

The background of the page is a collage of architectural drawings and diagrams. On the left, there is a solid blue vertical bar. The rest of the page is filled with various technical drawings, including floor plans, cross-sections of buildings, and bar charts. Some drawings show a grid of rooms, while others show a single room with a red wall. There are also some decorative elements like green circular icons with a leaf-like pattern.

Norbert Bogusch | Jörg Brandhorst

Sanieren oder Abreißen?

Fraunhofer IRB  Verlag

Norbert Bogusch | Jörg Brandhorst

Sanieren oder Abreißen?

Norbert Bogusch | Jörg Brandhorst

Sanieren oder Abreißen?

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über www.dnb.de abrufbar.

ISBN (Print): 978-3-8167-8805-8

ISBN (E-Book): 978-3-8167-8806-5

Herstellung / Layout / Satz: Gabriele Wicker

Umschlaggestaltung: Martin Kjer

Druck: Beltz Bad Langensalza GmbH, Bad Langensalza

Alle Rechte vorbehalten.

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.

Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN, VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2013

Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB

Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart

Telefon +49 7 11 9 70-25 00

Telefax +49 7 11 9 70-25 08

irb@irb.fraunhofer.de

www.baufachinformation.de

Vorwort

Nach Informationen des Bundesbauministeriums aus dem Jahr 2009 weist Deutschland einen Bestand von rund 18 000 000 Gebäuden auf, deren Wert mit etwa 2 200 Milliarden € zu beziffern ist. Im Laufe einer durchschnittlichen 80jährigen Nutzungszeit bedarf eine Immobilie eines Sanierungsaufwands, der etwa dem 1,2 bis 1,5 fachen ihrer Erstellungskosten entspricht. Demnach werden jährlich rund 35 Milliarden € zur Sanierung von Gebäuden in Deutschland aufgewendet. Anders ausgedrückt bedeutet dies, dass rund 1,5 % des Wertes des gesamten Gebäudebestands jährlich in Sanierung und Instandhaltung investiert werden müssen. Das entspricht mehr als der Hälfte der gesamten Bauleistungen pro Jahr in Deutschland, ein volkswirtschaftlich beträchtliches Volumen.

Besonders betroffen hiervon ist der Gebäudebestand aus der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg bis zum Ende der 70er Jahre. In der Nachkriegszeit ging es zunächst darum, Wohnraum zu schaffen. Quantität stand im Vordergrund, nicht Qualität.

Es liegt heute also ein beträchtlicher Sanierungsbedarf vor, die Tendenz ist deutlich steigend. Die Autoren wollen all denen einen Ratgeber an die Hand geben, die sich mit der Frage der Sanierung oder des Abreißens ihrer Immobilie zu befassen haben. Es werden Ursachen beschrieben, warum Sanierungsbedarf zunächst entsteht und welche Fragen hinsichtlich einer Sanierungsmaßnahme zu berücksichtigen sind. Sollte eine Sanierung nicht infrage kommen, so bleibt nur noch der Abriss der Bebauung bzw. die Freilegung des Grundstücks. Dabei tauchen gänzlich neue Probleme auf. Wohin mit dem Bauschutt? Was ist hinsichtlich der verbauten Schadstoffe zu beachten? Ist eine Sanierung dann doch nicht besser?

Der Themenkreis dieses Buches konzentriert sich primär auf die technischen Aspekte. Darüber hinaus werden Methoden der Immobilienwertermittlung und Entscheidungskriterien hinsichtlich der Frage Sanierung oder Abriss beleuchtet. So soll der Leser einen umfassenden Einblick in die Gesamtproblematik bekommen und die Fragen erkennen, die bei der Entscheidungsfindung Sanieren, wie und in welchem Umfang, oder Abreißen regelmäßig einer Klärung bedürfen. Des Weiteren werden Hinweise zu Kosten aufgeführt und wirtschaftliche Aspekte erörtert. Bei aller Sorgfalt, mit der dieses Buch verfasst wurde, so erhebt es nicht den Anspruch allumfassend zu sein. Auch ersetzt es nicht die Einschaltung entsprechender Fachingenieure. Die hier in Rede stehende Thematik ist derart komplex, dass es ohne eine objektbezogene Detailklärung durch Fachingenieure nicht geht.

Anmerkungen der Autoren

Die einzelnen Kapitel sind nach Kompetenzbereichen von jeweils einem Autor verfasst worden. Norbert Bogusch ist Verfasser der Kapitel 3.5; 3.9; 4.1; 4.4; 7; 8 und 10. Verfasser der Kapitel 1; 2; 3.1; 3.2; 3.4; 3.6, 3.7; 3.8; 4.2; 4.3; 4.5; 5; 9 und 11 ist Jörg Brandhorst. Die Kapitel 3.3; 3.6; 6 und 12 entstanden gemeinschaftlich.

Selbstverständlich sind beide Autoren zusätzlich für den gesamten vermittelten Inhalt verantwortlich, da die Ausführung aus einer gemeinschaftlichen Konzeption entstanden ist.

Inhalt

1	<i>Einführung</i>	13
1.1	Baubestand in Deutschland	16
1.2	Neubauten	17
1.3	Altbauten	18
1.4	Fertighäuser	18
1.5	Strukturwandel	19
2	<i>Baustandards jeweiliger Baujahrenzonen</i>	21
2.1	Bauweise und verwendete Materialien der Außenwände	21
2.1.1	Gebäude bis etwa 1918 in Ziegelbauweise	22
2.1.2	Gebäude bis etwa 1918 mit Natursteinmauerwerk	23
2.1.3	Gebäude bis etwa 1918 in mehrschaliger Massivbauweise	24
2.1.4	Gebäude bis etwa 1918 in Holzbauweise	25
2.1.5	Gebäude bis etwa 1948 in Massivbauweise	26
2.1.6	Gebäude von etwa 1949 bis etwa 1957 in Massivbauweise	27
2.1.7	Gebäude von etwa 1949 bis etwa 1968 in Massivbauweise	28
2.1.8	Gebäude von etwa 1958 bis etwa 1968 in Massivbauweise	29
2.1.9	Gebäude von etwa 1949 bis etwa 1978 in Massivbauweise	30
2.1.10	Gebäude bis etwa 1957 in mehrschaliger Massivbauweise	31
2.1.11	Gebäude von etwa 1958 bis 1968 in mehrschaliger Massivbauweise	32
2.1.12	Gebäude von 1958 bis etwa 1968 in mehrschaliger Massivbauweise	33
2.1.13	Gebäude von 1958 bis etwa 1968 in einschaliger Massivbauweise	34
2.1.14	Gebäude von 1958 bis 1978 in mehrschaliger Massivbauweise	35
2.1.15	Gebäude von etwa 1969 bis etwa 1978 in einschaliger Massivbauweise mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade	36
2.1.16	Gebäude von etwa 1969 bis etwa 1978 in einschaliger Massivbauweise mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade	37
2.1.17	Gebäude von etwa 1969 bis etwa 1978 in einschaliger Massivbauweise	38
2.2	Objektarten	39
2.2.1	Einfamilienhäuser	39
2.2.2	Zweifamilienhäuser	39
2.2.3	Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnanlagen	39
2.3	Regionale Unterschiede und Besonderheiten	40

3	<i>Belastungen der Bauwerke</i>	47
3.1	Schadstoffe in den Bestandsgebäuden	47
3.1.1	Fragestellungen bei der Betrachtung von Bestandsgebäuden	48
3.1.1.1	Was gilt als Innenraum?	48
3.1.1.2	Welche Schadstoffe können wo vorhanden sein	49
3.1.1.3	Welche Stoffe sind wo eingebaut worden?	49
3.2	Mikrobielle Belastung (Schimmelpilze, Bakterien)	51
3.3	Asbest	58
3.3.1	Vorkommen von Asbest	58
3.3.1.1	Fassaden- und Dach(-well-)platten	61
3.3.1.2	Balkonverkleidungen	62
3.3.1.3	Fensterbänke	63
3.3.1.4	Nachtspeicheröfen	63
3.3.1.5	Lüftungsanlagen	64
3.3.1.6	Dicht- und Dämmplatten	64
3.3.1.7	Dichtschnüre	65
3.3.1.8	Spritzbeschichtungen	65
3.4	Sonstige Schadstoffe	66
3.4.1	Künstliche Mineralfasern (KMF)	66
3.4.2	Formaldehyd	69
3.4.3	Lindan	71
3.4.4	PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)	74
3.4.5	PCB (Polychlorierte Biphenyle)	77
3.4.6	PCP (Pentachlorphenol)	79
3.4.7	Floor-Flex-Platten, Cushion-Vinyl-Bahnenware	82
3.4.8	Chlornaphthalin (Polychlorierte Naphthaline) (PCN)	82
3.5	Holzschädlinge	83
3.5.1	Holzerstörende Insekten	84
3.5.1.1	Holzfeuchte und holzschädigende Käfer	84
3.5.1.2	Hausbock (<i>Hylotrupes bajulus</i>)	85
3.5.1.3	Gemeiner Nagekäfer (<i>Anobium punctatum</i>)	86
3.5.1.4	Holzwespe (lat. <i>Sirex juvencus</i>)	88
3.5.1.5	Trotzkopf (<i>Colostethus pertinax</i>)	89
3.5.1.6	Bunter (gescheckter) Nagekäfer (<i>Xestobium refovillosum</i>)	89
3.5.2	Untersuchungsmethoden bei Insektenbefall	90
3.5.3	Sanierungsverfahren bei Insektenbefall	92
3.5.4	Holzerstörende Pilze	94
3.5.4.1	Blaufäule	95
3.5.4.2	Moderfäule	95
3.5.4.3	Weißfäule	96
3.5.4.4	Braunfäule	97
3.5.5	Bekämpfung der Holzpilze	102

3.6	Salze in mineralischen Baustoffen _____	112
3.6.1	Von wo werden die Salze meistens eingetragen? _____	116
3.6.2	Sanierungsmaßnahmen _____	118
3.6.2.1	Maßnahmen zur Entsalzung der Bauteile _____	121
3.7	Salze und Metalle _____	122
3.8	Salze und Holz _____	125
3.9	Betonschäden _____	125
3.9.1	Ursachen für Betonschäden _____	125
3.9.2	Untersuchung der Schadensursachen von Betonschäden _____	128
3.9.3	Sanierung von Betonschäden _____	129
4	<i>Schadensfälle und ihre Bedeutung</i> _____	131
4.1	Setzungsschäden, Risse _____	131
4.1.1	Grundsätzliches zu Rissen _____	131
4.1.1.1	Zulässige Rissbreiten im Beton gemäß DIN 1045 _____	132
4.1.2	Setzrisse _____	132
4.1.2.1	Typische Ursachen für Setzrisse _____	133
4.1.3	Sonstige Rissursachen _____	136
4.1.3.1	Vertikale Verformung von tragenden Bauteilen _____	136
4.1.3.2	Horizontale Verformungen _____	136
4.1.3.3	Durchbiegung der Decken bei nichttragenden Wänden _____	136
4.1.3.4	Schwindrisse _____	137
4.1.3.5	Risse im Holz _____	137
4.1.3.6	Kriechvorgänge _____	138
4.1.3.7	Thermische Rissursachen _____	138
4.1.3.8	Erschütterungen _____	139
4.1.4	Beispiele gravierender Risssschäden _____	139
4.1.4.1	Setzungsschaden _____	139
4.1.4.2	Deckendurchbiegung _____	143
4.1.4.3	Baugrundunterspülung _____	146
4.1.4.4	Bewegungen in der Baukonstruktion _____	154
4.2	Schadensbereich Keller _____	155
4.2.1	Aufsteigende Feuchtigkeit _____	155
4.2.2	Durchdringende Feuchtigkeit _____	158
4.2.3	Kellernutzung und Kellerlüftung _____	160
4.2.3.1	Sommerkondensat _____	160
4.2.3.2	Sonstige Nutzung _____	166
4.2.4	Korrosion _____	170
4.2.5	Holzschädigung _____	172

4.3	Schadensbereich Balkone	174
4.3.1	Holzbalkone	174
4.3.2	Betonbalkone	178
4.3.3	Balkone und Balkonanschlüsse	182
4.4	Schadensbereich Dächer	183
4.4.1	Grundsätzliches zu Dachkonstruktionen	183
4.4.2	Flachdächer	184
4.4.3	Steildächer	190
4.4.3.1	Dacheindeckungen, Ziegeldächer	190
4.4.3.2	Unterspannbahnen	192
4.4.3.3	Dachstühle	195
4.4.3.4	Wärmedämmungen	198
4.4.3.5	Rinnen und Fallrohre	199
4.4.4	Balkone und Dachterrassen	204
4.5	Schadensbereich Wände	205
5	<i>Messverfahren und ihre Anwendung</i>	209
5.1	Feuchte- und Temperaturmessungen	209
5.1.1	Widerstandsmessverfahren	210
5.1.2	Kapazitive Feuchtemessung und Mikrowellenmessung für zerstörungsfreies Messen	212
5.1.3	Messen von Luftfeuchte (und Temperatur) unter Verwendung moderner Luftfeuchtemessgeräte	214
5.1.4	Langzeitmessungen über Datenlogger	214
5.2	Sonstige Messverfahren	217
5.2.1	Messen von Luftundichtigkeiten mittels Blower-Door-Verfahren	217
5.2.2	Thermografie	219
5.2.3	Schall- und Akustikmessungen	220
5.2.4	Risse im Putz oder Mauerwerk	220
5.2.5	Messung von Radioaktivität und elektrischen Feldern	221
5.2.6	Schadstoff-Raumluftmessung	221
5.2.7	Wasseruntersuchungen	225
5.2.8	Materialuntersuchungen	226
6	<i>Abrissverfahren</i>	229
6.1	Grundsätzliche Probleme bei Abrissvorhaben	229
6.2	Gesetzliche Grundlagen	230
6.2.1	Technische Anleitung Siedlungsabfall, TASI	231
6.2.2	Abfallablagerungsverordnung (AbfAbLV)	231
6.2.3	Europäisches Chemikaliengesetz (REACH)	232
6.3	Technische Abrissmethoden	232
6.3.1	Selektiver Gebäuderückbau	232

6.4	Entsorgung des Bauschutts	236
6.4.1	Abfall, Entsorgung, Deponierung, Weiterbehandlung	236
6.4.2	Schadstoffe aus Baustoffen	238
6.4.3	Gefährliche Bau- und Abbruchabfälle	238
6.4.4	Altholzverordnung	239
6.4.5	Weitere problematische Abfälle	241
6.4.5.1	Polyurethan	241
6.4.5.2	Polyethylen	242
6.4.5.3	Polystyrol und PVC	242
6.4.5.4	Künstliche Mineralfasern (KMF)	243
6.4.5.5	Dachpappen mit Teeranteilen	244
6.4.5.6	Sonstige Stoffe	244
6.4.6	Nicht gefährliche Abbruchabfälle	245
6.4.7	Selektiver Gebäuderückbau	245
6.5	Kosten für Abrissverfahren	246
7	<i>Gebäudewertermittlung:</i>	
	<i>Minderwert, Merkantiler Minderwert</i>	249
7.1	Verfahren und Regelwerke	249
7.1.1	Regelwerke	250
7.1.2	Verfahren der Wertermittlung	251
7.1.3	Vergleichswertverfahren	251
7.1.4	Bodenwertermittlung	252
7.1.5	Ertragswertverfahren	252
7.1.6	Sachwert	255
7.1.6.1	Alterswertminderung	257
7.1.6.2	Marktanpassung	258
7.1.7	Verkehrswert	259
7.1.8	Beleihungswert	259
7.1.9	Minderwert	260
7.1.9.1	Der Mangelbegriff	260
7.2	Definition von Schäden	261
7.2.1	Der Umgang mit Mängeln	262
7.2.1.1	Nachzubessernde Mängel	262
7.2.1.2	Hinnehmbare Mängel	262
7.2.1.3	Hinzunehmende Mängel	263
7.2.1.4	Optische Mängel	263
7.2.1.5	Technische Mängel	263
7.2.1.6	Unmöglichkeit der Mängelbeseitigung	264
7.2.2	Ermittlung des Minderwerts	264
7.2.2.1	Nachbesserungskosten	264
7.2.3	Merkantiler Minderwert	266

8	<i>Entscheidungskriterien</i>	271
8.1	Rechtliche Aspekte	271
8.2	Technische Aspekte	272
8.3	Wirtschaftliche Aspekte	272
8.3.1	§ 8 Ermittlung des Verkehrswerts	272
8.3.2	Verfahrensgrundsätze	273
8.3.3	Gesamtnutzungsdauer von Gebäuden	273
8.3.4	Der Einfluss von Sanierungsmaßnahmen auf den Reinertrag	275
8.3.5	Berücksichtigung eines (erheblichen) Instandsetzungsstaus im Ertragswertverfahren	276
8.3.6	Verlängerung der Restnutzungsdauer durch Modernisierungen	278
8.3.7	Besonderheiten bei der Durchführung des Sachwertverfahrens	278
8.4	Beispiel Wertermittlung	279
9	<i>Aspekte der Sanierung von Bestandsgebäuden</i>	285
9.1	Sanierung der Gebäudehülle	286
9.2	Sanierung der Decken und Innenwände	291
9.3	Sanierung der Haustechnik	293
10	<i>Regelwerke</i>	299
10.1	Die Bedeutung von Regelwerken	299
10.2	DIN-Normen	299
10.3	Bauaufsichtlich eingeführte DIN-Normen	301
10.4	Eurocodes	301
10.5	Verordnungen	302
10.6	Richtlinien	302
10.7	Herstellerangaben	302
11	<i>Checklisten</i>	303
11.1	Zustand der Bauteile	305
11.1.1	Oberhalb Erdreich	308
12	<i>Anhang</i>	317
12.1	Liste der einschlägigen Regelwerke mit Kurzfassung der Inhalte	317
12.2	Glossar	321
12.3	Literatur	323
12.4	Quellenangaben	324
	<i>Sachregister</i>	327

1 Einführung

Sanieren oder Abreißen – unter diesem Begriff findet man bei Google eine Unmenge an Einträgen. Es scheint also ein Thema zu sein, was aktuell ist bzw. was Planer und Hausbesitzer/Hausbauer bewegt.

Die beiden Autoren hat dieses Thema ebenfalls insofern bewegt, als sie als Sachverständige für Schäden an Gebäuden bzw. als Wertgutachter (Norbert Bogusch) regelmäßig mit Fragen konfrontiert werden, wie: »Lohnt sich das denn noch?«. Dieses »Lohnt es sich denn noch?« beleuchtet dieses Buch aus unterschiedlichen Perspektiven. Schwerpunkte sind dabei Schadstoffe, Schädlinge und Schäden sowie die Wirtschaftlichkeit in Form der Wertermittlung.

Nach dem 2. Weltkrieg musste viel Bausubstanz neu und teilweise möglichst schnell errichtet werden. Hier ging es weniger um »gute Architektur« als eher um Abhilfe der Notsituationen. Ab den 60er Jahren haben sich dann aus unterschiedlichen Gründen weitere und andere Werte in den Vordergrund geschoben. Durch die Spezialisierung der Bauschaffenden wurde diese Entwicklung begünstigt (z. B. Trennung von Architektur und Städtebau, Statik, Haustechnik, Bauphysik, usw.).

Neue Produkte, die lange halten sollten, kamen auf den Markt. Viele dieser Produkte sind heute ein kleineres oder größeres Problem, wie z. B. Holzschutz- und Flammschutzmittel, Asbest, u. a.

Schulen und Kindergärten mussten neu erstellt werden, was für viele Gemeinden ein zum Teil großer finanzieller Kraftakt bedeutete. So sollten denn diese Objekte dann zumindest auch lange halten.

Leider sind genau diese Produkte, die lange haltbar sind, wie z. B. PCB-Fugenmaterialien, heute ein großes technisches und auch wirtschaftliches Problem, mit dem sich die Städte und Gemeinden auseinandersetzen müssen.

»Bauten ... der 50er und 60er Jahre gelten als hässlich, seelenlos und längst veraltet. Als Anschlag auf das ästhetische Empfinden« [Prof. A. v. Buttlar, TU Berlin in: FAZ vom 25. 5. 2009, Artikel »Nachkriegsarchitektur«]. Zum Glück gilt dies nicht für alle Objekte aus dieser Zeit, auch wenn Alan Posener, Sohn des Architekturhistorikers Julius Posener u. a. dazu schreibt: *»Kölns Innenstadt ist atemberaubend hässlich«* und *»Grundsätzlich aber verdient keine Epoche weniger Rücksicht als die Nachkriegsmoderne, die unbarmherzig mit ihren Vorgängern aufräumte und in deutschen Städten mehr Verwüstungen anrichtete als der Bombenkrieg.«* [Alan Posener in: Die Welt vom 16. 11. 2010, Artikel »Nachkriegsarchitektur steht nicht unter Naturschutz«].

Die Anforderungen an den Bau haben sich in den letzten 30 Jahren stark verändert. Vor allem der Wärmeschutz zeigt gravierende Auswirkungen auf die Vorgaben, Normen und Verordnungen.

Eine Veränderung hat bereits begonnen. Ablesbar ist dies u. a. in der Verteilung der Baukosten. Nach diversen Hochrechnungen unterschiedlicher Institute und Universitäten sowie der derzeitigen Entwicklung im Bauwesen verändern sich die Kosten in den unterschiedlichen Bauteilen und Gewerken.

Bauteil	Kostenverteilung heute	Kostenverteilung zukünftig
Fassade	15 %	30 %
Technische Ausrüstung	20 %	30 %
Handwerklicher Ausbau	20 %	5 %
Komponenten	5 %	15 %
Rohbau	40 %	20 %

Bei der Bestandssanierung sind außerdem die lokalen Auswirkungen der vorhandenen Baustoffe auf die Nutzer des Objektes (Innenraumemissionen, Schadstoffe und deren Auswirkungen wie z. B. Allergien oder das Sick Building Syndrom) zu beachten. Hierzu gibt es bis heute keine komplexen Datenbanken, da i. d. R. nur die Baustoffe, nicht aber deren Schichtungen und Zusammenwirkungen beschrieben werden. Es liegt also im Wissen und der Erfahrung des Planers, diese Anforderungen ebenfalls ausreichend zu berücksichtigen. Was die Sache nicht unbedingt vereinfacht, ist das weitgehende Fehlen von Grenzwerten (siehe Veröffentlichungen des Umweltbundesamtes zu Richtwerten für die Innenraumluft, www.umweltbundesamt.de).

Die Summe aller Wirkungen auf den Körper und die Psyche sowie der jeweilige individuelle Gesundheitszustand können zu einer Krankheit oder zu Symptomen führen. Es sollte deshalb soweit wie irgend möglich eine Reduzierung der Schadstoffe im Innenbereich umbauter Räume angestrebt werden.

Ist eine Sanierung im Bestand aus o. g. oder anderen Gründen nicht sinnvoll, nicht vertretbar, nicht wirtschaftlich, so sollte der Abriss oder der Teilabbriss immer mit in Erwägung gezogen werden.

Der Gebäudebestand in Deutschland betrug Ende 2009 etwas über 18 000 000 Gebäude mit knapp 40 000 000 Wohnungen. Über 80% der Gebäude sind älter als 25 Jahre [Quelle: BM Bau in: Wohnen und Bauen in Zahlen, 7. Auflage, 2012]. Es besteht insgesamt ein großer Sanierungsaufwand und teilweise ein hoher Sanierungstau. Dies ist im Hinblick auf den Zukunftsmarkt und die »Erbschaft« die wir heute den nachfolgenden Generationen hinterlassen weder sinnvoll noch nachhaltig. Die Feststellungen der Soziologen, dass der gesellschaftliche Wandel sich auch im Wohnungsmarkt deutlich bemerkbar gemacht hat, fordert von den Bauschaffenden ein deutliches Umdenken.

Die Anzahl von Klein- und Kleinstfamilien nimmt weiterhin deutlich zu (ILS-Forschung 1/10, Demographischer Wandel in NRW), was bedeutet, dass immer noch und auf absehbare Zeit die Gesamtnachfrage nach Wohnungen zunimmt, auch gegen den demografischen Trend. Die berufliche Mobilität steigt ebenfalls weiter an, so dass Wohnungswechsel »normal« werden. Die Anforderungen der Nutzer an den Schallschutz werden zunehmend größer, die gesetzlichen Auflagen an den Brand-, Wärme- und Feuchteschutz ebenfalls.

In den Vorstellungen der meisten Immobilienbesitzer ist die »Langlebigkeit« immer noch ein wichtiges und vorherrschendes Kriterium. Es wird oft noch eine Nutzungsdauer von 100 Jahren und wenn möglich noch länger unterstellt oder erwartet. Dies führt zu einer Verlangsamung der Marktanpassung – was der aktuellen Entwicklung diametral entgegen steht. Wirtschaftliches Denken im Wohnungsmarkt setzt dagegen zunehmend mehr Flexibilität voraus (ILS-Forschung 1/09, Nachhaltigkeit von Investitionsentscheidungen in der Wohnungswirtschaft NRW).

Was gebraucht wird, sind:

- Bezahlbare Wohnungen, mit denen aber genügend erwirtschaftet werden kann, um die laufend nötigen Anpassungen bezahlen zu können und um den Bestand instand zu halten.
- Schadstofffreie oder zumindest schadstoffarme Innenräume, was bei Bestandsgebäuden nicht immer sichergestellt werden kann. Dies gilt selbstverständlich auch für die Schimmelpilzfreiheit der Wohnungen (Schimmel als Folge von Kondensatbildung in Innenräumen).
- Hoher Schallschutz; dies ist bei Bestandsgebäuden schwer und – wenn überhaupt – nur mit hohem Kosteneinsatz umsetzbar.
- Sichere Wohnungen, was den Brandschutz angeht.
- Der Nachfrage angepasste Wohnungsgrößen und Ausstattungen; optimal wären veränderbare Grundrisse.
- Flexible Antworten der Wohnungswirtschaft auf komplexe Anforderungen.

Ein Teilaspekt dieser Anforderungen ist bei Bestandsgebäuden die Sanierung. Der andere und oft auch wirtschaftlichere Aspekt ist der Abriss alter Bausubstanz und der Ersatz durch moderne Gebäude, die den heutigen Anforderungen entsprechen und ausreichend an die weiteren Änderungen der Gesellschaft angepasst werden.

Zur Entscheidungsfindung wie mit einem älteren Gebäude sinnvoll umgegangen werden kann, ist eine Bestandsanalyse bzw. eine Zustandsbewertung sinnvoll. Meist reicht für die grundsätzliche Entscheidungsfindung eine sogenannte Grobanalyse aus. Diese Inspektion des Objektes stellt den Istzustand fest, meist ohne zerstörende Untersuchungen, und bewertet diesen Zustand. Dabei sollten auch im Hinblick auf die zukünftige Nutzung berücksichtigt werden:

- Ursache der möglichen Schäden
- Ursachen der möglichen Abnutzungen
- Restnutzungsdauer der Bauteile
- Anforderungen an Brand, Schall, Wärme, Feuchte, etc.

- Schadstoffe
- bestehende Abnutzungen der Bauteile.

Aus dieser Zustandsanalyse sind die notwendigen oder möglichen Konsequenzen zu erfassen, die dann in weiteren Schritten mit Kosten hinterlegt werden.

Ist eine Rückführung eines Bauteiles in einen funktionsfähigen Zustand nicht möglich oder zu teuer, sollte das Bauteil abgerissen, ersetzt oder erneuert werden. Ist die Summe der zu erneuernden Bauteile so groß, dass sich eine Sanierung nicht lohnt oder eine Sanierung bzw. Reparatur nicht den gewünschten Zustand (funktions- oder/und nutzungsabhängig) erreicht, sollte das gesamte Objekt neu erstellt werden.

Grundsätzlich sollte gelten: Keine Reparatur, Instandsetzung, Sanierung oder Verbesserung ohne vorherige Bauzustandsanalyse.

Bei der Bestandsanalyse ist neben den o. g. grundsätzlichen Erwägungen auch das Alter des Bauteils zu beachten. Die Nutzungskosten in der Lebenszyklusbetrachtung nehmen mit dem Alter stetig zu. Bei derzeitigen Planungen und Umsetzungen von Baumaßnahmen werden diese Nutzungskosten, die etwa 80% der gesamten Lebenszykluskosten ausmachen, nur selten mit betrachtet, obwohl sie die größte »Kostenstelle« eines Bauobjektes darstellen. Je älter ein Bauteil, desto größer werden die anteiligen Nutzungskosten wegen der verkürzten Lebensdauer und/oder den erweiterten Anforderungen.

1.1 Baubestand in Deutschland

Der Wohnungsbestand und die Neubautätigkeit muss im Zusammenhang mit der demografischen Entwicklung betrachtet werden.

Derzeit muss man davon ausgehen, dass bis zum Jahr 2025 gut 2,9 Mio. Einwohner weniger in Deutschland wohnen werden (trotz Zuwanderung) als die derzeit etwa 82 Mio. [Quelle: Studie des Eduard Pestel Instituts: »Wohnungsmangel in Deutschland? Regionalisierter Wohnungsbedarf bis zum Jahr 2025« vom März 2009].

Andererseits steigt die Zahl der Haushalte ständig an. Daraus ergibt sich letztendlich ein Bedarf an Wohnungen, der momentan nicht gedeckt wird. Laut statistischem Bundesamt gab es 2009 rund 40 000 000 Wohnungen in Deutschland. In den 4 Jahren von 2006 bis 2009 wurden knapp 430 000 Wohnungen gebaut, benötigt wurden jedoch etwa 600 000 bis 800 000 Wohnungen.

In den letzten Jahrzehnten sind relativ wenige Objekte abgerissen worden. Dies liegt in erster Linie an dem noch jungen Wohnungsbestand in Deutschland durch den Nachkriegsaufbau und an der auf die Sanierung fixierten Förderpolitik.

Die Frage, ob die bestehenden Wohnungen – vor allem aus dem Bestand, der bis Mitte der 70er Jahre gebaut wurde – den heutigen Anforderungen und Lebensstilen entsprechen, wird

kaum thematisiert. Auch die Frage der Schadstoffbelastung in den Bestandsgebäuden wird wenig behandelt oder oft negiert oder /und heruntergespielt.

Es ist jedoch – zumindest in der Wohnungswirtschaft, weniger im Privatbereich – ein Umdenken erkennbar: Abriss und Neubau wird zunehmend bevorzugt, da im Bestand sehr oft die Mindestanforderungen an den Wärme-, Feuchte-, Schall- und Brandschutz nur schwer oder /und nur mit hohem finanziellen Einsatz erreichbar sind. Und selbst dann ist die alte Gebäudesubstanz, die eigentlich nicht den heutigen Anforderungen und Lebensstilen entspricht, immer noch vorhanden.

Auch die Wirtschaftlichkeit spricht oftmals eher für Abriss und Neubau, wie noch dargelegt werden wird.

1.2 Neubauten

Die Zahlen der Wohnungsbaugenehmigungen:

Jahr	Anzahl Wohnungsbaugenehmigungen (Zirka-Angaben)
2003	297 000
2004	269 000
2005	240 000
2006	248 000
2007	182 000
2008	175 000
2009	178 000
2010	188 000
2011	225 000
2012	235 000 (geschätzt)

[Quelle: obs/Landesbausparkassen]

Der Bedarf an Wohnungen wurde in den Jahren 2007 bis 2010 nicht gedeckt, die Neubauten in 2011 und 2012 decken den Bedarf ebenfalls noch nicht komplett ab.

1.3 Altbauten

Bundesland	Anzahl Gebäude*	Anzahl Wohnungen*	davon Baualters- klasse Wohnungen 1949 bis 1978*
Baden-Württemberg	2 320 000	4 900 000	2 060 000
Bayern	2 920 000	5 900 000	2 550 000
Berlin	315 000	1 900 000	645 000
Brandenburg	620 000	1 255 000	340 000
Bremen	135 000	350 000	200 000
Hamburg	240 000	880 000	485 000
Hessen	1 320 000	2 820 000	1 350 000
Mecklenburg-Vorpommern	370 000	875 000	280 000
Niedersachsen	2 080 000	3 710 000	1 670 000
Nordrhein-Westfalen	3 670 000	8 420 000	4 290 000
Rheinland-Pfalz	1 130 000	1 910 000	765 000
Saarland	300 000	505 000	230 000
Sachsen	785 000	2 280 000	500 000
Sachsen-Anhalt	570 000	1 275 000	330 000
Schleswig-Holstein	745 000	1 370 000	615 000
Thüringen	520 000	1 140 000	285 000
Deutschland	18 030 000	39 390 000	16 500 000
Stand 2009 [Quelle: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung BMVBS] – * Zirka-Angaben			

Grob geschätzt sollten aus wirtschaftlichen Gründen etwa 25 % bis 30 % des Bestandes von 1949 bis 1978 abgerissen und durch Neubauten ersetzt werden. Gebäude, die vor 1945 errichtet wurden, können oft noch sinnvoll und wirtschaftlich saniert werden. Gerade die damals üblichen hohen Räume lassen eine wirtschaftliche Sanierung und eine moderne Nutzung in der Regel zu.

1.4 Fertighäuser

Fertighäuser wurden verstärkt seit 1950 angeboten und eroberten sich ab etwa 1960 einen achtbaren Anteil am Gesamtneubauvolumen von rund 12 % (1980).

Die Inhaltsstoffe, die bis etwa 1980 beim Bau von Fertighäusern eingesetzt wurden, gelten heute als problematisch. Eine Sanierung der eingebrachten Schadstoffe ist aufwändig und oft teuer. Konstruktive Mängel erschweren den Umgang mit diesen Bestandsgebäuden.

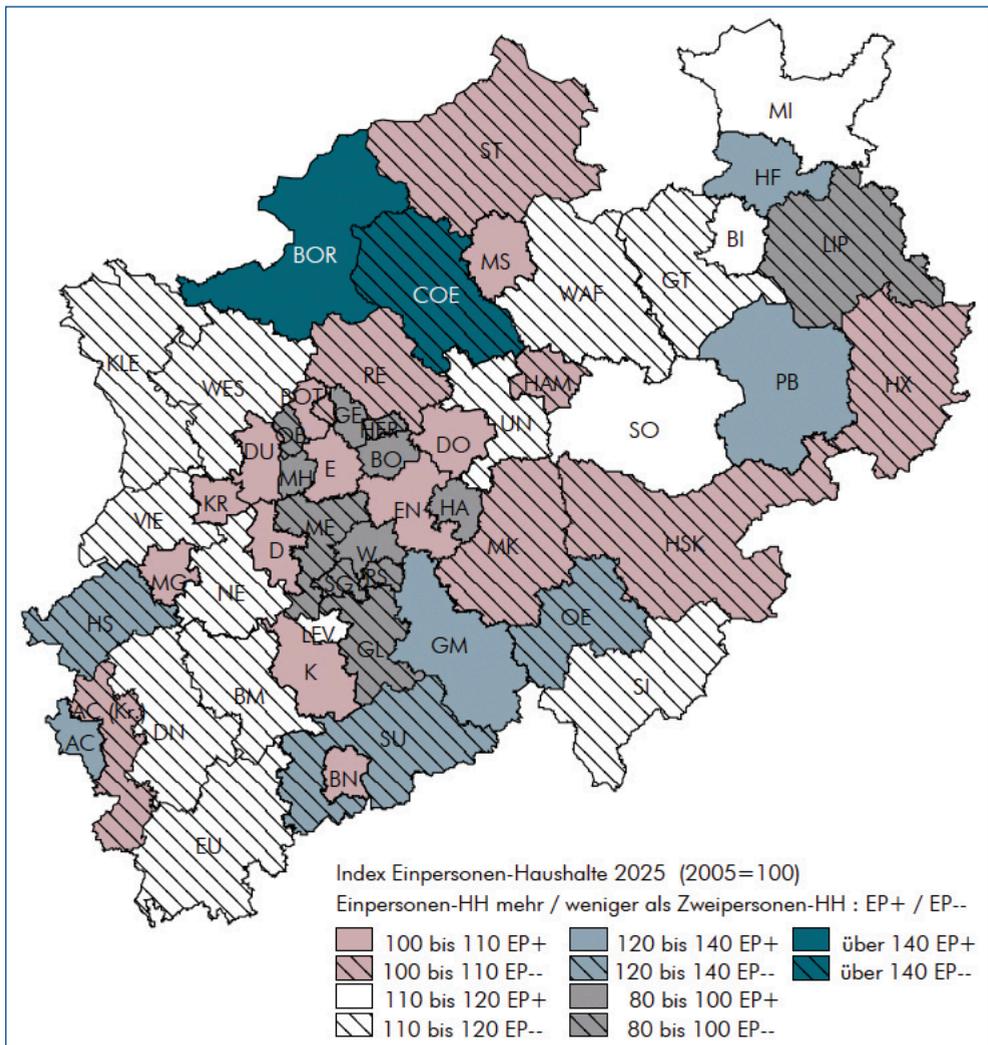
Objekte ab 1980 sind i. d. R. mit deutlich weniger Schadstoffen belastet und auch die konstruktiven Mängel wurden weitgehend entschärft.

Gebäude, die ab den 90er Jahren entstanden, sind i. d. R. weniger mit Schadstoffen belastet.

1.5 Strukturwandel

Der demografische Wandel in der Bundesrepublik hat direkte und indirekte Auswirkungen auf den Baubereich. Die Grafik zeigt die Veränderung der Haushaltsgrößen in NRW (ILS-Forschung 1/10, »Demographischer Wandel in NRW«). Der Trend zum Einpersonenhaushalt wird voraussichtlich auf geschätzte 40% im Jahr 2025 weiter steigen. Als Standortentscheidung der Wohnungssuchenden wird hauptsächlich »Zentral« und »Grün« angegeben. Ein weiteres Kriterium der Standortwahl ist die vorhandene Infrastruktur (aus o.g. Forschungsbericht).

Zuwachsraten der Einpersonen-Haushalte in NRW 2005 bis 2025 und Größenrelation zwischen Ein- und Zweipersonen-Haushalten im Jahr 2025 [Quelle: ILS NRW nach Daten des LDS NRW, Haushaltsprognose 2005 bis 2025]



Die Altersstruktur der Bevölkerung verschiebt sich weiter nach oben. Barrierefreie Erdgeschosswohnungen oder Objekte mit ausreichend großen Fahrstühlen werden zunehmend gefragter sein.

Die Nähe zu vorhandenen Arbeitsplätzen und der absehbare Strukturwandel, Pendlerströme und Ausbau der Verkehrsnetze, all diese und viele weitere Einzelfaktoren führen zu einer Veränderung der Nachfrage an Wohnungen und Häusern und damit auch zu deren Werten.

Im Forschungsbericht der Wüstenrotstiftung »Die Zukunft von Einfamilienhausgebieten« (Wüstenrot Stiftung, Hohenzollernstraße 45, 71630 Ludwigsburg) wurden »Risikoklassen« als Ergebnis der Bilanzierung von Angebot und Nachfrage erstellt.

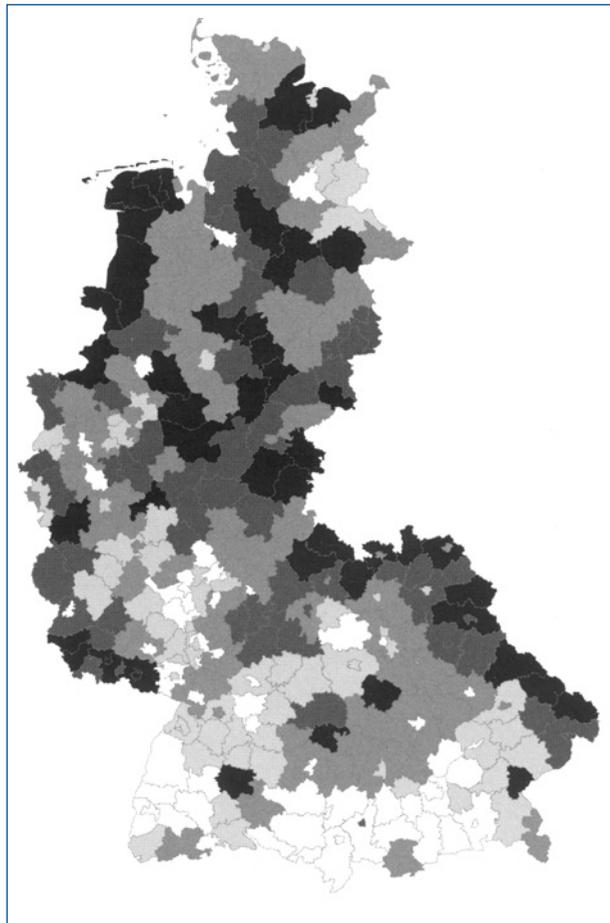
Das »Risiko« aus der Bestandsanalyse des Wohnungsbestandes im Einfamilienhausbereich ergibt sich aus dem Angebot an Objekten im Verhältnis zur Nachfrage sowie den weiter oben genannten Faktoren.

In der nebenstehenden Grafik aus o. g. Forschungsbericht sind Landkreise mit sehr hohem und hohem Risiko schwarz dargestellt, hellgrau sind die Kreise mit moderatem Risiko und weiß die Bereiche mit geringem bis keinem Risiko.

Weitere Informationen sind z. B. beim Institut für Landes- und Stadtentwicklung ILS (www.ils-forschung.de), dem Bundesbauministerium (www.bmvbs.de) sowie den Bauministerien der Bundesländer erhältlich.

An dieser Stelle sei auch auf zwei Veröffentlichungen des ILS verwiesen:

- ILS-Forschung 1/09: »Nachhaltigkeit von Investitionsentscheidungen in der Wohnungswirtschaft NRW«
- ILS-Fallstudienuntersuchung 2008: »Kosten und Nutzen der Siedlungsentwicklung«.



2 Baustandards jeweiliger Baujahrzonen

2.1 Bauweise und verwendete Materialien der Außenwände

In diesem Kapitel sind hauptsächlich die Baujahre erfasst, in denen Probleme im Sinne dieser Abhandlung auftreten oder auftreten können, also typische baualtersbedingte Schäden an oder in den Gebäuden oder größere Mengen Schadstoffe in Gebäuden.

Im Folgenden sind prinzipielle Außenwandaufbauten zusammengestellt, da diese bei der Frage »Abriss oder Sanierung« die entscheidende Rolle spielen. Der reale Wandaufbau kann – regionaltypisch – von den skizzierten Aufbauten abweichen.

Neben den Außenwandaufbauten sind weitere Kriterien zu berücksichtigen, wie

- Statik des Gebäudes (Rissbildung, Setzungen, Tragfähigkeiten, etc.)
- Ausbaustandard
- Schallschutz zwischen den Wohneinheiten und gegenüber dem Außenbereich
- Brandschutz
- Bauweise (kann das Gebäude wirtschaftlich sinnvoll saniert werden oder stehen Vor- und Rücksprünge, Loggien, Balkone oder andere Auflagen der Sanierung entgegen?)
- Architektur des Objektes sowie im Kontext mit der gebauten Umwelt (städtebauliche Fragestellungen)
- Denkmalschutz
- Vermietbarkeit (Lage des Objektes)
- Umfeld.

Man kann die Gebäude in Anlehnung an die Veröffentlichungen der Deutschen Energieagentur (DENA) relativ grob zusammenfassen:

bis etwa 1918:

- Fachwerkbauten, wobei die Ausfachung meist aus Lehm, Stroh, Steinen oder Ziegel bestand
- Massive Ziegel-(Back-)steinwände

1919 – 1948

- Fachwerkbauten mit Ausfachung aus Ziegelmauerwerk (bis etwa 1932)
- Massive Ziegel-(Back-)steinwände
- Hohlblocksteine mit Splitt, Schlacke und minderwertigem Bims (ab ca. 1938)

1949 – 1957

- Hohlblocksteine aus Bauschutt, Ziegelsplitt, Kies, Bims

1958–1968

- Bimshohlblocksteine
- Hochlochziegel

1969–1978

- Bimshohlblocksteine
- porosierte Ziegelsteine (Leichthochlochziegel)

1979–1983

- verbesserte Leichthochlochziegel (Unipor, Poroton, u. a.), danach vermehrter Einsatz von Wärmedämmstoffen

2.1.1 Gebäude bis etwa 1918 in Ziegelbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkzement- oder Lehmputz
- 2 Ziegelmauerwerk 25–38 cm, regional unterschiedlich auch bis ca. 51 cm Kalkzementputz oder unverputzt

Dieses Mauerwerk zeigt bis heute in der Regel wenig bis keine Schäden auf, wenn keine statischen Probleme vorhanden sind.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder/und defekter Abdichtung
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- Mazeration (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.) an Holzbauteilen
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

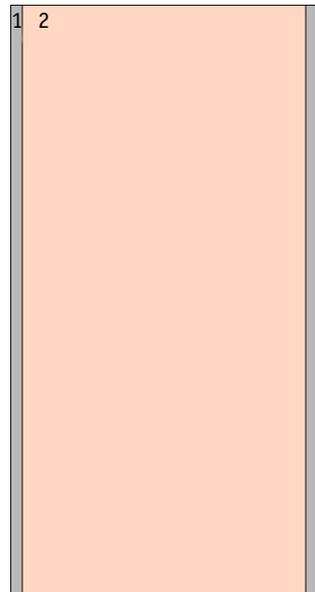
- Balkenköpfe der Holzbalkendecken oft nicht mehr tragfähig
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- in Reihenhausbebauungen sind die Brandwände nur einschalig
- Versottung von Schornsteinen.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- In Städten kann es sein, dass als vorbeugende Brandschutzmaßnahmen Asbest-Kalk-Spritzputz im Dachgeschoss verbaut wurde (Achtung: schwach gebundenes Asbest).

Schadstoffe:

Wenn keine spätere »Sanierung« erfolgte, sind die Objekte i. d. R. frei von Schadstoffen (Ausnahmen: gewerbliche Bauten durch Schadstoffeintrag der Betriebe).



Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung:

Im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

Bei Fenstererneuerung:

Meist ist der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.

2.1.2 Gebäude bis etwa 1918 mit Natursteinmauerwerk

Von innen nach außen:

- 1 Kalkzement- oder Lehmputz
- 2 Natursteinmauerwerk bis 56 cm
- 3 Kalkzementputz oder unverputzt

Je nach verwendetem Mörtel und Steinart sind starke Erosionsschäden an den Fugen vorhanden. Sehr oft sind auch Risse im Mauerwerk, meist dann, wenn Änderungen vorgenommen wurden.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei nassen Kellern
- rostige Stahldeckenträger
- fehlende Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Balkenköpfe der Holzbalkendecken oft nicht mehr tragfähig
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- Versottung von Schornsteinen.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

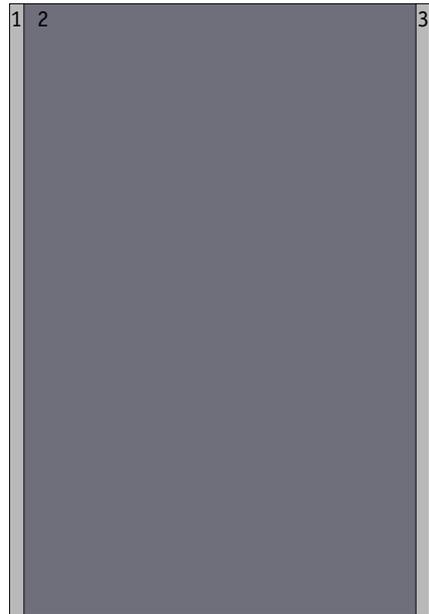
- dünne Holzbalken, statisch an der Grenze
- Rundhölzer als Dachbalkenkonstruktion, kaum sanierungsfähig
- fehlende Luftdichtung.

Schadstoffe:

Wenn keine spätere »Sanierung« erfolgte, sind die Objekte i. d. R. frei von Schadstoffen.

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.3 Gebäude bis etwa 1918 in mehrschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Ziegelmauerwerk 12 cm, seltener bis 25 cm
- 3 Luftschicht, ruhend, 6–10 cm
- 4 Ziegelmauerwerk 12 cm
- 5 (Kalkzementputz) regional unterschiedlich mit oder ohne Putz

Wenn keine statischen Probleme vorhanden sind, zeigen sich bei diesem Mauerwerk bis heute in der Regel wenig bis keine Schäden.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder/und defekter Abdichtung
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- Mazeration an Holzbauteilen (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- statisch relevante Risse im Mauerwerk
- Balkenköpfe der Holzbalkendecken oft nicht mehr tragfähig
- querstehende Ziegelsteine als statische Verbindung zwischen Innen- und Außenschale (Wärmebrücke, ggf. durchschlagende Feuchte)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- Versottung von Schornsteinen.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- In Städten kann es sein, dass als vorbeugende Brandschutzmaßnahme Asbest-Kalk-Spritzputz im Dachgeschoß verbaut wurde (Achtung: schwach gebundenes Asbest).

Schadstoffe:

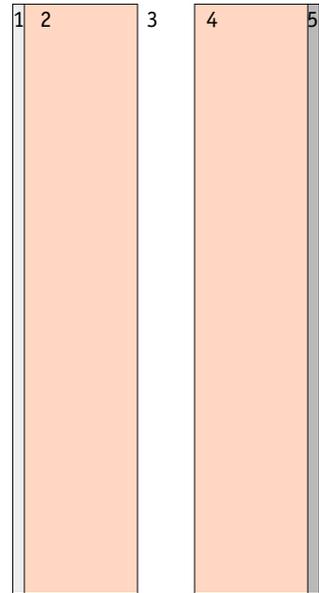
Wenn keine spätere »Sanierung« erfolgte, sind die Objekte i. d. R. frei von Schadstoffen (Ausnahmen: gewerbliche Bauten durch Schadstoffeintrag der Betriebe).

Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung:

Im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

Bei Fenstererneuerung:

Meist ist der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.4 Gebäude bis etwa 1918 in Holzbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Lehmputz
- 2 Lehmausfachung, Lehmwickel, Staaken, 10–16 cm oder Ausmauerung mit Vollziegeln (teilweise Bimssteinen)
- 3 Außenputz (Lehm, Kalkzementputz) oder hinterlüftete Verkleidung (Schiefer, Holz, etc.), regional unterschiedlich

Je nach Region (Wetter), Material und Baukonstruktion zeigen sich unterschiedliche Schadensbilder.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Fußschwelle von Pilzen oder/und Insekten angegriffen oder zerstört
- Fußschwelle überputzt; in der Regel ist die Fußschwelle dann meist stark angegriffen oder zerstört
- Insektenfraß in Holzbauteilen
- Salze im Sockelmauerwerk
- Mazeration an Holzbauteilen (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Undichtigkeiten der Außenwände
- fehlende Luftdichtung
- defekte Außen- und Innenputze
- auskragende Balkenköpfe oft teilweise oder vollständig zerstört
- Schallschutz genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- Balkendecken statisch an der Grenze
- Versottung von Schornsteinen.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- dünne Holzbalken, statisch an der Grenze
- Rundhölzer als Dachbalkenkonstruktion, kaum sanierungsfähig
- fehlende Luftdichtung.

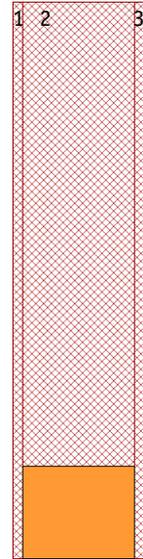
Schadstoffe:

Wenn keine spätere »Sanierung« erfolgte, sind die Objekte i. d. R. frei von Schadstoffen mit Ausnahme der Holzbehandlung im Außenbereich (Altöl, Holzschutzmittel).

Eine energetische Sanierung ist i. d. R. nicht durchführbar.

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.5 Gebäude bis etwa 1948 in Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkzement- oder Kalkgipsputz
- 2 Vollziegel- oder Bimshohlblockmauerwerk 24 – 30 cm
- 3 Kalkzementputz

Wenn keine statischen Probleme vorhanden sind, weist dieses Mauerwerk, bis auf einige Putzschäden, in der Regel wenig bis keine Schäden auf.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder/und defekter Abdichtung
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- Mazeration an Holzbauteilen (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Balkenköpfe der Holzbalkendecken oft nicht mehr tragfähig
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- in Reihenhausbebauungen sind die Brandwände nur einschalig
- Versottung von Schornsteinen.

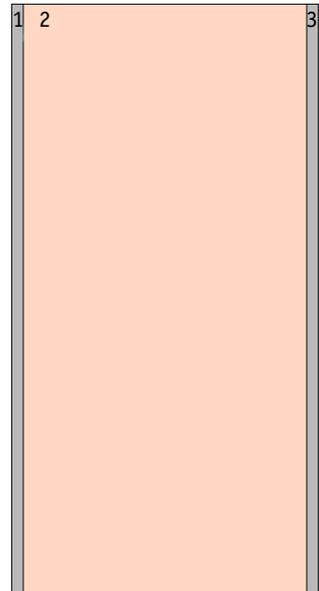
Schadstoffe:

Wenn keine spätere »Sanierung« erfolgte, sind die Objekte i. d. R. frei von Schadstoffen (Ausnahmen: gewerbliche Bauten durch Schadstoffeintrag der Betriebe).

Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

Bei Fenstererneuerung:

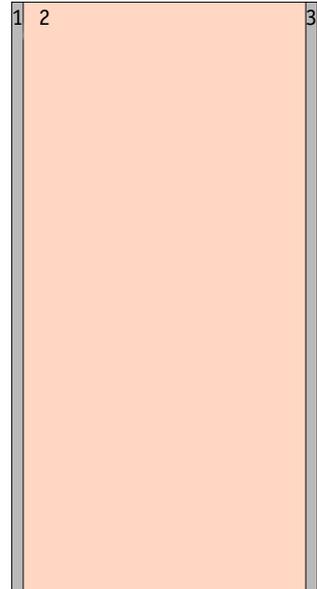
Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.6 Gebäude von etwa 1949 bis etwa 1957 in Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Hochlochziegel, 24 cm
- 3 Kalkzementputz



Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder /und defekter Abdichtung
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- Mazeration an Holzbauteilen (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Betondecken i.d.R. meist nur 13 bis 15 cm dick (schlechter Schallschutz, geringe statische Belastbarkeit, geringe Stahlüberdeckung)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i.d.R. den heutigen Anforderungen nicht
- Schachtlüftung (fehlender Schall- und Brandschutz).

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken, geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung:

Im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.

2.1.7 Gebäude von etwa 1949 bis etwa 1968 in Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Holzspansteine mit Ortbeton verfüllt
- 3 Kalkzementputz

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder /und defekter Abdichtung
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- Mazeration an Holzbauteilen und den Holzspansteinen (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- defekte Schalung
- mikrobielle Belastung der Holzspanschalung
- gerissene Putze
- Betondecken i. d. R. meist nur 13 bis 15 cm dick (schlechter Schallschutz, geringe statische Belastbarkeit, geringe Stahlüberdeckung)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- Schachtlüftung (fehlender Schall- und Brandschutz).

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

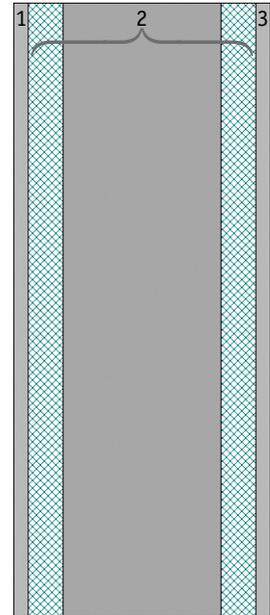
- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken, geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.8 Gebäude von etwa 1958 bis etwa 1968 in Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Vollziegel, Hochlochziegel, Ziegelsplittbeton, 24–38 cm
- 3 Innenputz (Kalk-, Kalkgips-, Gipsputz) oder unverputzt

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder /und defekter Abdichtung
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Betondecken i. d. R. oft nur bis 16 cm dick (schlechter Schallschutz, geringe statische Belastbarkeit, geringe Stahlüberdeckung)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht
- Schachtlüftung (fehlender Schall- und Brandschutz).

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- mangelnde Luftdichtung
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende oder defekte Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

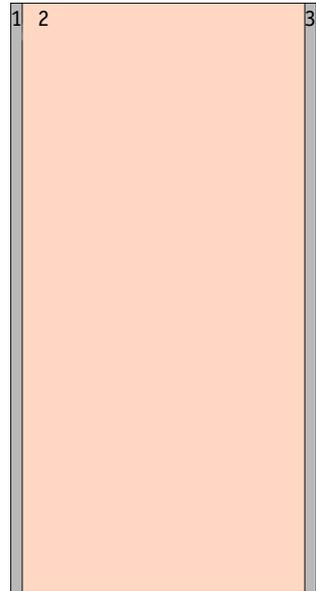
- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung:

Im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.9 Gebäude von etwa 1949 bis etwa 1978 in Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Kalksandlochstein, Bimsvoll- oder Hohlblocksteine, 24–36,5 cm
- 3 Kalkzementputz

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder /und defekter Abdichtung
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Betondecken i. d. R. meist nur 13–15 cm dick (schlechter Schallschutz, geringe statische Belastbarkeit, geringe Stahlüberdeckung)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

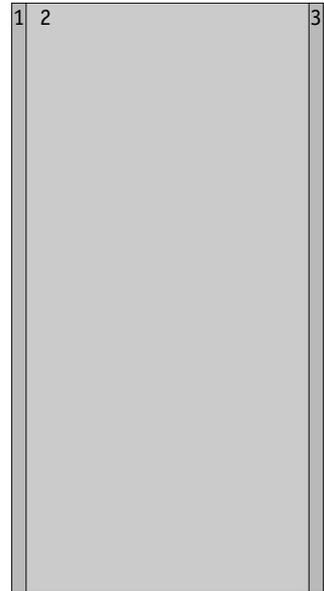
- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken; geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei Fenstererneuerung:

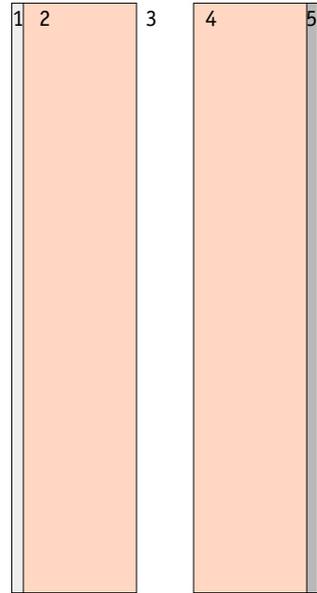
Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.10 Gebäude bis etwa 1957 in mehrschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Ziegelmauerwerk oder Ziegelsplittbeton 11,5–24 cm
- 3 Luftschicht, ruhend oder schwach belüftet, 5–6 cm
- 4 Ziegelmauerwerk oder Ziegelsplittbeton 11,5 cm
- 5 (Kalkzementputz) regional unterschiedlich mit oder ohne Putz



Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder/und defekter Abdichtung
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- Mazeration an Holzbauteilen (teilweise Auflösung des Holzes durch Feuchtigkeit, Salze, etc.)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- statisch relevante Risse im Mauerwerk
- querstehende Mauersteine als statische Verbindung zwischen Innen- und Außenschale (Wärmebrücke, ggf. durchschlagende Feuchte)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken, geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.

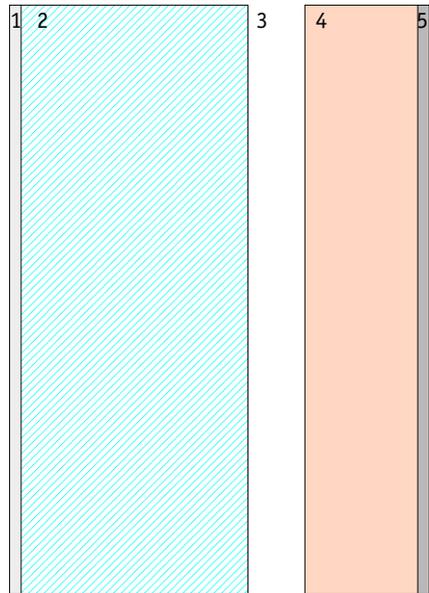
Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung:

Im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

2.1.11 Gebäude von etwa 1958 bis 1968 in mehrschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Kalksandlochstein 24 cm
- 3 Luftschicht, ruhend, 3–6 cm
- 4 Vormauerschale (verschiedene Steinarten, je nach Region) 11,5 cm
- 5 (Kalkzementputz) regional unterschiedlich mit oder ohne Putz



Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder/ und defekter Abdichtung
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- querstehende Mauersteine als statische Verbindung zwischen Innen- und Außenschale (Wärmebrücke, ggf. durchschlagende Feuchte)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken, geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber).

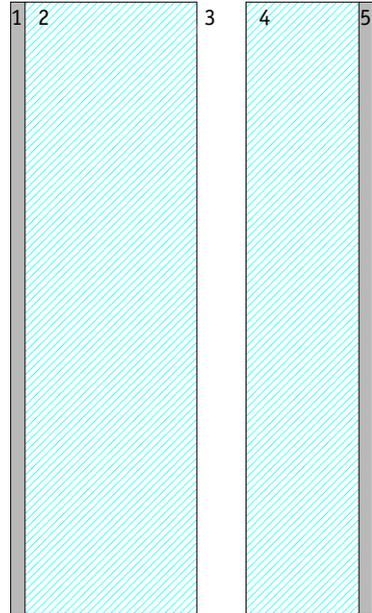
Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.

2.1.12 Gebäude von 1958 bis etwa 1968 in mehrschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Kalksandloch- oder Vollsteinmauerwerk
24 oder 30 cm
- 3 Luftschicht, ruhend oder schwach belüftet
3–6 cm
- 4 Vormauerschale Ziegel- oder KS-Mauerwerk
11,5 cm
- 5 (Kalkzementputz) regional unterschiedlich mit
oder ohne Putz



Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- Kellerfeuchte bei fehlender oder/und defekter Abdichtung, bei Salzbelastung auch mit aufsteigender Feuchte
- rostige Stahldeckenträger (regional unterschiedlich)
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- statisch relevante Risse im Mauerwerk
- querstehende Mauersteine als statische Verbindung zwischen Innen- und Außenschale (Wärmebrücke, ggf. durchschlagende Feuchte)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken, geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.

2.1.13 Gebäude von 1958 bis etwa 1968 in einschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Kalksandlochstein, Ziegelsplittbeton, Schalungsstein 30 cm
- 3 Kalkzementputz

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- je nach Region, Frost- und Salzschäden der Fassade
- die teilweise vorgehängten Fassaden sind i.d.R. aus Asbest-Zementplatten hergestellt worden.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

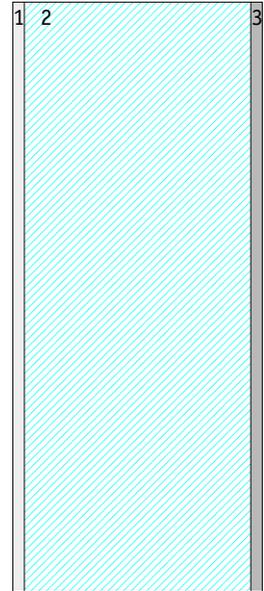
- mangelnde Luftdichtung
- schwache Balken, geringe Tragfähigkeit, fehlende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Formaldehyd (Spanplatten)
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein, Fassade, Verkleidungen)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber).

Bei Fenstererneuerung:

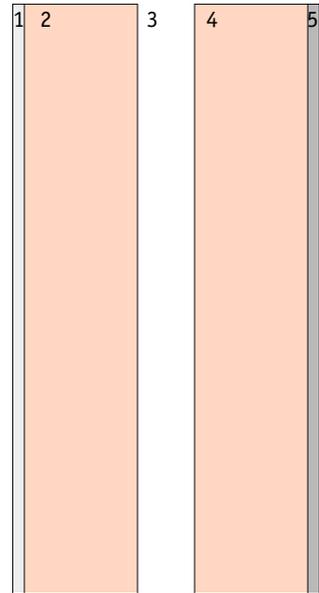
Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.



2.1.14 Gebäude von 1958 bis 1978 in mehrschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Hochlochziegelmauerwerk, Porenbeton, Ziegelsplittbeton oder Mauerwerk aus Schalungssteinen 17,5 – 24 cm
- 3 Luftschicht, ruhend oder schwach belüftet, 5 – 6 cm
- 4 Ziegelmauerwerk oder Ziegelsplittbeton 11,5 cm
- 5 (Kalkzementputz) regional unterschiedlich mit oder ohne Putz



Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze
- aufsteigende Feuchte bei fehlender oder /und defekter Abdichtung
- fehlende oder defekte Horizontalsperren.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- querstehende Mauersteine als statische Verbindung zwischen Innen- und Außenschale (Wärmebrücke, ggf. durchschlagende Feuchte)
- Schallschutz zwischen den Etagen genügt i. d. R. den heutigen Anforderungen nicht.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

- mangelnde Luftdichtung
- fehlende oder nicht funktionierende Aussteifungen
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende oder defekte Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Formaldehyd (Spanplatten)
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber)
- PCB (in Schulen, Kindergärten, Verwaltungsgebäuden).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist nicht gegeben, so dass es nach Fenstererneuerung zu Feuchte- und Schimmelpilzschäden kommen kann.

Bei energetischer Sanierung durch eine Außendämmung:

Im Sockelbereich ist auf funktionierende Horizontalsperren zu achten.

2.1.15 Gebäude von etwa 1969 bis etwa 1978 in einschaliger Massivbauweise mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Kalksandlochstein, Hochlochziegel 17,5–30 cm
- 3 Mineralfaserdämmung, 2–3 cm
- 4 Luftschicht belüftet
- 5 Fassade aus Holz, Holzwerkstoffen, Asbestfaserplatten, Schiefer, u. a.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- die vorgehängten Fassaden sind teilweise aus Asbest-Zementplatten hergestellt worden.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

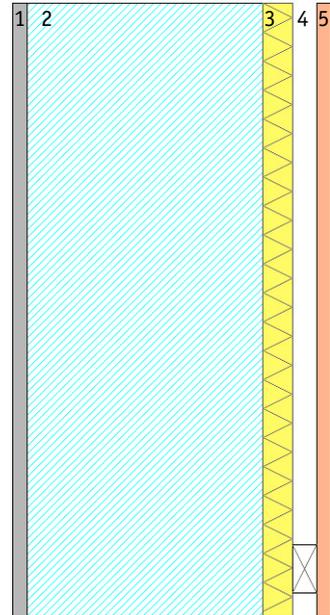
- mangelnde Luftdichtung
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende oder defekte Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Formaldehyd (Spanplatten)
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein, Fassade, Verkleidungen)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist i. d. R. gegeben. Eine Prüfung der Wärmebrücken (fehlende Dämmung in den Fensterlaibungen) ist jedoch notwendig.



2.1.16 Gebäude von etwa 1969 bis etwa 1978 in einschaliger Massivbauweise mit vorgehängter hinterlüfteter Fassade

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Ortbeton 16 cm, teilweise mit HWL-Schalungssteinen
- 3 Mineralfaserdämmung, 4 cm
- 4 Luftschicht belüftet
- 5 Fassade aus Holz, Holzwerkstoffen, Asbestfaserplatten, Schiefer, u. a.

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- die vorgehängten Fassaden sind teilweise aus Asbest-Zementplatten hergestellt worden.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

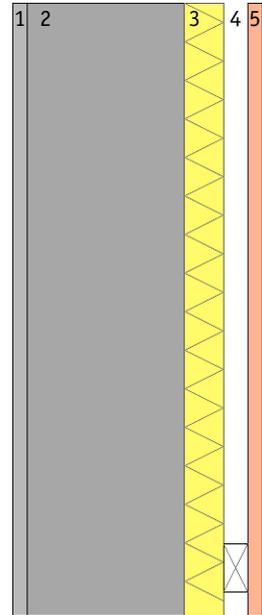
- mangelnde Luftdichtung
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende oder defekte Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Formaldehyd (Spanplatten)
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein, Fassade, Verkleidungen)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist i. d. R. gegeben. Eine Prüfung der Wärmebrücken (fehlende Dämmung in den Fensterlaibungen) ist jedoch notwendig.



2.1.17 Gebäude von etwa 1969 bis etwa 1978 in einschaliger Massivbauweise

Von innen nach außen:

- 1 Kalkgipsputz
- 2 Hochlochziegel 24 – 30 cm
- 3 Dämmung, 2 – 4 cm
- 4 Außenputz

Typische Schadensbilder im Sockel- und Kellerbereich:

- Salze.

Typische Schadensbilder im inneren Gebäudebereich:

- Schüsselung der Dämmplatten
- mangelnde Haftung der Dämmung
- Risse oder /und Löcher in der Dämmung
- Putzrisse
- fehlende Anschlussprofile
- Tiere in der Dämmung.

Typische Schadensbilder im Dachbereich:

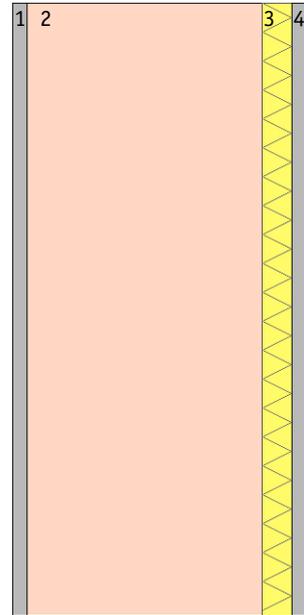
- mangelnde Luftdichtung
- schadhafte Dachdeckungen
- fehlende oder defekte Unterspannbahnen.

Schadstoffe:

- Mineralfaser- oder Steinwolle-Dämmstoffe
- Formaldehyd (Spanplatten)
- Holzschutzmittel (PCP, Lindan u. a.)
- Asbest (Schornstein, Fassade, Verkleidungen)
- Asbestverkleidungen
- PAK (Parkettkleber).

Bei Fenstererneuerung:

Der erforderliche Mindestwärmeschutz der Außenwände ist meist gegeben, sollte aber überprüft werden. Eine Prüfung der Wärmebrücken (z. B. fehlende Dämmung in den Fensterlaibungen, Dachanschlüsse, etc.) ist notwendig.



2.2 Objektarten

Folgende Objektarten werden unterschieden:

2.2.1 Einfamilienhäuser

Ein Einfamilienhaus steht entweder solitär, als Doppelhaushälfte oder als Reihenhaus auf einem einzelnen Grundstück. Meist ist auf dem Grundstück eine Garage oder ein Kfz-Stellplatz vorhanden.

In städtischer oder ländlicher Lage ist der Wert des Grundstücks völlig unterschiedlich. In städtischen Lagen kann der Wert des Grundstückes je nach Größe und Bebaubarkeit deutlich über dem Wert des Althausbestandes liegen. In diesen Fällen, insbesondere bei Erbschaften, ist der Abriss des Bestandsgebäudes eine wertsteigernde, zumindest aber eine werterhaltende Maßnahme.

In ländlichen Lagen spielt der Wert des Objektes oder /und des Grundstückes nur bei relativer Nähe zu Ballungsgebieten eine bestimmende Rolle.

Bei Verkauf oder /und Vermietung von Einfamilienhäusern wird in Zukunft der Wert vor allem durch die so genannte 2. Miete, die Betriebskosten, sowie die Gesamtqualität des Objektes bestimmt.

2.2.2 Zweifamilienhäuser

Ein Zweifamilienhaus ist ein auf einem Grundstück stehendes Gebäude mit zwei Wohneinheiten. Meist sind auf dem Grundstück zwei Kfz-Stellplätze bzw. Garagen vorhanden. Bei älteren Häusern ist der meist schlechte Schallschutz zwischen den beiden Wohnungen ein großes und oft nicht lösbares Problem, zumindest sind Maßnahmen zur Verbesserung des Schallschutzes immer relativ teuer.

Bei Verkauf oder /und Vermietung von Zweifamilienhäusern wird der Wert vor allem durch die so genannte 2. Miete, die Betriebskosten, sowie die Gesamtqualität des Objektes – hier vor allem durch den Schallschutz – bestimmt.

2.2.3 Mehrfamilienhäuser und Eigentumswohnanlagen

Eine Eigentumswohnung ist Teil eines Gebäudes mit mehreren Wohneinheiten. Die Probleme bei älteren Objekten liegen im Bereich Brandschutz, Schallschutz, Wärme- und Feuchteschutz. Sehr oft sind in Mehrfamilienhäusern Schadstoffe verbaut worden. Je nach Lage des Objektes werden unterschiedliche Anforderungen an die Qualität des Objektes gestellt.

2.3 Regionale Unterschiede und Besonderheiten

Die wirtschaftliche Bestandsanalyse hängt direkt mit der regionalen Ertragsmiete zusammen. Anhand der unterschiedlichen Mieten bei unterschiedlich alten Häusern in den verschiedenen Regionen kann man bereits im Vorfeld eine Richtungsentscheidung treffen.

Beispiele für Mieten mit entsprechenden Kurzkommentaren [Quelle: F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt GmbH]:

Berlin:	Baujahr 1905:	4,85 €/m ²
	Baujahr 1925:	4,70 €/m ²
	Baujahr 1955:	5,02 €/m ²
	Baujahr 1975:	4,51 €/m ²
	Baujahr 2005:	6,87 €/m ²

Neubauobjekte erzielen den höchsten Mietertrag; Baujahr 1975 erzielt den niedrigsten. Hier steht der Abriss gegenüber der Sanierung im Vordergrund. Dies liegt u. a. auch am Wandel der Stadt und der damit einhergehenden Veränderung der Quartiere.

Hamburg:	Baujahr 1905:	7,16 €/m ²
	Baujahr 1925:	5,93 €/m ²
	Baujahr 1955:	5,54 €/m ²
	Baujahr 1975:	6,36 €/m ²
	Baujahr 2005:	7,65 €/m ²

Neubauobjekte erzielen den höchsten Mietertrag; Baujahr 1955 erzielt den niedrigsten.

Besonderheit: Altbauten von etwa 1905 (mit hohen Decken und guter Lage in der Innenstadt) sind fast so teuer wie Neubauobjekte.

Aus wirtschaftlichen Gründen ist eine Sanierung der Altbausubstanz bis zum Baujahr von etwa 1925 sehr oft sinnvoller als der Abriss dieser Gebäude. Nachkriegsgebäude sind selten sinnvoll zu sanieren.

München:	Baujahr 1905:	10,50 €/m ²
	Baujahr 1925:	10,50 €/m ²
	Baujahr 1955:	9,73 €/m ²
	Baujahr 1975:	9,48 €/m ²
	Baujahr 2005:	9,97 €/m ²

Altbauten (mit hohen Decken und guter Lage in der Innenstadt) erzielen den höchsten Mietertrag. Der Abriss solcher Gebäude ist selten sinnvoll, obwohl dies derzeit in München »Mode« ist.

Düsseldorf:	Baujahr 1905:	6,75 €/m ²
	Baujahr 1925:	6,75 €/m ²
	Baujahr 1955:	6,85 €/m ²
	Baujahr 1975:	6,90 €/m ²
	Baujahr 2005:	8,20 €/m ²

In Düsseldorf ist es *in* Altbauten hochwertig zu sanieren. Dies zeigt sich u. a. an den eher gleichmäßig hohen Mieten von älteren Bauten. Ähnlich, wenn auch nicht so ausgeprägt, ist die Situation in der Region Köln-Bonn.

Frankfurt/M:	Baujahr 1905:	7,03 €/m ²
	Baujahr 1925:	6,41 €/m ²
	Baujahr 1955:	6,41 €/m ²
	Baujahr 1975:	6,41 €/m ²
	Baujahr 2005:	8,22 €/m ²

Neubauobjekte erzielen den höchsten Mietertrag. Es besteht eine Überkapazität an Neubauten. Hier sollte daher eher das Augenmerk auf eine Quartiererhaltung oder Quartierverbesserung durch Sanierung und städtebauliche Aspekte gelegt werden.

Erfurt:	Baujahr 1905:	5,85 €/m ²
	Baujahr 1925:	5,85 €/m ²
	Baujahr 1955:	5,85 €/m ²
	Baujahr 1975:	4,13 €/m ²
	Baujahr 2005:	6,00 €/m ²

Neubauobjekte erzielen den höchsten Mietertrag; Baujahr 1975 erzielt den niedrigsten. Die Differenz ist jedoch marginal. Die Entscheidung Abriss oder Sanierung ist daher in erster Linie vom Zustand des einzelnen Objektes abhängig. Gebäude aus der DDR-Zeit sind nur bedingt sinnvoll zu sanieren. Bei diesen Objekten sollte der Abriss immer mit in Betracht gezogen werden.

Eberswalde:	Baujahr 1905:	3,53 €/m ²
	Baujahr 1925:	3,53 €/m ²
	Baujahr 1955:	k.A.
	Baujahr 1975:	3,35 €/m ²
	Baujahr 2005:	k.A.

In der Umlandregion von Berlin herrscht ein hoher Wohnungsleerstand. Für diese Region besteht derzeit kein Entwicklungsszenario. Abriss und Neubauten sind derzeit wenig sinnvoll. Die Altbausubstanz ist in teilweise gutem, teilweise sehr schlechtem Zustand.

Duisburg:	Baujahr 1905:	4,30 €/m ²
	Baujahr 1925:	4,30 €/m ²
	Baujahr 1955:	4,50 €/m ²
	Baujahr 1975:	5,30 €/m ²
	Baujahr 2005:	6,83 €/m ²

Dortmund:	Baujahr 1905:	3,99 €/m ²
	Baujahr 1925:	3,99 €/m ²
	Baujahr 1955:	4,62 €/m ²
	Baujahr 1975:	5,10 €/m ²
	Baujahr 2005:	5,80 €/m ²

Bochum:	Baujahr 1905:	4,77 €/m ²
	Baujahr 1925:	4,77 €/m ²
	Baujahr 1955:	4,96 €/m ²
	Baujahr 1975:	5,79 €/m ²
	Baujahr 2005:	6,26 €/m ²

Essen:	Baujahr 1905:	5,25 €/m ²
	Baujahr 1925:	5,40 €/m ²
	Baujahr 1955:	5,69 €/m ²
	Baujahr 1975:	5,75 €/m ²
	Baujahr 2005:	6,80 €/m ²

Die Wandlung des Ruhrgebietes ist deutlich an den Mieten abzulesen. Da eine Überkapazität an Wohnungen vorhanden ist, hat Abriss und Neubau nur geringen wirtschaftlichen Sinn. Andererseits ist ein großer Teil der Altbausubstanz in schlechtem Zustand und erfüllt nur selten die Anforderungen an den Schall- und Brandschutz.

Konstanz:	Baujahr 1905:	7,83 €/m ²
	Baujahr 1925:	6,83 €/m ²
	Baujahr 1955:	5,92 €/m ²
	Baujahr 1975:	6,86 €/m ²
	Baujahr 2005:	8,11 €/m ²

Freiburg:	Baujahr 1905:	6,46 €/m ²
	Baujahr 1925:	6,39 €/m ²
	Baujahr 1955:	6,12 €/m ²
	Baujahr 1975:	6,52 €/m ²
	Baujahr 2005:	7,81 €/m ²

Landau (Pfalz):	Baujahr 1905:	3,48 €/m ²
	Baujahr 1925:	3,48 €/m ²
	Baujahr 1955:	3,59 €/m ²
	Baujahr 1975:	4,49 €/m ²
	Baujahr 2005:	4,67 €/m ²

Melle:	Baujahr 1905:	4,20 €/m ²
	Baujahr 1925:	4,20 €/m ²
	Baujahr 1955:	4,30 €/m ²
	Baujahr 1975:	4,50 €/m ²
	Baujahr 2005:	5,00 €/m ²

Naumburg (Saale):	Baujahr 1905:	3,78 €/m ²
	Baujahr 1925:	3,78 €/m ²
	Baujahr 1955:	3,78 €/m ²
	Baujahr 1975:	3,78 €/m ²
	Baujahr 2005:	3,78 €/m ²

In eher ländlich geprägten Gegenden ist der Abriss kaum eine wirtschaftliche Alternative. Allerdings sind die Altbauten selten in einem guten Zustand. Die Entscheidung Abriss oder Sanierung ist daher in erster Linie von der Situation des einzelnen Objektes abhängig. Die regionalen Unterschiede führen zwangsläufig zu einer individuellen Entscheidung darüber, ob ein Abriss oder eine Sanierung jeweils sinnvoll ist.

Die Unterschiede sind weiterhin geprägt von den regionaltypischen Gewohnheiten der Menschen, dem durchschnittlichen Einkommen, der Arbeitslosenzahl, der örtlichen Lage, dem Fremdenverkehr, dem Einzugsgebiet u. a. Einflussfaktoren. Unterschiedlich sind auch die regionaltypischen Baustile und deren Ausführungsqualitäten. Beispielsweise sind Altbauten in der Eifel oft einfache Fachwerkgebäude ohne besonderen Gebäudeschutz mit entsprechend vielen Schwachstellen und Schäden. Die Fachwerkhäuser aus der gleichen Bauzeit im Bergischen Land (Luftlinie nur ca. 70 bis 100 km auseinander) sind dagegen meist von deutlich besserer Qualität mit vorgehängten schützenden Fassaden.

In der Altstadt von Konstanz oder Freiburg (süddeutsche Universitätsstädte) sind bei sanierten Altbauten (möglichst Vorkriegsbauten) relativ hohe Mieten zu erzielen. In diesen Städten ist die Alternative zum Abriss immer die Sanierung, wenn es die Gebäudesubstanz noch erlaubt.

Hier war beispielsweise das Abrissgebäude ein Nachkriegsbau. Die Sanierung des alten Gebäudes wäre zu teuer geworden.



Eine Entscheidung, ob ein Haus noch saniert werden kann oder abgerissen werden sollte, kann also auch auf kurzer räumlicher Entfernung völlig unterschiedlich ausfallen.

Die Wandlungen innerhalb von Regionen sind ebenfalls zu berücksichtigen, was nachfolgend am Beispiel von Eberswalde verdeutlicht wird. Die Mietpreise in dieser Stadt liegen am untersten Ende des Mietpiegelindex. Den 1. Platz hat München inne mit einem Index von 154, der Bundesdurchschnitt liegt bei 100, Eberswalde als Schlusslicht bei 59 Punkten [Quelle: F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt GmbH].

Eberswalde war, bereits ab Mitte des 19. Jahrhunderts, eine der bedeutenden Industriestädte, aber auch immer eine Forst- und Erholungsstadt (mit über 1000 ha Waldfläche). Diese Bedeutung als Wirtschaftsstandort wurde bis 1990 durch verschiedene weitere Betriebsgründungen aufrechterhalten. Weiter war die Stadt ein gefragtes Naherholungsgebiet für den Großraum Berlin. Seit der Wiedervereinigung hat der Niedergang der großen Industriebetriebe im Osten Deutschlands die Stadt teilweise veröden lassen, was jedoch auch an der jahrzehntelangen vernachlässigten Bausubstanz liegt. Es besteht ein hoher Leerstand oder/und eine verbreitete Nichtnutzung von Gebäuden.

Ob und wann eine weitere Wandlung und Veränderung in solchen Städten oder Regionen ansteht, ist kaum vorherzusagen. Andererseits: Werden die Gebäude nicht saniert oder/und nicht abgerissen, wird der Niedergang der Stadt oder der Region noch verstärkt. Dieses Dilemma kann immer nur örtlich gelöst werden.

Bevorstehender Leerstand eines Gebäudes in Eberswalde (2007): Die Mieter (Verwaltung, Ärzte) ziehen aus, Nachmieter ... ?



Beispiel Nichtnutzung: Der Abriss wird zwangsläufig erfolgen, wenn das Gebäude über längere Zeit nicht genutzt, beheizt, gewartet oder/und unterhalten wird.



Oft sind neben den wirtschaftlichen Fragestellungen auch technische Probleme der Bausubstanz in die Überlegungen mit einzubeziehen.

Kleinere Gebäude können von der Größe her unwirtschaftlich sowie von der technischen Seite her kaum sinnvoll zu sanieren sein.



3 Belastungen der Bauwerke

3.1 Schadstoffe in den Bestandsgebäuden

Die Entscheidung, Gebäude zu sanieren oder (teilweise) abzureißen ist – neben vielen anderen Kriterien – auch eine Frage der vorhandenen Schadstoffbelastung.

Eine Renovierung/Sanierung, die die Erfassung von Schadstoffen umgeht, führt unweigerlich zu späteren, meist deutlich erhöhten Folgekosten, unabhängig von den gesundheitlichen Folgen für die Bewohner. Dies kann eventuell ein Minderwert sein (werden) oder aber auch erhöhte Abbau- und Entsorgungskosten zu einem späteren Zeitpunkt nach sich ziehen. Weiter ist zu berücksichtigen, dass neu eingebaute Baustoffe von vorhandenen Schadstoffen durchsetzt werden können, so dass die dann anstehende Entsorgung von noch mehr kontaminierten Stoffen die späteren Kosten weiter in die Höhe treiben kann.

Wie in Kapitel 6 »Abrissverfahren« dargelegt, werden die Entsorgungskosten im Laufe der Zeit deutlich steigen. Es ist daher eine Frage der Wirtschaftlichkeit, wann welche Baustoffe ausgetauscht werden oder/und ob ein Teil- oder Totalabriss zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht der wirtschaftlich sinnvollere Weg ist.

In diesem Kapitel soll auf Schadstoffe eingegangen werden. Wann und wo welche problematischen Stoffe eingebaut wurden, wie sie erkannt und gemessen werden können.

Üblicherweise versteht man unter Schadstoffen solche Stoffe, die gefährlich, schädlich oder auch unangenehm für uns und die Umwelt sind oder sein können. Es handelt sich umgangssprachlich also nicht um Gifte oder eindeutig definierte Stoffe.

Eingrenzend sind im Zusammenhang dieses Buches unter »Schadstoffen« solche Stoffe gemeint, die als »unerwünscht« von Seiten des Bundesumweltamtes oder/und den Berufsgenossenschaften deklariert wurden. Dabei wird keine Aussage über die tatsächliche »Gefährlichkeit« gemacht, denn diese ist immer abhängig von der aufgenommenen Menge eines Stoffes oder einer Stoffgruppe (im Bezug zur Zeit) sowie von der individuellen Disposition des Betroffenen. Weiter werden nur die Stoffe behandelt, die über Messungen und Analysen untersucht und bestimmt werden können.

Zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Stoffe werden in diesem Buch u. a. die Informationen des Institutes für Arbeitsschutz der deutschen gesetzlichen Unfallversicherungen, der Berufsgenossenschaften und des Umweltbundesamtes (UBA) wiedergegeben. Diese Informationen gelten für den gewerblichen Arbeitsplatz, nicht für Wohn- oder Büronutzung und können daher nicht eins zu eins übertragen werden. Bei aktueller Schadstoffbelastung

sollten sich daher die Betroffenen mit einem Umweltmediziner oder einem entsprechenden Facharzt in Verbindung setzen.

3.1.1 Fragestellungen bei der Betrachtung von Bestandsgebäuden

3.1.1.1 Was gilt als Innenraum?

Der Rat von Sachverständigen für Umweltfragen (SRU) definiert »Innenräume« als Wohnungen mit Wohn-, Schlaf-, Bastel-, Sport- und Kellerräumen, Küchen und Badezimmern, außerdem Arbeitsräume in Gebäuden, die im Hinblick auf gefährliche Stoffe nicht dem Geltungsbereich der Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) unterliegen wie etwa Büroräume. Innenräume in öffentlichen Gebäuden (Krankenhäuser, Schulen, Kindertagesstätten, Sporthallen, Bibliotheken, Gaststätten, Theater, Kinos und andere öffentliche Veranstaltungsräume) sowie das Innere von Kraftfahrzeugen und öffentlichen Verkehrsmitteln zählen ebenfalls dazu.

Während für Arbeitsplätze, an denen mit Gefahrstoffen umgegangen wird, Grenzwerte nach der Gefahrstoffverordnung gelten, trifft dies für die oben genannten Innenräume nicht zu. So ist z. B. eine Belastung mit Formaldehyd in der Luft eines Büroraumes, die durch Ausgasung aus spanplattenhaltigen Möbeln entsteht, wie eine Wohnraumbelastung zu betrachten und nicht wie eine Belastung am Arbeitsplatz, etwa in der chemischen Industrie [Quelle: Umweltbundesamt].

Innenraumluft-Richtwerte für einzelne Stoffe erarbeitet die »Ad-hoc-Arbeitsgruppe«, die aus Mitgliedern der Innenraumlufthygiene-Kommission beim Umweltbundesamt sowie der Arbeitsgemeinschaft der Obersten Landesgesundheitsbehörden besteht.

Es gibt zwei Richtwert-Kategorien:

- Richtwert II (RW II) ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes unter Einführung von Unsicherheitsfaktoren stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen, beziehungsweise Überschreiten, unverzüglich zu handeln ist. Diese erreichte Konzentration kann, besonders für empfindliche Personen bei Daueraufenthalt in den Räumen, eine gesundheitliche Gefährdung darstellen. Je nach Wirkungsweise des Stoffes kann der Richtwert II als Kurzzeitwert (RW II K) oder Langzeitwert (RW II L) definiert sein.
- Richtwert I (RW I – Vorsorgerichtwert) beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist. Eine Überschreitung ist allerdings mit einer über das übliche Maß hinausgehenden, unerwünschten Belastung verbunden. Aus Gründen der Vorsorge sollte auch im Konzentrationsbereich zwischen Richtwert I und II gehandelt werden, sei es durch technische und bauliche Maßnahmen am Gebäude (handeln muss in diesem Fall der Gebäudebetreiber) oder durch verändertes Nutzerverhalten. RW I kann als Zielwert bei der Sanierung dienen [Quelle: UBA].

3.1.1.2 Welche Schadstoffe können wo vorhanden sein

- In den Jahren ab 1950 wurden vermehrt Stoffe in die Gebäude eingebaut, die heute als »Schadstoffe« im weitesten Sinne eingestuft werden.
- Ab Mitte der 70er bis Ende der 80er Jahre des letzten Jahrhunderts gab es dann eine neue Entwicklung, in deren Zusammenhang deutlich weniger problematische Stoffe verbaut wurden.
- Alle Gebäude, die ab den 50er Jahren bis Ende der 80er Jahre gebaut, umgebaut, erweitert oder modernisiert wurden, können daher betroffen sein.

3.1.1.3 Welche Stoffe sind wo eingebaut worden?

Im Folgenden werden Bauteile und die darin möglicherweise enthaltenen Stoffe aufgeführt – ohne Anspruch auf Vollständigkeit. Nicht in jedem genannten Bauteil sind die Stoffe enthalten; Schadstoffe können auch in nicht genannten Bauteilen enthalten sein.

Diese Stoffe wurden i. d. R. bis zu ihrem Verbot eingesetzt:

- Asbest 1993
- Formaldehyd (Reduzierung) 1977
- KMF (Künstliche Mineralfasern) 2000
- Lindan 2006
- PAK (Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) 1970
- PCB (Polychlorierte Biphenyle) 1989
- PCP (Pentachlorphenol) 1986
- im Innenbereich 1989
 - allgemeines Verbot von Floor-Flex-Platten, Cushion-Vinyl-Bahnenware (Bodenbeläge, asbesthaltig) 1993

Die nachstehende Tabelle gibt einen Hinweis darauf, wo welche Schadstoffe vielfach zu vermuten sind.

Bauteil (allgemein)	mögliche Schadstoffe
Abdichtungen aus Bitumen, innen, außen, flächig und linienförmig	Steinkohleteer, PAK, Asbestfasern, KMF
Lüftungskanäle	Asbest
Heizungs- und Lüftungsanlagen, Kaminzüge	KMF, Asbest, in Lüftungsanlagen auch erhöhte mikrobielle Belastung möglich
Heizöfen, Elektrospeicheröfen	Asbest, KMF, PCB
Teerasphaltestrich in teilweise genutzten Kellerräumen (Waschküchen, etc.)	PAK
Bodenbeläge	Chloride, Asbest, PVC, Vinyl
elektrische Anlagen	Chloride, Asbest, PVC, PCB, KMF
Kleber (schwarz)	PAK, Asbest oder /und KMF
Außenwände (Innen- und Außenseite)	KMF, PCP, Lindan, PAK, Asbest (Fensterbänke, Lichtschächte), Chlornaphthaline

Bauteil (allgemein)	mögliche Schadstoffe
Innenwände	KMF,PCP, Lindan, Formaldehyd,
Holztreppen	PCP, Lindan
dauernd oder teilweise feuchte Baustoffe oder/und Bauteile	Schimmelpilze, holzerstörende Pilze, Bakterien
Wohngeschosse	
Abdichtungen innen	PAK, PCB, Asbest
Dichtungen (Dichtschnüre, Brandschotts)	Asbest
Fugen	PCB
Öfen (Kachelöfen, andere offene oder halboffene Öfen)	Asbest
Bodenbeläge	Vinylchloride, Asbestfasern (Floor-Flex-Platten, Cushin-Vinyl-Platten)
Kleber für Bodenbeläge	PAK
Holzbauteile (Sichtschalungen, Unterkonstruktionen und Unterböden)	PCP, Lindan, Formaldehyd, Chlornaphthaline
Teerasphaltestriche	PAK, KMF
Steinholzestriche	Asbest, KMF, Formaldehyd
Fenster, Außentüren	KMF, PCB, PCP, Lindan
Fensterbänke	Asbest
Holztreppen	PCP, Lindan
Heizungs- und Lüftungsanlagen, Kaminzüge	KMF, Asbest, in Lüftungsanlagen auch erhöhte mikrobielle Belastung möglich
Elektrospeicherheizöfen	PCB, KMF, Asbest
Sanitärinstallation	KMF
Elektroanlagen	Vinylchloride
Leuchtmittel, Kondensatoren	PCB
Dämmungen (Innenwände, Außenwände, Geschossdecken)	KMF, PCP, Lindan, Formaldehyd
Unterdecken, Akustikdecken und Akustikelemente	PCB, Asbest, KMF, Chlornaphthaline
Außenwandholzkonstruktionen	PCP, Lindan, Schimmelpilze, Bakterien, Chloranisole
Dachkonstruktionen	
Alle Holzbalken, Schalungen, Bodenbretter	PCP, Lindan, Chlornaphthaline
Weißer Holzbalken (Brandschutzbeschichtungen)	Asbest
Dämmungen	KMF, PAK (in Pappen und Vergussmassen)
Dachbeläge	Asbest
Außenbereich	
Fensterbänke	Asbest, PCB in Fugen
Fassaden	PCB, KMF, Asbest, PCP, Lindan, PAK im Sockelbereich (Abdichtung)
Holzbauteile	Formaldehyd, PCP, Lindan, Chlornaphthaline
Balkone	Asbest, PAK

In allen durchfeuchteten und/oder ehemals feuchten Bauteilen können erhöhte Schimmelpilz- oder/und Bakterienbelastungen vorliegen.

Bei Holzbauteilen können bei entsprechenden Feuchten auch holzerstörende Organismen Bauteile ganz oder teilweise zerstört haben.

Werden in ein älteres Gebäude neue Fenster eingebaut oder/und andere Luftdichtungsmaßnahmen durchgeführt, so erhöht sich die Luftdichte des Objektes – mit der Folge einer möglichen Anreicherung von potenziellen Schadstoffen im Innenbereich.

Die Folge kann dann ggf. eine teure Schadstoffsanierung sein. Bei jeder Sanierungsmaßnahme älterer Bausubstanz ist es daher sinnvoll, ein Schadstoffkataster des Objektes (vor Beginn der Sanierungsarbeiten) zu erstellen, so dass der Eigentümer wirtschaftlich sinnvolle Entscheidungen treffen kann.

3.2 Mikrobielle Belastung (Schimmelpilze, Bakterien)

Schimmelpilze und Bakterien sind Teil unserer Umwelt und ubiquitär, d. h. allgegenwärtig und überall vorhanden. Schimmelpilz in Innenräumen kann man als »Krankheit des Gebäudes« betrachten. Diese wird in erster Linie durch zu viel Feuchtigkeit verursacht. Die anderen Wachstumsparameter von Schimmelpilzen werden dann erst wirksam.

Wodurch wird diese »Krankheit« verursacht? Zum einen entstehen Schäden z. B. durch geplatzte Leitungen, auslaufendes oder eindringendes Wasser aus Rohrleitungen usw. Diese Ursache kann behoben, das Gebäude wieder getrocknet und der Schimmel entfernt werden. Danach ist die »Krankheit auskuriert«.

Zum anderen stellen zu feuchte Neubauten ein Problem dar. Das Gebäude ist für die Nutzung noch zu nass. Auch hier gilt primär, das Haus zu trocknen und die Ursache damit zu beseitigen.

Schwieriger wird es, wenn die »Krankheit« mit der Gebäudehülle und deren Funktionen in Verbindung steht. Sieht man sich einmal die »dritte Haut«, die Gebäudehülle, an, stellt man fest, dass die Wand, das Dach oder andere begrenzenden Bauteile in der Regel mehrschichtig aufgebaut sind. Die Wand mit Außenputz, Mauerwerk und Innenputz, das Dach mit Dachhaut, Dämmung und Innenverkleidung. Wichtig in diesem Zusammenhang ist das Zusammenspiel und die Funktionen zwischen Flächen, Fugen und Öffnungen sowohl in Hinblick auf die Nutzung – also auf das Innere eines Gebäudes – als auch in Bezug auf das Außenklima.

An dieser Stelle erkennt man schnell, dass Lösungsversuche, die sich nur auf Symptombehebung richten, bei Umbau, Sanierung, Planung und Ausführung scheitern müssen, weil es sich um komplexe Zusammenhänge handelt, für die sich auch nur komplexe Lösungen eignen. Dabei spielt die Bandbreite des Außen- wie des Innenklimas eine ausschlaggebende Rolle. Eine »verzeihende«, fehlertolerante Bauweise puffert die unterschiedlichen, physikalischen Einwirkungen (Feuchte, Wärme, Schall), ohne dabei Schaden zu nehmen. Tritt

Schimmelpilz aufgrund einer gestörten Gebäudehülle im Innenraum auf, so ist mit Sicherheit etwas am oben genannten Zusammenspiel nicht in Ordnung.

Die alten Fensterscheiben hatten einen deutlich schlechteren Dämmwert als das Mauerwerk. Deshalb fungierten sie bei zu viel Feuchtigkeit im Innenbereich zusätzlich als »Kondensattrockner«. Wasser kondensierte an der Scheibe, wurde im unteren Bereich des Fensters gesammelt und durch ein Röhrchen nach außen abgeleitet (»Kondensatfalle«). Diese Funktionsweise des Wärmeschutzes bei gleichzeitiger Entfeuchtung wird durch die Änderung nur einer wichtigen Komponente nachhaltig gestört. Der Austausch eines alten gegen ein neues Fenster bringt andere Eigenschaften und Funktionsweisen des Fensters mit sich, aber die der Wand bleiben unverändert.

So wird die Luft nicht mehr durch Undichtigkeiten nach außen ab- bzw. nicht mehr von außen zugeführt, was erhöhte Luftfeuchte im Innenbereich zur Folge hat. Die Feuchtigkeit kondensiert nicht mehr an der Fensterscheibe, sondern an der Wärmebrücke, z. B. einer Wandecke, weil diese nun im Winterhalbjahr die kälteste Stelle der Außenbauteile darstellt.

Dies bedeutet für Bestandsgebäude, dass alte Fenster nur dann sinnvoll durch neue Fenster ersetzt werden können, wenn der Mindestwärmeschutz der Außenwände sichergestellt ist, d. h. der Wärmeschutz der Außenwände muss besser sein (U-Wert) als der der Fenster.

Gebäude, die nicht oder/und nur teuer zu dämmen sind, benötigen keine neuen Fenster – es sei denn, dass andere Kompensationsmaßnahmen zur Verhinderung von Schimmelpilzbildung möglich und umsetzbar sind. Und das bedeutet wiederum, dass es sinnvoll ist, zu untersuchen, ob das Gebäude saniert werden kann oder besser abgerissen wird.

Gesundheitliche Aspekte von Schimmelpilzbefall

Es gibt einige wenige Schimmelpilze, die bei erhöhtem Vorkommen im Innenbereich eine gesundheitliche Relevanz haben. Dazu gehören in unseren Breitengraden vor allem *Aspergillus flavus* (assoziiert mit Kaffee, Getreide, Früchten, in Apfelsäure, etc.), *Aspergillus fumigatus* (typischer Müllkeim) sowie *Stachybotrys chartarum* (typischer Wasserschadenspilz).

Ein Nachweis einer Dosis-Wirkungsbeziehung von Schimmelpilzen in Innenräumen und gesundheitlichen Beschwerden ist nicht möglich.

Ein Schimmelpilzschaden in Innenräumen gilt daher in erster Linie als ein hygienischer Mangel.

Vorkommen

An oder auf allen ausreichend feuchten Materialien.

Schimmel erkennen

Schimmelpilze können in Innenräumen nur dann entstehen, wenn folgende Mindestvorsetzungen gegeben sind:

- etwa 70 %, bei den meisten Arten ab 80 % relative Luftfeuchtigkeit an der Oberfläche auf der der Pilz wächst, in der Mykologie als »Substrat« bezeichnet, technisch ausgedrückt einen a_w -Wert $>0,7$

- genügend Zeit zum Aussporen und dabei genügend Feuchtigkeit (ca. 5 Tage)
- Nahrung (organisches Material)
- eine Temperatur von etwa 5 °C bis 35 °C
- einen pH-Wert zwischen 5–7
- eine sehr geringe Sauerstoffmenge von 0,14 % bis 0,25 %.

Nur wenn alle diese Wachstumsvoraussetzungen gegeben sind, kann Schimmelpilz wachsen und zunächst Hyphen und dann ein Pilzgeflecht (Mycel) ausbilden. Wenn also in Innenräumen Schimmelpilz auf der Tapete oder hinter einer Fußleiste wächst, sind alle oben genannten Voraussetzungen erfüllt. Mikrobiell belastete Materialien können in der Regel nur durch Probenahme und Laboruntersuchung erkannt werden.

Probenahme und Laboruntersuchungen

Zur Überprüfung eines Schimmelpilzschadens stehen verschiedene Methoden zur Verfügung. Zum Nachweis lebender Schimmelpilze ist der Einsatz geeigneter Nährmedien notwendig: Malzextrakt-Agar (MEA) sowie Dichloran-Glycerol 18%-Agar (DG 18); es sind dabei immer beide Nährmedien einzusetzen.

Über Luftkeimsammlungen werden lebende Pilzbestandteile, vornehmlich Sporen, auf die Nährmedien gebracht, kultiviert und ausgewertet. Über solche Luftkeimsammlungen werden nur lebende Pilzbestandteile erfasst, die auf den eingesetzten Nährmedien wachsen. Die tatsächliche Belastung der Luft zum Zeitpunkt der Messung mit Schimmelpilzen lässt sich ermitteln und Vergleichsmessungen werden ermöglicht.

Zur Durchführung von Luftkeimsammlungen nach dem Impaktionsverfahren sind spezielle Geräte erforderlich, so genannte Luftkeimsammler.

Abklatsch- oder Kontaktproben werden zur Untersuchung von Oberflächen mit und ohne sichtbaren Schimmelpilzbefall eingesetzt.

Über Klebefilmproben werden sowohl lebende als auch abgestorbene Pilzbestandteile an den Oberflächen erfasst.

Materialproben erlauben weitergehende Analysen auch in tiefer gelegenen Bauteilschichten.

Hausstaubproben dienen zur Kontrolle sedimentierter Schimmelpilzbestandteile über längere Zeiträume hinweg. Allgemein wird empfohlen, vor Entnahme von Hausstaubproben die zu untersuchenden Räume mindestens 7 Tage nicht zu saugen.

Vorkommen

Auf Materialien, in der Raumluft, in Hohlräumen.

Sanierungsverpflichtung

Da es sich meist um einen feuchtetechnischen Mangel bzw. Schaden handelt, besteht evtl. eine Sanierungsverpflichtung. Aus Vorsorgegründen sollte der Schimmelpilz beseitigt werden.

Regelwerke

Biostoffverordnung, BGI 858 (Handlungsanleitung der BG-Bau bei der Gebäudesanierung); evtl. Gefahrstoffverordnung; weitere Informationen gibt das Umweltbundesamt.

Derzeit bestehen keine Technischen Regeln für bauliche Arbeiten und den Umgang mit mikrobiell kontaminierten Bauprodukten, die zwingend einzuhalten wären. Dennoch wird empfohlen, die BGI 858 einzuhalten.

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Empfehlung bei größeren Schäden (i. d. R. ab ca. 0,5 m² zusammenhängende Fläche Schimmelpilzbefall): Fachbetriebe, die über die nötige Sachkunde und die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen.

Umgang mit Abfall

Bauschutt wird innerhalb des Gebäudes partikeldicht verpackt.

Abfallschlüssel 17 08 02, »Baustoffe auf Gipsbasis, z. B. Gipskartonplatten, Gipsputze oder Gipsabfälle«

Für alle schadstoffbelasteten Materialien, die nach der Sanierung im Gebäude verbleiben (gilt auch für sekundärkontaminierte Bereiche), ist im Hinblick auf einen Verkauf oder /und auf eventuelle spätere Sanierungs- oder Umbaumaßnahmen die dann gültige sachgerechte Entsorgung zu dokumentieren.

An dieser Stelle sollen beispielhaft größere Schäden mit der Folge von Abriss oder Teilabriss aufgezeigt werden.

Eine Innendämmung aus Gipskarton mit aufkaschiertem Styropor wurde auf die Innenwand aufgeklebt.

Ursache der hohen mikrobiellen Belastung sind:

- die Fassade ist nicht ausreichend schlagregendicht und
- durch die Innendämmung mit einem nicht sorptiven (d. h. Feuchte aufnehmenden und wieder abgebenden) Dämmstoff kommt es an der Grenzschicht Innenputz zu sehr hoher Feuchtebelastung.



Folge: komplette Entkernung der gesamten Wohnung durch Abbau der Innendämmung, Entfernung des Putzes, Ausbau der Fensterfugen, der Estrichrandfugen usw. sowie komplette Feinreinigung der gesamten Wohnungseinrichtung.

Die Abdichtung gegen Erdreich in einer Souterrainwohnung war nicht gegeben. Aufgrund Veränderungen im Umfeld stieg der Grundwasserspiegel an. Folge: Totalabriss des Objektes.



Betonfertigteile in einer Lebensmittelfertigung mit sehr hoher Schimmelpilz- und Bakterienbelastung. Folge: Schließung der Fabrikation bis zur Abstellung der technischen Mängel und dem Entfernen der mikrobiellen Belastung. Ob sich der Aufwand lohnt, die technischen Mängel am Gebäude zu sanieren oder ob der Abriss wirtschaftlich sinnvoller ist, muss im Detail geklärt werden.



Wärmebrücke Fensterlaibung; da der Fensterrahmen zu schmal ist, kann weder eine Außen- noch eine Innendämmung eingebaut werden; Folge: Teilabriss.



Ein undichtes Dach in einem zeitweise nur teilweise genutzten Büro wurde nicht bemerkt; Folge: Gebäudeabriss.



Der Dachdämmung fehlt in Teilen die Luftdichtung. Folge: stark mikrobiell belastete Dämmung und holzerstörende Pilze im Dachstuhl. Der Totalabriss des Dachstuhles war erforderlich.



Neue Fenster, alter Sturz und das Ergebnis: Da auch hier der Fensterrahmen zu schmal für eine Dämmung ist, muss das Fenster wieder ausgebaut und durch ein anderes ersetzt werden.



Ein Hohlboden aus einem alten Schulgebäude, von unten über den kalten und feuchten Keller über die Jahre mit hoher mikrobieller Belastung aufgefeuchtet. Das Gebäude wurde abgerissen.



Duschbereich einer Turnhalle: Die Sanierung muss einer Neuerrichtung entsprechend dem heutigen Stand der Technik und den heutigen Anforderungen gegenübergestellt werden. Meist ist der Abriss und Neubau die bessere und in vielen Fällen auch wirtschaftlich sinnvollere Alternative.



Einer mikrobiellen Belastung liegt immer ein feuchtetechnischer Mangel zugrunde. Der Mangel kann aus einer Havarie, einer Wärmebrücke, nicht ausreichender Dämmung, zu geringem

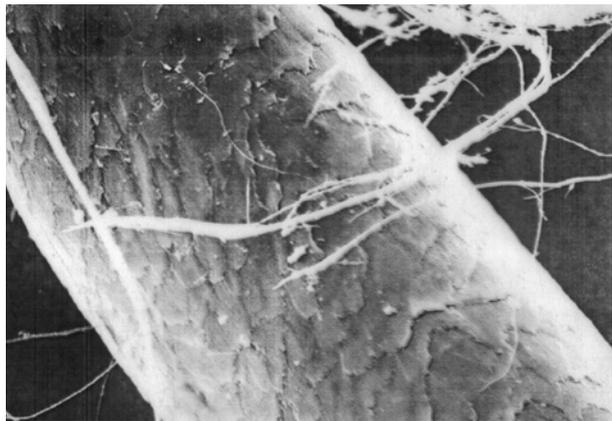
Luftwechsel und anderen Ursachen entstanden sein. Wird die Ursache nicht rechtzeitig und umfassend erkannt, so entstehen relativ schnell hohe Folgekosten oder/und ein weiterer Schaden, z. B. ein Befall mit holzerstörenden Organismen.

3.3 Asbest

Asbest ist als Werkstoff schon seit Jahrhunderten bekannt. Schon vor 4000 Jahren wurden in Finnland Tonschalen mit Asbestfasern versetzt, um sie widerstandsfähiger zu machen. Im Erdreich abgebaut wird Asbest insbesondere in Kanada, Russland und Südafrika. Aus diesem Rohstoff lassen sich Materialien herstellen, die sich insbesondere für Brandschutzzwecke eignen. In Gebäuden kann Asbest in fester oder in schwach gebundener (flockiger) Form vorgefunden werden.

Die Problematik bei Asbest ist der Umstand, dass er aus extrem feinen Fasern besteht. Eine Faser braucht im freien Fall ca. 24 Stunden, um einen Meter herunterzusinken. Asbest ist jedoch nicht giftig. Seine Farbe ist weiß bis gräulich. In der Baupraxis stellt der Umstand, dass selbst Experten ohne aufwändige Laboruntersuchungen nicht feststellen können, ob es sich bei dem vorgefundenen Material um Asbest handelt oder nicht, ein großes Problem dar.

Die Abbildung zeigt ein menschliches Haar im Größenvergleich zu Asbestfasern.



3.3.1 Vorkommen von Asbest

Gesundheitliche Aspekte

Freie Asbestfasern, die kürzer als 5 μm sind und einen Durchmesser $< 3 \mu\text{m}$ haben, können in die Lungenbläschen, die Alveolen, gelangen und dort eine »Asbestose«, eine Form der Staublungenkrankheit, auslösen. Auch Lungenkrebs kann vor allem in Zusammenhang mit anderen Schadstoffen durch Asbest entstehen.

Fest gebundene Fasern in Baustoffen, wie z. B. in Faserzementplatten, gelten als weitgehend ungefährlich, solange keine Fasern freigesetzt werden.

Art des Vorkommens

Schwach gebunden, z. B. in Pappen und Leichtbauplatten, Dichtschnüren oder in Spritzputzen sowie in Brandschutztüren (bis Ende 1981). Spritzputze wurden teilweise als Brandschutzbeschichtungen auf Holzkonstruktionen in Dachgeschossen eingesetzt, aber auch bei Fertighäusern als Außenputz.

Die Fasern können jederzeit freigesetzt werden, spätestens jedoch beim Kontakt mit dem Baustoff bzw. Bauprodukt.

Fest gebunden in Asbestzementbauteilen, wie Fassaden- und Dachplatten, Fensterbänken, in Bodenbelägen, etc. Sind die Baustoffe in gutem Zustand, werden i. d. R. keine Fasern freigesetzt. Im Außenbereich ist durch die Bewitterung eine langsame Freisetzung der Fasern möglich.

Diese Produkte dürfen weder gebohrt noch gesägt werden, da dann die Fasern freigesetzt werden.

Seit etwa Mitte der 60er Jahre haben die meisten Hersteller solcher Produkte und Anlagen auf die Verarbeitung von Asbest verzichtet.

Sanierungsverpflichtung

Aus Vorsorgegründen sollte, je nach Nutzung (Kinder?) und Beschaffenheit des Materials (Grad der Beschädigung) eine Untersuchung erfolgen und es sollten »Dringlichkeitsstufen« festgelegt werden. Der Eigentümer ist verantwortlich für die Untersuchung und die ggf. erforderlichen Maßnahmen.

Eine Sanierungsverpflichtung besteht nicht. Jedoch dürfen unbeschichtete asbesthaltige Baustoffe nicht instand gesetzt werden, da sonst die Lebenszeit verlängert werden würde. Sinnvoll ist immer der Ab- bzw. Ausbau asbesthaltiger Stoffe. Bei Fassaden oder/und Dachbelägen mit Asbest ist die Unterkonstruktion sehr oft aus Holz und daher i. d. R. mit PCB und/oder Lindan belastet. Der Ausbau bzw. Abbruch erstreckt sich somit in den meisten Fällen bis auf die Unterkonstruktion.

Bei asbesthaltigen Fensterbänken kann die Anschlussfuge PCB-belastet sein. Eine entsprechende PCB-Sanierung ist daher mit einzukalkulieren. Bei asbesthaltigen Bodenbelägen muss mit PAK-haltigem Kleber gerechnet werden.

Innenraumluft-Richtwerte

Der Zielwert für die Sanierung von Innenraumbelastungen liegt bei 500 Fasern/m³. Er wird zur Erfolgskontrolle von Asbest-Sanierungen herangezogen. Der EU-Arbeitsplatzgrenzwert liegt bei 100 000 F/m³ (EU-Richtlinie 2009/148/EG). Der Restfasergehalt in der Abluft aus Sanierungsarbeiten darf 1000 F/m³ nicht überschreiten (TRGS 519).

Asbest erkennen

Grundsätzlich ist Asbest optisch nicht zu erkennen, es sollte daher immer eine Laboruntersuchung in Auftrag gegeben werden.

- Schwach gebundener Asbest:
 - Spritzputz: grau-weiß, meist raue Oberfläche, optisch i. d. R. nicht erkennbar, ob asbesthaltig.
 - Asbesthaltige Pappen und Leichtbauplatten (z. B. in Heizkörpernischen): Pappen schwarz bis grau, Platten meist grauweiß mit ausgefransten Fasern an Bruch- und Schnittkanten, ggf. beschichtet mit anderen Farben.
- Fest gebundener Asbest:
 - Meist zementgraue Oberfläche, bei beschichteten Stoffen, wie kleinformatigen Fassadentafeln, auch oft farbige Oberflächen mit grauen Schnittkanten.

Asbestfreie Faserzementprodukte sind ab 1991 oft mit dem Herstellungsdatum und »AF« (asbestfrei) gekennzeichnet. In Zweifelsfällen sollte eine Materialprobe in einem Labor überprüft werden.

Regelwerke

TRGS 519, »Technische Regel für Gefahrstoffe, Asbest – Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten«, »Asbest-Richtlinie; Richtlinie für die Bewertung und Sanierung schwach gebundener Asbestprodukte in Gebäuden«, BG-Information BGI 664, Merkblatt der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA Merkblatt).

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

- Die Sanierung von asbestbelasteten Gebäuden oder/und Bauteilen und die diesbezügliche Entsorgung unterliegt strengsten behördlichen Auflagen. Die Arbeiten können nur von lizenzierten Fachfirmen mit Sachkundenachweis und geschultem Personal unter der Beaufsichtigung eines ö.b.u.v. Sachverständigen für Asbestsanierung sowie unter Einschaltung des Amtes für Arbeitsschutz durchgeführt werden.
- Zur Durchführung der Sanierungsarbeiten werden die betroffenen Bereiche hermetisch abgeschlossen. Die Arbeiten werden bei Unterdruck und ständiger Entlüftung durchgeführt. Die ausführenden Arbeiter müssen die Sanierung in Spezialkleidung und mit Atemschutzgeräten vornehmen. Der Asbest wird in spezielle Kunststoffsäcke (Big-Bags) verpackt und auf Deponien entsorgt.

Abfall

- Abfallschlüssel 17 06 05, »asbesthaltige Baustoffe«
- Abfallschlüssel 16 02 04, »gebrauchte Geräte, die freies Asbest enthalten«.

Asbest kann in den folgenden Bauteilen oder/und Produkten vorhanden sein:

3.3.1.1 Fassaden- und Dach(-well-)platten

Fassadenplatten aus Asbest;
teilweise bereits gebrochen;
dahinter (ungeschützt) künst-
liche Mineralfasern



Asbest-Dachtafeln direkt vor
dem Fenster



Großflächig verlegte asbest-
haltige Dachtafeln



3.3.1.2 Balkonverkleidungen

Auf dem Bild ist die Balkon- sowie die Schornsteinverkleidung des Gebäudes aus Asbestzement. Farblich sind diese Produkte meist grau bis schwarz oder braun-rötlich, ggf. aber auch in anderen Farben.



Es handelt sich dabei immer um festgebundene Asbestprodukte. Eine Verpflichtung zum Ausbau funktionstüchtiger asbesthaltiger Fassaden- Balkon- oder Dachplatten besteht nicht.

Unbeschichtete Asbestzement-Flächen dürfen nicht wieder instand gesetzt werden, um die Lebensdauer der asbesthaltigen Materialien nicht zu verlängern. Balkonverkleidungen, Absturzsicherungen und andere Verkleidungen, wie die ganzer Fassaden, wurden ab den 1960er Jahren aus Asbestzementplatten hergestellt.

Beschichtete Platten dürfen durch eine Neubeschichtung wieder instand gesetzt werden. Dies ist in der Regel jedoch wenig sinnvoll, da die Oberflächen selten beschädigt oder abgewittert sind. Gibt es allerdings abgewitterte oder /und offene Bereiche der Asbestzementtafeln, gilt wieder die o. g. Regelung, dass nicht instand gesetzt werden darf. Sinnvoll ist der fachgerechte Austausch gegen asbestfreie Werkstoffe.

Bei Reinigung asbesthaltiger Außenflächen ist drucklos und nur mit weich arbeitenden Geräten zu arbeiten. Von Handwerksunternehmen wird die Fassadenreinigung mit entsprechend zugelassenen Geräten angeboten. Teilweise ist jedoch bei Einsatz solcher Maschinen eine Ausnahmegenehmigung der zuständigen Behörde erforderlich. Bei Ab- oder Ausbau dieser Asbestprodukte ist die Technische Regel für Gefahrstoffe (TRGS) 519 zu beachten.

3.3.1.3 Fensterbänke

Ab den 60er Jahren bis 1991 wurden Asbestzementplatten als Fensterbänke eingebaut. Diese haben meist eine zementgraue, grauschwarze oder schwarze Farbe (siehe Foto) und eine glatte, werksteinartige Oberfläche. Fasern sind bei intakten Platten nicht zu erkennen. Aufgrund ihres relativ geringen Asbestgehalts (15 – 10% Weißasbest (Chrysotil)) bei gleichzeitig hohem Bindemittelanteil (ca.



85 – 90% Zement) zählen Fensterbänke zu den festgebundenen Asbestprodukten und fallen damit nicht in den Geltungsbereich der Asbest-Richtlinie. Es besteht daher keine Sanierungsverpflichtung. Solange die Fensterbänke nicht beschädigt oder zerstört werden, ist nicht mit einer Faserfreisetzung zu rechnen. Bei der Demontage dieser Fensterbänke soll möglichst staubfrei (feuchte Tücher, Besprühen mit Wasser oder Bindemitteln) gearbeitet werden.

3.3.1.4 Nachtspeicheröfen

Ältere Elektro-Speicherheizgeräte (Nachtspeicheröfen) der Herstellungsjahre 1959 bis 1977 enthalten u.a. schwach gebundene asbesthaltige Bauteile.

Weitere Problemstoffe in Nachtspeicheröfen können Mineralwolle, PCB und Chromat sein.

Es werden drei Gerätegruppen unterschieden:

- Gerätegruppe 1 ohne asbesthaltige Materialien.
- Gerätegruppe 2 mit asbesthaltigen Materialien. Bei einer Anordnung asbesthaltiger Bauteile außerhalb des Luftstroms ist bei ordnungsgemäßem Betrieb und intaktem Gerät nicht mit einer Freisetzung von Asbestfasern zu rechnen.
- Gerätegruppe 3 mit asbesthaltigen Materialien größeren Umfangs. Hier befinden sich asbesthaltige Bauteile im Luftstrom des Geräteventilators.



Die Speichersteine der Öfen sind durch den Betrieb mit einer wasserlöslichen Chromverbindung belastet. Dabei ist jedoch nur die orale Aufnahme problematisch, im Betrieb sind keine gesundheitlichen Belastungen aus den Chromaten zu erwarten. Die »Innereien« der Öfen sollten daher nur mit entsprechenden Handschuhen angefasst werden.

Für die Entsorgung gilt:

- Gerätegruppe 1: asbestfrei. Diese Geräte können der normalen Entsorgung zugeführt werden, wenn die Asbestfreiheit nachgewiesen ist.
- Gerätegruppe 2: enthält eine asbesthaltige Dämmstoffhülle. Das Gerät kann mit dem Nachweis der Zugehörigkeit in Gerätegruppe 2 über eine Asbestfachfirma gemäß TRGS 519 entsorgt werden.
- Geräte der Gruppe 3 sind von einer Asbestsanierungsfachfirma abzuholen und zu entsorgen.

3.3.1.5 Lüftungsanlagen

Nebenstehendes Foto zeigt leicht gebundenen Asbest, der in einer Dunstabzugshaube einer Großküche gefunden wurde. Der Sanierungsaufwand verursachte Kosten in Höhe von 300 000 € sowie eine Verlängerung der Bauzeit um 3 Wochen.



3.3.1.6 Dicht- und Dämmpappen

Dicht- und Dämmpappen wurden in Heizkörpernischen (meist hinter Holzverkleidungen), im Dachbereich und überall dort, wo abgedichtet oder/und gedämmt wurde, verlegt.



3.3.1.7 Dichtschnüre

Dichtschnüre wurden im Ofenbau, Heizungs- und Sanitärbereich (Stopfbuchsen, u.a.), Rohrleitungsbau, Fahrzeugbau und vielen anderen Bereichen mit Anforderungen an die Dichtigkeit bei wechselnden Temperaturen, verwendet.



3.3.1.8 Spritzbeschichtungen

Spritzbeschichtungen von Holzbalken und anderen Bauteilen für den vorbeugenden Brandschutz. Diese wurden u. a. während des 2. Weltkrieges in Dächern von städtischen Häusern eingesetzt.

Die linke Bildhälfte zeigt Spritzasbest, die rechte einen unproblematischen Kalkanstrich.



»Asbest« ist eine Sammelbezeichnung für faserförmige Silikat-Mineralen. Die Fasern besitzen eine hohe Festigkeit, sind hitze- und säurebeständig, dämmen gut und können technisch breit und relativ einfach eingesetzt bzw. verarbeitet werden. Verwendet wurde Asbest in allen Teilen der Werft- und Autoindustrie, dem Hoch- und Tiefbau und vielen anderen Bereichen.

3.4 Sonstige Schadstoffe

3.4.1 Künstliche Mineralfasern (KMF)

Ältere Mineralwolle wird je nach dem Kanzerogenitätsindex als krebserzeugend eingestuft bzw. steht unter dem Verdacht, Krebs zu erzeugen.

Diese Produkte befinden sich hauptsächlich als Wärmedämmung im Dachbereich, aber auch in leichten Trennwänden sowie in weiteren Dämmbereichen.



Da die Dämmungen in der Regel nicht luftdicht verarbeitet wurden (siehe Bild), können an der dem Wind zugewandten Seite des Hauses diese Mineralfaserstäube bis in den Innenbereich gelangen.

An der dem Wind abgewandten Seite des Hauses wird dagegen durch Konvektionsströme bei Undichtigkeiten warme Luft in den Dämmbereich geführt. Dort kann dann im Winter durch Abkühlung Kondensat entstehen, das zu Zersetzungen und mikrobiellen Belastungen führen kann.

Bis 1996 wurden durchweg Dämmwollen eingebaut, die heute im Verdacht stehen, krebserzeugend zu sein. Zwischen 1996 und 2000 wurden sowohl alte als auch neue Produkte verwendet. Bei der Sanierung kann man daher davon ausgehen, dass alle bis 1996 verbauten Produkte problematisch sind, alle ab Mitte 2000 verbauten Produkte unproblematisch. Die zwischen diesen beiden Jahresgrenzen verbauten Mineralwollen sollten grundsätzlich dahingehend untersucht werden, welcher Kategorie sie angehören.

Im Zweifelsfall sollte der Ausbau jedoch sicherheitshalber immer nach der TRGS 521 (Technische Regel Gefahrstoffe: »Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle«) erfolgen. Die Arbeiten an oder/und mit krebserzeugenden Produkten, wie den alten Mineralfaserdämmungen, dürfen nur von Fachfirmen ausgeführt werden, die über die entsprechenden Voraussetzungen verfügen und die dazu nötige Sach- und Fachkenntnis besitzen.

Eine Sanierungsverpflichtung für KMF gibt es nicht. Andererseits sollte aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes eine Faserbelastung der Innenräume ausgeschlossen werden.

Vorkommen

KMF können in folgenden Bauteilen oder /und Produkten vorhanden sein:

Dämmungen

Dämmungen von Dächern und Decken, Innen- und Außenwänden, leichten Trennwänden, Bodenaufbauten, Unterböden, Estrichdämmungen, Zwischendecken, usw. sowie als technische Isolierungen von Heizungs-, Kälte- und Lüftungsleitungen.



Problematisch sind insbesondere Dämmungen, die nur lose zwischen die Sparren gestopft wurden.

Künstliche Mineralfasern (KMF) sind aus Glas, Quarz, Steinen oder Schlacken sowie Zusatzstoffen hergestellte Fasern, die im Baubereich hauptsächlich als Dämmstoff eingesetzt werden.

*Gesundheitliche Aspekte*

Künstliche Mineralfasern können, je nach Kanzerogenitätsindex, ähnliche Wirkungen wie Asbest zeigen.

Kanzerogenitätsindex

Für die Einstufung der Gefährlichkeit von künstlichen Mineralfasern, die lungengängige WHO-Fasern (lungengängige Fasern) enthalten (Glaswolle, Steinwolle, Basaltwolle, etc.), wurde in der TRGS 905 der Kanzerogenitätsindex (KI) festgelegt.

Der KI wird nach der stofflichen Zusammensetzung (Summenformel) der zu bewertenden Mineralfasern ermittelt.

Glasige Mineralfasern werden nach dem KI entsprechend der Gefahrstoffverordnung wie folgt eingeteilt:

- glasige WHO-Fasern mit einem Kanzerogenitätsindex $KI \leq 30$ werden in Kategorie 2 (krebserzeugend) eingestuft
- glasige WHO-Fasern mit einem Kanzerogenitätsindex $KI > 30$ und $KI < 40$ werden in Kategorie 3 (mögliche krebserzeugende Wirkung) eingestuft
- für glasige WHO-Fasern erfolgt keine Einstufung als krebserzeugend, wenn deren Kanzerogenitätsindex $KI \geq 40$ beträgt.

Art des Vorkommens

- als lose Fasern (Stopfwohle), als »Heftrandmatten«, als Platten und Bahnen
- faserförmig in Dämmstoffen für Wärme-, Kälte- und Brandschutz
- gebunden in Plattenwerkstoffen oder Matten.

Sanierungsverpflichtung

Eine Sanierungsverpflichtung besteht nicht. Ist jedoch z. B. wegen baulicher Mängel die Faserbelastung in der Raumluft stark erhöht (≥ 1000 Fasern/ m^3), ist es aus Gründen des vorbeugenden Gesundheitsschutzes sinnvoll oder sogar erforderlich, die Mängel abzustellen oder zu beseitigen.

Sinnvoll – auch im Sinne einer späteren Entsorgung bzw. eines möglichen Minderwerts des Gebäudes – ist der zeitnahe Ausbau der KMF.

Innenraumluft-Richtwert

Grenz- oder Richtwerte für künstliche Mineralfasern (KMF) in Wohnräumen bestehen derzeit nicht. Am Arbeitsplatz (Abbruch, Sanierung) gilt für KMF mit möglicher krebserzeugender Wirkung ein Grenzwert von 250 000 Fasern/cbm Luft.

KMF-Produkte erkennen

Faserige Dämmstoffe, gelblich, weißlich bis grünlich; in der Regel ist eine Laboruntersuchung erforderlich, um den KI (Kanzerogenitätsindex) festzustellen.

Werden Gebäude oder Bauteile abgebrochen, ist der Bauherr verpflichtet, vor dem Abbruch das betreffende Gebäude bzw. die entsprechenden Bauteile auf evtl. Schadstoffvorkommen untersuchen zu lassen. (Anforderungen der Landesbauordnungen; siehe Musterbauordnung §3, Abs. 1: »Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.«)

Werden KMF in abzubrechenden Gebäuden oder Bauteilen festgestellt, sind die Materialien vor dem Abbruch zu entfernen. Dabei gilt, wie auch bei Sanierungen, die TRGS 521.

Die Verarbeitung von KMF-Produkten, die nach TRGS 905 eingestuft werden (krebserzeugend oder mit möglicher krebserzeugender Wirkung), ist bei der Berufsgenossenschaft oder/und Arbeitsschutzbehörde anzeigepflichtig. Bei Sanierungs- oder Abbrucharbeiten mit KMF ist dies der Fall, wenn nicht das Gegenteil nachgewiesen werden kann.

Regelwerke

TRGS 521, »Abbruch-, Sanierungs- und Instandhaltungsarbeiten mit alter Mineralwolle«

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Sollen Gebäude abgebrochen werden, ist der Bauherr verpflichtet, vor dem Abbruch das betreffende Gebäude auf evtl. Schadstoffvorkommen untersuchen zu lassen. Dies geht u. a. aus den allgemeinen Anforderungen der Landesbauordnungen hervor, z. B. Hessische Bauordnung, §3, Abs. 1: »Bauliche Anlagen sowie andere Anlagen und Einrichtungen im Sinne von §1 Abs. 1 Satz 2 sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instandzuhalten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung nicht, auch nicht durch unzumutbare Nachteile oder unzumutbare Belästigungen, gefährdet wird.«

Die Verarbeitung von KMF-Produkten, die nach TRGS 905 eingestuft werden (krebserzeugend oder mit möglicher krebserzeugender Wirkung), ist bei BG und Arbeitsschutzbehörde (spätestens 14 Tage vor Arbeitsbeginn) anzeigepflichtig. Bei Sanierungs- oder Abbrucharbeiten mit KMF ist dies der Fall, wenn nicht das Gegenteil nachgewiesen werden kann.

Der Ausbau darf nur von Firmen ausgeführt werden, die über die einschlägigen betrieblichen und personellen Voraussetzungen verfügen. Die Beschäftigten müssen mit den auftretenden Gefahren und den zu treffenden Schutzmaßnahmen vertraut sein (siehe TRGS (Technische Regel Gefahrstoffe) 521). Die jeweiligen Schutzstufen (S1 bis S3) sind festzulegen und die jeweilig erforderlichen Schutzmassnahmen sicherzustellen.

Abfall

- Abfallschlüssel 17 06 04, »Dämmmaterial mit Ausnahme desjenigen, das unter 17 06 01 und 17 06 03 fällt«
- Abfallschlüssel 17 06 01, »Dämmmaterial, das Asbest enthält«
- Abfallschlüssel 17 06 03, »Anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält (z. B. Mineral-, Glas- oder Steinwolle)«

3.4.2 Formaldehyd

Formaldehyd (chemische Bezeichnung Methanal) ist das einfachste Aldehyd. In der Natur kommt Formaldehyd, auch Formalin genannt, als Stoffwechselzwischenprodukt in Zellen vor, bei erwachsenen Menschen werden ca. 50 g dieses Stoffes pro Tag gebildet und wieder abgebaut. In Früchten und vor allem im Holz entsteht Formaldehyd und wird je nach Jahreszeit unterschiedlich stark gebunden, gespeichert bzw. wieder abgegeben. Bei jeder (unvollständigen) Verbrennung entsteht ebenfalls Formaldehyd.

Technisch wurde Formaldehyd als Lösungsmittel in Klebstoffen, Lacken und Anstrichen eingesetzt.

Spanplatten, die bis etwa 1977 eingebaut wurden, emittieren viel Formaldehyd. Bei Feuchtezufuhr ist die Emission höher, bei trockenen Platten geringer. Ist der Fugenanteil hoch, ist die Aldehydemission höher als bei geringem Fugenanteil. Dies gilt auch für Möbel, die mit Pressspanplatten erstellt wurden. Das Foto zeigt einen Rollladenkasten, der mit Spanplatten ausgekleidet ist. Hohe Raumluftkonzentrationen von Formaldehyd können bei diesen Konstruktionen die Folge sein.



Stärkere Emissionen kommen aus Fußbodenverlegeplatten sowie Wand- und Deckenkonstruktionen mit Spanplatten.

Ältere Dämmstoffe aus Mineralfasern enthalten im Kunstharz ebenfalls relativ hohe Formaldehydwerte, die ggf. in den Innenraum über Konvektion gelangen können. Das Bundesgesundheitsamt hat 1977 für die Formaldehydkonzentration in Innenräumen einen Richtwert von 1,2 mg Formaldehyd je m³ Raumluft festgelegt, wobei jedoch von besonders empfindlichen Personen Formaldehyd bereits in Konzentrationen von etwa der Hälfte und darunter wahrgenommen werden kann.

Möglichkeiten zur Reduzierung der Formaldehydkonzentration in der Innenraumluft:

- Vermehrt lüften, am besten über eine Lüftungsanlage.
- Die Aminosäuren von Wolle können Formaldehyd binden. Dabei reagieren die Formaldehyd-Moleküle mit den Mikrofibrillenproteinen sowie mit den Aminosäuren. Das in der Raumluft vorhandene Formaldehyd wird so dauerhaft eliminiert.
- Ausbau der emittierenden Materialien.

Gesundheitliche Aspekte

Mögliche Reiz- bis Ätzwirkung auf Augen und Haut, hautsensibilisierende Wirkung, Reizwirkung im Atemtrakt, Kopfschmerzen und Übelkeit, ggf. allergische Hauterkrankungen.

Vorkommen

- Holzwerkstoffplatten
- Dämmstoffe
- Bindemittel in Leimen und Kunstharzen.

Art des Vorkommens

- gasförmige Ausdunstung, hauptsächlich aus Holzwerkstoffplatten
- bei Feuchteinwirkung auch aus Mineralfaser- und anderen Dämmprodukten als Ausgasungen aus den Bindemitteln. Je höher die Raumtemperatur und -feuchtigkeit, desto höher ist die Formaldehydbelastung in Innenräumen.

Sanierungsverpflichtung

Eine Sanierungsverpflichtung für Innenräume besteht nicht. Dennoch sollten aus Gründen der Vorsorge alle formaldehydhaltigen Spanplatten mit höheren Emissionswerten ausgebaut und entsorgt werden.

Innenraumluft-Richtwert (seit 2009)

RW II: 2 mg/m³ Luft

RW I: 0,1 mg/m³ Luft

Formaldehydhaltige Produkte erkennen

z. B. in alten Holzwerkstoffplatten und alten Dämmwollen können Aldehyde enthalten sein, in der Regel sollte eine Innenraumluft- oder eine Materialmessung erfolgen.

Regelwerke

Gefahrstoffverordnung

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Es gibt derzeit keine Einschränkungen.

Abfall

Abfallschlüssel: 17 02 01, A II, »Altholz« bei Spanplatten

3.4.3 Lindan

Lindan (chemische Bezeichnung: γ -Hexachlorcyclohexan), zur Gruppe der Halogenkohlenwasserstoffe gehörend, wird durch additive Chlorierung von Benzol hergestellt. Lindan wurde seit 1942 als Insektizid eingesetzt.

Ab 1956 verlangte die damalige Holzschutznorm, dass ein vorbeugender chemischer Holzschutz einzusetzen ist.

Ab 1984 wurde Lindan in Deutschland nicht mehr produziert, war aber als Holzschutzmittel weiterhin zugelassen. 1986 gab es eine Bekanntmachung des Bundesgesundheitsamtes (29/11 387 394), dass PCP und Lindan als gesundheitlich bedenklich einzustufen sind. 2006 wurde Lindan in Deutschland verboten.

Die Abbildung zeigt einen PCP- und lindanhaltigen Dachstuhl, der zu Wohnzwecken ausgebaut werden sollte, stattdessen aber abgerissen wurde.

Es muss davon ausgegangen werden, dass bis etwa Mitte der 80er Jahre PCP und Lindan in (fast allen) verbauten Hölzern eingesetzt wurde. Dies gilt auch für Holzpaneele und andere Holzverkleidungen im Innenbereich.



Die Holzschutzmittel wurden in farblosen Imprägnierungen genauso eingesetzt wie in farbigen Lasuren. Eine Holzschutzmittelbehandlung ist daher optisch nicht feststellbar. Es ist darum immer eine Probenahme und eine Laborauswertung erforderlich, um festzustellen, ob in den Produkten oder der Raumluft Holzschutzmittel vorhanden sind.

Die »Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol-(PCP-) belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden« (PCP-Richtlinie) enthält Regelungen und Hinweise für Gebäudeeigentümer, Nutzer und Sanierungsfachleute.

Aus Vorsorgegründen wird empfohlen, grundsätzlich bei Objekten aus den 60er bis 70er Jahren, eine Analyse auf Holzschutzmittel durchführen zu lassen. Dies gilt auch für Gebäude, die in der fraglichen Zeit modernisiert oder umgebaut wurden.

Gesundheitliche Aspekte

Reizwirkungen (Augen), Befindlichkeitsstörungen, neurotoxische Wirkungen, Veränderungen des Blutbildes.

Vorkommen

- Holzbauteile aller Art
- Lattungen und Ständerwerke in Innen- und Außenwänden
- Lattungen und Balken im Dachbereich
- Lattungen und Balken im Deckenbereich
- Unterböden
- Holzfenster, Holzaußentüren
- Holztreppe, Holzgeländer (innen und außen)
- Holzfußböden
- Holzverkleidungen.

Art des Vorkommens

- im Holz als Holzschutzmittel in Anstrichen (Lasuren), Holzschutz-Imprägnierungen
- in der Raumluft sowie im Hausstaub
- selten in Leder und Sitzmöbeln.

Sanierungsverpflichtung

Da Lindan i. d. R. immer in Verbindung mit PCP eingebaut wurde, sind die PCP-Sanierungsrichtlinien einzuhalten.

Innenraumluft-Richtwert

Empfehlung der MAK-Kommission (nicht verbindlich): $< 0,1 \text{ mg} / \text{m}^3$ Raumluft.

Lindanhaltige Produkte erkennen

Da Lindan farblos ist, ist ausschließlich eine Laboruntersuchung von Material, Staub oder Raumluft möglich.

Regelwerke

TRGS 905

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Die Arbeiten sollten nur durch qualifizierte Unternehmen durchgeführt werden, die mit den bei den Arbeiten auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen. Es ist immer zu prüfen, ob auch sekundär belastete Materialien auszubauen sind.

Für Arbeiten an mit Lindan behandelten Hölzern gilt:

- Anzeige der Arbeiten beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz (je nach Bundesland kann dies unterschiedlich sein)
- Erstellung einer Betriebsanweisung
- Unterweisung der Beschäftigten auf Grundlage der Betriebsanweisung
- Jugendliche dürfen keine Arbeiten an behandelten Hölzern ausführen
- Unbefugte haben sich von der Arbeitsstelle fernzuhalten
- bei den Arbeiten ist geeignete Schutzkleidung zu tragen (Schutzanzug Typ 5, P2- oder P3-Schutzmaske möglichst als Überdruckmaske, max. mögliche Arbeitszeiten beachten, Handschuhe, ggf. Brille)
- die Arbeitsstelle ist als Schwarzaum mit Unterdruckführung auszugestalten
- Absaugung des Staubes mit zugelassenen Saugern (z. B. K1-Sauger)
- der Arbeitsbereich muss nach Beendigung der Arbeiten sorgfältig gereinigt werden.

Abfall

- Abfallschlüssel 03 02 02 bis 05, »Holzschutzmittel«
- Abfallschlüssel 17 02 04, »Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.«

3.4.4 PAK (polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe)

Stoffgruppen, die aus mind. zwei verbundenen aromatischen Ringsystemen bestehen, nennt man polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe, kurz PAK. PAK sind Bestandteile von Kohle, Teer und Erdölen. Bei unvollständiger Verbrennung, z. B. beim Rauchen und Grillen, entstehen ebenfalls PAK. Es gibt mehrere hundert PAK, 16 davon werden i. d. R. bei Innenraummessungen stellvertretend analysiert.

Im Baubereich wurden früher Stoffe auf Basis von Steinkohlenteer und Steinkohlenteeröl bzw. -pech eingesetzt, die einen sehr hohen PAK-Gehalt aufweisen, so z. B. Parkett-Klebstoffe, Teerasphaltestriche, Homogenasphaltplatten (z. B. in Schulwerkräumen), in Dach-, Dämm- und Dichtungsbahnen sowie in Teerkork.

Die folgenden Bilder veranschaulichen beispielhaft das Vorkommen von PAK-haltigen Produkten, die heute noch in Objekten zu finden sind:

In Dächern findet man oft teerhaltige Pappen. Der Unterschied zu bitumenhaltigen Produkten, die nur wenig bis gar kein PAK ausdünsten, ist meist das Trägermaterial aus Pappe. Solche Bahnen sind auch hinter Heizkörperverkleidungen zu finden. Diese Pappen wurden bis etwa Mitte der 1970er Jahre verarbeitet. PAK ist die Sammelbezeichnung für mehrere hundert Einzelstoffe.



Fußbodenbeläge aus Stabparkett (Eiche), die bis in die 50er Jahre verlegt wurden, sind mit großer Wahrscheinlichkeit mit Teerklebstoffen verklebt worden. Dieser Klebstoff ist an der schwarzen Farbe leicht zu erkennen.



Teerasphalt wurde bis etwa Mitte der 60er Jahre verlegt, bei Abdichtungen bis etwa Anfang der 70er Jahre. Im Sockelbereich sowie in Kellern findet man heute noch relativ oft teerhaltige Produkte.



Durchschlagende Abdichtung aus Teer als Folge einer Undichtigkeit des Mauerwerkes aus einem Setzungsrisse.



Gesundheitliche Aspekte

PAK wirken entfettend, können zu Hautentzündungen und Hornhautschädigungen führen sowie Augen, Atemwege und den Verdauungstrakt reizen. Einige PAK sind krebserregend. Weiter besteht die Gefahr der Fruchtschädigung bzw. der Reduzierung der Fortpflanzungsfähigkeit.

Vorkommen

- teerhaltige Stoffe
- Abdichtungen gegen Erdreich
- Teerpappen (nicht Bitumenbahnen)
- Teerkork
- teerhaltige Vergussmassen
- Parkettkleber
- Verbrennungsrückstände.

Art des Vorkommens

- in teerhaltigen Produkten
- in Klebern
- in der Raumluft
- im Hausstaub.

Innenraumluft-Richtwert (Naphtalin) (seit 2004)

RW II: 0,020 mg/m³ Luft

RW I: 0,002 mg/m³ Luft

Sanierungsverpflichtung

Das Vorhandensein eines PAK-haltigen Bauproduktes bedeutet nicht zwangsläufig eine Gesundheitsgefahr. Es muss jedoch immer geprüft werden, wie das teerhaltige Material verbaut ist und ob mit einer relevanten PAK-Exposition zu rechnen ist. Die Gefährdungsbeurteilung und die Feststellung des Erfordernisses von Minderungs- bzw. Sanierungsmaßnahmen erfolgt durch einen Sachverständigen. Der Eigentümer sollte im Sinne der Vorsorge eine Untersuchung und die ggf. erforderlichen Maßnahmen einleiten. Nicht ausgebautes PAK-haltiges Material führt zwangsläufig zu späteren, nur schwer einzuschätzenden Folgekosten. Der möglichst umgehende Ausbau der Produkte ist daher immer sinnvoll.

PAK-haltige Produkte erkennen

Teerhaltige Produkte kann man evtl. am Geruch erkennen, zur Sicherheit sollte jedoch eine Material- Staub- oder/und Raumluftanalyse erfolgen.

Regelwerke

»Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise)« vom Deutschen Institut für Bautechnik, Berlin; »Sanierung PAK-haltiger Klebstoffe – Handlungsanleitung zum Entfernen PAK-haltiger Klebstoffe für Holzfußböden«, BG (Berufsgenossenschaften der Bauwirtschaft).

Wer darf ausbauen?

Die Arbeiten dürfen ausschließlich von Firmen ausgeführt werden, die mit den auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen. Oberstes Gebot ist, die Entstehung, Freisetzung und Verschleppung von PAK-haltigen Stäuben und damit eine Gefährdung von Personen oder der Umwelt zu vermeiden. Die Technische Regel für Gefahrstoffe Nr. 551 ist zu beachten. Unsachgemäßes Arbeiten an teerhaltigen Stoffen stellt eine Ordnungswidrigkeit oder eine Straftat dar. Wegen der auftretenden Gefahren und wegen fehlender Gerätschaften kommt der Ausbau PAK-haltiger Stoffe durch Privatpersonen nicht infrage.

Abfall

- Abfallschlüssel 17 01 06, »Gemische aus oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegel, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten«
- Abfallschlüssel 17 03 01, »Kohlenteerhaltige Bitumengemische«
- Abfallschlüssel 17 03 03, »Kohlenteer und teerhaltige Produkte«

3.4.5 PCB (Polychlorierte Biphenyle)

PCB-haltige Fugenmassen finden sich hauptsächlich in Gebäudedehnfugen, an Bewegungsfugen zwischen Betonfertigteilelementen und an Anschlussfugen von Fenstern, Fensterbänken und Türen meist größerer Objekte, wie Schulen und Verwaltungsgebäuden. Im Wohnungsbau wurden solche Fugenmassen selten eingesetzt, was aber nicht heißen soll, dass es diese Produkte dort nicht gibt.



Es wurden verschiedene PCB-Gemische mit unterschiedlichen Eigenschaften und Konsistenzen hergestellt. Dies bedeutet, dass man aus dem Aussehen der Produkte keine Rückschlüsse ziehen kann, ob der Stoff PCB-haltig ist. Eine hervorstechende Eigenschaft von PCB-haltigen Fugenmassen ist ihre sehr lange Haltbarkeit. Die Dichtstoffe wurden in den 60er und 70er Jahren eingebaut. Wenn solche Fugen immer noch weitgehend intakt sind, sollte man sie auf PCB untersuchen lassen.

Gesundheitliche Aspekte

PCB ist eine giftige Chlorverbindung aus Eisenchlorid und Chlor. Es gibt davon über 200 verschiedene Gruppen. PCB kann eine Gesundheitsgefahr darstellen, wenn die Substanz in den Körper gelangt. Über Hautkontakt ist dies bereits durch das Hantieren mit PCB-haltigen Stoffen möglich. Eine weitere Gefährdung stellt das Aufnehmen von PCB über die Luft dar. PCB gelten selbst in geringen Mengen als chronisch toxisch, wobei die Auswirkungen von Akne über Leberschäden bis hin zu Immunsystemsbeschädigungen reichen.

Vorkommen

- Dichtmassen an Außenwandfassaden (grau, braun, weiß)
- hauptsächlich in Schulen und größeren Bürogebäuden aus den 60er bis 70er Jahren
- Dichtmassen an Außenfenstern und -türen
- Buntsteinputz in Treppenhäusern und an der Außenfassade
- Unter- und Akustikdecken
- Elektrospeicherheizgeräte
- Kondensatoren in Leuchtmitteln, Waschmaschinen und anderen Haushaltsgeräten
- Brandmelder.

Art des Vorkommens

- in Baumaterialien
- in der Raumluft
- im Staub
- an Lampengehäusen (als zähe Flüssigkeit, die aus Kondensatoren ausgelaufen ist).

Sanierungsverpflichtung

Raumluftkonzentrationen unter 300 ng PCB/m³ Luft sind als langfristig tolerabel anzusehen (Vorsorgewert).

Bei Raumluftkonzentrationen zwischen 300 und 3000 ng PCB/m³ Luft ist die Quelle der Raumluftverunreinigung aufzuspüren und unter Beachtung der Verhältnismäßigkeit mittelfristig zu beseitigen. Zwischenzeitlich ist durch regelmäßiges Lüften sowie gründliche Reinigung und Entstaubung der Räume eine Verminderung der PCB-Konzentration anzustreben. Der Zielwert liegt bei weniger als 300 ng PCB/m³ Luft (Sanierungsleitwert).

Bei Raumluftkonzentrationen oberhalb von 3000 ng PCB/m³ Luft sind akute Gesundheitsgefahren nicht auszuschließen (Interventionswert für Sofortmaßnahmen). In solchen Fällen sind sofort Material-, Staub- oder/und Raumluftanalysen durchzuführen. Bei Bestätigung des Wertes sind in Abhängigkeit von der Belastung zur Vermeidung gesundheitlicher Risiken in diesen Räumen unverzüglich Maßnahmen zur Verringerung der Raumluftkonzentrationen von PCB zu ergreifen. Der Zielwert liegt auch hier bei weniger als 300 ng PCB/m³ Luft.

Dies betrifft in erster Linie fast ausschließlich Schulen, Universitäts- und Verwaltungsgebäude.

PCB-haltige Produkte erkennen

Es ist grundsätzlich eine Material-, Staub- oder Raumluftanalyse erforderlich.

Regelwerke

PCB-Richtlinie; Richtlinie für die Bewertung und Sanierung PCB-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden.

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Es dürfen ausschließlich Fachunternehmen an und mit PCB-haltigen Stoffen arbeiten. Dabei gilt:

- Anzeige der Arbeiten beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz
- Erstellen einer Betriebsanweisung und Unterweisung der Beschäftigten
- Jugendliche dürfen keine Arbeiten an PCB-haltigen Materialien ausführen
- Unbefugte müssen sich von der Arbeitsstelle fernhalten
- die Arbeitsstelle bzw. Umgebung muss abgeschottet werden, mindestens mit reißfesten Folien
- PCB-haltiger Staub muss an der Entstehungsstelle mit einem zugelassenen Sauger entfernt werden
- von ausgebauten Bauteilen müssen (vor der Entsorgung) alle Reste PCB-haltiger Stoffe entfernt werden

- die Arbeitsstelle muss nach Beendigung der Arbeiten sorgfältig gereinigt werden (Freimessung erforderlich)
- PCB-haltige Abfälle sind in resistente und verschließbare Behälter zu geben und als gefährliche Abfälle (Sonderabfall) zu entsorgen. Eine Vermischung mit anderen Abfällen ist nicht zulässig. Die Annahmebedingungen des jeweiligen Abfallbeseitigers sind zu beachten.

Abfall

- Abfallschlüssel 17 09 02, »Bau- und Abbruchabfälle, die PCB enthalten (z. B. PCB-haltige Dichtungsmassen, PCB-haltige Bodenbeläge auf Harzbasis, PCB-haltige Isolierverglasungen, PCB-haltige Kondensatoren).«

3.4.6 PCP (Pentachlorphenol)

Pentachlorphenol ist ein chlorierter aromatischer Kohlenwasserstoff, bei dem alle aromatischen Wasserstoffatome durch Chlor ersetzt werden.

Gesundheitliche Aspekte

PCP kann zu Blutdruckanstieg, zu erhöhtem Blutzuckerspiegel, beschleunigter Atmung, Leberfunktionsstörungen bis hin zu Herzversagen führen, hat weiterhin Reizwirkungen auf Augen, Schleimhäute und Haut. Es wird vermutet, dass PCP die Fortpflanzungsfähigkeit beeinträchtigt und eine das Erbgut verändernde Wirkung hat. Evtl. wirkt PCP kanzerogen.

Vorkommen

- Holzbauteile aller Art
- Lattungen und Ständerwerke in Innen- und Außenwänden
- Lattungen und Balken im Dachbereich
- Lattungen und Balken im Deckenbereich
- Unterböden
- Holzfenster, Holzaußentüren
- Holztreppe, Holzgeländer (innen und außen)
- Holzfußböden
- Holzverkleidungen.

Art des Vorkommens

- im Holz als Holzschutzmittel in Anstrichen (Lasuren) bis etwa 1 cm Tiefe, Holzschutz-Imprägnierungen bis etwa 1 cm Tiefe
- in der Raumluft sowie im Hausstaub
- selten in Leder und Sitzmöbeln.

Sanierungsverpflichtung

In Aufenthaltsräumen ist von einer möglichen gesundheitlichen Gefährdung auszugehen, wenn die im Jahresmittel zu erwartende Raumluftkonzentration über $1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$ Luft liegt. In Wohnungen oder anderen Räumen, in denen sich Personen über einen längeren Zeitraum regelmäßig mehr als acht Stunden am Tag aufhalten und in denen nutzungsbedingt

auch Expositionen über Staub und Lebensmittel etc. zu erwarten sind, wie z. B. in Kindertagesstätten oder Heimen, ist jedoch eine gesundheitliche Gefährdung schon dann möglich, wenn die im Jahresmittel zu erwartende Raumlufkonzentration unter $1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$ Luft, aber bei der Messung über $0,1 \mu\text{g PCP}/\text{m}^3$ Luft liegt und gleichzeitig im Blut der betroffenen Personen eine PCP-Belastung von mehr als $70 \mu\text{g PCP}/\text{l}$ (Serum) oder im Urin eine PCP-Belastung von mehr als $40 \mu\text{g PCP}/\text{l}$ vorliegt.

Es sind erhöhte PCP-Konzentrationen zu erwarten, wenn die mit der Raumluf in Kontakt befindliche behandelte Holzfläche zum Raumvolumen in einem Verhältnis größer als $0,2 \text{ m}^2/\text{m}^3$ steht. Sollte dies der Fall sein, so sind Raumlufmessungen durchzuführen, alternativ ist gleich das belastete Material auszubauen.

Es besteht eine Vorsorgeverpflichtung des Eigentümers.

PCP-haltige Produkte erkennen

Da PCP farblos ist, ist grundsätzlich eine Laboruntersuchung von Material, Staub oder Raumluf erforderlich.

Regelwerke

PCP-Richtlinie; »Richtlinie für die Bewertung und Sanierung Pentachlorphenol (PCP)-belasteter Baustoffe und Bauteile in Gebäuden.«

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Die Arbeiten sollten nur durch qualifizierte Unternehmen durchgeführt werden, die mit den bei den Arbeiten auftretenden Gefahren und den erforderlichen Schutzmaßnahmen vertraut sind und über die erforderlichen Geräte und Ausrüstungen verfügen. Es ist immer zu prüfen, ob auch sekundär belastete Materialien auszubauen sind. Für Arbeiten an PCP-behandelten Hölzern gilt:

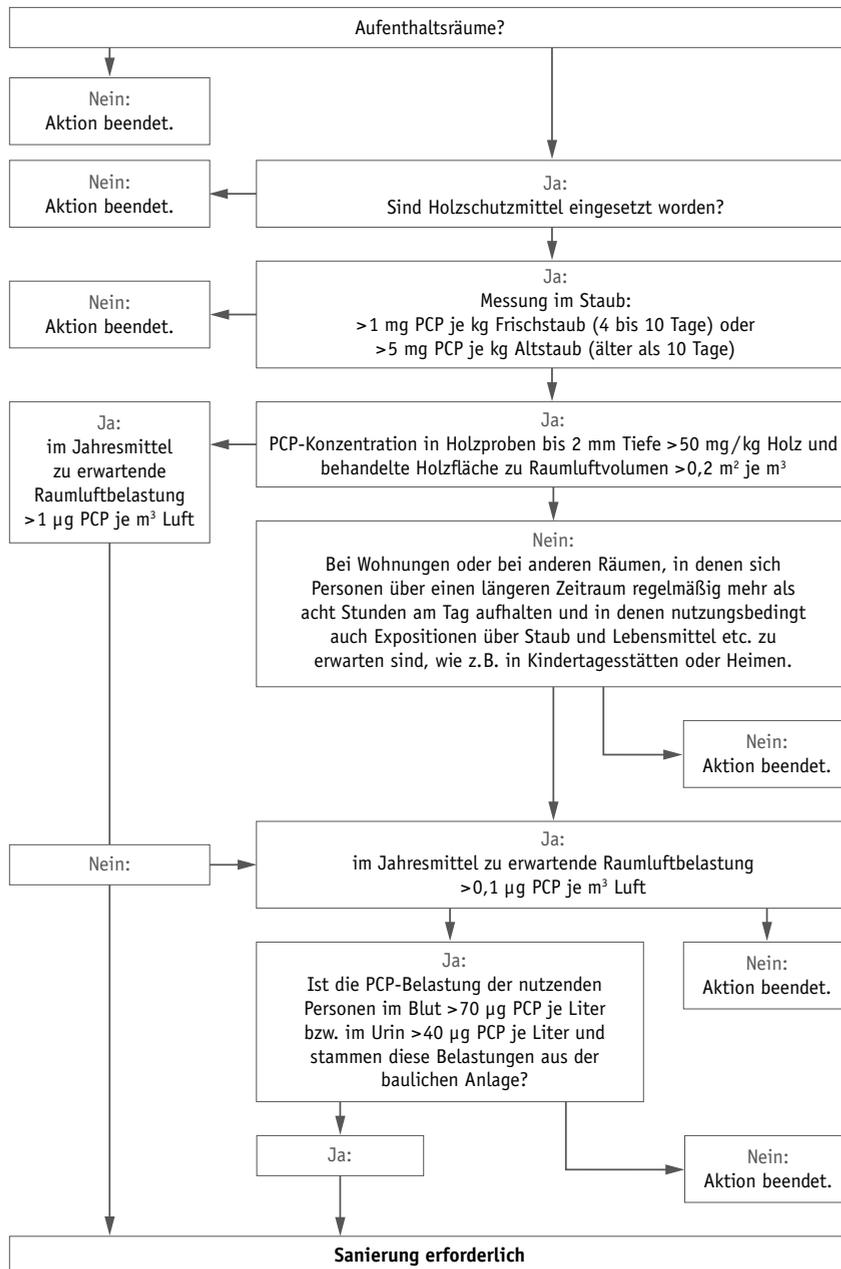
- Anzeige der Arbeiten beim Staatlichen Amt für Arbeitsschutz (je nach Bundesland kann dies unterschiedlich sein)
- Erstellung einer Betriebsanweisung
- Unterweisung der Beschäftigten auf Grundlage der Betriebsanweisung
- Jugendliche dürfen keine Arbeiten an behandelten Hölzern ausführen
- Unbefugte haben sich von der Arbeitsstelle fernzuhalten
- bei den Arbeiten ist geeignete Schutzkleidung zu tragen (Schutzanzug Typ 5, P2- oder P3-Schutzmaske möglichst als Überdruckmaske, max. mögliche Arbeitszeiten beachten, Handschuhe, ggf. Brille).
- die Arbeitsstelle ist als Schwarzraum mit Unterdruckführung auszugestalten
- Absaugung des Staubes mit zugelassenen Saugern (z. B. K1-Sauger).
- der Arbeitsbereich muss nach Beendigung der Arbeiten sorgfältig gereinigt werden.

Abfall

- Abfallschlüssel 03 02 02 bis 05, »Holzschutzmittel«
- Abfallschlüssel 17 02 04, »Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind.«

- Behandelte Hölzer sind in verschließbare Behälter (Container) zu geben. Kontaminierte Abfälle sind separat als gefährliche Abfälle (Sonderabfall) zu entsorgen. Eine Vermischung mit anderen Abfällen ist nicht zulässig. Die Annahmebedingungen des örtlichen Abfallbeseitigers sind zu beachten.

Sinnvoll ist das Vorgehen nach folgendem Ablaufschema [Quelle: BMVBS]:



3.4.7 Floor-Flex-Platten, Cushion-Vinyl-Bahnenware

Vinyl-Asbest- oder Marley-Platten sind Hart-PVC- und Weißasbesthaltige Bodenbeläge in Rollen-, Bahnen- oder Plattenware. Diese Produkte wurden meistens mit teerhaltigen Klebstoffen (Achtung: PAK) verlegt.

Die von PVC umschlossenen Asbestfasern dienen der Verfestigung und Armierung der Beläge. Die Beläge sind von asbestfreien Produkten optisch nicht zu unterscheiden.

Beim Ausbau brechen die Platten jedoch meistens und zeigen an den Bruchkanten Fasern und Faserbüschel. Flor-Flex-Bodenbeläge fallen unter die festgebundenen Asbestprodukte und damit nicht in den Geltungsbereich der Asbest-Richtlinie. Dennoch ist der Ausbau nur von Fachfirmen nach den Regelungen der TRGS 519 durchzuführen. Solange diese Platten nicht gebrochen oder anderweitig beschädigt werden, sind sie unproblematisch, da die Asbestfasern im Kunststoff gebunden sind.

Cushion-Vinyl-CV-Beläge fallen jedoch unter die Asbest-Richtlinie, da in der Pappe als Trägerschicht der PVC-Deckschicht die Asbestfasern nicht gebunden sind und bei Ausbau freigesetzt werden.

Achtung: Bei schwarzem Kleber kann es sich um PAK-haltigen Teerkleber halten, dann gelten bei Ausbau die Regelungen für PAK, so u. a. die »PAK-Hinweise« vom Deutschen Institut für Bautechnik. Eine Verpflichtung zum Ausbau funktionstüchtiger asbesthaltiger Bodenbeläge besteht nicht.

3.4.8 Chlornaphthalin (Polychlorierte Naphthaline) (PCN)

Chlornaphthalin gehört zu den chlorierten aromatischen Kohlenwasserstoffen. Von den über 70 chemisch möglichen Verbindungen werden bzw. wurden 67 technisch eingesetzt. Sie wirken insektizid sowie fungizid, werden als Flammenschutzmittel und Weichmacher verwendet.

Gesundheitliche Aspekte

PCN führen zu Hautirritationen, Nervosität, Gewichtsverlust und haben ein die Leber schädigendes Potenzial.

Vorkommen

In feuchtebeständigen Spanplatten aus den Jahren von etwa 1970 bis 1980, hauptsächlich in Holzfertighäusern, Unterböden, Bädern sowie Decken- und Wandspanplatten. Im Außenbereich auch in Dächern, Dachschalungen und Außenschalungen. Chlornaphthaline werden bei höherer Feuchte verstärkt auch noch nach Jahren freigesetzt. Weiter wurden und werden Chlornaphthalinen wasserfeste Metallfarben, Kunstharze und Dichtungsmassen zugesetzt. Außerdem werden PCN als Lösemittel und als Holzschutzmittel verwendet.

Art des Vorkommens

- gasförmig in der Raumluft
- gebunden in Spanplatten, Anstrichmitteln, technischen Ölen, Holzschutzmitteln.

Sanierungsverpflichtung

Eine Sanierungsverpflichtung besteht nicht. Dennoch sollten aus gesundheitlichen Gründen alle Chlornaphthalinhaltigen Spanplatten ausgebaut und entsorgt werden.

Chlornaphthalinhaltige Produkte erkennen

Chlornaphthaline haben einen muffig-süßlichen Geruch, ähnlich den Mottenschutzmitteln. Generell gilt jedoch, dass optisch oder olfaktorisch die Stoffe nicht detektiert werden können. Es sollte daher immer eine Materialprobe in einem Labor untersucht werden.

Regelwerke

Es gibt derzeit keine Regelwerke zum Umgang mit Chlornaphthalinen.

Wer darf ausbauen oder bearbeiten?

Es gibt derzeit keine Einschränkungen. Dennoch sollten die Regelungen der Gefahrstoffverordnung aus Vorsorgegründen eingehalten werden.

Abfall

Abfallschlüssel 17 02 04, »Besonders überwachungsbedürftiger Abfall«

3.5 Holzschädlinge

Für den Befall durch Holzschädlinge ist praktisch immer Feuchte erforderlich. Nur wenige Insektenarten befallen trockenes Holz, Pilze nie. So ist im Rahmen der Besichtigung des Gebäudes auf folgende konstruktive Schwachstellen, die zu einer Durchfeuchtung der Baukonstruktion führen könnten, zu achten:

- Traufen der Dächer
- Fußpfetten
- verputzte Balken (an Fachwerkkonstruktionen), insbesondere bei vorstehenden Gesimsen
- Kastenrinnen
- Aufdachrinnen
- defekte Dachrinnen
- innen liegende Entwässerungsleitungen
- Nassräume (hier ist insbesondere auf schadhafte Holzdielen und Balkenköpfe zu achten)
- schlechte und defekte Sanitärinstallationen
- Gussrohre mit Rissen
- poröse Bleirohre
- Abflussleitungen an Küchenspülen
- dichte Beläge auf Holzdielen (PVC oder Linoleum)
- fehlende Hinterlüftung an Schrägdecken und Vorsatzschalen, Holzvertäfelungen etc.
- Holzböden über Kellerdecken (meist Kappendecken)
- starke Risse im Mauerwerk (meist im Bereich von Fensterbrüstungen)
- vorstehende Sockel oder Gesimse an der Fassade mit unzureichendem Gefälle
- schlecht ausgeführte Balkonabdichtungen oder Anschlüsse der Balkongeländer.

Prinzipiell ist ein Gebäude, in dem sonstige Feuchteschäden wie Schimmelpilzbefall (Schimmelpilz ist kein Holzschädling) oder Salzausblühungen festgestellt werden, durch Schädlingsbefall gefährdet.

3.5.1 Holzzerstörende Insekten

Neben den Pilzen sind Insekten gefährliche Holzschädlinge. Allen Arten haben den folgenden Lebenszyklus: Das Insekt schlüpft in den Sommermonaten (Juni bis August) und lebt als Käfer ca. 4 bis 8 Wochen. In dieser Zeit findet die Paarung statt. Danach sucht das männliche Insekt eine geeignete Eiablage (Risse im Holz oder sonstige Schadstellen). Auf einer glatten unbeschädigten Holzoberfläche ist eine Eiablage nicht möglich. An den geeigneten Stellen wird das Männchen Duftstoffe absetzen, danach stirbt es. Das Weibchen legt, je nach Art, 50 bis 100 Eier an diesen Stellen ab und stirbt ebenfalls. Aus der Eiablage entwickeln sich innerhalb von 2 bis 4 Wochen Larven.

Der Holzwurm ist die Larve der Insekten. Er zerstört das Holz, indem er sich durchfrisst. Die Löcher sind die Ausflugslöcher der ausgebildeten Insekten. Form und Größe geben Hinweise auf die Insektenart. Das weibliche Insekt ist oftmals größer als das Männchen und legt seine Eier in Ritzen des Holzes. Die Risse entstehen meist erst nach dem Einbau des Holzes.

Auch wenn das Holz zuvor mit einem Holzschutzanstrich versehen wurde, liegen die Eier im ungeschützten Bereich und die Larve kann sich ungestört entwickeln. Die Insekten befallen bevorzugt Splintholz (noch junges Holz unter der Rinde) und möglichst frisches Holz. Holz mit einem Alter ab 100 Jahren wird praktisch nicht mehr befallen. Es ist stets von Bedeutung, zu untersuchen, ob noch Lebendbefall vorliegt. Ein Hinweis darauf können Bohrmehl auf dem Boden oder helle frische Ausflugslöcher sein.

3.5.1.1 Holzfeuchte und holzschädigende Käfer

	Mindestfeuchte	optimale Feuchte	Maximale Feuchte
Hausbock	ca. 10%	27 – 33%	ca. 45%
Gemeiner Nagekäfer	ca. 10%	28 – 32%	ca. 45%
Bunter Nagekäfer	ca. 25%	29 – 33%	ca. 45%
Splintholzkäfer	ca. 8%	28 – 30%	ca. 45%

In der Praxis stellen sich bei massiven Holzbauteilen bei etwa 20 °C und ca. 50 % r. F. der Luft folgende Feuchtegehalte ein:

- Parkett (bei Fußbodenheizung) ca. 8%
- Innenausbau in beheizten Räumen ca. 9%
- Fenster und unbeheizte Innenräume ca. 12%
- überdachte offene Bauteile (Dachstühle unbeheizt) ca. 15%
- frei bewitterte Holzbauteile ca. 18%

In der Regel wird sich die Holzfeuchte jeweils in einer Bandbreite von $\pm 3,0\%$ und im frei bewitterten Bereich in einer Bandbreite von $\pm 6,0\%$ einstellen.

3.5.1.2 Hausbock (*Hylotrupes bajulus*)

Der Hausbock ist das gefährlichste aller hier behandelten Insekten. Er ist eines der größten holzerstörenden Insekten und begründet eine starke Schädigung von Holzbauteilen. Der Hausbock ist in ganz Europa verbreitet, er befällt am liebsten 25 – 30 Jahre altes Nadelholz. Die Eiablage erfolgt in Rissen in einer Tiefe von ca. 1,2 – 1,8 cm. Die erforderliche Rissbreite beträgt ca. 0,2 – 0,5 mm, dies entspricht einem normalen Schwindriss. Eine Eiablage ist durchaus auch auf Kreuzvollholz (KVH) oder Brettschichtholz (BSH) möglich.

Der Hausbock frisst meist nur Splintholz, wobei er wiederum Frühholz bevorzugt. Besonders gerne befällt er Lärchensplint und Kiefersplint (er befällt nie den Kern). Des Weiteren befällt er Fichte/Tanne (Splint + Kern). Die Larve frisst an einem Tag etwa die Menge eines Streichholzes. Der Hausbock frisst in der Regel ca. 5 mm unter der Oberfläche. Erst wenn er dort nichts mehr findet, geht er in die Tiefe. Die Holzfeuchte stellt ein wesentliches Kriterium für Befall und Fortentwicklung von Holzschädlingen dar.

Das Insekt (weiblich) legt bis zu 200 Eier.



Die Larve wird bis zu 30 mm lang.



Erkennungsmerkmale

Fraßgänge

Die Fraßgänge liegen meist nur 5–15 mm unter der Bauteiloberfläche. Die Holzoberfläche bleibt weitgehend unbeschädigt. Das Fraßmehl des Hausbocks ist nicht fest und rieselt aus, wenn es frisch ist. Altes Fraßmehl verklumpt und wird fest.



Erkennungsmerkmale

Ausfluglöcher

Ausfluglöcher sind 3 × 5 mm groß oder ausgefranst und in der Regel nur bis zu 10 mm tief. Die Ausflugzeit ist meist im Juli und August.

Die optimale Ausflugtemperatur liegt bei ca. 23 °C. Die Larve muss mindestens 2 gr. Substanz, besser 2,5 gr. erreichen, um sich zu verpuppen.



3.5.1.3 Gemeiner Nagekäfer (*Anobium punctatum*)

Der Gemeine Nagekäfer ist das am meisten verbreitete und bekannteste holzschädigende Insekt in Europa und wird im Volksmund auch Holzwurm genannt. Er befällt Laub- und Nadelhölzer, bevorzugt aber, wie alle holzschädigenden Insekten, Splint- und Weichhölzer.

Das weibliche Insekt beißt das Holz an und legt dann ca. 20 Eier. Die Käfer benötigen eine Ausflugtemperatur von mindestens 18 °C, bei darunter liegenden Temperaturen können die Käfer nur krabbeln.

Lebensbedingungen sind für ihn

Holzfeuchte: ca. 10–12%

Temperatur: ca. 22–23 °C

Optimal ist eine Holzfeuchte über 30%, ab einer Holzfeuchte von ca. 25% ist der Befall nahezu zwangsläufig. Wenn dann Frischholz verbaut wird, ist Befall fast sicher.

Der Wurm frisst die Zellulose des Holzes. Seine Darmflora enthält Pilze, die das Holz zersetzen.

Der Umstand, dass sich Anobien schon bei sehr geringer Holzfeuchte von 10%, wie sie sich bereits in mäßig beheizten Räumlichkeiten einstellt, einnisten und entwickeln können, ist die Ursache für ihre enorme Ausbreitung. Anobien finden sich insbesondere in Holzbauteilen wie Treppenhäusern in unbeheizten Gründerzeithäusern, in Kellern und Möbeln. Der in Antikmöbeln so geschätzte Wurmbefall stammt von Anobien. Weniger beliebt ist Anobienbefall in denkmalgeschützten Objekten, Kirchen und Altären sowie in Schlössern.

In der DIN 68800 Holzschutz heißt es, dass Holz älter als 80 Jahre von Anobien nicht mehr befallen wird. Die Erfahrungen der Autoren stimmen damit nicht überein.

Die Larven werden ca. 4 bis 6 mm lang und haben damit die Größe einer Ameise. Der Befall zeigt kreisrunde Ausfluglöcher mit einem Durchmesser von 1 bis 2 mm. Die Holzoberfläche bleibt weitgehend unbeschädigt. Die Käfer befallen Bau- und Möbelholz gleichermaßen. Ausflugzeit ist von April bis August.

Gemeiner Nagekäfer



Typischer Befall durch Anobien an einer Kellertreppe.



Nebestehendes Foto zeigt die Überreste einer Treppenstufe aus Buchenholz, die von Anobien befallen wurde.

Wie alle Insekten haben Anobien einen individuellen Kot (Fraßmehle), der eine Erdnussartige Form aufweist.

Möbellacke werden vom Käfer nicht durchgebissen und stellen somit einen guten Schutz gegen Anobien dar.



3.5.1.4 Holzwespe (lat. *Sirex juvencus*)

Die Holzwespe befällt nur saftiges frisches Tannen- oder Fichtenholz. Die Larvenentwicklung dauert nur zwei bis vier Jahre. Wenn die Wespe dann aus dem verbauten Holz schlüpft, zerstört sie selbst auf dem Holz aufliegende Materialien wie Teppichboden, Dachbahnen sowie Bleche aus Blei oder Kupfer. Nach dem Schlüpfen verlassen die Wespen das Gebäude und kehren in den Wald zurück. Sie befallen kein verbautes Holz.



3.5.1.5 Trotzkopf (*Colostethus pertinax*)

Der Trotzkopf befällt ausschließlich von Pilzen befallenes Holz und ist so auch ein Indiz für ansonsten noch nicht erkennbaren Pilzbefall. Er ist etwas größer als der Gemeine Nagekäfer (*Anobium*). Er befällt bevorzugt Nadelholz aber auch Laubholz.

Die Ausfluglöcher sind in der Regel kreisrund und ca. 2 bis 3 mm groß.



3.5.1.6 Bunter (gescheckter) Nagekäfer (*Xestobium refovillosum*)

Der Bunte Nagekäfer ist ca. 7 bis 9 mm groß. Die Larve erreicht ebenfalls eine Größe von 7 bis 9 mm und ist hell weiß. Optimale Lebensbedingungen findet er bei

Holzfeuchte: ca. 30–65%

Temperatur: ca. 22–25 °C
(von 12–30 °C)

Der Befall zeigt kreisrunde Ausfluglöcher mit einem besonders großen Durchmesser von 3 bis 4 mm. Der bunte Nagekäfer befällt alle Holzarten und bevorzugt von Pilzen vorgeschädigtes Holz ohne allerdings darauf angewiesen zu sein.

Allgemein bekannt ist, dass die Käfer bei der Suche nach einem Geschlechtspartner gut hörbare Klopfgeräusche verursachen. Man spricht in diesem Zusammenhang von der »Echten Totenuhr«.



3.5.2 Untersuchungsmethoden bei Insektenbefall

Gängige Untersuchungsmethoden sind:

- Abbeilen
- Freilegen
- Bohrungen mit Widerstandsmessungen
- Feuchtemessungen
- Endoskopie
- mikroskopische Untersuchungen
- Untersuchungen des Kots (Nagsel).

Einen Hinweis auf frischen Schädlingsbefall gibt »Mehl« (Nagsel der Maden) auf dem Dachboden. Ist der Holzbock im Dachstuhl nicht mehr aktiv, so vergilben auch die Bohrlöcher. Solange die Tragfähigkeit der Holzkonstruktion durch den Befall nicht beeinträchtigt wird, ist dieser Umstand nicht wesentlich. Dazu sollten jedoch Untersuchungen angestellt und ein Tragwerksplaner hinzugezogen werden. Befallene Hölzer sollten grundsätzlich abgebeilt und nach statischer Erfordernis verstärkt werden. In wenigen extremen Fällen muss der Dachstuhl komplett erneuert werden.

Die Abbildung zeigt frischen Holzwurmbefall an einer Mittelpfette, Fraßmehl liegt auf dem Speicherboden. Untersuchungen hinsichtlich eines Befalls durch holzschädigende Insekten erfolgen regelmäßig durch Abbeilen der befallenen Holzbauteile.



In den Jahren 1933 bis 1945 wurden Dachstühle mit einem kalkartigen Anstrich versehen (so sollte ein Schutz gegen Brandbomben erreicht werden), der zwischenzeitlich teilweise abgeblättert ist. Dieser Umstand stellt keinen Schaden dar.

Diese weiteren Untersuchungsmethoden (Monitoring) haben sich in der Praxis bewährt:

- Abklebungen
Holz einkleistern und Packpapier überkleben; nach der Ausflugzeit Abklebungen auf neue Ausfluglöcher kontrollieren.
- Klebefallen
Kontaktkleber wird in der Nähe der alten Ausfluglöcher aufgetragen, schlüpfende Käfer werden durch den Kleber festgehalten.

- Fliegenfallen
Klebeplatte wird hinterleuchtet, ausfliegende Käfer werden daran festgehalten.
- Lichtfallen
Heiße Lampen werden über einer Wasserschüssel aufgestellt. Durch die Hitze absterbende Insekten werden in der Wasserschüssel aufgefangen.
- Pheromonfallen
(Duftstoffe der Männchen), es werden nur Weibchen gefangen.

Grundsätzlich ist es so, dass trockene Holzbauteile (Holzfeuchte unter 20%) nicht befallen werden. Eine Ausnahme bilden Anobien, die Holz bis zu einer Holzfeuchte von 10% befallen können. Bei darunter liegender Holzfeuchte findet kein Neubefall durch Anobien statt oder vorhandener Befall stirbt ab. Daher ist auch die Bestimmung der Holzfeuchte von großer Aussagekraft, ob Befall durch Insekten vorliegt oder nicht.

Die Messung der Holzfeuchte kann auf folgende Weisen erfolgen:

- Widerstandsmessgeräte
Mit der Holzfeuchte nimmt die elektrische Leitfähigkeit zu und der elektrische Widerstand ab. Zur Messung werden meist Einschlagdioden verwendet. Dabei ist zu beachten, dass das Diodenpaar quer zur Faserrichtung eingeschlagen wird. Außerdem ist zu berücksichtigen, dass Salzablagerungen von Holzschutzmitteln das Messergebnis verfälschen.
- Kopierstifte
Ab einem Feuchtegehalt von ca. 25% bis 30% verläuft der Strich des Kopierstiftes auf dem Holz.
- Kapazitives Messfeld
Arbeitet völlig zerstörungsfrei, indem ein Magnetfeld aufgebaut wird.
- CM-Methode
Ist nur bei mineralischen Baustoffen, nicht aber bei Holz anwendbar.
- Darmmethode
Es wird eine Holzprobe entnommen und gewogen. Die Probe wird in einem Darrofen bei 98 °C so lange getrocknet, bis kein weiterer Gewichtsverlust mehr erfolgt.

Hinsichtlich der technischen Beurteilung des Schwindverhaltens von Holz ist zunächst der Begriff der Holzfeuchte zu definieren:

$$u = \frac{G_u - G_o}{G_o} \cdot 100\%$$

- Dabei ist: u Holzfeuchtigkeit in %
 G_o Trockengewicht der Holzprobe (Darrtrocken)
 G_u Feuchtgewicht der Holzprobe

3.5.3 Sanierungsverfahren bei Insektenbefall

Vor jeder Sanierungsmaßnahme ist zu untersuchen, ob das verbaute und befallene Holz schon früher einmal mit Holzschutzmitteln behandelt wurde. Dabei kann es sich um PCB oder Lindan handeln. Je nachdem, sind die diesbezüglichen Vorsichtsmaßnahmen sicherzustellen. Dies gilt für den Ausbau und die Entsorgung gleichermaßen. Wichtig: Alle Staub- und Schmutzpartikel sind mit Spezialstaubsaugern mit HEPA-Filtern zu reinigen.

Sanierungsmaßnahmen bei Insektenbefall sind in der DIN 68800 Holzschutz, Sanierungsverfahren beschrieben. Zunächst ist immer zu klären, ob überhaupt noch Lebendbefall vorliegt. Saniert im eigentlichen Sinne werden nur tragende Holzkonstruktionen. Die Sanierung von Brettern, Dielen oder Latten lohnt sich nicht. Diese sind grundsätzlich zu entfernen und durch neue zu ersetzen.

Auf klassische Bekämpfungsmaßnahmen mit Holzschutzmitteln wird heute möglichst nicht mehr zurückgegriffen. Bekämpfungsmittel sind Nervengifte und schädigen nicht nur den Holzschädling, sondern in letzter Konsequenz auch Menschen, Tiere und Pflanzen. Besser sind Dickschichtlasuren, die das Holz hermetisch versiegeln. Heutige Holzschutzmittel wirken meist für die Dauer von ca. 3 Jahren. Wenn 80% des Befalls abgestorben ist, gilt die Bekämpfung als erfolgreich. Die restlichen 20% des Befalls leben sehr tief im Holz und werden daher durch das Holzschutzmittel nicht erreicht. Holzschutzmittel wirken über den Magen der Larven und führen zu deren Vergiftung.

Die beste Bekämpfung des Holzbocks ist in der Regel ein Austausch der befallenen Bauteile. Bei der Sanierung sollte der Boden mit einer Abdeckung (PE-Folie) ausgelegt werden. Gleiches gilt, wenn eine Behandlung mit Holzschutzmitteln erfolgt. Dabei sollte die Schutzfolie zusätzlich mit Holzspänen abgedeckt werden, die den Rest und abtropfende Holzschutzmittel aufsaugen.

Bei der Bekämpfung des Befalls ist zu bedenken, dass Äste im Konstruktionsholz außen auch Splintholz aufweisen, das bis in die Tiefe des Holzes reicht. So können die Larven, die eigentlich nur Splintholz befallen, auch tiefer in das Holz gelangen.

Heißluftverfahren

Eine heute sehr verbreitete Bekämpfungsmethode bei Insektenbefall ist das Heißluftverfahren. Dabei wird der zu behandelnde Bereich des Gebäudes mit Planen eingehaust. Dann wird heiße Luft mit 120 °C in diesen Bereich eingeblasen. Das zu behandelnde Holz muss bis in den Kern für mindestens 1 Stunde auf 55 °C erhitzt werden. Das Eiweiß der im Holz befindlichen Maden gerinnt und der Befall stirbt ab. Das mit Heißluft zu behandelnde Holz muss dabei von mindestens drei Seiten frei zugänglich sein. Die zur Überwachung eingesetzten Thermometer müssen vor Beginn der Behandlung in das Holz eingebaut und abgeklebt werden.

Bei der Hitzebehandlung der Holzbauteile ergeben sich aber folgende Probleme:

- Kunststoffummantelungen der Elektrokabel werden geschädigt, ebenso vorhandene Dampfsperren aus PE-Folien. Diese müssen daher vorab ausgebaut werden.
- Der Gips in Gipskartonplatten wird durch die Heißluft denaturalisiert und zerfällt.
- Das im Holz befindliche Harz wird durch die Hitzebehandlung verflüssigt und läuft aus.

Um diese Problematik zu reduzieren, wird der Heißluft oftmals Wasserdampf zugegeben, was zu einer besseren Wärmeleitung führt. Dann reichen schon Temperaturen von etwa 80 °C aus. Dabei wird das Holz allerdings neu befeuchtet und es besteht erhöhte Gefahr von Neubefall durch Holzschädlinge.

Neuer Befall wird durch Heißluftbehandlung nicht verhindert. Der Befall durch den Hausbock wird jedoch reduziert.

Begasungsverfahren

Eine Begasung wird insbesondere dann erwogen, wenn man nicht so leicht an die Holzkonstruktion herankommt. Auch hier muss der zu behandelnde Bereich dicht eingehaust werden, wobei an die Dichtigkeit weit höhere Anforderungen gestellt werden als beim Heißluftverfahren. Die Begasung dauert ca. 3 Tage. Eine Teilbegasung kleinerer Bauteile ist gut möglich. Die Begasung ganzer Dächern ist da schon erheblich schwieriger.

Die eingesetzten Gase sind chemisch aktive Nervengifte. So genannte Inertgase bestehen fast ausschließlich aus Stickstoff. Der Sauerstoffgehalt liegt unter 0,5%. Diese Gase werden auf 14 Tage gehalten. Der Vorteil bei kunsthistorischen Objekten liegt darin, dass Vergoldungen und Kaseinanzstriche nicht geschädigt werden. Zu bedenken ist aber, dass es sich hier um Gase handelt, die durch mineralische Bauteile, ähnlich wie Wasserdampf, hindurch diffundieren können. So können benachbarte Räume von diesen Gasen unbemerkt erreicht werden. Daher darf sich für die Dauer der Begasung dort niemand aufhalten.

Ein Vorteil bei der Bekämpfung durch Gase liegt darin, dass die Tragfähigkeit der Holzbauteile nicht beeinträchtigt wird. Auf der anderen Seite ist der Umstand problematisch, dass die Wirksamkeit im Bauteilinneren nur schwer überprüfbar ist.

Mikrowellenbehandlung

Durch zweiseitig angelegte Metallplatten wird das Holz bis zu 15 cm tief auf etwa 60 °C erhitzt. Die Wirkungsweise ist vergleichbar mit der Heißluftbehandlung. Die Anwendung ist jedoch nur auf kleinere und gut erreichbare Holzbauteile begrenzt. Durch die Mikrowellenbehandlung wird das Holz drastisch herunter getrocknet, was dann allerdings nachteiligen Volumenverlust durch Schwinden nach sich zieht.

Hochfrequenzbehandlung

Hochfrequenzbehandlungen von Holz werden heute nicht mehr durchgeführt, da diese Methode erheblichen Elektrosmog verursacht. Es werden Frequenzen von 10 GHz erzeugt und dadurch werden in kurzer Zeit Temperaturen von 55 °C im Kern des Bauteils erreicht.

3.5.4 Holzerstörende Pilze

Alle Pilzarten haben den folgenden Lebenszyklus:

- Ein Fruchtkörper erzeugt Millionen von Sporen (optisch wie brauner Puderzucker) und gibt diese an die Luft ab.
- Sporen setzen sich an geeigneten Lebensbereichen, wie Holz mit einer Feuchte im Fasersättigungsbereich (ca. 30 bis 40% Holzfeuchte), fest.
- Die Sporen keimen auf dem Holz und bilden Myzel. Das Myzel besteht aus feinen Zellfäden, den Hyphen. Die Hyphen haben einen Durchmesser von 2 bis 10 µm und werden daher oftmals mit Spinnengewebe verwechselt. Die Hyphen bestehen aus Chitin (Horn) und verwesen nach dem Absterben nur sehr langsam.
- Das Myzel breitet sich aus und baut dabei das Holz ab. Der Abbau des Holzes wird durch Enzyme verursacht, wodurch die Holzsubstanz in CO₂ und H₂O umgewandelt wird. Die eigentliche Holzerstörung wird also durch das Myzel verursacht. Je nach Pilzart wird Substratmyzel (baut das Holz im Inneren ab) oder Oberflächenmyzel gebildet.
- Das Myzel bildet nach umfangreichen Befall einen Fruchtkörper, der wiederum Sporen bildet. Der Fruchtkörper entwickelt sich meist nur in dunklen und zugfreien Bereichen wie Kellern oder in der Balkenlage einer Holzbalkendecke.

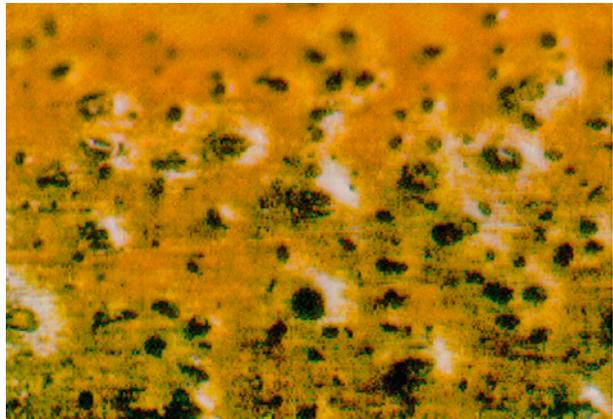
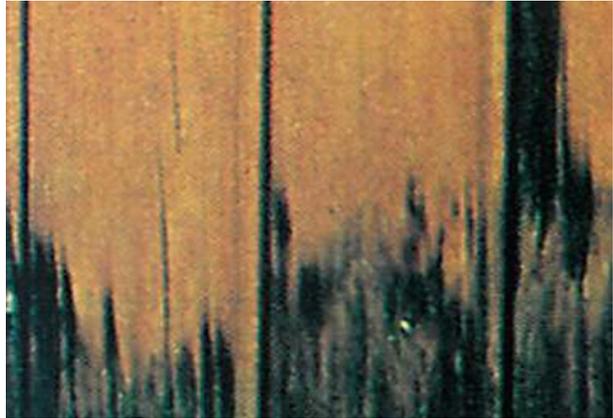
Folgende Formen der Holzerstörung durch Pilze werden unterschieden:

- **Braunfäule (Destruktionsfäule)**
Schädlinge, die hauptsächlich den hellen Celluloseanteil des Holzes abbauen, verursachen Braunfäule, da das dunklere Lignin übrig bleibt.
Merkmal: Würfelbruch
- **Weißfäule (Korrosionsfäule)**
Schädlinge, die hauptsächlich den dunklen Ligninanteil des Holzes abbauen, verursachen Weißfäule, da die helle Cellulose übrig bleibt.
Merkmal: faseriger Zerfall
- **Weißlochfäule**
Entsteht nur am lebenden Holz (Baum), entsprechend befallenes Holz kann aber ins Gebäude eingebaut werden. Es werden Cellulose und Lignin gleichermaßen abgebaut.

3.5.4.1 Blaufäule

Blaufäule, oder auch Bläue genannt, wird durch Bläuepilze verursacht, die nur von den Inhaltsstoffen der Holzzellen leben, was zu einer Verfärbung und optischen Beeinträchtigung des Holzes führt, die Holzsubstanz aber nicht zerstört (es entsteht also keine Fäule). Meist entsteht der Befall schon bei noch im Wald gelagertem Holz (Stammfäule). Durch Blaufäule wird das Holz aber dahingehend geschwächt, dass es für den Befall holzerstörender Pilze anfällig wird.

Ein typisches Erscheinungsbild der Blaufäule ist ein Apfelsinenschalenartiges Einfallen der Holzoberfläche.



3.5.4.2 Moderfäule

Diese Fäule wird durch eine Reihe von Pilzen mit hohem Feuchtigkeitsbedürfnis hervorgerufen. Insbesondere sind Hölzer mit Erdkontakt, wie Pfähle, betroffen. Abgebaut wird vornehmlich Zellulose, so dass es zu einer der Braurfäule ähnlichen Fäule kommt. Sie entsteht nur auf der Oberfläche (bis ca. 2 mm tief) von sehr



nassem Holz und wird durch Bakterien erzeugt. Moderfäule kommt in Innenbereichen von Gebäuden praktisch nicht vor.

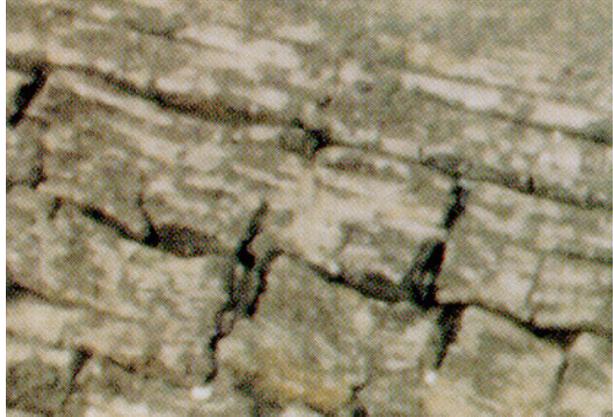
Merkmale: Farbe schmierig schwarz, Würfelbruch mit Kantenlänge bis 3 mm

Das feuchte Holz zerfällt in feinen schmierigen Würfelbruch. Optimale Lebensbedingungen sind

Holzfeuchte: ab 32%

Temperatur: ca. 5–35 °C.

[Quelle: Remmers]



3.5.4.3 Weißfäule

Weißfäule tritt sehr viel seltener als Braunfäule auf. Dabei wird hauptsächlich *Lignin* abgebaut.

Die Balkenenden der Flachdachkonstruktion weisen faserigen Zerfall auf, ein typisches Anzeichen für Befall durch Weißfäule.



Ein Erreger der Weißfäule ist der Ausgebreitete Hausporling (*Donkioporia expansa*), auch Eichenporling genannt. Dieser Schwamm befällt aber auch Nadelhölzer und wird insbesondere an Schwellhölzern von Fachwerken oder im Dachbereich (bei wesentlichen Undichtigkeiten) vorgefunden. Das obenstehende Foto zeigt aktives Myzel (hell gelblich) und abgestorbenes Myzel (grau). Durch den Abbau von Lignin verbleibt eine faserige Restsubstanz (oben rechts), die Zellulose. Das Myzel bildet sich meist nur in Holzspalten oder Hohlräumen. Es ist gelb bis dunkelbraun und oft mit Wassertropfen belegt.

Der Eichenporling benötigt eine sehr hohe Holzfeuchte, deutlich über dem Fasersättigungspunkt und ist ein typischer Leitungswasserschädling. Er wächst immer von außen nach innen, nur da, wo tropfenförmiges Wasser ansteht und hat besondere Anziehungskraft auf

den Gescheckten Nagekäfer. Der Eichenporling befällt insbesondere Eichensplint, daher auch sein Name.

Der Fruchtkörper entwickelt sich in Schichten (jährlicher Zuwachs auf der Oberfläche). Die Fruchtkörper sind grau bis bräunlich, anfangs elastisch und leicht vom Untergrund abzulösen, später hart und nur in Bruchstücken ablösbar. Der Fruchtkörper wird dann sehr fest und lässt sich selbst mit einem Hammer nicht abschlagen.

Optimale Lebensbedingungen sind

Holzfeuchte: ab 40 % (optimal 80 %)

Temperatur: ca. 27 °C.

Ein weiterer Erreger der Weißfäule ist der Große Rindenpilz (*Phlebiopsis gigantea*). Er befällt insbesondere Kiefer, aber auch andere Nadelhölzer, wobei er Splintholz bevorzugt.

Die erforderliche Holzfeuchte liegt oberhalb der Fasersättigung (ab 30 %).

Das *Myzel* bildet sich parallel zum Fruchtkörper und ist von diesem kaum zu unterscheiden. Der Pilz lebt hauptsächlich von den Zellinhaltsstoffen. Er entsteht nur an Hölzern, die noch Rinde oder mindestens Baumkante aufweisen.

Der Fruchtkörper besteht aus Häuten in filziger Struktur und bis zu einer Stärke von ca. 5 mm, seine Farbe ist hellbeige bis weiß.

3.5.4.4 Braunfäule

Der Braune Kellerschwamm (*Coniophora puteana*) braucht sehr viel mehr Feuchte als der Echte Hausschwamm. Er wächst nicht nur im Keller, sondern auch unter dem Dach, wenn er dort das erforderliche Wasser vorfindet oder die Holzkonstruktion durch Defekte im Dach stark durchfeuchtet wurde.

Nebstehendes Bild zeigt den Fruchtkörper des Braunen Kellerschwamms.



Der Fruchtkörper ist meist weißlich (bis bräunlich) und lässt sich nur schwer vom Untergrund ablösen. Er bildet eine krustige und warzenförmige Haut und entwickelt olivbraune Sporen auf seiner Oberfläche. Der Fruchtkörper des Braunen Kellerschwamms bildet sich meist nur an sehr verborgenen Stellen.

Optimale Lebensbedingungen sind

Holzfeuchte: über 30% (von 25 – 100%)

Temperatur: ca. 22 – 24 °C

unter 3 °C und über 35 °C findet kein Wachstum statt.

Im Endstadium zeigt die Holzfäulnis Würfelbruch (kleiner als beim Echten Hausschwamm), das Holz zerfällt letztlich in braunes Pulver.

Der Braune Kellerschwamm und der Echte Hausschwamm können sich gemeinsam entwickeln und das Holz befallen. Die unterschiedlichen Myzele können einander überwachsen. Der Braune Kellerschwamm stirbt bei fehlender Holzfeuchte oder bei Austrocknung ab, er wird daher auch als Nassfäule bezeichnet.

Es handelt sich beim Braunen Kellerschwamm um den am schnellsten wachsenden Holzschädling. Seine Zerstörungskraft gleicht fast der des Echten Hausschwamms.

Nebenstehendes Bild zeigt das Myzel des Braunen Kellerschwamms. Das Myzel (Oberflächenmyzel) ist im frischen Zustand beigefarben, im Alter schwarzbraun und bleibt auch im getrockneten Zustand elastisch.



Der Kellerschwamm breitet sich auch auf den Wandflächen aus, hier ein starker Befall.



Das Myzel ist stark entwickelt, starke Stränge überspannen den Bereich zwischen Wand und Holzregal, Nährstoff ist das Holzregal.



Der Echte Hausschwamm (*Serpular lacrimans*) ist von allen Holzschädlingen der mit Abstand gefährlichste. Wird Echter Hausschwamm durch den Sachverständigen festgestellt, so sind umfangreiche Untersuchungen und eine entsprechende Sanierung zwingend erforderlich. In den meisten Bundesländern ist der Echte Hausschwamm meldepflichtig.



Optimale Lebensbedingungen sind

Holzfeuchte: ca. 30% (von 15–60%)

Temperatur: ca. 17–22 °C

unter 3 °C und über 26 °C findet kein Wachstum statt.

Fruchtkörper rotbraun mit weißem Zuwachsrand, lässt sich leicht und zerstörungsfrei vom Untergrund ablösen. Der Fruchtkörper verändert seine Farbe je nach Temperatur und Umgebungsbedingungen. Er besteht aus (meist weißem) Zuwachsrand und mittlerem Sporenbildner. Legt man einen kleinen Teil des Myzels in eine Filmdose und öffnet diese nach etwa 5 Minuten wieder, so entsteht ein starker übel riechender Geruch (faule Eier). Auf der Oberfläche des Fruchtkörpers entstehen stets Wassertropfen, was zu seinem Namen geführt hat; lacrimans bedeutet Träne. Ist der Fruchtkörper zu nass, so wird er von Schimmelpilz befallen und zersetzt. Ist er zu trocken wird er von Insekten angefressen. *Angstfruchtkörper* entstehen, wenn das befallene Holz plötzlich stark abtrocknet. Die Überlebensstrategie des Fruchtkörpers ist, dann über viele neue Fruchtkörper möglichst große Mengen an Sporen auszuwerfen.

Nebenstehendes Foto zeigt eine starke Überdeckung von Holzplatten mit Sporen des Echten Hausschwamms. Die einzelnen Sporen sind nicht sichtbar. Dicke Ablagerungen sind jedoch pulverförmig und zimtfarben. Sporenkontamination in der Luft ist allgegenwärtig. Die Sporen sind kristallines Eiweiß und sehr widerstandsfähig, sehr lange lebens- und keimfähig (mehrere Jahrzehnte) und weisen eine sehr hohe Wärmeresistenz auf.



Aus den Sporen bilden sich als erstes Hyphen, das sind kleinste Pilzgewebestränge. Nebenstehendes Foto zeigt Luftmyzel auf Mauerwerk.



Aus den Hyphen bildet der Echte Hausschwamm zunächst ein Luftmyzel, ein sehr feines Geflecht, das aussieht wie Zuckerwatte. Über das Luftmyzel ist der Echte Hausschwamm in der Lage, Feuchte aus dem Mauerwerk zu ziehen. Früher war man der Meinung, dass das Luftmyzel auch Feuchte aus der Luft entzieht, dem ist aber nicht so.

Das Myzel ist silbrig grau, es lässt sich leicht vom Untergrund lösen, riecht moderig pilzig, im trockenen Zustand (in Ofen legen) bricht es mit einem Knackgeräusch, beim Verbrennen riecht es nach Horn. Das Myzel wächst immer in Längsrichtung des Holzes und dehnt sich daher sehr schnell aus. Als erstes bildet sich das Luftmyzel (es ist sehr empfindlich gegen Luftzug), daraus entwickelt sich das Strangmyzel. Das Myzel wächst meist von den Balkenköpfen (hier gibt es keine Zugluft) ausgehend in Richtung Raummitte.



Das Myzel mag keine Zugluft, was zum Absterben der Myzelstränge führen kann. Umgekehrt brauchen die Fruchtkörper Zugluft, damit die Sporen an die Luft abgegeben werden können. Daher finden sich die Fruchtkörper auch meist im Keller unter der Decke.

Die Myzelstränge können Wasser transportieren, aber nicht 20–30 m, wie früher angenommen. Besonders günstig ist es für den Echten Hausschwamm, wenn die Bausubstanz regelmäßig durchfeuchtet wird (undichte Dachrinnen, Wasserhahn tropft, Mauerwerksrisse, aufsteigende Feuchtigkeit).

Hier wächst das Myzel lappenartig über Decke und Wände, Strangmyzel hängt herab.

Der Echte Hausschwamm produziert Oxalsäure und lagert diese in der Wand ab (Toilette). Dabei wird Wasser in der Wand frei, wenn diese Kalkbestandteile aufweist. Daher findet sich auch in reinen Lehm-bauten kein Befall durch den Echten Hausschwamm.



Eine Altersbestimmung der Myzelstränge ist nicht möglich, auch nicht, ob das Myzel unter optimalen oder ungünstigen Bedingungen gewachsen ist.

Das Myzel ist nur an den Enden seiner Stränge aktiv. Dort, wo das Holz abgebaut ist, stirbt das Myzel ab. Das Gleiche gilt, wenn das Myzel mit Zugluft in Berührung kommt.

Wie bei allen Braunfäulepilzen ist der Würfelbruch das Zersetzungsprodukt beim Echten Hausschwamm.

Die durch den Echten Hausschwamm hervorgerufene Holzfäulnis zeigt groben *Würfelbruch* mit ca. 10 bis 15 mm Kantenlänge.

Der Würfelbruch entsteht durch das Zersetzen der Zellulose. Dabei werden die Holzfasern in der Längsrichtung aufgebrochen. Im Endstadium zerfällt das Holz praktisch zu Staub.



3.5.5 Bekämpfung der Holzpilze

Derzeit sind ca. 1,6 Mio. Gebäude in Deutschland mit Holzpilzen, wie dem Echten Hausschwamm, befallen. Eine eigentliche Bekämpfung von Holzpilzen ist *nicht* zulässig. Durch Pilze befallenes Holz muss komplett entfernt und durch gesundes Holz ersetzt werden.

Bei der Bekämpfung der Holzpilze ist die DIN 68800 Teil 4 zu beachten. Diese Norm ist jedoch nicht mehr ganz zeitgemäß. Das WTA-Merkblatt 1-2-91 »Der Echte Hausschwamm – Erkennung, Lebensbedingungen, vorbeugende und bekämpfende Maßnahmen« wurde 2004 neu veröffentlicht und weicht von der DIN 68800 teilweise erheblich ab. Wichtig ist, dass die Bekämpfung eines Befalls durch Holzpilze nur durch Fachfirmen erfolgen darf. Dies gilt in besonderem Maße für den Echten Hausschwamm. Die wichtigste Sanierungsmethode gegen Echten Hausschwamm ist die absolute Trockenlegung der Bausubstanz und Austausch des befallenen Holzes.

Exemplarisch soll hier ein Schadensfall, hervorgerufen durch den Echten Hausschwamm sowie dessen Beseitigung erläutert werden.

Ein Ehepaar hatte das nebenstehend abgebildete Objekt gekauft und durchgreifend saniert und umgebaut. Dies unter Hinzuziehung eines Architekten. Die Umbauarbeiten wurden durch einen Generalunternehmer durchgeführt.

Im Rahmen dieser Baumaßnahmen wurde auch ein bestehender Terrassen- und Balkonbereich in einen geschlossenen Wintergarten umgebaut.

Die Putzhilfe der Bauherren hat immer wiederkehrenden »komischen« Bewuchs oberhalb der Fußleiste festgestellt.



Hier wurde die Fußleiste, hinter der sich die ersten Fruchtkörper (Bild Mitte) gebildet hatten, entfernt. Hinter der Fußleiste wurde dann bereits kräftig ausgebildetes Strangmyzel freigelegt.



Ungefähr 14 Tage später ist im Bereich der entfernten Fußleiste helles (frisches) Luftmyzel (blauer Pfeil) gewachsen. An dessen Rand setzt bereits erneute Fruchtkörperausbildung (roter Pfeil) ein.



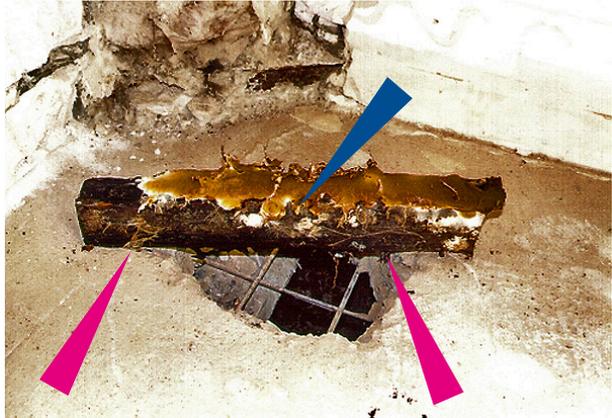
Der ursprüngliche Bodenbelag im Wintergarten wurde entfernt und zwei Öffnungen wurden in den Betonboden gestemmt. Der Boden ist mit einem zimtfarbenen Staub überdeckt.



Es ist zu erkennen, dass die Innenseiten der Außenwände unter der Betonplatte komplett mit Fruchtkörpern bewachsen sind. Ein Holzbalken (blauer Pfeil) ist bereits durchgefaut und hängt lose unter der Betonplatte.



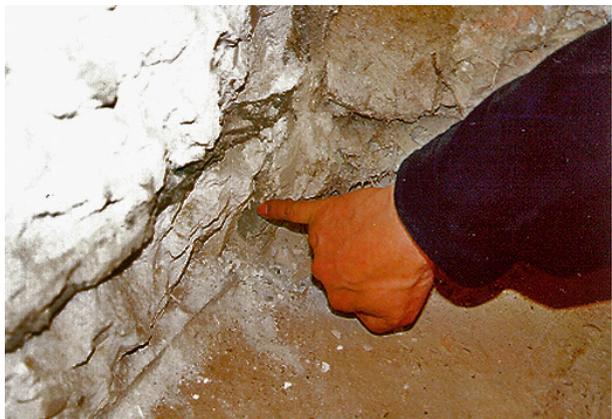
Der erwähnte Holzbalken ließ sich sehr leicht lösen und nach oben holen. Er ist mit kräftigen Fruchtkörpern (blauer Pfeil) und Strangmyzel (rote Pfeile) befallen.



An den Tragbalken der verlorenen Schalung ist kräftiges Strangmyzel erkennbar.

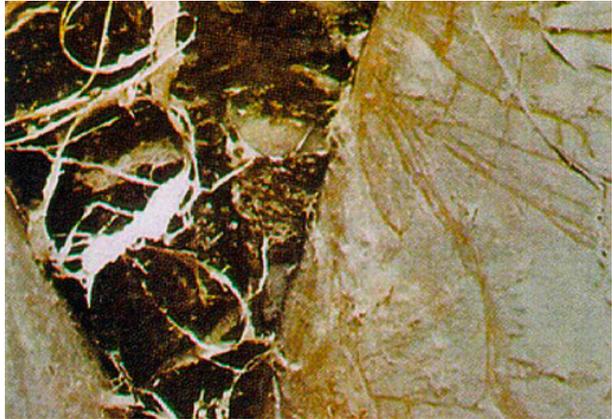


Der Finger zeigt auf Fugen im Mauerwerk, die bereits mit Myzel durchwachsen sind.

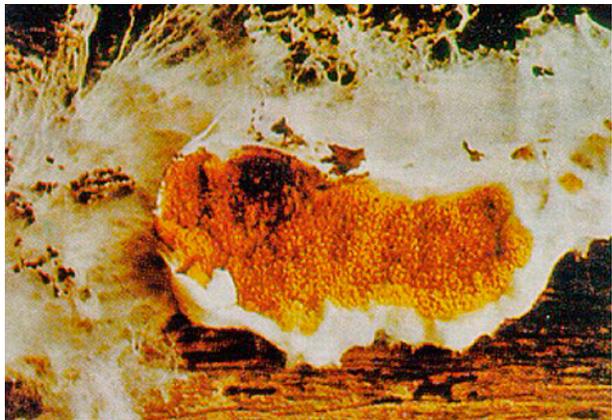


Nachstehender Auszug aus dem WTA-Merkblatt zeigt, dass es sich hier um einen Befall durch den Echten Hausschwamm handelt.

Das Bild zeigt das Myzel mit starker Strangbildung.



Frischer Fruchtkörper mit orangefarbener Färbung und gefalteter Struktur der Fruchtschicht. Deutlich erkennbar ist seine Entstehung aus dem weißen Oberflächenmyzel.



Von Sporen bedeckter Boden eines Kellerraumes



Schadensursache: Blick auf die äußere Brüstung, Fensterbank und den unteren Fensterbereich des Wintergartens.



Bei Regenwetter bilden sich an der Unterkante der Fensterbank Wassertropfen, die dann nach unten abtropfen.



Die Wassertropfen fallen auf die vorstehenden Ziegelsteine des Sockelmauerwerks. Der Sockel wird dadurch stark durchnässt. Hier ist deutlich erkennbar, dass das Mauerwerk durchnässt ist.



Das Wasser dringt auch in das Mauerwerk und in die Mörtelfugen ein. Im Bereich der Horizontalabdichtung staut sich das Wasser an. Unterhalb der Horizontalabdichtung erscheint das Mauerwerk etwas weniger stark durchfeuchtet. Die Feuchtesperre führt dazu, dass die Feuchtigkeit, zumindest teilweise, nach innen abgeleitet wird.



Ausbreitung des Echten Hauschwamms in den Außenbereich: Der Kiesstreifen im Eckbereich wurde dann aufgenommen. Vor der Abdichtung der Kelleraußenwände befindet sich eine braune Noppenbahn aus Kunststoff.



Es ist deutlich erkennbar, dass kräftiges Strangmyzel oberhalb der Abdichtungsebene aus dem Mauerwerk herauswächst.



Die Sanierung wurde wie folgt durchgeführt: Der Betonboden und der Wandverputz sowie der Wandputz vom Mauerwerk wurden entfernt.



Das Ziegelmauerwerk unter der entfernten Bodenplatte ist völlig von Myzel durchwachsen.



Das Mauerwerk wurde mit Injektionspackern versehen.



Die Packer wurden in die Ziegelsteine und in die Mauer-
verfugung gesetzt.



Packer im Ziegelstein



Das Erdreich wurde gut 80 cm
tief aufgenommen und ent-
sorgt. Danach wurde der Hohl-
raum mit Recycling-Material
verfüllt.



Der Wandverputz an der Wand zum Wohnraum wurde bis zu einer Höhe von mindestens 1,50 m Höhe abgeschlagen.



Blick vom Wohnzimmer in den Anbau



Wandbereiche im Wohnzimmer



Das entfernte Holz der verlorenen Schalung ist gänzlich mit Myzelsträngen durchwachsen. Es wird verbrannt.



Und so hat das alles angefangen.



3.6 Salze in mineralischen Baustoffen

Unter den Baufachleuten ist man sich einig: Bauen heißt, im Kampf gegen Wasser zu bestehen. Auf der anderen Seite ist Bauen ohne Wasser gar nicht möglich. Eine Vielzahl an Baustoffen, wie Beton, Putze, Mörtel oder Estriche lassen sich erst mithilfe von Wasser herstellen. Dabei dient Wasser als Reaktionshilfe der jeweiligen Bindemittel.

Bei der Herstellung dieser Produkte ist es stets erforderlich, mehr Wassermoleküle dem Bindemittel beizugeben, als für die chemische Reaktion erforderlich ist. Dabei wird ein Teil des Wassers bzw. der H_2O -Moleküle mit dem Bindemittel chemisch gebunden, das heißt, es entsteht ein chemisch neues Produkt. Eine sehr viel größere Menge an H_2O -Molekülen verbleibt aber in dem neu entstandenen Baustoff, nimmt dort Raum ein und bildet eine Pore. Die einzelnen Poren bilden dann ein Porengefüge bzw. Kapillaren. Deren Größe liegt regelmäßig in einem Bereich, in dem sich Kapillarkräfte einstellen. Das bedeutet, der Porenradius liegt zwischen 10^{-4} bis 10^{-7} m (oder verständlicher ausgedrückt, zwischen einem Zehntel und einem Zehntausendstel Millimeter). Ist der Porenradius kleiner (Mikroporen), so sind diese

zu klein, um Wasser in flüssiger Form durchzulassen. Ist der Porenradius größer (Luftporen), so kollabieren die Kapillarkräfte oder sie stellen sich erst gar nicht ein. Diese Poren lassen sich nur durch Druck (anstehendes Wasser) oder durch Kapillarkondensation (aufgrund der Luftfeuchte) mit Wasser beaufschlagen.

Bei der überwiegenden Anzahl der Poren in mineralischen Baustoffen handelt es sich um Kapillarporen. Dabei weisen Poren in einem Größenbereich von 10^{-7} m die stärksten und Poren im Bereich von etwa 10^{-4} m die geringsten Kapillarkräfte auf.

Durch das Vorhandensein von Kapillarporen kann einerseits das im Baustoff vorhandene Wasser zur Bauteiloberfläche gelangen und dort verdunsten bzw. abtrocknen. Andererseits kann Wasser durch Schlagregen oder durch im Erdreich immer mehr oder weniger vorhandenes Wasser immer wieder in die Baukonstruktion eindringen. Um dies zu verhindern, werden wasserabweisende Putze oder Abdichtungen der erdberührenden Bauteile hergestellt. Aber gerade bei älteren Gebäuden liegen hier oft Mängel vor.

Hinsichtlich des Stands der Technik zur Abdichtung von im Erdreich befindlichen Bauteilen bis noch in die 60er Jahre hinein, muss angemerkt werden, dass damals Keller z.T. ganz ohne Abdichtung gebaut wurden. Diese dienten als Lagerstätte für untergeordnete Gerätschaften und Vorräte. Heute wird dort oft hochwertiger Wohnraum geschaffen, der teilweise im Erdreich liegt. Es ist völlig klar, dass an derartige Räumlichkeiten ganz andere Ansprüche gestellt werden und diese eine völlig andere Abdichtungsqualität erfordern. Die Anforderungen, wie sie heute in der DIN 18195 »Bauwerksabdichtung« gestellt werden, kann ein Keller beispielsweise aus dem Jahr 1939 nicht erfüllen.

Nebenstehendes Foto zeigt einen typischen Schaden, wie er durch bauschädliche Salze entsteht. Wie kommt es dazu?

Durch das Verdunsten der im Bauteil befindlichen Feuchte kommt es zu Schäden, die auf folgendem physikalisch-chemischen Phänomen beruhen:

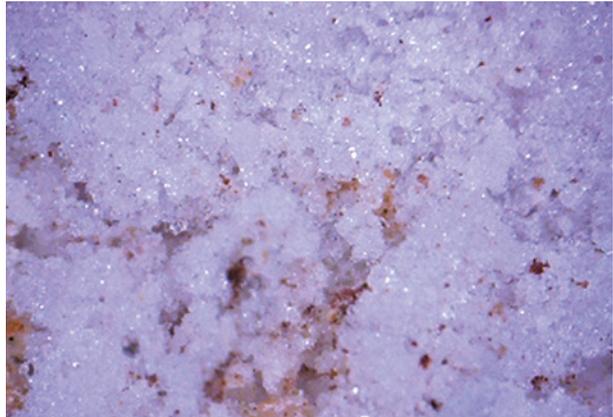
Bei der im jeweiligen Bauteil befindlichen Feuchte handelt es sich nicht um chemisch reines Wasser (H_2O), sondern um ein Gemisch von Wasser und einer Vielzahl darin gelöster Mineralien. Man möge nur einmal auf das Etikett einer Mineralwasserflasche schauen und nachsehen, was außer Wasser darin alles enthalten ist. Das Wasser in der Baukonstruktion ist weit höher mit derartigen Mineralien, die das Wasser zunächst im Erdreich gelöst und aufgenommen hat, beaufschlagt. Auch im Bauteil selbst löst das Wasser Mineralien heraus und transportiert diese in Form einer Salzlösung nun mit an die Bauteiloberfläche. Dort verdunstet jetzt nur H_2O . Alle anderen



Inhaltsstoffe können nicht verdunsten; sie verbleiben an der Bauteiloberfläche und kristallisieren dort aus. So bilden sich, je nach der konkreten Zusammensetzung der Inhaltsstoffe, unterschiedliche Kristalle, bei denen es sich chemisch um Salze handelt.

Schädlich ist dieser Umstand deswegen, weil die Salze mit der Zeit wachsen, immer größer werden und dadurch einen so genannten Sprengdruck auf die sie umgebende Bausubstanz ausüben. In der Folge bröseln zuerst der Anstrich und dann der Verputz herunter. Irgendwann, wenn nichts unternommen wird, ist auch die tragende Bausubstanz geschädigt.

Das Bild zeigt eine etwa 200-fache Vergrößerung des Salzes, welches auf dem folgenden Bild auf der Oberfläche der Fugen und der Ziegelsteine zu erkennen ist. Man sieht unter dem Mikroskop sehr deutlich die Volumenvergrößerung der Salzkristalle.



Nicht alle Salze sind bauschädlich. Chemisch gesehen handelt es sich bei Salzen um Reaktionsprodukte von Säuren und Laugen. Salze sind unterschiedlich durch Wasser löslich. Es wird hier also hinsichtlich leicht- und schwer löslichen Salze unterschieden.

So ist beispielsweise Calciumcarbonat (Kalk) ein nur schwer lösliches Salz. Nur etwa 1–2 mg Kalk lösen sich in einem Liter Wasser. Daher wird Kalk auch eher als Bindemittel zu erachten sein und wird auch als solches verwendet. Dagegen stellt Kaliumkarbonat (Pottasche) ein stark lösliches Salz dar. So lösen sich etwa 112 mg Pottasche in einem Liter Wasser.

Durch oberflächennahe Salze und deren hygroskopischen Effekte wird die Feuchte an der Bauteiloberfläche zusätzlich erhöht. Grundsätzlich gilt: Je besser die Löslichkeit eines Salzes, umso größer ist seine bauschädigende Wirkung.

Die wichtigsten bauschädlichen Salze, die bei einer entsprechenden Laboruntersuchung festgestellt werden, sind:

Sulfate (Salze der Schwefelsäure)

$MgSO_4 \cdot 7H_2O$	Magnesiumsulfat, Bittersalz
$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Calciumsulfat, Gips
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$	Natriumsulfat, Glaubersalz
$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 3CaSO_4 \cdot 21H_2O$	Ettringit

Nitrate (Salze der Salpetersäure)

$Mg(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$	Magnesiumnitrat
$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$	Calciumnitrat
$5Ca(NO_3)_2 \cdot 4NH_4NO_3 \cdot 10H_2O$	Calciumammoniumnitrat, Kalksalpeter

Chloridverbindungen

$CaCl_2 \cdot 6H_2O$	Calciumchlorid
NaCl	Natriumchlorid, Kochsalz

Carbonatverbindungen

$NaCO_3 \cdot 10H_2O$	Natriumcarbonat, Soda
K_2CO_3	Kaliumcarbonat, Pottasche

Um welches Salz es sich im Einzelnen im Bauteil handelt, lässt sich nur durch eine Probenentnahme und eine labortechnische Untersuchung feststellen. Eine Bewertung der schadensverursachenden Wirkung verschiedener Salze ist nachstehender Tabelle zu entnehmen:

Salz	Anteil der Salzionen im Bauteil in Masse-%		
	niedrig	mittel	hoch
Sulfat	<0,5	0,5 – 1,5	> 1,5
Nitrat	<0,1	0,1 – 0,3	> 0,3
Chlorid	<0,2	0,2 – 0,5	> 0,5

Anhand der jeweils im Labor ermittelten Werte wird der Sachverständige dann den Versalzungsgrad im Baustoff als gering, mittel oder hoch einstufen. Dabei ist gemäß den Hinweisen im WTA-Merkblatt E-2-6-99 / D jeweils der höchste Gehalt an Salzionen maßgebend. Wird keine Laboruntersuchung vorgenommen, so ist bei der Planung einer späteren Sanierung stets von einer hohen Salzbelastung auszugehen.

3.6.1 Von wo werden die Salze meistens eingetragen?

Nitrate entstammen organischem Material, wie z. B. Kompost oder Abwässern. Ihr Vorhandensein deutet auf die Einwirkung von Wasser von außen hin. Nitrat in größeren Mengen zeigt mit relativ hoher Wahrscheinlichkeit ein Feuchtigkeitsproblem durch aufsteigende Feuchte.

Chloride sind Verbindungen von Chlor. Sie wirken stark hygroskopisch (Feuchte aus der Umgebung, auch aus der Luftfeuchte, bindend). Sie entstammen mineralischen Baustoffen, wo sie als Bindemittel eingetragen werden. In Tiefgaragen oder im oberen Bereich von Kellern können die Belastungen auch durch Streusalz entstehen.

Sulfate sind Salze der Schwefelsäure, die aus Gipsen, Ziegelsteinen, Kalk und Zement, Kalkzementmörtel bzw. Beton oder Kalkstein herrühren.

Bei der Planung der Sanierung salzbelasteter Bauteile sind unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen, da Salze in Mauerwerk oder/und in Betonen zu großen Schäden führen können – oder aber nur optische »Verunreinigungen« darstellen. Leider kann man die Auswirkung der potenziellen Schäden durch optische Inspektion nicht feststellen. Es sollten daher bei Salzbelastungen genauere Untersuchungen erfolgen.

Zu untersuchen sind:

- die Eindringwege der Salze (woher kommen sie)
- die Salzarten (welches Salz ist vorhanden)
- die Menge der Salze im Bauteil (wozu i. d. R. zerstörende Untersuchungen erforderlich sind)
- die Nutzungen des Objektes
- die belasteten Baustoffe (z. B. Salze in Betonen: dies kann zu Korrosion am Stahl führen, was ein großer Schaden ist oder werden kann)
- andere objektspezifische Daten.

Anhand der Untersuchungen wird dann die Schadensursache eingegrenzt und ein Sanierungsplan erstellt.

Bauschädigende Salze können auf unterschiedliche Weise in Baustoffe oder ein Bauwerk gelangen:

- Über die Baustoffe selbst:
 - Verwendung von Chloriden als Frostschutzzusatzmittel in Mörtel und Beton
 - hydraulische Bindemittel (Zemente, hydraulische Kalke, bestimmte Trassarten mit hohem Gehalt an löslichen Alkalien)
 - Sulfate in Baukeramik, entstanden durch schwefelhaltige Abgase beim Brennprozess
 - Wiederverwendung bereits salzbelasteter Bausteine.
- Über von außen eindringende salzhaltige Lösungen:
 - aufsteigende Feuchte aus salzbelasteten Untergründen
 - besondere Nutzung des Bauwerks (z. B. Salzlager)

- tausalzhaltiges Spritzwasser (Chloride). Chloride sind Verbindungen von Chlor. Sie wirken stark hygroskopisch (Feuchte aus der Umgebung bindend). Chloride in Betonen können zu erheblichen Korrosionsschäden führen.
- In Tiefgaragen können Chloride, die als Streusalz eingesetzt werden, zu verstärkten Schäden führen.
- Das Salz bildet sich erst im Bauwerk selbst:
 - Nitrate: stickstoffhaltige Lösungen aus organischem Material, wie z. B. Kompost oder Abwässern. Ihr Vorhandensein deutet auf die Einwirkung von Wasser von außen oder im Innenbereich auf undichte Abwasserleitungen hin.
 - Saure Luftschadstoffe greifen die Baustoffe an und es bilden sich z. B. Sulfate.
 - Mikroorganismen können Säuren ausscheiden, die dann mit den Baustoffen Salze bilden.
 - Applikation ungeeigneter Konservierungs- bzw. Reinigungsmittel (z. B. Wasserglas, Säuren).

Folgende objektbezogene Schäden können entstehen (ohne Anspruch auf Vollständigkeit):

- Schäden bei Feuchtenachschub in flüssiger Form (aufsteigende oder/und durchdringende Feuchte, Leitungleck etc.):
 - Salze haben keine erhebliche Schadenwirkung auf das Mauerwerk, wenn sie immer in Lösung bleiben. In dauernassen Bereichen kommt es nicht zu Salzschäden am Mauerwerk, auch nicht bei hohen Salzkonzentrationen, durchaus aber an Metallbauteilen.
 - Liegen Verdunstungsflächen vor, dann kristallisieren an diesen Flächen die Salze aus. Es bilden sich Krusten und Salzrasen, so genannte Ausblühungen, an der Oberfläche der Baustoffe. Schäden können hier, neben der optischen Verunstaltung, durch die Verdichtung der Oberfläche entstehen. Diese Krusten können dann abschuppen oder tiefer abschalen.
 - Liegt der Verdunstungshorizont unter der Oberfläche, d. h. im Baustoff selbst, wird der Baustoff in seinem Gefüge zerstört. Abblättern, Absanden und allgemeine Gefügeflockung können die Folge sein.
 - Wandert der Verdunstungsbereich in einem Bauteil (z. B. bei wechselndem Umgebungsklima oder wechselndem Feuchtenachschub), dann verschiebt sich die Schadenzone im Bauteil. Es können größere Bereiche eines Bauteils schadhaft werden oder es kann, neben fast ungeschädigten Bereichen, zu punktuell massiven Salzschäden kommen.
- Salzschäden an trockengelegten Bauteilen: Wird ein salzbelastetes Bauteil trockengelegt, d. h. der Zustrom von Wasser in flüssiger Form unterbrochen (Horizontal Sperren, Dränagen, Dächer, etc.), können zusätzliche Schäden auftreten:
 - Bei wechselndem Umgebungsklima (feucht-trocken/warm-kalt) verändern Bausalze ihren Zustand. Wenn sie durch Trockenlegung innerhalb des Baustoffes auskristallisieren, können Absprengungen die Folge sein.
 - Salze können sich, bei Unterbrechung der Flüssigwasserzufuhr, immer noch weiter in einem Bauteil ausbreiten, d. h. die Schadenzone kann sich ausweiten.

- Salze in Betonen, insbesondere in Tiefgaragen: Salze werden hauptsächlich in Tiefgaragen durch Streusalz im Winterhalbjahr eingetragen. Chloride sind stark hygroskopisch, »saugen« die Feuchtigkeit auch aus der Luft. In Betonen können bei fehlenden oder/und defekten Schutzanstrichen Korrosionsschäden der Eisenarmierungen entstehen, wenn ausreichend Chloride und damit Sauerstoff und Wasser vorhanden sind. Nach derzeitigem Stand der Erkenntnisse ist der »kritische« Chloridgehalt kein Festwert, sondern hängt sowohl von der Qualität der Betondeckungsschicht (Art des Zements, Wasserzementwert, Nachbehandlung, Dicke) als auch von den Umgebungsbedingungen ab.

3.6.2 Sanierungsmaßnahmen

Bauwerksabdichtung

Was ist die Ursache für den Feuchteintrag in das Bauwerk? Es bedarf also Untersuchungen darüber, inwieweit eine wirksame Abdichtung gegenüber von unten oder von der Seite eindringendes Wasser vorhanden ist. Derartige Untersuchungen sind oftmals sehr aufwändig. Zur Überprüfung der Vertikalabdichtung (zum Schutz gegen seitlich eindringendes Wasser) auf der Außenseite der erdberührenden Kellerwände muss das Erdreich bis zur Fundamentsohle ausgehoben werden. Zur Überprüfung der Horizontalabdichtung (zum Schutz gegen von unten aufsteigendes Wasser) sind Kernbohrungen erforderlich, anhand derer Art und Qualität der Abdichtung untersucht werden können.

Die Beurteilung, ob die jeweilige Abdichtung tauglich ist, kann nur durch einen erfahrenen Sachverständigen für Schäden an Gebäuden oder Abdichtungstechnik vorgenommen werden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass hier die Anforderungen an Bauwerksabdichtungen, wie sie in der DIN 18195 formuliert werden, nicht als Maßstab dienen können. Die Vorgaben dieser Norm betreffen nur Neubauten. Für die Beurteilung von Abdichtungen und deren Qualität bzw. Wirksamkeit gibt es keine allgemein verbindlichen Regelwerke. Hier ist tatsächlich der Sachverstand des Sachverständigen gefragt. Vieles, was (k)einer Norm oder sonstigem Regelwerk nicht entspricht, kann in der Praxis durchaus doch funktionieren.

Ist die Frage der Wirksamkeit der Abdichtungsebenen geklärt, so bedarf es gegebenenfalls einer Konzeption der Sanierungsmaßnahmen. Defizite an der Vertikalabdichtung können natürlich am besten von außen saniert werden. Folgende Maßnahmen sind dann durchzuführen:

- Gebäude bis auf Fundamentsohle freigelegen
- Außenwandflächen reinigen
- lose und marode Bestandteile entfernen
- Wandfläche (und Fundamente) mit einem Zementputz PIII versehen. Dabei sind Ecken und Kanten möglichst abzurunden oder zumindest anzufasen.
- Abdichtung mittels Schweißbahnen oder kunststoffmodifizierter Bitumendickbeschichtung (KMB) aufbringen. Hier sollten, soweit möglich, die Vorgaben der DIN 18195 Berücksichtigung finden.

- Sofern hier Maßnahmen zum Wärmeschutz erforderlich sind, ist eine Perimeterdämmung anzubringen. Dabei handelt es sich um eine entsprechend druckfeste Dämmung (Hartschaum), die zum Einbau im Erdreich geeignet und vollflächig verklebt auf der Abdichtungsebene anzubringen ist. Bei KMB-Abdichtungen ist diese ebenfalls mit KMB herzustellen. Bei Schweißbahnen muss bei dem Schweißbahnhersteller ein geeigneter Kleber angefragt werden. In jedem Fall muss sichergestellt werden, dass die Perimeterdämmung nicht von Wasser hinterlaufen werden kann.
- Vor der Abdichtung (oder der Perimeterdämmung) ist eine Schutzfolie anzubringen. Dazu wird meist eine Noppenbahn eingesetzt. Oftmals wird die Noppenbahn schon als Abdichtung angesehen. Das ist sie aber keineswegs. Wichtig bei der Verarbeitung der Noppenbahnen ist, dass die Noppen nach außen zeigen. Noppen, die zum Gebäude hin zeigen, würden sich beim Verfüllen und Verdichten des Arbeitsraumes in die Abdichtung (oder Perimeterdämmung) einpressen und so zu Schäden führen.

Oftmals sind derartige Maßnahmen nicht möglich. Das ist insbesondere bei Grenzbebauung der Fall, da diese Arbeiten vom Nachbargrundstück aus vorgenommen werden müssten. Nicht jeder Nachbar wird dazu seine Zustimmung geben. Befinden sich im Anschluss an den zu sanierenden Bereich andere Gebäude (Reihenhäuser, Garagen, Grenzbebauung etc.), so ist eine Sanierung von der Außenseite praktisch nicht möglich. Es bleibt dann nur noch die Möglichkeit, Maßnahmen auf der Innenseite der belasteten Bauteile vorzunehmen.

Zunächst ist immer der durch die Salze geschädigte Verputz zu entfernen. Die Abdichtung lässt sich sodann mit einer Dichtschlämme herstellen. Dabei handelt es sich um mineralische Schlämme, die so eingestellt sind, dass sie keine Kapillarporen bilden. Dadurch wird verhindert, dass flüssiges Wasser kapillar aus der Wand an die innere Wandoberfläche gelangen kann.



Eine solche Innenabdichtung hat aber einen negativen Effekt. Bauphysikalisch muss das in der Wand befindliche Wasser an der Oberfläche verdunsten. Da dies jetzt nicht mehr möglich ist, steigt das Wasser kapillar weiter als sonst nach oben. Findet sich keine höher liegende Verdunstungsfläche, so steigt das Wasser bis in das darüber liegende Erdgeschoss und führt dann dort zu Verdunstungsschäden



(Ausblühungen) bzw. Feuchteschäden (ggf. mit Schimmelpilzen oder holzerstörenden Organismen). Um dieses zu verhindern, ist dann zwingend erforderlich, oberhalb des außen anstehenden Erdreichs und unter der Kellerdecke eine Horizontalabdichtung einzubringen. Diese wäre dann mittels Injektionen herzustellen. Dadurch bleibt die Außenwand natürlich unverändert nass, was aber für sich gesehen nicht schädlich ist. Alleine das Vorhandensein von Wasser im Porensystem führt zu keinen Schäden. Schäden entstehen, wie schon ausführlich erläutert, erst durch das Verdunsten von Wasser und das Auskristallisieren der darin enthaltenen Mineralien.

Eine weitere sehr geschickte Maßnahme ist der Einsatz eines Sanierputzes. Sanierputze gibt es für grundsätzlich unterschiedliche Probleme. Hier sind Sanierputze, wie sie vom Wissenschaftlich Technischen Arbeitskreis (WTA) entwickelt wurden, einzusetzen. Sanierputze werden seit ca. 25 Jahren in der Gebäudeinstandsetzung verwendet. Sie haben sich bestens bewährt, und man kann dies in folgendem Satz ausdrücken: »Wenn wir keine Sanierputze hätten, müssten wir sie schnellstens erfinden.« Sanierputzsysteme bestehen aus einem Spritzbewurf, dem Grundputz, dem eigentlichem Sanierputz und der abschließenden Oberflächenbeschichtung. Diese einzelnen Ebenen des Sanierputzes müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass das Wirkprinzip durch das ganze System hindurch gewährleistet ist und dass die Salzablagerungen im Porensystem des Sanierputzes stattfinden können. Im Einzelnen wird hier auf das derzeit gültige WTA-Merkblatt 2-2-91 »Sanierputzsysteme« verwiesen.

Das Wirkprinzip des Sanierputzes liegt darin, den Putz so einzustellen, dass er keine Kapillarporen sondern nur Luftporen aufweist. Dies führt dazu, dass der kapillare Wassertransport auf der Innenseite des Wandbildners endet und nicht bis an die Putzoberfläche gelangen kann. Der Verdunstungseffekt der Bauteilfeuchte findet nun innerhalb der Wand und nicht mehr auf der Oberfläche statt. So findet die Kristallisation der Salze nun ebenfalls in der Putzebene statt und führt nicht mehr zur Schädigung der Wandoberfläche. Je nach Intensität der Kristallisation der Mineralien, kann es dennoch irgendwann zu einer kompletten Versalzung des Sanierputzes kommen. Das wird aber immer erst nach 10 bis 20 Jahren der Fall sein. Dann ist der Sanierputz zu erneuern. Man spricht in diesem Zusammenhang auch

von einem Opferputz. Dennoch ist diese Vorgehensweise unter wirtschaftlichen Aspekten meist die beste Lösung.

Trotz dieser guten Eigenschaften und der guten Erfahrung darf nicht vergessen werden, dass es immer wieder Fehlanwendungen von Sanierputzen gibt. Die häufigsten Fehler, die bei der Anwendung von Sanierputzen auftreten, sind der folgenden Übersicht zu entnehmen:

- Das Mauerwerk wird nicht sorgfältig gereinigt und vorbereitet. Strahlverfahren sind am besten, Drahtbesen etc.
- Das Mauerwerk ist zu weich und besitzt keine ausreichende Tragfähigkeit.
- Der Spritzbewurf wird zu dick aufgetragen.
- Statt eines weichen Porengrundputzes wird als durchgängige Putzlage ein Ausgleichsputz (zu hohe Festigkeit) aufgebracht (Rissbildung im Sanierputz).
- Der Sanierputz wird in unterschiedlichen Schichtdicken aufgebracht. Da dann die Austrocknungszeiten unterschiedlich sind, kommt es zu Rissen.
- Die Schichtdicke des Sanierputzes ist zu gering.
- Bei zweischichtigen Sanierputzsystemen wird die erste Putzlage nicht ausreichend aufgeraut (z. B. mit einem Putzkamm).
- Das Sanierputzsystem wird nicht nach Vorschrift angemischt (zu wenig Luftporen), möglichst nicht mit Mischmaschinen.
- Das Sanierputzsystem wird bei zu hoher oder zu niedriger Luftfeuchtigkeit verarbeitet (empfohlener Bereich: 40 bis 70 %).

3.6.2.1 Maßnahmen zur Entsalzung der Bauteile

Maßnahmen zur Entsalzung von mineralischen Bauteilen sind sehr komplex und erfordern hohe Fachkenntnis. Vor irgendwelchen Wundermitteln oder Maßnahmen nach dem Motto, das wird schon gut gehen, soll hier ausdrücklich gewarnt werden.

Im Rahmen von Maßnahmen zur Entsalzung sind grundsätzlich labortechnische Untersuchungen erforderlich. Es ist zwingend in Erfahrung zu bringen, um welche Art Salze es sich überhaupt handelt. Erst auf der Basis dieser Informationen kann ein Sanierungskonzept entwickelt werden.

Grundsätzlich richtig ist jedoch, den mit Salz belasteten Verputz zu entfernen. Mörtelfugen sollten, soweit dies die Standfestigkeit der Baukonstruktion erlaubt, ebenfalls ausgekratzt werden. Wesentlich ist also, in der Folge zu wissen, welche Art von Salzen und in welcher Menge das Mauerwerk beinhaltet. Bei vorliegenden Extrembelastungen im Mauerwerk wird meist nur ein kompletter Mauerwerksaustausch infrage kommen.

Eine Entsalzung der Baukonstruktion ist nicht möglich. Bei so genannten Entsalzungsmaßnahmen wird kein Salz aus dem Bauteil entfernt, sondern leicht wasserlösliche Salze werden in schwerer lösliche Salze umgewandelt. Entsprechende Maßnahmen sind hochkomplex und sprengen den Rahmen dieses Fachbuches. Hierfür bedarf es grundsätzlich der Hinzuziehung eines Bauchemikers.

3.7 Salze und Metalle

Das Bild zeigt ein salzbelastetes Kellermauerwerk und in der Mitte einen Lüftungskanal aus Zink. An der rechten Seite des Kanals ist Weißrost sowie Braunrost zu erkennen. Der schwarze Schutzanstrich ist wirkungslos, da das Zinkblech auf der Rückseite mit dem salzbelasteten Mauerwerk in Berührung kommt.



Zink, welches mit Luft in Berührung kommt, bildet eine

dichte und fest haftende dunkelgraue Schutzschicht. Metallwerkstoffe aus Eisen werden daher verzinkt, um Korrosionen zu vermeiden.

Kommen jedoch z. B. Chloride oder Sulfate mit dem Zink in Berührung, entstehen relativ lockere und voluminöse Oberflächen an der Zinkoberfläche, so genannter Weißrost. Dieser »Rost« hat keine definierte Zusammensetzung, sondern besteht aus verschiedensten Zusammensetzungen. In jedem Fall aber geht die Schutzwirkung für das Eisen oder Metall verloren, welches dann wieder rosten kann (»Braunrost«).

In Holzwerkstoffe wurden früher teilweise große Mengen an Holzschutz-Salzen eingetragen. Wurde oder wird ein Zinkdach ohne Trennlage auf solch imprägnierten Schalungen verlegt und kommt dann noch Feuchtigkeit dazu, so dass die Salze in Lösung gelangen, kann ebenfalls großflächig Weißrost entstehen.



Der Boden um eine einbetonierte Stahlstütze wird im Winter regelmäßig mit Streusalz von Schnee und Eis befreit – und so wird dann auch die Stütze aufgrund verstärkter Korrosion ihrer Tragfähigkeit beraubt.



Eisen in Betonbauwerken haben eine statische Funktion. Werden Betone durch ein hygroskopisch wirkendes Salz beaufschlagt, so kann sich auch in tieferen Schichten eine Metallkorrosion entwickeln, die erst einmal nicht sichtbar ist. Wie in 3.6 beschrieben, wirkt vor allem Chlorid stark hygroskopisch. In Tiefgaragen werden regelmäßig große Chloridmengen durch Streusalz eingetragen.



Fehlt eine Abdichtung der Tiefgarage oder ist sie kaputt, so können gravierende Schäden am Beton bis hin zu Problemen der Standsicherheit entstehen.

Bei dieser Tiefgarage muss nun ein Statiker die noch verbliebene Standsicherheit überprüfen.

Es fehlt eine Schutzschicht des Bodens und der aufgehenden Bauteile sowie eine regelmäßige Wartung bzw. Reinigung.



Um solche oft verdeckten oder unsichtbaren Schäden zu bestimmen, müssen Kernbohrungen durchgeführt werden. Diese werden zur genauen Analyse in einem Labor mittels Spektralanalyse auf Salzgehalt je kg Zement untersucht. Als Grenzwerte der Salzgehalte (Chloride) für Betone (wegen der Korrosion der Armierung im Beton) werden in verschiedenen Veröffentlichungen 0,2 bis 0,5 M.-% auf den Zementgehalt genannt. Die unterschiedlichen Angaben beruhen u. a. darauf, dass für kritische Chloridgehalte keine einheitlichen Definitionen zugrundeliegen.

Die Bandbreite der Grenzwerte bewerten darüber hinaus die möglichen Schäden als »korrosionsauslösend« und »schadensauslösend«. Auch diese Begriffe werden in der Fachliteratur unterschiedlich verwendet, da auch hier keine einheitlichen Definitionen vorhanden sind.

»Der kritische Chloridgehalt« kann auf zweierlei Weise definiert werden:

- Der kritische Chloridgehalt, bei dem die Bewehrung passiviert wird, unabhängig davon, ob diese Depassivierung zu sichtbarer Korrosion oder zu einem Schaden führt.
- Ein kritischer Chloridgehalt, der im Laufe der Zeit zu Korrosionserscheinungen führt, die als Schaden eingestuft werden.

Der kritische Chloridgehalt nach der zweiten Definition kann wesentlich höher sein als der nach der ersten, da ein Korrosionsschaden immer nur dann eintritt, wenn nach der Depassivierung Bedingungen gegeben sind, die eine ausreichend hohe Korrosionsrate an der Bewehrung erzeugen (Vorhandensein von Sauerstoff und Wasser). In der Literatur wird der »kritische Chloridgehalt« in der Regel nach der ersten Definition ermittelt, insbesondere wenn er aus Laborversuchen abgeleitet wird. Bei der Beurteilung der Dauerhaftigkeit und des Zustandes bestehender Bauwerke wird allerdings auch häufig die zweite Definition herangezogen. Diese Differenzierung muss berücksichtigt werden, um Fehlinterpretationen bei der Bewertung von Literaturangaben zu vermeiden.

»Nach anerkanntem Stand der Erkenntnisse ist der kritische Chloridgehalt kein Festwert, sondern hängt sowohl von der Qualität der Betondeckungsschicht (Art des Zements, Wasserzementwert, Nachbehandlung, Dicke) als auch von den Umgebungsbedingungen ab. Bei dem häufig zitierten (und auch kritisierten) Chloridgehaltsgrenzwert von 0,4 M.-% wird lediglich die Bindekapazität von Chlorid in Portlandzementen in Form von Friedel'schem Salz untersucht, nicht jedoch die ggf. damit zusammenhängende Korrosionsauswirkung für die Bewehrung.« (Prof. Dr. M. Raupach, RWTH Aachen).

Eine ggf. erforderliche (oder noch mögliche?) Sanierung sollte nach dem Merkblatt »Parkhäuser und Tiefgaragen« des dt. Beton- und Bautechnikvereins vom Sept. 2011 (in Verbindung mit der DIN 1045) oder den WTA-Instandhaltungsrichtlinien (ggf. veraltet) durchgeführt werden.

Sehr oft liegt die Ursache der Salzbelastung der Wände von Tiefgaragen oder ähnlichen Konstruktionen auch darin, dass keine Hohlkehle zwischen Boden und aufgehenden Bauteilen vorhanden ist, Wasser also durch diese Fugen eindringen kann. Dadurch kann das Salz in gelöster Form, eingetragen durch die PKW (Streusalz), in die Fuge zwischen Boden und Wand gelangen.

3.8 Salze und Holz

In der Abbildung ist Mazeration (Holz­korrosion) an einer Rundholzstütze dargestellt. Holz­korrosion ist, in Anlehnung an die allgemeine Begriffserklärung für Korrosion, die von der Oberfläche ausgehende Schädigung bzw. Zerstörung des Holzes infolge chemischer und/oder chemisch-physikalischer Reaktion bei Wechselwirkung mit seiner Umgebung. Dabei lösen sich die Zellulose des Holzes und die weichen Bestandteile zwischen den Jahresringen von selbst auf. Tragende Hölzer können so stark geschwächt werden, dass sie ihre Funktion verlieren.



Die Ursache der Mazeration ist das Zusammenwirken von Salzen, Feuchtigkeit, Temperatur, Luftverschmutzung und – im Dachbereich – hoher Holzschutzmittelbelastung.

Mazeration kann im Dachbereich entstehen, wenn zu viele salzhaltige Holzschutzmittel verwendet wurden und Feuchtigkeit dazu kommt, was bei Dachlatten beobachtet werden kann. Problematischer kann dies bei Holzbalken über Kellerbereichen sein, wenn aufsteigende Feuchte und Salze über einen längeren Zeitraum an die tragenden Holzkonstruktionen gelangen. Bei aufsteigender Feuchte können mit dem Wasser auch Salze in die oberen Bereiche der Gebäude transportiert werden. Dabei können bei Holzbalkendecken oder anderen Holzbauteilen oberflächennahe Schäden durch Mazeration entstehen. Diese Schäden bereiten weiteren Befall bis hin zu holzerstörenden Organismen vor.

3.9 Beton­schäden

3.9.1 Ursachen für Beton­schäden

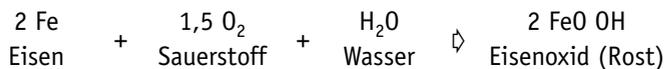
Beton ist ein seit Jahrtausenden bekannter Baustoff. Er besteht im Wesentlichen aus Zement und Wasser, die den so genannten Zementleim bilden, und Zuschlagstoffen, in der Regel handelt es sich dabei um Kies. Der Vorteil dieses Werkstoffes ist seine gute Verarbeitbarkeit und eine ausgesprochen hohe Druckfestigkeit, die je nach Zementanteil eingestellt werden kann. Dennoch wurde dieser Baustoff mit wenigen Ausnahmen (wie beispielsweise das nahezu 2000 Jahre alte Pantheon in Rom) früher nicht verarbeitet. Beton hat nämlich einen eklatanten Nachteil, er weist nur eine geringe Zugfestigkeit auf. Da aber in nahezu allen statisch beanspruchten Bauteilen Druck- und Zugkräfte auftreten, war Beton nur sehr eingeschränkt verbaubar.

Etwa Mitte des 19. Jahrhunderts erfand der französische Gartenbaumeister Joseph Monier mehr oder weniger zufällig den Stahlbeton. Er stellte fest, dass die Verbindung von Beton und Stahl eine neue Werkstoffkombination mit deutlich verbesserter Zugfestigkeit ergibt – der Stahlbeton war erfunden. Bis sich dieses Wissen auch nach Deutschland ausbreitete, dauerte es noch einige Jahrzehnte; das Internet stand noch nicht zur Verfügung. Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts begann der Siegeszug des Stahlbetons auch in Deutschland. Dabei handelte es sich zunächst noch um einen mit Schippe und Augenmaß zusammengesetzten Werkstoff, der heute in computergesteuerten Betonwerken mit einer Vielzahl an Zusatzstoffen zu einem High-Tech-Werkstoff ausgereift ist.

Der Weg dahin war jedoch beschwerlich und es bedurfte einer Vielzahl an Forschungen. Diese wurden meist dadurch initiiert, dass es zu beträchtlichen Schäden kam. Der die Eisenbewehrung überdeckende Beton platzte ab und die Eisenbewehrung begann zu rosten. Dies ist leider bei einer Vielzahl von heute noch existierenden Bauten aus Stahlbeton noch immer so. Warum?

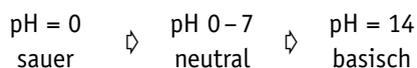
Eisen rostet bei Vorhandensein von Luft und Wasser. Diesen Vorgang nennt der Techniker Korrosion. Nach den Gesetzen des zweiten Hauptsatzes der Thermodynamik streben alle Stoffe nach einem niedrigeren Energiezustand. Das gilt auch für Eisen. Eisen kommt in der Natur als Eisenoxid vor. In den Eisenhütten wird diesem Erz unter Hinzufügung von Hitze (Energie) der Sauerstoff entzogen. Es entsteht so reines Eisen. Die natürlichen Einwirkungen der Umwelt durch Luft und Wasser führen dem reinen Eisen nun wieder den im Hochofen verlorenengegangenen Sauerstoff zu.

Chemisch stellt sich dieser Vorgang folgendermaßen dar:



Derartige Vorgänge gibt es auch bei anderen im Bauwesen verarbeiteten Metallen. Aus Aluminium entsteht durch den Einfluss von Luft und Wasser Aluminiumoxid (Korund) und aus Zink wird Zinkoxid (Weißrost).

Durch diese chemische Reaktion vergrößert sich bei Eisen das Volumen um bis zu 250%. Diese Erkenntnis lässt zunächst den Schluss zu, dass Stahlbeton als Werkstoff nicht funktionieren kann. Er funktioniert aber doch. Die Ursache dafür, dass Eisen im Beton normalerweise nicht rostet, obwohl Wasser und Sauerstoff immer vorhanden sind, liegt darin begründet, dass aufgrund der hohen Alkalität des Betons dieser Vorgang passiviert wird. Die Alkalität eines chemischen Stoffes wird durch den pH-Wert definiert.

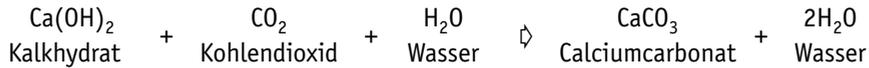


Der pH-Wert von Beton liegt bei 12,5, also im hoch alkalischen Bereich. Sinkt nun der pH-Wert des Betons, so wird die passivierende Wirkung reduziert oder ab einem pH-Wert von weniger als 9,5 gänzlich aufgehoben. Der Schutzmechanismus kollabiert und die oben beschriebene chemische Reaktion, die aus Eisen Eisenoxid werden lässt, setzt ein.

Wie kommt es dazu, dass der pH-Wert des Betons absinkt? Hierfür sind Umwelteinflüsse verantwortlich. Zu diesem Phänomen kommt es nur an den der Außenluft ausgesetzten Stahlbetonbauteilen, niemals an Innenbauteilen.

Durch die Außenluft gelangt Kohlendioxid CO_2 , das durch Verbrennung von Kohle, Holz, Erdöl oder Gas entsteht, an den Beton. Dies führt auf der Betonoberfläche zu einer chemischen Reaktion, die als Carbonatisierung bezeichnet wird.

Chemisch stellt sich dieser Vorgang folgendermaßen dar:



Dieser chemische Prozess wird durch den Eintrag von Chloriden, Salzen, die meist durch Streusalze auf den Beton gelangen, erheblich verstärkt. Weiter sind mechanische Schädigungen, wie Abplatzungen und Risse von entsprechendem Nachteil, da hierdurch Wasser, Kohlendioxid und Salze verstärkt in die Tiefe des Betons eindringen können.

Und so sieht das Schadensbild dann aus. Der Beton ist im Bereich der Eisenbewehrung abgeplatzt. Ein Teil des Eisens liegt frei und der Korrosionsvorgang kann nun völlig ungehindert voranschreiten.



Derartige Schäden betreffen insbesondere Balkone, da diese Bauteile meist nur sehr dünn sind und eine entsprechend geringe Betonüberdeckung aufweisen. Darüber hinaus erfolgt eine Belastung von mehreren Seiten gleichzeitig.





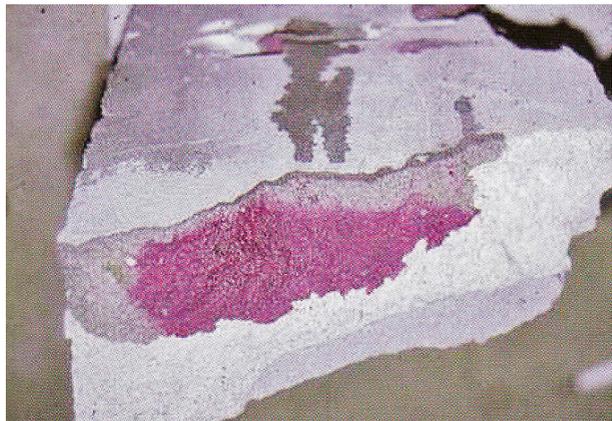
Es sind nun zwingend Maßnahmen erforderlich, um diesen schädlichen Prozess, der bis zum Einsturz des Gebäudes führen kann, aufzuhalten oder besser völlig zu beenden.

3.9.2 Untersuchung der Schadensursachen von Betonschäden

Vor Durchführung von Sanierungsmaßnahmen muss geklärt werden, wie stark die Carbonatisierung im Beton vorangeschritten ist. Dazu sind folgende Methoden geeignet:

Bauzustandsanalyse I

Mittels einer Phenolphthalein-Lösung kann der pH-Wert bestimmt werden. Dazu ist ein Teil der Betonüberdeckung zu entnehmen und mit dieser Chemikalie zu tränken. Ab einem pH-Wert von 9,5 färbt sich der carbonatisierte Bereich des Betons rotviolett.



Bauzustandsanalyse II

Es sind Messungen hinsichtlich der Betonüberdeckung mithilfe eines magnetisch induktiven Messgeräts vorzunehmen:

Sind noch keine Schäden vorhanden, dann lässt sich über die Carbonatisierungstiefe und das Alter des Bauwerkes durch einen Fachingenieur berechnen, wann die oberste Bewehrungslage korrodieren wird. Diese Information dient sodann als Grundlage hinsichtlich eventuell erforderlicher vorbeugender Schutzmaßnahmen.

Sind bereits Korrosionsschäden eingetreten, so gibt das Ergebnis dieser Untersuchung einen Hinweis auf die Schadensursache.

Bauzustandsanalyse III

Es ist der Chloridgehalt des Betons zu bestimmen:

- Bei einem Chloridgehalt von $>0,4\%$ auf dem nicht carbonatisierten Zementstein besteht akute Korrosionsgefahr.
- Bei einem Chloridgehalt von $>0,2\%$ auf dem carbonatisierten Zementstein besteht akute Korrosionsgefahr.

Diese Informationen sind für die Erstellung eines Tiefenprofils der Chloride wichtig, da entsprechend belasteter Beton entfernt werden muss.

Bauzustandsanalyse IV

Untersuchung hinsichtlich vorhandener Risse in der Betonoberfläche. Mikrorisse $< 0,2$ mm, zumal wenn sie stark verästelt sind, sind meist während der Aushärtung des Betons entstanden. Makrorisse $>0,2$ mm verlaufen meist geradlinig und sind beim Aushärten des Betons aufgrund von Festigkeitsüberschreitungen entstanden.

Bauzustandsanalyse V

- Beurteilung des Korrosionszustandes der Bewehrung, eventuell durch partielle Freilegung des Eisens.
- Überprüfen, ob der Beton Hohlstellen aufweist.
- Messung der Oberflächen-Druckfestigkeit und der Haftzugsfestigkeit.

3.9.3 Sanierung von Betonschäden

Hinsichtlich der auf den Ergebnissen vorstehender Untersuchungen basierenden Sanierungsverfahren haben sich folgende Methoden etabliert und sind heute als Allgemein anerkannte Regeln der Bautechnik zu bezeichnen:

- Reinigung des Betons durch Dampfstrahlen, Wasserstrahlen, Sandstrahlen oder Flammstrahlen. Entfernen von Farbanstrichen durch chemische Abbeizmittel.
- Freilegen der korrodierten bzw. von der Korrosion bedrohten Bewehrung.
- Entrosten der Bewehrung durch Strahlen bis zu einem Reinigungsgrad von SA 21/2 nach der DIN 55928 Teil 4.
- Auftragen einer Korrosionsschutzbeschichtung auf die Bewehrung in mindestens zwei Arbeitsgängen mit aktiv wirkenden Korrosionsschutzpigmenten; mineralisch oder epoxidharzgebunden.
- Aufbringen einer zementgebundenen, kunststoffvergüteten Haftschlämme bzw. eines Haftgrundes, in der Regel auf der Basis von Kunstharzdispersionen bzw. wasserlöslichen Epoxidharzverbindungen.
- Auffütterung der Fehlstellen mit den zementgebundenen, kunststoffvergüteten, elastisch eingestellten Reparaturmörteln bzw. epoxidharzgebundenen Systemen.
- Aufbringen eines Dünnputzes, auch als Feinspachtel bezeichnet, zur Egalisierung der Betonoberfläche bzw. zum Verschluss vorhandener Fehl- und Lunkerstellen.

- Grundieren der Betonoberfläche mit einer wasserabweisenden, alkalibeständigen Grundierung auf der Basis siliciumorganischer Verbindungen.
- Aufbringen einer carbonatisierungsbremsenden Beschichtung in Form eines zwei- bis dreimaligen Anstrichs mit einer Mindestschichtdicke von 100 µm und einem Mindestkohlendioxidwiderstand von $\mu = 10^6$.
- Bei flächigen Reparaturen wird häufig auch zur Reparatur der geschädigten Stahlbetonoberfläche nach Durchführung der vorbereitenden Arbeiten des Abspitzens und Entrostens ein Spritzbetonauftrag nach DIN 18551 vorgenommen.

Der Deutsche Ausschuss für Stahlbeton DAfStb hat eine Richtlinie erstellt, die bezüglich der Verfahrensweisen zur Sanierung von Carbonatisierungs- bzw. Korrosionsschäden detaillierte Aussagen macht. Dabei werden folgende Prinzipien zum Wiederherstellen des Korrosionsschutzes unterschieden:

- Repassivierung der Bewehrung bzw. durch dauerhafte Realkalisierung (bzw. Wiederherstellung der Basizität) des Betons in der Umgebung der Bewehrung.
- Absenken des Wassergehaltes im Beton auf Werte, die sicherstellen, dass der elektrolytische Teilprozess soweit unterbunden wird, dass die weitere Korrosionsgeschwindigkeit vernachlässigbar wird.
- Beschichtung der Stahloberflächen, um sowohl den anodischen als auch den kathodischen Teilprozess im Bereich der instandgesetzten Stahloberflächen zu unterbinden.

Kathodischer Korrosionsschutz, in der Regel Inertanoden und Fremdstrombeaufschlagung, um die Bewehrung in einen geschlossenen Regelkreis zu zwingen und ausschließlich kathodisch zu wirken.

Die Verhinderung des Sauerstoffzutrittes ist kein Korrosionsschutzprinzip, da baupraktisch nicht herstellbar.

Sollten vorhergehend erläuterte Sanierungsmaßnahmen technisch oder wirtschaftlich nicht mehr durchführbar sein, so verbleibt nur noch der Abriss der geschädigten Bausubstanz.

4 Schadensfälle und ihre Bedeutung

4.1 Setzungsschäden, Risse

4.1.1 Grundsätzliches zu Rissen

Ein Gebäude ohne Risse gibt es nicht. Man muss nur mehr oder weniger intensiv nach ihnen suchen. Risse entstehen entweder nur im Verputz (Oberfläche) oder durchtrennen das Bauteil in seiner gesamten Dicke. Ein Riss stellt nur dann einen Mangel dar, wenn dadurch die Gebrauchsfähigkeit oder -tauglichkeit beeinträchtigt wird. Natürlich spielen auch optische Aspekte eine Rolle.

Des Weiteren ist wichtig zu wissen, dass Risse immer nur aufgrund einer Krafteinwirkung auf das betreffende Bauteil entstehen. Diese Kräfte üben zunächst auf das Bauteil eine Spannung aus. Übersteigen die Spannungskräfte die Eigenfestigkeit des Baustoffs bzw. des Bauteils, so reißt das Bauteil und die Spannung löst sich in der Entspannung auf. Letztlich führt dieser Vorgang dazu, dass die Baukonstruktion statisch zur Ruhe kommt. Aus diesem Grunde stellen Risse meist keine Gefahr für die Tragfähigkeit bzw. Standfestigkeit der Baukonstruktion dar. Wobei aber auch hier Ausnahmen die Regel bestätigen. Letztlich wird diese Frage nur durch einen erfahrenen Tragwerksplaner zu klären sein. Nachstehend sollen hinsichtlich der Bedeutung von Rissen einige grundlegende Hinweise gegeben werden.

Bei der Beurteilung von Risschäden sind grundsätzlich folgende prinzipielle Fragen zu stellen:

- Zeigt der Riss schädigende Vorgänge an?
- Ist eine Verbreiterung des Risses zu erwarten?

Es ist also immer zu klären, was die Ursache des Risses ist und was weiter passieren wird.

Mögliche Ursachen der Rissbildung:

- Einmalige Ursache
 - Setzungen (Baugrundverformung)
 - Bauteilverformungen
 - Schwindvorgänge
 - Kriechvorgänge
- Ständig wiederkehrende Ursache
 - Klimatische Vorgänge (Temperaturschwankungen)
 - Erschütterungen

4.1.1.1 Zulässige Rissbreiten im Beton gemäß DIN 1045

Innenräume	0,40 mm
Außenbereiche	0,25 mm
WU-Beton	0,15 mm

Dabei dürfen einzelne Risse bis zu 0,05 – 0,10 mm breiter sein. Diese Angaben beziehen sich auf rein technische Anforderungen. Aus optischen Erwägungen heraus kann bei Neubauvorhaben die zulässige Rissbreite vertraglich herabgesetzt werden.

Unter einem Haarriss versteht man Risse bis 0,2 mm Breite. Das gilt für Risse in Beton und für Risse in Putzflächen gleichermaßen.

4.1.2 Setzrisse

Vielfach wird bei der Beurteilung von Rissen immer von Setzriszen gesprochen. Meist handelt es sich dabei aber gar nicht um Setzrisse.

Die Ursache für das Entstehen von Setzriszen sind immer Verformungen im Baugrund. Erfolgt die Verformung ungleichmäßig, so kommt es zu Setzungen, die stets schräg verlaufende Risse, wie auf dem Bild erkennbar, verursachen.



Gleichmäßige Setzungen stellen keinen Mangel dar und werden in der Regel auch nicht wahrgenommen, da sie keine Risse verursachen.

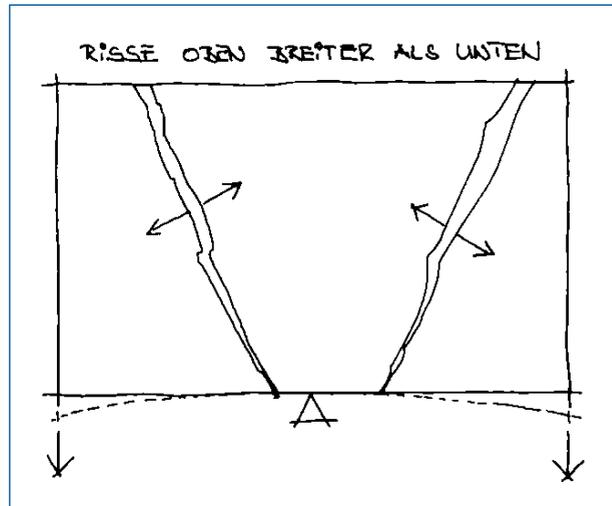
Setzrisse durchtrennen das Bauteil immer in seiner gesamten Dicke.

4.1.2.1 Typische Ursachen für Setzrisse

Ungleichmäßiger Baugrund in Sattellage

Die Tragkonstruktion des Bauwerks liegt im mittleren Bereich auf dem Baugrund auf. An den Randbereichen (an einer oder beiden Seiten) gibt der Baugrund nach. In der Folge kippen die äußeren Wandbereiche seitlich weg. Die dabei entstehenden Risse laufen unten auf null aus und werden nach oben etwas breiter.

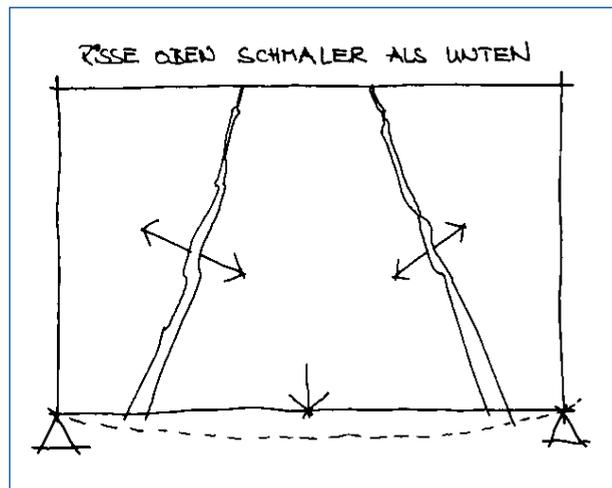
Der abgesenkte Wandbereich liegt dabei unterhalb der Projektion des Risses.



Ungleichmäßiger Baugrund in Muldenlage

Die Tragkonstruktion des Bauwerks liegt an den Rändern auf und im mittleren Bereich hat der Baugrund nachgegeben. In der Folge senkt sich der mittlere Wandbereich nach unten. Die dabei entstehenden Risse laufen oben auf null aus und werden nach unten etwas breiter.

Der abgesenkte Wandbereich liegt dabei wiederum unterhalb der Projektion des Risses.



*Verschiedene
Belastungszeitpunkte
(Neubau neben Altbau)*

Derartige Risschäden sind relativ selten. Sie treten aber manchmal bei unsachgemäßer Ausführung von Unterfangungen auf, wie auf nebenstehenden Fotos zu erkennen ist.



Innere Holzverkleidung der Wände sowie Einrichtung des Wohnzimmers inkl. TV sind freisichtbar.



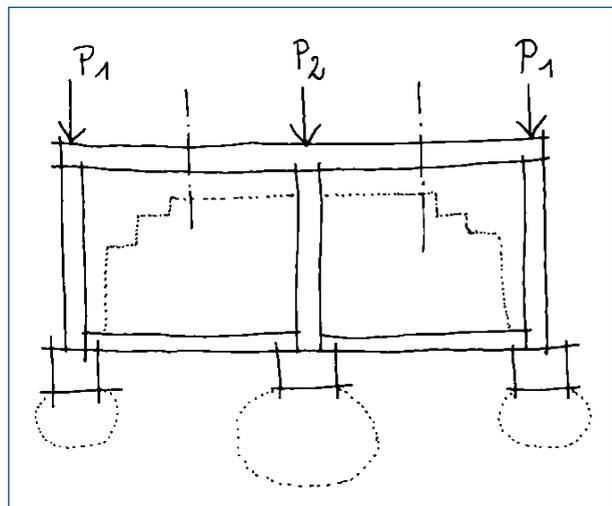
Blick auf die bereits errichtete Unterfangung



Bauschutt in der Baugrube

*Ungleichmäßige Belastung des Baugrunds*

Gemäß nebenstehender Skizze wurde das Mittelfundament nicht ausreichend dimensioniert. Es nimmt deutlich mehr Last auf als die seitlichen Fundamente. Die Bodenpressung ist am Mittelfundament somit höher und es kommt hier zu einer stärkeren Setzung.

*Bäume*

Wurzeln können gegen das Gebäude drücken und Risse hervorrufen. Dies kommt aber selten vor. Die eigentliche Ursache bei der Rissbildung durch Bäume ist meist der Wasserentzug des Bodens durch die Wurzeln. Das Problem tritt oft bei älteren Gebäuden auf, die bisher noch keine Risse aufwiesen. Kommt es jetzt zu einer Versiegelung des Erdreichs, wird dem Baum Wasser entzogen, das er nun aus größerer Entfernung »heransaugen« muss. Dabei entzieht er dem Boden Wasser und der Baugrund verliert Volumen, es kommt zu Setzungen. In solchen Fällen ist für ausreichende Bewässerung des Baumes Sorge zu tragen.

Hinweis: Der Wurzeldurchmesser ist ca. doppelt so groß wie die Baumkrone.

4.1.3 Sonstige Rissursachen

4.1.3.1 Vertikale Verformung von tragenden Bauteilen

Unterschiedliches Kriechverhalten der Baumaterialien führt oft dazu, dass in den oberen Geschossen im Anschlussbereich von Decken und Wänden Risse entstehen, da sich die darunter liegenden Wände unter der Last unterschiedlich verformen. Unter Kriechen versteht man Formveränderungen von Baustoffen durch Lasteinwirkung. Die Formveränderungen erfolgen bei den verschiedenen Baustoffen unterschiedlich. Aber auch bei gleichen Baustoffen kann das Kriechverhalten variieren.

4.1.3.2 Horizontale Verformungen

Dieses Problem tritt vor allem bei nicht unterkellerten Gebäuden auf, insbesondere wenn die Bodenplatte feucht bleibt, die Erdgeschossdecke aber schwindet. Ebenso kann bei einem schlecht wärmedämmten Flachdach die oberste Decke stärker schwinden als die sonstigen Decken, was wiederum zu horizontalen Kräfteinwirkungen und zur Rissbildung führt.

4.1.3.3 Durchbiegung der Decken bei nichttragenden Wänden

Dies ist eine der häufigsten Ursachen für Rissbildungen überhaupt. Hier empfiehlt es sich, die nichttragenden Wände so spät wie möglich zu verputzen, also wenn die wesentliche Rissbildung bereits abgeschlossen ist. Natürlich wäre es auch möglich, die tragende Decke entsprechend stärker herzustellen, was aber zu höheren Baukosten führen würde.

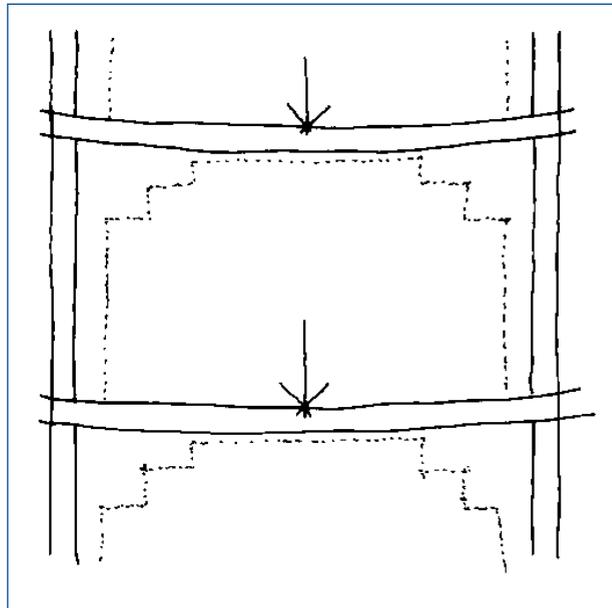
Vereinfacht gilt: das Verhältnis von Deckenbreite zur Stärke der tragenden Decke (ohne Anteil Estrich) sollte 35 nicht übersteigen, was jedoch zu unwirtschaftlichen Deckenstärken führt:

$$\frac{l_i}{h} < 35$$

Präziser ist die Forderung:

$$h_{eff} = \frac{l_i^2}{150}$$

Diese Art Risse entstehen in den ersten 2 bis 5 Jahren, danach passiert nichts mehr. Die Risse können dauerhaft saniert werden.



Um die Ausübung von Druckkräften der sich durchbiegenden Decke auf die nicht tragenden Innenwände zu verhindern, wurden hier die Wände nur bis ca. 15 mm unter die Decke errichtet. Der verbleibende Spalt wurde mit Montageschaum verschlossen. Des Weiteren ist es ratsam, den Verputz erst möglichst spät aufzubringen.



4.1.3.4 Schwindrisse

Bei der Herstellung mineralischer Baustoffe bzw. der Bauteilerrichtung aus mineralischen Baustoffen wird stets Wasser in erheblichem Umfang verarbeitet. Ein Teil dieses Wassers wird zur chemischen Reaktion mit den Bindemitteln (Zement, Gips etc.) benötigt und wird bei dem Reaktionsprozess chemisch gebunden. Ein Großteil des Anmachwassers verbleibt aber in dem Baustoff und nimmt dort ein Volumen ein. Mit der Zeit trocknet dieses Wasser aus dem Baustoff heraus. Dabei tritt ein Volumensverlust ein. Da dieser Prozess in der Tiefe des Baustoffs langsamer vonstattengeht als auf der Bauteiloberfläche, kommt es zu Spannungen innerhalb des Baustoffs. Diese Spannungen stellen Kräfte (pro Fläche) dar. Übersteigen diese Kräfte die Eigenfestigkeit des jeweiligen Baustoffes, kommt es zu Rissen. Durch den Riss werden die Spannungen abgebaut, der Baustoff kommt zur Entspannung. Dieser Vorgang ist für gut 90 % aller in Bauwerken vorzufindenden Risse schadensursächlich.

4.1.3.5 Risse im Holz

Es gelten die Regelungen der DIN 18334 Zimmer- und Holzarbeiten. Danach sind Schwindrisse in Bauhölzern und Brettschichthölzern zulässig, soweit dadurch die Standsicherheit nicht beeinträchtigt wird. Risse bis 1 mm Breite gelten im Holzbau überhaupt nicht als Risse. Risse entstehen im Holz aufgrund wechselnder Feuchtegrade (Sorptions). Die DIN 66365 Bauholz gibt die erforderlichen Holzfeuchtegehalte für Bauholz wie folgt an:

- Bauholz, trocken max. 20 %
- Bauholz, halbtrocken max. 30 %
- Bauholz, halbtrocken $\varnothing \geq 200\text{cm}^2$ max. 35 %
- Holz im Freien gelagert erreicht Feuchte von min. 14 – 20 %
- in Innenräumen bei 20 °C / 65 % rel. Luftfeuchte ca. 12 %
- in zentralbeheizten Räumen ca. 6 – 8 %

Für Fenster bestimmt die DIN 68360, dass Risse nicht länger als 50 mm sein dürfen und weder durchgehen noch schräg zur Faser verlaufen dürfen.

4.1.3.6 Kriechvorgänge

Unter Kriechen versteht man die Formveränderung von Baustoffen unter Lasteinwirkung. Der Baustoff wird also gestaucht und zusammengepresst. Dieser Vorgang ist abhängig von der Auflast und der Festigkeit des Baustoffes. Problematisch ist dies insbesondere dann, wenn unterschiedliche Baustoffe verbaut werden. So sind beispielsweise Porenbetonsteine weniger druckfest als Ziegelsteine. Wird die tragende Außenwand aus Porenbetonsteinen hergestellt und mit einer Vorsatzschale aus Ziegeln versehen, so wirken unterschiedliche Lasten (pro Fläche) auf unterschiedlich druckfeste Baustoffe. Bei dieser so genannten Radieschenbauweise hat man aus Gründen des Wärmeschutzes die Außenwände eines Gebäudes aus Porenbeton (rote Steine) und aus Gründen des Schallschutzes die Innenwände aus Kalksandstein (weiße Steine) errichtet. Wie bei einem Radieschen ist dann die Außenhaut rot und das Innere weiß. Diese Bauweise ist aber anfällig gegen Risse, da die Aufnahmefähigkeit von Lasten und die daraus resultierende Formveränderung (Kriechen) sehr unterschiedlich sind.

Werden diese Bauteile durch Mauerwerksanker starr miteinander verbunden, entstehen Spannungen, die zu Rissen führen können. Diese Konstruktionen bedürfen daher geplanter (elastischer) Dehnfugen.

Dieses Phänomen betrifft aber nicht nur unterschiedliche Baustoffe. Auch gleiche Baustoffe können (je nach Charge) unterschiedliche Druckfestigkeiten aufweisen, was zur Rissbildung führen kann.

4.1.3.7 Thermische Rissursachen

Feste Baustoffe, Flüssigkeiten und Gase dehnen sich bei Erwärmung aus (aufgrund der sich erhöhenden Bewegungsenergie der Moleküle), umgekehrt ziehen sie sich bei Abkühlung zusammen. Jeder Stoff verfügt über eine spezifische Ausdehnungskonstante, den Wärmeausdehnungskoeffizienten.

Material	Wärmeausdehnungskoeffizient α_t 10^{-5} 1 / K
Stahl	1,2
Beton	1,0
Kalksandstein	0,78
Porenbeton	0,6 – 0,8
Holz parallel zur Faser	0,3 – 1,0
Glas	0,8 – 0,9

Diese Werte bedeuten, dass sich ein Stoff je Grad Temperaturerhöhung um das Maß α_t ausdehnt. Der Wert ist dimensionslos, es handelt sich also um eine prozentuale Angabe. Die absolute Längenänderung lässt sich nur mit Wissen der tatsächlichen Länge ermitteln.

Beispiel: Ein Stahlstab der Länge 2,75 m wird um 75 °K erwärmt (die Anfangstemperatur ist dabei ohne Belang).

Der Stab dehnt sich aus um das Maß:

$$\varepsilon = \alpha_t \cdot T = 1,2 \cdot 10^{-5} \cdot 75 = 0,09\%$$

Die absolute Längenänderung berechnet sich aus der Beziehung:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L}$$

demnach ist $\Delta L = \varepsilon \cdot L = 2\,750\text{ mm} \cdot 0,0009 = 2,48\text{ mm}$

Der Stab verlängert sich also bei einer Temperaturerhöhung von 75 °K um rund 2,5 mm.

Thermische Dehnungen spielen insbesondere bei ungedämmten Flachdächern, wie sie z. B. bei Garagen vorkommen, eine Rolle. Dabei kommt es im Anschluss der Decke auf den Wänden zu einem Abriss, da sich die Decke stärker ausdehnt als die Wände. Diese Risse können nicht dauerhaft saniert werden, weil es sich um einen immer wiederkehrenden Vorgang handelt. Aus diesem Grunde werden bei derartigen Bauwerken die Dachränder mit einer Attika versehen, die den Riss überdeckt.

4.1.3.8 Erschütterungen

Erschütterungen entstehen meist durch Straßenverkehr, Industrieanlagen oder Bauarbeiten (insbesondere bei Abbrucharbeiten angrenzender Gebäude, Unterfangungen, Kanal- und Tunnelbau).

4.1.4 Beispiele gravierender Risschäden

4.1.4.1 Setzungsschaden

Bei dem nebenstehend abgebildeten Objekt handelt es sich um ein Fachwerkanwesen, das als Gaststätte mit entsprechenden Räumlichkeiten genutzt wird. Links daneben befindet sich ein Einfamilienwohnhaus. Der Abstand zwischen beiden Gebäuden beträgt ca. 30 cm.



Aufgrund einer unsachgemäßen Ableitung der Dachentwässerung ist es zu einer Aufweichung des Baugrundes unter der Fundamentierung und zur Setzung der grenzständigen Außenwand des Wohnhauses gekommen. Durch die Setzungen ist diese Außenwand in Richtung des Fachwerkhäuses gekippt und übt Druck auf das Fachwerkhaus aus, was wiederum zu Schäden an diesem geführt hat.



Das Wohnhaus weist auf der Rückseite erhebliche Risse auf, die durch das Absenken der Gebäudeaußenseite verursacht wurden.



Die Risse sind bis zu 30 mm breit und weisen einen Versatz auf, was immer ein Indiz für Verdrehungen der Baukonstruktion ist.



Der grenzständige Dremmel des Gebäudes ist etwa in der Mitte durchgerissen.



Durch das Abkippen des Wohnhauses wurde erheblicher Druck auf das Nachbargebäude (Fachwerkhaus) ausgeübt. Das hat insbesondere zu den quer dazu stehenden Wänden erhebliche Risse verursacht.



Die Wand weist hier einen schräg verlaufenden Riss mit einer Breite von bis zu 15 mm auf.



In einem Kellerraum zeigt eine Mauervorlage im oberen Bereich einen schräg verlaufenden Riss, der sich nach oben auf über 2 cm verbreitert und einen Versatz aufweist.



Die Decke dieses Kellerraums besteht aus Stahlbeton; sie weist einen quer verlaufenden Riss auf. Die Rissbreite beträgt bis zu 3 mm. Derartige Risse in Deckenkonstruktionen beeinträchtigen die Standsicherheit des Gebäudes in ganz erheblichem Ausmaß.



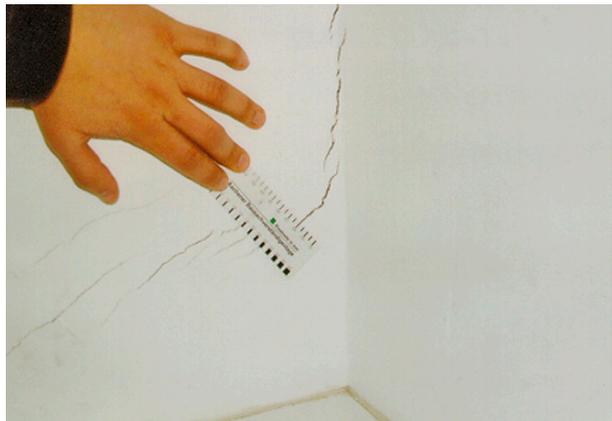
Fazit: Die Schadensanierung des Wohnhauses war nicht möglich. Es musste abgerissen werden. Die Sanierung des Fachwerkhouses war auch nur möglich, indem der besonders geschädigte rückwärtige Anbau teilweise abgerissen wurde.

4.1.4.2 Deckendurchbiegung

Hier handelt es sich um ein Wohn-/Betriebsgebäude (Dentalbetrieb). Gemäß Terminplan wurde das Bauvorhaben in knapp 6 Monaten erstellt. Das Gebäude besteht aus einem aus dem Erdreich herausragenden Kellergeschoss in Stahlbetonbauweise. Das Erd- und das Obergeschoss bestehen aus einer Skelettkonstruktion mit Filigrandecken sowie Stützen und Unterzügen aus Stahlbeton. Die Außenwände von Erd- und Obergeschossen bestehen aus Mauerwerk mit außenseitiger Wärmedämmung und Metallverkleidung, innenseitig sind die Wände verputzt. Die Innenwände sind teils aus verputztem Mauerwerk und teils aus Leichtbauwänden.



Nach Bezug des Gebäudes kam es in den Außenwänden zu erheblichen Risschäden; die Rissbreite wurde hier mit ca. 0,8 mm gemessen.



In den Außenwänden aus Bimssteinen, die keine tragende Funktion aufwiesen, ist es zu schräg verlaufenden Rissen mit Versatz gekommen, d. h. der obere Rissflankenbereich steht gegenüber dem unteren (hier ca. 0,5 mm) vor. Die Wand hat sich aus dem Lot nach außen geneigt.



Durch das Abkippen der Außenwände sind die Verankerungen der Fenster in den Fensterlaibungen aus dem Mauerwerk und Verputz herausgebrochen.



Von der Ausbruchstelle in der Fensterlaibung erstreckt sich ein Riss in die Außenwand.



Die Risse in den Außenwänden steigen von unten links nach oben rechts stufenförmig an. Eckbereiche sind vielfach ausgebrochen.



Unteransicht der Wohnzimmerdecke im OG, der Riss geht in Sternform durch die Filigrandecke hindurch. Ebenso sind Stoßbereiche der Filigrandecken vielfach gerissen und trotz Verspachtelung deutlich sichtbar.



Derartige Rissverläufe in Decken sind immer problematisch und bedürfen einer genauen Untersuchung durch einen Tragwerksplaner.

Es stellt sich nunmehr die Frage nach den Rissursachen. In diesem Zusammenhang ist eine Betrachtung der Planung und des Bauablaufs von Bedeutung. Das Foto zeigt die Situation in der Bauphase.



Das Außenmauerwerk der Längsseiten wurde aus Bimssteinen ($d = 17,5 \text{ cm}$) hergestellt.

Weiter ist erkennbar, dass die Decken über KG und EG in dieser Bauphase noch unterstützt werden. Ebenso wurden die nicht tragenden Außenwände in einem Zug mit der Betonkonstruktion errichtet.

Hinsichtlich des Bauablaufs ist festzustellen, dass die Betonkonstruktion und die nichttragenden Wände in einem Zug errichtet wurden. Die Kragbereiche der Kellerdecke wurden noch mit einer Rähmkonstruktion unterstützt nachdem die Außenwände errichtet waren. Dadurch wurde einer Verformung der Kragbereiche erst einmal entgegengewirkt. Die natürliche Verformung konnte somit erst nach dem Entfernen der Unterstützungen beginnen. Grundsätzlich ist es so, dass nicht tragendes Mauerwerk erst so spät wie möglich eingebaut werden soll, um der Betonkonstruktion im Vorfeld möglichst viel der Verformungen zu ermöglichen.

Eine endgültige Rissanierung war hier noch nicht möglich. Die Risse wurden zunächst saniert, wohl wissend, dass die Risse zumindest teilweise erneut auftreten würden. Erst ca. 3 bis 4 Jahre später konnte dann eine endgültige Rissanierung vorgenommen werden.

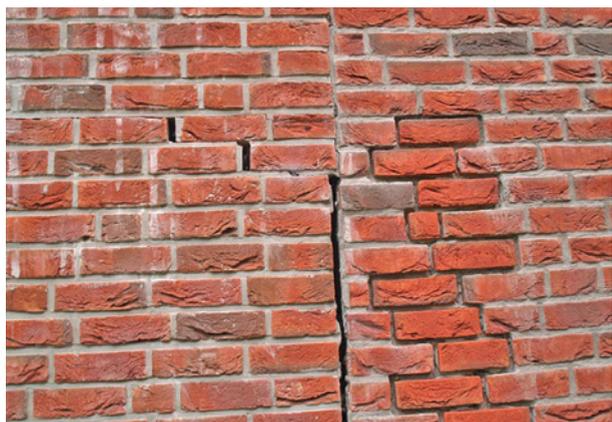
4.1.4.3 Baugrundunterspülung

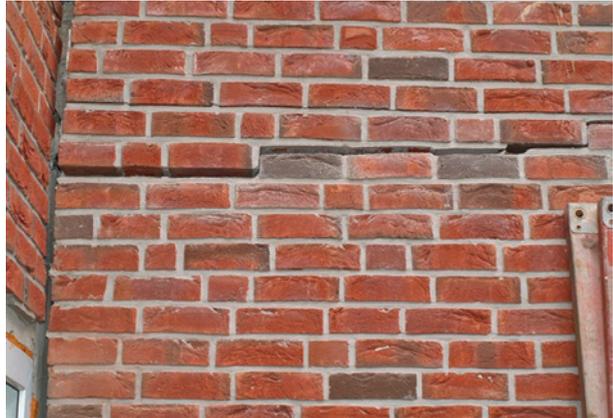
Nebensteheres Wohnhaus wurde in erheblichem Ausmaß von Grundwasser unterspült, was aus unerklärlichen Gründen nur dieses Haus in der Neubausiedlung betraf. Die Unterspülung führte zu erheblichen Setzungen der tragenden Außenwände des Hauses. Die nicht tragenden Innenwände haben keine Setzung erfahren und zeitweise das gesamte Gebäude »getragen«. Es bestand



zeitweise Einsturzgefahr; das Gebäude musste geräumt werden. Nachdem der Keller durch Stützkonstruktionen gesichert war, wurde der Kellerboden bereichsweise geöffnet, die Fundamente mit einer Betonsuspension unterbaut und so die Tragfunktion wiederhergestellt.

Risse im Verblendmauerwerk der Fassade





Starke Rissbildung mit weitgehend horizontalem Verlauf unterhalb der Kellerdecke mit Breiten von bis zu 15 mm



Riss in Raumecke und unterhalb der Kellerdecke



Treppenförmiger Riss im Mauerwerk einer unverputzten Kellerwand



Starker Setzriss in der Mörtelfuge mit Putzabplatzung



Die Rissbreite zwischen der Horizontalabdichtung und der ersten Steinlage beträgt hier gut 20 mm.



Bevor erste Schritte zur Sanierung vorgenommen werden konnten, musste das Kellergeschoss mit Stützen versehen und gegen akute Einsturzgefahr gesichert werden.



Danach wurde der Estrich bis auf den Rohboden entfernt. Dabei wurde festgestellt, dass sich der Rohboden entlang der tragenden Kelleraußenwände drastisch abgesenkt hatte und die Bodenplatte aufgerissen war.



Zur Sanierung wurden Kernbohrungen in die Bodenplatte eingelassen. Über die Kernbohrungen wurde Beton unter die Bodenplatte gepresst und so der Untergrund gefestigt und die Tragfähigkeit wiederhergestellt.





Danach war es möglich, die eigentliche Sanierung der Risse mit Quellmörtel vorzunehmen.



Jetzt musste das Gebäude von außen freigelegt werden. Die Hausanschlüsse wurden gesichert und neu abgedichtet.



Die seitlich angebaute Garage wurde abgerissen und die Risse von außen ebenfalls verschlossen.



Rissanierung oberhalb der ersten Steinreihe. Hier lag die mittlere Rissbreite bei 20 mm.



Die Kelleraußenwände wurden mit einer neuen Abdichtung versehen.



Abschließend wurde die Garage neu errichtet und die Außenanlagen wiederhergestellt.



4.1.4.4 Bewegungen in der Baukonstruktion

Der Dachstuhl eines Einfamilienhauses war nicht ordnungsgemäß ausgesteift. Durch Windlast kam es zu Verschiebungen des Dachstuhls und als deren Folge zu Rissen in den Innenwänden des Dachgeschosses, Einsturzgefahr bestand nicht. Nachdem der Dachstuhl entsprechend verstärkt wurde, konnten die Risse dauerhaft saniert werden.



4.2 Schadensbereich Keller

4.2.1 Aufsteigende Feuchtigkeit

Aus alten Kellern ohne äußere Abdichtung und/oder ohne Horizontalsperre kann Feuchte über Kapillarität nach oben steigen.

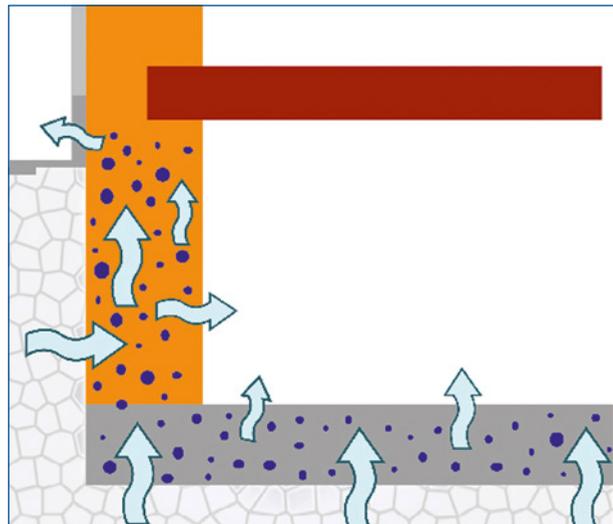
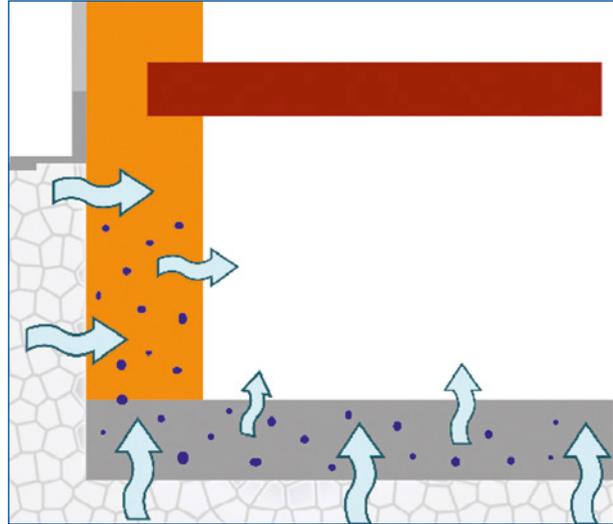
Anfänglich wird der Keller feucht, d.h. die Feuchtigkeit gelangt durch die Wand und den Boden in den Kellerraum und feuchtet dort die Luft auf.

Die Kellerluftfeuchtigkeit steigt auf 70 bis 80%. Mehr geht i.d.R. nicht, da der Kellerboden noch kälter ist und dort dann Luftfeuchte kondensieren würde. [Grafiken: Hans Schärff]

Wenn die Kellerluft etwa 70 bis 80% relative Feuchte erreicht hat und keine Feuchtigkeit aus der Wand mehr aufnehmen kann, wird ggf. die Feuchte in der Kellerwand bis über die Erdgleiche aufsteigen.

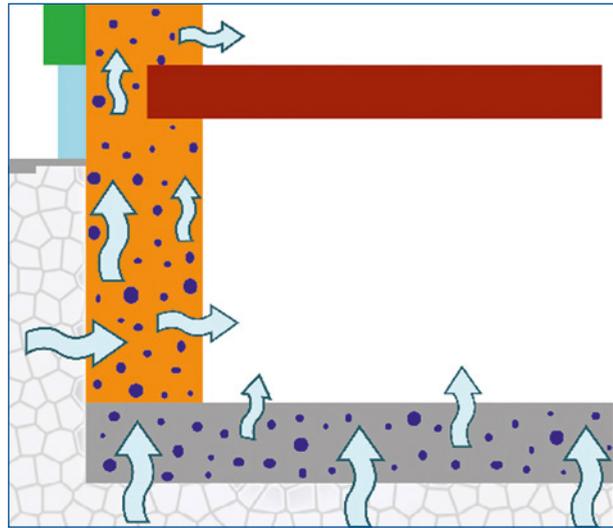
Hierbei spielt die Kapillarität des Kellermauerwerks eine entscheidende Rolle. Ist keine oder nur eine geringe Kapillarwirkung, wie z.B. in Beton oder in manchen Bruchsteinen vorhanden, wird nur wenig Wasser aufsteigen. Vollziegelmauerwerk weist dagegen eine deutlich stärkere Kapillarität auf. Bei diesem Mauerwerk wird das Wasser dann in der Wand aufsteigen und im Bereich des Sockelputzes verdunsten.

Im Bereich des Kellersockels kann die Wand dann außen entfeuchten. Die Kapillarkraft bricht in der Regel zusammen, das Wasser kann nicht mehr höher steigen.



Wird nun eine Perimeterdämmung oder ein dichter Zementputz im Sockelbereich aufgebracht, kann die Feuchtigkeit nicht mehr nach außen entweichen. Dadurch bleibt die Kapillarität im Mauerwerk erhalten und das Wasser steigt weiter nach oben, bis es in den Innenbereich abgegeben werden kann.

Meist werden dann die Keller auch feuchter, so dass weitere Schäden entstehen können.



In dem Foto ist zu erkennen, dass der Sockelputz aus Zement dazu beigetragen hat, die Feuchte in der Wand höher steigen zu lassen. Im nächsten Schritt wurden dann nach oben hin weitere Zementputze als »Sanierungsmaßnahme« aufgetragen, so dass die Feuchtigkeit noch höher aufstieg. Oberhalb der Zementputzflächen sind nun Salzausblühungen sehr gut zu erkennen.



Folge: Abriss des Gebäudes wg. zu hoher Feuchtigkeit, Braunfäulebildung im Bereich der Holzbalkendecken und sehr hohe Salzkonzentrationen im Mauerwerk.

Alte Gebäude mit feuchtem Keller oder / und aufsteigender Feuchte müssen daher, bevor sie saniert oder gedämmt werden, eine Horizontalsperre erhalten, falls keine oder keine funktionsfähige Sperre vorhanden ist.

Im rechten Bild sind Mauerwerksschäden mit Algenbildung, durchdringender und aufsteigender Feuchte, Rissbildung usw. zu erkennen.

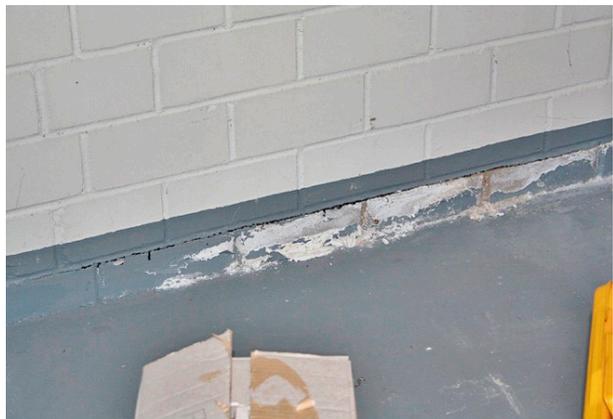
Die Tragfähigkeit des Kellermauerwerkes muss untersucht, ggf. muss nachgebessert oder abgerissen werden.



Typisches Schadensbild mit aufsteigender Feuchtigkeit im Kellergeschoss



Die Abdichtung gegen aufsteigendes Wasser liegt oberhalb der untersten Steinlage.



4.2.2 Durchdringende Feuchtigkeit

In einem Objekt ist das Kellermauerwerk teilweise sehr stark durchfeuchtet.



Das Aufgraben außen zeigte Fehler in der Abdichtung im Bereich des Fallrohres.



Beim weiteren Aufgraben lag im Erdreich ein weiteres Abwasserrohr, dessen Endkappe defekt war. Das Erfassen der Ursache von durchdringender Feuchte bedingt in der Regel das Aufgraben im Außenbereich. Dies ist nicht immer oder teilweise nur mit erhöhtem Aufwand machbar.



Durchdringende Feuchte kann zu teilweise großen Schadensbildern führen. Ob eine Sanierung wirtschaftlich sinnvoll ist, hängt u.a. auch von der Nutzung ab und muss daher individuell untersucht werden.



Hier zeigt sich durchdringende Feuchte einschl. Rosteintrag aus der Armierung. Spätestens bei einem solchen Schadensbild sollte ein Statiker hinzugezogen werden.



Durchdringende Feuchte wegen falscher Materialwahl: Eine ehemalige Kellertür wurde mit Porenbetonsteinen (umgangssprachlich: Gasbeton) geschlossen und von außen nur mit einer losen Bitumenbahn abgedeckt. Die Folge: völlige Durchfeuchtung der Kelleraußenwand und des Estrichs – und Abriss.



4.2.3 Kellernutzung und Kellerlüftung

4.2.3.1 Sommerkondensat

Ältere Keller sind meist feucht. Als die Keller noch so konstruiert wurden, dass sie eine bestimmte Feuchtigkeit aufwiesen, wurden diese Räume zur Lagerung von Lebensmitteln (Kühlräume) genutzt. Heutige Keller sollen aber nicht feucht sein. Wände und Böden der feuchten Keller sind meist ausreichend dicht, so dass es eigentlich keinen Grund gäbe, dass diese Räume feucht sind.

Aus Erfahrung heraus ist bekannt, dass bewegte und warme Luft trocknende Eigenschaften besitzt, wie z. B. die warme Luft eines Haarföhns oder der laue Wind, der im Sommer Wäsche auf der Leine im Garten trocknet. Von dieser subjektiven Erfahrung geleitet, werden dann im Sommer die feuchten Keller kräftig gelüftet, um sie trocken werden zu lassen. Das funktioniert aber leider nicht.

Ein Rechenbeispiel: Etwa 30 °C Sommerlufttemperatur und 70% relative Feuchte haben ca. 20 g absoluten Wasserdampfgehalt. Wenn diese warme Luft nun in den kühlen Keller strömt, dann wird pro Kubikmeter Kellerraum ca. 10 g Wasserdampf als Kondensat entstehen, wenn der Keller im Innenbereich etwa 15 °C kühl ist.

Wenn einen Sommer lang die Kellerfenster geöffnet bleiben, so wie es gewöhnlich gehandhabt wird, kann das dazu beitragen, dass eine große Menge Wasserdampf in den Keller gelangt. Wände nehmen viel von dieser Feuchte auf, besonders Ziegelmauerwerk. Im ungünstigen Fall entsteht eine so hohe Feuchte im Mauerwerk, dass die Kapillare aktiviert werden und sich aufsteigende Feuchte entwickelt.

Wenn in das Gebäude keine Horizontalsperre eingebaut wurde, kann diese Feuchtigkeit bis ins Erdgeschoss aufsteigen. Hinter den Sockelleisten beispielsweise treten dann erhöhte Feuchte und im ungünstigsten Fall auch Schimmelpilze auf.

Wenn Kellerfenster und -türen im Sommer offen stehen, entsteht in Kellerräumen auf jeden Fall »Sommerkondensat«.

Sollte sich ein Waschraum im Keller befinden, in dem man Wäsche trocknet, wird der Keller schnell zu einer »Tropfsteinhöhle«. Dann werden die Fenster weit aufgerissen, was die Situation regelrecht »verschlimmbessert«.



Keller sollten nur im Winter bzw. nachts gelüftet werden, wenn die absoluten Feuchten außen niedriger sind als innen. Am Einfachsten erreicht man ein verlässliches Ergebnis, wenn kleine, zeitgesteuerte Lüftermotoren (Nachtlüftung) eingebaut werden. Für den Sommer empfiehlt es sich, in Kellerwaschräumen Lüftungsanlagen mit Feuchtsteuerung oder zumindest einer Zeitschaltuhr (nur nachts lüften) zu installieren, weil gerade im Sommer die Feuchtelast tagsüber derart hoch ist, dass »Feuchtepufferkapazitäten« im Keller geschaffen werden müssen.



Kartons mit Büchern, Kleidung usw. finden auch gern ihren Platz im Keller, jedoch sollten sie dort nicht verschimmeln. Dies geschieht aber schneller, als man denkt. Denn stellt man die Kartons dicht vor die Kellerwand oder auf den kalten Boden, verhindert man gleichzeitig ihre Belüftung. Dass Kartons im Inneren sowieso nicht zu belüften sind, leuchtet ein. Auf diese Weise werden unter »optimalen Bedingungen« im feuchten Kellerklima im Karton Pilze gezüchtet. Und irgendwann werden sie dann in die Wohnung getragen.



Man liest Schimmelpilzbücher und trägt Schimmelpilzkleidung und wird möglicherweise schimmelpilzkrank. Natürlich beeinträchtigen auch unzureichende und fehlende Abdichtungen sowie Salze im Mauerwerk nachhaltig die Situation aber man kann durch »physikalisch vernünftiges Verhalten« die Gesamtfeuchte dieser kalten Räume reduzieren, z. B. durch Nacht- oder technische Lüftung etc.

In einer kleinen Turnhalle und der dazugehörigen Umkleide, in der tagsüber Kinder, abends Erwachsene turnen, waren Feuchteschäden und Schimmelpilzbildung festgestellt worden.



Das Erdreich im abgegrabenen Bereich ging bis zu der Fensterbrüstung; die Abdichtung und die Entwässerung funktionierte nur bedingt und es gab deutliche Putzschäden.





Bei der vollständigen Entkernung der Souterrainräume wurden weitere Korrosionsschäden und Abdichtungsfehler entdeckt.



Die weitere Teilentkernung betraf die Nassräume, die Flure sowie die Werk- und Nebenräume. Aus Vorsorgegründen wurden begleitende Raumluftmessungen durchgeführt, da der über dem Souterrain liegende Kindergarten weiter in Betrieb bleiben musste.



Im Bereich der Umkleiden wurden Innendämmungen, neue Fenster und eine Zwangslüftung eingebaut,...



...im Bereich der Werkräume eine Heizung und eine Zwangslüftung.



Die Turnhalle erhielt eine neue Abdichtung, eine zusätzliche Innendämmung sowie eine Lüftungsanlage mit Wärmerückgewinnung, feuchte- und CO₂-gesteuert.

Die Sanierung hatte deshalb einen wirtschaftlichen Sinn, weil über dem Kellergeschoss zwei weitere genutzte Etagen vorhanden waren. Die Sanierungskosten überschritten jedoch bei Weitem die Kosten für einen Abriss und einen Neubau, wenn man nur das Souterraingeschoss betrachtet hätte.



4.2.3.2 Sonstige Nutzung

In den meisten Kellern sind Hausanschlüsse, Heizungen, Heizöltanks u. a. Technik eingebaut.

Leckagen, undichte Türen etc. führen teilweise zu hohen Belastungen, nicht nur der Kellerräume, sondern auch der darüber liegenden Bereiche.



Dieser Keller aus Beton und Porenbeton (»Gasbetonsteine«) unter den Fenstern sollte als Wasch- und Trockenraum umgenutzt werden. Dazu wurden neue Fenster eingebaut, Wasser- und Abwasserleitungen gelegt und alles wurde weiß gestrichen. Eine technische Belüftung war nicht vorgesehen.



Die Porenbetonsteine würden sich mit Feuchtigkeit vollsaugen! Der Keller würde sehr schnell zu einer »Tropfsteinhöhle« werden. In solchen Fällen muss eine technische Lüftung sowie ein Raumtrockner installiert werden, sonst führt die Nutzung unweigerlich zum Abriss.

Die Lüftung reicht im Kellerabgang hinter einer Arztpraxis nicht aus, wenn warme Luft an die kalten Wandflächen im Kellerbereich gelangt – mit der Folge von mikrobieller Belastung.

Hier sind entweder zusätzliche Arbeiten erforderlich (zum Beispiel das Beheizen des Kellerabgangs in den Sommermonaten) oder es muss eine Nichtnutzung des Bereiches eingeleitet werden.



Aktenlagerung in feuchten Kellern – das geht auf Dauer nicht gut.

Papier saugt sehr viel Feuchtigkeit auf und speichert diese zwischen den Aktendeckeln. Im günstigsten Fall kleben die Papiere nach einer gewissen Zeit nur aneinander, im ungünstigsten Fall werden die Akteninhalte durch diverse Lebewesen gelöscht.



In jedem Fall sind die Akten möglichst nicht mehr in die Hand zu nehmen, ohne sie vorher ausreichend von mikrobiellem Befall gereinigt zu haben. Neben der Aktenvernichtung entsteht durch entsprechende Papierlager auch eine sehr hohe Hintergrundfeuchte im Keller, die dann zu weiteren Schäden führen kann.



In der Regel sind in älteren Gebäuden die Böden nicht ganz dicht. Lagerung von organischen Materialien auf solchen Böden führt – wie bei der Aktenlagerung – zu hohen Hintergrundfeuchten. Da helfen i. d. R. auch keine Lüftungsanlagen mehr, sondern nur die endgültige Entsorgung aller organischen Stoffe. Im schlimmsten Fall auch von Holzwerkstoffen oder/und Stahlträgern, die eigentlich statische Funktion hatten.



Was ich nicht sehe, ist nicht da. Gerade dieser Spruch scheint in vielen Gebäuden ernst genommen zu werden. Die Bilder sind aus einer Lebensmittelproduktionsanlage. ...aber das ist ja alles nur im Keller! Und da sieht man es ja nicht (wenn man nicht dahin geht).



Aber irgendwann tauchen dann doch »ganz plötzlich« Schäden auf, hier an den Abwasserleitungen (Rost), den Stahlträgern der Decke (Standicherheit war nicht mehr gewährleistet), den Außenwänden (Korrosion der Stahlarmierung der Betonwände) und an versorgungstechnischen Einrichtungen.



Diese Form der »Entwässerung« führt darüber hinaus zu einer hohen mikrobiellen Belastung, die sich bis in das Obergeschoss ausgebreitet hat. Eine Sanierung solcher Situationen ist wirtschaftlich kaum noch zu verantworten.



4.2.4 Korrosion

Gegen Korrosion ungeschützte Stahlbauteile in Kellern – hier ein Stahldeckel über einer Wasser-Hebeanlage – führen zwangsläufig zu Rostbildung bis hin zum technischen Versagen.



Weißrostbildung an einem Lüftungsaggregat in einem Keller. Die Lüftungsanlage sollte für »Frischluft« in einer Gaststätte sorgen.



Korrosionen an den Eisenleitungen im gleichen Keller. Es ist eine Frage der Zeit, wann auch diese technischen Anlagen ihre Funktion aufgeben und es zu einem größeren Wasserschaden kommt ... der dann wieder weitere Bauteile schädigt ... was dann ggf. zum Zwangsabriss führt.



Hinter dem mittleren Holz ist ein völlig verrostetes Rohrstück zu sehen. Hier ist es nur eine Frage der Zeit, wann ein gravierender Schaden im Holzbereich (Braunfäule, o. ä.) entsteht und dann der Abriss unweigerlich auf der Tagesordnung stehen wird.



Kupferleitungen, Feuchtigkeit und (Essig-)Säure – so entsteht Grünspan (ein Gemisch verschiedener basischer Kupferacetate). Dies ist in einer Lebensmittelproduktion, wie hier, eigentlich nicht wünschenswert, denn Grünspan ist schwach giftig.



»Sommerkondensat« an kalten, ungedämmten Rohrleitungen in Kellern führt unweigerlich zu Korrosionsschäden bis hin zum Zusammenbrechen der Funktionen.



4.2.5 Holzschädigung

Ein Holzboden im Souterraingeschoss. Um das tropfende Wasser aus der defekten Wasserleitung sicherheitshalber zumindest in Teilen aufzufangen, wurde das Aufstellen einer Plastikschüssel als temporäre Bauteilsicherungsmaßnahme gewählt.



Da diese temporäre Maßnahme dann doch über Jahre hinweg ihre Funktion erfüllt, zumindest optisch, blieben weitere Maßnahmen erst mal außen vor.



Das Ergebnis: Braunfäule und Teilabriss.



Holz wird ja viel zugetraut, wird es aber so wie hier, schön feucht verpackt...



... und dann der Putz noch mit großem Überstand so hergestellt, dass auch noch Feuchte verstärkt an das Holz herangeführt wird, ...



...im Keller des gleichen Objektes noch restliche alte Stürze in dem Bereich der durchdringenden Feuchte aus dem aufgehenden Fachwerk vorhanden sind, ...



... dann ist die Braunfäule, hier echter Hausschwamm, nicht mehr weit.

Auch hier: Abriss war die einzig gangbare Alternative, da das Haus vom Keller bis ins 1. Obergeschoss im wahrsten Sinne des Wortes durchwachsen war.



In unterlüfteten Hohlräumen (Kriechkellern), unbelüfteten Bereichen und Dielenböden – vornehmlich zwischen Keller und Erdgeschoss – entstehen ähnliche Situationen. Ist Holz mit im Spiel, wird irgendwann der Boden unter den Füßen schwanken, denn für holzerstörende Organismen wie Braunfäule und Schwamm bieten diese »Feuchtgebiete« ein reichhaltiges Nahrungsangebot.

4.3 Schadensbereich Balkone

In älteren Gebäuden sind die Balkone in der Regel aus durchgehenden Betonplatten oder, in waldreichen Gegenden, auch aus Holz erstellt worden. Das statische System ist i. d. R. ein Kragarm, ein Bauteil mit nur einem Auflager, der Außenwand. Je nach statischer Auslegung hat der Kragarm durchaus auch stabilisierende Wirkung, d. h. er kann nicht so einfach abgeschnitten werden. Bei Sanierungen sind daher immer statische Überprüfungen erforderlich, bevor etwas unternommen wird.

4.3.1 Holzbalkone

Holzbalkone – wenn richtig konstruiert und regelmäßig gewartet – sind dauerhaft und haben ein eher »gemütliches« Ambiente.



Dies kann durchaus anders sein, wenn falsch gebaut oder dem Holz zu viel abverlangt wird. Dieser Balkon war als Kragarm einer Holzbalkendecke konstruiert worden. Das Stahlgeländer wurde von oben in die Holzbalken eingeschraubt. Konstruktiver oder chemischer Holzschutz? Fehlanzeige.



Die Geländerbefestigung im Detail: von oben zwischen den Balkonbrettern in die Balken.



Von unten erste sichtbare holzschädigende Pilze. »Sah gar nicht so schlimm aus«, meinte der Bauherr.



Nach dem ersten Abbeilen ist das reale Schadensbild sichtbar.



Die Standsicherheit war nicht mehr gewährleistet. Die Balkone wurden gesperrt und zeitnah abgerissen.



Die Holzbalkenschädigung ging bis etwa 10 cm tief in das Gebäude hinein. Die Entkernung war aufwändig, da das Holz bis mind. 50 cm über den Befall hinaus ausgebaut werden musste. Der Wiederaufbau wurde mit davor geständerten Stahlbalkonen durchgeführt.



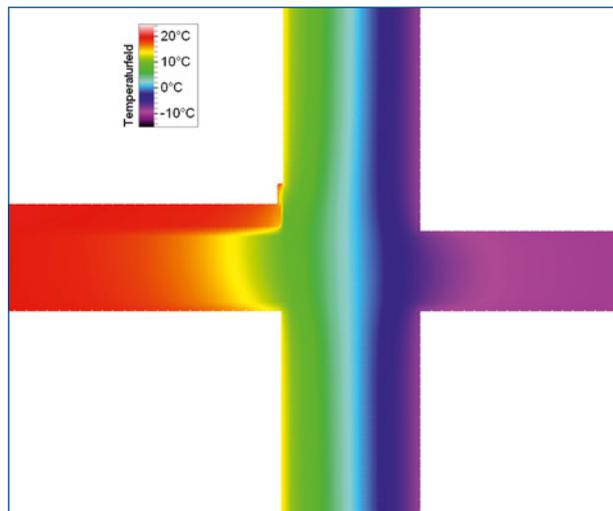
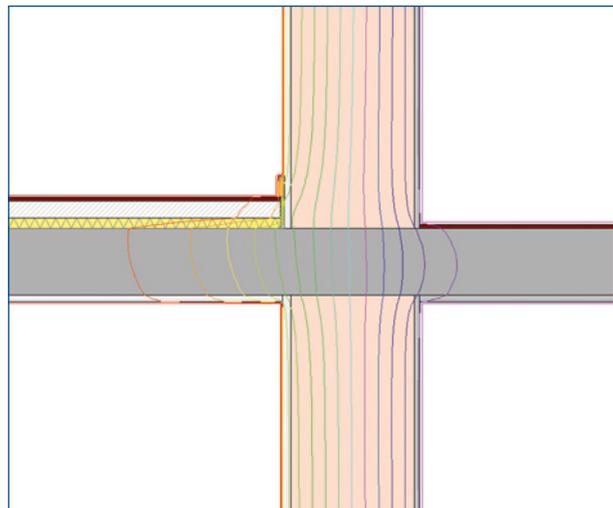
Holzbalkone, die über einen längeren Zeitpunkt stehen bleiben sollen, sind so zu planen und zu bauen, dass sie möglichst vor Witterungseinflüssen ausreichend geschützt sind oder /und Wasser so schnell wie möglich ablaufen kann. Eine ständige Wartung und Pflege ist ebenfalls zwingend erforderlich.

4.3.2 Betonbalkone

Bei älteren Balkonen oder/und Betonbauwerken lag die Betonüberdeckung der Eisen meist nur bei etwa 2 cm. Betonschädigungen, Abplatzungen, Carbonatisierungen (chemische Umwandlung der alkalischen Bestandteile des Zementsteines durch CO_2 in Calciumcarbonat und ein daraus folgendes Schadensbild aufgrund von Betonstahlkorrosion) oder ähnliche Schädigungen können wegen der geringen Überdeckung der Armierungen zu einem Totalschaden am Balkon führen (der zwar nicht gleich zum Abbrechen führt, aber der Balkon sehr oft nicht mehr genutzt werden kann/darf).

Durch die Wärmebrückenwirkung der durchgehenden Betonplatte können weitere Schäden durch erhöhte Feuchtigkeit entstehen.

Aus den Grafiken der dargestellten Wärmebrückenberechnung geht hervor, wie sich die Temperaturen im Bereich der Durchdringung der Betonplatte durch die Außenwand verändern. Jede Abkühlung im Innenbereich führt im Winterhalbjahr zu erhöhter Feuchtigkeit, die im schlimmsten Fall wiederum zu Korrosionsschäden führen kann.



Die Tragfähigkeit von Beton wird letztendlich durch die Armierung, die Eisen, im Beton bestimmt. Eisen kann rosten. Deshalb muss eine ausreichende Betonüberdeckung sichergestellt sein.

Die Tragfähigkeit des abgebildeten Balkons dürfte als eher gering eingestuft werden. Eine Sanierung wird, wenn überhaupt, nur mit Einschaltung eines Statikers möglich sein.

Risse in der Betonplatte führen zu eindringendem Wasser und damit letztendlich zu Rostbildung an der Armierung.

Bevor hier weiter gehandelt wird, sollte ein Sachverständiger für Betonschäden überprüfen, ob die obere Eisenlage, die Zugarmierung, noch ausreichend stabil ist. Außerdem sollte der Beton auf den pH-Wert hin untersucht werden.



Nachfolgend die Sanierungsschritte bei Balkonen, wenn die obere Armierung, die Zugarmierung, die den Balkon stützt, nicht mehr ausreichend hält oder/und der pH-Wert des Betons zu tief ist, so dass eine weitere Korrosion des Eisens nicht zu verhindern ist:

- Prüfen, ob der Balkon als Kragarm abgebaut werden kann. Ist dies aus statischen Gründen nicht möglich, so sind andere Maßnahmen – ggf. der Totalabriss des Gebäudes – erforderlich.



Wenn die Balkone abgebaut werden können:

- Balkontürgriffe abbauen, Balkontüren sicher verschließen.
- Gabelstapler oder Kran aufstellen, Balkonplatten mit den Hebeegeräten festhalten.
- Balkone abschneiden.
- Betonplatten ablassen, klein schneiden und entsorgen.
- Restliche Stahlarmierung, die in das Haus reicht, mit Rostschutz behandeln.
- Eine Fassadendämmung vor der abgeschnittenen Betonplatte ist dann aus wärmetechnischen Gründen zwingend erforderlich, da sonst eine durchgehende Wärmebrücke entsteht

Die Balkone wurden sauber an der Fassadenoberfläche abgeschnitten. Danach wurde die Fassade gedämmt und neue Balkone aus Stahl vorgeständert.





Bei diesem Objekt kann der Balkon aus statischen Gründen ohne Zusatzmaßnahmen nicht entfernt werden.





Die Maßnahmen – außer Abriss – bedeuten dann:

- Statiker, hier eher Sachverständigen für Betonbauwerke, beauftragen.
- Stahlstützen erneuern. Stahlarmierung der Balkone frei legen und einen entsprechenden Korrosionsschutz durchführen.
- Beton ggf. so behandeln, dass der pH-Wert wieder nach oben verändert wird.
- Neue Geländer, von vorne montiert, anbringen.
- Wärmedämmung von oben und unten anbringen; auf ausreichende Überdeckung des Betons und der Armierung achten. Ist die Austrittshöhe an der Balkontür nicht ausreichend: Türstürze ausbauen und nach oben versetzen.

4.3.3 Balkone und Balkonanschlüsse

Die Dämmung einer Fassade mit Balkonen sollte vor der Planung bzw. der Ausführung wärmetechnisch überprüft werden, wenn die Balkonplatte nicht gedämmt oder abgeschnitten werden kann. Durch die verbleibende Wärmebrücke können ggf. zu hohe Innenraumfeuchten an der Wärmebrücke entstehen (Schimmelpilzbildung möglich) oder/und es kann durch die relativ hohe Feuchte in dem kalten Bauteil zu weiteren Korrosionen kommen.

Bei Fassadendämmungen können die Balkone oft nicht mit »eingepackt« werden, weil dann die Austrittshöhen oder die nötigen äußeren Aufkantungen an aufgehenden Bauteilen nicht mehr passen. Es entstehen ungedämmte Bereiche. Andere Fehler treten auf, wenn Dämmungen eingebaut und die (eigentlich zwingend notwendigen) Abdichtungen des Balkons nicht angepasst werden. Dann hört die Dämmung etwa 10–15 cm über der Balkonplatte auf und es entsteht zusätzlich zur Wärmebrücke der Balkonplatte ein »Dämmloch«.

4.4 Schadensbereich Dächer

4.4.1 Grundsätzliches zu Dachkonstruktionen

Dächer werden unterschieden nach ihrer Form, Konstruktion und nach der Art ihrer Eindeckung bzw. der Abdichtung.

Unterscheidung nach der Form:

- Flachdach:
 - Dächer mit einer Neigung zwischen 2 Grad und 7 Grad. Dächer mit einer Neigung von weniger als 2 Grad werden als Sonderkonstruktion bezeichnet. Sie stellen immer ein Problem dar, da Regenwasser nicht kontrolliert abfließen kann und es zwangsläufig zu Pfützenbildung kommt.
- Steildach:
 - Satteldach
 - Pultdach
 - Walmdach.

Unterscheidung nach der Dachkonstruktion:

- Kaltdach: mit Hinterlüftung zwischen Wärmedämmung und Abdichtungsebene
- Warmdach: keine Hinterlüftung zwischen Wärmedämmung und Abdichtungsebene.

Unterscheidung nach der Eindeckung bzw. der Abdichtung:

- Pfannendächer: mit Eindeckungen aus Tondachziegeln oder Betondachsteinen
- Metaldächer: mit Eindeckungen aus Titanzink, Kupfer oder Aluminium
- Reetdächer: mit Eindeckung aus Schilfrohr
- Dächer: mit Eindeckungen aus Naturschiefer, Faserzementschindeln oder Schindeln aus Bitumenbahnen
- Dächer: mit Abdichtungen aus bituminösen Schweißbahnen oder Kunststoff- oder Elastomerbahnen.
- Dächer: mit Abdichtungen aus Flüssigkunststoff.

Das einschlägige Regelwerk für die Ausführung von Dachkonstruktionen sind Dachdecker Richtlinien des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks. Als weitere maßgeblichen Regelwerke zu beachten sind:

- DIN 18195 Bauwerksabdichtungen (Teile 1 bis 10), Stand August 2000
- VOB Teil C DIN 18336 Abdichtungsarbeiten

- VOB Teil C DIN 18338 Dachdeckungs- und Dachdichtungsarbeiten
- VOB Teil C DIN 18339 Klempnerarbeiten.

Die Vielzahl von Ausführungsvarianten von Konstruktionen und Eindeckungen bieten Raum für eine schier grenzenlose Vielfalt an Mängeln und Schäden an Dachkonstruktionen. Das gilt umso mehr, wenn es sich um bereits ältere Bauwerke handelt. Während heutzutage Dächer als High-Tech-Konstruktionen, sofern fachgerecht ausgeführt, zu bezeichnen sind, gilt das für ältere Bauwerke nicht. Insbesondere Dächer aus der Nachkriegszeit sind vielfach problematisch, was die verarbeiteten Baustoffe anbelangt. Bauwerke aus der Gründerzeit und der ersten Hälfte des 20. Jahrhundert weisen vielfach Konstruktionen der Dachstühle auf, die nach heutigen Maßstäben als statisch unterdimensioniert zu bezeichnen sind. Auf die üblichen Problemfelder bei Dächern soll nachfolgend eingegangen werden.

4.4.2 Flachdächer

Blick auf ein typisches Flachdach mit einer Schweißbahnabdichtung.



Die Oberlage der Schweißbahnabdichtung weist deutliche Versprödungserscheinungen auf.



Der Dacheinlauf ist stark verschmutzt. Hier kann das Regenwasser nur noch bedingt ablaufen.



Dieser Ablauf ist zwar offen, aber völlig ungeschützt gegen Verschmutzungen, die das Abflussrohr zusetzen können.



Der Anschluss der Schweißbahnabdichtung an das aufgehende Bauteil ist unzureichend und oberseitig ohne Verwahrung hergestellt.



Die Schweißbahn ist hier derart versprödet und aufgerissen, dass sie keine Abdichtfunktion mehr erfüllen kann.



Die Schweißbahn hat sich stark verschoben. Anstehendes Wasser und Pfützen führen zu verstärkter Bitumen-Korrosion, wobei aggressive Weichmacher ausgelöst werden, was insbesondere Zinkrinnen und Fallrohre zerstört.



Aufklaffende Stöße der Schweißbahnen wurden hier unzureichend mit Bitumenspachtelmasse beigearbeitet.



Durch diesen offenen Stoß der Schweißbahn kann Regenwasser ungehindert in die Dachkonstruktion eindringen.



Hier konnte die Schweißbahn ohne jegliches Hilfsmittel aufgenommen werden. Ein weiterer Kommentar erübrigt sich.



Hier zeigt die Abdichtung Verwölbungen (Dampfblasen), die durch zwischen den Bahnen eingeschlossene Luft verursacht wurden.



Die Randabdeckung aus Zinkblech ist im Bereich der Lötstelle aufgebrochen.



Blick auf die Abdichtung eines größeren Hallendachs. Hier ist die Wärmedämmung aus Polystyrolplatten geschrumpft und hat die Abdichtung verzogen.



Dadurch reißen Schweißnähte auf. Die Dachrandabdeckungen werden ebenfalls deformiert.



Der Dachablauf befindet sich an einem Hochpunkt. Wasser steht an. Der Ablauf wird nicht durch einen Laubfangkorb gegen Verschmutzung bzw. Verstopfung geschützt.



Die Folge einer unzureichenden bzw. verstopften Entwässerung ist hier zu sehen. Kleinste Schäden in der Abdichtungsebene führen zu erheblichen Schäden an der Dachkonstruktion.



Flachdach mit 5° Dachneigung; oberhalb der einbindenden Wände ist aufgrund von Luftundichtigkeiten eine starke mikrobielle Belastung mit teilweisem Verlust der Tragfähigkeit der OSB-Platte entstanden. Folge: Abbruch und Neuaufbau des gesamten Daches.



4.4.3 Steildächer

4.4.3.1 Dacheindeckungen, Ziegeldächer

Dacheindeckungen aus Tondachziegeln weisen eine Lebensdauer von rund 50–70 Jahren und Dacheindeckungen aus Betondachsteinen eine Lebensdauer von etwa 30–50 Jahren auf.

Die Ziegeleindeckung dieses Daches ist marode. Einzelne Ziegel wurden bereits ausgetauscht.



Das Bild zeigt die notdürftige Reparatur eines Dachziegels.



Diese Dachziegel haben jegliche Festigkeit verloren und zerbröseln bereits.



Auf der Unterseite sind die Tondachziegel stark geschädigt und drohen von der Lattung zu rutschen.

Die häufig auftretende unterseitige Durchfeuchtung der Dachziegel hat zu einer Zersetzung des Ziegels geführt.



Das Dach weist eine größere Fehlstelle auf, über die Regenwasser unkontrolliert eindringen kann.



Diese Regenauffangvorrichtungen stellen nicht einmal eine Notlösung dar.



Durch eindringendes Regenwasser wurde der Verputz aufgeweicht und ist herabgefallen. Die als Putzträger dienenden Spalierlatten liegen frei und weisen Fäulnis auf.



Marode Dachziegel sind zerbrochen und auf den Speicherboden herabgefallen.



Fazit: Derartige Dacheindeckungen sind nicht mehr sanierbar. Hier bedarf es eines Abbruchs und einer grundsätzlichen Erneuerung der Dacheindeckung.

4.4.3.2 Unterspannbahnen

Dacheindeckungen sind nicht dicht und nicht regensicher. Sie leiten den Großteil des Regenwassers auf ihrer Oberseite ab. Bei Sturm oder Tauwetter kann jedoch immer eine gewisse Menge Wasser unter die Eindeckung gelangen und nach unten abtropfen. Wesentlich bedeutender ist allerdings der Umstand, dass bei bestimmten klimatischen Bedingungen auf der Unterseite der Eindeckungen Kondensat anfällt und ebenfalls abtropfen kann. Um dieses zu verhindern, bedarf es Unterspannbahnen.

Früher wurden Dachräume meist nur als Speicher genutzt. Auf eine Unterspannbahn wurde, auch in Ermangelung geeigneter Materialien, gänzlich verzichtet.



Löcher und Schadstellen in Unterspannbahnen schränken ihre Funktion ein.



Die Unterspannbahn ist verrottet und teilweise aufgerissen.



Der Anschluss der Unterspannbahn an ein Dachfenster ist aufgerissen und nicht mehr funktionsfähig.



Als Unterspannbahnen wurden vielfach mit Gewebe verstärkte PE-Folien verbaut, die mit der Zeit aber verspröden und undicht werden.



Hier wurde im Rahmen einer Dachsanierung die Unterspannbahn mangelhaft eingebaut. In den Falten werden sich Wassersäcke bilden. Die Unterspannbahn soll nur Wasser ableiten. Sie ist nicht dafür ausgelegt, dauerhaft anstehendes Wasser aufzufangen. Die Anschlüsse der Unterspannbahn wurden nicht sauber an den Giebel angeschlossen.

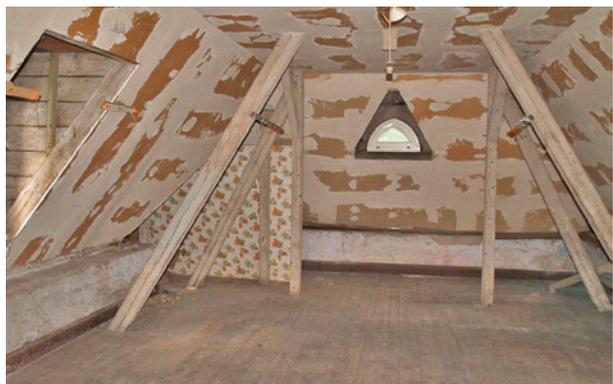




Fazit: Unterspannbahnen sind für die Regensicherheit von Steildächern zwingend. Insbesondere dienen sie auch dem Schutz der Wärmedämmung. Eine Erneuerung der Unterspannbahn ist nur von der Dachoberseite aus möglich. Das heißt, Eindeckung und Lattung müssen bis auf die Sparrenoberkante entfernt werden.

4.4.3.3 Dachstühle

Vielfach wurden Dachstühle während des 2. Weltkrieges mit einem Kalkanstrich als Brandschutzmaßnahme versehen. Diese Anstriche werden vielfach fälschlicherweise als Holzschädigung angesehen. Derartige Anstriche stellen jedoch kein Problem dar (Ausnahme: wenn zusätzlich Spritzasbest mit eingebaut wurde).



Die statische Auslegung älterer Dachstühle entspricht vielfach nicht mehr den heutigen Anforderungen an die Standsicherheit. Dies gilt für die Abstände und für die Dimensionierung der Sparren. Eine Sanierung derartiger Dachstühle ist schon deshalb nicht möglich, da sie den Einbau der heute erforderlichen Wärmedämmung (Zwischensparrendämmung) nicht mehr erlauben.



Diese Dachbalken weisen erheblichen Befall durch den Hausbock auf. Auch wenn hier kein aktiver Lebendbefall mehr vorliegt, so wurden die Balken in ihrer Substanz stark geschädigt. Eine Sanierung lohnt sich nicht, da die Dimensionierung der Dachkonstruktion untauglich ist.





Die Dimensionierung dieser Dachbalken ist unzureichend und durch Baumkanten zusätzlich geschwächt. Baumkanten stellen zudem eine erhöhte Gefahr für Schädlingsbefall, der hier auch erkennbar ist, dar. Derartige Konstruktionen sind nicht sanierbar.



Bei einem Neubau wurde Bauholz mit Baumkanten und Rinde verbaut. Hier wäre es zwangsläufig zu Schädlingsbefall gekommen. Die oberseitigen Schalhälzer mussten abgerissen werden. Die Sparren konnten bleiben, mussten jedoch aufwändig von den Resten der Rinde befreit werden.



4.4.3.4 Wärmedämmungen

Alte und stark durchfeuchtete Wärmedämmung, die nicht mehr abtrocknen kann und erneuert werden muss.



Hier wurde in einem Neubau bereits durchfeuchtete Wärmedämmung eingebaut.



4.4.3.5 Rinnen und Fallrohre

Die Fallrohre sind verrottet und undicht; sie bedürfen einer Erneuerung. Eine Reparatur ist hier nicht mehr möglich.



Die Kastenrinne aus Zinkblech ist stark verrottet. Über Löcher und aufgebrochene Löt­nähte dringt Regenwasser in die Dachkonstruktion ein.



Die Regenrinne weist auf der Innenseite keinen Schutzanstrich auf. Säurehaltige Lösungen der Schweißbahn (Bitumen-Korrosion) werden die Rinne in kurzer Zeit schädigen.



Diese Dachrinnen sind zu Recht genauso wenig vertrauenswürdig wie die sonstige Bausubstanz.



Blick auf das Dach einer Werkhalle mit einer Eindeckung aus Trapezblechen aus Stahlblech. Die linke grenzständige Halle ist mit einer Abdichtung aus einer Kunststoffolie eingedeckt. Zwischen den Dachtraufen befindet sich eine Kastenrinne, die stark verschmutzt ist und in der Wasser steht. Beide Dächer sind schadhaft, was zu erheblichen Feuchteinbrüchen im Halleninneren geführt hat.



Die Traufbereiche der Trapezbleche sind stark korrodiert und wurden mit Flüssigkunststoff repariert, was aber keine dauerhafte Lösung darstellt. Die Befestigungsnieten sind lose. Hier kann Wasser ungehindert in die Dachkonstruktion eindringen.



Die Kunststoffbahn ist durch die Einwirkung von UV-Strahlen versprödet. Es ist eine Frage der Zeit, wann diese Abdichtungsbahn aufreißen wird.





Blick auf das Dach eines landwirtschaftlichen Gebäudes. Die Eindeckung besteht aus asbesthaltigen Welleternitplatten. Der Bewuchs mit Moos wird die Zerstörung der Platten beschleunigen. Alles was nach oben wächst, lässt auch Wurzeln nach unten wachsen. Hinsichtlich der Problematik von asbesthaltigen Baustoffen wird auf die entsprechenden Abschnitte dieses Fachbuchs verwiesen.



4.4.4 Balkone und Dachterrassen

Blick auf eine Terrasse, die auf einem Garagendach errichtet wurde.



Die Klinkerfassade der Garage war nach kurzer Zeit durch Aus-sinterungen stark in Mitleiden-schaft gezogen.



Die Dachrinne und die Entwässerungsrohre waren mit kalkhaltigen Auswaschungen zuge-setzt.



Auf der Innenseite war es zu starken Feuchteschäden mit Ausblühungen gekommen.



Die Schadensursache war auf eine falsche Materialauswahl für die Tragkonstruktion (Estrich auf Trennlage) zurückzuführen. Der Estrich enthielt Bestandteile aus Kalk, die ausgewaschen wurden und die Sinterungen verursachten. Hier wäre ein Estrich aus Trasszement erforderlich gewesen. Die Feuchteschäden wurden dadurch verursacht, dass der Estrich auf einer schadhaften Altabdichtung aufgebaut wurde.

Sanierung: Abriss der gesamten Terrassenkonstruktion und Neuaufbau, nachdem die Abdichtung zuvor erneuert worden war. Die Aussinterungen wurden mit einem säurehaltigen Reinigungsmittel entfernt. Die dabei angefallenen Kosten betragen rund das Doppelte der Kosten für die ursprüngliche Terrassenkonstruktion.

4.5 Schadensbereich Wände

Außenwände haben über Jahrzehnte hinweg verschiedene Aufgaben zu erfüllen.

Dies sind u. a.:

- Tragen (das Dach, die Decken, die Fenster, usw.)
- Schützen (die dahinter liegenden Konstruktionen, die Nutzer, usw.)
- Dämmen (gegen Kälte, Wärme, Schall, Brandausbreitung, usw.)
- Dichten (gegen Luftzug, Wasser, usw.)
- und noch vieles mehr.

Zusätzlich haben die Außenwände städtebauliche und kulturelle Aufgaben. Fassadendesign ist nicht nur dem Geschmack und der Mode unterworfen, sondern die Fassaden spiegeln auch Teile der Gesellschaftsformen und des jeweiligen politischen Ausdrucks wider.

Weitere Kriterien sind Langlebigkeit, Wartung und Instandhaltung (mit dem jeweiligen Aufwand) sowie Veränderbarkeiten bei Umnutzung, Erweiterung usw.

In jedem Fall sollen die Fassaden mit die langlebigsten Bauteile der Häuser sein, einen möglichst geringen Instandhaltungsaufwand haben, die jeweilige gesellschaftliche Stellung der Bewohner erkennen lassen und dem Städte- oder Dorfbild entsprechen.

Aus allen diesen Anforderungen ergeben sich zwangsläufig unterschiedlichste Konsequenzen:

- Physikalisch (zum Teil politisch motivierte) veränderte Anforderungen, z. B. an den Wärme-, Schall- und Brandschutz erfordern i. d. R. eine konsequente Veränderung des Wandaufbaues durch zusätzliche oder zu verändernde Bauelemente der Wände.
- Gesellschaftlich veränderte Normen verlangen ein anderes Fassadendesign, z. B. alte Hausfassaden von Banken aus den 20er Jahren, die eher an Hotelfassaden aus der gleichen Zeit erinnerten, mussten und müssen Glasfassadenskulpturen weichen (wie auch die 60er Jahre Bürogebäude).
- Wirtschaftliche Veränderungen der Regionen führten (und führen noch) zu anderen Selbstdarstellungen der Gemeinden (z. B. die Veränderung der ehemaligen DDR-Gemeinden zu westdeutsch-geprägten »blühenden Landschaftsmodellen«) usw.
- Fragen der Standsicherheit, der Wartung, der Unterhaltung, der Nutzung usw. müssen dabei natürlich immer mit berücksichtigt werden.

Fassade eines ehemaligen Industriegebäudes mit Denkmalschutzanforderungen. Das Objekt sollte ggf. zu Wohnzwecken umgebaut werden. Die Löcher (Dachsparren des ehemaligen Anbaus sowie LKW-Einfahrt) könnten geschlossen werden.



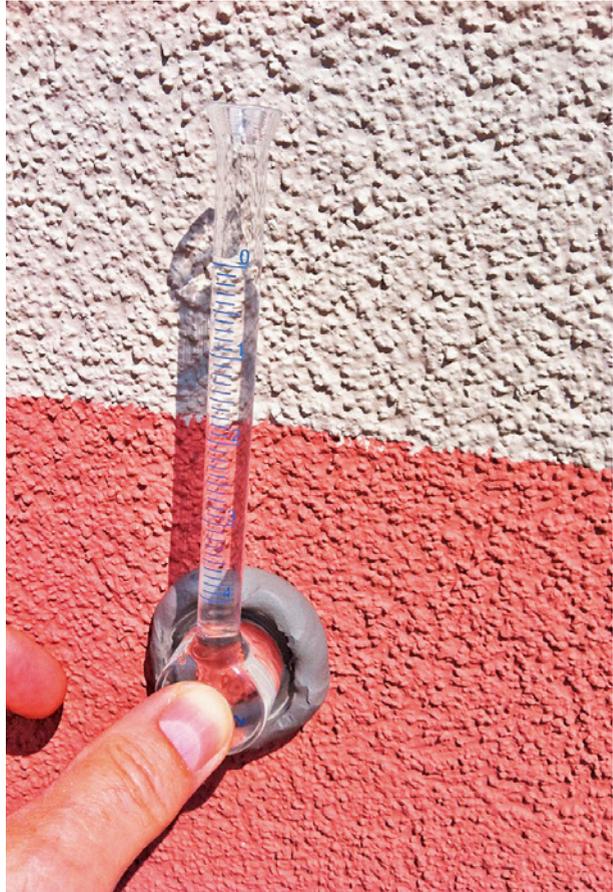
Die Überprüfung der Fassade auf ausreichende Dichtigkeit mithilfe des »Karst'schen Röhrchens« ergab jedoch, dass das Mauerwerk nicht ausreichend schlagregendicht ist und auch nicht wirtschaftlich saniert werden kann.



Das Vorhaben wurde nicht umgesetzt. Das Objekt wurde dann doch abgerissen, trotz Denkmalschutz.

Die Untersuchung der Dichtigkeit mit dem »Karst'schen Röhrchen«: Ein Glaskolben, das Karst'sche Röhrchen, wird mit Knetgummi auf die Fassade geklebt und mit Wasser gefüllt. Es wird an mehreren Stellen der Fassade gemessen, um eine Aussage über die Gebrauchstauglichkeit treffen zu können.

Durch den zur Fassade offenen Teil des Glasröhrchens (mit definierter Größe) sind vergleichende Aussagen über die Wasseraufnahme (w-Wert) möglich.



Ein 60er Jahre Wohnhaus sollte wärmetechnisch saniert werden, da Baumängel überteuerte Heizkosten usw. und demzufolge Leerstand verursachten.

Das Gebäude bestand aus Erkern, Vor- und Rücksprüngen, Durchgängen usw. Die Wintergartenaußenwand bestand aus Paneelen, die wärmetechnisch nicht mehr akzeptabel waren und somit ersetzt werden mussten.



Der Außenputz wies stärkere Rissbildung auf.

Der Brand- und Schallschutz war nicht mehr auf dem aktuellen Stand und musste nachgebessert werden.



Die Entscheidung über Abriss oder Sanierung von solchen Objekten muss anhand von weiteren Fragestellungen getroffen werden:

- Vermietbarkeit und Mietertrag
- Kosten-Nutzen-Analyse
- technische Machbarkeit
- Einhaltung der technischen Anforderungen (Schallschutz, Brandschutz, Wärme- und Feuchteschutz)
- standortabhängige Faktoren.

5 Messverfahren und ihre Anwendung

5.1 Feuchte- und Temperaturmessungen

Dieses Kapitel gibt eine kurze Übersicht über Messverfahren, die bei Feuchtemessungen in Gebäuden eingesetzt werden können und zeigt, für welchen Zweck welches Verfahren sinnvoll und rentabel ist. Die skizzierten Messverfahren dienen dazu, bei der Feststellung von Feuchteproblemen behilflich zu sein und Baumängel aufzuspüren, um sie effektiv und effizient beheben zu können.

Bei der Baustofffeuchtebestimmung sind folgende Zusammenhänge zu beachten: Je niedriger die innenseitige Oberflächentemperatur (im Winterhalbjahr) ist, desto höher ist die Oberflächenfeuchte auf der Bauteiloberfläche, da kalte Bereiche (Baustoffe und Luft) weniger Feuchtigkeit aufnehmen können. Hohe Oberflächenfeuchten auf Baumaterialien sagen jedoch nichts über die Feuchtigkeit innerhalb eines Baustoffes aus. Der Feuchtegehalt von Baumaterialien bei gleichen (gemessenen) Oberflächenfeuchten kann sich erheblich unterscheiden.

Jedes Material hat darüber hinaus ganz unterschiedliche Ausgleichs- oder Gleichgewichtsfeuchten. Diese natürliche Materialfeuchte stellt sich nach längerer Lagerung in einem Raum mit konstanter relativer Feuchte und konstanter Temperatur ein.

Folgende Ausgleichsfeuchten ergeben sich bei Lagerung unter den Bedingungen 20 °C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit:

- Weichholz (Fichte/Tanne) ca. 9 %
- Papiertapeten ca. 11 %
- Zement ca. 1 %
- Gipskarton ca. 0,7 %
- Ziegelstein, je nach Rohdichte ca. 0,1–0,9 %

Feuchtemessungen von Baustoffen müssen daher das jeweilige Material berücksichtigen. Die genaue Messung von Feuchten in Baustoffen ist in der Regel nur mit einer Darrprobe möglich. Dazu muss ein Bohrkern entnommen werden. Dieses Verfahren ist sinnvoll anzuwenden, wenn es sich um einen Baumangel (z. B. mangelhaften Fassadenschutz) handelt.

Bei Feuchtigkeitsschäden sind normalerweise einfache Feuchtemessmethoden ausreichend. Die folgenden Messverfahren können dabei eingesetzt werden:

5.1.1 Widerstandsmessverfahren

Hierbei wird der elektrische Widerstand eines Materials, der in Abhängigkeit zur Feuchte steht und entsprechend variiert, mit einem Widerstandsmessgerät gemessen. Für Tendenzmessungen sind Widerstandsmessgeräte mit Einstechnadeln sinnvoll, da damit die unterschiedliche Feuchtigkeit in verschiedenen Tiefen des Mauerwerks oder z. B. in einer Estrichrandfuge erfasst werden können.

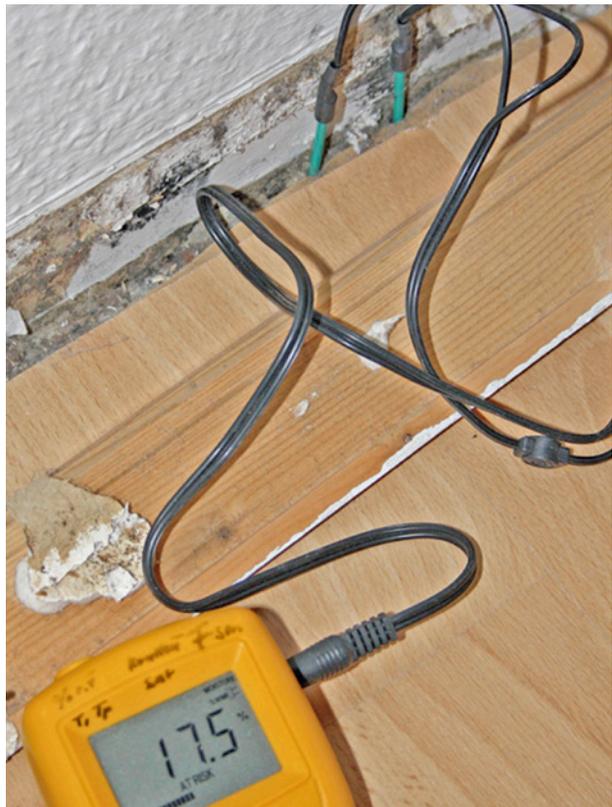
Die Messung erfolgt über die der Situation angepassten, verschiedenen Messelektroden. Bei einer Holzfeuchtemessung ist dieses Verfahren gut einsetzbar, da hier immer nur die Grenzwertschwellen von schädlicher Feuchte festgestellt werden müssen.

Bei der Baufeuchtemessung muss man berücksichtigen, dass Salze im feuchten Baustoff enthalten sein können. Der Salzgehalt im Baustoff hat Einfluss auf das Messergebnis. Das Verfahren wird von erfahrenen Fachleuten daher nur zur Feststellung einer ablesbaren Tendenz eingesetzt. Misst man in einem Bohrloch, das von der Umgebungsluft abgeschottet ist, die relative Luftfeuchte und ist das Material bekannt, das gemessen wird, kann man mithilfe von Geräten, die direkt umrechnen oder über Umrechnungstabellen, die Materialfeuchte in etwa bestimmen.

Elektrisches

Widerstandsmessverfahren:

Mithilfe von zwei Elektroden (im Bild die grünen Stifte in der Estrichfuge) wird der elektrische Widerstand eines Baustoffs bestimmt. Der Widerstand verändert sich in Abhängigkeit von der Feuchte des zu prüfenden Materials. Am Messgerät wird die Feuchte in »Digits« (Punkte) angezeigt. Eine gerätespezifische Umrechnungstabelle ermöglicht für die unterschiedlichen Baustoffe die ungefähre Angabe in Feuchtigkeitsprozenten.





Wird in Holz gemessen, kann man die Feuchtwerte i. d. R. an dem Messgerät direkt ablesen, in dem Bild rechts: 14% Holzfeuchte.

Aus dieser Holzfeuchte kann man wiederum Rückschlüsse ziehen auf die Umgebungsfeuchte, wenn die Holzart bekannt ist, da die Holzfeuchte direkt abhängig ist von der Umgebungsfeuchte sowie der Temperatur. Aus der nachfolgenden Tabelle kann man die Werte ablesen.

Bei der Messung lag die Raumtemperatur bei etwas über 20 °C. Daraus ergibt sich, dass in dem gemessenen Bereich über einen längeren Zeitraum eine rel. Luftfeuchte von etwa 72% herrschte.



rel. Luftfeuchte	Holzausgleichsfeuchte Fichte / Tanne in % Werte variieren, je nach Holzgewicht			
	10 °C	15 °C	20 °C	25 °C
80%	16,2	16,0	16,0	15,8
75%	14,7	14,5	14,3	14,0
70%	13,2	13,1	13,0	12,8
65%	12,0	12,0	11,8	11,5
60%	11,0	10,9	10,8	10,5
55%	10,1	10,0	9,9	9,7
50 %	9,4	9,2	9,0	8,9
45%	8,6	8,4	8,3	8,1
40%	7,8	7,7	7,5	7,3
35%	7,0	6,9	6,7	6,4

Je nach Holz, Raumgewicht und anderen Parametern kann man hohe Abweichungen messen. Diese Messungen sollten daher mindestens an drei verschiedenen Nadelholzstücken erfolgen, um einen mittleren Wert erfassen zu können. Deswegen kann das Ergebnis der Auswertung »Raumluftfeuchte« immer nur als Tendenz betrachtet werden.

5.1.2 Kapazitive Feuchtemessung und Mikrowellenmessung für zerstörungsfreies Messen

Dieses dielektrische Verfahren ermöglicht Feuchtemessungen in Bereichen von ca. 1,5 bis 2,5 cm Tiefe, in die nicht gebohrt werden kann oder darf. Es reicht aus, das Messgerät auf die Oberfläche des zu messenden Baustoffs zu legen oder den gefährdeten Bereich abzuscannen. Ist eine Wand im Hintergrund feucht, nimmt die Dielektrizitätskonstante zu. Messtechnisch wird dabei die Kapazität eines Kondensators gemessen und die Ergebnisse werden in Zahlen oder »Digits« angegeben. Dieses Messverfahren ist schnell und absolut zerstörungsfrei.



Mit Umrechnungstabellen kann man die Baustofffeuchte in etwa ermitteln. Diese Umrechnungstabellen sind geräteabhängig.

Achtung Falschmessung: Wird das Gerät in eine Ecke gehalten, werden die Messergebnisse stark verfälscht!

Mit einem Mikrowellenmesskopf lassen sich Feuchteverteilungen in einer Tiefe von 30 bis 40 cm feststellen. Dabei spielt der Versalzungsgrad des Materials keine Rolle, jedoch können Hohlräume und andere Materialien das Messergebnis verfälschen.



5.1.3 Messen von Luftfeuchte (und Temperatur) unter Verwendung moderner Luftfeuchtemessgeräte

Es können einfach zu bedienende, batteriebetriebene, elektronische Geräte oder traditionelle Hygrometermessgeräte eingesetzt werden. Das Gerät sollte mit einer leichten Bewegung seitlich neben dem Körper gehalten werden.



Hält man das Messgerät vor das Gesicht und spricht dabei, sind starke Abweichungen der Temperatur und der Feuchte möglich («Beatmung»). Die Bewegung des Messfühlers hat den Sinn, etwaige Oberflächenfeuchte am Messkopf zu entfernen.

Alle Geräte und Messfühler müssen der Raumlufttemperatur angepasst sein, sonst sind hohe Messfehler die Folge.

5.1.4 Langzeitmessungen über Datenlogger

Messfühler werden an verschiedenen Stellen oder/und in verschiedenen Tiefen z. B. im Mauerwerk angebracht und an einen Datenlogger angeschlossen.



Das Foto zeigt einen Datenlogger, der gleichzeitig drei Messstellen einlesen und vergleichen kann. Die Auswertungen der erfassten Daten können z. B. Auskünfte darüber geben, woher Feuchte kommt (von unten, außen, einer Rohrleitung usw.). Die über eine gewisse Zeit laufenden Messreihen werden an einem Computer ausgelesen und mit den Daten anderer Logger (Wetter, Feuchte, Regen etc.) verglichen.

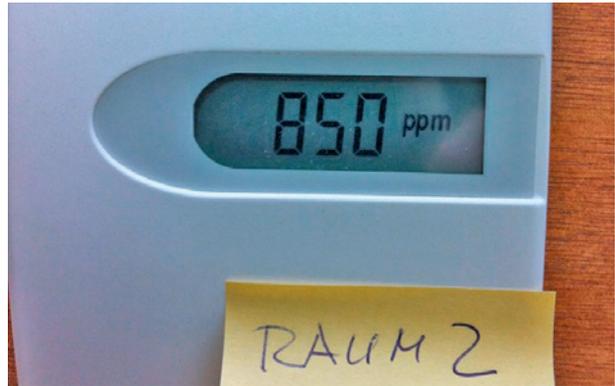
Raumlufttemperatur und Raumluftfeuchte kann über entsprechende Datenaufzeichnungsgeräte erfasst werden. Sinnvoll ist es, solche Geräte über mehrere Wochen aufzustellen und die erfassten Daten mit den Wetterdaten abzugleichen.



Andere Datenlogger können neben der Raumluftfeuchte und Raumlufttemperatur auch CO₂ als Messwert aufzeichnen.

Mit diesen über einen längeren Zeitraum ermittelten Daten lassen sich u. a. Aussagen über den realen Luftwechsel des Objektes, des Zimmers, treffen.





5.2 Sonstige Messverfahren

5.2.1 Messen von Luftundichtigkeiten mittels Blower-Door-Verfahren

Bei offenen Fugen können – neben dem unnötigen Wärmeverlust durch die Fugen – Feuchte durch Konvektion in die Baukonstruktion oder z. B. Schadstoffe aus der Konstruktion in die Raumluft eingetragen werden.

Bei Verdacht auf verdeckte Mängel ist es sinnvoll, das Differenzdruckverfahren (Blower-Door-Verfahren) einzusetzen.

Dabei wird ein Ventilator luftdicht in eine Gebäudeöffnung eingebaut. Mittels Unter-/Überdruck wird die Gebäudehülle auf Undichtigkeiten untersucht, die mit einem Luftgeschwindigkeitsmesser (Anemometer), einem Nebelgenerator oder/und einer Thermografiekamera genauer erfasst und bewertet werden können.



Bei Undichtigkeiten an der vom Wind abgewandten Seite ist es sinnvoll, die Baukonstruktion zu öffnen, da dort Feuchteschäden wegen eingetragener Feuchte vorhanden sein können.

Windgeschwindigkeitsmesser erfassen die Luftgeschwindigkeit sowie die Temperatur.



Auf dem nebenstehenden Bild strömt z. B. Außenluft mit einer Temperatur von $0,9\text{ }^{\circ}\text{C}$ und einer Geschwindigkeit von $1,77\text{ m/s}$ bei 50 Pa Druckdifferenz durch eine nicht abgedichtete Fuge zwischen Fenster und Wand.

Feuchteschäden sind nicht auszuschließen.

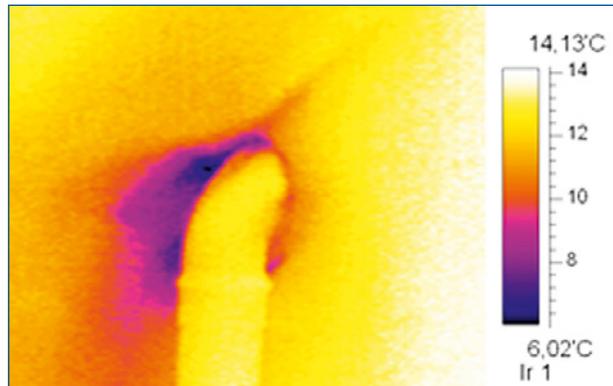


5.2.2 Thermografie

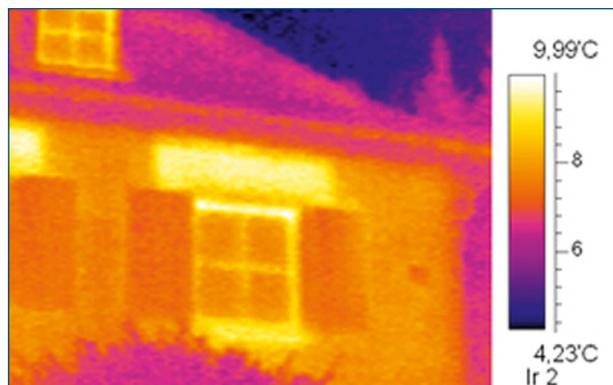
Mithilfe von Thermografieaufnahmen lassen sich im Winterhalbjahr relativ schnell Schwachstellen in der Wärmedämmung oder/und der Luftdichtung feststellen. Auf dem Wärmebild erkennt man den Schwachpunkt Rollladenkasten recht deutlich.



Bei Blower-Door-Messungen mit Unterdruck und ausreichender Temperaturdifferenz von außen zu innen findet man schnell die Leckagen der Gebäudehüllen, hier ein Rohrdurchgang.



Bei Thermografieaufnahmen ist u. a. darauf zu achten, dass die Verdampfungsenthalpie, die Reduzierung der Oberflächentemperaturen durch Verdampfen von Wasser, das Ergebnis nicht verfälscht. Auch die so genannte Nachtemission, die Abstrahlung gegen den Weltraum oder gegen eine Wolkendecke, ist bei den Außenaufnahmen zu berücksichtigen. Sinnvoll zur Bestandsanalyse sind daher eher Aufnahmen von innen als von außen.



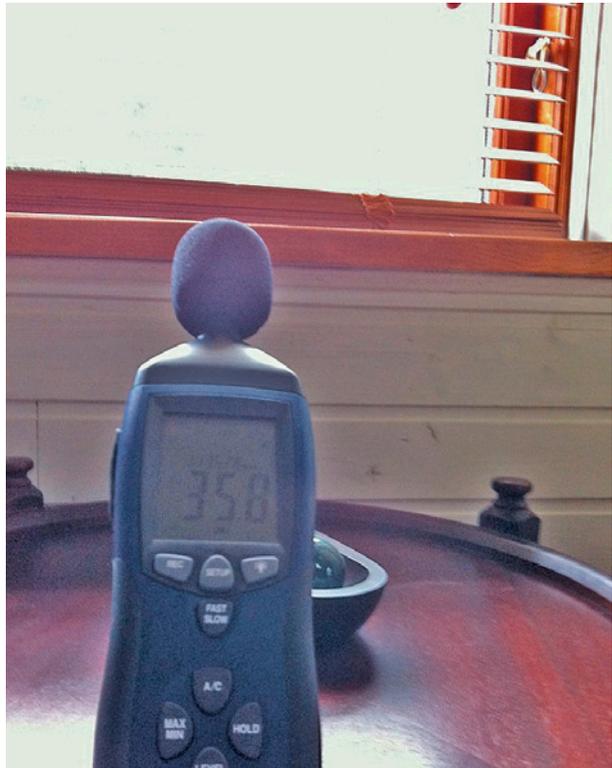
5.2.3 Schall- und Akustikmessungen

Schallpegelmessungen zwischen innen und außen sowie innerhalb des Hauses zwischen unterschiedlichen Räumen können zum Abschätzen der Situation mit einfachen Schallpegelmessgeräten durchgeführt werden.

Dabei ist der Lärmpegel auf beiden Seiten der trennenden Bauteile zu ermitteln und zu bewerten.

Mit diesen Geräten kann auch der Nachhall innerhalb eines Raumes, also eine akustische Bewertung eines Raumes, ermittelt werden.

Weitere Schallmessungen erfolgen über Hammerwerke bzw. mit speziellen Lautsprechern und einem Empfänger.



Bei Sanierungen sind die heutigen Schallschutzwerte einzuhalten. Die Kosten für einen akzeptablen Schallschutz können sehr hoch sein, deshalb sollten rechtzeitig die vorhandenen Dämmwerte überprüft werden.

5.2.4 Risse im Putz oder Mauerwerk

Im Zusammenhang mit dem Thema dieses Buches spielen die statisch relevanten Risse eine entscheidende Rolle. Diese sind verantwortlich zu prüfen – in der Regel von einem Statiker (siehe auch Kapitel 4.1).



Im rechten Foto sind Risse an einer Fassade erfasst, die genauer geprüft werden sollten. Sind die Risse statisch relevant, ist ein Abriss des Gebäudes in der Regel die wirtschaftlich einzig sinnvolle Variante.



5.2.5 Messung von Radioaktivität und elektrischen Feldern

Ggf. sind Messungen von radioaktiven Stoffen, wie z. B. in Fliesen oder Granit sinnvoll. Für bestimmte Bereiche ist auch die Überprüfung von elektrischen Feldern erforderlich. Hierzu gibt es einfach zu bedienende Messgeräte.



5.2.6 Schadstoff-Raumluftmessung

Schadstoffmessungen sind je nach Fragestellung sehr unterschiedlich. Grob unterschieden wird in Raumluft-, Material- und Staubmessung. Auf den oberen Bildern ist ein Mess-equipment zur Erfassung von Luftschadstoffen abgebildet.



Die Messeinrichtung besteht aus einer Pumpe, die eine bestimmte Menge Luft in einer bestimmten Zeit saugt, einem exakten Luftmengenmesser sowie verschiedenen Messmedien.



Die Bilder zeigen das gesamte Equipment einer Raumluftmessung hinsichtlich Asbest und künstlichen Mineralfasern.



Diese Abbildung zeigt den Saugkopf mit einem Goldfilter, in dem sich die Fasern ablagern und dann im Labor untersucht und bestimmt werden. Die Membranpumpe saugt eine bestimmte Menge Luft in einer bestimmten Zeiteinheit.



Dieses Bild zeigt den Timer, ...



...dieses einen Gasmengen-
zähler, mit dem die Saugmenge
kontrolliert wird.



Hier ist ein anderer Raumluft-
sammelkopf dargestellt, der
mit einem gereinigten Spezial-
schaum bestückt ist. Damit
werden z.B. flüchtige Holz-
schutzmittel erfasst und später
in einem Labor untersucht und
ausgewertet.



Mit dieser Handpumpe können über spezielle Prüfröhrchen verschiedene Gase gemessen werden.



Eine Raumluftmessung auf Schimmelpilze erfolgt wiederum mit anderen Sammelköpfen und Medien.



Die Luft wird über einen – vorher mit Alkohol gereinigten – Filter geleitet. Die lufttragenden Partikel bleiben auf dem Nährmedium der Petrischale, die unter dem Filter in dem Sammelkopf sitzt, kleben. Nach der Messung werden die Nährmedien in ein Labor geschickt und dort angezchtet. Es werden – je nach Fragestellung – unterschiedliche Nährmedien eingesetzt.



Staub-Luftmessungen können über adhäsiv beschichtete Objektträger und Schlitzimpaktoren erfolgen. Der Staub bleibt auf dem Objektträger kleben und wird mikroskopisch untersucht.



5.2.7 Wasseruntersuchungen

Wasserproben zum Nachweis von Schwermetallen, Eisen, Legionellen u. a. werden von »zertifizierten Wasserprüfern« entnommen und in speziellen Laboren untersucht.

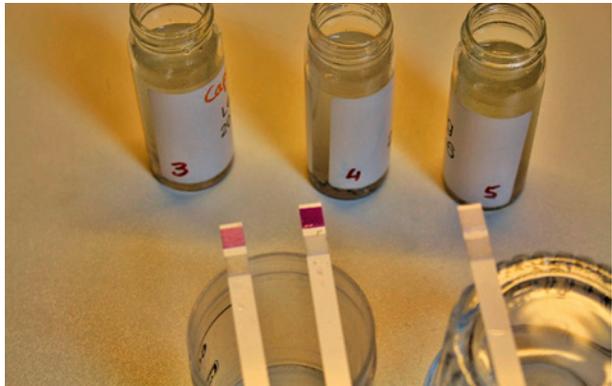
Aus den recht preiswerten Untersuchungen können schnell und zuverlässig Informationen über das Trinkwasser-Leitungsnetz gesammelt und ausgewertet werden. Daraus ergibt sich dann, ob das Leitungsnetz so weiter genutzt werden kann, saniert oder ausgebaut werden muss.



Bei den Untersuchungen werden geeichte Messgeräte mit Kalibrierzertifikat eingesetzt.

5.2.8 Materialuntersuchungen

Bei einer Materialuntersuchung wird das zu untersuchende Material entnommen und labor-technisch untersucht.



Bei diesem Beispiel wird, zur Untersuchung auf Salze, ein Teil des Putzes entnommen. Das Material wird eingewogen, mit destilliertem Wasser in einem vorbestimmten Mengenverhältnis versetzt und dann halbquantitativ auf verschiedene Salze hin untersucht. Durch diese Untersuchung können Aussagen getroffen werden, woher die Feuchtigkeit aller Wahrscheinlichkeit nach kommt.

Untersuchung eines Bodenbelages auf Weißasbest (Chrysotil) sowie Untersuchung des Klebers auf PAK

Dazu werden Teile des Belages und des Klebers entnommen und im Labor untersucht.



Untersuchung einer Fassade auf Asbest sowie künstliche Mineralfasern (KMF)



Untersuchung eines Bodenbelages, des Untergrundes und des Hohlraumes unter der Tragschicht in einer Schule auf Asbest, PAK, Schimmelpilze, Bakterien, KMF, holzerstörende Pilze und Insekten, etc.

Das Objekt musste abgerissen werden.



Materialuntersuchungen sind in der Regel immer zerstörend und damit letztendlich kostenintensiv.

Nach den jeweiligen Untersuchungen und Bewertungen der Materialien, von Staub oder der Raumluft können dann in weiteren Schritten die möglichen Sanierungen aufgezeigt und wirtschaftlich bewertet werden. Ohne entsprechende Untersuchungen von Altbausubstanz sind Sanierungen oft fehler- und damit kostenintensiv.

6 Abrissverfahren

6.1 Grundsätzliche Probleme bei Abrissvorhaben

Sofern eine Sanierung eines Gebäudes technisch nicht mehr möglich oder wirtschaftlich nicht mehr vertretbar ist, bleibt letztlich nur noch der Abriss der Baulichkeiten, um das Grundstück einer neuen Nutzung zuzuführen.

Dabei ist zunächst zu berücksichtigen, dass auch der Abriss eines Gebäudes einer *bauaufsichtlichen Genehmigung* bedarf. Dies gilt vielfach auch schon für Teilabriss im Außen- oder Innenbereich und insbesondere immer dann, wenn statisch tragende oder brandschutztechnisch relevante Bauteile entfernt werden sollen. Daher sind entsprechende Gespräche zur Klärung des Sachverhalts mit der zuständigen Baubehörde rechtzeitig vorher ratsam.

Da durch die Abbruchmaßnahmen eine Gefährdung der dort tätigen Arbeiter zu erwarten ist, sind entsprechende *Sicherungsmaßnahmen* im Vorfeld zu planen und während der Abbruchmaßnahme zu koordinieren und zu überwachen. Die geplanten Sicherheits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen sind mit einem hierfür einzuschaltenden *Sicherheits- und Gesundheitsschutzkoordinator (SiGeKo)* abzustimmen.

Gleichermaßen sind Maßnahmen zum Schutz der Umgebung und der Anwohner vorzusehen. Gerade bei *Betonbauten* kann der Abbruch ein Prozess von Monaten, verbunden mit viel Lärm- und Staubentwicklung, sein.

Aber nicht nur Umgebung und Anwohner sind bei einer Abrissmaßnahme zu berücksichtigen. Unter Dachüberständen und auf Vorsprüngen der Fassaden leben, häufig unbemerkt, eine Vielfalt meist geschützter *Tierarten*. Mensch und Gebäude haben Naturraum verdrängt. Diese Bauwerke werden von Vögeln und anderen Tieren, wie Insekten, Fledermäusen und Kleinsäugetern als Ersatz für natürliche Felswände oder Baumhöhlen genutzt und dienen dabei als Brutstätte, zur Aufzucht der Jungen, als Schlafplatz oder zur Überwinterung.

Auch ist auf den *Baumbestand* Rücksicht zu nehmen und daher zu klären, welcher Baumbestand verbleiben soll bzw. weichen muss. Die diesbezüglich jeweils gültigen Vorschriften sind in den Baumschutzsatzungen der Gemeinden festgelegt. Vor der Entfernung einzelner Bäume bedarf es somit einer entsprechenden Klärung mit dem Bauamt. Die Baumschutzsatzungen sind regional sehr unterschiedlich. Meist wird der Stammumfang in 1 Meter Höhe als Bezugsmaß angenommen. Die Satzungen können bestimmen, ab welchem Umfang (von 10 cm bis 100 cm kann das variieren) der Baum schützenswert ist. Dabei werden oftmals Unterschiede zwischen Laub-, Nadel- und Obstbäumen gemacht. In der Regel ist es aber

der Fall, dass auch geschützte Bäume im Rahmen einer Neubebauung eines Grundstücks nicht im Wege stehen sollen. Baurecht geht dabei vor dem Baumschutz. Die zuständigen Ämter vergeben diese Genehmigungen meist nur dann, wenn für die gefälltten Bäume Ersatz- oder Neuanpflanzungen vorgenommen werden sollen. Im Rahmen eines Antrags einer Fällgenehmigung ist es meist erforderlich, dem zuständigen Amt einen Lageplan mit den auf dem Grundstück befindlichen Bäumen vorzulegen, aus dem zu ersehen ist, welche Bäume verbleiben und welche gefällt werden sollen.

Letztlich ist zu bedenken, dass durch Abrissmaßnahmen die benachbarte Bausubstanz geschädigt werden kann. Meist sind Risse die Folgen solcher Maßnahmen und der Nachbar wird entsprechende Regressansprüche geltend machen. Um sicherzustellen, dass wirklich nur die Schäden ausgeglichen werden, die durch den Abriss verursacht wurden, ist es ratsam, vor Beginn der Abrissmaßnahmen eine Beweissicherung durch einen neutralen Sachverständigen fertigen zu lassen. Dabei werden angrenzende Gebäudeteile von innen und außen auf Vorschäden untersucht und in einem Gutachten dokumentiert. Das Gutachten sollte vor Beginn der Abrissarbeiten Bauherrn und Nachbarn vorliegen. Werden nach Abschluss der Arbeiten neue Schäden reklamiert, so lässt es sich anhand des Gutachtens leicht klären, ob die Schäden wirklich neu sind oder bereits vor Beginn der Arbeiten bestanden. Unnötigen Nachbarschaftsstreitigkeiten wird so im Vorfeld vorgebeugt.

6.2 Gesetzliche Grundlagen

Bei der Planung von Abrissmaßnahmen sind eine Vielzahl von Vorschriften zu beachten, auf die hier näher eingegangen werden soll.

»Abfallwirtschaft – Worum geht es?

Abfall vermeiden – verwerten – beseitigen: Nach diesem Grundsatz, der sogenannten Abfallhierarchie, wird heute in Deutschland mit Abfällen verfahren. Während es früher schlicht darum ging, Abfälle zu beseitigen, hat man inzwischen erkannt, dass Abfälle wertvolle Rohstoffe sind, die effektiv genutzt werden können, um natürliche Ressourcen zu schonen. Abfall vermeiden heißt, weniger Rohstoffe zu verbrauchen und Umweltbelastungen zu verringern. Abfall verwerten bedeutet, dass Rohstoffe und Energie in den Wirtschaftskreislauf zurückgeführt werden. Die deutsche Abfallwirtschaft als bedeutender Wirtschaftszweig stellt hochwertige Technologien zur Verfügung, um Abfall als Ressource effizient zu nutzen und verbleibende Restabfälle umweltverträglich zu beseitigen.

Ziele:

Bis zum Jahr 2020 soll eine hochwertige und weitestgehende Verwertung zumindest der Siedlungsabfälle erreicht werden. Die klimaschädliche Deponierung von Abfällen soll damit überflüssig gemacht werden.

Die Abfallwirtschaft soll in den nächsten Jahren auf europäischer und internationaler Ebene weiter ausgebaut werden in Richtung auf Ressourcen- und Klimaschutz, etwa durch die Minimierung klimaschädlicher Methan- und CO₂-Emissionen sowie durch die Substitution fossiler

Energieträger. Deutschland trägt hierzu mit Know-how und innovativer Technik bei.« [Aus BMU: Kurzinfor Abfallwirtschaft]

6.2.1 Technische Anleitung Siedlungsabfall, TASI

Ziele dieser Technischen Anleitung sind:

- nicht vermiedene Abfälle soweit wie möglich zu verwerten
- den Schadstoffgehalt der Abfälle so gering wie möglich zu halten
- eine umweltverträgliche Behandlung und Ablagerung der nichtverwertbaren Abfälle sicherzustellen.

Dabei ist die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten. Die Ablagerung soll so erfolgen, dass die Entsorgungsprobleme von heute nicht auf künftige Generationen verlagert werden.

Anwendungsbereich

Diese Technische Anleitung enthält Anforderungen an die Verwertung, Behandlung und sonstige Entsorgung von Siedlungsabfällen nach dem Stand der Technik sowie damit zusammenhängende Regelungen, die erforderlich sind, damit das Wohl der Allgemeinheit nicht beeinträchtigt wird.

Für produktionsspezifische und besonders überwachungsbedürftige Abfälle, die gemeinsam mit Siedlungsabfällen oder wie diese entsorgt werden können, findet diese Technische Anleitung entsprechende Anwendung.

6.2.2 Abfallablagerungsverordnung (AbfAbLV)

Die Verordnung trat am 1. März 2001 in Kraft. Mit dieser Artikel-Verordnung wurde die Deponierung von unbehandelten Abfällen aus Haushalten und Gewerbe ab dem 1. Juni 2005 verboten. Am 1. Februar 2007 wurde die Abfallablagerungsverordnung hinsichtlich der Annahmekriterien für Abfälle geändert. Das Verbot der Ablagerung unbehandelter Abfälle blieb erhalten. Am 16. Juli 2009 trat die Verordnung zur Vereinfachung des Deponierechts in Kraft. Mit der Verordnung werden die Anforderungen der Deponieverordnung, der Abfallablagerungsverordnung sowie der Deponieverwertungsverordnung in einem Regelwerk zusammengeführt. Die Regelungen der Abfallablagerungsverordnung wurden dabei inhaltsgleich übernommen. Damit wird der in der Bundesrepublik Deutschland in den letzten beiden Jahrzehnten erreichte Stand der Deponietechnik nicht nur beibehalten. Vielmehr werden seiner Entwicklung neue Impulse gegeben. Zum Zeitpunkt des Neuerlasses wurden die Abfallablagerungsverordnung sowie die Deponieverwertungsverordnung aufgehoben. Gleiches gilt für die TA Siedlungsabfall, die TA Abfall sowie die allgemeine Abfallverwaltungsvorschrift über Anforderungen zum Schutz des Grundwassers bei der Lagerung und Ablagerung von Abfällen.

6.2.3 Europäisches Chemikaliengesetz (REACH)

REACH steht für Registration, Evaluation, Authorisation of Chemicals, auf deutsch: Registrierung, Bewertung und Zulassung von Chemikalien. Die Verordnung ist am 1. Juni 2007 in Kraft getreten.

Grund für die Verordnung ist u. a., dass man über die etwa 100 000 Stoffe, die bis 1981 auf den Markt gekommen sind, nur wenige Informationen hat. Das soll durch REACH geändert werden. Nach REACH dürfen nur noch chemische Stoffe in Verkehr gebracht werden, bei denen ausreichende Informationen zu den Stoffeigenschaften (physikalische Eigenschaften, Giftigkeit, Verhalten in der Umwelt etc.) vorliegen. Hersteller und Importeure müssen die zur Bewertung notwendigen Daten sammeln und sie entlang der Wertschöpfungskette weitergeben. Von REACH werden alle chemischen Stoffe erfasst, die mindestens in einer Menge von 1 Tonne pro Jahr in der EU produziert oder in die EU importiert werden. Für den Baubereich gilt in erster Linie für den Handwerker, dass die empfohlenen Risikominderungsmaßnahmen angewandt werden, Informationen an Lieferanten und Kunden weitergeleitet werden (Informationspflicht) und ein Stoffsicherheitsbericht ausgearbeitet wird, soweit dieser notwendig ist.

6.3 Technische Abrissmethoden

6.3.1 Selektiver Gebäuderückbau

Der selektive Rückbau von Gebäuden beginnt vor dem eigentlichen Abbruch. Ein Planungsbüro dokumentiert bei einem Rundgang durch das Gebäude die gesamte Gebäudesubstanz in einem Bauelementekatalog. Gegebenenfalls sind Schadstoffmessungen erforderlich.

Auf dieser Grundlage wird der Abbruch- bzw. Demontageplan erstellt, anhand dessen das Gebäude rückgebaut und die Baustoffe selektiv entsorgt, weiter genutzt oder die sortenrein anfallenden Abfallstoffe weiter verwertet werden sollen. Dies ist ein Gebot aus wirtschaftlichen Gründen, denn die Entsorgung sortenreiner Bauabfälle ist preiswerter.

Die Preisdifferenz zwischen den Entsorgungskosten für reinen mineralischen Bauschutt und für gemischte Bau- und Abbruchabfälle beträgt je nach Region rund 60 bis 120 Euro pro Tonne, teilweise liegt sie noch deutlich höher. Diese Entsorgungskosten – vor allem für schadstoffhaltige Bauabfälle – werden in den nächsten Jahren aller Wahrscheinlichkeit nach deutlich steigen.

Nachfolgend ist eine Modellrechnung für den Rückbau eines Einfamilien-Musterhauses (ohne Schadstoffe, die gesondert entsorgt (und bezahlt) werden müssen) aufgeführt. Die Kosten wurden hochgerechnet aus Abbruchkosten von 2000 für das Jahr 2011.

Kostenvergleich zwischen

- selektivem Rückbau
- konventionellem Abbruch.

Die betrachteten zugehörigen Entsorgungsvarianten sind:

- Verwertung / Beseitigung sortenrein getrennter Materialien
- Entsorgung als Bauschutt mit 20 Prozent Fremdanteil.

Kosten in Euro (Zirka-Angaben)	selektiver Rückbau	konventioneller Abbruch
selektiver Rückbau inkl. Demontage der mineralischen Substanz	50 000	
konventioneller Abbruch		40 000
Verwertung / Beseitigung sortenreiner Abfälle	20 000	
Entsorgung als Bauschutt mit 20% Fremdanteil		60 000
Gesamtkosten	70 000	100 000

Entkernung

Bei der Entkernung wird lediglich der innere Bereich eines Gebäudes abgerissen. Die Fassade bleibt stehen. Hier spielen oftmals Aspekte des Denkmalschutzes eine Rolle oder die Fassaden sind allgemein schützenswert. Der innere Bereich ist aber meist, was die Bausubstanz, die Grundrissituation, die Geschosshöhen usw. betrifft, nicht mehr zeitgemäß.

Kernsanierung

Bei einer Kernsanierung wird das Bestandsgebäude bis auf seine eigentliche Tragkonstruktion zurückgebaut. Fundamente, tragende Wände und Stützen sowie die Geschosdecken verbleiben (zumindest weitgehend). Der gesamte Ausbau und die Gebäudetechnik werden zeitgemäß und nach heutigen Ansprüchen erneuert. Weitere Erneuerungsmaßnahmen an der Fassade und am Dach werden dabei ebenfalls regelmäßig vorgenommen.

Die Abbildung zeigt eine typische Situation auf einer Abrissbaustelle.



Abriss metallischer Bauteile



Zwischenlagerung der metallischen Bauteile



Zwischenlagerung von Holzbau- teilen



Zwischenlagerung von Bauteilen aus Beton



Diese Zwischenlagerung ist nicht sachgerecht.



Abriss der Fassadenplatten aus Naturstein



Zwischenlagerung der Natursteinplatten



6.4 Entsorgung des Bauschutts

6.4.1 Abfall, Entsorgung, Deponierung, Weiterbehandlung

Im deutschen Baugewerbe (Hoch- und Tiefbau) werden jährlich etwa 100 Mrd. Tonnen Material eingesetzt und 202 Mio. Tonnen Bau- und Abbruchabfälle entsorgt (etwa 52 % des bundesdeutschen Gesamtabfallaufkommens).

Etwa ein Drittel des gesamten Endenergiebedarfs von Deutschland wird in den Gebäuden für Heizung und Warmwasser verbraucht [Quelle: BMWi].

Unter anderem wegen des hohen Energiebedarfs älterer Gebäude werden diese energetisch ertüchtigt oder abgerissen. Beides führt letztendlich zu erhöhten Abbruch- und Bauabfällen, heute und dann, wenn die relativ dicken Dämmungen wieder abgebaut werden.

Dies widerspricht aber zuerst einmal dem Ziel der Nachhaltigkeit. Die Baustoffe von heute sind nämlich die Bauabfälle von morgen. Damit in Zukunft möglichst wenige und gut verwertbare Bauabfälle entstehen, müssen heute Baustoffe verwendet werden, die langlebig, demontierbar, schadstoffarm, wiederverwendbar, stofflich oder energetisch verwertbar sind und deren gesamter Lebenszyklus sich durch einen geringen Verbrauch an Rohstoffen auszeichnet.

Das Ziel einer Beseitigung von Siedlungsabfällen im Sinne der Ablagerung von Abfällen auf Deponien soll bis zum Jahr 2020 zugunsten einer Abfallbehandlung aufgegeben werden.

Dabei soll eine möglichst vollständige Nutzung der in den Abfällen vorhandenen Wertstoffe und Energien sichergestellt werden.

Grund dafür ist, dass ggf. wertvolle Stoffe sowie nutzbare Energie nicht weiter genutzt werden und dass die Abfallbeseitigung auf Deponien Risiken schafft, die eine Belastung für künftige Generationen darstellt. So ist das Langzeitverhalten von abgelagerten Abfällen trotz langjähriger deponietechnischer Erfahrungen nur unzureichend prognostizierbar.

Damit ist die Deponierung von Abfällen nicht mit einer gewünschten bzw. erforderlichen Nachhaltigkeit und einer gewissen Gewährleistung einer halbwegs sicheren Umwelt für die nachkommenden Generationen vereinbar. Zudem kann die Reduzierung oder besser die Schließung von Deponien einen hohen Beitrag zum Klimaschutz leisten. Von deponierten biogenen Abfällen, die durchaus auch in Baustoffen zu finden sind, gehen aufgrund der biologischen und chemischen Reaktionen in den Deponien klimaschädliche Emissionen (Kohlendioxid, Methangas) aus, die zum Treibhauseffekt beitragen.

Nach Angaben des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) waren Deponien bisher für etwa 25 % der Gesamtemissionen an Methan für Deutschland verantwortlich. Im Jahr 1990 sind 1,5 Mio. Tonnen Methan aus Deponien freigesetzt worden, wohingegen es im Jahr 2004 nur noch 0,5 Mio. Tonnen waren.

Seit dem 1. Juni 2005 ist die Vorbehandlung von Siedlungsabfällen vor ihrer Ablagerung nach Maßgabe der Abfallablagerungsverordnung (AbfAblV) geboten. Mittels einer vollständigen Restabfallbehandlung bis 2020 und einer damit einhergehenden Schließung der Mülldeponien können die klimaschädlichen Emissionen aus dieser Quelle weiter vermindert werden.

Die Bedeutung für den Baubereich und die Entscheidung »Abriss oder Erhalten« liegt letztendlich in den für die Zukunft zu erwartenden Kosten von Ausbau- und Abbruchmaterial. Es ist voraussehbar, dass die Entsorgungskosten steigen werden.

CO₂ (Kohlendioxid)

Gefahrstoffkennzeichnung:

k. A.

maximale Grenzwerte:

9 100 mg / m³, in Innenräumen < 3 000 ppm

Vorkommen:

ubiquitär (allgegenwärtig)

Methan

Gefahrstoffkennzeichnung:

hoch entzündlich

maximale Grenzwerte:

k. A.

Vorkommen:

ubiquitär (allgegenwärtig)

wird als klimaschädliches Gas angesehen

6.4.2 Schadstoffe aus Baustoffen

Die im Abfall gebundenen Schadstoffe müssen im Rahmen der Abfallbehandlung zusammengeführt und soweit wie möglich aus der Umwelt und dem Stoffkreislauf ausgeschleust oder zerstört werden. Dies ist seit dem 1. Juni 2005 in der Abfallablagerungsverordnung sowie der Technischen Anleitung Siedlungsabfall geregelt.

Gefährliche Abfälle unterliegen dem obligatorischen Nachweisverfahren (Entsorgungsnachweis, Begleitschein).

Die Verantwortung tragen Bauherren, Bauleiter und Architekten/Ingenieure. Die abfallwirtschaftlichen Belange sind nach den jeweils gültigen Regelungen der VOB Teil C, DIN 18299 sowie den besonderen Regeln der Abfallverwertung und Entsorgung umzusetzen. Bauunternehmer sind zur ordnungsgemäßen Entsorgung verpflichtet (KrW-/AbfG).

6.4.3 Gefährliche Bau- und Abbruchabfälle

Abfallschlüssel*	Abfallarten
17 01 06	Gemische oder getrennte Fraktionen von Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik, die gefährliche Stoffe enthalten
17 02 04	Glas, Kunststoff und Holz, die gefährliche Stoffe enthalten oder durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
17 03 01	kohlenteerhaltige Bitumengemische
17 03 03	Kohlenteer und teerhaltige Produkte
17 04 09	Metallabfälle, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind
17 04 10	Kabel, die Öl, Kohlenteer oder andere gefährliche Stoffe enthalten
17 05 03	Boden und Steine, die gefährliche Stoffe enthalten
17 06 01	Dämmmaterial, das Asbest enthält
17 06 03	anderes Dämmmaterial, das aus gefährlichen Stoffen besteht oder solche Stoffe enthält (z. B. Mineral-, Glas- oder Steinwolle)
17 06 05	asbesthaltige Baustoffe
17 08 01	Baustoffe auf Gipsbasis, die durch gefährliche Stoffe verunreinigt sind (auch anhaftend, wie z. B. Beschichtungen, etc.)
17 09 01	Bau- und Abbruchabfälle, die Quecksilber enthalten
17 09 02	Bau- und Abbruchabfälle, die PCB enthalten
17 09 03	sonstige Bau- und Abbruchabfälle (einschl. gemischter Abfälle), die gefährliche Stoffe enthalten, auch Brandschutt
16 02 12	gebrauchte Geräte, die freies Asbest enthalten, z. B. Nachtspeicheröfen, Feuerschutztüren, Brandschutzschnüre, usw.
20 01 21	Leuchtstoffröhren und andere quecksilberhaltige Abfälle (auch die neuen Energiesparlampen!)
	Öltanks oder andere Anlagen zum Umgang mit Wasser gefährdenden Stoffen sind vor der Stilllegung oder/und Entsorgung von einem geeigneten Fachbetrieb zu reinigen und ggf. von einem Sachverständigen prüfen zu lassen.
* Im Abfallverzeichnis aufgelistete Abfallarten	

PVC-haltige Produkte werden derzeit noch nicht in die gefährlichen Bau- und Abbruchabfälle einsortiert. Dies wird in Zukunft auf europäischer Ebene geregelt werden.

Sinnvoll ist es jedoch wegen der noch ungeklärten Problematik, PVC-haltige Stoffe ebenfalls möglichst sortenrein zu sammeln und zu entsorgen.

PVC (Polyvinylchlorid)

Gefahrstoffkennzeichnung:

k. A.

für die Weichmacher und Stabilisatoren liegen z.T. Gefahrstoffkennzeichnungen vor

maximale Grenzwerte:

k. A.

für die Weichmacher und Stabilisatoren sind z.T. Grenzwerte festgelegt

Vorkommen:

in Bodenbelägen, Fenstern, Kabeln, vielen Baustoffen, Schallplatten, ...

Einsatzzeit:

in Baustoffen ab 1930 (BASF) bzw. 1935 (IG Farben), anfänglich in Folien und Rohren

6.4.4 Altholzverordnung

- Holz muss thermisch verwertet werden und darf seit Inkrafttreten der Altholzverordnung (1.3.2003) nicht mehr deponiert werden.
- Die allermeisten mit Holzschutzmitteln oder/und Anstrichen behandelten Althölzer sind aufgrund der Herkunft oder der Optik leicht zu erkennen und können entsprechend sortiert werden.
- Bei PCP-(Pentachlorphenol-)haltigem Holz ist dies nicht möglich, da PCP geruchlos und – wenn nicht eingefärbt – am verbauten Holz nicht sichtbar ist.
- PCP-behandeltes Holz kann daher wie unbehandeltes Holz aussehen.
- Meist ist PCP (und Lindan) in Dachstühlen verwendet worden, die in den 1950er Jahren bis Ende 1989 errichtet und ggf. nachträglich imprägniert wurden.

PCP (Pentachlorphenol)

Gefahrstoffkennzeichnung:

sehr giftig
krebserzeugend

maximale Grenzwerte:

wird für krebserzeugende Stoffe nicht angegeben (»0-Toleranz«)

Vorkommen:

Holzschutzmittel (meist zusammen mit Lindan)

Einsatzzeit:

seit etwa Mitte der 50er Jahre bis 1989 (Verbot)

- Dieses Altholz wird in die höchste Altholz-Schadstoffkategorie A4 eingestuft und darf nur in entsprechend genehmigten Anlagen gemäß 17. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) mit einer Wärmeleistung von mindestens einem Megawatt verbrannt werden.
- Welches Holz in welche Kategorie fällt, ist aus dem Anhang der Altholzverordnung ersichtlich (gekürzt auf den Baubereich).

Lindan

Gefahrstoffkennzeichnung:

giftig
umweltgefährlich

maximale Grenzwerte:

0,1 mg/m³

Vorkommen:

Holzschutzmittel (meist zusammen mit PCP)

Einsatzzeit:

seit 1942 bis etwa 2006, außerhalb Deutschlands noch im Einsatz

Gängige Altholzsortimente		Zuordnung im Regelfall	Abfallschlüssel
Baustellen-sortimente	naturbelassenes Vollholz	A I	17 02 01
	Holzwerkstoffe, Schalhälzer, behandeltes Vollholz (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
Altholz aus dem Abbruch und Rückbau	Dielen, Fehlböden, Bretterschalungen aus dem Innenausbau (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
	Türblätter und Zargen von Innentüren (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
	Profilblätter für die Raumausstattung, Deckenpaneele, Zierbalken usw. (ohne schädliche Verunreinigungen)	A II	17 02 01
	Dämm- und Schallschutzplatten, die mit Mitteln behandelt wurden, die polychlorierte Biphenyle enthalten	Beseitigung	17 06 03
	Bauspanplatten	A II	17 02 01
	Konstruktionshölzer für tragende Teile	A IV	17 02 04
	Holzfachwerk und Dachsparren	A IV	17 02 04
	Fenster, Fensterstöcke, Außentüren	A IV	17 02 04
imprägnierte Bauhölzer aus dem Außenbereich	A IV	17 02 04	
Bau- und Abbruchholz mit schädlichen Verunreinigungen		A IV	17 02 04

6.4.5 Weitere problematische Abfälle

6.4.5.1 Polyurethan

Die stoffliche Verwertung von Polyurethan ist schwierig, da diese Kunststoffe nicht eingeschmolzen werden können. Eine Rückführung von alten PU-Schaumstoffen in neue Schaumstoffe ist mit einem relativ großen Aufwand verbunden. Ein werkstoffliches Recycling von Polyurethanen (PUR) aus Bau- und Abbruchabfällen findet daher derzeit nicht statt.

Energetische Verwertung

Aufgrund des Stickstoffgehalts von PUR entsteht ein großer Anteil von Stickoxiden, die mittels aufwändiger Entstickungsverfahren (Katalysatoren) aus den Rauchgasen von Verbrennungsanlagen entfernt werden müssen. Wegen der enthaltenen Flammschutzmittel erzeugt die Verbrennung der Polyurethan-Kunststoffe halogenhaltige Rückstände, die deponiert werden müssen.

Beseitigung/Verhalten auf der Deponie

Gemäß der TASI dürfen Abfälle aus Polyurethan nicht mehr abgelagert werden. Additive können vermutlich über längere Zeit aus dem Kunststoff herausgelöst werden und tragen zu einer Belastung des Bodens bzw. der Deponie-Abwässer bei. Allerdings sind keine Daten über das längerfristige Verhalten von PUR in Deponien verfügbar.

Abfälle, die Polyurethanharze z. B. als Beschichtung oder Klebstoff enthalten und nicht verwertet werden können, müssen ggf. vor einer Ablagerung zur Reduzierung des organischen Anteils thermisch behandelt werden.

Polyurethan (PU)

Gefahrstoffkennzeichnung:

k. A.

Wenn Polyurethane ausreagiert sind, besitzen sie in der Regel keine gesundheitsschädlichen Eigenschaften.

maximale Grenzwerte:

k. A.

Vorkommen:

Dämmstoffe, Schäume

Einsatzzeit:

seit 1940

6.4.5.2 Polyethylen

z. B. in Abwasserrohren, Abdichtungsbahnen, Bodenbelägen etc.

Stoffliche Verwertung

Bei den meisten Materialien ist eine stoffliche oder energetische Verwertung möglich. Bei der stofflichen Verwertung, bei der die chemische Struktur des Kunststoffes erhalten bleibt, kann durch Substitution wesentlich mehr Energie eingespart werden, als wenn der Kunststoff verbrannt wird.

Generell ist die stoffliche Verwertung von PE durch Einschmelzen und Umschmelzen in neue Formen möglich, es entsteht jedoch ein minderwertiges Material.

Energetische Verwertung

Aufgrund des Aufbaus ausschließlich aus Kohlenstoff und Wasserstoff besitzen Produkte aus Polyethylen einen hohen Heizwert. Sie sollten daher in Verbrennungsanlagen mit hohem Energienutzungsgrad energetisch verwertet werden. Setzt man eine Verbrennung in modernen Anlagen voraus, ist mit keiner signifikanten Luftbelastung zu rechnen. Wegen eventuell vorhandener Flammschutzmittel kann die Verbrennung der PE-Kunststoffe halogenhaltige Rückstände erzeugen, die deponiert werden müssen.

Beseitigung/Verhalten auf der Deponie

- Abfälle aus PE müssen gem. TASI energetisch verwertet werden.

Polyethylen (PE)

Gefahrstoffkennzeichnung:
k. A.

maximale Grenzwerte:
k. A.

Vorkommen:
Folien, Rohre, Dichtungen,
Dämmungen, Bodenbeläge

Einsatzzeit:
seit 1940

6.4.5.3 Polystyrol und PVC

in Dämmungen, Kabeln, Bodenbelägen, Fenstern, Tapeten etc.

Stoffliche Verwertung

Die stoffliche Verwertung von Polystyrol und PVC durch Einschmelzen/Umschmelzen ist technisch möglich. Polystyrol- und PVC Produkte sind dafür grundsätzlich gut geeignet. Demgegenüber steht jedoch der Aufwand für die Sammlung und Rückführung und der damit verbundenen Logistik.

Polystyrol (PS)

Gefahrstoffkennzeichnung:
k. A.

maximale Grenzwerte:
k. A.

Vorkommen:
in Dämmstoffen

Einsatzzeit:
ab ca. 1950

Ausgangsbasis Styrol ist gesundheitsschädlich, daher sollten die eingesetzten Produkte ausreagiert haben.
Zusatzstoffe können problematisch sein.

Energetische Verwertung

Aufgrund des chemischen Aufbaus besitzen Produkte aus Polystyrol, weniger solche aus PVC, einen hohen Heizwert. Sie sollten daher in Verbrennungsanlagen mit hohem Energienutzungsgrad energetisch verwertet werden. Setzt man eine Verbrennung in Hochöfen oder speziellen Verbrennungsanlagen voraus, ist mit keiner signifikanten Luftbelastung zu rechnen. Wegen eventuell vorhandener Flammenschutzmittel kann die Verbrennung der PE-Kunststoffe halogenhaltige Rückstände erzeugen, die deponiert werden müssen. Bei der Verbrennung von PVC entstehen wegen des hohen Chloranteils Salze, die ggf. bei fehlender Rückhaltung in das Abwasser gelangen können.

Beseitigung/Verhalten auf der Deponie

- Abfälle aus PE müssen gem. TASI energetisch verwertet werden.
- Abfälle aus PVC dürfen nicht abgelagert werden.

6.4.5.4 Künstliche Mineralfasern (KMF)

Stoffliche Verwertung

Eine stoffliche Verwertung findet derzeit nicht statt.

Energetische Verwertung

Eine energetische Verwertung ist nicht möglich.

Beseitigung/Verhalten auf der Deponie

- für Produkte bis 5/2000: besonders überwachungsbedürftige Abfälle, seit 6/2000 deponierbar
- bei anteiligem Brandschutt: Deponierung nur im Einzelfall zulässig.

PVC (Polyvinylchlorid)

Gefahrstoffkennzeichnung:

k. A.

für die Weichmacher und Stabilisatoren liegen z.T. Gefahrstoffkennzeichnungen vor

maximale Grenzwerte:

k. A.

für die Weichmacher und Stabilisatoren sind z.T. Grenzwerte festgelegt

Vorkommen:

in Bodenbelägen, Fenstern, Kabeln, vielen Baustoffen, Schallplatten, ...

Einsatzzeit:

in Baustoffen ab 1930 (BASF) bzw. 1935 (IG Farben), anfänglich in Folien und Rohren

Mineral-/Steinwolle (KMF)

Gefahrstoffkennzeichnung:

a) krebserregend (bis 5/2000)

b) k. A. (ab 6/2000)

maximale Grenzwerte:

a) wird für krebserzeugende Stoffe nicht angegeben («0-Toleranz»)

b) 3 mg/m³

Vorkommen:

in Dämmstoffen

Einsatzzeit:

ab 1931

6.4.5.5 Dachpappen mit Teeranteilen

Stoffliche Verwertung

Eine stoffliche Verwertung ist nicht möglich.

Energetische Verwertung

Eine energetische Verwertung ist nicht möglich.

Beseitigung/Verhalten auf der Deponie
besonders überwachungsbedürftige Abfälle, wenn der PAK-Anteil größer als 100 mg/kg ist.

Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Gefahrstoffkennzeichnung:
giftig, krebserzeugend

maximale Grenzwerte:
je nach Inhaltsstoffen von 50 mg/m³ (Naphtalin) bis 0 mg/m³ für krebserzeugende Stoffe

Vorkommen:
in teerhaltigen Produkten (Bodenbeläge, Parkettkleber, Abdichtungen, etc.)

Einsatzzeit:
ab ca. 1850 bis 1989 (Verbot)

6.4.5.6 Sonstige Stoffe

PCB-haltige Materialien, Asbest- oder PAK-haltige Stoffe müssen getrennt erfasst und entsprechend der Belastung in dafür zugelassenen Anlagen entsorgt werden.

Asbest

Gefahrstoffkennzeichnung:
giftig, kann Krebs erzeugen

maximale Grenzwerte:
wird für krebserzeugende Stoffe nicht angegeben (»0-Toleranz«)

Vorkommen:
Brand- Wärme- und Schallschutzdämmstoffe, Fassaden, Putze, Bodenbeläge, Zementbaustoffe, ...

Einsatzzeit:
in Baustoffen ab 1920 bis 1993 (Verbot)

Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Gefahrstoffkennzeichnung:
gesundheitsschädlich, steht im Verdacht Krebs erzeugen zu können, umweltgefährlich

maximale Grenzwerte:
je nach Chloranteil von 0,7 bis 1,1 mg/m³

Vorkommen:
Transformatoren, Kondensatoren, Hydraulikanlagen, Lacke, Dichtungsmassen, Kunststoffe

Einsatzzeit:
ab 1929 bis 1989 (Verbot)

6.4.6 Nicht gefährliche Abbruchabfälle

Abfallschlüssel *	Abfallarten
17 01 01	Beton
17 01 02	Ziegel
17 01 03	Fliesen, Ziegel, Keramik
17 01 07	Gemische aus Beton, Ziegeln, Fliesen und Keramik mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 01 06 fallen
17 02 01	Altholz (die Entsorgung von Altholz ist durch die Altholzverordnung geregelt. Altholz ist an der Anfallstelle nach Herkunft und Sortiment oder nach Altholzkategorien getrennt zu halten, soweit dies für die Verwertung bzw. Beseitigung erforderlich ist.)
17 02 02	Glas
17 02 03	Kunststoffe (z. B. PUR)
17 04 07	gemischte Metalle (nicht getrennte Fraktionen)
17 04 11	Kabel ohne gefährliche Bestandteile mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 04 10 fallen
17 06 04	Asbest- und mineralwollfreie Dämmstoffe mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 06 01 bzw. 17 06 03 fallen
17 08 02	Baustoffe auf Gipsbasis, z. B. Gipskartonplatten, Gipsputze oder Gipsabfälle, mit Ausnahme derjenigen, die unter 17 08 01 fallen
20 03 01	Sperrmüll aus der Räumung von Abbruchgebäuden ist möglichst einer Verwertung zuzuführen
20 03 01	Restmüll ist getrennt zu erfassen und der öffentlich-rechtlichen Entsorgung zuzuführen
* Im Abfallverzeichnis aufgelistete Abfallarten	

6.4.7 Selektiver Gebäuderückbau

Modellrechnungen für die Sanierung vs. den Rückbau eines alten Objektes mit 900 m² Wohn-Nutzfläche und etwa 3 000 m³ umbauter Raum (ohne Schadstoffe, die gesondert entsorgt (und bezahlt) werden müssen). Die Kosten verstehen sich ohne »Entrümpelung«, also für ein leeres Objekt (siehe auch 6.2).

Sanierungskosten gem. Kostenschätzung (inkl. MwSt.):

- 760 000 € (Teilsanierung als Mindestforderung)
- 1 400 000 € (Vollsanierung einschl. energetischer Anpassung an die EnEV)

Nach der Sanierung ist die alte Gebäudestruktur noch vorhanden, der Schallschutz nicht eingehalten, der Brandschutz in Abstimmung mit einem Brandschutzgutachter würde eingehalten. Die Vermietungschancen sind standortabhängig; in vorliegendem Fall eher schwach (max. 6,50/m²). Die Ertragsmiete beträgt bei Vollvermietung maximal 70 200 € per anno (ca. 5 % der Investitionskosten). Bei einem Neubau sind Mieten von bis zu 9,00 € zu erzielen, eine Vollvermietung ist deutlich wahrscheinlicher.

Die Kosten für den Abbruch einschl. der Entsorgung belaufen sich bei einem selektiven Rückbau auf etwa 105 000,00 €, ein konventioneller Abbruch ist etwa 25 000,00 € teurer. Allerdings müssen zu den Kosten des selektiven Rückbaus noch die Abbruch-Planungskosten, wie oben beschrieben, addiert werden.

6.5 Kosten für Abrissverfahren

Die im Folgenden genannten Kosten sind geschätzte oder /und abgerechnete Kosten. Da die individuellen Kosten von der Größe des Objektes, Schadstoffbelastung, Zusammensetzung der Baustoffe und Bauteile, regionaler Situation und vielen weiteren Faktoren abhängen, können die Zahlen nur als überschlägige Anhaltswerte genutzt werden.

Die in den Tabellen hellblau hinterlegten Zahlen konnten mit freundlicher Genehmigung von Dipl.-Ing. Gotthard Grieseler (Grieseler GmbH Dortmund) verwendet werden. Bei diesen Zahlen handelt es sich um abgerechnete Abriss- bzw. Sanierungsobjekte. Die Kosten beziehen sich auf eine Primärsanierung. Eventuelle Sekundärsanierungskosten, wie z. B. bei PCB, sind vor Ort zu ermitteln.

Leistung*	Einheit	Einheitspreis	
		von	bis
<i>Abbruch eines kompletten Gebäudes ohne Vorsortierung</i> Komplett-Abbruch eines freistehenden Gebäudes, inkl. Keller und Fundamente, ohne Vorsortierung des Abbruchmaterials, inkl. Aufladen und Schuttbeseitigung ohne Deponiegebühren, ohne Entrümpelung	m ³	11,00 €	13,00 €
Schadstoffsanierung bei Abbruch eines Mehrfamilienhauses ohne Abbruch	m ²	18,00 €	25,00 €
Abbruch eines Mehrfamilienhauses ohne Schadstoffsanierung	m ²	55,00 €	70,00 €
<i>Abbruch eines kompletten Gebäudes mit Vorsortierung</i> Komplett-Abbruch eines freistehenden Gebäudes, inkl. Keller und Fundamente, mit Vorsortierung des Abbruchmaterials, inkl. Aufladen und Schuttbeseitigung ohne Deponiegebühren, ohne Entrümpelung	m ³	13,00 €	16,00 €
Abbrechen von Stahlbetonfundamenten	m ³	90,00 €	160,00 €
Abbrechen von Stahlbetondecken	m ³	130,00 €	240,00 €
Abbrechen von Mauerwerkswänden im Innen- und Außenbereich	m ³	20,00 €	40,00 €
Abbrechen von Stahlbetonstützen	m ³	30,00 €	45,00 €
Abbrechen von Stein-Außenfassaden	m ²	25,00 €	50,00 €
Abbrechen von Betontreppenanlagen im Außen- und Innenbereich	m ²	50,00 €	60,00 €
Abbrechen einer Flachdachabdichtung samt Wärmedämmung bis auf die Rohbetondecke	m ²	40,00 €	65,00 €
Abbrechen einer Dacheindeckung aus Tonpfanne oder Betondachsteinen	m ²	5,00 €	15,00 €
Abbrechen von Asbest-Fassadenplatten inkl. Entsorgung	m ²	10,00 €	20,00 €
* wenn nicht ausdrücklich beschrieben: ohne Entsorgung, ohne sortenreines Trennen			

Leistung*	Einheit	Einheitspreis	
		von	bis
Abbrechen von Asbestzementwellplatten inkl. Entsorgung	m ²	10,00 €	20,00 €
Ausbau und Entsorgen von PCB-haltigen Dehnfugen	lfm	10,00 €	15,00 €
Ausbau und Entsorgen von PCB-haltigen Dichtfugen	lfm	8,00 €	12,00 €
Abbrechen eines Dachstuhls in Holzkonstruktion	m ²	65,00 €	90,00 €
Entfernen und Entsorgen von PAK-haltigen Dachbahnen / Dachpappe (3-lagig)	m ²	20,00 €	35,00 €
Entfernen und Entsorgen von PAK-haltiger Korkdämmung	m ²	15,00 €	25,00 €
Abbrechen und Entsorgen von KMF-Dämmung im Dach / Spitzboden	m ²	10,00 €	15,00 €
Abbrechen von Fenstern	m ²	50,00 €	75,00 €
Abbrechen von Bodenbelägen (Teppiche)	m ²	3,00 €	8,00 €
Abbrechen von Bodenbelägen (PVC-Beläge)	m ²	4,00 €	15,00 €
Abbrechen von asbesthaltigen Flor-Flex-Platten inkl. Entsorgung	m ²	8,00 €	15,00 €
Abbrechen von asbesthaltigen Klebern inkl. Flor-Flex-Platten inkl. Entsorgung	m ²	30,00 €	70,00 €
Abbrechen und Entsorgen von Odenwaldplatten mit KMF	m ²	5,00 €	10,00 €
Entfernen und Entsorgen von PCB-haltigen Deckenplatten	m ²	15,00 €	35,00 €
Abbrechen von Bodenbelägen (Parkett)	m ²	8,00 €	25,00 €
Abbrechen von Bodenbelägen (Fertigparkett oder Laminat)	m ²	5,00 €	10,00 €
Abbrechen von Bodenbelägen (Fliesen)	m ²	8,00 €	20,00 €
Abbrechen von Estrichbelägen (Zementestriche)	m ²	8,00 €	25,00 €
Abbrechen und Entsorgen von Trittschalldämmung mit KMF	m ²	10,00 €	15,00 €
Entfernen und Entsorgen von PCB-haltigen Bodenanstrichen auf Beton	m ²	40,00 €	60,00 €
Abbrechen von Estrichbelägen (Asphaltestriche)	m ²	10,00 €	35,00 €
Abbrechen und Entsorgen von Gussasphaltplatten mit PAK	m ²	10,00 €	20,00 €
Entfernen und Entsorgen von PAK-haltigen Anstrichen im erdberührten Bereich	m ²	5,00 €	10,00 €
Entfernen und Entsorgen von PAK-haltigem Kleber	m ²	10,00 €	30,00 €
Abbrechen und Entsorgen von Leichtbauwänden in Metallständerkonstruktion (Preisspreizung wg. Dämmstoff)	m ²	7,00 €	25,00 €
Abbrechen und Entsorgen von Leichtbauwänden in Metallständerkonstruktion mit KMF	m ²	10,00 €	15,00 €
Ausbau und Entsorgung von asbesthaltigen Fensterbänken	Stück	20,00 €	40,00 €
Ausbau und Entsorgung von asbesthaltigen Revisionsklappen	Stück	10,00 €	40,00 €
Abbrechen und Entsorgen von Rohrleitungsdämmung mit KMF	lfm	10,00 €	20,00 €
Entfernen und Entsorgen von PCB-haltigen Anstrichen auf Mauerwerk	m ²	25,00 €	45,00 €
* wenn nicht ausdrücklich beschrieben: ohne Entsorgung, ohne sortenreines Trennen			

7 Gebäudewertermittlung: Minderwert, Merkantiler Minderwert

7.1 Verfahren und Regelwerke

Schon immer wurden Grundstücke verkauft und gekauft und stets stand dabei die Frage nach dem angemessenen und fairen Kaufpreis im Raum. Schon im Alten Testament heißt es dazu im 3. Buch Mose Kap. 25 Vers 14–17 folgendermaßen:

*Wenn du nun deinem Nächsten
etwas verkaufst oder ihm etwas abkaufst,
soll keiner seinen Bruder übervorteilen,

sondern nach der Zahl der Jahre
vom Erlassjahr an sollst du es von
ihm kaufen; danach, wieviel Jahre
noch Ertrag bringen, soll er dir's verkaufen.

Sind es noch viele Jahre, so darfst
du den Kaufpreis steigern; sind es
noch wenige Jahre, sollst du den
Kaufpreis verringern, denn die
Zahl der Ernten verkauft er dir.

So übervorteile nun keiner seinen
Nächsten.*

Diese gut 3000 Jahre alte Handlungsanweisung ist nach wie vor zeitgemäß und entspricht in seinem Kern dem heutigen Ertragswertverfahren, das nachstehend noch eingehend erläutert wird.

Erste echte Methodiken wurden zu Beginn der Industrialisierung entwickelt. Es wurden erstmals im großen Stil Schienenwege für Eisenbahnen und Straßen gebaut. Dadurch musste eine Vielzahl an Grundstücken enteignet und die Alteigentümer angemessen entschädigt werden. Die Klärung dieser Fragen lag in der Hand der Geodäten (Vermessungsingenieure). Sie hatten die Schienentrassen oder Straßen zu vermessen, in Kartenwerke aufzunehmen und letztlich auch deren Wert zu ermitteln. So ist die Wertermittlungslehre auch heute noch Bestandteil der Hochschulausbildung von Vermessungsingenieuren. Heute ist die Wertermittlungslehre interdisziplinär und wird dominiert von den Fachgebieten Betriebswirtschaft, Jura sowie Architektur- und Bauingenieurwesen.

Die Gewichtung erfolgt auch in der vorstehenden Reihenfolge. Demnach stehen betriebswirtschaftliche Aspekte einer Immobilie im Vordergrund, gefolgt von rechtlichen Fragen. Fragen der Architektur dominieren eher den privaten Wohnungsbau.

7.1.1 Regelwerke

Bei der Grundstückswertermittlung sind folgende Regelwerke (Rechtsnormen) maßgeblich:

- Baugesetzbuch (BauGB); insbesondere die Paragraphen:
 - § 29 Zulässigkeit von Bauvorhaben
 - § 30 Zulässigkeiten von Bauvorhaben im Bereich eines Bebauungsplanes
 - § 31 Ausnahmen und Befreiungen
 - § 32 Nutzungsbeschränkungen auf künftigen Gemeinbedarfs-, Verkehrs-, Versorgungs- und Grünflächen
 - § 33 Zulässigkeit von Vorhaben während der Planaufstellung
 - § 34 Zulässigkeit von Vorhaben innerhalb der im Zusammenhang bebauten Ortsteile
 - § 35 Bauen im Außenbereich
 - § 192 Gutachterausschuss
 - § 193 Aufgaben des Gutachterausschusses
 - § 194 Verkehrswert
 - § 195 Kaufpreissammlung
 - § 196 Bodenrichtwerte
 - § 197 Befugnisse des Gutachterausschusses
 - § 198 Oberer Gutachterausschuss
- Wertermittlungsverordnung WertV
- Wertermittlungsrichtlinien WertR
- Immobilienwertermittlungsverordnung (ImmoWertV)
- Baunutzungsverordnung
- sowie die jeweiligen Landesbauordnungen.

Anzuwenden sind die Fassungen dieser Regelwerke, die jeweils zu dem Wertermittlungstichtag (das ist der Tag zu dem der Wert der Immobilien festgestellt werden soll) Gültigkeit hatten. Die Regelungen der Wertermittlungsverordnung wurden erstmals in der Fassung vom 7. 8. 1961 formuliert. Danach folgten die Novellierung der WertV 72; WertV 88 und letztlich die WertV 98. Mit der ImmoWertV 10 ist im Jahr 2010 ein durchgreifend erneuertes Regelwerk mit einem veränderten systematischem Aufbau in Kraft getreten. Die Erfassung der Wertermittlungsrichtlinien stammen aus dem Jahr 1976 (WertR 76), der die WertR 96 gefolgt ist. Die heute gültige Fassung ist die WertR 06.

7.1.2 Verfahren der Wertermittlung

Die Ermittlung des Verkehrswertes erfolgt in der Regel auf der Basis von drei verschiedenen Wertermittlungsverfahren.

Gemäß der WertV 98 waren diese wie folgt geregelt:

- Vergleichswertverfahren (§13 und § 14 WertV)
- Ertragswertverfahren (§15 bis § 20 WertV)
- Sachwertverfahren (§ 21 bis § 25 WertV)

Gemäß der neuen ImmoWertV 10 gilt folgende Regelung:

- Vergleichswertverfahren (§ 15 und § 16 ImmoWertV)
- Ertragswertverfahren (§ 17 bis § 20 ImmoWertV)
- Sachwertverfahren (§ 21 bis § 23 ImmoWertV)

Das Ziel der Wertermittlungsverfahren ist stets der Verkehrswert (heute auch Marktwert genannt) der Immobilie. Dabei wird der Verkehrswert durch den wahrscheinlichsten Preis einer Immobilie bestimmt, der

- zum Zeitpunkt, auf den sich die Ermittlung bezieht
- im gewöhnlichen Geschäftsverkehr, ohne Berücksichtigung von ungewöhnlichen oder persönlichen Verhältnissen

zu erzielen wäre und dies unter der Berücksichtigung der Aspekte

- Lage
- tatsächliche Eigenschaften
- rechtliche Eigenschaften
- sonstige Beschaffenheit

des Grundstücks.

Dabei besteht das Grundstück aus dem Boden und seinen Aufbauten. Die Basis der Wertermittlung einer Immobilie ist somit immer

- der gewöhnliche Geschäftsverkehr
- der Zeitpunkt, auf den die Wertermittlung abstellt
- die Lage des Grundstücks
- die rechtlichen Gegebenheiten
- die tatsächlichen Eigenschaften
- und die sonstige Beschaffenheit des Bewertungsgrundstücks.

7.1.3 Vergleichswertverfahren

Der Verkehrswert wird im Vergleichswertverfahren durch zeitnahen Vergleich mit bereits realisierten und unter Marktbedingungen zustande gekommenen Kaufpreisen vergleichbarer Grundstücke abgeleitet. Das Vergleichswertverfahren ist im § 15 der ImmoWertV (bis 2010 galten die § 13 und 14 der WertV) geregelt und gilt im Schrifttum als das theoretisch geeignetste Verfahren. Da allerdings der Grundstücksmarkt (z. B. von Ein- und Zweifamili-

enhäusern) im Allgemeinen keine ausreichende Anzahl an Vergleichstransaktionen für alle Marktsegmente zur Verfügung stellt, wird das Verfahren meist bei der Bodenwertermittlung und bei der Wertermittlung von Eigentumswohnungen herangezogen.

7.1.4 Bodenwertermittlung

Bei der Bodenwertermittlung wird meist auf so genannte Bodenrichtwerte Bezug genommen, die von den regional zuständigen Gutachterausschüssen ausgewiesen werden. Diese Werte beruhen auf einer statistischen Auswertung aller im Gebiet des Gutachterausschusses getätigten Grundstücksverkäufe. Diese Richtwerte können nicht unreflektiert bei der Wertermittlung übernommen werden. In der Regel sind das Richtwertgrundstück und das Bewertungsgrundstück nach folgenden Einzelkriterien zu vergleichen und, falls erforderlich, marktgerecht anzupassen:

- Grundstücksgröße
- Tiefe und Breite des Grundstücks
- Bebaubarkeit
- Maß der zulässigen Nutzung (GRZ, GFZ, BMZ)
- Vorderland, Hinterland
- Erschließung
- Umweltkriterien, Immissionen
- etc.

7.1.5 Ertragswertverfahren

Die §§ 17-20 der ImmoWertV (früher §§ 15–20 der WertV) regeln das Ertragswertverfahren. Ausgangsüberlegung für die Verkehrswertermittlung mithilfe des Ertragswertverfahrens ist die Feststellung, dass der Wert eines Objekts von den Erträgen, die sich mit dem Grundstück erzielen lassen, bestimmt wird. Dabei geht das Ertragswertverfahren zweigliedrig vor. Einerseits wird der Bodenwert mithilfe des Vergleichswertverfahrens, andererseits der zu erzielende Ertrag des gesamten Grundstücks berechnet.

Bei Mietwohn- und Gewerbegrundstücken handelt es sich um Renditeobjekte, die üblicherweise zum Zwecke der Ertragserzielung gehandelt werden. Insofern erfolgt die Verkehrswertermittlung derartiger Objekte auf der Grundlage des Ertragswertverfahrens.

Im Ertragswertverfahren hängt der resultierende Ertragswert im Allgemeinen von folgenden Eingangsgrößen ab:

- Rohertrag
- Bewirtschaftungskosten
- Restnutzungsdauer der baulichen Anlagen
- Liegenschaftszinssatz
- sonstige wertbeeinflussende Umstände
- Bodenwert.

Die Rechenformel des Ertragswertverfahrens stellt sich mit den beschriebenen Eingangsgrößen wie folgt dar:

$$\begin{aligned}
 & \text{Rohertrag} \\
 - & \text{Bewirtschaftungskosten} \\
 = & \text{Grundstücksreinertrag} \\
 - & \text{Bodenwertverzinsung} \\
 = & \text{Gebäudereinertrag} \\
 \times & \text{Vervielfältiger} \\
 = & \text{Gebäudeertragswert} \\
 \pm & \text{sonstige wertbeeinflussende Umstände} \\
 + & \text{Bodenwert} \\
 = & \text{Ertragswert}
 \end{aligned}$$

Der *Rohertrag* umfasst alle bei ordnungsgemäßer Bewirtschaftung und zulässiger Nutzung nachhaltig erzielbaren Mieteinnahmen.

Die *Bewirtschaftungskosten* setzen sich zusammen aus den Verwaltungskosten, den Betriebskosten, den Instandhaltungskosten und dem Mietausfallwagnis. Anzusetzen sind die Kosten, die bei gewöhnlicher Bewirtschaftung nachhaltig entstehen. Sie liegen insgesamt in einer Spanne von 15 % bis 30 % des Rohertrags

Die *Gesamtnutzungsdauer (GND)* ist der Zeitraum, in dem ein Gebäude bei normaler Instandhaltung wirtschaftlich nutzbar ist und den Ansprüchen der Nutzer gerecht wird.

Die *Restnutzungsdauer (RND)* ist der Zeitraum, in dem die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Unterhaltung und Bewirtschaftung voraussichtlich noch wirtschaftlich genutzt werden können. Sie wird im Allgemeinen durch Abzug des Alters von der wirtschaftlichen Gesamtnutzungsdauer der baulichen Anlagen ermittelt.

Erfahrungsgemäß liegt die Gesamtnutzungsdauer von Wohnimmobilien zwischen 60 und 100 Jahren. Wobei die Gesamtnutzungsdauer in Zukunft deutlich geringer in Ansatz zu bringen sein wird. Dies gilt für gewerblich genutzte Objekte in noch viel stärkerem Maße. So werden heute Fachmärkte nur noch auf eine Gesamtnutzungsdauer von 15 Jahren (gegebenenfalls mit einer Option zur Verlängerung um 5 Jahre) konzipiert.

Es wird unterschieden nach wirtschaftlicher Restnutzungsdauer und technischer Restnutzungsdauer.

Die *Technische Lebensdauer* ist der Zeitraum von der Errichtung bis zum Abriss eines Gebäudes. Sie ist erreicht, wenn mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand die statischen und bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes den Anforderungen nicht mehr angepasst werden können.

Bei der *Wirtschaftlichen Restnutzungsdauer* ist von der Frage auszugehen, wie lange eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung der Bebauung eines Grundstücks zu erwarten ist. Es ist also denkbar, dass ein Objekt noch eine längere technische Restnutzungsdauer aufweist, eine wirtschaftliche Nutzung aber nicht mehr gegeben ist.

Der *Liegenschaftszinssatz (LZS)* ist laut § 14 Absatz (3) der ImmoWertV der Zinssatz, mit dem der Verkehrswert von Liegenschaften im Durchschnitt marktüblich verzinst wird.

Die jeweiligen Gutachterausschüsse ermitteln wiederum die Liegenschaftszinssätze der unterschiedlichen Immobilientypen.

Nachstehende Tabelle weist übliche Bandbreiten der Liegenschaftszinssätze aus:

Nr.	Gebäudeart	Baujahrguppe		
		bis 1949	1950 – 1974	ab 1975
1	Wohnungseigentum	2,0–3,0	3,0–3,5	3,0–4,0
2	Ein- und Zweifamilienhäuser	2,0–2,5	2,5–3,0	3,0–3,5
4	Mehrfamilienhäuser	4,0–4,5	4,5–5,0	5,0–5,5
5	gemischt genutzte Häuser	4,5–6,5		
6	Geschäfts- und Bürohäuser	5,5–7,0		
7	reine Gewerbeobjekte	6,0–10,0		

Der Liegenschaftszinssatz spiegelt das zu erwartende Risiko einer Immobilie wider. Je höher das Risiko, desto höher der verlangte Zinssatz und, reziprok dazu, desto niedriger auch der Ertragswert.

Aus den Parametern Restnutzungsdauer und Liegenschaftszinssatz ergibt sich der *Vervielfältiger* nach folgender Formel:

$$V = \frac{q^n - 1}{q^n \cdot (q - 1)}$$

Dabei ist $q = 1 + p/100$
 $p =$ Liegenschaftszinssatz
 $n =$ Restnutzungsdauer

Mit dem *Vervielfältiger* ist der um die Bodenwertverzinsung reduzierte Reinertrag zu multiplizieren, um den Gebäudeertragswert zu erhalten. Als *sonstige wertbeeinflussende Umstände* im Sinne des § 19 WertV werden in der Regel anfallende Instandsetzungskosten bzw. Aufwendungen zur Fertigstellung der baulichen Anlagen berücksichtigt.

Beispiel einer Ertragswertermittlung	
jährlicher Rohertrag des Grundstücks	25 000 €/J
Bewirtschaftungskosten (ca. 20,00%)	5 000 €/J
jährlicher Reinertrag des Grundstücks	20 000 €/J
Liegenschaftszinssatz	4,00%
Bodenwertverzinsungsbetrag	6 000 €/J
Reinertragsanteil der baulichen Anlage	14 000 €/J
Ertragsvervielfältiger (LZS 4,00%/RND 50 J)	21,48...
Gebäudeertragswert	300 720 €
sonstige wertbeeinflussende Umstände (+/-)	- 50 000 €
Bodenwert	150 000 €
Ertragswert	400 720 €

Eine *Plausibilitätskontrolle* ist über Ertragsfaktoren möglich. Ertragsfaktoren geben das durchschnittliche Verhältnis von erzielten Kaufpreisen zum jeweiligen Rohertrag, ermittelt aus Nettokalmieten, wieder. Multipliziert man den für das Bewertungsobjekt gültigen Ertragsfaktor mit dem nachhaltig erzielbaren Rohertrag, so muss sich ein Vergleichswert ergeben, der mit dem für das Bewertungsobjekt ermittelten Ertragswert übereinstimmt. Diese Vorgehensweise nennt man auch das Maklerverfahren. Übliche Ertragswertfaktoren liegen zwischen 8,0 und 17,0 und werden in den Grundstücksmarktberichten der Gutachterausschüsse veröffentlicht.

7.1.6 Sachwert

Das Sachwertverfahren ist in den §§ 21–23 der ImmoWertV (früher §§ 21–25 der WertV) geregelt und wird hauptsächlich bei eigengenutzten Immobilien angewandt. Dabei ist der Wert der baulichen Anlage, wie Gebäude, Außenanlagen und besonderen Betriebseinrichtungen und der Wert sonstiger Anlagen, getrennt vom Bodenwert nach Herstellungswerten zu ermitteln. Der Bodenwert wird, wie schon beim Ertragswertverfahren, im Vergleichswertverfahren ermittelt.

Sach- und Verkehrswert ergeben sich aus folgenden Komponenten:

- Bodenwert
- + Herstellungswert der baulichen Anlagen
- ± Korrektur wegen des Gebäudealters
- ± Korrektur wegen sonstiger Umstände
- = Sachwert
- ± Marktanpassung
- Korrektur wegen erforderlichen Sanierungsmaßnahmen
- = Verkehrswert

Der *Herstellungswert* der baulichen Anlagen wird auf der Grundlage von Normalherstellungskosten ermittelt. Diese werden in Anlehnung an die im Erlass des Bundesministeriums für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau angegebenen Normalherstellungskosten gewählt. Dabei handelt es sich um die derzeit aktuellsten Werte.

Dort werden beispielsweise folgende *Normalherstellungskosten (NHK)* für das Jahr 2000 angegeben:

- Bauweise Reihenhaus mit Satteldach
- Geschosse KG, EG, ausgebautes DG
- Ausstattungsstandard Mittelhaus einfach
- Erbauungszeitraum 1970 bis 1984
- Normalherstellungskosten ca. 540 bis 575 €/m² Grundfläche

Bei den oben angegebenen Normalherstellungskosten handelt es sich um durchschnittliche Werte für die gesamte Bundesrepublik Deutschland. Sie müssen im Allgemeinen noch an die regionalen und örtlichen Verhältnisse angepasst werden. Schließlich muss noch berücksichtigt werden, dass die oben ermittelten Normalherstellungskosten sich auf das Jahr 2000 beziehen, der Wertermittlungsstichtag jedoch in einem anderen Jahr (beispielsweise 2010) liegt.

Der *Regionaleinfluss* berücksichtigt die unterschiedliche Höhe der Baukosten in den einzelnen Bundesländern. Der Korrekturfaktor für Nordrhein-Westfalen beträgt etwa 0,95.

Die *Korrektur wegen der Ortsgröße* berücksichtigt über den Regionaleinfluss hinaus noch die Abhängigkeit der Baukosten von der Ortsgröße. Für Bonn (Gemeinden zwischen 50 000 und 500 000 Einwohner) liegt der diesbezügliche Korrekturfaktor bei 1,06. Der jeweils anzusetzende Anpassungsfaktor für die Ortsgröße ist bei dem zuständigen Gutachterausschuss zu erfragen.

Die *Baupreissteigerung* von 2000 (Bezugszeitpunkt der Normalherstellungskosten) bis zum Wertermittlungsstichtag kann im Internet unter folgender Adresse abgerufen werden: www.destatis.de/jetspeed/portal/cms/Sites/destatis/Internet/DE/Content/Statistiken/Zeitreihen/WirtschaftAktuell/Preise/Content100/bpr110a,templateId=renderPrint.psm

Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich die dort aufgeführten Indexe auf das Jahr 2005 beziehen. Um den Index für das Jahr 2000 zu erhalten, ist der dort aufgeführte Wert durch 0,98 zu teilen.

Für einen Stichtag im 1. Quartal 2010 beträgt der Index für ein Einfamilienhaus 112,8. Dieser ist bezogen auf das Jahr 2005 und ist daher durch 0,98 zu teilen, das entspricht dem Index 100 im Jahr 2005 und dem Index 98 im Jahr 2000. Der auf das Jahr 2000 bezogene Index beträgt somit 115,1.

Außenanlagen werden bei Wohnbauobjekten mit rd. 4% der Herstellungskosten der baulichen Anlagen hinreichend genau erfasst.

Die beim Bau angefallenen Honorare für Architekten, Statiker, Makler und Gutachter, öffentliche Gebühren, Notar- und Gerichtsgebühren sowie Kosten der Zwischenfinanzierung und sonstige Nebenkosten bezeichnet man als *Baunebenkosten*. Sie gehören zu den Herstellungskosten eines Gebäudes. Im Allgemeinen liegen die Baunebenkosten bei Einfamilienhäusern zwischen 12 % und 16 % der Herstellungskosten der Gebäude einschließlich der Außenanlagen. Der anzusetzende Prozentsatz ist jeweils den Tabellen der NHK zu entnehmen.

7.1.6.1 Alterswertminderung

Je älter ein Gebäude wird, desto mehr verliert es an Wert. Dieser Wertverlust ergibt sich aus der Tatsache, dass die Nutzung eines »gebrauchten« Gebäudes im Vergleich zur Nutzung eines neuen Gebäudes mit zunehmendem Alter immer unwirtschaftlicher wird. Der Wertverlust muss als Korrekturgröße im Sachwertverfahren berücksichtigt werden. Zur Bemessung der Korrekturgröße muss zunächst die wirtschaftliche Gesamtnutzungsdauer und das Alter des Bewertungsobjekts ermittelt werden. Bei Wohnobjekten wird regelmäßig eine degressive Wertminderung vorgenommen. Dabei tritt in den ersten Jahren nur eine geringe Wertminderung ein, die mit zunehmendem Alter ansteigt.

Die Wertminderung wegen Alters wird bei Gebäuden mit normaler Innenausstattung im Allgemeinen mit dem *Modell nach Ross* wie folgt berechnet:

$$\left(\frac{1}{2} \cdot \left(\frac{(GND - RND)^2}{GND^2} + \frac{(GND - RND)}{GND} \right) \right) \cdot 100 = \text{Wertminderung in \%}$$

Beispiel: Bei einer Gesamtnutzungsdauer von 90 Jahren und einer Restnutzungsdauer von 66 Jahren erhält man eine Korrekturgröße von rund 17 % des Herstellungswerts der baulichen Anlagen.

Bei gewerblichen Objekten wird in der Regel eine *Lineare Wertminderung* der baulichen Anlagen vorgenommen. Das heißt, dass bei einem Objekt mit einer Gesamtnutzungsdauer von 100 Jahren und einem Alter von 25 Jahren (25 % der Gesamtnutzungsdauer) die Alterswertminderung auch 25 % beträgt. Wird die Alterswertminderung nach Ross ermittelt, so beträgt diese gemäß vorstehendem Beispiel dagegen nur 16 %.

Die in 2010 in Kraft getretene ImmoWertV sieht in Zukunft auch bei privat genutzten Wohngebäuden die grundsätzliche Anwendung einer linearen Wertminderung vor.

Beispiel einer Sachwertermittlung

Sachwertermittlung	Gebäude	Garagen	Sonstiges		
Brutto-Grundfläche	500 m ²	36 m ²	Kelleraußen- treppe, offener Kamin		
Normalherstellungskosten	800 €/m ²	250 €/m ²			
Bezugszeitpunkt NHK	2000	2000			
Regionalanpassung	0 950	0 950			
Einfluss Ortsgröße (Bonn)	1 060	1 060			
Index 2010	1 151	1 151			
Herstellungskosten am Stichtag	927 €/m ²	290 €/m ²			
Herstellungswert	463 500 €	10 440 €	15 000 €	488 940 €	
Herstellungswert der bes. Betriebseinrichtungen				0 €	
Herstellungswert der baulichen Außenanlagen				4,0%	19 557 €
Herstellungswert der baulichen Anlagen					508 497 €
Baunebenkosten				16,0%	81 359 €
Gesamtherstellungswert der baulichen Anlagen					589 856 €
Wertminderung wegen Alters (GND 80J/RND 50 J)				26,0%	153 362 €
Wert der baulichen Anlagen					436 494 €
Bodenwert					150 000 €
Sachwert					586 494 €
Marktanpassungsfaktor					0,92
					539 574 €
Wertminderung wegen Baumängel und Bauschäden					- 50 000 €
Marktangepasster Sachwert					489 574 €

7.1.6.2 Marktanpassung

Der Sachwert ist eine Größe, die überwiegend aus Kostenüberlegungen heraus entsteht (Erwerbskosten des Bodens und Herstellungskosten des Gebäudes). Aus diesem Grund muss bei der Ableitung des Verkehrswerts aus dem Sachwert immer noch die Marktsituation berücksichtigt werden, denn Kostenüberlegungen führen in den meisten Fällen nicht zum Verkehrswert, also dem Preis, der auf dem Grundstücksmarkt am wahrscheinlichsten zu erzielen wäre. Die jeweiligen Marktanpassungsfaktoren sind bei den Gutachterausschüssen zu erfragen oder den von dort veröffentlichten Grundstücksmarktberichten zu entnehmen.

In diesem Zusammenhang ist die Wahl der Alterswertminderung (nach Ross oder linear) von ganz wesentlicher Bedeutung. Die jetzt von der ImmoWertV vorgesehene lineare Alterswertminderung hat drastische Auswirkungen auf den anzusetzenden Marktanpassungsfaktor (jetzt präziser Sachwertfaktor genannt), der durch die regionalen Gutachterausschüsse auf der Basis der Vorgaben der ImmoWertV gänzlich neu zu ermitteln ist. Bis Ende 2011 lagen diese neuen Sachwertfaktoren bei den meisten Gutachterausschüssen noch nicht vor. Solange dies noch der Fall ist, sind Sachwerte gemäß den Vorgaben der alten Wertermittlungsverordnung zu ermitteln. Ebenso sind Sachwerte mit Wertermittlungsstichtagen bis Ende 2010

grundsätzlich noch mit den Marktanpassungsfaktoren, basierend auf einer Alterswertminderung nach Ross, zu ermitteln.

7.1.7 Verkehrswert

Der Verkehrswert, wie er in § 194 des Baugesetzbuchs normiert ist, wird im Allgemeinen als der Preis angesehen, der im gewöhnlichen Geschäftsverkehr unter Berücksichtigung aller wertrelevanten Merkmale zu erzielen wäre. Insofern handelt es sich bei dem Verkehrswert um die Prognose des wahrscheinlichsten Preises. Der Verkehrswert ist auf einen Stichtag bezogen, d. h. es wird der Wert zu einem ganz bestimmten Tag (das ist nicht so eingeschränkt zu sehen) zu den dann herrschenden Marktgegebenheiten (aktuelle Lage auf dem Grundstücksmarkt) ermittelt.

Die Ableitung des Verkehrswerts vom Ertragswert erfolgt durch den Liegenschaftszinssatz. Das bedeutet, der Ertragswert stellt bereits den Verkehrswert dar.

Die Ableitung des Verkehrswertes vom Sachwert erfolgt durch den Marktanpassungsfaktor bzw. Sachwertfaktor.

7.1.8 Beleihungswert

Die Beleihungswertermittlung dient der Bewertung der Gebäude bei der Kreditvergabe durch Banken und Sparkassen. Dabei wird der angenommene Wert des zu beleihenden Objektes als Beleihungswert bezeichnet. Er wird wie folgt definiert: »Der Beleihungswert eines Grundstücks ist der Wert, von dem aufgrund der aus langfristigen Marktgeschehen abgeleiteten Erkenntnisse zum Bewertungszeitpunkt auf der Basis der dauerhaften, zukunftsicheren Merkmale mit hoher Sicherheit erwartet werden kann, dass er über einen langen, in Zukunft gerichteten Zeitraum im normalen Geschäftsverkehr realisiert wird.« Im Gegensatz zum Verkehrswert hat der Beleihungswert eine andere Zweckbestimmung. Für das Kreditinstitut ist absehbar, dass das Darlehen erst nach 15, 20 oder mehr Jahren vollständig zurückgezahlt wird. »Für diesen Zeitraum muss sich das Kreditinstitut den Rückzahlungsanspruch aus dem »Wert« der Immobilie optimal sichern«. Es kommt also darauf an, für einen möglichst langen Zeitraum die Werthaltigkeit des zur Sicherung vereinbarten Grundpfandrechts abzuschätzen.

In der Regel wird dabei auf den Verkehrswert Bezug genommen und über besondere Abschläge der Beleihungswert ermittelt. Diesbezüglich haben die einzelnen Kreditinstitute unterschiedliche Richtlinien entwickelt. Grundlage zur Ermittlung des Beleihungswertes kann das Ertrags- sowie Sachwertverfahren sein. Beide Werte werden üblicherweise parallel ermittelt.

Eine Ausnahme stellen eigengenutzte Immobilien mit einem Wert von maximal 300 000 Euro dar. Dort kann zur Vereinfachung nur das Sachwertverfahren von Bank internen Sachbearbeitern angewandt werden.

7.1.9 Minderwert

7.1.9.1 Der Mangelbegriff

Im Bauwesen werden die Leistungen des Architekten, Fachplaners oder Handwerkers in der Regel im Rahmen eines Werkvertrags erbracht. Grundsätzlich gilt, dass ein gebrauchsfähiges, mängelfreies Werk zu liefern ist. Dazu sind folgende gesetzliche Grundlagen zu beachten.

BGB § 633

(1) Der Unternehmer ist verpflichtet, das Werk so herzustellen, dass es die zugesicherten Eigenschaften hat und nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.

VOB/B § 13 Nr.1

Der Auftragnehmer übernimmt die Gewähr, dass seine Leistung zur Zeit der Abnahme die vertraglich zugesicherten Eigenschaften hat, den anerkannten Regeln der Technik entspricht und nicht mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder die Tauglichkeit zu den gewöhnlichen oder dem nach dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern.

Die VOB, wie auch diverse BGH Urteile zum § 633, bringt die Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik ins Spiel. Kriterien dafür sind:

- wissenschaftliche Richtigkeit der konstruktiven Ausführung
- allgemeine Bekanntheit unter Fachleuten
- Richtigkeit und Notwendigkeit der konstruktiven Ausführung ist durch fortwährende praktische Erfahrung belegt; die Ausführung hat sich bewährt.

Was die Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik sind, ist immer im Einzelfall abzuklären. Dieser unbestimmte Rechtsbegriff hat nichts mit den DIN-Normen, die durch das Deutsche Institut für Normung e.V. erarbeitet und veröffentlicht werden, zu tun. Der Anwender der *DIN-Normen* darf jedoch darauf vertrauen, dass er nach den Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik arbeitet.

Ist einer der Vertragsparteien der Meinung, die entsprechende Norm sei nicht Allgemein anerkannte Regel der Bautechnik, so liegt die Beweislast auf seiner Seite. Im privaten Bereich kann es aus verschiedenen, z. B. wirtschaftlichen Gründen durchaus sinnvoll sein, von den Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik abzuweichen. Dazu ist aber immer eine besondere, klar definierte vertragliche Regelung erforderlich. Liegt eine solche Regelung nicht vor, so ist die *gewöhnliche Beschaffenheit*, also eine Ausführung nach den Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik, als *Sollzustand* geschuldet.

Jede Abweichung vom Sollzustand stellt einen *Mangel* dar. Dabei spielt es keine Rolle, ob dieser Mangel einen Nachteil für den Bauherrn darstellt oder nicht.

Im öffentlich-rechtlichen Bereich ist der geforderte Sollzustand aus einer anderen Interessenslage heraus zu sehen. Hier gelten die Landesbauordnungen, die von Bundesland zu

Bundesland unterschiedlich sind. Wesentliche Forderungen sind in der *Musterbauordnung* jedoch bundeseinheitlich geregelt. In diesem Zusammenhang gilt:

Musterbauordnung (MBO) § 3 (1996)

(1) Bauliche Anlagen (...) sind so anzuordnen, zu errichten und Instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürliche Lebensgrundlagen nicht gefährdet werden. Die ... als Technische Bestimmungen eingeführten technischen Regeln sind zu beachten. ... Von (diesen Regeln) kann abgewichen werden, wenn mit einer anderen Lösung in gleichem Maße die allgemeinen Anforderungen des Satzes 1 erfüllt werden.

Weitergehende Forderungen werden durch Behörden nicht gestellt. Für das Bauamt ist es also unerheblich, ob eine Wand krumm ist oder nicht. Es schreitet aber ein, wenn die Sicherheit, z. B. durch morsche Holztreppen oder rostende Eisenkonstruktionen, gefährdet sein sollte.

Folgende weitere Begriffsdefinitionen sind von Bedeutung:

Der *Stand der Technik* ist das gegenwärtig technisch Machbare und spiegelt den Entwicklungsstand fortschrittlicher Verfahren wider. Die praktische Langzeitbewährung fehlt aber noch. Die Ausführung solcher neuen Bauverfahren bedarf grundsätzlich spezieller vertraglicher Vereinbarungen. Die Ausführung von kunststoffmodifizierten bituminösen Dickbeschichtungen (KMB) an Kelleraußenwänden ist ein aktuelles Beispiel für ein neues Verfahren nach dem Stand der Technik, welches in der Literatur derzeit noch entsprechend kontrovers diskutiert wird.

Eine *bauaufsichtliche Zulassung* sagt nichts über die allgemeine Tauglichkeit einer Bauweise aus. Sie ist aber hinsichtlich öffentlicher Belange unbedenklich und wurde nur insoweit überprüft. Eine bauaufsichtliche Zulassung ist daher nur für neue Bauweisen oder Bauprodukte von Bedeutung.

Bei *Hersteller-Richtlinien (Merkblätter)* handelt es sich um keinen geschützten oder reglementierten Begriff. Es ist die Frage zu stellen, ob es im Einzelfall eine bessere Regelung gibt. Oftmals ist dies nicht der Fall; dann sollte gemäß diesen Richtlinien verfahren werden. Viele Hersteller machen ihre Garantiezusagen von der Beachtung ihrer Richtlinien abhängig.

Diese aus dem Bereich der Bauerstellung abgeleiteten Definitionen lassen sich weitgehend auch auf Bestandsimmobilien übertragen.

7.2 Definition von Schäden

Ein *Bauschaden* ist die negative Veränderung des Zustands des Bauteils bzw. die negative Veränderung einer Bauteileigenschaft aufgrund eines oder mehrerer vorliegender Mängel. Aber nicht jeder Mangel zieht einen Bauschaden nach sich. Er bleibt oftmals als *verdeckter Mangel* unerkannt.

Weitere Ursachen für Bauschäden sind:

- unsachgemäße Nutzung
- ungewöhnliche Umstände (z. B. Unwetter, Sturmschäden)
- unvorhersehbare Umstände (Unfälle, Explosionen).

7.2.1 Der Umgang mit Mängeln

Das Ergebnis einer Begutachtung (bei Bauleistungen wie auch bei Bestandsimmobilien) kann prinzipiell zu folgenden Ergebnissen führen:

- Ein Objekt oder das zu begutachtende Bauteil weist einen Mangel auf, der deutlich erkennbar ist und nachgebessert werden muss.
- Der Mangel ist zwar vorhanden, aber von geringer Bedeutung und /oder nur mit unverhältnismäßig hohem Aufwand zu beheben. Es handelt sich somit um einen hinnehmbaren Mangel. Hierfür wird in der Regel ein *Minderwert* festzulegen sein.
- Der Mangel ist hinzunehmen (ohne weiteren Ausgleich), da es sich nur um eine Bagatelle handelt.
- Das Objekt oder das zu begutachtende Bauteil ist mangelfrei.

Je komplexer ein Objekt, umso unwahrscheinlicher ist es, dass es wirklich komplett ohne Mangel ist. Der Sachverständige steht ständig vor der Problematik der Abgrenzung der festgestellten Mängel hinsichtlich ihrer Bedeutung. Hierbei ist prinzipiell zwischen optischen und technischen Mängeln zu unterscheiden.

7.2.1.1 Nachzubessernde Mängel

Mängel, die die *Gebrauchstauglichkeit* beeinträchtigen, sind grundsätzlich nachzubessern. Dabei spielen der zu erbringende Aufwand und die Frage, ob es sich um technische oder optische Mängel handelt, keine Rolle. Inwieweit die Mängelbeseitigung im Einzelfall durchsetzbar ist, ist letztlich nur gerichtlich festzustellen.

7.2.1.2 Hinnehmbare Mängel

Seitens der Juristen wird vielfach bestritten, dass es hinnehmbare Mängel überhaupt gibt. Die tägliche Praxis des Bausachverständigen zeigt jedoch, dass oft von Bauausführenden und auch von Bauherrn auf hinnehmbare Mängel und auf eine Minderung der Bauleistung und deren Vergütung abgehoben wird.

Hier ist stets die *Bedeutung der Lage*, der *gebrauchsüblichen Position des Betrachters* und *üblichen Belichtungsverhältnisse* abzuwägen.

Oftmals liegt eine so genannte »Unverhältnismäßigkeit« des Aufwands zur Mängelbeseitigung vor. Dabei kann zum einen der Aufwand der Mängelbeseitigung drastisch von dem Wert der Bauleistung abweichen oder die Mängelbeseitigung für den Bauherrn hinsichtlich der Begleiterscheinungen (Lärm, Dreck, Einschränkung der Nutzung etc.) unzumutbar werden.

Darüber hinaus ist es oft so, dass sich vorhandene (meist optische) Mängel nicht wirklich nachbessern lassen und sogar eine »Verschlimmbesserung« zu erwarten ist.

In allen vorgenannten Fällen ist meist beiden Seiten mit einer pragmatischen Lösung hinsichtlich der Regelung zur Mängelbeseitigung besser gedient.

7.2.1.3 Hinzunehmende Mängel

Hinzunehmende Mängel sind zwar vorhanden, aber von so geringer Bedeutung, dass sie kaum wahrnehmbar sind. Dabei macht es auch einen Unterschied, ob ein Mangel (meist handelt es sich hierbei um optische Mängel) hoch oben unter dem Dach und im Schatten liegt oder gut sichtbar im Eingangsbereich oder an der Fassade. Die Frage, ob ein Mangel vorliegt oder nicht, ist interpretationsbedingt. Es stellt sich regelmäßig die Frage der Grenze zwischen dem, was zu bemängeln und dem, was gerade noch zu akzeptieren ist. Hier liegt natürlich ein Ermessensspielraum vor, der je nach Interessenslage unterschiedlich gesehen werden wird. Auch wird der einzelne Sachverständige (oder ein Anderer, mit der Beurteilung betrauter) die jeweilige Sachlage unterschiedlich beurteilen.

7.2.1.4 Optische Mängel

Oftmals handelt es sich bei den reklamierten Mängeln um »optische Mängel«. Naturgemäß sind optische Anforderungen an Bauleistungen besonders schwer zu definieren. Hier gehen die Ansichten vielfach auseinander. Gerade hinsichtlich der optischen Erscheinung von Bauleistungen neigen Handwerker dazu, leichtfertige Zugeständnisse im Rahmen der Auftragsverhandlungen zu machen. In der Praxis ist zu empfehlen, diesbezügliche Vergleichsmuster als Vertragsgrundlage anzufertigen.

Es stellt sich bei optischen Mängeln die Frage, welche Störwirkung Farbabweichungen, Unebenheiten, kleinere Beschädigungen oder Verschmutzungen haben. Es gilt der Grundsatz, dass diese Unregelmäßigkeiten oder Abweichungen unter gebrauchstüblichen Bedingungen zu begutachten sind. Das gilt insbesondere für den üblichen Abstand des Betrachters zum Objekt und die einfallenden Lichtverhältnisse.

Es macht selbstverständlich einen Unterschied, ob der Fassadenputz direkt neben der Klingelanlage oder unter dem Dach eines mehrstöckigen Hauses zu beurteilen ist. Die Ebenheit einer Wand, Decke oder eines Fußbodens ist nur dann bei Streiflicht zu beurteilen, wenn eine derartige Beleuchtungssituation regelmäßig vorliegt.

Ein weiterer bedeutender Aspekt ist die Frage der Bedeutung des zu beurteilenden Bereichs. Es ist ein Unterschied, ob ein Putzriss auf der Wand einer repräsentativen Eingangshalle vorhanden ist oder auf der deren Rückwand in einem Abstellraum.

7.2.1.5 Technische Mängel

Technische Mängel werden unterschieden nach der Bedeutung des Merkmals für die Gebrauchstauglichkeit und dem Grad der Beeinträchtigung der Funktion. Letztlich muss das

Objekt oder das Bauteil die gestellten Aufgaben oder Funktionen erfüllen. So muss z. B. eine Geschossdecke je nach Nutzung sehr unterschiedliche Verkehrslasten (schadensfrei) aufnehmen können.

7.2.1.6 Unmöglichkeit der Mängelbeseitigung

Unmöglich ist die Beseitigung eines Mangels, wenn sie von keinem Unternehmer, eventuell auch aus Rechtsgründen, erbracht werden kann. Ist z. B. ein Gebäude mit einer zu geringen Wohnfläche errichtet, kann die Wohnfläche in der Regel aus Gründen der baulichen oder öffentlich-rechtlichen Vorschriften, nicht vergrößert werden. Es liegt dann eine objektive Unmöglichkeit der Mängelbeseitigung vor. Die Frage der Unmöglichkeit hängt wesentlich von der sachgerechten (technischen) Beurteilung des Sachverständigen ab. Kann die Grundsubstanz der Bau- oder Werksleistung erhalten bleiben, sind Nachbesserungsarbeiten zuzulassen, wenn dadurch der vertragsgemäße Zustand auf einem anderen als dem im Vertrag (z. B. der Leistungsbeschreibung) vorgesehenen Weg möglich ist. Dies gilt beispielsweise bei einem Mangel durch Unterschreiten der Mindest-Raumhöhe im Dachgeschoss und für eine Verbesserung der Trittschalldämmung. Die Aufwendungen für eine Mängelbeseitigung sind unverhältnismäßig, wenn sie in keinem vertretbaren Verhältnis zu dem erzielten Erfolg stehen. Das Verhältnis von Beseitigungsaufwand zum Gesamtvorteil ist entscheidend.

7.2.2 Ermittlung des Minderwerts

In welcher Form ein Minderwert im Einzelfall zu ermitteln ist, ist in der Regel eine Frage für einen erfahrenen Sachverständigen. Hierfür gibt es sehr unterschiedliche Methoden.

Grundsätzlich ist das Thema Minderwert bei Neubauten eine Rechtsfrage. Dennoch wird seitens des Gerichts regelmäßig unter anderem die Frage nach dem Minderwert eines mit einem Mangel behafteten Werks gestellt. Auch im Gebäudebestand können Minderwerte ein Thema sein.

Der Minderwert eines Bauwerks oder Bauteils drückt sich in dem Geldbetrag aus, der aufgewendet werden muss, um vorhandene Mängel beseitigen zu können. Die Höhe des Minderungsbetrages ergibt sich deshalb in aller Regel aus den Kosten der etwaigen Mängelbeseitigung eines optischen und/oder technischen Mangels.

7.2.2.1 Nachbesserungskosten

Aurnhammer hat 1978 bei den Aachener Bausachverständigentagen die so genannte Zielbaumethode als Verfahren zur Bestimmung von Wertminderungen bei Mängeln und Schäden vorgestellt und später dann im Baurecht 83 S. 97 ff. den Aufsatz »Der Wert des Sachverständigengutachtens – der Beurteilungsweg über das Zielbaumverfahren« veröffentlicht. Eine Methode, die zur Ermittlung von Wertminderung seitens der Gerichte und Rechtsanwälte immer wieder angefragt wird. Sie ist jedoch zu Recht umstritten, weil sie einen vermeintlichen Genauigkeitsgrad vortäuscht, den sie nicht hat.

Bei dieser Methode werden

- Beurteilungskriterien eines Bauteils, eines Raumes etc. aufgestellt,
- mit Gewichtungszahlen versehen, die insgesamt 100% ergeben müssen,
- mit einer Werteskala von 0–10 die Abweichungszahlen bestimmt und daraus die Wertminderungszahlen ermittelt.

Eine Minderwertermittlung für einen Abstellraum in einem Keller nach der von Aurnhammer entwickelten Methode könnte so aussehen:

Beurteilungskriterium			Gewichtungszahlen g_i	Abweichungszahlen a_i	Wertminderungszahlen $m_i = g_i \times a_i / 10$
Gebrauchswert	Belastbarkeit	Nutzen	65 %	0	0,0 %
	Verarbeitung		10 %	2	2,0 %
	Maßgenauigkeit		15 %	1	1,5 %
	Oberflächenbeschaffenheit		5 %	4	2,0 %
Geltungswert	äußere Struktur	Aussehen	3 %	10	3,0 %
	Farbeschaffenheit		2 %	8	1,6 %
Summe			100 %		10,1 %

Bei diesem Beispiel handelt es sich um einen Kellerraum, der in 5 Beurteilungskriterien eingeteilt wird. Den einzelnen Kriterien werden Gewichtungszahlen zugeordnet, die sich insgesamt auf 100% aufaddieren.

Nun wird die Abweichung des Istzustandes vom Sollzustand beurteilt. Liegt keine Abweichung vor, so ist die Abweichungszahl 0; liegt eine völlige Abweichung vor, so beträgt die Abweichungszahl 10.

Jetzt werden die Gewichtungszahlen mit der Abweichungszahl multipliziert und durch 10 dividiert. Diese Wertminderungszahlen werden nun addiert. In unserem Beispiel beträgt die Summe 10,1. Gerundet bedeutet das, hier liegt ein Minderwert in Höhe von 10% des mangelfreien Wertes vor.

Die grafische Darstellung einer solchen Ermittlung des Minderwertes ergibt dann den so genannten »Zielbaum«. Diese Methode ist deshalb zu Recht umstritten, weil

- die Auswahl der Beurteilungskriterien subjektiv vom Sachverständigen vorgenommen wird
- die Gewichtungszahlen der Kriterien subjektiv (eventuell auch willkürlich) vom Sachverständigen aufgestellt werden und lediglich die Abweichungszahlen tatsächlich eine Beurteilung durch den Sachverständigen darstellen.

Zur Unterstützung dieser Kritik sei hier ein simples Beispiel einer Treppe (Einzelstufen auf Stahlunterkonstruktion) genannt, die von einem Wohnraum in das Obergeschoss führt und bei der z. B. das Aussehen mit 30% und die Nutzung mit 70% angegeben werden. Es soll unterstellt werden, dass sowohl der Antritt unten als auch der Austritt oben vollkommen unterschiedliche Höhen haben und dass die Treppe der Treppenformel nicht genügt. Diese Treppe ist untauglich und kann nicht, nur weil sie gut aussieht, noch einen bestimmten Wert besitzen.

7.2.3 Merkantiler Minderwert

Minderwert und merkantiler Minderwert werden auch von Sachverständigen und Juristen in der Praxis oft verwechselt. Sie sind jedoch völlig unterschiedlich.

Der Minderwert findet Anwendung, wenn ein vorhandener Mangel (oder Schaden) nicht oder nicht vollständig beseitigt wird oder beseitigt werden kann. Der Mangel (oder Schaden) bleibt also bestehen. Dafür wird der Minderwert als wirtschaftlicher Ausgleich zugestanden.

Bei Ansatz eines merkantilen Wertes lag einmal ein Mangel (oder Schaden) vor. Dieser wurde vollständig beseitigt und es liegt kein beanstandungswürdiger Umstand mehr vor. Dennoch wird ein Dritter im Verkaufsfall und in Kenntnis dieses Sachverhalts nicht mehr bereit sein, den vollen Kaufpreis zu zahlen.

Der merkantile Minderwert kann in der Minderung des Verkaufswertes einer Sache liegen, die trotz völliger und ordnungsgemäßer Instandsetzung einmal vorhanden gewesener Mängel deshalb verbleibt, weil bei einem großen Teil potenzieller Käufer vor allem wegen des Verdachts verborgen gebliebener Schäden eine den Preis beeinflussende Abneigung gegen den Erwerb besteht. Unerheblich ist dabei also, dass etwaige Baumängel beseitigt worden sind, da die Annahme des merkantilen Minderwertes gerade auf der allgemeinen Lebenserfahrung beruht, dass eine einmal mit Mängeln behaftet gewesene Sache trotz sorgfältiger und vollständiger Reparatur im Geschäftsverkehr vielfach niedriger bewertet wird.

Dieser Fragenkomplex wird in der einschlägigen Literatur nur sehr spärlich behandelt und insbesondere statistische Grundlagen liegen so gut wie nicht vor. Das macht die Feststellung des merkantilen Minderwertes äußerst problematisch.

Der typische wirtschaftlich vernünftig handelnde Marktteilnehmer wird sich im vorliegenden Fall fragen, ob mit der seinerzeit erfolgten Sanierung sämtliche möglichen Nachteile für ihn als neuen Grundstückseigentümer aus der Welt sind. Der Immobilienmarkt, und damit die Bewertungskriterien für die Wertermittlung, reagieren durchaus auf die Folgen einiger Sanierungsmaßnahmen.

Neben den objektiven, auf das Grundstück bezogenen Nachteilen, gibt es eine hiervon getrennte Einbuße, welche die Einschätzung des Grundstücksmarktes widerspiegelt. Kanngieser/Schuhr (Analyse der Altlastenproblematik in der Grundstückswertermittlung, GuG 1998, 332) führen dazu auf den Seiten 337/338 in Bezug auf ein mit Altlasten kontaminiertes Grundstück folgendermaßen aus:

»In § 7 Abs. 1 WertV ist bei der Ermittlung des Verkehrswerts eines Grundstücks auch die Lage auf dem Grundstücksmarkt zu berücksichtigen. So ist es möglich, dass ein bereits saniertes Grundstück nicht mehr den Wert auf dem Grundstücksmarkt erreicht, den das vorherige unbelastete Grundstück hatte. Diese merkantile Wertminderung ist nicht mehr auf so genannte qualitätsbezogene Faktoren zurückzuführen, sondern spiegelt eher »den Ruf« eines Grundstücks wieder. Ob nun noch kontaminiert und im Verkehrswert qualitativ gemindert oder bereits saniert und theoretisch wiederhergestellt, würde ein Käufer immer noch vor einem Kauf zurückschrecken. Er würde unter normalen Umständen ein Risiko berücksichtigen, welches ihm, wenn auch nur aus seiner persönlichen Sicht, entstehen könnte. Dies zeigt sich auch in der Tatsache, dass er bei einer Auswahl zwischen zwei qualitativ gleichwertigen Grundstücken (eines ehemals kontaminiert), sich sicher für die Fläche mit der besseren Vergangenheit entscheiden würde (Weyers 1987). Für die Ermittlung der merkantilen Wertminderung gibt es keine objektiven Maßstäbe. Dies ist nicht auf technische Mängel oder wirtschaftlich objektive Beeinflussungen zurückzuführen. Sie ergibt sich hauptsächlich aus der Furcht des Marktes vor eventuellen nicht erfassten zusätzlichen Belastungen, wie zum Beispiel aus höheren Sanierungskosten als abgeschätzt oder nicht sanierungsfähigen Restbelastungen. Durch die tatsächlichen Eigenschaften eines Grundstücks können auch Nutzungswertminderungen auftreten. Ist ein Grundstück zum Beispiel durch Bodenverunreinigungen nicht mehr in dem Maße nutzbar, wie es ohne diese Belastung möglich wäre, ergibt sich dadurch eine Wertminderung.«

Als besonders problematisch stellt sich auch die Frage der Quantifizierung des merkantilen Minderwerts dar. Hierzu gibt es eine Untersuchung von Tewis, wobei er auf den Befall eines Objektes durch den Echten Hausschwamm abstellt. Auch bei vollständiger Beseitigung des Befalls durch Holzschädlinge bleibt beim potenziellen Erwerber einer Immobilie ein Rest an Misstrauen in den Erfolg dieser Maßnahme. Sollte er die Wahl zwischen zwei ansonsten gleichartigen Objekten haben, so wird er nur unter Einräumung eines gewissen Nachlasses das vor der Sanierung vom Holzschädling befallene Objekt erwerben. Dem sanierten Objekt haftet nach wie vor ein »Merkantiler Minderwert« an.

In der GuG 2000 geht Tewis auf dieses Thema detailliert ein und gibt folgende Ansätze für den merkantilen Minderwert (bezogen auf den *Gebäudewert*) für Objekte, nach erfolgter Beseitigung des Echten Hausschwamms, an:

Schadensumfang	Trockenheit dauerhaft gewährleistet <i>oder</i> sehr gesuchtes Objekt in gesuchter Lage <i>oder</i> (wenn Kaufpreis vorliegt) vereinbarter Kaufpreis ist erheblich unter Verkehrswert	Trockenheit nicht sicher und dauerhaft gewährleistet <i>oder</i> großes Angebot in nicht so gesuchter Lage <i>oder</i> (wenn Kaufpreis vorliegt) Kaufpreis deutlich über Verkehrswert
<i>sehr klein</i> z. B. erste Anzeichen auf begrenztem Raum, kein oder unbedeutender Austausch von Bauteilen	0 %	5 %
<i>wenige Bauteile</i> auszutauschen, Schaden gut abzugrenzen, übersichtliche Zugänglichkeit für Sanierungsarbeiten	1 %	7 %
<i>mäßig</i> deutlicher Befall, mehr als ein Geschoss befallen oder mehr als ein Herd	3 %	10 %
<i>groß</i> umfangreicher Befall mit mehreren Herden und schwieriger Zugänglichkeit	5 %	15 %
<i>sehr groß</i> restlose Beseitigung nicht gewährleistet	10 %	20 %

Die Tabelle gibt Aufschluss über die denkbare Spanne bei der Bewertung eines merkantilen Minderwerts, wobei zu berücksichtigen ist, dass der Befall eines Objektes mit dem Echten Hausschwamm als eines der gravierendsten Schadensproblemen überhaupt anzusehen ist. Die Bewertung eines merkantilen Minderwerts könnte wie folgt aussehen:

Kriterium	Spanne in %	Ansatz in %
Das Objekt ist hinsichtlich seiner Lage als gut anzusehen.	0 – 5,0	0,0
Das Objekt ist hinsichtlich seines Ausführungsstandards als gut anzusehen.	0 – 5,0	0,5
Die seinerzeit vorhandene Problematik betraf praktisch nur einen Teil der Dachkonstruktion, war aber durchaus bedeutsam.	0 – 20,0	2,0
Die Beseitigung des vorliegenden Mangels kann als hochgradig gesichert eingeschätzt werden.	0 – 5,0	0,5
Zeitraum seit Durchführung der Mängelbeseitigungsmaßnahme	0 – 10,0	1,0
Die optische Erkennbarkeit der Sanierung ist zwar gegeben, Sinn und Zweck fällt dem normalen Kunden aber praktisch nicht auf.	0 – 5,0	0,5
Es handelt sich um eine Gewerbeimmobilie, bei der dieser Umstand weniger von Bedeutung ist als bei Wohnimmobilien.	0 – 10,0	0,5
Das Objekt ist auf dem Grundstücksmarkt für Kapitalanleger sehr interessant, da es in der weiteren Umgebung keine anderen Baumärkte gibt.	0 – 5,0	0,0
zu erwartende zusätzliche Instandhaltungskosten	0 – 5,0	0,5
Imageverlust auf Grund der erforderlichen Mängelbeseitigung	0 – 5,0	0,5
Gesamtsumme		6,0

Unter Berücksichtigung der Einzelkriterien ergibt sich somit:

$$6,0\% : 10 = 0,60\% \text{ des Gebäudewerts}$$

Bei der Ermittlung des merkantilen Minderwerts ist entweder auf einen konkreten Kaufpreis oder auf den Verkehrswert abzustellen. Dabei stellt sich regelmäßig die Frage, ob der Bodenwertanteil davon ausgenommen wird. Lag zum Beispiel ein Befall durch den Echten Hausschwamm oder die Beseitigung eines statischen Problems vor, so wird davon nur die Bebauung betroffen gewesen sein und darum sollte der merkantile Minderwert auch nur auf den Gebäudewert bezogen werden. Liegt eine Bodenkontamination vor, so wäre das Grundstück als gesamtes betroffen.

Bei einem anzusetzenden Wert von 10 000 000 € betrüge der merkantile Minderwert im vorstehenden Beispiel 0,6%, also rund 60 000 €.

Der merkantile Minderwert ist genau der Betrag, den ein wirtschaftlich vernünftig handelnder Marktteilnehmer nicht mehr bereit ist zu zahlen, wenn er die Option zum Erwerb einer sonst identischen aber mängelfreien Immobilie hätte. Ist der merkantile Minderwert höher bemessen, als der freie Markt das sieht, so wird man sich für das mit dem merkantilen Minderwert behaftete Objekt entscheiden, da es sich dann um ein so genanntes Schnäppchen handeln würde.

Es stellt sich zumindest immer die Frage, ob ein merkantiler Minderwert überhaupt anfällt, auch wenn unstrittig ein Mangel vorlag. Es ist prinzipiell so, dass selbst kleinere Objekte nicht in aller Konsequenz mängelfrei zu erstellen sind. Es gehört also zur Normalität, dass festgestellte Mängel behoben werden. Es ist aber beileibe nicht die Regel, dass jedes Mal ein merkantiler Minderwert festzustellen sein wird.

8 Entscheidungskriterien

Hinsichtlich der Entscheidungsfindung bezüglich der weiteren Nutzung von Bestandsgebäuden sind grundsätzlich folgende Kriterien zu berücksichtigen:

- rechtliche Aspekte
- technische Aspekte
- wirtschaftliche Aspekte.

8.1 Rechtliche Aspekte

Hier ist zunächst auf die Musterbauordnung bzw. die jeweiligen Landesbauordnungen zu verweisen. In der Musterbauordnung heißt es wie folgt:

§ 3 Allgemeine Anforderungen

(1) Anlagen sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit und die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden.

In der Landesbauordnung NRW wird diese Forderung etwas komplexer formuliert.

§ 3 Allgemeine Anforderungen

(1) Bauliche Anlagen sowie andere Anlagen und Einrichtungen im Sinne von § 1 Abs. 1 Satz 2 sind so anzuordnen, zu errichten, zu ändern und instand zu halten, dass die öffentliche Sicherheit oder Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht gefährdet werden. Die der Wahrung dieser Belange dienenden allgemein anerkannten Regeln der Technik sind zu beachten. Von diesen Regeln kann abgewichen werden, wenn eine andere Lösung in gleicher Weise die allgemeinen Anforderungen des Satzes 1 erfüllt. § 20 Abs. 3 und § 24 bleiben unberührt. Mit Boden, Wasser und Energie ist sparsam umzugehen. Die Möglichkeiten zur Vermeidung und Verwertung von Bauabfällen und Bodenaushub sind zu nutzen.

Wesentlich ist der Aspekt, dass die Landesbauordnungen nicht nur Neubauten abdecken, sondern auch auf Bestandsgebäude abzielen. Demnach sind die Objekte auch instand zu halten.

Darüber hinaus sind weitere gesetzliche Vorgaben, wie sie in der Arbeitsstättenverordnung, Versammlungsstättenverordnung etc. geregelt werden, zu beachten. Es führt hier aber zu weit, auf alle einschlägigen gesetzlichen Bestimmungen einzugehen. Es ist daher immer zwingend erforderlich, einen erfahrenen Planer bzw. Architekten einzuschalten.

8.2 Technische Aspekte

Auf die technischen Aspekte wurde in den vorhergehenden Kapiteln bereits dezidiert eingegangen.

8.3 Wirtschaftliche Aspekte

Auf die wirtschaftlichen Aspekte bei der Frage Sanieren oder Abreißen soll nachstehend vertieft eingegangen werden. Wirtschaftliche Aspekte wurden auch im Kapitel 7.0 Gebäudewertermittlung behandelt.

In der Regel werden demnach Gebäude im Ertragswert- oder im Sachwertverfahren bewertet. Dabei wird, wie schon dargelegt, zunächst von einem schadensfreien Objekt ausgegangen und dann werden abschließend die Kosten für die Schadensanierung in Ansatz gebracht. Vielfach geht der Bewertungssachverständige dabei nach folgendem Schema vor:

$$\text{Wert des schadenfreien Objekts} - \text{Sanierungskosten} = \text{Verkehrswert}$$

Der Verkehrswert wird bei dieser Vorgehensweise also ermittelt, indem man zunächst den fiktiven Ertragswert (oder Sachwert) eines instand gehaltenen Gebäudes ableitet und die notwendigen Instandsetzungskosten gegenrechnet. Dies erscheint zunächst einfach und plausibel; es kann aber insbesondere bei höherem Instandhaltungsstau, was bei der Frage »Sanieren oder Abreißen« regelmäßig der Fall sein wird, höchst problematisch sein.

Hinsichtlich der jeweiligen Berücksichtigung von Sanierungsaufwendungen wird in § 8 der ImmoWertV wie folgt ausgeführt.

8.3.1 § 8 Ermittlung des Verkehrswerts

(1) Zur Wertermittlung sind das Vergleichswertverfahren (§ 15) einschließlich des Verfahrens zur Bodenwertermittlung (§ 16), das Ertragswertverfahren (§§ 17 bis 20), das Sachwertverfahren (§§ 21 bis 23) oder mehrere dieser Verfahren heranzuziehen. Die Verfahren sind nach der Art des Wertermittlungsobjekts unter Berücksichtigung der im gewöhnlichen Geschäftsverkehr bestehenden Gepflogenheiten und der sonstigen Umstände des Einzelfalls, insbesondere der zur Verfügung stehenden Daten, zu wählen; die Wahl ist zu begründen. Der Verkehrswert ist aus dem Ergebnis des oder der herangezogenen Verfahren unter Würdigung seines oder ihrer Aussagefähigkeit zu ermitteln.

(2) In den Wertermittlungsverfahren nach Absatz 1 sind regelmäßig in folgender Reihenfolge zu berücksichtigen:

- 1 die allgemeinen Wertverhältnisse auf dem Grundstücksmarkt (Marktanpassung),
- 2 die besonderen objektspezifischen Grundstücksmerkmale des zu bewertenden Grundstücks.

(3) Besondere objektspezifische Grundstücksmerkmale wie beispielsweise eine wirtschaftliche Überalterung, ein überdurchschnittlicher Erhaltungszustand, *Baumängel* oder *Bauschä-*

den sowie von den marktüblich erzielbaren Erträgen erheblich abweichende Erträge können, soweit dies dem gewöhnlichen Geschäftsverkehr entspricht, durch marktgerechte Zu- oder Abschläge oder in anderer geeigneter Weise berücksichtigt werden.

Wichtig ist hier, dass Abweichungen vom normalen baulichen Zustand zu beachten sind, und dies nur insoweit, wie sie nicht schon vorher berücksichtigt wurden. Es stellt sich also die Frage nach dem normalen baulichen Zustand und nach sonstigen Berücksichtigungsmöglichkeiten der Sanierungsaufwendungen.

8.3.2 Verfahrensgrundsätze

Unabhängig von der Frage des anzuwendenden Wertermittlungsverfahrens ist in allen Fällen demnach von folgenden Grundsätzen auszugehen:

- Die Berücksichtigung der Sanierungsaufwendungen ist auf der Kostenbasis zum jeweiligen Wertermittlungsstichtag vorzunehmen.
- Sanierungsaufwendungen können nur soweit berücksichtigt werden, wie sie nicht schon an anderer Stelle in der Wertermittlung berücksichtigt wurden. Eine Mehrfachberücksichtigung darf also nicht erfolgen.
- Die Berücksichtigung der Sanierungsaufwendungen führt dazu, dass dieser Umstand an anderer Stelle im Gutachten Auswirkungen hat.

Die vorstehenden Grundregeln verdeutlichen, dass der bloße Abzug der Sanierungsaufwendungen von dem zuvor ermittelten Grundstückswert zu einem unsachgemäßen Ergebnis führen muss. Im Folgenden sollen daher praktische Hinweise zu einer richtigen Vorgehensweise gegeben werden.

8.3.3 Gesamtnutzungsdauer von Gebäuden

Bei der Bewertung von bebauten Grundstücken ist die Gesamtnutzungsdauer der aufstehenden Gebäude von ausschlaggebender Bedeutung. Das gilt für alle Bewertungsverfahren gleichermaßen.

Die *Gesamtnutzungsdauer (GND)* ist der Zeitraum, in dem ein Gebäude bei normaler Instandhaltung wirtschaftlich nutzbar ist und den Ansprüchen der Nutzer gerecht wird.

Die übliche Gesamtnutzungsdauer ist je nach Gebäudeart sehr unterschiedlich in Ansatz zu bringen. Kleiber weist in Verkehrswertermittlung von Grundstücken auf Seite 1328 folgende Ansätze für die durchschnittliche Gesamtnutzungsdauer bei ordnungsgemäßer Instandhaltung aus:

Gebäudeart	Gesamtnutzungsdauer (GND) *
Einfamilienhäuser (entsprechend ihrer Qualität)	
Einfamilienhaus auch mit Einliegerwohnung	60 – 100
Zwei- und Dreifamilienhaus	60 – 100
Reihenhaus (bei leichter Bauweise kürzer)	60 – 100
Fertighaus in Massivbauweise	60 – 80
Fertighaus in Fachwerk- und Tafelbauweise	60 – 70
Siedlungshaus	50 – 60
Holzhaus	50 – 60
Schlichthaus (massiv)	50 – 60
Mietwohngebäude	
(freifinanziert)	60 – 80
(soziale Wohnraumförderung)	50 – 70
gemischt genutzte Häuser mit einem gewerblichen Mietertragsanteil bis 80 %	50 – 70
Dienstleistungsimmobilien	
Verwaltungs- und Bürogebäude, Schulen, Kindergärten	50 – 70
Gewerbe- und Industriegebäude bei flexibler und zukunftsgerechter Ausführung	40 – 60
Einkaufszentren/SB-Märkte	30 – 50
Hotels/Sanatorien/Kliniken	40 – 60
Tankstellen	10 – 20
Stallgebäude	15 – 25
Außenmauern	
Außenwände Stahlfachwerk mit Ziegelstein ausgefacht	50 – 60
Stahlkonstruktion mit ungeschützten Außenflächen	30 – 40
Außenverkleidungen	
Außenverkleidung mit Trapezblechen auf Stahlstielen und Riegeln	30 – 40
Außenverkleidungen mit verzinktem Wellblech auf Stahlstielen und Riegeln	25 – 30
* in Jahren	

Die *Restnutzungsdauer (RND)* ist der Zeitraum, in denen die baulichen Anlagen bei ordnungsgemäßer Unterhaltung und Bewirtschaftung voraussichtlich noch wirtschaftlich genutzt werden können. Sie wird im Allgemeinen durch Abzug des Alters von der wirtschaftlichen Gesamtnutzungsdauer der baulichen Anlagen ermittelt.

Es wird unterschieden nach wirtschaftlicher Restnutzungsdauer und technischer Restnutzungsdauer.

Die *technische Lebensdauer* ist der Zeitraum von der Errichtung bis zum Abriss eines Gebäudes. Sie ist erreicht, wenn mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand die statischen und bauphysikalischen Eigenschaften des Gebäudes den Anforderungen nicht mehr angepasst werden können.

Bei der wirtschaftlichen Restnutzungsdauer ist von der Frage auszugehen, wie lange eine wirtschaftlich sinnvolle Nutzung der Bebauung eines Grundstücks zu erwarten ist. Es ist also denkbar, dass ein Objekt noch eine längere technische Restnutzungsdauer aufweist, aber eine wirtschaftliche Nutzung nicht mehr gegeben ist.

Beispiel: Eine Tankstelle wird unwirtschaftlich (obwohl sie erst wenige Jahre alt ist), weil sie durch eine neu gebaute Umgehungsstraße nur noch von direkten Anwohnern frequentiert wird. Umgekehrt gilt, dass die technische Restnutzungsdauer immer mindestens so lang sein muss, wie die wirtschaftliche Restnutzungsdauer. Ist das nicht der Fall, so sind Sanierungs- oder Umbaumaßnahmen erforderlich.

Gesamt- und Restnutzungsdauer sind also von vielen Faktoren abhängig. Entspricht das Gebäude noch den aktuellen Ansprüchen an Wärmeschutz oder Raumgröße? Sind die tragenden Bauteile in einem guten Zustand? Sind Grundriss und Ausstattung annehmbar? Was vor 20 Jahren den Ansprüchen gerecht wurde, ist heute vielleicht nicht mehr zeitgemäß. Zusätzliche Einflüsse sind:

- Schallschutz von Decken und Wänden
- Brandschutz des Gebäudes
- verwendete Baustoffe (Schadstoffe)
- Qualität der Ausführung.

Wird ein Gebäude modernisiert, indem beispielsweise der Wärmeschutz verbessert und die Raumaufteilung verändert wird und damit eine Anpassung an die Nutzeranforderungen erfolgt, verlängert sich die Restnutzungsdauer. Je besser ein Gebäude die Anforderungen der Nutzer erfüllt, umso länger ist seine Gesamt- und Restnutzungsdauer und umso höher ist damit auch sein aktueller Wert.

Durch Sanierungsmaßnahmen wird das Gebäude also hinsichtlich seiner Restnutzungsdauer beeinflusst. Das ist insbesondere dann der Fall, wenn die Sanierungsarbeiten wesentliche konstruktive Bauteile betreffen, wie tragendes Mauerwerk, Abdichtung der erdberührenden Bauteile, Decken, Dachbereiche etc. Auch die Sanierung oder gar Erneuerung der haustechnischen Bauteile, wie Heizung, Sanitär-, Elektro- sowie klimatechnische Installationen haben einen beträchtlichen Einfluss auf die Restnutzungsdauer der Grundstücksbebauung. Handelt es sich aber um reine Renovierungsarbeiten, wie zum Beispiel Malerarbeiten im Innenbereich, die bei jedem Mieter- oder Besitzerwechsel üblich sind, so ist dieser Einfluss nicht gegeben, da die Bausubstanz nicht verbessert wird.

8.3.4 Der Einfluss von Sanierungsmaßnahmen auf den Reinertrag

Sanierungsmaßnahmen beeinflussen nicht nur die Restnutzungsdauer sondern auch den Rohertrag eines Gebäudes. Nach erfolgter Sanierung wird der zu erzielende Rohertrag über dem Rohertrag des nicht sanierten Gebäudes liegen. Es ist sogar denkbar, dass der Rohertrag ohne erfolgte Sanierung gegen null geht, die Erwirtschaftung eines Ertrags also erst durch die Sanierung möglich wird.

Durch die Sanierung wird nicht nur der Rohertrag des Bewertungsobjekts steigen. Die Instandhaltungskosten werden durch erfolgte oder eben nicht erfolgte Sanierungen ebenfalls beeinflusst. Die anzusetzenden Instandhaltungskosten werden bei einem durchgreifend sanierten Objekt naturgemäß herabgesetzt. Die Instandhaltungskosten werden in aller Regel in Anlehnung an den § 28 Absatz 2 und 3 der II Berechnungsverordnung in Ansatz gebracht, sie steigen mit dem Alter des Bewertungsobjekts. Die Instandhaltungskosten sind analog zu der sich durch die Sanierung erhöhenden Restnutzungsdauer zu reduzieren. Dadurch wird der Reinertrag des Bewertungsobjekts wiederum erhöht.

8.3.5 Berücksichtigung eines (erheblichen) Instandsetzungsstaus im Ertragswertverfahren

Liegt bei einem zu bewertenden Objekt größerer Instandhaltungsstau vor, so sind unterschiedliche Untersuchungen bei der Wertermittlung vorzunehmen:

- Vornahme des *Liquidationswertverfahrens*. Dies wird immer dann der Fall sein, wenn die Bausubstanz so schlecht ist, oder unabhängig von der Frage der Bausubstanz, eine wirtschaftliche Nutzung nicht gegeben ist, und nur eine Freilegung des Grundstücks infrage kommt.

oder

- Vornahme des *Ertragswertverfahrens* auf der *Grundlage des Ist-Zustandes* und Ansatz von:
 - verminderter Nettokaltmieten (Grundmiete)
 - erhöhten Bewirtschaftungskosten
 - verminderter Restnutzungsdauer
 - erhöhtem Liegenschaftszinssatz.

oder

- Vornahme des *Ertragswertverfahrens* auf der *Grundlage des Soll-Zustandes* eines fiktiv instand gehaltenen Gebäudes mit
 - ortsüblicher Nettokaltmiete (Grundmiete)
 - üblichen Bewirtschaftungskosten
 - üblicher Restnutzungsdauer
 - üblichem Liegenschaftszinssatz
 - abzüglich der Sanierungskosten und gegebenenfalls des Mietausfalls während der Sanierung.

oder

- Vornahme des *Ertragswertverfahrens* auf der *Grundlage einer fiktiv instand gehaltenen und zudem modernisierten (bzw. umgenutzten) baulichen Anlage* mit entsprechend
 - erhöhter ortsüblicher Nettokaltmiete (Grundmiete)
 - verminderten Bewirtschaftungskosten
 - verlängerter Restnutzungsdauer
 - vermindertem Liegenschaftszinssatz

- abzüglich der Instandsetzungs-, Modernisierungs- und Umzugskosten sowie gegebenenfalls des Mietausfalls.

Der *Verkehrswert* ist in der Regel der höchste Wert der vorgenannten Verwertungsmöglichkeiten. Maßgebend ist jeweils die Überlegung hinsichtlich der zu erwartenden Vorgehensweise eines *wirtschaftlich vernünftig* handelnden Marktteilnehmers, der im nächsten Verkaufsfall das Objekt zu erwerben gedenkt.

Hinsichtlich der vorstehenden Vorgehensweisen ist zu berücksichtigen, dass die Verkehrswertermittlung eines instandsetzungsbedürftigen Gebäudes auf der Grundlage des fiktiven Ertragswerts des instand gehaltenen Gebäudes unter Abzug der Instandsetzungs- bzw. Umnutzungskosten vom Prinzip her eine *Kombination aus Ertrags- und Sachwertverfahren darstellt, die mit den Prinzipien des Residualwertverfahrens verwandt ist*. Dieses Verfahren ist zu recht sehr umstritten, da nahezu alle Eingangsdaten auf spekulativer (oftmals nahezu beliebiger) Basis beruhen. Der Abzug der vollen Instandsetzungskosten führt im Ergebnis dazu, dass auch unrentable Instandsetzungs- bzw. Umnutzungskosten zum Abzug gelangen können, was sich insbesondere bei solchen Objekten verhängnisvoll auswirken kann, bei denen Sach- und Ertragswert auseinanderklaffen und bei denen man im Falle der Anwendung des Sachwertverfahrens hohe Marktanpassungsabschläge anbringen würde.

Oftmals werden dessen ungeachtet die *Instandsetzungs- bzw. Umnutzungskosten in voller Höhe* mit der Begründung in Abzug gebracht, dass ein jeder Eigentümer diese Kosten investieren müsse. Der BGH hat sich mehrfach in seiner Rechtsprechung mit dieser aus der Verknüpfung von Ertrags- und Sachwertermittlung resultierenden Problematik befasst. Ausgehend von der Erkenntnis, dass das Sachwertverfahren i. d. R. sehr hohe Marktanpassungsabschläge erfordert, um über den Sachwert zum Verkehrswert zu gelangen, führt der BGH in einer Entscheidung unter anderem aus:

»Sind bereits die Herstellungskosten einer Sache nicht entscheidend für deren gemeinen Wert (Verkehrswert), ... so gilt das umso mehr für die Instandsetzungskosten ... Der Verkehrswert einer beschädigten Sache, z. B. eines Hauses, wird daher – oder kann mindestens – in vielen Fällen höher sein als der Verkehrswert des Hauses in unbeschädigtem Zustand abzüglich der Instandsetzungskosten.«

Hieraus folgt, dass die *Sanierungskosten oftmals einer Alterswertminderung zu unterwerfen* sind. Ein entsprechend investierender Eigentümer muss sich nämlich in der Tat bewusst sein, dass seine Investition in eine *Schicksalsgemeinschaft* mit dem Gesamtobjekt tritt.

Davon unberührt bleibt die Erneuerung bzw. Modernisierung *kurzlebiger Gewerke*, die über die verbleibende und eventuell verlängerte Restnutzungsdauer abgelebt werden oder nach Ablauf der Restnutzungsdauer Weiterverwendung finden können.

Instand gesetzte, modernisierte oder umgenutzte Bauteile, deren Restnutzungsdauer jedoch länger als die Restnutzungsdauer des Gesamtobjekts ist, sind dagegen in Verbindung mit diesem Gesamtobjekt einer sofortigen Alterswertminderung unterworfen. Dabei ist aber die Modernisierung bzw. Umnutzung auf der Grundlage einer entsprechend verlängerten Restnutzungsdauer des Gebäudes zu berücksichtigen.

8.3.6 Verlängerung der Restnutzungsdauer durch Modernisierungen

Die übliche Restnutzungsdauer lässt sich nach den vorangegangenen Ausführungen insbesondere durch Modernisierungen verlängern. Als Modernisierung definiert § 16 Abs. 3 des Wohnraumförderungsgesetzes »*bauliche Maßnahmen, die*

- *den Gebrauchswert des Wohnraums oder des Wohngebäudes nachhaltig erhöhen,*
- *die allgemeinen Wohnverhältnisse auf Dauer verbessern oder nachhaltig Einsparungen von Energie oder Wasser bewirken.*

Instandsetzungen, die durch Maßnahmen der Modernisierung verursacht werden, fallen unter die Modernisierung«. Eine ähnliche Definition enthält § 559 BGB in Bezug auf die Modernisierungsumlage. Nach § 11 Abs. 6 Satz 2 II BV gehören zur Modernisierung auch der *Ausbau* und die Errichtung von *Anbauten*.

8.3.7 Besonderheiten bei der Durchführung des Sachwertverfahrens

Die *durchschnittliche*, eine ordnungsgemäße Unterhaltung voraussetzende, *Abnutzung* führt zu einer Wertminderung, der bei Anwendung des Sachwertverfahrens *mit der Wertminderung wegen Alters* Rechnung getragen wird.

Nach der geltenden Fassung der ImmoWertV ist eine *unterlassene Instandhaltung* als Wertminderung wegen Alters nach § 8 zu berücksichtigen, da sie *zu einer Verkürzung der Restnutzungsdauer* führt. Das Sachwertverfahren geht in seiner Grundstruktur nämlich davon aus, dass ein Bauwerk während seiner Nutzungsdauer ordnungsgemäß unterhalten wird. Während bei Anwendungen des Ertragswertverfahrens die zur Erhaltung des bestimmungsgemäßen Gebrauchs einer baulichen Anlage aufzunehmenden Instandhaltungskosten als Bewirtschaftungskosten besonders anzusetzen sind, bedarf es bei Anwendung des Sachwertverfahrens einer derartigen Regelung nicht.

Eine *unterlassene Instandhaltung* ist, wie bereits dargelegt, bereits durch eine entsprechend reduzierte Restnutzungsdauer bei der Bemessung der Alterswertminderung zu berücksichtigen. Insoweit wäre diesbezüglich der Ansatz einer zusätzlichen Wertminderung wegen Bauschaden nicht mehr zulässig, weil dies einer *Doppelberücksichtigung* gleich käme. Dabei ist nicht von Bedeutung, ob die unterlassene Instandhaltung die Ursache eines Bauschadens ist. Wie im konkreten Bewertungsfall diesem Umstand bei der Sachwertermittlung Rechnung getragen wird, ist allein nach sachlichen Gesichtspunkten zu entscheiden. Generell ist zu beachten, *dass der Verfahrensweise der Vorzug zu geben ist, die zu einer möglichst geringen Wertminderung führt*, denn dahingehend würde sich der wirtschaftlich vernünftig handelnde Marktteilnehmer regelmäßig entscheiden.

Bei der Durchführung des Sachwertverfahrens muss bei der Bemessung der *Wertminderung wegen Baumängeln und Bauschäden nach Schadensbeseitigungskosten* und bezüglich der Frage der Alterswertminderung *unterschieden* werden:

- ob die Beseitigung der Baumängel oder Bauschäden im Belieben des Eigentümers steht oder unabweisbar durchzuführen ist und

- ob die übliche Lebensdauer des erneuerten Bauteils aufgrund seiner Schicksalsgemeinschaft mit dem Gebäude durch dessen gegebenenfalls verlängerte Restnutzungsdauer verkürzt wird oder nicht.

Sobald die Beeinträchtigungen beseitigt sind, hat also das Gebäude für einen potenziellen Erwerber einen Wert, der sich an vergleichbaren ordnungsgemäß instand gehaltenen Objekten orientiert. Ein Erwerber würde für ein Objekt, in das erhebliche Schadensbeseitigungskosten vom Voreigentümer investiert werden müssen, einen entsprechend »aufgestockten« Kaufpreis nur insoweit entrichten, wie sich dadurch die Restnutzungsdauer des Gesamtobjektes verlängert.

Steht es in der freien Entscheidung des Eigentümers, ob er Baumängel oder Bauschäden beseitigt (*disponible Schadensbeseitigungskosten*), so wird er sich, wirtschaftlich vernünftiges Handeln vorausgesetzt, in der Regel nur dafür entscheiden, wenn sich der Sachwert des Grundstücks dadurch gleichermaßen erhöht. Allein unter diesen Voraussetzungen können die Schadensbeseitigungskosten in voller Höhe angesetzt werden, soweit die Baumängel oder Bauschäden nicht bereits mit einer verkürzten Restnutzungsdauer berücksichtigt worden sind.

Fazit: Ein unreflektiertes in Abzug bringen der anstehenden Sanierungskosten führt in der Regel zu einem nicht sachgerechten Ergebnis der Wertermittlung.

Losgelöst von der Frage des anzuwendenden Wertermittlungsverfahrens ist in allen Fällen demnach von folgenden Grundsätzen auszugehen:

- Die Berücksichtigung der Sanierungsaufwendungen ist auf der Kostenbasis zum jeweiligen Wertermittlungstichtag vorzunehmen.
- Sanierungsaufwendungen können nur soweit berücksichtigt werden, wie sie nicht schon an anderer Stelle in der Wertermittlung berücksichtigt wurden. Eine Mehrfachberücksichtigung darf also nicht erfolgen.
- Die Berücksichtigung der Sanierungsaufwendungen führt dazu, dass dieser Umstand an anderer Stelle im Gutachten Auswirkungen hat.
- Welche Vorgehensweise anzuwenden ist, muss unter dem Aspekt gesehen werden, wie wohl ein wirtschaftlich vernünftig handelnder Marktteilnehmer die betreffende Situation beurteilen wird.

8.4 Beispiel Wertermittlung

Es handelt sich hier um ein Wohnhaus, das 1913 erbaut wurde. Der Unterhaltungszustand war seinerzeit extrem schlecht. Das Haus konnte im damaligen Zustand nicht bewohnt werden. Die Heizung war außer Funktion, Fenster waren zerbrochen, das Dach war undicht, die sanitären Einrichtungen waren nicht funktionsfähig, die Elektroinstallationen wiesen grobe Mängel auf (es lag bei Nutzung ein hohes Gefahrenpotenzial vor), der Zustand der Wohnung war total verschlissen. Das Gebäude wurde seit Jahrzehnten nicht mehr renoviert. Die Fassade wies noch ganz offensichtliche Einschusspuren aus der Zeit des Krieges auf. Hauseingangstreppe und rückwärtiger vom Erdgeschoß zu begehender Balkon waren stark zerfallen

und extrem einsturzgefährdet. Jeder potenzielle Kaufinteressent musste sich hier die Frage stellen, das Gebäude zu sanieren oder eventuell komplett abzureißen und ein neues Gebäude auf dem Grundstück zu errichten.

Zum Zwecke der Dokumentation des damaligen Zustands des Gebäudes wurden beim Orts-termin folgende Fotos gemacht.

Ansicht vorne und Giebel von der Straße aus



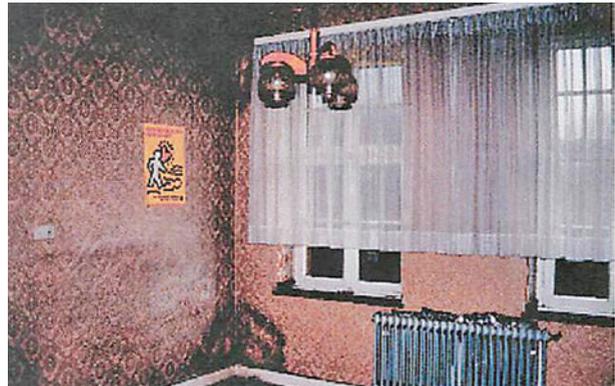
Hinteransicht vom Garten aus, dunkle Stellen im Außenputz aufgrund von Feuchteschäden



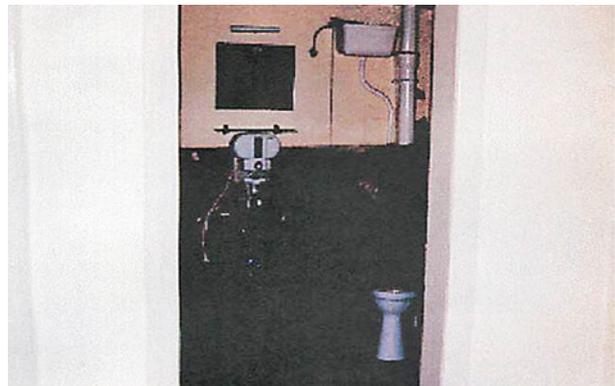
Terrassenanbau und Hauseingangstreppe, stark baufällig



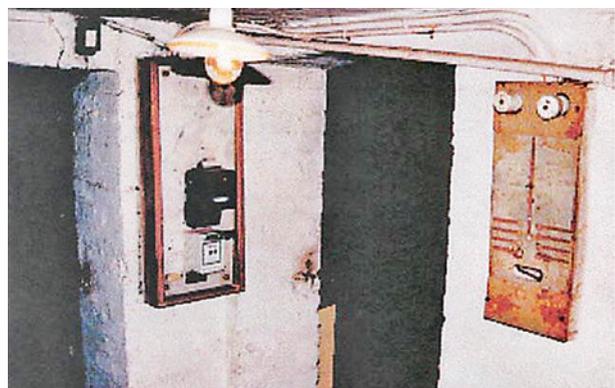
Innenansicht Fensterfront im 1. Obergeschoss, dunkle Stellen weisen auf Feuchteschäden hin.



Innenansicht Bad im 1. Obergeschoss



Zähler und Hauptabsicherung im Keller



Nachstehende Aufstellung der erforderlichen Sanierungsleistungen wurde überschlägig kostenmäßig bewertet. Die einzelnen Kostenansätze können durchaus Schwankungen von 15 % nach oben und unten aufweisen, das Gesamtergebnis ist jedoch erfahrungsgemäß sehr genau, da sich die Schwankungen weitestgehend ausgleichen.

1.	Sanierung der tragenden Bauteile und der Fassade	15 000 €
2.	Abbrucharbeiten und Schuttentsorgung	10 000 €
3.	Sanierung Balkon und Hauseingangstreppe	8 000 €
4.	Sanierung Dach inklusive Wärmedämmmaßnahmen	30 000 €
5.	Trockenbauarbeiten Dachunteransichten	5 000 €
6.	Erneuerung der Elektroinstallationen	20 000 €
7.	Erneuerung der Heizungsanlage mit Heizkessel, Rohrleitungssystem und Heizkörpern	30 000 €
8.	Erneuerung der kompletten Sanitärinstallation inklusive Ausstattung der Bäder und Toiletten	30 000 €
9.	Bäder und Toiletten abdichten und Fliesen legen	20 000 €
10.	Beiputz der Schlitzlöcher für erneuerte Rohrleitungen und Verkabelungen sowie Fenstermontagen	5 000 €
11.	Erneuerung der Fenster und Rollläden	15 000 €
12.	Reparaturarbeiten an Innen- und Außentüren	3 000 €
13.	Feuchteisolation der Kelleraußenwände	8 000 €
14.	Erneuerung der Bodenbeläge	8 000 €
15.	innere Malerarbeiten	15 000 €
16.	äußere Malerarbeiten (inklusive Gerüst)	10 000 €
17.	Arbeiten im Bereich der Außenanlagen	5 000 €
	Baukosten ca.	237 000 €
	Planung und Überwachung der Bauleistungen	23 000 €
	Gesamtvolumen ca.	260 000 €

In den überschlägig ermittelten Sanierungskosten ist die Mehrwertsteuer enthalten. Auf das Wesentliche reduziert stellte sich die Sachwertermittlung folgendermaßen dar:

Wohnhaus, Neubauwert	452 743 €
abzüglich Wertminderung wegen Alters	- 307 865 €
Zwischensumme	= 144 878 €
indexiert um 114,9	166 465 €
Außenanlagen	+ 9 500 €
Bodenwert	+ 425 919 €
Grundstückssachwert	= 601 884 €
Grundstückssachwert, gerundet	600 000 €

Dieser Betrag entsprach dem Grundstückswert in mängelfreier Form. Um diesen Zustand zu erreichen, waren aber Aufwendungen in Höhe von ca. € 260 000 erforderlich, was zu einem Sachwert (vor erfolgter Sanierung) von ca. 340 000 € geführt hätte.

Das Ertragswertverfahren wurde seinerzeit nur zu Kontrollzwecken angewandt.

Unabhängig von Fragen wie Denkmalschutz, Baurecht und Statik (des Nachbarhauses) wurde erwogen, das Gebäude abzureißen und gänzlich neu zu errichten. Es wurde daher der Liquidationswert (Bodenwert abzüglich Kosten der Freilegung) ermittelt. Die Abriss- und Freilegungskosten wurden mit 45 000 € kalkuliert. Demnach verblieb in diesem Fall ein Restwert von ca. 380 000 €.

Das Ergebnis der beiden alternativen Betrachtungsweisen stellte sich demnach folgendermaßen dar:

Alternative Sanierung	
Grundstückssachwert	600 000 €
– Sanierungskosten	260 000 €
Summe	340 000 €

Alternative Abriss	
Bodenwert	425 000 €
– Freilegungskosten	45 000 €
Summe	380 000 €

Es war also wirtschaftlicher, das Objekt abzureißen. So wurde hier auch verfahren. Das Gebäude wurde abgerissen. Auf dem Grundstück befindet sich heute eine moderne Wohnanlage mit drei Wohneinheiten.

Je höher der reine (unbebaute) Bodenwert, desto eher wird ein Abriss der Bestandsimmobilie infrage kommen.

9 Aspekte der Sanierung von Bestandsgebäuden

Sofern eine Sanierung eines Gebäudes technisch noch möglich und auch wirtschaftlich vertretbar ist, sollte ein wirtschaftlich/technisches Szenario entwickelt werden.

Dieses Szenario betrifft zuerst die technische Seite des Gebäudes. Den jeweiligen Szenarien werden im 2. Schritt Kosten zugeordnet. Ggf. sind diese Kosten dann noch mit Abriss und Neuerrichtung zu vergleichen.

Zuerst wird eine Bestandsanalyse durchgeführt. Sie beinhaltet u. a.:

- Lage des Objektes
- Größe des Gesamtobjektes bzw. von möglichen Teil-Nutzungseinheiten
- Bestandserfassung Gebäudehülle (ggf. Denkmalschutz beachten)
- Bestandserfassung Haustechnik
- Bestandserfassung Umfeld (Stellplätze, Einkaufsmöglichkeiten, Schulen, Öffentlicher Nahverkehr, Straßenanbindung, etc.)
- Nutzungsmöglichkeiten (Wohnen, Büro etc.).

Dann sollten – in Abhängigkeit der Größe des Objektes – verschiedene Szenarien entwickelt werden. Sie beinhalten jeweils:

- Nutzer
 - Welche Nutzer können/möchten das Objekt mieten/kaufen?
 - Welche Größenordnungen sollten die jeweiligen Nutzungseinheiten haben?
 - Ist es bautechnisch möglich, verschiedene Nutzungseinheiten zu schaffen?
 - Welche Brandschutzanforderungen sind bei welcher Nutzung sicherzustellen?
 - Sind dazu Umbaumaßnahmen erforderlich?
 - Kann der erforderliche Schallschutz in Bezug auf die Nutzung sichergestellt werden?
 - Wenn nein, ist eine Befreiung von den Schallschutzanforderungen machbar?
- Gebäude
 - Ist es technisch machbar, die aus 1. erarbeitete Nutzung baulich umzusetzen?
 - Sind die statischen Voraussetzungen für die geplante oder gewünschte bauliche Umsetzung gegeben?
 - Sind die rechtlichen Rahmenbedingungen für die ggf. erforderliche Umnutzung gegeben?
 - Kann das Gebäude energetisch saniert werden? (Abstandsflächen, Einhaltung des B-Plans, entstehende Wärmebrücken, auskragende Bauteile, etc.).

- Haustechnik
 - Muss die Haustechnik einer energetischen Sanierung angepasst werden?
 - Kann die Haustechnik an die ggf. neue Nutzung angepasst werden?
 - Ist die Trinkwasserversorgung hygienisch einwandfrei (Legionellen)?
 - Ist Alternativtechnologie sinnvoll einzusetzen?
 - Sind die Grundleitungen ausreichend dicht (Nachweis)?
- Kosten / Nutzen
 - Sind die verschiedenen Szenarien wirtschaftlich?
 - Für Eigennutzung: Wie hoch ist die finanzielle Belastung?
 - Kann das Objekt zumindest kostenneutral verkauft werden?
 - Ist das finanzielle Risiko überschaubar?

9.1 Sanierung der Gebäudehülle

Eine energetische Sanierung der Gebäudehülle ist dann sinnvoll, wenn

- die Wärmebrücken so gedämmt werden können, dass daraus keine Probleme entstehen, was z. B. bei auskragenden Balkonplatten der Fall sein könnte.
- das Verhältnis von Außenhaut zu Volumen möglichst gut ist (kompakte Außenhülle) und dadurch Dämmung wirtschaftlich sinnvoll ist.
- die Abstandsflächen, die Traufhöhen, die Geschoßflächenzahl, die Nachbarbebauung, der Grenzabstand und die brandschutztechnischen Vorschriften eingehalten werden können.
- kein Denkmalschutz besteht.
- das Objekt architektonisch nicht »vergewaltigt« wird.
- die wärmetechnische Sanierung wirtschaftlich sinnvoll ist. Zur Wirtschaftlichkeit zählen auch die Kosten für die Bauwerksunterhaltung (z. B. erhöhte regelmäßige Anstrichkosten wg. stärkerer Veralgung der Fassade) sowie die späteren Abbau- und Entsorgungskosten.

Wenn sich herausstellt, dass die voraussichtliche Restnutzungszeit des Gebäudes eine Wärmedämmung als wirtschaftlich nicht sinnvoll erscheinen lässt, sollte diese auch nicht durchgeführt werden.



Bei der Sanierung, Umnutzung, Änderung oder Teiländerung von Gebäuden müssen i. d. R. die jeweils gültigen Regeln (bautechnisch eingeführte Baubestimmungen, Verordnungen und Richtlinien) eingehalten werden. Dies sind u. a.:

- Energieeinsparverordnung (EnEV, DIN 18599)
- Wärme- und Feuchteschutz (DIN 4108)
- Brandschutz (DIN 4102, DIN EN 13501)
- Schallschutz (DIN 4109, VDI 4100)
- allg. Bau- und Nachbarschaftsrecht.

Dächer sollten auf Dichtigkeit untersucht werden. Nicht immer sind die Schäden direkt sichtbar.

Die Unterdecke bei dem Objekt (im Bild rechts) musste erst entfernt werden, um den Schaden (undichte Flachdachentwässerung) feststellen zu können. Als nächstes sollte ein Statiker die Armierung auf ihre Tragfähigkeit untersuchen, bevor teure neue Dachsanierungen in Angriff genommen werden.



Selbst Dachdetails, die gut hundert Jahre gehalten haben (weil sie regelmäßig gewartet wurden), sind irgendwann am Ende ihrer Nutzungsdauer angelangt.

Auch hier sind grundlegende Untersuchungen erforderlich, um eine vernünftige Entscheidung zu treffen.



Bevor Fassaden gedämmt werden, sollten sie z. B. auf Schadstoffe (Foto rechts: PCB-Fugenmasse in einer Außenwand), Risse, Salze, Tragfähigkeit, etc. untersucht werden

Bei den neuen Dämmstoffen, die bei einer Sanierung eingesetzt werden, ist auf den jeweils erforderlichen Brandschutz und den Schallschutz (leichte Dämmstoffe können den bestehenden Schallschutz ggf. verschlechtern) zu achten. Weiterhin müssen die späteren Abbruch- und Entsorgungskosten des Dämmstoffes als Volumenbaustoff mit eingerechnet werden. Bereits heute ist bekannt, dass Mischbauweisen aus anorganischen und organischen Baustoffen bei Abbau und Entsorgung zu deutlich höheren Kosten führen, da eine Trennung der Baustoffe erforderlich sein wird.



Eine gerade erst eingebaute Innendämmung wird drei Monate nach ihrer Montage wieder abgebaut und das Haus komplett saniert. Was fehlte, war die Untersuchung des Objektes und eine erforderliche wärmetechnische Berechnung. Die Folgekosten liegen beim dreifachen des ursprünglich veranschlagten Kostenrahmens.



Die wärmetechnischen Anforderungen der jeweils gültigen Energieeinsparverordnung sind einzuhalten. Ist dies jedoch technisch nicht umsetzbar oder/und wirtschaftlich nicht vertretbar, weil das erforderliche Kapital sich nicht in einer vernünftigen Zeitspanne amortisiert, so kann man sich durchaus von den einschlägigen Anforderungen befreien lassen. Dazu führt die EnEV 2009 aus:

»§ 10 Nachrüstung bei Anlagen und Gebäuden

6) Die Absätze 2 bis 5 sind nicht anzuwenden, soweit die für die Nachrüstung erforderlichen Aufwendungen durch die eintretenden Einsparungen nicht innerhalb angemessener Frist erwirtschaftet werden können.

Satz 2: Wärmeverteilungs- und Warmwasserleitungen dämmen

Sätze 3 und 4: oberste Geschossdecken beheizter Räume dämmen

Satz 5: Eigentümerwechsel; Pflichten sind von dem neuen Eigentümer zu erfüllen.

§ 24 Ausnahmen

- 1) Soweit bei Baudenkmalern ... zu einem unverhältnismäßig hohen Aufwand führen, kann von den Anforderungen dieser Verordnung abgewichen werden.
- 2) Soweit die Ziele dieser Verordnung durch andere ... Maßnahmen im gleichen Umfang erreicht werden, lassen die nach Landesrecht zuständigen Behörden auf Antrag Ausnahmen zu.

§ 25 Befreiungen

- 1) Die nach Landesrecht zuständigen Behörden haben auf Antrag von den Anforderungen dieser Verordnung zu befreien, ... durch einen unangemessenen Aufwand Eine unbillige Härte liegt insbesondere vor, wenn die erforderlichen Aufwendungen innerhalb der üblichen Nutzungsdauer, bei Anforderungen an bestehende Gebäude innerhalb angemessener Frist durch die eintretenden Einsparungen nicht erwirtschaftet werden können.«

Beim Einbau neuer Fenster in eine bestehende alte Gebäudehülle ohne zusätzliche Dämmung der Fassaden, muss der Mindestwärmeschutz der wärmetechnisch trennenden Bauteile nach DIN 4108-2 sichergestellt sein. Weiter sind die Wärmebrückenfaktoren zu überprüfen, auch hier gibt es Mindestanforderungen, die zwingend einzuhalten sind. Die Begründungen für diese Anforderungen liegen u. a. darin, dass sich Innenraumfeuchtigkeit immer an den kältesten Bauteilen niederschlägt. Sind dies nicht mehr die Fenster, sondern kalte Außenwände, so ist Schimmelpilzbildung die fast zwangsläufige Folge.

Weiter dichten Fenster und die Dachdämmung das Gebäude deutlich besser ab. Somit ist der Mindestluftwechsel aus feuchtetechnischen Gründen eventuell nicht mehr ausreichend. In diesem Fall ist eine Zwangslüftung, also eine technische Lüftungsanlage, erforderlich.

Werden nur Teile des Objektes gedämmt, so werden die nicht gedämmten Bereiche im Verhältnis zu den gedämmten Flächen deutlich schlechter, weil kälter. Auch hier kann es zu erheblichen physikalischen Problemen kommen, z. B. durch Unterkühlung und damit verbundener erhöhter Feuchtigkeit. Dies liegt u. a. daran, dass insgesamt weniger geheizt werden muss, also die »Wärmelast« – gewünscht – geringer wird.

Bei Sanierungen von Gebäudehüllen sind die Luftdichtungen gegenüber Konvektion zwingend sicherzustellen. Dies gilt vor allem für den Übergangsbereich von Stein zu Holz, also z. B. zum Dachgeschoss sowie bei allen Leichtbauteilen. Durch die flächige Abdichtung – die ja unproblematisch ist – steigt die Innenraumluftfeuchte an. Nach der Sanierung der Außenbauteile durch Wärmedämmung sind meist nur noch wenige Fugen zwischen innen und außen vorhanden. Bei der windabgewandten Seite des Gebäudes wird nun durch weniger

Fugen als vorher feuchtere Luft transportiert. Dies führt i. d. R. zu Feuchteanreicherungen im Bauteilquerschnitt mit damit verbundenen Bauschäden – neben den unnötigen wärmetechnischen Verlusten.

Eine Planung hinsichtlich der Luftdichtung sollte daher rechtzeitig erfolgen, da diese Anforderungen teilweise nur schwer umsetzbar und meist auch mit nicht ganz unwesentlichen Kosten verbunden sind. Sollte die Luftdichtung nicht sicherzustellen sein, sollten aus Bauerhaltungsgründen Kompensationsmaßnahmen überprüft werden. Ist auch dies nicht machbar, so sind dann zumindest ein Teilabriss und ein entsprechender Neuaufbau mit einzukalkulieren.

Bei Fassadendämmungen sind im Sockelbereich Horizontalsperren erforderlich. Diese müssen ggf. nachgerüstet werden und sind dann natürlich auch in die nötigen Baukosten einzurechnen.

Innendämmungen können eine Alternative sein, wenn außen nicht gedämmt werden kann. Bei Innendämmungen ist jedoch zu berücksichtigen, dass dadurch Wärmebrücken verstärkt werden. Bei Holzkonstruktionen und Innendämmungen ist immer eine sorgfältige Planung erforderlich. Durch die Innendämmung werden die Außenbauteile kälter und dadurch auch relativ gesehen feuchter. Holzbauteile, die in diese kalten Außenwände einbinden, sind somit anfälliger für Holzschädlinge.

Fazit: Eine wärmetechnische Sanierung ist sorgfältig und vor allem im Detail zu planen.

9.2 Sanierung der Decken und Innenwände

Decken müssen bzw. können aus folgenden Gründen saniert werden:

- Die Standsicherheit reicht nicht aus, z. B. weil die Nutzung höhere Lasten erfordert.
- Der Schallschutz reicht nicht (mehr) aus.
- Der Brandschutz ist nachzubessern, z. B. bei unterschiedlichen Nutzungseinheiten.

Solche Sanierungen sind meist aufwändig. Es empfiehlt sich, entsprechende Fachleute hinzuzuziehen und die Kosten zu ermitteln bevor entschieden wird. Normalerweise sind für die Berechnungen und Auslegungen zerstörende Untersuchungen der Decken erforderlich.

Innenwände werden i. d. R. dann umgebaut, wenn sich die Nutzung ändert, haustechnische Anlagen saniert werden müssen oder wenn der Schall- bzw. Brandschutz nicht (mehr) ausreicht. Werden durch Innenwände neue Lasten auf die Decken eingeleitet, müssen diese ebenfalls überprüft werden.

Innenwände und haustechnische Leitungen können im Zusammenspiel zu einem massiven Sanierungsaufwand führen.

Im Bild ist eine Trockenbauwand mit einem verschleppten Wasserschaden dargestellt. Das verzinkte Tragwerk der Wand ist bereits verrostet, der Schimmelpilz großflächig verteilt (im Bild dargestellt: Der Pilz wurde »weggewischt«).

In Bürotrennwänden sind oft künstliche Mineralfasern verbaut worden, die heute als »krebserregend« eingestuft werden. Es ist daher mit entsprechender Vorsicht zu agieren.



Eine Sanierung von Innenwänden und der Bodenplatte kann recht aufwändig werden. Es ist daher sinnvoll – bevor damit begonnen wird – die notwendigen Arbeiten und die mit ihnen zusammenhängenden Kosten durch Bauteiluntersuchungen zu erfassen.



Bei älteren Holzbalkendecken reicht der Schallschutz meist nicht aus. Außerdem sollte auch immer das Eigenschwingverhalten der Decken überprüft werden, da dies bei der Sanierung ebenfalls beachtet werden muss.

9.3 Sanierung der Haustechnik

Haustechnische Sanierungen werden i. d. R. aus folgenden Gründen durchgeführt:

- Die Anforderungen haben sich geändert.
- Das Rohrnetz, die Wärmeentwickler und andere technischen Einrichtungen sind defekt oder veraltet.
- Die Haustechnik verbraucht zu viel Primärenergie, es steht eine energetische Sanierung an.

Auch hier sollten Fachplaner eingeschaltet und die Kosten vor den Entscheidungen ermittelt werden. Haustechnik kann ggf. durch Einsatz von Photovoltaik, Wärmepumpen, Solaranlagen etc., auch eine positive Bilanz aufweisen. Diese Kostenrechnungen sollten in die Finanzaufstellung genauso mit aufgenommen werden wie der Wiederausbau und die Entsorgung.

In diesem Haus sind neben der maroden Haustechnik auch andere Sanierungsmaßnahmen angesagt.



Bei dem Objekt wären folgende Punkte im Deckenbereich/ Haustechnik zu berücksichtigen gewesen:

- Schadstoffe
- holzerstörende Organismen
- Schallschutz
- Brandschutz
- Leitungsführung
- noch nicht Erfasstes.

Der Abriss wird die günstigere Lösung sein.



Ungedämmte Haustechnik-Leitungen in einer Hohlwand mit der Folge von Auffeuchtung und notwendigem Totalabriss.

Wenn keine Untersuchungen erfolgen, bleibt ein solches Problem unerkannt. Die entstehenden Kosten sind dann kaum mehr überschaubar.



In alten Dämmungen von Heizrohren sowie in Heizkellern können u. a.

- Asbest
 - KMF
 - PCB
 - PAK
 - und andere Stoffe,
- die heute dort nicht mehr erwünscht sind, vorhanden sein.



Auch hier sind zuerst Untersuchungen erforderlich, bevor mit der Sanierung begonnen werden kann.

Bei Sanierungen von Rohrleitungen ist weiter darauf zu achten, dass durch das Öffnen des Leitungssystems evtl. Sauerstoff in die Rohre gelangt und zu Korrosion führt oder bestehende Rostherde endgültig ihren Zusammenhalt verlieren.

Sind größere Rohrquerschnitte und große Heizkörper im Objekt vorhanden, die noch ausreichend gut sind, sollten diese Systeme erhalten bleiben, wenn auf Brennwerttechnik gewechselt wird. Diese Technologie benötigt ein relativ träges und großes Wasservolumen, damit die Anlage nicht »taktet«, d. h. oft an- und ausgeht und somit erhöhte und unnötige Wärmeverluste entstehen.

Weiter wäre zu prüfen, ob eine solare Unterstützung der Heizung sinnvoll ist. Gesamtenergetisch gesehen ist der Einsatz von Solarenergie – weil aktiv – besser als die Dämmung, die nur passiv den Wärmeverlust reduziert.

Bei dem Brauchwasserrohrnetz ist darauf zu achten, dass kein stehendes Wasser in den Rohranlagen bleibt. In diesen Bereichen entstehen Legionellen und weitere Bakterien, die sich über das gesamte Rohrnetz ausbreiten können.

Generell gilt, dass die Trinkwasserverordnung für das Brauchwassernetz einzuhalten ist.

Die Elektroverteilungen im Treppenhaus eines Mehrfamilienhauses entsprechen meist nicht den einschlägigen Anforderungen. Bei solchen Anlagen müssen ggf. neue Steigleitungen verlegt und neue Unterverteilungen in den Wohnungen eingebaut werden.



Die eingebauten Downlights in der Decke haben die darüber liegende Dampfsperre durch ihre Hitzeentwicklung zerstört – mit der Folge eines größeren Dachschadens.



- Kann solare Wärme oder/ und Strom sinnvoll für das Gebäude genutzt werden? [Foto: Fath-Solar]



- Ist es sinnvoll, Brauchwasser über Solarthermie zu erzeugen? Kann Solarthermie den Einsatz von Primärenergie reduzieren (auch eine Frage der Speicherkapazität)? Ist es sinnvoll, schwach beheizte Räume unter Einsatz von Photovoltaikanlagen elektrisch zu beheizen?
- Ist es wirtschaftlicher, das Gebäude zu dämmen oder mittels Solarthermie bzw. Photovoltaik zu beheizen (bei stark strukturierten Gebäuden ist z. B. eine Dämmung oft schwierig und teuer)?
- Kann interne oder externe Nahwärme genutzt werden?
- Gibt es nutzbare Nahwärmenetze oder ist es sinnvoll, ein Nahwärmenetz zur Gebäudebeheizung herzustellen?
- Hat eine geplante Energieeinsparung in der Nutzung raumklimatische Auswirkungen auf die Gebäudehülle?
- Wie verändert sich die Wärmeabgabe an die Räume, wenn z. B. Leuchtstoffmittel ausgetauscht werden?
- Ist ggf. die Heizung oder Lüftung (Wärmetauscher) anzupassen? [Quelle: Energieagentur NRW]



Wenn sich herausstellt, dass eine Umnutzung des Gebäudes ansteht, sollte die Planung der Gebäudehülle und der Raumlufttechnik im Vorfeld bereits darauf ausgelegt werden.

- Besteht »überschüssiges« Wärmeangebot, kann es genutzt werden?
- Wird Wärme ungenutzt »abgelassen« (z. B. aus Kühlanlagen)?
- Kann diese Wärme genutzt, gespeichert oder umgewandelt werden? Wie kann diese Abwärme der Gebäudehülle dienen?



Bei Sanierungen von Bestandsgebäuden ist darauf zu achten, dass ein ausreichender, i. d. R. technischer Luftwechsel für alle genutzten Räume sichergestellt wird. Einfache Abluftanlagen sind preiswert und für kleine Nutzungseinheiten meist ausreichend. Für größere Einheiten sollten Lüftungsanlagen mit Wärmerückgewinnung angedacht werden. Dies ist im Bestand aufgrund der ggf. notwendigen Rohrleitungsführung oft nur schwer oder auch gar nicht machbar.

Bei Lüftungsanlagen ist auf den Brandschutz zu achten. Dies gilt insbesondere für Objekte mit Schachtlüftung. Sollten mehrere Wohnungen an einen Schacht angeschlossen sein, so sind weitere Maßnahmen erforderlich oder/und die Schachtlüftung muss entfernt werden.

Für eine sichere Kostenkalkulation von Sanierungen sind ausreichende Voruntersuchungen erforderlich. Diese bestehen im ersten Schritt aus einer Begehung und einer nicht zerstörenden Untersuchung sowie einem ausführlichen Bericht darüber. Aus den gesammelten Daten wird dann bei einer zweiten Untersuchung auch zerstörend gearbeitet, um die fehlenden Daten zu erfassen. Daraus kann dann eine Sanierungsplanung erstellt und eine Kostenschätzung erarbeitet werden.

Bei der Sanierung ist die Steuergesetzgebung ebenfalls mit zu beachten. Es können im Gegensatz zu früher nur noch die Kosten abgeschrieben werden, die in dem jeweiligen Jahr anfallen; eine Kostenverteilung auf mehrere Jahre zur mehrjährigen Steuerentlastung ist – aus welchen Gründen auch immer – nicht mehr möglich.

Entscheidungen sind sinnvollerweise immer nur anhand aussagefähiger Grundlagen zu treffen.

Politische Vorgaben, wie z. B. die Energieeinsparverordnung, sind der Wunsch und die Vorstellung der Politik. Die Entscheidung über das einzelne Objekt sollte letztendlich nicht von äußeren Vorgaben abhängig gemacht werden. Der Inhaber der Immobilie sollte seine Entscheidung auf Basis ausreichender Informationen individuell und objektbezogen treffen.

Diesbezügliche Fragestellungen wären:

- Finde ich einen Mieter für das Objekt oder die Einheit?
- Erziele ich den Mietertrag, den ich kalkulatorisch benötige?
- Würde ich das Objekt selbst nutzen wollen? Wenn ja, wie lange? Was passiert dann nach der Nutzungszeit?

10 Regelwerke

10.1 Die Bedeutung von Regelwerken

Bauwerke sind gemäß einschlägigen Regelwerken zu errichten. Das gilt auch für Umbau- und Sanierungsmaßnahmen sowie für den Abbruch von Bestandsgebäuden. Die Regelwerke sind vielfältig und haben hinsichtlich ihrer Bedeutung einen unterschiedlichen Stellenwert.

Unter Abschnitt 7.1.9.1 wurde bereits auf den Mangelbegriff eingegangen. Demnach stellt prinzipiell jede Abweichung vom vertraglich geschuldeten Soll einen Mangel dar. Das vertraglich geschuldete Soll wird in der Regel im jeweiligen Werkvertrag definiert, wobei auf Regelwerke Bezug genommen wird. Die Bedeutung der Regelwerke ist recht unterschiedlich, worauf nachfolgend kurz eingegangen werden soll.

10.2 DIN-Normen

DIN steht für Deutsche Industrie Norm. DIN-Normen werden unter Leitung eines Arbeitsausschusses im Deutschen Institut für Normung erarbeitet und stellen einen auf freiwilliger Basis erarbeiteten Standard für das jeweilige Bauverfahren dar. Normen werden in einem Arbeitskreis von auf dem jeweiligen Gebiet tätigen Fachleuten erarbeitet. Dabei fließen Erfahrungen und Interessen unterschiedlicher Kreise mit ein. Vertreter der Industrie sind meist in der Überzahl, da die Tätigkeit in den Normenausschüssen stets mit erheblichen Kosten verbunden ist. Oftmals stellt das Ergebnis in Form einer Norm lediglich den Kompromiss der unterschiedlichen Interessen der Beteiligten dar.

DIN-Normen sind keine Gesetze, also nicht zwingend zu beachten. Sie stellen ausschließlich Handlungsempfehlungen dar. Der Anwender einer DIN-Norm, ob Planer oder Bauausführer, kann für sich in Anspruch nehmen, die Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik eingehalten zu haben. Ist der Vertragspartner diesbezüglich anderer Auffassung, so wird er regelmäßig beweispflichtig sein. Etwas anderes ist es, wenn in der Fachwelt Einigkeit darüber herrscht, dass eine Norm oder ein Teil einer Norm derart veraltet ist und nicht mehr die Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik widerspiegelt. Hier sei beispielsweise Abschnitt 3 der DIN 4109 Schallschutz genannt. In Tabelle 3 werden Anforderungen an die Luft- und Trittschalldämmung zum Schutz gegen Schallübertragung aus einem fremden Wohn- oder Arbeitsbereich definiert. Die hier aufgeführten Mindestanforderungen geben deshalb heute nicht mehr die Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik wieder, da aufgrund der heute verfügbaren Baumaterialien ohne weiteres wesentlich bessere Schalldämmwerte erreicht werden können als in der Norm aufgeführt.

DIN-Normen sind meist nationale Normen. Aufgrund der Internationalisierung und insbesondere der Angleichung der technischen Anforderungen im EU-Raum gibt es heute vermehrt europäische oder gar internationale Normen.

An der Normnummer lässt sich erkennen, welchen Ursprung eine Norm hat:

- DIN: (beispielsweise DIN 18195 Bauwerksabdichtung) DIN-Norm, die ausschließlich oder überwiegend nationale Bedeutung hat oder als Vorstufe zu einem übernationalen Dokument veröffentlicht wird.
- DIN EN: (beispielsweise DIN EN 11995 Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten) Deutsche Übernahme einer Europäischen Norm (EN).
- DIN EN ISO: (beispielsweise DIN EN ISO 6946 Wärmedurchlasswiderstand und Wärmedurchgangskoeffizient, Berechnungsverfahren) Deutsche Übernahme einer unter der Federführung von ISO oder CEN entstandenen Norm, die dann von beiden Organisationen veröffentlicht wurde.

Es zeigt sich also, die Normenwelt wird immer vielfältiger und verwirrender. Die Normen werden vom Beuth-Verlag veröffentlicht und weisen teilweise einen differenzierten Status auf. Man unterscheidet folgende Normenstufen:

Norm (»Weißdruck«)

Durch Normenorganisationen verabschiedete Endfassung einer Norm.

Vornorm (»Blaudruck«)

Eine Vornorm stellt das vorläufige Ergebnis der Bearbeitung des Normenausschusses dar. Es herrschen aber innerhalb des Gremiums meist noch Vorbehalte zu einzelnen Regelungen.

Normentwurf (»Gelbdruck« oder »Rotdruck«)

Es handelt sich hier um den Entwurf einer Norm, der der Fachwelt vorgestellt wird. Innerhalb einer bestimmten Frist können Einsprüche aus der Fachwelt eingereicht werden. Diese sollten abgewartet werden, um sie gegebenenfalls noch in die endgültige Version der Norm einzubeziehen.

Beiblatt

Ein Normenbeiblatt enthält weiterführende Informationen zu der entsprechenden Norm. Es handelt sich hierbei meist um Tabellen mit Material- oder Rechenwerten sowie Ausführungs-details oder Anwendungsbeispielen.

10.3 Bauaufsichtlich eingeführte DIN-Normen

DIN-Normen stellen, wie bereits erwähnt, Handlungsempfehlungen dar, die den Anspruch erheben, die Allgemein anerkannten Regeln der Bautechnik zu repräsentieren. Ihre Anwendung ist aber nicht zwingend vorgeschrieben. Etwas anderes ist es, wenn es sich um eine bauaufsichtlich eingeführte DIN-Norm handelt. Diese Normen haben Gesetzeskraft und sind somit nicht disponibel, das heißt, sie sind zwingend anzuwenden.

Derartige Normen sind beispielsweise:

- DIN 4102 Brandschutz
- DIN 4108 Wärmeschutz

10.4 Eurocodes

Die Europäische Kommission beschloss im Jahre 1975 ein Programm zur Beseitigung von Handelshemmnissen im Baubereich. Die so geschaffenen Regelwerke betreffen insbesondere die Tragwerksplanung. In den 1980er Jahren wurden die ersten Eurocodes für den konstruktiven Ingenieurbau verfasst. Die Eurocodes sind mittlerweile in Deutschland bauaufsichtlich eingeführt und somit geltendes Recht. Die Anwendung der Eurocodes ist seit dem 1. Juli 2012 für alle Bauschaffenden in Deutschland verbindlich.

Es gibt zurzeit folgende Eurocodes:

- Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung (EN 1990)
- Eurocode 1: Einwirkungen auf Tragwerke (EN 1991)
- Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken (EN 1992)
- Eurocode 3: Bemessung und Konstruktion von Stahlbauten (EN 1993)
- Eurocode 4: Bemessung und Konstruktion von Verbundtragwerken aus Stahl und Beton (EN 1994)
- Eurocode 5: Bemessung und Konstruktion von Holzbauten (EN 1995)
- Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten (EN 1996)
- Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik (EN 1997)
- Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben (EN 1998)
- Eurocode 9: Berechnung und Bemessung von Aluminiumkonstruktionen (EN 1999).

Die Eurocodes sind insgesamt nochmals in 58 Teile untergliedert. Darüber hinaus gibt es in jedem EU-Land zu jedem Eurocode einen nationalen Anhang. In diesen nationalen Anhängen werden vor allem die besonderen national festzulegenden Parameter ausgewiesen.

10.5 Verordnungen

Verordnungen werden wie Gesetze durch die Bundesregierung erarbeitet und haben somit ebenfalls eine allgemein bindende Wirkung, sie sind also von allen Bauschaffenden zwingend einzuhalten. Durch Verordnungen wird seitens des Gesetzgebers den speziellen Bedürfnissen hinsichtlich der Sicherheit, der öffentlichen Ordnung und des Umweltschutzes Rechnung getragen.

Derartige Verordnungen sind beispielsweise:

- Energieeinsparverordnung
- Landesbauordnung
- Baunutzungsverordnung.

10.6 Richtlinien

Verbände und sonstige Interessengruppen veröffentlichen oftmals ihre eigenen Regelwerke, unabhängig von den DIN-Normenausschüssen. Dies ist meist dann der Fall, wenn sich ihre spezifischen Interessen bei der Gestaltung der Normen nicht oder nur unzureichend durchsetzen ließen. Hier sei beispielsweise auf die KMB-Richtlinie verwiesen. KMB steht für Kunststoffmodifizierte Bitumendickbeschichtung. Diese werden zur Abdichtung von erdberührten Bauteilen (Keller) eingesetzt. In der DIN 18195 – Bauwerksabdichtung –, wird dieser Baustoff nicht zugelassen. Gemäß den KMB-Richtlinien ist die Verwendung aber sehr wohl möglich. Welches Regelwerk hier nun die Allgemein anerkannte Regel der Technik darstellt, ist in der Fachwelt durchaus umstritten.

Derartige Richtlinien sind beispielsweise:

- KMB-Richtlinie
- Richtlinien des Deutschen Dachdeckerhandwerks (u. a. Flachdachrichtlinie)
- VDI-Richtlinien (Verband deutscher Ingenieure)
- VDE-Richtlinien (Verband der Elektrotechnik).

10.7 Herstellerangaben

Bei *Hersteller-Richtlinien (Merkblätter)* handelt es sich um keinen geschützten oder reglementierten Begriff. Es ist die Frage zu stellen, ob es im Einzelfall eine bessere Regelung gibt. Oftmals ist dies nicht der Fall. Dann sollte gemäß dieser Richtlinien verfahren werden. Viele Hersteller machen ihre Garantiezusagen von der Beachtung ihrer Richtlinien abhängig. Oftmals ist es auch so, dass trotz der Vielzahl von Normen, Verordnungen und sonstigen Regelwerken, Teilbereiche des Bauwesens nicht in allen Einzelheiten beschrieben werden. Insofern sind auch die Vorgaben der Hersteller als verbindlich anzusehen.

11 Checklisten

Projekt	<input type="text"/>	Datum	<input type="text"/>
Bauherr	<input type="text"/>	Auftraggeber	<input type="text"/>
Adresse	<input type="text"/>	Kontaktdaten	<input type="text"/>

Baualter	bis 1918	bis 1948	bis 1958	bis 1980	ab 1980
	<input type="checkbox"/>				
Bauweise	Ziegel	Naturstein	Holz (Fachwerk)	KS	Bims
	<input type="checkbox"/>				
	Mischmauerwerk	Dämmung	Einschalig	Mehrschalig	Vorhangfassade
	<input type="checkbox"/>				
Heizung	Ofenheizung	Öl	Gas	Dezentral	Zentral
	<input type="checkbox"/>				

Sonstiges	<input type="text"/>
	<input type="text"/>
	<input type="text"/>

Mietertag vor Sanierung														
	Sehr gut			Gut			Befriedigend			Ausreichend			Mangelhaft	
	<input type="checkbox"/>													
	<input type="text"/>												€/m ²	
Vergleichsmiete	<input type="text"/>												€/m ²	

Ertrags-/ Substanzwert vor Sanierung														
	Sehr gut			Gut			Befriedigend			Ausreichend			Mangelhaft	
	<input type="checkbox"/>													
	<input type="text"/>												€	

Altlasten (Außenbereich)	
Wenn ja, überschlägige Kosten der Altlastensanierung	<input type="text"/> €

Bodengutachten	
Ja	<input type="checkbox"/>
Nein	<input type="checkbox"/>
Kommentar	<input type="text"/>

Mögliche Schadstoffe in Innenräumen (Baualtersbedingt)					
	Asbest	Spanplatten (Formaldehyd)	Künstliche Mineralfasern	Holzschutzmittel	PAK's
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wo?	<input type="text"/>				
	PCB innen	PCB außen (z. B. Fensterfugen)	Asbesthaltige Bodenbeläge	Schimmelpilze	Sonstige
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wo?	<input type="text"/>				

Sonstige Schäden					
	Holzschädlinge Insekten	Holzerstörende Pilze	Salzschäden	Risse, Setzungen	Betonschäden
	<input type="checkbox"/>				
Wo?	<input type="text"/>				
	Durchbiegungen	Aufsteigende Feuchte	Wasserschäden	Abnutzung	Korrosionen
	<input type="checkbox"/>				
Wo?	<input type="text"/>				

Untersuchungen I Schadstoffe					
	Materialproben	Luftproben	Feuchtemessungen	Salzmessungen	Trinkwasserleitungen
	<input type="checkbox"/>				
Wo?	<input type="text"/>				
Auf was?	<input type="text"/>				

Untersuchungen II Gebäudehülle					
	Statik	Wärmeschutz	Wärmebrücken	Schallschutz	Brandschutz
	<input type="checkbox"/>				

Untersuchungen III Bauteile					
	Bodenplatte	Kellermauerwerk	Mauerwerk	Decken, Balkone	Dach
	<input type="checkbox"/>				

Untersuchungen IV Haustechnik				
Heizung	Kaminzug	Rohrleitungen	Brauchwasser	Elektroanlage
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lüftung	Klimaanlage	Aufzug	Brandmelder	Sonstiges
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

11.1 Zustand der Bauteile

Bodenplatte											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sehr gut</th> <th>Gut</th> <th>Befriedigend</th> <th>Ausreichend</th> <th>Mangelhaft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft	<input type="checkbox"/>				
Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Besonderheiten											
Instandsetzungsaufwand	€/m ²										
Restlebensdauer	lang mittel kurz										
in Jahren (geschätzt)											

Keller-Außenmauerwerk											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sehr gut</th> <th>Gut</th> <th>Befriedigend</th> <th>Ausreichend</th> <th>Mangelhaft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft	<input type="checkbox"/>				
Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Besonderheiten											
Instandsetzungsaufwand	€/m ²										
Restlebensdauer	lang mittel kurz										
in Jahren (geschätzt)											

Keller-Innenmauerwerk											
	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Sehr gut</th> <th>Gut</th> <th>Befriedigend</th> <th>Ausreichend</th> <th>Mangelhaft</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> </tbody> </table>	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft	<input type="checkbox"/>				
Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft							
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>							
Besonderheiten											
Instandsetzungsaufwand	€/m ²										
Restlebensdauer	lang mittel kurz										
in Jahren (geschätzt)											

Kellertüren		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Heizöllagerraum / Heizöl-Lagertank		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Kamin		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Heizung		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Abwasser		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>												€/m ²	
Dichtigkeitsprüfung?	Ja	<input type="checkbox"/>	Nein		<input type="checkbox"/>									
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Kellertreppe (innen)		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>												€/m ²	
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Kellertreppe (außen)		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>												€/m ²	
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Pumpenschacht		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>												€/m ²	
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Kellerdecke		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

11.1.1 Oberhalb Erdrreich

Außenwände		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Innenwände		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Haustür		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Wohnungseingangstüren		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Zimmertüren		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Sanitärräume / Sanitäreinrichtung		Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
		<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>					
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz	
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>					

Versorgungsleitungen (Wasser / Abwasser)	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	€/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Elektroanlage	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	€/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Bodenbeläge	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	€/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Estrich	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	€/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Schallschutz Wände

	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>				
Instandsetzungsaufwand					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>				

Schallschutz Decken

	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>				
Instandsetzungsaufwand					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>				

Brandschutz

	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>				
Instandsetzungsaufwand					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>				

Dachgebälk

	Sehr gut	Gut	Befriedigend	Ausreichend	Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>				
Besonderheiten	<input type="text"/>				
Instandsetzungsaufwand					€/m ²
Restlebensdauer	lang		mittel		kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>				

Dachdämmung	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/> €/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Dachinnenverkleidung	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/> €/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Dachdeckung	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/> €/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Dachrinnen, Fallrohre	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/> €/m ²
Restlebensdauer	lang mittel kurz
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>

Schornsteinkopf		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>											€/m ²		
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Sonstiges:		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>											€/m ²		
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Sonstiges:		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>											€/m ²		
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Sonstiges:		Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft												
		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Besonderheiten	<input type="text"/>													
Instandsetzungsaufwand	<input type="text"/>											€/m ²		
Restlebensdauer	lang				mittel				kurz					
in Jahren (geschätzt)	<input type="text"/>													

Schadstoff-Sanierung	
Entsorgungskonzepte erstellt	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Gefährdungsbeurteilungen erstellt	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Kosten Schadstoffsanierung	min: <input type="text"/> max: <input type="text"/>
Sonstiges	<input type="text"/>

Wärme-, Schall-, Brandschutz, Standsicherheit	
Wärmeschutzkonzept erstellt	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Schallschutzkonzept erstellt	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Brandschutzkonzept erstellt	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Standsicherheit überprüft	Ja <input type="checkbox"/> Nein <input type="checkbox"/>
Sonstiges	<input type="text"/>
Kosten Schallschutz	min: <input type="text"/> max: <input type="text"/>
Kosten Wärmeschutz	min: <input type="text"/> max: <input type="text"/>
Kosten Brandschutz	min: <input type="text"/> max: <input type="text"/>
Kosten-Nutzenverhältnis Sanierung	gut mittel schlecht
Sonstiges	<input type="text"/>

Ertrags-/ Substanzwert nach Sanierung	
	Sehr gut Gut Befriedigend Ausreichend Mangelhaft
	<input type="checkbox"/>
	<input type="text"/> €

12 Anhang

12.1 Liste der einschlägigen Regelwerke mit Kurzfassung der Inhalte

Bauregelliste A

Geregelte und nicht geregelte Bauprodukte entsprechen den in der Bauregelliste A bekannt gemachten technischen Regeln oder weichen von ihnen nicht wesentlich ab.

Für geregelte Bauprodukte ergibt sich die Verwendbarkeit aus der Übereinstimmung mit den bekannt gemachten technischen Regeln. Für nicht geregelte Bauprodukte ergibt sich die Verwendbarkeit aus der Übereinstimmung mit der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung, einem allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfzeugnis oder einer Zustimmung im Einzelfall.

Bauregelliste B

In die Bauregelliste B werden Bauprodukte aufgenommen, die nach Vorschriften der Mitgliedstaaten der Europäischen Union und der deutschen Vorschriften in den Verkehr gebracht und gehandelt werden dürfen und die CE-Kennzeichnung tragen.

Bauregelliste C

Bauprodukte, für die es weder Technische Baubestimmungen noch Allgemein anerkannte Regeln der Technik gibt und die für die Erfüllung bauordnungsrechtlicher Anforderungen nur eine untergeordnete Bedeutung haben, werden in die Liste C aufgenommen. Bei diesen Produkten entfallen Verwendbarkeits- und Übereinstimmungsnachweise.

Bezugsquellennachweis

Normen:	Beuth Verlag GmbH Burggrafenstraße 6 – 10787 Berlin
Leitlinien für europäische technische Zulassungen:	Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH Amsterdamer Straße 192 – 50735 Köln
Europäische technische Zulassungen:	Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt) Kolonnenstraße 30B – 10829 Berlin
EG-Richtlinien, Bundesgesetzblatt:	Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH Amsterdamer Straße 192 – 50735 Köln

Eingeführte Technische Baubestimmungen

Eingeführte Technische Baubestimmungen (ETB) sind technische Regeln, die von den Obersten Bauaufsichtsbehörden der einzelnen Bundesländer bauordnungsrechtlich durch öffentliche Bekanntmachung eingeführt sind.

In der Regel sind dies »Schutznormen« (Schutz von Leben, Gesundheit, Klima).

Bezugsquellennachweis

Die Normen sind über den Beuth-Verlag zu beziehen (s. o.).

Die einschlägigen Verordnungen bzw. die Liste der technischen Baubestimmungen sind über die IS-Argebau, Bauministerkonferenz zu beziehen:

www.is-argebau.de/Mustervorschriften/Mustererlässe/Bauaufsicht/Bautechnik

Abbruchgenehmigung

Bei Abbruch sind i. d. R. Anträge auf Abbruchgenehmigung bei der örtlichen Baubehörde einzureichen.

Technische Anleitung Siedlungsabfall

Ziele dieser Technischen Anleitung sind:

- nicht vermiedene Abfälle soweit wie möglich zu verwerten
- den Schadstoffgehalt der Abfälle so gering wie möglich zu halten
- eine umweltverträgliche Behandlung und Ablagerung der nicht verwertbaren Abfälle sicherzustellen. Dabei ist die Entsorgungssicherheit zu gewährleisten. Die Ablagerung soll so erfolgen, dass die Entsorgungsprobleme von heute nicht auf künftige Generationen verlagert werden.

Bezugsquellennachweis

Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:

www.bmu.de/files/pdfs/allgemein/application/pdf/tasi_ges.pdf

Richtwerte für die Innenraumluft

Um die Schadstoffkonzentrationen in Innenräumen auf ein erträgliches Maß zu begrenzen, gibt es zwei Richtwert-Kategorien:

Richtwert II ist ein wirkungsbezogener Wert, der sich auf die gegenwärtigen toxikologischen und epidemiologischen Kenntnisse zur Wirkungsschwelle eines Stoffes stützt. Er stellt die Konzentration eines Stoffes dar, bei deren Erreichen beziehungsweise Überschreiten unverzüglich zu handeln ist.

Der Richtwert I ist ein Vorsorgerichtwert. Er beschreibt die Konzentration eines Stoffes in der Innenraumluft, bei der bei einer Einzelstoffbetrachtung nach gegenwärtigem Erkenntnisstand auch dann keine gesundheitliche Beeinträchtigung zu erwarten ist, wenn ein Mensch diesem Stoff lebenslang ausgesetzt ist.

Bezugsquellennachweis

Umweltbundesamt:

www.umweltbundesamt.de/gesundheit/innenraumhygiene/richtwerte-irluft.htm

VDI 4202

Richtlinien zu Mindestanforderungen an Messeinrichtungen für Emissionen und Immissionen.

VDI 4300

Richtlinien zum Messen von Innenraumluftverunreinigungen

Bezugsquellennachweis

Verein Deutscher Ingenieure: www.vdi.de

Biostoffverordnung

Diese Verordnung gilt für Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen einschließlich Tätigkeiten in deren Gefahrenbereich. Zweck der Verordnung ist der Schutz der Beschäftigten vor der Gefährdung ihrer Sicherheit und Gesundheit bei diesen Tätigkeiten.

Bezugsquellennachweis

Bundesministerium der Justiz:

www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/biostoffv/gesamt.pdf

Gefahrstoffverordnung

In §1 (Anwendungsbereich) ist unter (2) geregelt, dass diese Verordnung zum Schutz der Beschäftigten und anderer Personen gegen tatsächliche oder mögliche Gefährdungen ihrer Gesundheit eingeführt wurde.

Sie gilt auch, wenn als *unmittelbare Folge* von Tätigkeiten die Gesundheit und Sicherheit von Beschäftigten oder Personen gefährdet werden können. Es ist der Schutz vor tatsächlichen oder möglichen Gefährdungen der Gesundheit und Sicherheit von Beschäftigten und anderen Personen sowie vor Wirkungen von Stoffen, mit denen Tätigkeiten durchgeführt werden oder die bei der Tätigkeit entstehen sicherzustellen.

Die Gefährdungsbeurteilung erfolgt nach §8 der GefStoffV.

Bezugsquellennachweis

Bundesministerium der Justiz:

www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/gefstoffv_2010/gesamt.pdf

Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)

Regelungen für Gefährdungsbeurteilungen beim Umgang mit Gefahrstoffen

Bezugsquellennachweis

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:

www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS.html

TRGS 519

Asbest – Abbruch-, Sanierungs- oder Instandhaltungsarbeiten

Bezugsquellennachweis

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:

www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Gefahrstoffe/TRGS/TRGS-519.html

Technische Regeln für biologische Arbeitsstoffe (TRBA)

Regelungen für Gefährdungsbeurteilungen beim Umgang mit Biologischen Arbeitsstoffen

Bezugsquellennachweis

Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin:

www.baua.de/de/Themen-von-A-Z/Biologische-Arbeitsstoffe/TRBA/TRBA.html

Arbeitsschutzgesetz

Sicherheit und Gesundheitsschutz der Beschäftigten bei der Arbeit

Bezugsquellennachweis

Bundesministerium der Justiz:

www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/arbschg/gesamt.pdf

PAK-Hinweise

Hinweise für die Bewertung und Maßnahmen zur Verminderung der PAK-Belastung durch Parkettböden mit Teerklebstoffen in Gebäuden (PAK-Hinweise)

Bezugsquellennachweis

Deutsches Institut für Bautechnik DIBT

Kolonnenstraße 30 B – 10829 Berlin

Telefon 030/7730244

Telefax 030/7730320

WTA-Merkblätter

WTA-Merkblätter geben (meistens) die Allgemein anerkannten Regeln der Technik für die Bauwerksinstandsetzung wieder. Sie werden auch als die »Normen der Instandsetzung« bezeichnet. Sie sind i. d. R. ein Bestandteil der Bauleistungen und somit bindend bei der Ausführung.

Bezugsquellennachweis

Wissenschaftlich-Technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V. WTA

Ingolstädter Straße 102 – 85276 Pfaffenhofen

www.wta.de/wta-merkblaetter

Musterbauordnung bzw. Landesbauordnungen

In den Landesbauordnungen sind die wesentlichen baurechtlichen Bestimmungen des Bundeslandes geregelt und die Musterbauordnung für das jeweilige Bundesland genauer ausführt.

Bezugsquellennachweis

www.is-argebau.de

Verordnung über die Grundsätze für die Ermittlung der Verkehrswerte von Grundstücken (Immobilienwertermittlungsverordnung – ImmoWertV)

Die derzeit gültige Verordnung zur Ermittlung von Verkehrs-, Ertrags- und Sachwerten von Gebäuden und Grundstücken.

Bezugsquellennachweis

www.gesetze-im-internet.de/bundesrecht/immowertv/gesamt.pdf

12.2 Glossar

Abfallschlüssel

Eine europaweite einheitliche Beschreibung und Identifikation von Abfällen im Sinne des Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetzes (KrW-/AbfG).

Bebauungsplan

Der Bebauungsplan, allgemein B-Plan genannt, regelt die Nutzung und die Bebauung von Grundstücken. Der B-Plan wird von den Gemeinden erstellt. Es gibt auch Bereiche, für die kein B-Plan existiert; hier wird i.d.R. erwartet, dass die Bauwerke sich architektonisch an die Nachbarbebauung anlehnen.

Baumangel

Ein Baumangel ist jede Abweichung vom gewollten bzw. geschuldeten Soll-Zustand.

Bauschaden

Ein Bauschaden ist die Verschlechterung eines Baumangels, ein schädigendes Ereignis oder/und ein minderwertiges Produkt, das zu einer Minderung der Gebrauchsfähigkeit bis hin zur Nichtgebrauchsfähigkeit führt.

Ertragswert

Dieser Wert spiegelt die (möglichen) zukünftigen aus dem Objekt resultierenden Einnahmen (Erträge) wider.

Nahwärme

Nahwärme bezeichnet die Übertragung von Wärme über kurze Strecken. Wie lange diese Strecken sind und ab wann von Fernwärme gesprochen wird, ist nicht definiert.

Nutzung(-sdauer)

Die Nutzung bezeichnet den individuellen Zweck für den Gebrauch eines Gebäudes und die voraussichtliche (wirtschaftliche) Nutzungszeit bis zur

- Renovierung
- Sanierung
- Abriss.

Die Art der Nutzung und vor allem die Länge der Nutzungsdauer beeinflusst die Wirtschaftlichkeit des Objektes.

Quartier

Stadtviertel, meist mit eigenständigem sozialem Bezugssystem und entsprechender Ausprägung.

Ressource

Im Zusammenhang mit diesem Buch: Rohstoffe und Energie.

Sachwertverfahren

Ein Verfahren zur Ermittlung von Werten für i.d.R. nicht ertrags- bzw. gewinnorientierte, am Markt gehandelte Immobilien.

Schadstoff

Der Begriff Schadstoff bezeichnet einen Stoff oder ein Gemisch aus Stoffen, der/das schädlich für Organismen oder/und die Umwelt ist oder sein kann.

Sekundärkontamination

Eine weitergehende Kontamination aus einem ursprünglichen Kontaminationsherd. Beispielsweise gast PCB aus einer Fuge aus. Dieses Gas lagert sich an und in Tapeten oder/und anderen Stoffen bzw. im Staub ab.

Eine Sekundärkontamination kann erst gemessen werden, wenn die Ursache beseitigt ist. Bei PCB-Sanierungen sind die Kosten für die Beseitigung der Sekundärkontamination meist höher als die Ursachenbeseitigung.

Sick Building Syndrom

Das Sick Building Syndrom (SBS) ist international verbindlich durch die WHO als Krankheit definiert. Nach internationaler Übereinkunft wird dann von einem SBS gesprochen, wenn mehr als 10–20 % der Nutzer eines Gebäudes über Befindlichkeitsstörungen oder Beschwerden klagen.

Verkehrswert

Der aktuelle Wert einer Immobilie bzw. eines Grundstückes.

Vergleichswertverfahren

Dies ist ein Verfahren zur Wertermittlung von Immobilien. Hierbei wird der Marktwert aus realisierten Verkaufserlösen vergleichbarer Objekte abgeleitet.

Vorsorgeprinzip

Ein nicht verbriefter Grundsatz von Umwelt- und Gesundheitspolitik, nach dem die Vermeidung von Schäden anzustreben ist.

Die Europäische Kommission hat das Vorsorgeprinzip wie folgt definiert:

Die Anwendung des Prinzips sollte auf einer möglichst umfassenden wissenschaftlichen Bewertung beruhen, in der auch das Ausmaß der wissenschaftlichen Unsicherheit ermittelt wird.

Vor jeder Entscheidung für oder gegen eine Tätigkeit sollten die Risiken und die möglichen Folgen einer Untätigkeit bewertet werden.

Sobald die Ergebnisse der wissenschaftlichen Bewertung und/oder der Risikobewertung vorliegen, sollten alle Betroffenen in die Untersuchung der verschiedenen Risikomanagement-Optionen einbezogen werden.

Wertminderung

auch: Wertverlust; Ursachen können Alterung und/oder Bauschäden sein.

Zustandsbewertung

Die Zustandsbewertung besteht aus einer fach- und sachgerechten sowie differenzierten Beurteilung des Zustands und der Substanz des Objektes. Hierzu gehört auch die verbleibende mögliche Restnutzungszeit.

12.3 Literatur

Merkblätter, Richtlinien, Normen, Bücher

Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart – www.baufachinformation.de

Berücksichtigung erforderlicher Sanierungsaufwendungen bei der Verkehrswertermittlung

Norbert Bogusch

in: »Der Bausachverständige« Zeitschrift für Bauschäden, Grundstückswert und gutachterliche Tätigkeit, Heft 1/2006, Seite 38–42 – ISSN 1614-6123

Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart; Bundesanzeiger Verlag, Köln

Der Bauschadenssachverständige

Norbert Bogusch, Gerd Motzke

2009, 336 S., zahlreiche Musterformulare, Gebunden, Deutsch – ISBN 978-3-8167-7591-1

Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Typische Baumängel

Hans Ganten, Eduard Kindereit

2010, 372 S., Kartoniert, Deutsch – ISBN 978-3-406-58152-6 – Beck Juristischer Verlag, München

Basiswissen Bauphysik

Norbert Bogusch, Thomas Duzia

Grundlagen des Wärme- und Feuchteschutzes

2012, 213 S., zahlr. Abb. und Tab., Kartoniert – ISBN 978-3-8167-8613-9

Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Bauen im Bestand

Hrsg.: TSP Theißen Stollhoff & Partner;

2012, 236 S., Tabellen, Musterverträge, Kartoniert – ISBN 978-3-8167-8718-1

Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart

Bauwerksabdichtung in der Altbausanierung

Jürgen Weber, Volker Hafkesbrink

Verfahren und juristische Betrachtungsweise

3., aktualis. u. erw. Aufl., 2012, XVII, 714 S., m. 306 Abb. u. 79 Tab., Gebunden –

ISBN 978-3-8348-0876-9 – Vieweg+Teubner, Wiesbaden

Sanierung schadstoffbelasteter Gebäude

VDI-Handbuch Bautechnik – Gebäuderelevante Systeme

2012, 24 S.

Beuth Verlag GmbH, Berlin

Schimmelpilzschäden – erkennen, bewerten, sanieren

Jörg Brandhorst, Georg Willems, Hans Schärff

3. Aufl. 2011, DIN A4, broschiert, 162 Seiten mit CD-ROM – ISBN 978-3-8249-1449-4

TÜV Media GmbH, Köln

12.4 Quellenangaben

BINE Informationsdienst Kaiserstraße 185 – 197 53113 Bonn Telefon 02 28/9 23 79 - 0 Telefax 02 28/9 23 79 -29 redaktion@bine.info	Diverse Veröffentlichungen, siehe dort unter »Publikationen« sowie unter »Informationsdienst«
Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung Invalidenstraße 44 10115 Berlin Telefon 030/183 00 - 0	Diverse Veröffentlichungen, siehe dort unter »Bauen und Wohnen« Zukunft Bau: www.bmvbs.de/SharedDocs/DE/Artikel/B/forschungsinitiative-zukunft-bau.html
Volker Eichener, Rolf G. Heinze	»Neue Wege in der Wohnungspolitik« http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-141448
Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH Döppersberg 19 42103 Wuppertal info@wupperinst.org www.wupperinst.org	Diverse Veröffentlichungen, siehe dort unter »Forschung«, »Projekte«, »Publikationen«
ISP Eduard Pestel Institut für Systemforschung e.V. Königstraße 50 A 30175 Hannover	Wohnungsmangel in Deutschland? Regionalisierter Wohnungsbedarf bis zum Jahr 2025
Statistisches Bundesamt Gustav-Stresemann-Ring 11 65189 Wiesbaden Telefon 06 11/7 51 Telefax 06 11/72 4000	Fortschreibung des Wohngebäude- und Wohnungsbestandes
Bundesgeschäftsstelle Landesbausparkassen, Referat Presse Friedrichstraße 83 10117 Berlin Telefax 030/202 25-53 95	Diverse Pressemitteilungen (obs/Landesbausparkassen)

<p>ILS – Institut für Landes- und Stadtentwicklungsforschung gGmbH Brüderweg 22–24 44135 Dortmund Telefon 02 31/90 51-0</p>	<p>Demographischer Wandel in NRW Nachhaltigkeit von Investitionsentscheidungen in der Wohnungswirtschaft NRW Kosten und Nutzen der Siedlungsentwicklung</p>
<p>Wüstenrot Stiftung Hohenzollernstraße 45 71630 Ludwigsburg</p>	<p>Die Zukunft von Einfamilienhausgebieten</p>
<p>Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena) Chausseestraße 128 a 10115 Berlin Telefon 030/72 61 65-6 00 Telefax 030/72 61 65-6 99</p>	<p>Sanierungsstudien Energetische Gebäudesanierung Bauteilkennwerte (in entsprechenden EDV-Programmen)</p>
<p>F+B Forschung und Beratung für Wohnen, Immobilien und Umwelt GmbH Adenauerallee 28 20097 Hamburg Telefon 040/2808 10-0 Telefax 040/2808 10-20</p>	<p>Immobilienmarktdaten: F+B Marktmieten F+B Marktpreise</p>
<p>Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung e.V. (DGUV) Mittelstraße 51 10117 Berlin-Mitte Telefon 030/288 76 3800 (Zentrale) Telefax 030/288 76 3808</p>	<p>Gefahrstoffe und Biologische Arbeitsstoffe Gefahrstoffdatenbank</p>
<p>BG BAU – Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft Hildegardstraße 29/30 10715 Berlin Telefon 030/857 81-0 Telefax 030/857 81-5 00</p>	<p>Gefahrstoffdatenbank GISBAU BGI 858, Handlungsanleitung der BG-Bau bei der Gebäudesanierung</p>
<p>Umweltbundesamt Wörlitzer Platz 1 06844 Dessau-Roßlau Telefon 03 40/21 03 -0 Telefax 03 40/21 03 -22 85</p>	<p>Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen</p>

Sachregister

A

Abbruchabfall	236
Abbruchgenehmigung	318
Abdichtung	118
Abfallablagerversordnung	231
Abfallschlüssel	73
Abfallwirtschaft	230
Alkalität	126
Altbauten	18
Alterswertminderung	257, 258
Altholzverordnung	239
Anerkannte Regel der Technik	260
Anobien	87
Asbest	33, 49, 58
Ausgleichsfeuchte	209
Außenanlage	256

B

Balkon	174
Bauaufsichtlich eingeführte DIN-Norm	301
Bauaufsichtliche Zulassung	261
Baudenkmal	290
Baumschutzsatzung	229
Baupreissteigerung	256
Bauregelliste	
▪ A	317
▪ B	317
▪ C	317
Bauschaden	261
Bauwerksabdichtung	118
Begasungsverfahren	93
Beiblatt	300
Beleihungswert	259
Bestandsanalyse	285
Beton	125

Betondachstein	190
Betonschaden	179
Betonüberdeckung	178
Beweissicherung	230
Bewirtschaftungskosten	252
Biostoffverordnung	319
Bitumen-Korrosion	186
Blaufäule	95
Blower-Door-Verfahren	217
BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)	237
Bodenwertermittlung	252
Brauchwasserrohrnetz	295
Brauner Kellerschwamm	97
Braunfäule	94

C

Carbonatisierung	127
Chlornaphthalin	82
CM (Calciumcarbide)-Methode	91

D

Dachstuhl	195
Dämmloch	183
Dampfbremse	187
Darmmethode	91
Datenlogger	214
Denkmalschutzanforderung	206
Deponieverordnung	231
Dielektrisches Verfahren	212
Differenzdruckverfahren	217
DIN-Norm	299

<i>E</i>	
Eichenporling _____	96
Eigenschwingverhalten _____	292
Entkernung _____	233
Entscheidungskriterium _____	271
Entsorgungskosten _____	232
Entsorgungsnachweis _____	238
Entsorgungssicherheit _____	231
Entwässerung _____	189
Ertragswertverfahren _____	252
Eurocode _____	301
Europäisches Chemikaliengesetz _____	232
<i>F</i>	
Feuchteanreicherung _____	291
Feuchteeintrag _____	118
Feuchtemessung _____	209
Feuchtigkeitsschaden _____	209
Flachdach _____	184, 189
Formaldehyd _____	37, 49, 69
Formalin _____	69
<i>G</i>	
Gebäudehülle _____	296
Gebrauchstauglichkeit _____	262
Gefahrstoffverordnung _____	68, 319
Gesamtnutzungsdauer _____	253
Gewöhnliche Beschaffenheit _____	260
<i>H</i>	
Hausbock _____	85
Haustechnische Sanierung _____	293
Heißluftverfahren _____	92
Hersteller-Richtlinie _____	261, 302
Hochfrequenzbehandlung _____	93
Holzausgleichsfeuchte _____	212
Holzbalkendecke _____	292
Holzkorrosion _____	125
Holzschädling _____	83
Holzschutz _____	87
Holzschutzmittel _____	33, 71
Holzwespe _____	88
Horizontalsperre _____	155, 291
Hygrometermessgerät _____	214
<i>I</i>	
ImmoWertV (ImmobilienWertermittlungsverordnung) _____	250
Innenabdichtung _____	120
Innendämmung _____	54
Innenraumluft _____	48
▪ Richtwert _____	68
<i>K</i>	
Kapillarität _____	155
Kapillarkraft _____	112
Karst'sches Röhrchen _____	206
Kastenrinne _____	201
Kernsanierung _____	233
KMF (Künstliche Mineralfaser) _____	49, 243
Korrosion _____	126
Kriechen _____	138
Kriechkeller _____	174
Kritischer Chloridgehalt _____	124
<i>L</i>	
Landesbauordnung _____	271
Liegenschaftszinssatz _____	252
Lindan _____	49, 71
Liquidationswertverfahren _____	276
Luftdichtung _____	291
Luftkeimsammlung _____	53
Luftwechsel _____	297
<i>M</i>	
Maklerverfahren _____	255
Mangel _____	
▪ hinnehmbarer _____	262
▪ hinzunehmender _____	263
▪ optischer _____	263
▪ technischer _____	263
Marktanpassung _____	255
Marktanpassungsfaktor _____	258
Marktteilnehmer _____	269

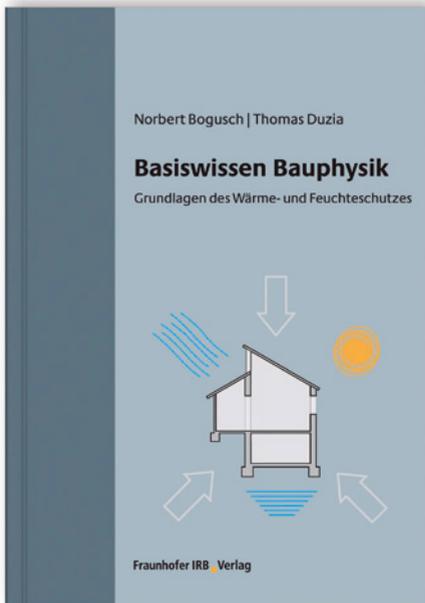
Materialuntersuchung	226	Richtlinie	302
Mazeration	125	Riss	131
Merkantiler Minderwert	266	Rohertrag	252
Mikrowellenbehandlung	93		
Mineralfaser	68	S	
Mineralwolle	66	Sachwertverfahren	255
Moderfäule	95	Salz	114
Muldenlage	133	Sanierputz	120
Musterbauordnung	261, 271	Sanierungsmaßnahme	275
Myzel	94	Sattellage	133
		Schadstoff	47
N		Schadstoffbelastung	47
Nagekäfer		Schadstoffmessung	221
▪ Bunter	89	Schallpegelmessung	220
▪ Gemeiner	86	Schimmelpilzbefall	52
Neubauten	17	Schimmelpilzbildung	290
Normentwurf	300	Schweißbahnabdichtung	184
		Sekundärsanierungskosten	246
O		Selektiver Gebäuderückbau	245
Opferputz	121	Selektiver Rückbau	232
		Setzriss	132
P		SiGeKo (Sicherheits- und Gesund-	
PAK (Polycyclische aromatische		heitschutzkoordinator)	229
Kohlenwasserstoffe)	33, 49	Sinterung	205
PCB (Polychlorierte Biphenyle)	33, 49, 244	Solarthermie	296
PCP (Pentachlorphenol)	49, 79	Sommerkondensat	160
PE (Polyethylen)	242	Sonderkonstruktion	183
Perimeterdämmung	119	Spalierlatte	192
pH-Wert	127	Spore	99
Porengefüge	112	Spritzasbest	195
Primärsanierung	246	Stand der Technik	261
PS (Polystyrol)	242	Staub-Luftmessung	225
PU (Polyurethan)	241		
PVC (Polyvinylchlorid)	242	T	
		Technische Lebensdauer	274
R		Technische Zulassung	317
Raumluftmessung	222	Teerasphalt	75
Raumluftsammlkopf	223	Teilabriss	54
Regelwerk	299	Thermografie	219
Regionaleinfluss	256	Tondachziegel	190
Regressanspruch	230	Trasszement	205
Relative Feuchte	155	TRGS (Technische Regel für Ge-	
Restnutzungsdauer	252, 253	fahrstoff)	60, 319

Trinkwasserverordnung _____	295	<i>W</i>	
Trockenbauwand _____	292	Wärmebrücke _____	182, 291
Trotzkopf _____	89	Wärmebrückenwirkung _____	178
		Wärmelast _____	290
<i>U</i>		Wärmetauscher _____	296
Unterspannbahn _____	192	Wasseraufnahme _____	207
Unverhältnismäßigkeit _____	262	Weichmacher _____	186
UV-Strahlen _____	202	Weißasbest _____	227
		Weißfäule _____	94
<i>V</i>		WeißloCHFäule _____	94
Vergleichswertverfahren _____	251	Weißrostbildung _____	170
Verkehrswert _____	259	Welleternitplatte _____	203
Verordnung _____	302	WertR (Wertermittlungsrichtlinie) ____	250
Versalzungsgrad _____	213	▪ WertR 06 _____	250
Vervielfältiger _____	253	Widerstandsmessverfahren _____	210
Vornorm _____	300	Wohnungsbestand _____	16
		WTA-Merkblatt _____	120, 320
		w-Wert _____	207
		<i>Z</i>	
		Zielbaumverfahren _____	264
		Zugesicherte Eigenschaft _____	260

Basiswissen Bauphysik

Grundlagen des Wärme- und Feuchteschutzes

Norbert Bogusch | Thomas Duzia



2012, 213 Seiten, zahlr. Abb. u. Tab., Kartoniert
ISBN 978-3-8167-8613-9

In der praktischen Anwendung verschließen sich dem planenden Architekten oder Entscheidungsträger häufig die Hintergründe der bauphysikalischen Betrachtungen. Ein teilweise unübersichtliches Regelwerk beeinträchtigt zudem die Orientierung für den Planer.

Das vorliegende Buch verspricht Abhilfe. Es verbindet die Grundkenntnisse und Begrifflichkeiten der Bauphysik mit der Praxis und bietet einen schnellen Überblick für Planer und Architekten. Es schlägt einen Bogen von den Anfängen der Wärmelehre, über die geltenden Regelwerke und Normen bis hin zum energiesparenden Bauen und den zukünftigen Anforderungen an den Wärmeschutz. Das Verständnis und die Bewertung von bauphysikalischen Erscheinungen im Alltag stehen dabei im Vordergrund.

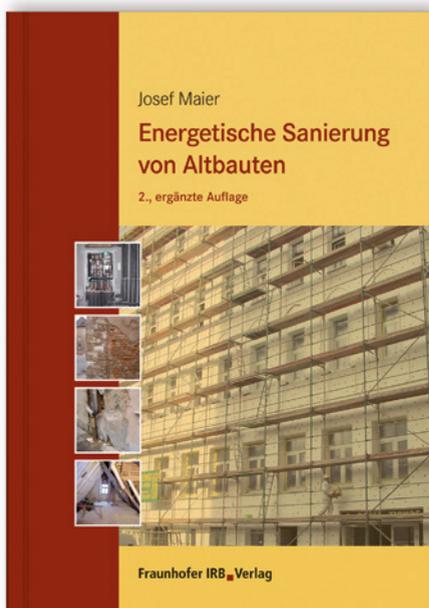
Fraunhofer IRB Verlag

Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart · www.baufachinformation.de

Energetische Sanierung von Altbauten

Josef Maier



2., erg. Aufl. 2011, 381 Seiten, zahlr. Abb.,
Gebunden
ISBN 978-3-8167-8503-3

Um an Altbauten energetische Instandsetzungsmaßnahmen durchzuführen, bedarf es einer detaillierten Kenntnis sowohl der vorhandenen Baukonstruktion und Baumängel als auch der energetischen Größen und der Anlagentechnik des Gebäudes. Nur auf dieser Erkenntnisgrundlage können nachträgliche Wärmedämmmaßnahmen sinnvoll geplant und vorgenommen, Bauschäden weitgehend verhindert und ein mögliches Einsparpotenzial ausgeschöpft werden.

Der Autor erläutert typische Bauschäden an Altbauten und deren Untersuchungsmethoden sowie die fachgerechte und in der Praxis erprobte Vorgehensweise einer altbauverträglichen Sanierung. Neben den bauphysikalischen Grundkenntnissen werden auch die Anforderungen und Neuerungen der EnEV 2009 dargestellt. Konkrete Praxisbeispiele und eine große Anzahl an Abbildungen ergänzen und veranschaulichen die Ausführungen.

Fraunhofer IRB  Verlag

Der Fachverlag zum Planen und Bauen

Nobelstraße 12 · 70569 Stuttgart · www.baufachinformation.de

Norbert Bogusch | Jörg Brandhorst

Sanieren oder Abreißen?

Grundstückspreise steigen ständig, der Wert von Gebäuden sinkt durch Abnutzung. Irgendwann stellt sich die Frage: Saniert man das Gebäude oder ist ein Abriss mit Neubau kostengünstiger? Durchschnittlich besitzt ein Gebäude eine Nutzungsdauer von achtzig Jahren. In den fünfziger Jahren gebaute Gebäude haben also noch eine rechnerische Nutzungsdauer von rund zwanzig Jahren. Jetzt muss scharf kalkuliert werden, ob der Grundstückswert nicht die zu erwartenden Sanierungskosten übersteigt.

Deshalb gilt es, sowohl den Grundstückswert als auch die zu erwartenden Sanierungskosten genau zu ermitteln. Dies geschieht unter anderem durch eine möglichst genaue Schadensaufnahme, besonders unter Berücksichtigung der Schadstoffe. Aber auch die eventuellen Bauschuttentsorgungskosten müssen in die Kalkulation mit einfließen.

Das Buch will Architekten, Ingenieuren und Hausbesitzern möglichst viele Hilfen bei dieser Entscheidungsfindung vermitteln.

Die Autoren:

Norbert Bogusch, Dipl.-Ing. (FH), von der Industrie- und Handelskammer Bonn/Rhein-Sieg öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden, Lehrbeauftragter an der Bergischen Universität Wuppertal und Referent in der Sachverständigenausbildung, leitender Referent der Sachverständigenausbildung »Schäden an Gebäuden und Gebäudesanierung« bei der Bernhard-Remmers-Akademie.

Jörg Brandhorst, Bauphysiker, Sachverständiger für Schäden an Gebäuden und Innenraumschadstoffe (Euro-Zert), Referent im Bereich Bauphysik, Energieeffizienz für Nichtwohngebäude und Innenraumschadstoffe für verschiedene Akademien und Kammern.

ISBN 978-3-8167-8805-8

