzahlen, Indexzahlen, Zeitreihen*. Wiesbaden: Gabler Verlag.

- Janssen, J. (2005). *Verfahren zur technischen Bewertung von Altbauten*. Dissertation, Dorsten.
- Klein, W. (1994). *Schäden an Fenstern*. Stuttgart: IRB Verlag.
- Lath, C. (1999). *Rohbaukonstruktionen der Gründerzeit*. Diplomarbeit, Graz.
- Lißner, K., & Rug, W. (2008). Ertüchtigung von historischen Holzbalkendecken. In H. Venzmer (Hrsg.), *Altbausanierung 3 - Bauphysik und Bausanierung* (Bd. 1. Auflage, S. 137 - 152). Heringdorf/Usedom: Fraunhofer IRB Verlag.
- Lißner, K., & Rug, W. (2000). *Holzbausanierung: Grundlagen und Praxis der sicheren Ausführung*. Berlin; Heidelberg: Springer-Verlag.
- Maier, J. (2012). *Handbuch Historisches Mauerwerk, 2. Auflage*. Erlangen: Springer Vieweg Verlag.
- Meisel, A. (2017). *Dachgeschossausbau in der Grazer Altstadt. "Zahlt es sich denn wirklich aus?"*. Graz: Technische Universität Graz.
- Meisel, A. (2009). *Historische Dachstühle*. Diplomarbeit, Graz.
- Mönck, W., & Erler, K. (2004). *Schäden an Holzkonstruktionen - Analyse und Behebung. 4., stark bearbeitete Auflage*. Berlin: Huss-Medien gmbH.
- Moschig, G. F. (2010. 3., überarbeitete und ergänzte Auflage). *Bausanierung, Grundlagen - Planung - Durchführung*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.
- Nodoushani, M. (2004). *Handbuch Gründungsschäden. Erkennen und Instandsetzen*. Basel, Boston, Berlin: Birkhäuser Verlag.
- Ortner, J. (2014). *Instandsetzungshandbuch für historische Dachwerke und deren Verbindungen*. Graz: Technische Universität Graz.
- Österreichisches Institut für Bautechnik. (2015). *OIB-330.2-011/15: OIB-Richtlinie 2 - Brandschutz*. Wien: Selbstverlag.
- Österreichisches Institut für Bautechnik. (2015). *OIB-330-014/15: OIB-Richtlinien - Begriffsbestimmungen*. Wien: Selbstverlag.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2015). *ÖNORM B 2206: Mauer- und Versetzarbeiten*. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2014). *ÖNORM B 2212: Trockenbauarbeiten*. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2017). *ÖNORM B 3355: Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk*. Wien: Austrian Standarts plus GmbH.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2011). *ÖNORM B 3355-3: Trockenlegung von feuchtem Mauerwerk. Teil 3: Flankierende Maßnahmen*. Wien: Austrian Standarts plus GmbH.

- Österreichisches Normungsinstitut. (2015). *ÖNORM B 3802-4: Holzschutz im Bauwesen. Teil 4: Bekämpfungs- und Sanierungsmaßnahmen gegen Pilz- und Insektenbefall*. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2006). *ÖNORM B 8115-2: Schallschutz und Raumakustik im Hochbau. Teil 2: Anforderungen an den Schallschutz*. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2010). *ÖNORM EN 13306: Instandhaltung - Begriffe der Instandhaltung*. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Österreichisches Normungsinstitut. (2016). *ÖNORM EN 13914-1: Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen. Teil 1: Außenputz*. Wien: Austrian Standards plus GmbH.
- Pirstinger, I. (2014). *Gründerzeitstadt 2.1 - Die Nachverdichtung von Gründerzeitquartieren - ein Modell zur inneren Stadterweiterung*. Graz: Verlag der Technischen Universität Graz.
- Platzer, D. (2014). *Bestandserfassung und Instandsetzung historischer Holzdecken unter besonderer Betrachtung der Dippelbaumdecke*. Masterarbeit, Graz.
- Riccabona, C., & Mezera, K. (2008). *Baukonstruktionslehre 1 - Rohbauarbeiten. 8. Auflage*. Wien: MANZ'sche Verlags- und Universitätsbuchhandlung GmbH.
- Riccabona, C., & Mezera, K. (2012). *Baukonstruktionslehre 5 - Sanierung, Fertigteiltbau und Fassaden, Industriehallen. 7. Auflage*. Wien: Manz Verlag Schulbuch GmbH.
- Sachverständigen Landesverband Steiermark und Kärnten. (2006. 3. Auflage). *Nutzungsdauerkatalog*. Graz.
- Schmitz, H., Krings, E., Dahlhaus, U. J., & Meisel, U. (2015). *Baukosten - Instandsetzung, Sanierung, Modernisierung, Umnutzung*. Essen: Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen.
- Schuhmacher, R. (2005). Schäden an Balkonen und Terrassen - Feuchtigkeitsschäden und verminderte Tragfähigkeit. In G. Zimmermann, & R. Schuhmacher (Hrsg.), *Bauschadensfälle, Band 7*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.
- Schulz, J. (2012. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage). *Architektur der Bauschäden*. Berlin: Vieweg+Teubner Verlag.
- Stahr, M. (2015). *Bausanierung - Erkennen und Beheben von Bauschäden. 6. Auflage*. Leipzig: Springer Vieweg Verlag.
- Steinbrecher, M. (2011, Heft 6). Sanierung historischer Fassaden. *Mauerwerk - Zeitschrift für Technik und Architektur* (15).

Unbekannt. (kein Datum). Abgerufen am 25. 07 2017 von http://test.martrl.at/downloads/Fachbegriffe_in_der_Architektur_.pdf

Verfasser der Arbeit. (kein Datum).

Weber, J., & Hafkesbrink, V. (2012). *Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung*. Leipzig: Springer Vieweg Verlag.

Weller, B., Fahrion, M.-S., & Jakubetz, S. (2012). *Denkmal und Energie, 1. Auflage*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner Verlag.

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (2004). *Merkblatt 1-2-05/D - Der echte Hausschwamm - Erkennung, Lebensbedingungen, bekämpfende chemische Maßnahmen, Leistungsverzeichnis*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (2014). *Merkblatt 2-4 - Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (2003). *Merkblatt 3-13-01/D - Zerstörungsfreies Entsalzen von Naturstein und anderen porösen Baustoffen mittels Kompressen*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (1998). *Merkblatt 4-3-98/D - Instandsetzung von Mauerwerk Standsicherheit und Tragfähigkeit*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (2014). *Merkblatt 4-6 - Nachträgliches Abdichten erdberührter Bauteile*. Stuttgart: Fraunhofer Verlag.

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. (2014). *Merkblatt 8-14 - Ertüchtigung von Holzbalkendecken nach WTA II: Balkenköpfe in Außenwänden*. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag.

