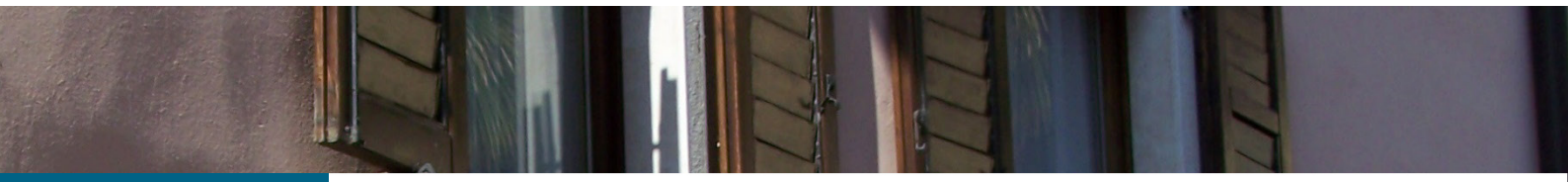
ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Bundesinstitut
für Bau-, Stadt- und
Raumforschung
im Bundesamt für Bauwesen
und Raumordnung



BBSR-
Online-Publikation
11/2024

Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten an Gebäuden

von

Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller
Dipl.-Ing. Ruth Abel
Dipl.-Ing. Géraldine Liebert
Dipl.-Ing. Silke Sous

mit Beiträgen von
Dipl.-Ing. Harold Neubrand
Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz

Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten an Gebäuden

Mangelfreiheit vs. hinnehmbare oder zu beseitigende Mängel

Gefördert durch:

Bundesministerium
für Wohnen, Stadtentwicklung
und Bauwesen

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ZUKUNFT BAU
FORSCHUNGSFÖRDERUNG

Dieses Projekt wurde gefördert vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) im Auftrag des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) aus Mitteln des Innovationsprogramms Zukunft Bau.
Aktenzeichen: 10.08.18.7-20.10
Projektlaufzeit: 04.2021 bis 10.2023

IMPRESSUM

Herausgeber
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR)
im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR)
Deichmanns Aue 31–37
53179 Bonn

Fachbetreuerin/Fachbetreuer
Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung
Referat WB 3 „Forschung und Innovation im Bauwesen"
Guido Hagel
guido.hagel@bbr.bund.de

Autorinnen und Autoren
Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik gGmbH, Aachen (AIBau gGmbH)
Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller (Projektleitung) (AIBau gGmbH)
matthias.zoeller@aibau.de

Dipl.-Ing. Ruth Abel (AIBau gGmbH)
ruth.abel@aibau.de

Dipl.-Ing. Géraldine Liebert (AIBau gGmbH)
g.liebert@aibau.de

Dipl.-Ing. Silke Sous (AIBau gGmbH)
silke.sous@aibau.de

mit Beiträgen von:
Ingenieurbüro Neubrand, Bad Boll
Dipl.-Ing. Harold Neubrand

Ingenieurbüro für akustische Signalanalyse PartGes, Aachen (ifas)
Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz

Stand
Oktober 2023

Bildnachweis
Titelbild: Matthias Zöller (AIBau gGmbH)
Die im Bericht dargestellten Abbildungen stammen von den Autoren.

Vervielfältigung
Alle Rechte vorbehalten

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des Herausgebers übereinstimmen.

Zitierweise
Zöller, M.; Abel, R.; Liebert, G., Sous, S.; u. a., 2023: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten an Gebäuden: Mangelfreiheit vs. hinnehmbare oder zu beseitigende Mängel. BBSR-Online-Publikation 11/2024, Bonn.

ISSN 1868-0097 Bonn 2024

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 4

Kurzfassung 8

Abstract 10

1 Einleitung und Anlass 12

1.1 Fallbeispiele 12
1.2 Problemstellung 12
1.3 Lösungsansatz des Forschungsprojekts 14

2 Rechtliche Einordnung 15

2.1 Mangelbegriff nach § 633 BGB 15
2.2 Minderung nach Gesetz 15
2.3 Verlangen nach Minderung anstelle Erfüllung 16
2.3.1 a) Unmöglichkeit und c) Unzumutbarkeit (§ 13 Abs. 6 VOB/B) 16
2.3.2 b) Unverhältnismäßigkeit (§ 635 Abs. 3 BGB i. V. m. § 638 BGB) 16
2.4 Verlorengehende Akzeptanz der Minderungsoption 18
2.5 Mängel – Fehler – Schäden im werkvertraglichen Sinn 18
2.6 Einordnung von Bauleistungen nach perspektivischen Ansätzen 19
2.7 Schadensursachen nach retrospektivischen Ansätzen 20
2.8 Mangelrechte und Weichenstellung nach § 634 BGB (Dispositionsfreiheit des Bestellers) 20
2.9 Unverhältnismäßigkeit und Gebot der Ressourcenschonung 21
2.10 Wertbegriff 22
2.11 Voraussetzung für Minderungsansprüche: der Mangel 24
2.12 Objektive und subjektive Mangelaspekte: Auswirkung auf Minderwert 26
2.12.1 Minderwert nach Fehlerhaftigkeit als objektiver Teilaspekt 26
2.12.2 Subjektive Mangelelemente zur Ergänzung von Minderwertverfahren 27
2.13 Minderung des Werklohns in Höhe des Minderwerts nach § 638 BGB 27
2.13.1 Werklohn 27
2.13.2 Wert des Werks 27
2.14 Entscheidungshilfe: Matrix nach Oswald 29
2.14.1 Bisheriger Nutzen der Matrix 29
2.14.2 Weiterentwicklung der Matrix 29
2.14.3 Mangelfrei = vertragsgerecht; keine Mangelrechte 29
2.14.4 Mängel lösen Mangelrechte aus 30
2.14.5 Mangel hinnehmbar oder nicht hinnehmbar: Maßnahmen oder Wertausgleich 31
2.14.6 Hilfestellung durch Hinnehmbarkeitskriterien in Veröffentlichungen 32
2.14.7 Minderwerte bis zur Grenze des Gesamtwerts 32
2.15 Angemessene Minderung durch Hebefaktoren? 33
2.16 Einbeziehung von subjektiven Werteigenschaften 33
2.16.1 Weichenstellung 33

3 Verfahren zur Minderwertermittlung 36

3.1 Minderwertermittlung durch tabellarische Verfahren 36
3.1.1 Grundsätze 36
3.1.2 Beispiel 37
3.1.3 Auflösung der Hinnehmbarkeitsgrenzen 38
3.2 Ausstrahlungsfaktoren 39

3.2.1 Fallbeispiel 39
3.2.2 Tabellarisches Verfahren 40
3.2.3 Bezugsgröße erweitern auf gesamten, beeinträchtigten Bereich 41
3.2.4 Fazit 43

4 Beispielfall einer Minderwertermittlung 44
4.1 Fehler an einer Verblendmauerwerksfassade 44
4.1.1 Mauersteinfugen 44
4.1.2 Fehlerhafte, mit Klinkerriemchen bekleidete Stahlbetonbalken in der Fassade 44
4.1.3 Fehlerhafter Regenschutz der Rollschichten 44
4.1.4 Beschädigte Mauersteine 44
4.1.5 Fensterstürze 44
4.1.6 Verschmutzungen Verblendmauersteine durch Fugenmörtel 44
4.2 Beseitigung der Fehler 45
4.3 Minderwert und Minderung anstelle Beseitigung 45
4.4 Minderwert- und Minderungsabschätzungen 46
4.4.1 Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 2 - 4 cm 46
4.4.2 Ausgebrochener, ungenügend fester Fugenmörtel 47
4.4.3 Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 1 cm 49
4.4.4 Abgelöste Klinkerriemchen 50
4.4.5 Herausgelöste Mauersteine, Attikaabschluss Bleche über Rollschichten, Attikaabschluss Naturstein und Fensterbänke 52
4.4.6 Beschädigte Mauersteine 53
4.4.7 Fensterstürze 54
4.4.8 Verschmutzungen Verblendmauersteine durch Fugenmörtel 56
4.4.9 Strukturierte Mauerwerksoberfläche 56
4.4.10 Zusammenstellung 58

5 Fallkonstellationen 59
5.1 Grundsätze zur Beurteilung von optischen Eigenschaften 59
5.1.1 Gebrauchsübliche Betrachtungsbedingungen 60
5.1.2 Bedeutung des Erscheinungsbilds 61
5.1.3 Beurteilung mit Hilfe der Bewertungsmatrix 63
5.2 Maßtoleranzen 63
5.2.1 Ebenheitsabweichungen 63
5.2.2 Grenzabweichungen 67
5.2.3 Winkelabweichungen 68
5.2.4 Fugen an Fügestellen 69
5.3 Risse 69
5.3.1 Rissursachen – zeitlicher Verlauf der Rissbildung 70
5.3.2 Auswirkungen von Rissen 72
5.4 Beschädigungen 73
5.5 Verschmutzungen und Veralgungen 73
5.5.1 Verschmutzungen 73
5.5.2 Veralgungen 75
5.6 Feuchtigkeitserscheinungen im Gebäudeinneren 78
5.6.1 Baufeuchte 78
5.6.2 Feuchtigkeitserscheinungen in Untergeschossen und unbeheizten Nebenräumen 80
5.6.3 Feuchtigkeit in geneigten Dächern 82
5.6.4 Tauwasser an Fenstergläsern 82
5.6.5 Feuchtigkeit an Innenseiten von niveaugleichen Fenstern und Türen 83

5.7 Geräusche (Rainer Pohlenz) 84
5.7.1 Luftschall und Körperschall 84
5.7.2 Bauteilgeräusche 86
5.8 Gerüche (Harold Neubrand) 88
5.9 Schadstoffe und Emissionen (Harold Neubrand) 89

6 Bauteile und Materialien 92
6.1 Sichtbeton 92
6.1.1 Allgemeine Hinweise 92
6.1.2 Farbabweichungen, Fugen, Ebenheit 95
6.1.3 Risse 96
6.2 Sichtmauerwerk 100
6.2.1 Allgemeine Hinweise 100
6.2.2 Maßabweichungen und Fugenbild 101
6.2.3 Farbabweichungen 102
6.2.4 Ausblühungen und Ablagerungen (Kalkauslaugungen) 103
6.2.5 Beschädigungen 105
6.2.6 Risse 106
6.3 Nassputze, Trockenputze und Beschichtungen 107
6.3.1 Allgemeine Hinweise 107
6.3.2 Qualitätsklassen von Innenputzen und Gipsplattenbekleidungen – Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit 108
6.3.3 Außenputze 111
6.3.4 Risse in Putzen 111
6.3.5 Ebenheit 113
6.3.6 Abriebfestigkeit 114
6.3.7 Farbgebung und Oberflächenstruktur 115
6.3.8 Sonstige Abweichungen (z. B. Dicke) 117
6.4 Natursteinbeläge und -bekleidungen 118
6.4.1 Allgemeine Hinweise 118
6.4.2 Abmessungen und Fugenbreiten 118
6.4.3 Ebenheitstoleranzen und Überzähne 120
6.4.4 Beschädigungen und Risse 120
6.4.5 Farb- und Strukturabweichungen 121
6.4.6 Verfärbungen 122
6.4.7 Verschmutzungen und Veralgungen 123
6.5 Metallbekleidungen 124
6.5.1 Allgemeine Hinweise 124
6.5.2 Ungleichmäßige Patinabildung bei Zink, Blei oder Kupfer 124
6.5.3 Wellen- und Beulenbildung 125
6.5.4 Kratzer 126
6.5.5 Sonstige optische Abweichungen bei Blechen 126
6.6 Fenster (Verglasung und Rahmen) 127
6.6.1 Allgemeine Hinweise 127
6.6.2 Verglasung 127
6.6.3 Rahmen 129
6.7 Flachdächer 131
6.7.1 Allgemeine Hinweise 131
6.7.2 Gefällegebung/Pfützen 131
6.7.3 Sonstige Unregelmäßigkeiten 137
6.7.4 Aufkantungshöhen 138

6.8 Steildächer 138
6.8.1 Allgemeine Hinweise 138
6.8.2 Farbabweichungen und Veralgungen 139
6.8.3 Beschädigungen 139
6.8.4 Regendichtheit 140
6.8.5 Hinterlüftung und Luftdichtheit 142
6.8.6 Deckenrisse bei Dachanschlüssen 144
6.9 Bodenbeläge und Betonböden 145
6.9.1 Allgemeine Hinweise 145
6.9.2 Holz- und Laminatböden 147
6.9.3 Fliesen und Werksteinbeläge 150
6.9.4 Betonböden 153
6.9.5 Elastische und textile Bodenbeläge 154
6.10 Beschichtungen (Anstriche) 155
6.10.1 Allgemeine Hinweise 155
6.10.2 Farbgebung 155
6.10.3 Oberflächengestaltung und Anschlüsse 156
6.10.4 Farbablösungen 157
6.11 Holz 157
6.11.1 Allgemeine Hinweise 157
6.11.2 Rissbildungen 158
6.11.3 Oberflächenbeschaffenheit, Ausbesserungen 160
6.12 Innentüren 160
6.12.1 Allgemeine Hinweise 160
6.12.2 Toleranzen 160
6.12.3 Verformungen 161
6.12.4 Visuelle Anforderungen an Innentüren 161
6.13 Wärmedämm-Verbundsysteme 162
6.13.1 Allgemeine Hinweise 162
6.13.2 Risse in WDVS 162
6.13.3 Abzeichnen von Dämmstoffdübeln 163
6.13.4 Sonstige Abweichungen (z. B. Dicke der Putzschicht) 164

7 Mitwirkende 165

8 Kurzbiographien 166

9 Literaturverzeichnis 167

10 Abbildungsverzeichnis 186

11 Tabellenverzeichnis 194

12 Anlagen 195

Kurzfassung

Was bedeutet eine „Hinzunehmende Unregelmäßigkeit"?
Die vom Vertrag vorausgesetzte Mangelfreiheit, womit solche Unregelmäßigkeiten in der Bandbreite des Vertrags liegen und damit keine Mangelrechte auslösen.

Wann ist ein Mangel hinnehmbar, wann muss er hingenommen werden?
Die Dispositionsfreiheit von Bestellern nach § 634 BGB, gerade Errichtetes wegen Makel, die auch Mängel sind, gegebenenfalls abbrechen und neu herstellen zu lassen, widerspricht diametral Art. 20 a des Grundgesetzes, dem von Deutschland anerkannten „Greendeal", der europäischen Gesetzgebung zur Kreislaufwirtschaft und dem nationalen Kreislaufwirtschaftsgesetz.

Wegen der geänderten juristischen Bewertung in der Rechtsprechung, insbesondere wegen des BGH-Urteils vom 22. Februar 2018, VII ZR 46/17, sowie als Reaktion auf die zwischenzeitlich geführten Diskussionen und die daraus folgenden Erkenntnisse zu diesen Themen wurde die bisherige Herangehensweise neu erarbeitet. Das Zivilrecht unterscheidet in § 633 BGB zunächst nur nach mangelfreier und mangelbehafteter Leistung. Nach gesetzlichen Ansprüchen ist es, nach § 634 BGB, Bestellern zwar unter bestimmten Voraussetzungen möglich, verwendungsgeeignete Bauleistungen, die aber nicht (vollständig) den vertraglichen Vereinbarungen entsprechen und deswegen mangelbehaftet sind, zerstören und neu herstellen zu lassen, wenn die vollständig mangelfreie Leistung nur dadurch erreicht werden kann. Eine zwischengeschaltete Stufe, eine mangelbehaftete Leistung gegen die Minderung des Werklohns zu akzeptieren, sieht das Gesetz zwar vor, wird in der Praxis aber restriktiv behandelt. Die Rechtsprechung legt die gesetzlichen Regelungen meistens zu Gunsten von individuellen Bestellern aus. Das ist aus deren Sicht verständlich, da Minderungen nach bisherigen Berechnungsverfahren oft im Bezug zum gesamten Werklohn nur inakzeptable Geldbeträge bedeuten. Das aber bedeutet die oft unnötige Wiederholung von Bauleistungen.

Wegen der divergierenden Gesetzeslage wird eine umfassende Neubetrachtung erforderlich, den Umgang mit Mängeln neu auszutarieren. Dies darf einerseits nicht zur unangemessenen Beschränkung von Bestellerinteressen führen. Andererseits dürfen nicht Bauleistungen zu Lasten der Umwelt und der Gemeinschaft der Verbraucher durch unnötigen Ressourcenverbrauch, CO_2-Emissionen, Verstoß gegen das Gebot, Abfälle möglichst zu vermeiden und volkswirtschaftlichen Einbußen in unnötigem Maße wiederholt werden müssen.

Nach Gesetz ist zum Zeitpunkt der Abnahme die mangelfreie Leistung geschuldet und vorhandene, berechtigt gerügte Mängel sind zu beseitigen. Was aber bedeutet *beseitigen*?

Nach § 631 BGB i. V. m. § 633 BGB liegt ein Mangel vor, wenn die vereinbarte Beschaffenheit nicht eingehalten ist oder die vom Vertrag vorausgesetzte Verwendungseignung, die gewöhnliche Verwendungseignung, eine übliche Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken oder die Bestellererwartung nach Art des Werks nicht erreicht wurde.

Beschaffenheitsvereinbarungen werden getroffen unter Einbeziehung von textlichen Beschreibungen in Verträgen und durch in Verträgen Bezug genommene Dokumente, etwa Pläne, Leistungsverzeichnisse, Prospektbeschreibungen oder anderes mehr. Dabei stellt sich die Frage, ob das alles dem wirklichen Willen der Parteien entsprechen kann und soll oder ob Korrekturen unter Berücksichtigung von § 133 BGB und § 157 BGB erforderlich werden. Sicherlich wird danach zu unterscheiden sein, ob etwas fallbezogen genau beschrieben und ausdrücklich vereinbart wurde von dem, was in Standardtexten mehrfach verwendet wird.

Wesentlicher Vertragsbestandteil wird aber die Funktion, die Verwendungseignung, sein und die übliche Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken. Diese Merkmale sind zentraler Bestandteil der vorliegenden Forschungsarbeit, die gewerkebezogene, übliche Merkmale beschreibt.

Diese Kriterien sind ein wichtiger Baustein bei der Entscheidung, ob Mängel nach den gesetzlichen Regelungen des § 633 BGB vorliegen und wie bedeutend diese jeweils sind. Dabei geht es weniger darum, Abweichungen, die mehr als eine „Hinzunehmende Unregelmäßigkeit" und damit ein Mangel nach vertraglichen Voraussetzungen sind, zu einem mangelfreien Werk „hinzubiegen". Das ist zwar etwas bequemer, weil man sich nicht mehr um den Umgang mit Mängeln kümmern muss.

Vielmehr geht es um die Frage, wie mit Mängeln umzugehen ist. Diese können schon bei Kleinigkeiten vorliegen. Mängel, ob unbedeutend oder schwerwiegend, führen nicht unbedingt zur umfassenden Beseitigungsverpflichtung durch Abbruch, Entsorgung und Neuherstellung mit Ressourcenverbrauch, Umweltbelastung, ökonomischen Folgen und Zeit sowie Belastungen an und in Gebäuden während der Maßnahmen.

Substitutionen, vorgezogene Instandhaltungen oder Schadensersatz auf Grundlage von Risikoanalysen sind bislang nicht hinreichend berücksichtigte Alternativen. Bei Kleinigkeiten, bei technischen oder rechtlichen Unmöglichkeiten bzw. bei durch Nachfüllungen nicht zu erwartenden Wertverbesserungen können Minderungen auf Grundlage von Minderwerten in Betracht kommen. Diese Lösungsansätze mindern, wenn richtig gewählt, keine objektiven Bestellerinteressen, sie schonen die Belastungen für die Gemeinschaft und die Umwelt. Dann sind sie sogar als gesetzlich vorgegeben zu verstehen.

Erreichen Alternativen den gleichen Wert der bestellten Leistung, lösen sie keine Minderungen aus, da das vorhandene Werk den gleichen Wert aufweist wie das bestellte. Es mag zwar dann Besteller enttäuschen, ist aber vom Gesetz vorgesehen, dass durch Verträge Werkleistungen äquivalent zum Werklohn sind und Gleichwertigkeit unter Einbeziehung vertraglicher Maßstäbe keine Minderung auslöst.

Bei Mängeln ist zu unterscheiden, ob Lösungsansätze durch Variantenbildung und damit mit Maßnahmen möglich sind, die ausgeführte Bauleistungen erhalten können. Wenn die Verwendungseignung durch Substitutionen gleichartig sichergestellt ist, wie bei einer Ausführung entsprechend vertraglicher Vereinbarungen, eröffnet sich der Weg, unnötige Bauleistungen und damit verbundenem unnötigen Ressourcenverbrauch, unnötige Erhöhung von Müllbergen und unnötigen CO_2-Emissionen und andererseits berechtigten Interessen von Bestellern entgegenkommen. Falls zu erwarten sein sollte, dass die Verwendungseignung zwar gegeben, aber nicht uneingeschränkt ist, z. B. die zu erwartende Nutzungsdauer verkürzt sein sollte, eröffnen Risikobetrachtungen die alternative Möglichkeit, ein Schaden in Höhe des Risikos für z. B. zeitlich vorzuziehende Instandsetzung zu ermitteln und dabei den Anteil der Verwendungseignung als Wert zu berücksichtigen.

Bei diesen Betrachtungen ist ein wesentlicher Aspekt die Feststellung der Üblichkeit bei gleicher Art von Werken. Diese Üblichkeiten werden umfassend im zweiten Teil des Forschungsberichts gewerkebezogen erläutert. Es geht dabei nicht darum, Pfusch am Bau zu rechtfertigen, sondern um die Lösung von Problemen mit kleineren Abweichungen, die alle Beteiligten zufriedenstellen können. Nichts ist weniger nachhaltig als die Zerstörung von gerade Hergestelltem und Ersatz gegen gleichartige Bauteile. Das Ergebnis der Forschung soll dazu dienen, unnötige Wiederholungen von Bauleistungen und damit verbundenen Belastungen der Umwelt zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen zu vermeiden, die Ökonomie und damit Schutz der Interessen der gemeinschaftlichen Verbraucher zu schützen und auch dazu, gerichtlichen Streitigkeiten bereits im Vorfeld entgegenzuwirken. Dazu werden Grenzbereiche definiert, die im Rahmen der üblichen Beschaffenheit einzuordnen sind. Durch Fortführung einer offenen Diskussion im technischen und im juristischen Bereich sollen sich einheitliche Maßstäbe und Vorgehensweisen herauskristallisieren, nicht nur, um dem Streit um Nebensächlichkeiten angemessen beizukommen, sondern insbesondere auch, die Umwelt nicht unnötig zu belasten.

Abstract

What does a "tolerable irregularity" mean?
The freedom from defects required by the contract, whereby such irregularities are within the scope of the contract and thus do not trigger defect rights.

When is a defect acceptable, and when must it be accepted?
The freedom of disposal of purchasers according to § 634 of the German Civil Code (BGB) to have just-built objects dismantled and re-manufactured if necessary because of flaws, which are also defects, diametrically contradicts article 20 a of the Basic Law, the 'green deal' recognised by Germany, the European legislation on recycling management and the national recycling law.

Due to the changed legal assessment in the case law [in particular, due to the BGH (Federal Court of Justice) ruling of 22 February 2018, VII ZR (civil law) 46/17], and as a reaction to the discussions held in the meantime and the resulting findings on these topics, the previous approach was reworked. In § 633 of the BGB, the civil law initially only makes a distinction on the basis of defect-free and flawed performance. According to legal claims, and pursuant to § 634 of the BGB, it may also be possible for purchasers to have construction work which is suitable for use but which does not (completely) comply with the contractual agreements and is therefore flawed, destroyed and rebuilt if the completely defect-free performance can only be achieved in this way. Although the law provides for an intermediate stage of accepting a flawed performance in exchange for a reduction of the works compensation, in practice this is treated restrictively. The case law usually interprets the legal regulations in favour of individual purchasers. This is understandable from this particular point of view, as reductions according to previous calculation methods often only translate to unacceptable amounts of money in relation to the total works compensation. However, this often leads to the unnecessary repetition of construction work.

Therefore, a comprehensive reconsideration is required to rebalance the handling of defects on the basis of legal necessity. On the one hand, this must not lead to an unreasonable restriction of purchaser interests. On the other hand, construction work must not have to be repeated to the detriment of the environment and the community of consumers through unnecessary consumption of resources, CO_2 emissions, violation of the requirement to avoid waste as far as possible and unnecessary economic losses.

According to the law, at the time of acceptance, defect-free performance is owed, and existing, valid defects should be rectified. However, what does 'rectify' mean?

According to § 631 of the BGB in conjunction with § 633 of the BGB, a defect exists if the agreed-upon quality is not achieved, or if the suitability for use required by the contract, the usual suitability for use, a customary quality for the same type of work or the purchaser's expectation on the basis of the type of work has not been achieved.

Agreements on quality are made by including textual descriptions in contracts, and by means of documents referred to in contracts, such as plans, service specifications, descriptions in brochures etc. This raises the question of whether all of this can and should correspond to the real will of the parties, or whether corrections are necessary taking into account § 133 of the BGB and § 157 of the BGB. It will certainly be necessary to distinguish whether something has been precisely described and expressly agreed on a case-by-case basis from what is used several times in standard texts.

However, the essential part of the contract will be the function, the suitability for use and the usual quality for the same type of work. These characteristics are a central part of this research work, which describes common trade-related characteristics.

These criteria are an important building block in deciding whether defects exist according to the legal regulations of § 633 of the BGB, and how significant they are in each case. It is not so much a matter of 'arranging'

deviations that are more than a 'tolerable irregularity' and which thus constitute a defect according to contractual requirements, into a defect-free work. That would indeed be somewhat more convenient, because one would no longer have to worry about how to deal with defects.

It is more about the question of how defects should be dealt with. These can exist in small things as well. Defects, whether insignificant or serious, do not necessarily lead to the comprehensive rectification obligation through demolition, disposal and new construction with resource consumption, environmental impact, economic consequences and time, as well as burdens on and in buildings during the measures.

Substitutions, earlier maintenance or compensation for damages on the basis of risk analyses are alternatives that have not been sufficiently considered so far. In the case of small things, in the case of technical or legal impossibilities or in the case of improvements in value which cannot be expected through backfilling, reductions on the basis of reduced values can be considered. These solution approaches, if chosen correctly, do not impair objective purchaser interests, they spare the burdens on the community and the environment. Then they are even to be understood as prescribed by law.

If alternatives attain the same value of the purchased performance, they do not trigger any reductions, because the existing work has the same value as the purchased work. Although it may disappoint the purchaser, the law stipulates that contracts make work performances equivalent to the works compensation, and that equivalence does not trigger a reduction when contractual standards are taken into account.

In the case of defects, a distinction should be made as to whether solution approaches can be found through the creation of variants, and thus with measures that can preserve executed construction work. If the suitability for use is ensured by substitutions in the same way as in the case of execution in accordance with contractual agreements, the way is opened up to avoid unnecessary construction work and the associated unnecessary consumption of resources, unnecessary increases in piles of rubbish and unnecessary CO_2 emissions, while accommodating the legitimate interests of purchasers. If it is to be expected that the suitability for use would be secured but not unrestricted, e.g. the expected useful life would be shortened, risk considerations open up the alternative possibility of determining a damage in the amount of the risk associated with, for example, repairs that are to be brought forward in time, and taking the proportion of suitability for use into account as a value.

In these considerations, an essential aspect is the determination of the customariness for the same type of works. These customary natures are explained comprehensively with regard to the trade in the second part of the research report. This is not about justifying shoddy construction, but about solving problems with smaller deviations that can satisfy all participants. Nothing is less sustainable than destroying what has just been made and replacing it with similar components. The result of the research should serve to avoid unnecessary repetition of construction work and the associated burden on the environment in order to protect the natural bases of life, to protect both the economy and thus the conservation of the interests of community consumers, and also to counteract legal disputes in advance. For this purpose, border areas are defined, which are to be classified within the framework of the usual quality. By continuing an open discussion in the technical and legal fields, uniform standards and procedures should emerge, not only to cope appropriately with disputes over minor matters, but also, in particular, to ensure that the environment is not burdened unnecessarily.

1 Einleitung und Anlass

Versprechungen in Prospekten und anderen Werbemedien führen bei Käufern[1]von Immobilien häufig zur Vorstellung, einzeln angefertigte Gebäude oder Eigentumswohnungen in der gleichmäßigen und hohen Qualität zu bekommen wie industriell vorgefertigte und in großen Mengen hergestellte Produkte, etwa hochpreisige Autos oder Fernsehgeräte. Dabei werden solche Produkte mit großem Aufwand entwickelt, in nicht verkäuflichen Einzelstücken und Vorserien hergestellt und erst dann als Serienprodukte verkauft. Die ständige Modellpflege führt zur kontinuierlichen Qualitätsverbesserung.

Üblicherweise werden Immobilien nicht in größeren Serien, sondern einzeln angefertigt. Zwar lassen sich einzeln Bauteile standardisieren, nicht aber der Entstehungsprozess an der Baustelle.

Ein unter üblichen Baustellenbedingungen errichtetes Gebäude ist daher nicht vergleichbar mit einem Serienprodukt. Das aber kann zu Missverständnissen und zu Enttäuschungen führen, da sich insbesondere Verbraucher ohne spezielle Kenntnisse regelmäßig nicht über Produktionsprozesse im Klaren sind. Zusätzlich verbreiten Internet und Fernsehserien über Baupfusch Misstrauen, dass in Einzelfällen gerechtfertigt ist, aber nicht eine ganze Branche diskreditieren sollte. Dabei wird mehr über den durchaus, aber eben nicht in Überhand vorzufindenden Pfusch geredet als über die Vielzahl von guten Ausführungen, die keine Schlagzeilen wert sind.

1.1 Fallbeispiele

In den Fallbeispielen, die nachfolgend kurz dargestellt werden, wurde jeweils gefordert, das angesprochene Bauteil neu herzustellen.

Abbildung 1
An diesem Gebäude wurden bei annähernd parallel zur Fassade fallendem Schlaglicht die optischen Wellenbildungen an den Schattengrenzen gerügt.

Foto: AIBau

Abbildung 2
An den durch das Möbelstück abgedeckten Fliesen wurden Verfärbungen gerügt, die sich unter der Oberflächenversiegelung gebildet haben und deswegen nicht entfernt werden konnten.

Foto: AIBau

1.2 Problemstellung

Die nach dem zweiten Weltkrieg begonnene Gepflogenheit in einer Zeit zunehmender Verknappung von Ressourcen und existenzbedrohenden klimatischen Folgen, Gebautes abzubrechen und wegzuwerfen anstelle

[1] In diesem Beitrag werden Handelnde als Gruppen in Plural beschrieben, die sowohl männliche, weibliche als auch diverse Personen beinhalten. In Fällen konkreter Personenzuordnungen werden teilweise singulare Personen, der üblichen Formulierung in der Rechtssprechung folgend, in der Männlichkeitsform beschrieben ohne andere Personen damit auszuschließen.

möglichst behutsam mit Vorhandenem umzugehen, muss zum Schutz der Umwelt durch Vermeidung der Wiederholung von Bauleistungen mit (unnötigem) CO_2-Emissionen, Ressourcenverbrauch, Abfallaufkommen, betriebs- und volkswirtschaftlichen Schäden ein Ende finden.

Abbildung 3
An dieser Deckenbekleidung zeichneten sich die Dichtstofffüllungen der Fugen zwischen den Platten ab.

Foto: AIBau

Abbildung 4
An dieser Wand in einem privaten Wohnhaus wurden Unebenheiten im Treppenbereich beanstandet, die im Schlaglicht nicht erkennbar, sondern nur durch Messungen feststellbar waren.

Foto: AIBau

Kalamitätsbauteile sind z. B. aus Holz, die aus Windbruch gewonnenen Baumstämmen oder solche, die von Borkenkäfer befallen und die in Teilbereichen gut verwendbar sind. Wind- und Schneebruch zerstört nicht den gesamten Stamm, sondern nur Teile davon, ebenso Borkenkäfer, der sich am Bast entlang frisst und Splint befällt, aber nicht das Kernholz. Insektenbefall kann durch technische Trocknung vollständig beseitigt werden. Mittlerweile wird solches Holz bereits als Bauholz genutzt, wurde aber zuvor nur als z. B. Brennholz thermisch verwertet.

Gleiches muss sich aber auf gebrauchte Bauprodukte und solche, die möglicherweise Einschränkungen gegenüber allgemeinen Standards aufweisen, erstrecken. Diese dürfen nicht aus z. B. rechtlichen Gründen entsorgt werden müssen, wenn sie noch nutzbar sind.

Viele machen sich im Alltag zu wenig Gedanken über die Folgen des eigenen Handelns für die Umwelt. Wird z. B. wegen Mängeln ein funktionierender Estrich mit Fliesenbelag einer Fläche von 120 m² zurückgebaut und gegen einen neuen ersetzt, verursacht dies CO_2-Emissionen, die ähnlich hoch sind, wie wenn ein Mittelklasse-Pkw eine Strecke zurücklegt, die einmal um die Erde reicht. Dazu kommen Umweltbelastungen für die „Entsorgung" der Abfälle und erneuter Ressourcenverbrauch für die Ersatzleistung.

Ganze Bauteile oder Bauprodukte müssen weiterverwendet oder wenigstens als Rohstoff recycelt werden, um dem Raubbau an der Natur und am Menschen Einhalt zu gebieten. Gebrauchtes muss wieder verwendet werden, anstelle es zu entsorgen – mit entsprechender Erhöhung der CO_2-Emissionen, der Müllberge und Verschleuderung von Ressourcen. Das gilt noch mehr für neue Bauteile, denen möglicherweise nur aus Rechtsgründen ein Makel anhaftet. Bauprodukte und Bauweisen sind so auszurichten, dass diese möglichst lange genutzt werden können, denn jede Vernichtung von vorhandenen Bauteilen und Neuherstellung von Produkten belastet (objektiv unnötig) die Umwelt.

Diese Notwendigkeiten müssen sich zukünftig auch auf die rechtliche Beurteilung von Bauleistungen auswirken. Nichts ist weniger nachhaltig, als die Zerstörung von gerade Hergestelltem und Ersatz gegen gleichartige Bauteile. Das Zivilrecht unterscheidet aber nur nach mangelfreier und mangelbehafteter Leistung. Nach gesetzlichen Ansprüchen in § 634 BGB ist es Bestellern möglich, zwar verwendungsgeeignete Bauleistungen, die aber nicht (vollständig) den vertraglichen Vereinbarungen entsprechen und deswegen mangelbehaftet sind, unter anderem Nacherfüllung zu verlangen. Nach § 635 BGB haben Unternehmer dabei die Auswahlmöglichkeit, ein Produkt oder eine Bauleistung zu zerstören und neu herzustellen. Das wird er dann tun, wenn die vollständig mangelfreie Leistung nur dadurch erreicht werden kann.

Die rechtlich primäre Betrachtung stellt daher auf die Beurteilung ab, ob eine Bauleistung dem werkvertraglichen Soll entspricht und damit mangelfrei ist oder ob das nicht vollständig zutrifft und damit eine Bauleistung mangelhaft ist. Bei dieser Betrachtung geht es aber nicht nur um die technische Fehlerfreiheit und nicht nur um übliche Beschaffenheit den bei gleicher Art von Werken, sondern insbesondere um vertragliche Beschaffenheitsvereinbarungen einschließlich der Auslegung von diesen, was sich die Vertragspartner nach § 133 und § 157 BGB vorgestellt haben. § 633 BGB reduziert diese Auslegung nach der Erwartung, die Besteller nach Art des Werks haben können. In vielen Fällen sind nach vertragsunabhängigen Maßstäben vollständig fehlerfreie Bauleistungen nach dieser gesetzlichen Definition möglicherweise mangelbehaftet und lösen die Mangelrechte nach § 634 BGB aus. Darunter findet sich die Dispositionsfreiheit, entweder Nacherfüllung zu verlangen, vom Vertrag zurückzutreten, Schadenersatz für Kostenaufwendungen zur Beseitigung eines Mangels oder nach § 638 BGB Minderung des Werklohns analog zum Minderwert der Leistung zu verlangen. Diese Regelungen laufen darauf hinaus, dass bei mangelbehafteten Bauleistungen entweder diese zu wiederholen sind oder von Unternehmern Schadensersatz in Höhe der Kosten zu leisten ist, damit Besteller selbst die Mängel beseitigen können.

Eine zwischengeschaltete Stufe, mangelbehaftete Leistungen gegen die Minderung des Werklohns zu akzeptieren, sieht das Gesetz in § 635 BGB als Unverhältnismäßigkeitsregel unter Bezugnahme auf § 275 Abs. 2 und 3 BGB vor. Diese stellen nicht auf die Verhältnismäßigkeit von Nacherfüllungskosten zu den Herstellungskosten, sondern auf das Verhältnis des Leistungsinteresses von Bestellern im Bezug zu Nacherfüllungskosten ab. Dem Leistungsinteresse wird nach dem übergeordneten Grundsatz, dass Verträge einzuhalten sind, hohe Bedeutung beigemessen, weswegen der Einwand der Unverhältnismäßigkeit regelmäßig restriktiv behandelt wird. Das ist bislang verständlich, da Minderungen nach bisherigen Berechnungsverfahren oft in Bezug zum gesamten Werklohn nur inakzeptabel kleine Geldbeträge bedeuten. Regelmäßig „springt mehr raus", wenn Schadenersatz für die Beseitigung von Mängeln verlangt wird. Das aber bedeutet die oft unnötige Wiederholung von Bauleistungen.

1.3 Lösungsansatz des Forschungsprojekts

Mit dem Projekt geht es nicht darum, Pfusch am Bau zu rechtfertigen, sondern um die Lösung von Problemen mit kleineren Abweichungen von vereinbarten, aber möglicherweise theoretischen und baupraktisch kaum umsetzbaren Idealen, die alle Beteiligten zufriedenstellen können. Dabei geht es primär um die Hilfestellung, welche Bauleistungen nach allgemeinüblichen Beschaffenheiten und Grundsätzen der Verwendungseignung fehlerfrei einzustufen sind und damit eine der Voraussetzungen ergeben, dass sie auch mangelfrei sind. In zweiter Stufe soll es um die Betrachtung gehen, welche der Bauleistungen auch bei Abweichungen von vertraglichen Beschaffenheitsvereinbarungen akzeptabel sein können und gegebenenfalls das Zurückbleiben der Werkleistung gegenüber dem vertraglichen Soll durch eine Minderung des Werklohns ausgeglichen werden kann.

In der Forschungsarbeit werden gewerkebezogene Beschaffenheiten dargestellt, die auf Üblichkeit und Verwendungseignung abstellen. Daneben werden mögliche vertragsbezogene Kriterien gestellt, wobei diese Vorschläge beinhalten, auf die in Verträgen Bezug genommen werden kann. Diese Kriterien werden nach dem Dreistufenprinzip unterschieden nach einer vertragsunabhängigen, objektiven Fehlerfreiheit sowie nach vertragsbezogener Mangelfreiheit, nach hinnehmbaren Fehlern bzw. hinnehmbaren Mängeln sowie solchen, bei denen Maßnahmen erforderlich werden. Daneben wird auf Grundsätze zu Maßnahmen eingegangen, die den Erhalt von ausgeführten Bauleistungen ermöglichen sollen, etwa Risikobetrachtungen bei Fehlern oder Substitutionsmaßnahmen von Mängeln durch Beseitigung von Fehlern, die einerseits vermeiden, unnötig Bauleistungen zu wiederholen und andererseits berechtigten Interessen von Bestellern entgegenkommen.

Ziel der Forschung ist die Vermeidung von unnötigen Doppelungen von Bauleistungen und damit verbundenen Belastungen der Umwelt zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen sowie der Ökonomie. Dies dient dem gemeinschaftlichen Verbraucherschutz.

2 Rechtliche Einordnung

2.1 Mangelbegriff nach § 633 BGB

Ein Werk ist nach § 633 BGB frei von Sachmängeln, wenn es die **vereinbarte Beschaffenheit**[2] hat. In praktischer Auslegung muss es zusätzlich die **nach dem Vertrag** vorausgesetzte oder die **gewöhnliche Verwendungseignung** und **eine übliche Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken** aufweisen sowie eine Eigenschaft, die **Besteller** nach **Art** des **Werks** erwarten können. Wird nur einer dieser Aspekte nicht erzielt, liegt im werkvertraglichen Sinne ein Mangel vor und löst die in nachfolgendem Abschnitt beschriebenen Mangelrechte aus, insofern nicht einzelne davon rechtswirksam ausgeschlossen wurden. Das wird aber regelmäßig kaum funktionieren. Regelmäßig sind alle Aspekte nach § 633 BGB einzuhalten. Von der Anforderung der üblichen Beschaffenheit und der Verwendungseignung kann nur durch Beschaffenheitsvereinbarungen wirksam abgewichen werden, wenn Unternehmer bzw. Planende ausführlich auf die Konsequenzen hinweisen. Ansonsten wird eine solche Festlegung nach §§ 133/157 BGB zugunsten von Bestellern ausgelegt, was bedeutet, dass solche Vereinbarungen nichtig sind.

Der § 633 BGB verfolgt damit keine kumulative Betrachtung, bei der die Unterschreitung erst einer Summe von Teilanforderungen zu einem Sachmangel führten. Er definiert Ausschlusskriterien. Sobald einer der darin genannten Aspekte nicht erreicht wird, liegt ein Sachmangel vor, der (zunächst) alle Mangelrechte auslöst.

2.2 Minderung nach Gesetz

Minderungen anstelle Maßnahmen zur Beseitigung von Fehlern oder Mängeln sind regelmäßig Änderungen von vertraglichen Verpflichtungen. Es gilt aber der Grundsatz, dass Verträge einzuhalten sind (pacta sunt servanda) und regelmäßig nur abgewichen werden kann, wenn beide Parteien bereit sind, Vertragsinhalte zu ändern. Eine Ausnahme davon ist der Einwand der Unverhältnismäßigkeit nach § 635 Abs. 3 BGB (s.o.). Bei berechtigten Einwänden besteht nach dieser Regelung ein einseitiges Änderungsrecht für Unternehmer, mit der ausgeführten Werkleistung hinter der versprochenen zurückzubleiben und dafür im gleichen Verhältnis denn Werklohn zu mindern. Das Gesetz stellt in § 638 BGB auf die Minderung für das Werkvertragsrecht ab: *„Bei der Minderung ist die Vergütung in dem Verhältnis herabzusetzen, in welchem zur Zeit des Vertragsschlusses der Wert des Werkes in mangelfreiem Zustand zu dem wirklichen Wert gestanden haben würde. Die Minderung ist, soweit erforderlich, durch Schätzung zu ermitteln".*

Auf dieser Gesetzesgrundlage bauen die bisherigen technische Verfahren auf, die sich zur Abschätzung von Minderungsbeträgen eignen. Diese werden analog zu Minderwerten ermittelt, die das Verhältnis zwischen nicht erreichten zu vorhandenen Werten abbilden. Der Minderwert zum Gesamtwert als nicht geldbezogene Größe bildet das Verhältnis von Minderung zum vertraglichen Werklohn, einer Geldgröße, ab. Der Sachwert der Werkleistung und der Gegenwert als Werklohn sind durch vertragliche Bindung zueinander äquivalent.

Auf diesen allgemeinen Grundsätzen kann nach dem Urteil des Bundesgerichtshofs auch im Schadensrecht zurückgegriffen werden. Der BGH formuliert in seiner Grundsatzentscheidung vom 22.02.2018[3]: *„Aus § 634 BGB folgt, dass sich der Ausgleich des verletzten Leistungsinteresses des Bestellers, der das mangelhafte Werk behalten will, daran orientiert, ob er die Mängel beseitigen lässt oder nicht. Sieht der Besteller von der Mängelbeseitigung ab, kann er nach § 634 Nr. 3, § 638 BGB als Ausgleich für das verletzte Leistungsinteresse die Vergütung mindern. Diese Wertungen sind bei der Bemessung des Schadens im Rahmen des Schadensersatzanspruchs statt der Leistung in Form des kleinen Schadensersatzes gemäß § 634 Nr. 4, §§ 280, 281 BGB zu berücksichtigen. Denn der Besteller soll diesbezüglich durch die Wahl des – im Hinblick auf das Verschuldenserfordernis strengeren Voraussetzungen unterliegenden – Schadensersatzanspruchs nicht schlechter gestellt werden als im Fall der Geltendmachung des Rechts zur Minderung gemäß § 634 Nr. 3, § 638 BGB."*

[2] In roter Schriftfarbe sind Begriffe markiert, die überwiegend **rechtlicher Natur** sind, in blauer solche, die überwiegend **objektiv-technische Eigenschaften** haben

[3] BGH, 22.02.2018 - VII ZR 46/17, IBRRS 2018, 0055

2.3 Verlangen nach Minderung anstelle Erfüllung

Einseitige Vertragsänderungen beschränken sich auf enge Grenzen und sollen die Ausnahme sein. Wünsche auf einseitige Vertragsfortschreibung oder -änderung können aber berechtigt sein, wenn

a) die Leistung objektiv (technisch) oder rechtlich unmöglich sein sollte,

b) der Aufwand in Bezug zum dadurch erzielbaren, zusätzlichen Wert unverhältnismäßig ist und dadurch für den Auftragnehmer unzumutbar wird

c) oder die Leistung für den Auftraggeber unzumutbar ist.

2.3.1 a) Unmöglichkeit und c) Unzumutbarkeit (§ 13 Abs. 6 VOB/B)

Wenn Unmögliches vereinbart wurde oder im Nachhinein eine Leistung wegen geänderter Rahmenbedingungen nicht ausgeführt werden kann, bleibt wegen des Grundsatzes, dass Verträge zu erfüllen sind, der Anspruch auf Erfüllung bestehen, auch wenn der Anspruch nach § 275 Abs. 1 BGB nicht durchsetzbar ist, und macht i. d. R. den Vertrag zumindest in den betreffenden Vereinbarungen nicht nichtig. Dieses Problem und dessen Lösung ist überwiegend rechtlicher Natur, die technische Bewertung wird sich auf die Frage der Ausführbarkeit beschränken.

Wenn Auftraggebenden eine Nacherfüllung in einem VOB/B-Vertrag gem. 13 Abs. 6 Alt 1 VOB/B nicht zumutbar ist, weil damit für sie nicht hinnehmbare Nachteile verbunden sind, verlieren Auftragnehmende das Recht, nachzuerfüllen und müssen sich mit einer (wie auch immer zu ermittelnden) Minderung abfinden – Schadensersatzansprüche sind damit nicht angesprochen.

In beiden Fällen gibt es keine Wertgrenze von etwa 15 % oder 25 %. Der Werklohn könnte bei vollständig wertloser Leistung sogar auf null gesetzt werden, was aber praktisch kaum möglich ist – wenn eine Sache nutzbar ist, hat sie immer einen Wert.

Bei der Ermittlung des Minderwerts können mittels den in folgenden Abschnitten angesprochenen Verfahren zwischen mehr als 0 % und 100 % abgeschätzt werden, welche Aspekte der vertraglichen Leistungen erfüllt und welche nicht erfüllt wurden. Aus dem Verhältnis zwischen Nichterfüllung und der vollständigen Erfüllung des Leistungssolls entsprechend der vertraglichen Vereinbarung kann sich der Minderwert entwickeln, der Maßstab der Minderung wird.

2.3.2 b) Unverhältnismäßigkeit (§ 635 Abs. 3 BGB i. V. m. § 638 BGB)

Die bislang ausgeübten Verfahren zu Minderwertermittlungen beziehen sich auf den Aspekt der Unverhältnismäßigkeit: Wenn kein vernünftiges Verhältnis zwischen Mangelbeseitigungskosten und zusätzlich erzielbarem Wert des Erfolgs, der als Geldbetrag darzustellen ist, zu erwarten ist, kann der Einwand von Unternehmern der Unverhältnismäßigkeit berechtigt sein. Dann können sie (unter bestimmten, weiteren juristischen Voraussetzungen) die Nacherfüllung verweigern. Der Wert des durch Nacherfüllung zu erwartenden, zusätzlichen Werkerfolgs ist in das Verhältnis zum Aufwand zu setzen.

Oswald[4] hat für die Weichenstellung, ob ein Mangel bei seitens von Unternehmern erhobenen Einwands der Unverhältnismäßigkeit unter weitgehender Loslösung von subjektiven, vertraglichen Inhalten nach objektivierten Kriterien als

1. Bagatelle (*Hinzunehmende Unregelmäßigkeit*),
2. (bei berechtigtem Einwand von Unternehmern des unverhältnismäßigen Aufwands) hinnehmbarer und durch einen Minderungsbetrag auszugleichender Mangel
3. oder als zu beseitigen

[4] Oswald, R.; Abel, R: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Typische Erscheinungsbilder - Beurteilungskriterien – Grenzwerte. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage, Vieweg Verlag Wiesbaden, 2005

einzustufen ist, eine Matrix entwickelt, nach der ein (nicht kostenbezogener) Minderwert die Grenze von 15 % bzw. 25 % nicht überschreiten soll.

Weil sich die Matrix mit Minderwerten beschäftigt, könnte aus ihr bereits der konkrete Minderwert abgelesen und der damit zusammenhängende Minderungsbetrag abgeleitet werden. Für sehr einfache Fälle mag das funktionieren, nicht aber in üblichen, etwas komplexeren Fällen, in denen mehr als nur ein Wertaspekt zu berücksichtigen ist. Es gibt aber kaum Fälle, in denen lediglich ein Wertaspekt maßgeblich ist, da sich selbst bei einfachen Bauteilen mehrere Funktionen und damit mehrere Wertaspekte ergeben (s. Kapitel 2.13.2), sei es dass sie technischer Natur sind oder gestalterischen Wert einnehmen. Daher sollte die Matrix nur als Entscheidungshilfe zur „Weichenstellung" genutzt werden, ob bei einem Mangel der Einwand der Unverhältnismäßigkeit berechtigt sein kann. Für nur etwas komplexere Sachverhalte können aus der Matrix unmittelbar keine Minderwerte als Schlüssel von Minderungsbeträgen abgelesen werden. Dazu sind die tabellarischen Verfahren (z. B. die aus den Wirtschaftswissenschaften stammende Nutzwertanalyse nach Christof Zangemeister bzw. die darauf aufbauende Zielbaummethode nach Eberhard Aurnhammer/Peter Andreas Kamphausen) geeignet, die nach (grundsätzlich gegebenen) Teileigenschaften differenzieren.

Oswald hat ausführlich darauf hingewiesen, dass eine solche Einstufung bei der Bewertung von Mängeln nicht an erster Stelle steht, sondern erst dann zum Tragen kommt, wenn zuvor zu prüfende Argumente, etwa eine entgegenstehende Beschaffenheitsvereinbarung oder ein nur geringer Aufwand der Nacherfüllung, eine Minderungsbetrachtung (anstatt einer Nacherfüllung) nicht ausschließen. Daher ist auch der Aufwand zur Leistung abzuschätzen, da geringe Aufwendungen zur Beseitigung eines unbedeutenden Problems regelmäßig nicht zur Unverhältnismäßigkeit führen. Auch können weitere, nicht technische Sachverhalte die Erfolgsaussichten des Unverhältnismäßigkeitseinwands schmälern, etwa, ob Unternehmer vorsätzlich oder grob fahrlässig von vertraglich beschriebenen Anforderungen z. B. zur Kosteneinsparung abwichen. Aber nicht jegliches treuwidriges Verhalten führt zu einem Anspruch, dass unter großem Aufwand nur wenig Besseres herzustellen ist.

Allerdings blieben bislang andere gesetzliche Regelungen unbeachtet, gegen die bei Austausch von Bauleistungen verstoßen wird (s. Kapitel 2.9). Daher werden andere Lösungen als die, die in § 634 BGB genannt sind, erforderlich, die einen angemessenen Interessensausgleich zwischen den Vertragspartnern ermöglichen. Dazu zählen Schadensanalysen unter Einbeziehung von Risikobetrachtungen (s. unten und Kapitel 2.6; Abbildung 8)

Die Minderwertbetrachtung nach Nutzwertanalyse und Zielbaummethode basiert auf dem Gedanken, dass sich der Gesamtwert einer Sache kumulativ aus Teilwerten zusammensetzt. Wenn ein Teilwert gemindert ist, wirkt sich dies nur zum Anteil dieses Teilwerts aus, der Rest bleibt unberührt. Teilwerte können in Hierarchien weiter unterteilt werden, wobei in jeder Stufe der Gesamtwert 100 % sein muss.

Diese kumulative Betrachtung setzt üblicherweise voraus, dass keine k. o.-Argumente die Betrachtung aussetzt.

K. o.-Argumente verhindern dennoch keine Wertanalyse, wenn z. B. eine Nacherfüllung unmöglich ist und nur noch gemindert werden kann. K. o.-Argumente führen aber zu einer anderen Gewichtung, weil sie auch gravierende, wertmindernde Auswirkungen haben können: Wenn Minderungsgedanken an berechtigten Nacherfüllungsansprüchen scheitern, wird nicht gemindert, sondern nachträglich erfüllt.

Scheidet diese Option aus, wirken sich sonst berechtigte Nacherfüllungsansprüche stärker auf Minderwerte aus als bislang übliche Minderwertgrößen, die sonst nur zum Tragen kommen, wenn Mängel mehr als Bagatellen sind, aber noch immer vergleichsweise geringfügige Auswirkungen haben. Dies kann sich bis zur völligen Dominanz eines Teilwerts erstrecken, der alle anderen Werte marginalisiert: Wenn eine Werkleistung mit einem dominierenden Teilproblem aus rechtlichen Gründen nicht nacherfüllt werden kann, wirkt sich dies negativ auf alle anderen Werte aus, sodass die Teilentwertung den Gesamtwert dominierend mindert. Das kann z. B. sein, wenn kleine Fehler die Standsicherheit eines Bauteils oder ganzen Gebäudes gefährden, die aber nicht (mehr) beseitigt werden können. Dann kommt es nicht mehr auf die sonstigen Teilwerte an, das eine Problem kann zur Entwertung des Gesamten führen.

Dann können Risikoanalysen als Schadensersatz anstelle Wertbetrachtungen herangezogen werden. Allerdings verlassen Risikoanalysen den Werkwertebereich und sind Schaden, sie können also den Wert und den Werklohn

unterschreiten. Die geldbezogene Schadensersatzbetrachtung unterliegt damit den Voraussetzungen des Schadensersatzes, unterliegt damit nicht dem Äquivalenzgebot und ist damit nicht auf die Höhe des Werklohns beschränkt.

2.4 Verlorengehende Akzeptanz der Minderungsoption

Eine Aufteilung unter objektiven Gesichtspunkten des Gesamtwerts einer Sache in Teilwerte führt regelmäßig dazu, dass wegen der nicht wesentlichen Einschränkungen (die Voraussetzung für eine Akzeptanz von Mängeln anstelle deren Beseitigung) nur kleinere Anteile des Gesamtwerts fehlen. Damit sind jeweilige Minderwerte für eine mangelhafte Teilleistung und die sich daraus ergebenden Minderungen jeweils entsprechend klein.

Der Minderungsbetrag bleibt regelmäßig weit hinter dem kostenmäßigen Aufwand zur Beseitigung eines Mangels zurück, zumindest dann, wenn nicht mit einfachstem Aufwand ein mangelbehaftetes Bauteil ausgetauscht oder instandgesetzt werden kann. Das könnte z. B. bei mit Farbe verschmierten Dachziegeln sein, wenn sie ohne größere technische Aufwendungen erreichbar sind.

Wegen der sehr häufig fast lächerlichen Kleinbeträge, die sich aus den Minderwertverfahren errechnen, schwindet zunehmend die Akzeptanz, eine nur mit kleineren Mängeln versehene Sache gegen Zahlung eines Minderungsbetrages zu akzeptieren, anstatt die Mängel durch Austausch tatsächlich beseitigen zu lassen. Die neue Entscheidung des BGH[3] ist bereits in Abschnitt 2.2 angesprochen, die solchen Schadensersatzforderungen dann einen Riegel vorschiebt, wenn nur die fiktiven Kosten einer Nacherfüllung geltend gemacht, aber der Mangel nicht beseitigt wird.

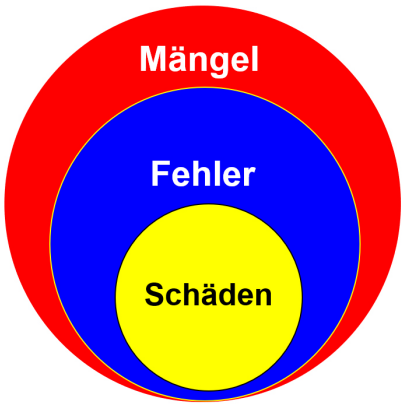
2.5 Mängel – Fehler – Schäden im werkvertraglichen Sinn

Ein (technischer) Schaden im werkvertraglichen Sinn bedeutet die negative Veränderung von Bauteileigenschaften aufgrund eines Fehlers oder mehrerer Fehler. Die technische Betrachtung berücksichtigt nicht alle Aspekte des weiter gefassten Schadensbegriffs.

Nicht jeder Mangel ist ein Fehler, nicht jeder Fehler führt zu einem Schaden. Schäden beruhen nicht immer auf Fehlern, fehlerfrei bedeutet nicht immer mangelfrei.

Nicht jeder Schaden beruht aber auf einem Fehler und ist damit mit einem Mangel gleichzusetzen. Außer Betracht bleiben Bauschäden, die nicht auf Fehler zurückzuführen sind, also nicht im Werk angelegt sind (Keimtheorie), sondern z. B. auf unsachgemäße Nutzung oder unterlassene Instandhaltung beruhen.

Diese Zusammenhänge lassen sich in Teilmengen (Abbildung 5) darstellen.



Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 5
Zusammenhänge zwischen Mängeln, Fehlern und Schäden im Werkvertrag ohne Berücksichtigung von Schäden, die nicht auf Fehler beruhen und damit regelmäßig auch keine Mängel sind.

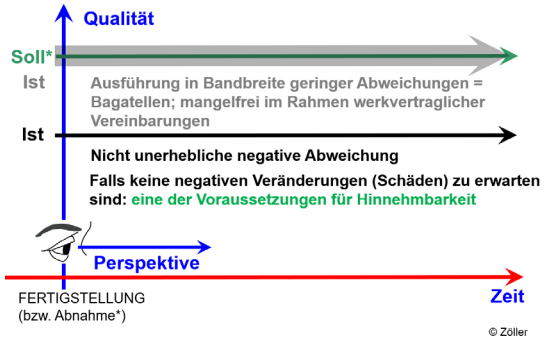
2.6 Einordnung von Bauleistungen nach perspektivischen Ansätzen

Bauleistungen werden zum Zeitpunkt deren Fertigstellung bewertet. Dann stehen die Eigenschaften des Werks fest, die zukunftsgerichtet, also in perspektivischer Blickrichtung, die werkvertraglichen Eigenschaften sicherstellen sollen. Und wann eine Abnahme erklärt wird. Diese hat lediglich Rechtsfolgen, aber wirkt sich nicht auf technische Eigenschaften aus.

Ausführungen können niemals in Nachkommastellen dem bestellten Leistungssoll entsprechen. Es ist keine Frage, ob Ausführungen vom vertraglichen Soll zulässigerweise abweichen dürfen, sondern lediglich eine der Bandbreite der Abweichungen, die sich nach den vertraglichen Maßstäben bemisst unter Berücksichtigung der vertraglichen Auslegung nach § 157 BGB nach dem wirklichen Willen der Vertragspartner. Solche geringfügigen Abweichungen sind Bagatellen und kein Mangel. Der immer wieder zu hörende Begriff *Bagatellschaden* ist ein Widerspruch in sich, denn Bagatellen sind keine Mängel, die auch keine Schäden sein können. Schäden, die auf der Eigenschaft des Werks beruhen, sind keine Bagatellen.

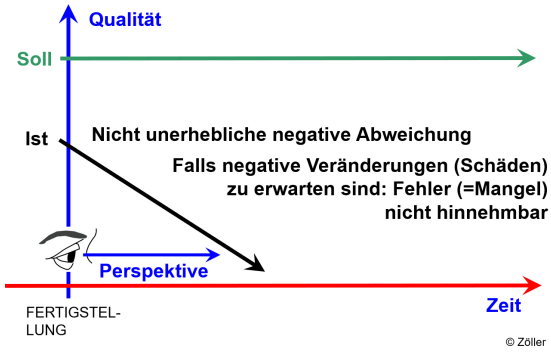
Über- oder unterschreitet die Ausführung eine sich aus dem Vertrag ergebende Grenze von Abweichungen und sind keine Schäden als zeitliche negative Entwicklung des Zustands einer Sache zu erwarten, kann eine Voraussetzung für die Hinnehmbarkeit der Abweichung vorliegen (Abbildung 6).

Abbildung 6
Zeitliche Entwicklung bei uneingeschränkter Verwendungseignung
*Abnahme bedeutet Vertragsende; Vertragssoll wird bestimmt durch Vertrag und bezieht sich auf Vertragsabschluss (Vereinbarungen, Bestellererwartung und öffentliches Recht) bzw. auf Abnahmezeitpunkt (wegen der in § 633 BGB enthaltenen Verwendungseignung, die durch das Werk zu gewährleisten ist, und die zum Zeitpunkt des Vertragsendes, der Abnahme, gegeben sein muss).



Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 7
Zeitliche Entwicklung bei eingeschränkter oder fehlender Verwendungseignung

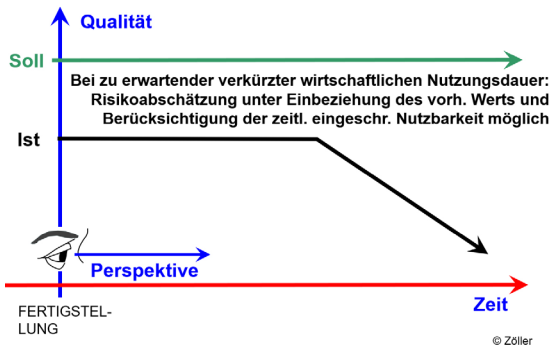


Quelle: Zöller/AIBau

Wenn in der Eigenschaft des Werks eine zeitlich negative Entwicklung erwarten lässt, also etwas perspektivisch nicht gebrauchstauglich sein wird, ist eine Leistung fehlerbehaftet (Keimtheorie, Abbildung 7).

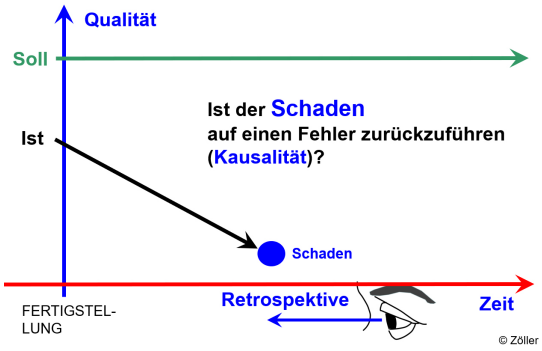
Allerdings sollte unterschieden werden, ob die Verwendungseignung zwar eingeschränkt, aber noch gegeben ist, z. B. bei verkürzter technischer Nutzungsdauer. In solchen Fällen kann eine Bauleistung belassen und genutzt werden. Das Risiko von vorzeitig entstehenden Schäden kann durch Risikobetrachtungen ermittelt und als finanzieller Schaden dargestellt und als solcher ausgeglichen werden (Abbildung 8).

Abbildung 8
Zeitliche Entwicklung bei gegebener, aber eingeschränkter Verwendungseignung



Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 9
Kausaler Zusammenhang eines Schadens mit der Eigenschaft des Werks (Keimtheorie)



Quelle: Zöller/AIBau

2.7 Schadensursachen nach retrospektivischen Ansätzen

Bei entstandenem Schaden ist die technisch kausale Ursache zu klären, ob es also einen kausalen Zusammenhang zwischen dem Schadensphänomen der Eigenschaft des Werks gibt (Abbildung 9).

Wenn keine Kausalität besteht, sondern lediglich ggf. eine Korrelation, entfällt ein Zusammenhang zwischen dem Schaden und der Eigenschaft des Werks, die Keimtheorie kann nicht nachgewiesen werden. Dann entfallen in der Regel auch Mangelrechte, da die Gewährleistung lediglich ein Versprechen ist, dass das Werk so beschaffen ist, dass es verwendungsgeeignet ist. Das ist nicht zu verwechseln mit einer unabhängig von Schadensursachen ausgesprochenen Beschaffenheitsgarantie (Abbildung 10).

2.8 Mangelrechte und Weichenstellung nach § 634 BGB (Dispositionsfreiheit des Bestellers)

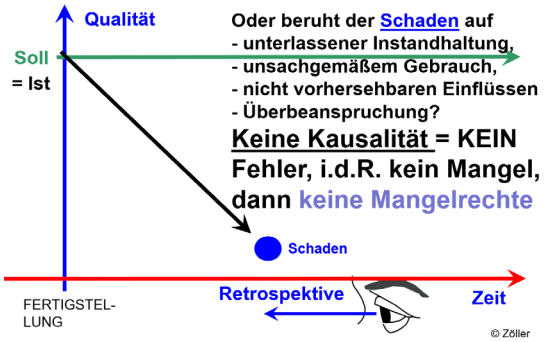


Abbildung 10
Schaden ohne kausalen Zusammenhang eines Schadens mit der Eigenschaft des Werks (Ausbleibende Keimtheorie)

Quelle: Zöller/AIBau

Das Zivilrecht lässt Bestellenden die Wahlmöglichkeit, u. a. Mängel entweder vom Auftragnehmer beseitigen zu lassen, Schadensersatz oder eine Minderung in Höhe des Minderwerts der Werkleistung zu verlangen.

Der sinnvolle Aspekt einer Wieder- oder Weiterverwendung von vorhandenen Bauprodukten kann damit durch einen Rechtsanspruch aus dem Werkvertragsrecht zunichte gemacht werden, wenn die vollständige Mangelfreiheit ggf. nur durch Abbruch und Austausch gegen ein neues Werk möglich ist.

2.9 Unverhältnismäßigkeit und Gebot der Ressourcenschonung

Werden Mängel i. S. v. § 633 BGB festgestellt, eröffnet sich Bestellern eine Dispositionsfreiheit nach § 634 BGB. Dazu zählt gegebenenfalls Rückbau und Neuherstellung. Die Nacherfüllung, also die Maßnahmen zur Herstellung eines vertragsgerechten Werks, kann damit auch Abbruch und Neuherstellung bedeuten. Nach § 635 BGB wird dies nur eingeschränkt, wenn die Nacherfüllung mit (in Bezug zum zusätzlichen Wert des Werks) unverhältnismäßig hohen Kosten möglich ist. Dieses Recht wird aber gewöhnlich restriktiv gesehen, der Nacherfüllung oder dem Ersatz von Kosten für Austausch wird große Bedeutung beigemessen.

Diese Regelung bedeutet für individuelle Bestellende und damit auch für Verbraucherinnen und Verbraucher einen guten Schutz. Sie kann aber dem gemeinschaftlichen Verbraucherschutz diametral entgegenstehen, da bei Abbruch und Ersatz gegen eine neue Leistung erneut Ressourcen verbraucht, erneut CO_2 ausgestoßen wird und Müllberge erhöht werden ohne dass dafür eine adäquate Nutzungsphase entgegensteht.

Das Grundgesetz Art. 20a, das Kreislaufwirtschaftsgesetz und das europäische Recht zur Kreislaufwirtschaft fordern die Schonung der natürlichen Ressourcen und den Schutz von Menschen und der Umwelt. Letztere schreiben vor, dass mit Bauprodukten und Bauteilen in der hierarchischen Reihenfolge umzugehen ist:

1. Weiterverwendung (möglichst lange Nutzung),
2. Wiederverwendung (Ausbau und Wiedereinbau an anderer Stelle),
3. Recycling zur Gewinnung von Rohstoffen gleicher Wertigkeitsebene,
4. Downcycling,
5. thermische Verwertung,
6. Deponierung.

Zu 1. zählt selbstverständlich auch, dass gerade erst hergestellte und nutzbare Bauteile nicht gleich wieder herausgenommen und ersetzt werden dürfen, sondern sie möglichst lange zu nutzen sind.

Es liegt auf der Hand, dass zwischen der bestellerschützenden Dispositionsfreiheit und dem Gemeinwohl dienenden Gesetzeslage zur Kreislaufwirtschaft ein Widerspruch besteht. Man darf sich nicht auf den individuellen Verbraucherschutz des BGB beschränken, sondern hat wegen des dringend notwendigen Ressourcenschutzes, der Vermeidung unnötiger CO_2-Emissionen und Abfallmengen sowie aus volks- und betriebswirtschaftlichen Gründen über den Tellerrand zu schauen und das gemeinschaftliche Interesse zu berücksichtigen.

Es wäre wünschenswert, wenn der Gesetzgeber die divergierende Gesetzeslage austariert, damit nicht bei uneingeschränkter Beachtung des einen Gesetzes zwangsläufig gegen das andere verstoßen werden muss. Damit ist nicht die unangemessene Beschneidung von Bestellerinteressen gemeint, sondern die Verlagerung bzw. Konzentration von Dispositionsoptionen auf ressourcenschonende Maßnahmen, z. B. den bestellerinteressengerechten Ausgleich durch Risikobetrachtungen, die bislang keine hinreichende Berücksichtigung finden.

Es ist nicht Aufgabe der technischen Sachverständigenberatung, Mängel zu „produzieren", wo es keine Fehler gibt und dadurch trotz Fehlerfreiheit funktionierende Bauteile zerstört und ersetzt werden müssen. Rechtliche Mangelaspekte, die über die Fehlerbetrachtung der Verwendungseignung hinausgehen, überschreiten den Umfang der objektiv zu haltenden, technischen Sachverständigenberatung. Diese müsste im objektiven Aufklärungsinteresse die gesetzliche Vorgabe einbeziehen, Ressourcen zu schonen anstelle zu vergeuden. Das kann sogar Erhalt und Nutzung von Bauteilen beinhalten, bei denen zwar eine verkürzte Nutzungsdauer oder gewisse andere Einschränkungen vorliegen, die aber durch einen angemessenen Risikoausgleich berücksichtigt werden können.

Der individuelle Verbraucherschutz belastet dann die Gemeinschaft der Verbraucher. Damit widersprechen sich zwei staatliche Interessen: Das der rechtlichen Interessenswahrung von Bestellern, das andere als Schutz der Lebensgrundlagen. Diese Interessen sind auszutarieren, wozu darüber nachgedacht werden sollte, diese Dispositionsfreiheit von Bestellern bei Mängeln zu Gunsten der Weiternutzung von neu Errichtetem zumindest etwas

einzuschränken. Dabei geht es nicht darum, Mängel klein zu reden oder Bestellenden zuzumuten, dass sie Leistungen entgegennehmen müssen, die hinter dem Vertragssoll zurückbleiben. Andererseits ist es für die Gemeinschaft der Verbraucher nicht hinnehmbar, nutzbare Bauleistungen zu vernichten, das Abfallaufkommen zu erhöhen, weitere Ressourcen für Ersatz zu verwenden und damit auch den CO_2-Ausstoß zu erhöhen. Daneben bleiben fehlende Wertschöpfung sowie volkswirtschaftliche Schäden regelmäßig unbeachtet. Wenn durch sachverständige Einschätzung absehbar sein sollte, dass eine Sache zwar eine verkürzte Nutzungsdauer erwarten lässt, hat sie aber eine Nutzungsdauer, die ausgenutzt werden sollte, bevor etwas neu hergestellt wird. Die dann notwendige vorzeitige Instandsetzung oder der gegebenenfalls vorgezogene Austausch kann finanziell (negativ) bewertet werden, wobei dann die vorhandene (positive) Nutzbarkeit als finanzieller Vorteil abzuziehen ist.

Das bezieht sich nicht nur auf den Einwand der Unverhältnismäßigkeit im oben genannten Sinne, sondern auch darauf, dass ggf. eine Einschränkung der zu erwartenden Nutzungsdauer nicht zum sofortigen Austausch einer Bauleistung führen muss. In solchen Fällen können durch Risikobetrachtungen nutzbare Bauteile erhalten werden, sodass anstelle von Abbruch und Neubau ein Wertausgleich im Sinne einer Mindernutzung des Werks, das aber noch nutzbar ist, zugestanden werden kann.

Diese Betrachtung stellt nicht auf eine Minderung nach § 638 BGB ab, sondern auf eine Risikobetrachtung und Wertersatz auf Schadenersatzüberlegungen.

Auf dieser Grundlage ergibt sich, dass es bei Mangelstreitigkeiten nicht darauf ankommt, ob Mängel vorliegen oder nicht. Vielmehr geht es um die Frage, wie mit Mängeln umzugehen ist. Diese können schon bei Kleinigkeiten vorliegen. Mängel, ob unbedeutend oder schwerwiegend, führen nicht unbedingt zur umfassenden Beseitigungsverpflichtung durch Abbruch, Entsorgung und Neuherstellung mit Ressourcenverbrauch, Umweltbelastung, ökonomischen Folgen und Zeit sowie Belastungen an und in Gebäuden während der Maßnahmen. Substitutionen, vorgezogene Instandhaltungen oder Schadensersatz auf Grundlage von Risikoanalysen sind bislang nicht hinreichend berücksichtigte Alternativen. Bei Kleinigkeiten, bei technischen oder rechtlichen Unmöglichkeiten bzw. bei durch Nachfüllungen nicht zu erwartenden Wertverbesserungen können Minderungen auf Grundlage von Minderwerten in Betracht kommen. Diese Lösungsansätze mindern, wenn richtig gewählt, keine objektiven Bestellerinteressen, sie schonen die Belastungen für die Gemeinschaft und die Umwelt. Dann sind sie sogar als gesetzlich vorgegeben zu verstehen.

Erreichen Alternativen den gleichen Wert der bestellten Leistung, lösen sie keine Minderungen aus, da das vorhandene Werk den gleichen Wert aufweist wie das bestellte. Es mag zwar dann Besteller enttäuschen, ist aber vom Gesetz vorgesehen, dass durch Verträge Werkleistungen äquivalent zum Werklohn sind und Gleichwertigkeit unter Einbeziehung vertraglicher Maßstäbe keine Minderung auslöst.

2.10 Wertbegriff

Der Bundesgerichtshof hat mit seinem Urteil vom 22. Februar 2018[3] im Wesentlichen das Ziel verfolgt, eine – seiner Auffassung nach – regelmäßig drohenden Überkompensation bei der Ermittlung eines Schadens nach fiktiven Mängelbeseitigungskosten eine Absage zu erteilen. Die tatsächlichen Mängelbeseitigungskosten erhalten Bestellende nur ersetzt, wenn sie ihnen auch tatsächlich anfallen oder schon angefallen sind. Soll der Mangel nicht beseitigt werden, ist der Schaden nach der Differenzhypothese zu ermitteln, z. B. in Höhe des Minderwerts des Werks. Maßstab ist danach die durch den Mangel erfolgte Störung des Äquivalenzverhältnisses.

Der VII. Zivilsenat hat in seinem Urteil jedoch noch nicht ausreichend bedacht, dass Minderungen den sich aus den ermittelten fiktiven Mangelbeseitigungskosten ergebenden Betrag übersteigen können. Wenn zum Beispiel durch kleine Aufwendungen ein ernsthaftes Problem beseitigt werden könnte, das in nicht beseitigtem Zustand den Wert einer Sache erheblich mindert, kann eine Minderung in Höhe des Minderwerts die zu erwartenden Kosten zur Beseitigung des Mangels (auch erheblich) übersteigen.

Dieser Aspekt wird Gegenstand der folgenden Minderwertbetrachtung, der aufgrund dieses Urteils nicht durch Mangelbeseitigungskosten begrenzt wird, sondern ausschließlich auf das Verhältnis von nicht erreichtem Wert zu vertraglich vereinbarten Wert abstellt.

Wie in Abschnitt 2.1 angesprochen, wird nachfolgend nach den § 633 BGB innewohnenden Aspekten vertraglich-objektiv und vertraglich-subjektiv unterschieden. Unabhängig von der inhaltlichen Bedeutung unter Berücksichtigung von vertraglichen Vereinbarungen wird unter *objektiv* nicht im wissenschaftlichen Sinne objektiv verstanden, also die Beschreibung von Sachverhalten unabhängig der Reflexion durch Menschen. Objektiv wäre z. B. das Feststellen einer bestimmten Größe oder das Gewicht eines Gegenstands, wobei bereits die Interaktion durch den Messvorgang eines Menschen das Messergebnis verfälschen kann. *Objektiv* meint das vereinheitlichte (subjektive) Empfinden unabhängig von Parteiinteressen oder -willen als Durchschnitt nicht eingebundener Dritter.

Unter vertraglich-objektiv werden im Folgenden die Maßstäbe verstanden, die sich aus der vertraglichen Bindung ohne Berücksichtigung von Beschaffenheitsvereinbarungen ergeben. Vertraglich-subjektiv meint dagegen die Maßstäbe unter Einbeziehung der Beschaffenheitsvereinbarungen sowie dazugehörende Auslegungen des Vertrags. Diese Differenzierung soll die Unterschiede verdeutlichen, die zwischen üblichen Maßstäben in Gutachten zu Minderwerten einerseits und unter Einbeziehung der vertragsbezogenen Maßstäbe anderseits entstehen können. In Sachverständigengutachten (die sich regelmäßig nur mit technischen, aber nicht mit rechtlichen Sachverhalten auseinandersetzen) zu Minderwerten werden üblicherweise vertraglich vereinbarte Beschaffenheiten ignoriert und eine rein objektivierte Betrachtungsweise angestellt. Dies folgt dem geglaubten Verständnis von Sachverständigen, keine Rechtsauslegung vornehmen zu dürfen. Entscheidend ist aber, dass Sachverständige Verträge nicht auszulegen haben, da Rechtsfragen nicht in ihr Sachgebiet fallen, das Ignorieren vertraglicher Vereinbarungen aber zu falschen Ergebnissen führt. Vertragsbezogene Maßstäbe sind diejenigen, die sich aus einem Vertrag durch Auslegung herleiten lassen. Eine richtige, vertragsbezogene Minderwertbetrachtung benötigt daher die Festlegung der vertraglichen Inhalte unter Einbeziehung der Werte, die als Beschaffenheit vereinbart sind oder sich durch Vertragsauslegung herleiten lassen.

Die folgende Minderwertbetrachtung berücksichtigt nicht nur objektivierte Größen, sondern auch vertragliche Elemente. Um das übliche Vorgehen von Sachverständigen zu verdeutlichen, werden auch Minderwerte nach rein objektiven Kriterien ohne vertragsbezogene Beschaffenheitsvereinbarungen als Variante daneben gestellt.

Bei Sachwerten sind zunächst nicht geldbezogene Teilwerte oder Eigenschaften zu erkennen. Bei Immobilien sind dies z. B. Lage, Größe, Aussicht, Raumzuschnitte, Gestaltung, Dauerhaftigkeit, energetische Qualität, Schallschutz, Nachbarschaft, Verkehrsanbindung u. a. Diese Größen sind ausschlaggebend für geldbezogene Werte, die im Geschäftsverkehr maßgeblich sind. Diese sind u. a: Kosten, Sachwerte, Rendite, Verkaufserlös, Marktwert, Minderungen.

Bauschadenssachverständige beschäftigen sich bei der Abschätzung von Minderwerten regelmäßig mit Fragen des Werkvertrags oder mit Mietgegenständen zur Feststellung von sachkostenorientierten Minderungen. Diese nehmen Bezug auf vertragliche Größen, wie Summe der Kosten für die Errichtung, ggfls. Abzug aus Alterung bei Instandhaltungs- bzw. -setzungsbedarf; werkvertragliche Minderungen oder andere sachwertbeeinflussende Faktoren. Die Minderwertermittlung ist dabei der Schlüssel zur Minderungsberechnung einer vertraglichen Größe.

Bei der Immobilienbewertung dagegen kommt es i. d. R. nicht auf die Sachkosten an, sondern auf den Marktwert. Der ist vom Sachwert weitgehend abgelöst. Immobilienwertermittlungen schätzen einen möglichen, erzielbaren Verkaufs-, Pacht- oder Mieterlös ab. In Innenstädten wie z. B. München, Berlin oder Düsseldorf kommt es i. d. R. fast nicht auf den Sachwert eines Gebäudes an, sondern auf die Grundstücksgröße und die Lage. Aber auch in sich leerenden Gebieten spielt der Sachwert einer Immobilie fast keine Rolle. Was für das Bauen gezahlt wurde, lässt sich regelmäßig beim Verkauf eines Hauses nicht wieder erzielen, sofern ein Haus in einer abgelegenen Lage überhaupt verkäuflich ist.

Aus diesen grundverschiedenen Ansätzen ergibt sich das Dilemma, dass nicht geldbezogene Minderwerte zwar einen Schlüssel für eine werkvertragliche Minderung bilden können, diese aber i. d. R. nicht auf den geldbezogenen Wert einer Immobilie Einfluss nehmen. Gewerke- oder bereichsbezogene Minderwerte haben i. d. R. keine finanziellen Schäden als Einfluss auf den Immobilienwert zur Folge, werden aber hin und wieder als solche gehandelt. Dabei wird übersehen, dass vertragliche Verpflichtungen bei der Errichtung eine Immobilie von vertraglichen Verpflichtungen beim späteren Verkauf grundlegend anderer Natur sind. Auftraggeber im Werkvertrag sind später Verkäufer, Art und Inhalt der Verträge sind grundlegend unterschiedlich, eine Übertragung von Details aus dem Werkvertrag in den späteren Kaufvertrag ist schon deswegen oft nicht möglich. Dazu zählen auch Minderwerte bei Abweichungen vom werkvertraglichen Soll, da diese nicht zwangsläufig zu negativen Abweichungen des Zustands der Immobilie führen. Minderwertüberlegungen sind vertragsbezogen und lassen sich i. d. R. nicht durch Schadensersatzüberlegungen auf Grundlage von Immobilienwerten lösen.

Minderwerte sollen der nachträglichen Korrektur der vertraglichen Leistungsbilanz führen:
Minderungen als Verkleinerung der vertraglichen Zahlungsverpflichtung der Bestellenden sollen wertbezogen gleich groß ausfallen wie der Minderwert der vertraglichen Leistungsverpflichtung von Unternehmern. Solange Kosten für die Mangelbeseitigung als vertragliche oder nachvertragliche Verpflichtung zur vollständigen Leitungserfüllung angesetzt werden können, bilden sie den Grenzwert des Minderungsbetrags.
Können sie nicht angesetzt werden, entfällt diese Grenze, die Minderwertbetrachtungen sind auf den Gesamtwert der vertraglichen Leitungsverpflichtung abzustellen.

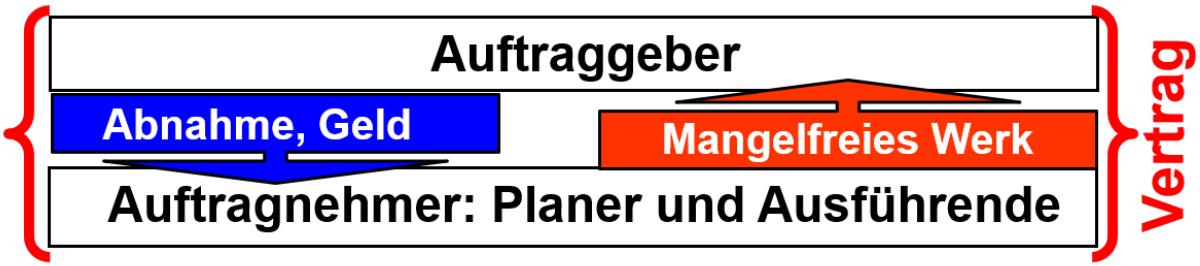
Minderwertbetrachtungen beziehen sich daher ausschließlich auf werkvertragliche Verpflichtungen und nicht auf andere, außerhalb des maßgeblichen Vertrags liegende Größen, etwa später folgende und mit den Werkverträgen nicht unmittelbar verbundene Immobilienkaufverträge.

2.11 Voraussetzung für Minderungsansprüche: der Mangel

Schließen Parteien einen Vertrag, ergeben sich hieraus wechselseitige Verpflichtungen. Die gegenseitigen vertraglichen Verpflichtungen bilden die vertraglichen Werte, die sich gegenüberstehen. Diese gegenseitigen Werte sind durch den Vertrag festgelegt und stehen durch diesen in einem Äquivalenzverhältnis.

Wert des mangelfreien Werks (nicht geldbezogen) steht durch vertragliche Bindung dem Werklohn gegenüber. Durch den Vertrag sind sie äquivalent, wobei der jeweilige Vertrag zum Zeitpunkt dessen Abschlusses unter Einbeziehung der durch Bauwerkverträgen innewohnenden Entwicklungscharakter die vertragsgemäße Weiterentwicklung von Inhalten einzufließen haben. Dazu zählen auch zwischen Vertragspartnern einvernehmlich getroffene oder konkludente Vertragsanpassungen. Verträge werden durch Vertragsende, der Abnahme, beendet. Danach gibt es nur noch die gesetzlichen oder im Vertrag geregelten, nachvertraglichen Verpflichtungen. Verträge können bei Gesetzesverstößen auch insgesamt nichtig sein, also bei z. B. Wucher, Verstoß gegen Verbot der Schwarzgeldabrede oder ähnlichem, vollständig unwirksam sein; dann behält jede Partei das, was sie hat (s. Abbildung 11).

Abbildung 11
Beziehungen zwischen den Vertragspartnern



Quelle: Zöller/AIBau

Dabei sind nur vertragsbezogenen wertbildende Kriterien maßgeblich, nicht aber der für die Parteien zu betreibendem Aufwand, die vertraglichen Werte zu erreichen und jeweils dem Vertragspartner zur Verfügung zu stellen. Kalkulationsrisiken sind keine wertbildenden Faktoren, sondern ausschließlich Verpflichtungen, um vertragliche Werte zu bilden. So sind z. B. Wagniszuschläge oder Kosten für nachvertragliche Leistungserfüllungen, also Mangelbeseitigungskosten, zwar Gegenstand der Preisbildung, es besteht aber kein Anspruch auf Auszahlung von nicht benötigten, aber kalkulierten Wagniszuschlägen. Die vertragliche Wertbildung beschränkt sich ausschließlich auf die vertraglichen Parameter.

Ist die Werkleistung von Unternehmern mangelhaft, stehen dem Bestellenden Mangelrechte zu, die primär auf die Herstellung eines mangelfreien Werkes abstellen. Bei der Minderung nehmen Besteller eine Unterschreitung des vereinbarten Werkerfolgs, also eine mangelbehaftete Leistung, in Kauf, wodurch sich im Gegenzug eine Verringerung der Zahlungsverpflichtung ergibt.

Für die Minderung müssen die dazu erforderlichen Voraussetzungen vorliegen. Besteller akzeptieren das Zurückbleiben der von Auftragnehmern zu erbringenden Leistung hinter dessen vertraglichen Leistungsverpflichtung. Minderwertbetrachtungen kommen für Mängel infrage, die nicht beseitigt werden. Die Höhe der Minderung ist analog zum geringeren Wert der Sache, zum Minderwert, zu ermitteln.

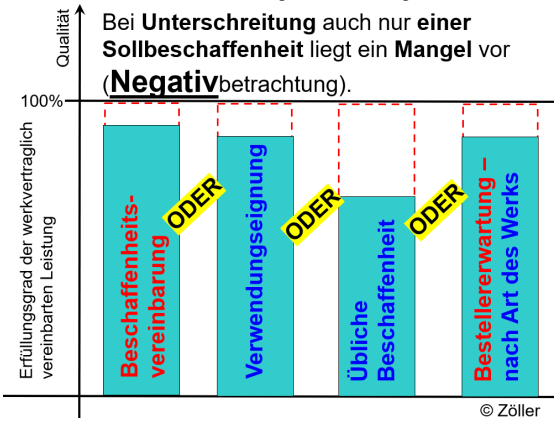
Der Inhalt des Begriffs „Mangel" prägt entscheidend die Bestimmung von Minderwerten.

Aus § 633 BGB ergeben sich die wertbildenden Faktoren (s. Kapitel 2.1), die auf dem Mangelbegriff fußen. Dies sind in erster Linie nach § 633 Abs. 2 Satz 1 BGB die vertraglich vereinbarten Beschaffenheiten (vertraglich-subjektiv).
Darüber hinaus sind diejenigen Faktoren zu berücksichtigen, die erforderlich sind, damit sich das Werk nach § 633 Abs. 2 Satz 2 Nr. 1 BGB für die nach dem Vertrag vorausgesetzte oder nach § 633 Abs. 2 Satz 2 Nr. 2 BGB für gewöhnliche Verwendung eignet (vertraglich-objektiv).

Der Gesetzgeber benennt damit die Faktoren, die für ein mangelfreies Werk von Bedeutung sind. Fällt nur eine der beschriebenen Faktoren aus, ist das Werk mangelhaft. Die Beurteilung kann so als negative k. o.- Systematik verstanden werden.

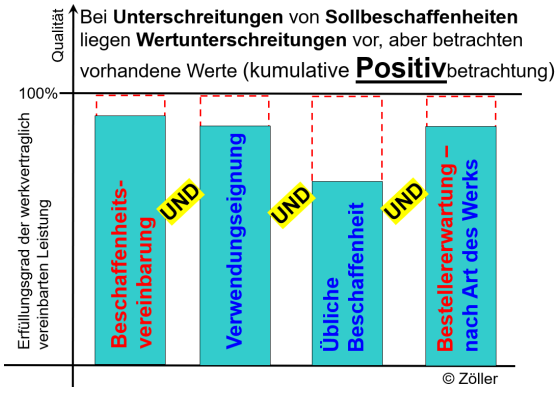
Die Kriterien sind aber gleichzeitig auch wertbildend und gelten kumulativ. Die kumulierten Einzelwerte bilden den Wert des Werks. Diese Faktoren aus § 633 BGB sind somit wertbildende Kriterien, die jeweils vollständig erfüllt sein müssen, um den 100-prozentigen Wert widerzuspiegeln. Wenn nur eines hinter den vertraglichen Werten zurückbleibt, ist das Werk zwar mangelhaft, weist aber dennoch einen Wert auf.

Abbildung 12
Sobald eine vertragliche Größe unterschritten wird, liegen im Sinne des Gesetzes Mängel vor, auch wenn alle anderen Kriterien uneingeschränkt erreicht wurden (ausschließliche Negativbetrachtung).



Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 13
Die in § 633 BGB genannten Merkmale lassen sich als verbleibende Werteigenschaften darstellen.

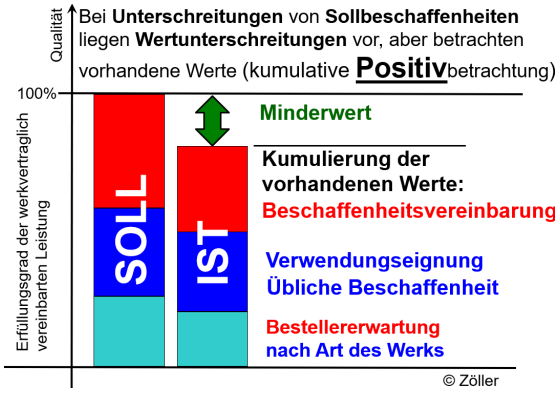


Quelle: Zöller/AIBau

2.12 Objektive und subjektive Mangelaspekte: Auswirkung auf Minderwert

Im Folgenden werden die Faktoren nicht als negatives k. o.-System verwendet, da diese Begutachtung nicht zu beseitigende Mängel behandelt, sondern die Unterschreitungen von positiven Werten, die kumulativ nebeneinanderstehen. Bei Wertbetrachtungen führen Unterschreitungen einzelner Wertkriterien zu Wertskalierungen. Abweichungen sind als Unterschreitungen vertraglicher Werte zu verstehen (positive Wertbildung und deren Unterschreitungen) und nicht als Kriterien, Unternehmer zur nachträglichen Leistung aufzufordern.

Maßstab zur Bewertung von Bauleistungen ist grundsätzlich der geschlossene Vertrag. Dieser beinhaltet aber nach § 633 BGB Beschaffenheitsvereinbarungen, die als subjektive Größe verstanden werden. Ebenso können vertragliche Auslegungen zur Verwendungseignung und Bestellererwartungen als subjektiv verstanden werden. Daneben stehen objektive Größen, wie die übliche Verwendungseignung, die die Gebrauchstauglichkeit des Werks sicherstellen soll, und die übliche Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken.



Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 14
Bei Unterschreitung von einzelnen oder mehreren der vertraglichen Eigenschaften können die verbliebenen Werte zu einem Gesamtwert kumuliert und das Zurückbleiben der Summe als Minderwert festgestellt werden.

Im Folgenden wird zur Vereinfachung der Begriff *subjektiv* in der Eingrenzung von vertraglich-subjektiv und *objektiv* die sich auf den Vertrag beziehende, objektive Eigenschaften bezeichnet, also gleichartig vertraglich-objektiv. An bestimmten Stellen werden diese Eigenschaften durch die Ergänzung *vertraglich* betont, aber vorausgesetzt, dass sich naturgemäß grundsätzlich alle Bewertungsmaßstäbe auf die jeweiligen vertraglichen Verpflichtungen beziehen.

2.12.1 Minderwert nach Fehlerhaftigkeit als objektiver Teilaspekt

Die anerkannten Regeln der Technik werden als Mindeststandard angesehen, um die (objektive) Gebrauchstauglichkeit sicherzustellen. Der Besteller darf zwar diesen Mindeststandard erwarten, er nimmt aber keinen Einfluss auf deren Inhalte – es sei denn, dass durch Beschaffenheitsvereinbarungen etwas anderes festgelegt ist. Die Fehlerbetrachtung beschränkt sich auf die Bewertung, ob der Mindeststandard der a. R. d. T. unterschritten wurde.

Wenn Fehler vorliegen, liegen i. d. R. auch Mängel vor, weil die Gebrauchstauglichkeit bei zu erwartenden Einwirkungen eingeschränkt oder gar nicht gegeben ist.

Sowohl bei der Planung und bei der Ausführung als auch danach (im Bewertungsfall) ist das ausreichende Maß an Gewissheit (absolute Sicherheit gibt es nicht) herzustellen, dass das Werk nach objektiven Kriterien gebrauchstauglich ist. Ist dies gegeben, liegen keine (technische) Fehler vor. Dennoch können Mängel vorliegen, wenn von vertraglich vereinbarten Beschaffenheiten abgewichen wurde.

Selbstverständlich beurteilt jeder Mensch subjektiv. Objektiv in o. a. Sinn bedeutet, dass ein Maßstab herangezogen wird, der nicht von Parteiinteressen geleitet oder gar bestimmt ist. Objektiv heißt damit, dass der Maßstab eines nicht involvierten Dritten angenommen werden soll. Sachverständige als parteiunabhängige Personen sollen (objektiv) festlegen, welches Kriterium wie zu bewerten ist.

Die meisten Ermittlungen von Minderwerten stellen auf den objektiven Mangelteilaspekt des Fehlers ab, wozu von Sachverständigen nach ihrer jeweiligen Einschätzung die Eigenschaften des Werks in Teilwerte unterteilt

und die jeweiligen Unterschreitungen festgestellt werden. Zwar wird in einem gewissen Rahmen zwischen der Bedeutung des Merkmals unterschieden, ob also ein Fliesenbelag z. B. im Empfangsraum eines Hotels oder in dessen Müllraum verlegt wurde. Eine solche Differenzierung ist zwar bereits subjektiv, da ein völlig gleicher Fliesenbelag nur aufgrund seines Verlegeorts keine anderen Eigenschaften aufweist als an der jeweils anderen Stelle. Dennoch handelt es sich auch bei einer solchen Differenzierung i. d. R. um eine objektive Herangehensweise. Das mag häufig vernünftig sein, wird aber berechtigten Interessen von Vertragspartnern nicht immer gerecht, weil andere Aspekte von werkvertraglichen Inhalten übersehen werden können.

2.12.2 Subjektive Mangelelemente zur Ergänzung von Minderwertverfahren

Die Fehlerfreiheit ist ein wesentlicher Teil der Mangelfreiheit, aber nicht der einzige, weil vertragsindividuelle und subjektive Aspekte (sofern vorhanden, zusätzlich) zu berücksichtigen sind. Die Beschaffenheitsvereinbarung fließt in die konkrete Vertragsgestaltung ein. Um deren Inhalte zu bestimmen, sind nach § 133 BGB und § 157 BGB Verträge auszulegen. Neben der objektiven Gebrauchstauglichkeit kann daher eine subjektive stehen. Die bisherigen Verfahren zur Festlegung bzw. Abschätzung von Minderungsbeträgen können nach wie vor angewendet werden. Sie müssen aber um Eigenschaften ergänzt werden, die sich aus anderen Komponenten der Mangelbetrachtung unter Einbeziehung von subjektiven Kriterien ergeben.

2.13 Minderung des Werklohns in Höhe des Minderwerts nach § 638 BGB

Beruft sich der Besteller auf eine Minderung nach § 635 Abs. 3 BGB und ist der Einwand des Unternehmers unter Berücksichtigung des Leistungsinteresses des Bestellers nach § 275 Abs. 2 und 3 berechtigt, die vollständige Mangelfreiheit nur mit einem im Bezug zum zusätzlichen Werkerfolg unverhältnismäßig hohen Aufwand herzustellen, kann der Werklohn nach § 638 BGB um das Maß gemindert werden, das sich aus dem anteiligen Minderwert des Werks gegenüber dem Wert des nach dem im Vertrag beschriebenen mangelfreien Zustand zu setzen ist. Durch Vertrag wird der Wert des Werks durch den Vertragsinhalt bestimmt und dieser dem Werklohn äquivalent gesetzt. Beide aus dem Vertrag zu bestimmenden Größen sind mit 100 % festzulegen. Dieses Äquivalenzgebot ist die Grundlage für Minderungsbetrachtungen.

2.13.1 Werklohn

Das Gesetz lässt offen, wie der Wert eines Werks zu bestimmen ist, während der Werklohn durch den im Vertrag genannten Preis eindeutig bestimmbar ist.

Allerdings gibt es Situationen, in denen die Preisermittlung annähernd unmöglich ist, insbesondere bei Werken, die sich aus der Addition mehrerer Gewerke und Bauteile ergibt, z. B. bei der Betrachtung von Teilleistungen in Generalunternehmer- oder Bauträgerverhältnissen, in denen die Erbringung von Teilleistungen nicht mit Geldbeträgen in Zusammenhang gebracht werden können. In solchen, insbesondere bei z. B. Generalunternehmer- oder Bauträgerverträgen üblichen Fällen, in denen es keine nachweislichen Festlegungen zu Teileigenschaften des Werks, sondern nur Globalbeschreibungen gibt, wird man von dem vertraglichen Äquivalenzgebot abweichen müssen, da es nicht möglich ist, den Werklohn genau zu bestimmen. Anstelle dessen ist mit Näherungswerten unter Rückgriff auf statistische Einheitspreise zu arbeiten. Diese praktische Lösung ist oft der einzige Weg, Preise zu einzelnen Werkleistungen zu bestimmen.

Wenn eine aus dem Vertrag bestimmbare Größe möglich ist, gilt diese und nicht andere Größen, z. B. solche, die sich aus Vorlage von Angeboten oder statistischen Einheitspreisen ergeben können.

2.13.2 Wert des Werks

Der Wert eines Werks lässt sich in sehr einfachen Fällen vermeintlich einfach bestimmen, etwa die Lieferung und Verlegung eines Fliesenbelags. Aber bei nur ein wenig genauerem Hinsehen wird klar, dass es nicht so einfach ist.

Der Wert eines Fliesenbelags bestimmt sich durch eine Summe von Teileigenschaften, etwa nach den Grobkriterien der technischen Nutzbarkeit und des Aussehens. Aber diese können jeweils weiter untergliedert werden,

etwa die technischen Eigenschaften eines Belags wie die Oberflächenbeschaffenheit hinsichtlich Rutschhemmung, Widerstandsfähigkeit bei begehen oder befahren. Die optischen Eigenschaften können nach der Gleichmäßigkeit einer Farbgebung, Fleckenbildungen, Strukturierung, schachbrettartige Verlegung von Fliesen mit unterschiedlichen Farbnuancen, Überzähnen (dass Überstehen von Fliesenkanten gegenüber benachbarter Fliesen) oder andere Eigenschaften differenziert werden, die jeweils wertbestimmend sein können.

Die Wertbestimmung richtet sich aber nicht nur danach, sondern auch nach vorgeschalteten Kriterien. Wird z. B. ein Bodenfliesenbelag in einem Müllraum eingesetzt, werden technische Eigenschaften dominieren, während ein identischer Fliesenbelag in einem Wohnraum eher nach optischen Kriterien zu betrachten ist und weniger nach technischen. Man mag einwenden, dass in einem Wohnraum die technischen Eigenschaften mindestens so gut sein müssen wie in einem Müllraum. Da sich aber der Wert eines Werks mit 100 % bestimmt, steht nicht mehr als der Gesamtwert zur Verfügung, weswegen nur der Spielraum zwischen 0 % und 100 % zur Verfügung steht. Die einzelnen Wertkriterien richten sich daher nicht alleine nach einem bestimmten Werk, sondern auch nach dem Verwendungszweck.

Mit Wertbetrachtungen werden regelmäßig Sachverständige betraut. Sachverständige können dabei auf Abweichungen von ausgeführten Leistungen gegenüber denen, die in Leistungsverzeichnis enthalten sind, hinweisen. Ob es sich um rechtsrelevante Abweichung handelt, bedarf allerdings der juristischen Würdigung. Nicht nur Planungsverträge, sondern Bauverträge sind Entwicklungsverträge. Es ist eine Normalität des individuellen Bauens, von ursprünglich Festgelegtem abzuweichen. Wenn Sachverständige Unterlagen aus der Planungsphase bei der Bewertung von Gebauten verwenden, können sie möglicherweise unbrauchbare Gutachten schreiben, weil sie nicht wissen und nicht festlegen können, ob zuvor eine einvernehmliche Vertragsänderung stattfand. Das ist möglich, da die Vertragsfreiheit nicht durch Vertragsschluss beendet wird. Sachverständige sollten sich darauf beschränken, transparent zu machen, worauf sie sich stützen und, falls es z. B. richtige Alternativen gibt, ihre Bewertung unter Vorbehalt stellen. Ein klassisches Beispiel ist die Änderung von Dämmstoffen in Flachdächern. Wenn ein anderer Dämmstoff eingebaut wurde als im LV beschrieben, liegt möglicherweise trotz Fehlerfreiheit ein Mangel vor. Dann kommt es auf die juristische Auslegung an, ob der Mangel trotz Fehlerfreiheit beseitigt werden muss oder verbleiben kann. Ansonsten sollen sich Sachverständige lediglich mit technisch-objektive Kriterien befassen, weil sie Verträge nicht auslegen sollten und in Gerichtsverfahren sogar nicht ohne besondere Anleitung und dann auch nur beraten dürfen. Die Würdigung selbst aber ist als Rechtsbetrachtung nicht dem Sachverständigenbeweis zugänglich.

Allerdings stehen Gerichten keine Verfahren zur Verfügung, wie die nach § 638 BGB genannte Schätzung vorzunehmen ist. Damit entsteht eine Diskrepanz zwischen den vertragsunabhängigen Wertkriterien in Sachverständigengutachten und den nach juristisch auszulegenden Maßstäben von Verträgen.

Werden aber vertragsunabhängige Maßstäbe angelegt, fallen Minderwerte und damit verbundene Minderungsbeträge häufig so klein aus, dass sie von Bestellern nicht akzeptiert werden und diese auf die anderen Mangelrechte nach § 634 BGB ausweichen (s. Kapitel 2.4). Das aber führt zur bereits in Kapitel 2.9 genannten Belastung der Umwelt und Einschränkung des gemeinschaftlichen Verbraucherschutzes.

Ein Lösungsansatz bietet § 633 BGB. Die dort genannten Kriterien beinhalten nicht nur die objektiv technischen Kriterien der Verwendungseignung, sondern auch subjektive Beschaffenheitsmerkmale, die auf den Vertrag abstellen. Wenn nun nicht nach dem Negativprinzip einer Mangelentstehung vorgegangen wird, auf den dieser Paragraph abstellt, sondern umgekehrt kumulativ die dort genannten Kriterien mit Werten versehen werden, besteht die Möglichkeit, neben einer vertragsunabhängigen, sogenannten objektiven Wertbetrachtung Vorschläge unter Berücksichtigung subjektiver, besser vertragsbezogener Wertkriterien zu unterbreiten.

Mit diesem Verfahren werden Minderwerte und damit verbundene Minderungsbeträge möglich, die für Besteller eine Minderung anstelle Schadensersatz für Kosten zur Beseitigung und Neuherstellung akzeptabler machen.

2.14 Entscheidungshilfe: Matrix nach Oswald

2.14.1 Bisheriger Nutzen der Matrix

In vorangegangenen Forschungsprojekten und den in drei Auflagen erschienenen Buch hat Oswald die Einstufung von Mängeln nach Mangelfolgen differenziert[4]und grafisch in einer Matrix zusammengefasst. Diese soll als Entscheidungshilfe dienen, wie mit funktionalen oder optischen Mängeln umgegangen werden kann. In Abhängigkeit der Kombination aus dem Grad der Beeinträchtigung und der Bedeutung eines Merkmals kann differenziert werden,

- ob kein Mangel vorliegt (sogenannte *Bagatelle*),
- ob ein Mangel hinnehmbar ist und gegen eine Minderung analog zum Minderwert ausgeglichen werden kann (sogenannt *hinnehmbar*)
- oder ob ein Mangel zu beseitigen ist (sogenannt *nicht hinnehmbar*).

Oswald hat also zwischen funktionalen (*technischen)* und optischen Merkmalen (*Erscheinungsbild)* unterschieden. Da es sich in beiden Fällen um vertragliche Eigenschaften handelt, lassen sich diese in einer Matrix zusammenführen.

In der folgenden, geänderten Darstellung sind die Begriffe *Bagatelle*, *hinnehmbar* und *nicht hinnehmbar* gegen Ordnungsnummern ersetzt worden, weil die drei Bereiche jeweils einer umfangreicheren Erläuterung bedürfen und eine plakative Begriffsdarstellung dazu verleitet, die Matrix nicht sachgerecht anzuwenden.

Oswald hat zwar in einem Ablaufschema die Entscheidungskriterien dargestellt, wobei die Matrix erst am Ende des Ablaufschemas vorkommt. Dieses wurde bislang aber in der Praxis nicht hinreichend berücksichtigt. Anstelle dessen wird häufig die Matrix kurzerhand „aus der Tasche" gezogen, um sich ohne Berücksichtigung von vertraglichen Leistungsverpflichtungen einer Nacherfüllungsverpflichtung zu entziehen und Besteller mit kleinen Minderungsbeträgen „abzuspeisen". Die Voranstellung der Matrix an den Beginn des Ablaufschemas war aber nicht intendiert. Dennoch verführen einfache Schemata in grafischen Darstellungen ohne Erläuterung von Hintergründen in der praktischen Anwendung zu plakativem Handeln ohne hinreichende Sorgfalt.

2.14.2 Weiterentwicklung der Matrix

Die in folgender Darstellung gegenüber der von Oswald entwickelten, leicht geänderten Matrix kann bei Mängeln als Entscheidungshilfe genutzt werden, welche Mangelrechte angemessen sein können (Abbildung 15).

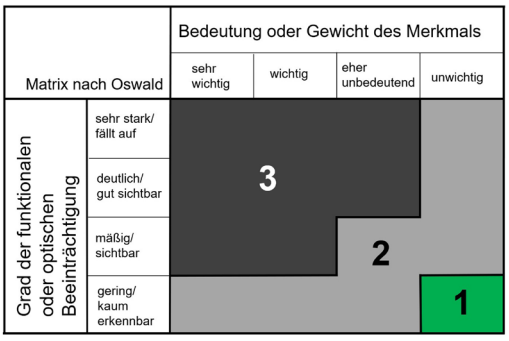


Abbildung 15
Matrix als Entscheidungshilfe beim Umgang mit Fehlern und Mängeln (nach Oswald, geändert Zöller; AIBau)

Quelle: Zöller/AIBau

Die Matrix bietet damit eine (objektiv) gute Hilfestellung. Die Entscheidungen zum Umgang mit Mängeln stehen aber in Abhängigkeit verknüpfter Bedingungen.

2.14.3 Mangelfrei = vertragsgerecht; keine Mangelrechte

Bereich 1 der Matrix in Abbildung 15 liegt vor, wenn

- unter Einbeziehung der vertraglichen Kriterien, also Beschaffenheitsvereinbarungen,

- Merkmale, die zur vom Vertrag vorausgesetzten Verwendungseignung,
- der gewöhnlichen Verwendungseignung,
- der üblichen Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken
- und sich aus der Bestellererwartung nach Art des Werks durch Vertragsauslegung ergeben,

eingehalten sind.

Dabei darf nicht nur auf den Buchstaben in Beschaffenheitsvereinbarung oder Regelwerken abgestellt werden. Der wirkliche Wille der Partei(en) muss unter Berücksichtigung von Bandbreiten werkimmanenter, üblicher und unvermeidbarer Abweichungen Eingang in die Definition des Leistungssolls finden.

Wenn all diese Merkmale eingehalten sind, sind mögliche, in der Bandbreite des Vertrags zulässige Abweichungen Bagatellen, dann ist die Leistung vertragsgerecht und es liegen keine Mängel vor[5].

2.14.4 Mängel lösen Mangelrechte aus

Bereiche 2 und 3 liegen vor, wenn mindestens eines der vorgenannten vertraglichen Leistungssollmerkmale nicht eingehalten ist. Dann liegen Mängel vor.

Leider wird bei Vorliegen von Mängeln in der Praxis nicht hinreichend nach den daraus entstehenden Mangelrechten differenziert. Allzu schnell geht man bei Mängeln davon aus, dass sie zu beseitigen sind und, koste was es wolle, der mangelfreie Zustand herzustellen ist – was auch immer der dann ist.

Das Gesetz differenziert in § 634 BGB nachfolgenden Mangelrechten:

1. Nacherfüllung nach § 635 BGB
2. Mangel selbst beseitigen und (Schadens-) Ersatz der erforderlichen (berechtigten) Aufwendungen verlangen nach § 637 BGB
3. vom Vertrag zurücktreten nach den §§ 636, 323 und 326 Abs. 5
   oder nach § 638 BGB die Vergütung mindern
4. Schadensersatz nach den §§ 636, 280, 281, 283 und 311a BGB oder Ersatz vergeblicher Aufwendungen nach § 284 BGB verlangen

Damit lässt das Gesetz die Möglichkeiten offen, dass sich aus Mängeln entweder keine Mangelfolgen oder Substitutionen zur Beseitigung von Fehlern ergeben können. Schadensersatzpositionen sind ebenfalls möglich, worunter der Ersatz von monetär zu bewertenden Risiken bei Zurückbleiben der Leistung gegenüber der vertraglichen fällt. Neben Risikobewertungen können andere Minderwertbetrachtungen nach weiteren Kriterien stehen, die nach dem Schlüssel des Äquivalenzgebots zur Minderung des Werklohns führen.

Die Minderungen statt Nacherfüllung nach § 638 BGB setzt nach § 635 Abs. 3 BGB den berechtigten Einwand von Unternehmern voraus, dass unter Berücksichtigung des Leistungsinteresse von Bestellern nach § 275 Abs. 2 und 3 BGB der Aufwand zur Beseitigung eines Mangels nur mit unverhältnismäßig hohen Kosten möglich ist. Dabei differenziert die Rechtsprechung, ob und in welchem Grad von Vorsatz Mängel entstanden. Das ist zugegebenerweise nicht immer einfach zu verstehen, aber darauf zurückzuführen, dass sich jedes gerichtliche Urteil mit einem konkreten Fall beschäftigt und deswegen ergangene Urteile nur in Ausnahmen auf andere Fälle passen. So können z. B. Unternehmer „vorsätzlich" von einer Beschaffenheitsvereinbarung abweichen (müssen), um die Funktionalität, die Gebrauchstauglichkeit, sicherzustellen, die bei Einhaltung einer Beschaffenheitsvereinbarung möglicherweise gefährdet war. Kein objektiv richtiges Urteil wird Unternehmer dazu verpflichten, einen solchen Mangel zu beseitigen und dadurch die Leistung zu verschlechtern.

[5] Anmerkung: Der Begriff Bagatellschaden ist ein Widerspruch in sich. Entweder liegen Bagatellen und damit keine Mängel vor oder Schäden, die mängelbasiert sind, aber dann keine Bagatellen sind.

2.14.5 Mangel hinnehmbar oder nicht hinnehmbar: Maßnahmen oder Wertausgleich

Die Hinnehmbarkeit eines Mangels stellte bislang nur auf die Minderung des Werklohns zum Ausgleich des geminderten Werts einer Sache ab. Dabei wird auf Minderungen in Höhe des Minderwerts nach § 638 BGB abgezielt. Da bislang Minderwertbetrachtungen von technischen Sachverständigen zwangsläufig nicht alle vertraglichen Merkmale einfließen lassen (durften), führten Minderwertbetrachtungen nach lediglich objektiven, nicht hinreichend alle vertraglichen Eigenschaften berücksichtigenden Merkmale häufig zu unangemessen niedrigen Zahlen. In folgenden Kapiteln werden Beispiele beschrieben, die (beratend) auch vertragliche, gegebenenfalls auszulegende Merkmale berücksichtigen und dann zu angemessenen Minderwerten mit entsprechend höheren Minderungen führen können.

Die Grenze zwischen der bisherigen Kategorie der *Hinnehmbarkeit* und der bisherigen Kategorie der *Nicht-Hinnehmbarkeit* ist bisher so verstanden worden, dass bei einem *hinnehmbaren Mangel* keine Maßnahmen eingefordert werden konnten, während bei *nicht hinnehmbaren Mängeln* der mangelfreie, vertragsgerechte Zustand herzustellen war.

Ein Mangel kann aber auch hingenommen werden (müssen), wenn Fehler beseitigt werden, aber nicht der vollständig mangelfreie, vertragsgerechte Zustand erreicht werden kann. Das kann bei Substitutionen der Fall sein. Wenn durch eine gegenüber den vertraglichen Merkmalen geänderte Ausführung objektive Gleichwertigkeit erreicht wird ohne den vollständig mangelfreien Zustand zu erzielen, kann ein Mangel hingenommen werden und muss das auch, weil in Fällen objektive Gleichwertigkeit in der Regel kein weiteres Leistungsinteresse des Bestellers nach § 275 Abs. 2 und 3 BGB bestehen wird – es sei denn, dass Substitutionen keinen nach objektiven, aber vertragliche Merkmale berücksichtigenden Zustand erreichen.

Wenn z. B. die Gründung eines Hauses nicht den vertraglichen Eigenschaften entspricht und der Mangel nur durch Abbruch, Entsorgung des Gebäudes und dessen Neuherstellung erreicht werden kann, die dauerhafte Standsicherheit und Gründungsicherheit durch eine nachträglich herstellbare Maßnahme gleichwertig erreichbar ist, besteht kein objektives Interesse, das Gebäude abzubrechen und neu herzustellen, nur um dadurch einen vertraglichen Zustand zu erreichen. Gleiches gilt für andere als vertraglich beschriebene Dämmstoffe unter Bodenplatten, wenn durch Alternativprodukte keine funktionelle Beeinträchtigung vorliegt oder für den Feuchtigkeitsschutz einer Bodenplatte, der bei alternativer Ausführung in gleichem Maße erreicht wird.

In die werkvertragliche Betrachtung ist zudem bislang nicht hinreichend die Gesetzgebung[6] eingeflossen, die objektiv unnötige Bauleistungen verbietet, die nur zur Erhöhung der Abfallmenge, der Verschwendung von Ressourcen und der Erhöhung der CO_2-Emissionen führen und damit dem Gemeinwohl entgegensteht. In Einzelfällen bislang ergangene Urteile, dass Häuser abzubrechen sind, weil z. B. Dämmungen unter Bodenplatten nicht mit den vertraglich beschriebenen, aber dazu gleichwertigen Dämmstoffen hergestellt wurden oder weil Häuser nicht exakt der vertraglichen Höhenlage entsprechen, berücksichtigen nicht (hinreichend) die neben dem Werkvertragsrecht bestehende Gesetzeslage.

Die Grenze zwischen Hinnehmbarkeit im Sinne von nichts tun und den Werklohn mindern sowie Nicht-Hinnehmbarkeit mit Maßnahmen ergreifen, ist damit fließend.

In Fällen des Bereichs 2 der Matrix (Abbildung 15) mit geringer Bedeutung des Merkmals und geringem Grad der Beeinträchtigung können gegebenenfalls Maßnahmen mit geringem Aufwand zur vollständigen Vertragserfüllung führen, weswegen dann solche Mängel erst durch Substitutionen hinnehmbar werden können.

In Fällen des Bereichs 3 der Matrix (Abbildung 15) sind neben Maßnahmen, die Substitutionen sind und damit den Wert des Werks in den Bereich 2 bringen können, auch Risikobetrachtungen möglich, die z. B. auf eine verkürzte wirtschaftliche Nutzungsdauer einer Sache und einer früher als üblich zu erwartenden Instandsetzung abstellen. Wenn z. B. die Dauerhaftigkeit eines Putzes wegen eines anderen als dem beschriebenen Bindemittel

[6] Nach europäischen Recht der Kreislaufwirtschaft, dem von Deutschland unterschriebenen, europäischen Green Deal und dem nationalen Recht des Kreislaufwirtschaftsgesetzes sind Bauteile möglichst lange zu verwenden. Das gilt nicht nur für bestehende Bauteile, für die es keine werkvertraglichen Ansprüche gibt, sondern insbesondere für neu hergestellte, auch wenn diese Fälle nicht im nationalen und internationalen Recht beschrieben sind.

erwarten lässt, dass der Putz nicht z. B. 40 Jahre, sondern nur 25 Jahre hält, ist dieser Putz diese 25 Jahre uneingeschränkt nutzbar und muss (bzw. nach Kreislaufwirtschaftsgesetz darf) nicht unmittelbar, d. h. vorzeitig abgebrochen und ersetzt werden müssen. Der wirtschaftliche Vorteil bei Erhalt liegt in der erwartbaren Nutzungsdauer, der wirtschaftliche Nachteil in der eingeschränkten Nutzungsdauer und früher als üblich notwendigen Instandsetzung. Dieser Nachteil lässt sich als Wert über eine Risikobetrachtung ausdrücken und kann damit Maßstab für eine Minderung oder eines Schadensersatzes unter Akzeptanz des Mangels sein. Wenn durch eine Maßnahme die Dauerhaftigkeit eines Putzes auf das gleiche Maß wie das des mangelfreien Putzes gebracht werden kann, ohne andere Eigenschaften negativ zu beeinflussen, kann dies zu einer gebotenen Akzeptanz der Substitution ohne Wertausgleich führen, da es kein Minderwert gibt.

Solche Überlegungen lassen sich auf eine Vielzahl von Bauteilen übertragen, etwa auf Abdichtungen auf Dächern oder an erdberührten Bauteilen, an denen regelmäßig Substitutionen durch wasserundurchlässige Betonkonstruktionen möglich sind, anstelle die Abdichtung unter einem Gebäude auszutauschen und dieses damit abbrechen und ersetzen zu müssen.

2.14.6 Hilfestellung durch Hinnehmbarkeitskriterien in Veröffentlichungen

Nach der Veröffentlichung des Buchs von Oswald und Abel[4] haben viele Verbände des Handwerks und der Industrie die Gedanken übernommen und Bandbreiten möglicher Abweichungen von einem Ideal entsprechend der von ihnen vertretenen Bauprodukte bzw. Handwerksleistungen veröffentlicht. Im folgenden Teil des vorliegenden Berichts werden die aktuellen Stände von diesen dargestellt.

Solche allgemeinen Veröffentlichungen können durch eine Beschaffenheitsvereinbarung vertraglicher Bestandteil werden, sind das aber häufig nicht. Ohne Erhebung solcher Merkmale durch eine Beschaffenheitsvereinbarung können sie trotzdem wichtige Erkenntnisquellen zur Definition des jeweiligen Leistungssolls in Verträgen werden, indem sie die Parameter *üblicher Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken* und geeignet für die *gewöhnliche Verwendung* und *Art des Werks* beschreiben, die als objektive Kriterien in § 633 BGB verstanden werden können.

Selbstverständlich bilden diese damit nicht den gesamten „Strauß" an Beschaffenheitsmerkmalen in Verträgen ab, sind aber insbesondere dann, wenn keine gegenteiligen Vereinbarungen getroffen wurden und sich keine gegenteiligen aus Verträgen ableiten lassen, vertraglicher Maßstab. Sie sind durch (rechtliche) Würdigung hinsichtlich der jeweils konkreten Relevanz zu prüfen, können aber sinnvolle und belastbare Beschreibungen von Bandbreiten möglicher Abweichungen bilden, die bei bestimmten Bauteilen üblich oder sogar nicht vermeidbar sind.

2.14.7 Minderwerte bis zur Grenze des Gesamtwerts

Vereinbarungen, die technisch nicht umgesetzt werden können, machen Verträge und deren Bestandteile nicht nichtig. Gleiches gilt auch für Vereinbarungen, die aus rechtlichen Gründen nicht eingehalten werden können. Letztere waren der Grund, warum im anschließenden Beispielfall keine Maßnahmen an der dort beschriebenen Fassade ergriffen werden durften, obwohl ernsthafte Probleme vorlagen. Das Objekt war verkauft und die neue Eigentümerin hat keine Maßnahmen durch den gegenüber der damaligen Bauherrin und Verkäuferin noch in der Pflicht stehenden Unternehmerin zugelassen. In diesem Fall hatte sich die Unternehmerin darauf berufen, dass ihr ihre Nacherfüllungsrechte beschnitten wurden und sie deswegen Anspruch auf Ausgleich des vollen Werklohns hätte. Da aber grobe Mängel vorlagen, die sogar die Standsicherheit der Fassade beeinträchtigten, hat dieser „Trick" nicht funktioniert.

Da aus rechtlicher Hinderung keine Maßnahmen möglich waren, gab es auch keine Option eines Kostenvorschusses und keine Schadensbemessung nach fiktiven Mangelbeseitigungskosten (s. Urteil des BGH vom 22.2.2018[3]). Es blieb lediglich eine Minderwertbetrachtung, die keiner Grenze bis zur vollständigen Entwertung unterlag, aber nicht diese weiter unterschreiten konnte, wie das bei Schadenersatzüberlegungen möglich ist. Es wäre insofern sinnvoll, wenn der Grundsatz in o. a. BGH-Urteil überdacht würde und die fiktiven Mangelbeseitigungskosten als Begrenzung von Minderwerten und darauf aufbauenden Minderungsbeträgen möglich wären, wie das zurzeit nicht der Fall ist. Wenn also eine Fassade z. B. in ihrer Standsicherheit gefährdet ist, kann

deren Wert gegen null gehen, der Minderungsbetrag kann die Neuherstellungskosten vollständig erreichen, auch dann, wenn durch einen erheblich kleineren Betrag das Standsicherheitsproblem beseitigt werden könnte, was aber aus rechtlichen Gründen nicht möglich ist.

2.15 Angemessene Minderung durch Hebefaktoren?

Mit dem Abschluss eines Werkvertrags verpflichten sich Auftragnehmer zur Herstellung eines funktionsfähigen und mangelfreien Werks und Auftraggeber zur Zahlung der vereinbarten Vergütung, dem Werklohn. Dem Geldbetrag des Werklohns steht so der Wert des Werks äquivalent gegenüber.

In der Vergangenheit wurde wegen der schwindenden Akzeptanz von Minderungen, bei denen häufig marginale Minderungsbeträge ermittelt und angeboten wurden, versucht, durch Hebefaktoren auf Minderwerte oder die Bezugnahme auf optional anfallende Mangelbeseitigungskosten höhere Minderungsbeträge zu generieren. Hiermit sollte die Minderung anstelle der Beseitigung des Mangels z. B. durch Austausch der mangelhaften Sache Auftraggebern grundsätzlich wieder schmackhaft gemacht werden.

Allerdings verändern Hebefaktoren auf Einzelleistungen vertragliche Wertfestlegungen. Damit würde nachträglich der ursprüngliche Vertragsgegenstand verändert mit der Folge, dass die Gesamtleistung den ursprünglichen vereinbarten Wert von 100 % übersteigt. Nachvertragliche Veränderungen sind zwar denkbar, bedürfen aber als Eingriff in den Werkvertrag üblicherweise die Zustimmung beider Parteien und stehen somit unter dem Vorbehalt eines juristischen Vorgangs.

Hebefaktoren oder die Bezugnahme auf nicht im Vertrag fixierte Werte stellen auf außervertragliche Größen ab. Der Gesamtwert einer Sache wird damit rechnerisch höher als es tatsächlich der Fall sein kann. Diese Verfahren sind nicht konform mit den Regelungen des Gesetzes, die auf den nicht erreichten Teilwert in Bezug zum gesamten werkvertraglichen Wert abstellen. Sie können daher zwar (sozusagen als Vertragsfortschreibung) bei Einverständnis aller Parteien angewendet werden, sind aber wegen der fehlenden Gesetzeskonformität nicht grundsätzlich gerechtfertigt.

2.16 Einbeziehung von subjektiven Werteigenschaften

Aus dem Vergleich zwischen den Wertverständnissen der beiden Disziplinen *Bauschäden* und *Immobilienwerte* ergeben sich bislang nicht bedachte Aspekte zum Minderungsverfahren. Die Loslösung von der ausschließlich objektiven Aufteilung von Werten zugunsten vertraglicher Größen, die vertraglich-subjektive Elemente enthalten, ergeben bislang nicht berücksichtigte Ansätze. Aber auch diese Überlegungen beschränken sich auf vertragliche Anspruchsverhältnisse.

2.16.1 Weichenstellung

Wenn keine Nacherfüllungsmaßnahmen möglich sind, stellt sich die Frage einer Weichenstellung nicht. Dann ist auf Minderungen auf der Grundlage von Minderwerten abzustellen.

Wegen der vielfältigen, voneinander abhängenden Bedingungen sollte von einer unverrückbaren, festen Grenzziehung ausschließlich nach objektiven Kriterien zwischen den drei Bereichen der Matrix nach *Bagatelle – Hinnehmbarkeit – Beseitigung* Abstand genommen werden. Allerdings enthält die Matrix von Oswald[4] in den Bewertungsskalen bereits zahlreiche subjektive Elemente. Der Fliesenbelag im repräsentativen Eingang wird wegen des dort wichtigen Erscheinungsbilds anders bewertet als der völlig gleichartige in einem untergeordneten Müllraum, bei dem es überwiegend auf die technischen Eigenschaften ankommt. Beschränkt sich eine vom Vertrag und Verlegeort unabhängige Bewertung ausschließlich auf den Fliesenbelag, ist eine unterschiedliche Bewertung nicht nachvollziehbar – die Bewertung müsste immer gleichartig nach technischen optischen Eigenschaften unabhängig vom Verlegeort vorgenommen werden. Eine Differenzierung ist nur unter (nicht vertraglich und vertraglich) subjektiven Aspekten denkbar. Subjektive Kriterien sind damit nichts Neues. Vertragsindividuelle und subjektive Aspekte des Werkvertrags sind aber bislang aufgrund der Annahme, dass nur objektive

Kriterien (im Sinne von nicht Parteiinteressen geleiteten Aspekten) eine Rolle spielen dürfen, bei der Minderwertermittlung nach Oswald nicht eingeflossen.

Vertraglich- subjektive Eigenschaften umfassen sowohl rechtliche, als auch technische Aspekte. Die Bestellererwartung im Sinne einer getroffenen Beschaffenheitsvereinbarung ist eine rechtliche Frage, die „Art des Werks" aber eine im Kern technische – insofern nicht auch die Art des Werks als Zuordnung zu einem Qualitätsniveau, z. B. zu einer bestimmten Qualitätsklasse, einem Rechtsaspekt zugeordnet wird.

Damit Techniker als Aufklärungs- und Beweismittel für Juristen brauchbare und gut verwendbare Unterstützung bieten können, sollten Varianten gebildet werden, die nach objektivierten Kriterien und nach vertraglich – subjektiven Einflüssen differenzieren. Die Teileigenschaften einer Werkleistung bestehen nicht nur aus objektiven, sondern auch aus vertragsindividuellen und subjektiven Kriterien (nach Art des Werks), die die vertragliche Wertskalierung verschieben können. Durch unterschiedliche Varianten unter Berücksichtigung unterschiedlicher Gewichtungen wird eine Grundlage für die Auswahl einer jeweils interessensgerechten Lösung geschaffen, die durch juristische Würdigung zu ermitteln ist.

Foto: Zöller/AIBau

Abbildung 16
Putzfassade mit insbesondere im Streiflicht sich deutlich abzeichnenden Unebenheiten.

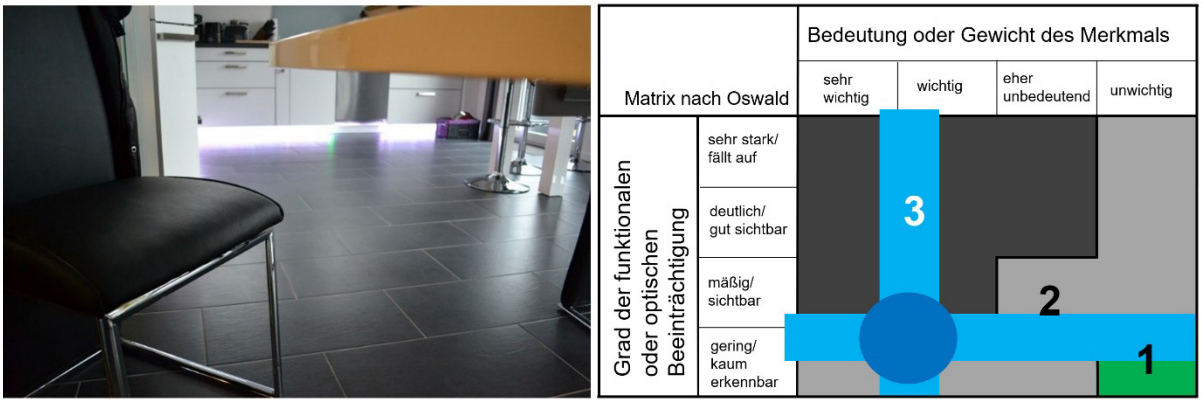
An der in Abbildung 16 abgebildeten Fassade sind erhebliche Unebenheiten vorhanden. Sie übersteigen im groben Maße die Vorschläge zur Begrenzung von Unebenheiten an flächenfertigen Oberflächen nach DIN 18202[7], Tabelle 3. Ist die unebene Oberfläche mangelhaft? Selbstverständlich müssten dazu die einzelnen vertraglichen Festlegungen geprüft werden, wozu auch eine Gegebenheit in Grenzen der DIN 18202 zählen kann. Die in Abb. 15 abgebildete Putzfassade ist Teil eines mittelalterlichen Gebäudes, bei dem subjektiv nicht die Oberflächenbeschaffenheit eines Neubaus erwartet werden kann – im Gegenteil, wenn z. B. durch Anbringen eines Wärmedämm-Verbundsystems die Ebenheit entsprechend den Anforderungen an einen Neubau hergestellt worden wäre, schätzten sicherlich eine Mehrheit von Betrachtern dies als unangenehm ein, da dadurch der Charakter des Gebäudes beschädigt worden wäre. Die Anwendung der DIN 18202 bezüglich der Ebenheit an Oberflächen wird durch die (objektivierte) subjektive Bestellererwartung (nach Art des Werks) ausgeschlossen.

Die mittlerweile bekannte Matrix von Oswald[4] kann nach objektiven Kriterien verwendet werden:

Ob und welche subjektiven Kriterien das Leistungssoll und den Umgang mit kleinen Abweichungen bestimmen, sind juristische Fragen. Daher sollten verschiedene subjektive Bewertungsmaßstäbe als Varianten dargestellt und nicht nur eine alleinige Lösung vorgeschlagen werden.

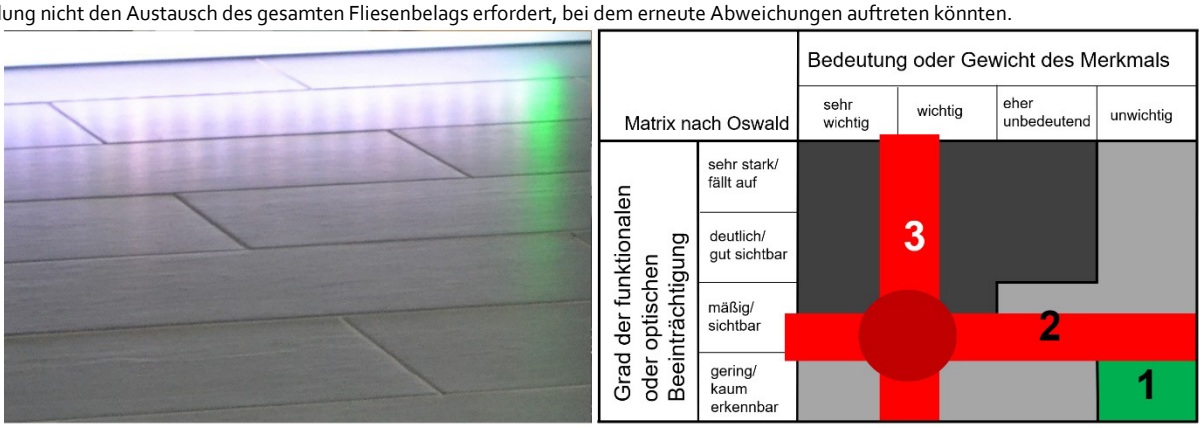
[7] DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau — Bauwerke.

Abbildung 17
Objektiver Bewertungsmaßstab
Beispiel für die Anwendung der Matrix als Entscheidungshilfe für die Beurteilung von optischen Abweichungen, ob diese als Bagatelle und somit vollständige Vertragserfüllung oder als (unter juristische Voraussetzungen) gegen einen Minderungsbetrag hinnehmbares oder als durch Nacherfüllung zu beseitigendes Problem bewertet werden kann. Bei objektiver Betrachtung und trotz eines hochwertigen Standards könnte in diesem Beispiel der Höhenversatz des Fliesenbelags für einen unvoreingenommenen Betrachter nicht störend wahrgenommen werden, da dieser ihn unter üblichen Blickwinkeln (und nicht auf dem Sofa liegend unter dem davor stehenden, niedrigen Tisch hindurch blickend, der Position, von der aus das o. a. Foto aufgenommen wurde) als „üblich" annimmt.



Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 18
Vertraglich- subjektiver Bewertungsmaßstab
Im selben Fall, der bei Matrix in Abbildung 17 zu einer als hinnehmbaren Situation führte, kann sich unter Berücksichtigung subjektiver Wertvorstellungen, die sich aus dem Vertrag ergeben können, eine andere Bewertung entwickeln. Der Höhenversatz der Fliesen, der nur aus der bereits beschriebenen, speziellen Betrachtungsperspektive, nur bei sehr genauem Hinsehen erkennbar ist, kann trotz objektiver Hinnehmbarkeit unter Berücksichtigung vertraglich-subjektiver Wertkriterien eine Mangelbeseitigung durch Nacherfüllung erforderlich machen, weil z. B. der gesamte Fliesenbelag im Erdgeschoss sonst keine dieser ca. 1,5 mm hohen Versätze aufweist – und eine Nacherfüllung nicht den Austausch des gesamten Fliesenbelags erfordert, bei dem erneute Abweichungen auftreten könnten.



Quelle: Zöller/AIBau

Da bereits der Verlegeort eines Fliesenbelags Einfluss auf die Gewichtung zwischen optischen und technischen Eigenschaften nimmt, führen die o. a. Überlegungen dazu, durch Varianten zu dokumentieren, dass der Sachverständige in seinen Begutachtungen keine rechtliche Würdigung vornimmt, sondern diese vorbereitet.

3 Verfahren zur Minderwertermittlung

3.1 Minderwertermittlung durch tabellarische Verfahren

3.1.1 Grundsätze

Der Wert einer Sache setzt sich aus seinen Teilwerten zusammen. Minderwertbetrachtungen sind vergleichsweise einfach möglich, wenn der Gesamtwert in Teilwerte aufgeteilt und geminderte Teilwertaspekte erfasst werden. Da nicht jeder Teilwert gleichwertig zu anderen ist, sind Gewichtungen ($\mathbf{g}_i$) der einzelnen Wertaspekte notwendig. Die Summe aller Teilgewichtungen g_i muss jeweils 100 % betragen.

Selbstverständlich handelt es sich bei Aufteilungen um subjektive Vorgänge, die aber zunächst nach objektiven Kriterien möglichst wenig von Parteiinteressen beeinflusst vorgenommen werden soll. Allerdings wird die bloße, objektive Vorgehensweise nicht den vertraglichen Vereinbarungen gerecht, die mehr als nur objektive Kriterien beinhalten (können), weswegen Varianten unter Einbeziehung der sich im Rahmen von vertraglichen Vereinbarungen bewegenden subjektiven Kriterien vorgeschlagen werden sollten.

Beeinträchtigungen beziehen sich selten auf einen gesamten Wert, sondern betreffen in der Regel lediglich Teilaspekte des Gesamtwerts. Daher können nach der Aufschlüsselung des Gesamtwerts in Teilwerte graduelle Bewertungen der Beeinträchtigungen vorgenommen werden. Dazu lassen sich Abweichungsfaktoren ($\mathbf{a}_i$) anwenden, die von Dr. Hans Eberhard Aurnhammer/Peter-Andreas Kamphausen der ARGE Dr. Aurnhammer wie folgt vorgeschlagen wurden (ich habe diese aus mathematischen Gründen um 10 dividiert):

0	fehlerfrei
0,1	fast fehlerfrei
0,2	wenig beeinträchtigt
0,3	beeinträchtigt
0,4	noch befriedigend
0,5	unbefriedigend
0,6	fehlerhaft
0,7	sehr fehlerhaft
0,8	unzulänglich
0,9	gerade noch nutzbar
1	unbrauchbar

Die Aufteilung eines Gesamtwerts in Teilwerte ist noch vergleichsweise unkompliziert. Häufig lassen sich nach Hierarchien über- und untergeordnete Teilaspekte entwickeln. Aber auch dabei können schon Unterschiede zwischen objektivierten, individuellen und subjektiven Maßstäben entstehen.

Zunächst sind objektive, d. h. nicht von Parteiinteressen bestimmte, Maßstäbe anzuwenden. Dann sollten Vorschläge zu Varianten entwickelt werden, die vertragsindividuelle und subjektive Kriterien (nach Art des Werks) berücksichtigen.

Die Minderwertabschätzung darf nicht den vertraglichen Rahmen verlassen und auf außervertragliche Größen abstellen. Solche können Kosten einer Nacherfüllung oder Hebefaktoren auf einzelne Abweichungsfaktoren sein. Die vertraglichen Werte sind maßgeblich, nur diese können Grundlage von Minderwertüberlegungen sein (s. Kapitel 2).

Die Aspekte der Gewichtung und der Abweichungsfaktoren zur Aufteilung von Werten und beeinträchtigten Teilwerten lässt sich in Tabellen nachvollziehbar darstellen. Zur Erläuterung dieses tabellarischen Verfahrens füge ich im Folgenden ein Rechenbeispiel an, das zunächst nach objektivierten Maßstäben durchgeführt wird, um anschließend als eine Variante anhand möglicher subjektiver Kriterien auch besondere vertragliche Aspekte einfließen lässt.

3.1.2 Beispiel

Abbildung 19
Objektiver Bewertungsmaßstab
Aufnahme des Naturwerksteinbelags aus einem mit starken Farbvariationen versehenen Kalkstein

Quelle: Zöller/AIBau

Ein Naturwerksteinbelag aus einem mit starken Farbvariationen versehenen Kalkstein ist technisch zwar annähernd, aber nicht vollständig einwandfrei verlegt worden. Die Farbvarianten der Natursteinplatten wurden nicht durch Mischen gleichmäßig verteilt. Es entstand daher kein gleichmäßiges Erscheinungsbild. Die mit dunklen Streifen versehenen Platten traten konzentriert in Teilflächen auf. Unter Annahme eines objektiven Bewertungsmaßstabs und Berücksichtigung der einzelnen Wertanteile lässt sich durch das tabellarische Verfahren nach Aurnhammer/Kamphausen ein Minderwert in Höhe von **20 %** abschätzen.

Tabelle 1
Objektiver Bewertungsmaßstab
Abschätzung eines Minderwerts im tabellarischen Verfahren nach Aurnhammer/Kamphausen

	Gewichtung	Beurteilungskriterium	Gewichtung g_i	Abweichungsfaktor a_i	Minderwert $m_i = g_i \times a_i$
Nutzen	60 %	Verkehrssicherheit eingeschränkt wegen Überzähne	60 %	0,1	6 %
Aussehen	40 %	Fugenbild: Überzähne fallen etwas auf	5 %	0,1	0,5 %
		Unterschiedliche Farben der Platten	15 %	0,3	4,5 %
		Störwirkung wegen schachbrettartiger Verlegung, nicht gemischt verlegt	15 %	0,6	9 %
		Geringfügige Kratzer der Oberfläche	5 %	0,1	0,5 %
	100 %	**Summe**	100 %		**20,5 %**
				Minderwert (gerundet)	**20 %**

Quelle: Zöller/AIBau

Abbildung 20
Vertragsindividueller/Subjektiver Bewertungsmaßstab
Aufnahme des vertraglich vereinbarten Natursteinmusters mit vergleichsweise gleichmäßiger Struktur ohne dunkele Streifen

Quelle: Zöller/AIBau

Das vertraglich vereinbarten Musters (links) weist eine vergleichsweise gleichmäßige Struktur ohne dunkle Streifen auf. Es gibt die vertraglich-individuelle Komponente wieder. In Verbindung mit der Bestellererwartung nach Art des Werks fällt durch die geänderte Gewichtung die Bewertung desselben Naturwerksteinbelags aufgrund geänderter Gewichtungsfaktoren grundlegend anders aus. Unter Annahme des vertragsindividuellen und -subjektiven Bewertungsmaßstabs lässt sich durch das tabellarische Verfahren nach Aurnhammer/Kamphausen ein Minderwert in Höhe von **40 %** anstelle einem von **20 %** abschätzen. Die Summe aller Teilwerte bleibt aber auch bei geänderter Gewichtung 100 %.

Tabelle 2
Vertragsindividueller/Subjektiver Bewertungsmaßstab
Abschätzung eines Minderwerts im tabellarischen Verfahren nach Aurnhammer/Kamphausen

	Gewichtung	Beurteilungskriterium	Gewichtung g_i	Abweichungsfaktor a_i	Minderwert $m_i = g_i \times a_i$
Nutzen	~~60 %~~ 30 %	Verkehrssicherheit eingeschränkt wegen Überzähne	~~60 %~~ 30 %	~~0,1~~ 0,1	~~6 %~~ 3 %
Aussehen	~~40 %~~ 70 %	Fugenbild: Überzähne fallen etwas auf	~~5 %~~ 10 %	~~0,1~~ 0,2	~~0,5 %~~ 2 %
		Unterschiedliche Farben der Platten	~~15 %~~ 20 %	~~0,3~~ 0,5	~~4,5 %~~ 10 %
		Störwirkung wegen schachbrettartiger Verlegung, nicht gemischt verlegt	~~15 %~~ 35 %	~~0,6~~ 0,6	~~9 %~~ 21 %
		Geringfügige Kratzer der Oberfläche	5 %	0,1	0,5 %
	100 %	**Summe**	100 %		~~20,5 %~~ 36,5 %
				Minderwert (gerundet)	~~20 %~~ **40 %**

Quelle: Zöller/AIBau

3.1.3 Auflösung der Hinnehmbarkeitsgrenzen

Oswald hat in der in[4] dargestellten Matrix vorgeschlagen, die Wertgrenze unter Berücksichtigung des Grads der Beeinträchtigung und Bedeutung der Funktion zwischen der durch eine Minderung ausgleichbaren Abweichung und der Abweichung, die so stark ist, dass eine Nacherfüllung erforderlich wird, bei 15 % festzulegen. Allerdings ergibt sich diese Grenze aus der von Oswald vorgeschlagenen, feingegliederten Tabelle. Aus den Feldern der hier abgebildeten Matrix ergäbe sich eine Grenze von 25 %.

Die Entscheidung, ob die Abweichung gegen eine Minderung akzeptiert werden kann oder durch Nacherfüllung zu beseitigen ist, ist im Kern ein juristischer Vorgang, der von der vertraglichen Situation abhängt. Diese Komponenten setzen sich aus Kriterien zusammen, die in § 633 BGB formuliert sind (s. Kapitel 2). Grundsätzlich sind Mängel zu beseitigen. Sie können unter bestimmten Voraussetzungen verbleiben, wozu einen Minderungsbetrag in Höhe des Minderwerts die Unterschreitung des vertraglichen Solls ausgleichen kann. Vor diesem Hintergrund, vor allem unter Berücksichtigung subjektiver Werteigenschaften, lässt sich eine Grenze von 15 % oder 25 % nicht begründen. Solche Grenzen werden insbesondere nach einer Vorentscheidung unter Berücksichtigung werkvertraglicher Aspekte, zu der die Matrix nach Oswald Hilfestellung leistet, in tabellarischen Verfahren keine Berechtigung finden. Daher können auch größere Minderwerte und damit größere Anteile des Werklohns gemindert werden. Das gilt auch für Minderwerte, die sich aus Risikobetrachtungen ergeben (s. Kapitel 2.14.7).

Die Höhe einer Minderung wird für den Fall des berechtigten Einwands der Unverhältnismäßigkeit für Kosten, die den Wert der Sache nicht oder nicht wesentlich erhöhen und damit das Leistungsinteresse von Bestellern nicht nachgewiesen ist, grundsätzlich durch die Kosten für den Aufwand einer Nacherfüllung begrenzt. Wenn zu einem bestimmten, als Minderung entsprechend eines Minderwerts zur Rede stehenden Geldbetrag ein Mangel beseitigt werden kann, wird regelmäßig Letzteres getan anstelle zu mindern. (Fiktive) Mangelbeseitigungskosten bilden in diesen Fällen Grenzwerte von Minderungen, diese werden die fiktiven Mangelbeseitigungskosten nicht überschreiten können (s. Kapitel 2, insbes. 2.14.7).

Das gilt nicht in Fällen der Unzumutbarkeit oder rechtlichen bzw. technischen Unmöglichkeit (s. Kapitel 2.14.7). In Situationen, in denen nicht nacherfüllt werden soll, bewegen sich Minderwertüberlegungen grundsätzlich im Rahmen der Wertgrenzen zwischen 0 % (völlig wertlos) und 100 % (mangelfrei). Da aber in den meisten Fällen eine (noch nutzbare) Sache grundsätzlich einen Wert hat, sind Entwertungen auf 0 % nur möglich, wenn eine Sache tatsächlich vollständig für niemanden nutzbar sein sollte.

Unabhängig davon und nicht durch diese Minderwertüberlegungen abgedeckt sind andere, mögliche Abzüge vom Werklohn, etwa Kostenerstattungs- oder weitere Schadensersatzansprüche.

Der Einfluss subjektiver Werteigenschaften entspricht der (bei wertpositiver Betrachtung kumulativen) Teilwertbildung, die der Gesetzgeber in § 633 BGB vorgenommen hat (s. Kapitel 2). Die Berücksichtigung subjektiver Werteigenschaften in Minderungsverfahren sowohl bei der Vorentscheidung, wie mit einer Abweichung umgegangen werden kann, als auch bei der Abschätzung eines Minderwerts in tabellarischen Verfahren entspricht den wertbildenden Faktoren, die dem Gesetz (§ 633 BGB i. V. m. § 638 BGB) entnommen werden können. Diese sind dort lediglich qualifiziert, aber nicht quantifiziert. Deren Höhe soll durch Schätzung ermittelt werden. Durch den Vorschlag der Berücksichtigung von subjektiven Werteigenschaften wird dem Äquivalenzgebot Rechnung getragen, da die Summe der Einzelwerte nicht geändert wird.

Wie bereits ausgeführt, sollen mit diesen Vorschlägen Probleme bei Abweichungen von werkvertraglichen Sollbeschaffenheiten lösbar werden. Die sich daraus zu ermittelnden Minderungsbeträge wirken sich aber in aller Regel nicht auf den Immobilienwert aus.

3.2 Ausstrahlungsfaktoren

3.2.1 Fallbeispiel

Ein Gericht hatte die Frage nach dem Minderwert wegen einzelner Beeinträchtigungen an einem ländlichen Einfamilienwohnhaus gestellt. Neben einer Reihe von kleineren Beeinträchtigungen hatte sich der Wandputz neben der Hauseingangstür aufgrund von Wassereinwirkung regelrecht aufgelöst (Abbildung 21).

Die Besonderheit der Aufgabenstellung lag darin, dass sich diese Beeinträchtigung auf andere Bereiche auswirkte ohne dort unmittelbar sichtbar zu sein.

Wie kann eine in einem Teilbereich vorhandene und auf andere Bereiche ausstrahlende Beeinträchtigung angemessen berücksichtigt werden? Ist die Bezugsgröße, also die Basis der Überlegung, der Eingangsbereich in einer

Größe von ca. 3,5 m²? Oder strahlt die Einschränkung auf das gesamte Haus oder gar das ganze Anwesen aus? Wie könnte die Wirkung von einem auf die anderen Teile quantifiziert werden?

Abbildung 21
Durch Wasser geschädigter Innenputz neben der Hauseingangstür.

Quelle: Zöller/AIBau

Selbstverständlich käme eine fallunabhängige Bewertung zum Ergebnis, dass die Ursache, das undichte Dach über dem Eingang, und die Folgeschäden am Putz und Anstrich zu beseitigen sind und danach kein Minderwert vorliegt. In diesem Fall aber sollte die Ursache nicht beseitigt, sondern der sich aus dem Problem ergebende Minderwert ermittelt werden – offensichtlich hatte der Mieter sich an den bröselnden Putz in dem sonst eher abgewohnten Zustand des Hauses gewöhnt. In diesem Streit ging es um weitere Mangelbehauptungen, die an dieser Stelle nicht einzeln aufgezählt werden, aber in Tabelle 3 die im konkreten Fall zu bearbeitende Sachverhalte berücksichtigt und den Zusammenhang des Verfahrens verdeutlicht. Die anderen, in der Tabelle enthaltenen Aspekte sind zur Erläuterung des konkreten Einzelfalls beibehalten, werden aber hier nicht weiter kommentiert.

3.2.2 Tabellarisches Verfahren

Wie bereits beschrieben, hat sich die Arbeitsgemeinschaft Dr. H. E. Aurnhammer unter Leitung von P. A. Kamphausen intensiv mit den Fragen zur Ermittlung von Minderwerten auseinandergesetzt und Verfahren zu deren Berechnung entwickelt. Das Verhältnis zwischen dem (mangelfreien) Gesamtwert und dem nicht erreichten Wertanteil durch eine Einschränkung oder nicht vorhandene Teileigenschaft ist häufig die Grundlage zur Festlegung eines Minderungsbetrags. Diese Methoden sind gut nachvollziehbar, sie stehen mit der gesetzlichen Grundlage aus § 638 BGB im Einklang. Dabei werden die Wertbeeinträchtigungen der jeweils betroffenen Bereiche betrachtet.

Würde im Fallbeispiel die Teileinschränkung auf alle Werteigenschaften des Mietobjekts bezogen, wäre die Einschränkung in Bezug zur Summe aller übrigen Teileigenschaften sehr klein und nicht mehr nachvollziehbar. Bei ausschließlicher Betrachtung des Eingangs in einer Größe von 3,5 m² als Teil der gesamten Wohnfläche von ca. 100 m² ergäbe sich ein Minderwert m_i aus dem Faktor des bauteilbezogenen Anteils am gesamten Gegenstand T (hier der Flächenanteil von 3,5 m² von 100 m² = 3,5 %), der Summe aus der prozentualen technischen und optischen Beeinträchtigungen $A_{t,o}$ nach folgender Gleichung $m_i = T \times A_{t,o}$. Dabei bildet $A_{t,o}$ die Summe der einzelnen Minderwerte, die sich aus den Produkten der jeweiligen gewichteten Eigenschaft und den Abweichungszahlen zusammensetzen.

Der Wasserschaden am Eingang beeinträchtigte den Geltungswert (das Erscheinungsbild) des Eingangsbereichs und minderte diesen nach meiner Einschätzung unter Berücksichtigung des allgemein eher desolaten optischen Zustands des Anwesens um 20 %. Der technische Wert, die Benutzbarkeit des Eingangsbereichs, war mit 10 % nur gering eingeschränkt. $A_{t,o}$ mit 30 % ergibt unter Berücksichtigung des bauteilbezogenen Anteils T am gesamten Mietgegenstand in Höhe von 2 % einen Minderwertanteil in Höhe von 0,6 %. Bleiben für die Beispielberechnung die Nebengebäude und Freiflächen des angemieteten Anwesens außer Betracht, errechnete sich der Minderwert des Wohnhauses durch die Einschränkung des Eingangsbereichs nach tabellarischer Abschätzung (Tabelle 3) unter Berücksichtigung anderer Beeinträchtigungen auf **0,8 %**.

Tabelle 3
Rechenbeispiel für die Ermittlung des Minderwerts m_i für das Fallbeispiel.

Bauteil	bauteilbez. Anteil am ges. Mietgegenstand T	Grad der **techn.** Beeinträchtigung A_t	Grad der **optischen** Beeinträchtigung A_o	prozentualer Grad der Beeinträchtigung $A_{t,o}$ ($A_t + A_o$)	Minderwert m_i ($T \times A_{t,o}$)/100
Dachflächenfenster	1 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Eingang: Feuchtigkeitsschaden	2 %	10 %	20 %	30 %	**0,6 %**
Treppenstufen: Bruch an Trittstufe	2 %	0 %	10 %	10 %	**0,2 %**
Rückwand Carport: keine Mängel	2 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Garagentor	3 %	0 %	0 %	0 %	0 %
nicht betroffener Anteil des Mietgegenstands	90 %	0 %	0 %	0 %	0 %
Gesamt	100 %				**0,8 %**

Quelle: Zöller/AIBau

Mit der Gewichtung der Teileigenschaften nach der Zielbaummethode lassen sich gleiche Sachverhalte, wie etwa zwei feuchte Stellen in jeweils unterschiedlich großen Räumen, so berücksichtigen, dass die unterschiedlichen Bezugsgrößen angepasst werden können. Je größer der Raum, desto kleiner ist der Wertanteil. Allerdings stößt diese Vorgehensweise an ihre Grenzen, wenn sich ein störendes Element nicht auf eine Raumeinheit beschränkt, sondern sich auch auf andere auswirkt.

Der Minderwert von 0,6 % (in Summe von 0,8 %) wäre unangemessen und nicht akzeptabel klein. Der bröselnde Putz ist schließlich eine schlechte Visitenkarte an der Stelle, an der ein Besucher einen ersten Eindruck vom Haus bekommt. Sieht es da übel aus, entsteht schnell der Eindruck, das ganze Haus sei so. Der Schaden in einem Teil wirkt sich auf den Geltungswert anderer Teile aus. Dann aber müssten die anderen Bereiche, die unter dem Eingang leiden, in das Verfahren einbezogen werden. Dadurch entstünden aber nur wenig nachvollziehbare, sehr kleine Minderwertanteile.

3.2.3 Bezugsgröße erweitern auf gesamten, beeinträchtigten Bereich

Wenn sich wertmindernde Eigenschaften eines Teils erheblich auf andere auswirken, sind Betrachtungen der ganzen betroffenen Einheiten sinnvoll. Wenn z. B. die einzige Beeinträchtigung einer Geschosswohnung in der Nichtbenutzbarkeit der einzigen Dusche im Wohnungsbadezimmer besteht, ist die Benutzbarkeit der Wohnung insgesamt eingeschränkt. Sie kann sogar ganz entfallen, wenn z. B. die Toilette nicht benutzbar sein sollte – auch wenn die Wohnung dann noch einen Wert hat. Wenn aber der Geltungswert anderer Räume von einem Eingang beeinträchtigt wird, ist eine Minderwertberechnung nach Teileigenschaftsbetrachtung in den in Mitleidenschaft gezogenen Räumen nur wenig nachvollziehbar. So auch im zu bewertenden Fall, weil die Bereiche des Wohnhauses nur vergleichsweise wenig durch den schadhaften Eingang beeinflusst sind.

Für solche Fälle wird vorgeschlagen, nicht die beeinträchtigten Bereiche zu bewerten, sondern den wertmindernden Vorgang, also die Auswirkung des Eingangs auf andere Räume bei der Bewertung einfließen zu lassen. Das ist mit einem Ausstrahlungsfaktor α_s nach folgender Gleichung möglich:

$m_{i,\alpha} = T \times A_{t,o} \times \alpha_s$;

Ausstrahlungsfaktoren α_s:

1. Keine Auswirkung auf andere Bauteile oder Bereiche
2. Kaum beeinträchtigend
3. Geringfügig beeinträchtigend
4. Beeinträchtigend
5. Spürbar beeinträchtigend
6. Stark beeinträchtigend
7. Sehr stark beeinträchtigend
8. Mangel verhindert Nutzung der unmittelbar umgebenden Bauteile
9. Mangel verhindert Nutzung weiterer, umgebende Bauteile

Anmerkung: Die Faktoren 8 und 9 sind selten relevant, da Mängel dieser Stufen die Gebrauchstauglichkeit übermäßig beeinträchtigen und deswegen wie z. B. nicht funktionierende Toiletten zu behandeln sind. In diesen Fällen kann eine Ausweitung der Bezugsgröße auf die Wohneinheit zu nachvollziehbareren Ergebnissen führen.

Tabelle 4
Rechenbeispiel für die Ermittlung des Minderwerts m_i für das Fallbeispiel in der Variante unter Einbeziehung von Ausstrahlungsfaktoren (rote Schriftfarbe); Zum Vergleich ist die Variante ohne Ausstrahlung in blauer Schriftfarbe dargestellt (s. Tabelle 3).

Bauteil	bauteilbez. Anteil am ges. Mietgegenstand **T**	Grad der **techn.** Beeinträchtigung $\mathbf{A_t}$	Grad der **opt.** Beeinträchtigung $\mathbf{A_o}$	prozentualer Grad der Beeinträchtigung $\mathbf{A_{t,o}}$ ($A_t + A_o$)	Ausstrahlungsfaktor auf andere Bereiche a_s	Minderwert $\mathbf{m_i}$ ($T \times A_{t,o}$) /100
						$\mathbf{m_i}$
Dachflächenfenster	1 %	0 %	0 %	0 %	1	0 %
Eingang: Feuchtigkeitsschaden	2 %	10 %	20 %	30 %	~~1~~ 5	~~0,6 %~~ 3 %
Treppenstufen: Bruch an Trittstufe	2 %	0 %	10 %	10 %	1 1	**0,2 %**
Rückwand Carport: keine Mängel	2 %	0 %	0 %	0 %	1	0 %
Garagentor	3 %	0 %	0 %	0 %	1	0 %
nicht betroffener Anteil des Mietgegenstands	90 %	0 %	0 %	0 %	1	0 %
Gesamt	100 %					~~0,8 %~~ 3,2 %

Quelle: Zöller/AIBau

Unter Berücksichtigung des Gesamtzustands des Mietobjekts wirkte sich der „Bröselputz" hinter dem Eingang spürbar beeinträchtigend auf andere Bereiche aus und konnte mit einem Faktor 5 eingeschätzt werden. Dann errechnet sich ein Minderwert, der in o. a. Tabelle in roter Farbe beschrieben ist und einen Wert von 3,2 % erreicht. Dieser (noch immer geringe) Minderwert war angemessen und für die Betroffenen nachvollziehbar, er wurde im Fallbeispiel akzeptiert.

3.2.4 Fazit

Wie bei allen Minderwertüberlegungen kann ein Minderwert nur bis zur völligen Entwertung einer Sache führen, diese aber nicht weiter unterschreiten. Bei völliger Unbrauchbarkeit ist die Minderung um 100 % auf null begrenzt. Soll der wertmindernde Tatbestand, z. B. wegen Unzumutbarkeit oder technischer/rechtlicher Unmöglichkeit, nicht beseitigt werden, ist der tatsächlich noch vorhandene Wert zu berücksichtigen, solange eine Sache brauchbar ist. Minderwerte und damit verknüpfte Minderungsbeträge sind naturgemäß häufig sehr klein.

Bei sich nur gering auswirkenden Beeinträchtigungen lassen sich Minderwerte durch den **störenden Vorgang** mit Ausstrahlungsfaktoren nachvollziehbarer ermitteln als bei einer Abschätzung der Auswirkungen, also der Einschränkungen in anderen, sonst nicht betroffenen Bereichen.

Ausstrahlungen von Mängeln auf andere, nicht mangelbehaftete Bereiche schädigen diese – unabhängig vom Bewertungsverfahren.

Strahlen Mängel auf Bereiche aus, die Gegenstand desselben Vertragsverhältnisses sind, mindern sie den Gesamtwert des Vertragsgegenstands. Da die Berücksichtigung von Ausstrahlungsfaktoren lediglich die wesentlich kompliziertere und nur wenig nachvollziehbare Einbeziehung der geschädigten Bereiche ersetzt, wird nicht gegen das Äquivalenzgebot verstoßen. Schließlich würde die Einbeziehung der geschädigten Bereiche in das tabellarische Verfahren anstelle die der Ausstrahlungsfaktoren kein anderes Endergebnis erzielen.

Strahlen Mängel eines Teilbereichs auf andere Bereiche aus, z. B. die eines Fliesenbelags auf dessen Umgebung, die nicht Vertragsgegenstand des (Fliesenverlege-) Unternehmens ist, handelt es sich um einen schädigenden Vorgang, der Schadensersatzansprüche auslösen kann. Die Höhe des Schadens kann durch eine Differenzbetrachtung der Minderwertberechnung ohne und mit Ausstrahlungsfaktoren abgeschätzt werden.

4 Beispielfall einer Minderwertermittlung

4.1 Fehler an einer Verblendmauerwerksfassade

4.1.1 Mauersteinfugen

Die Fugen an einer Ziegelmauerwerkverblendschale eines größeren, gemischt genutzten Objekts sind mit ca. 2 – 3 cm sehr tief zurückliegend ausgeführt und nicht mit ausreichend festen Mörteln hergestellt worden.

Durch vermehrten Schlagregeneintrag ist mit einer beschleunigten Alterung des Fugenmörtels zu rechnen. Die zu geringe Verfugungstiefe beeinträchtigt somit die Dauerhaftigkeit der Standsicherheit. Durch die sehr großen oberen, horizontalen Flächen auf den jeweiligen Mauersteinen dringt übermäßig Niederschlag in das Mauerwerk ein, wodurch der Wassergehalt der Steine erhöht wird, die Frostsicherheit des Verblendmauerwerks herabgesetzt wird und an den Oberflächen die Gefahr von Ausblühungen überdurchschnittlich groß ist.

4.1.2 Fehlerhafte, mit Klinkerriemchen bekleidete Stahlbetonbalken in der Fassade

Durch die fehlerhafte Ausbildung der Stahlbetonbalken und die fehlerhafte Verfugung der daran angeklebten Klinkerriemchen haben sich einige bereits gelöst. Es besteht die Gefahr weiterer Ablösungen und Absturz auf die Verkehrsfläche vor dem Gebäude.

4.1.3 Fehlerhafter Regenschutz der Rollschichten

Die oberen Abschlüsse des Verblendmauerwerks, die Bleche über den Rollschichten, der Attikaabschluss nur aus Naturstein und die Fensterbänke aus Natursteinen verursachen in ausgeprägterem Maße Schäden an darunterliegenden Verblendmauerwerk, weswegen das Mauerwerk sowie die Rollschichten unter wertmindernden Aspekten gemeinsam zu betrachten sind. Durch den nicht hinreichenden Schutz der Abdeckungen an den oberen Enden gelangt sehr viel mehr Niederschlagswasser in das Verblendmauerwerk im Vergleich zu oberen Abdeckungen, die das darunter befindliche Verblendmauerwerk hinreichend gut schützen.

4.1.4 Beschädigte Mauersteine

Durch die durchgehenden Risse oder Abplatzungen sind zwar Mauersteine (nach Abschätzung insgesamt ca. 3.700 Stück) beschädigt. Aufgrund des üblicherweise großen Betrachtungsabstands fallen diese Beschädigungen nicht auf. deswegen ist das Erscheinungsbild nicht beeinträchtigt. Die Dauerhaftigkeit durch diese Schädigungen ist nicht erkennbar beeinträchtigt, weswegen für diese Einzelschädigungen keinen zusätzlichen, unter Berücksichtigung der weiteren, sich durch Ausstrahlung auch auf andere Flächen auswirkenden wertmindernden Kriterien angesetzt werden.

4.1.5 Fensterstürze

Von den industriell vorgefertigten Fensterstürzen haben sich angeklebte Verblendsteine gelöst. Von der Fassade herabfallende Steine oder Teile von Steinen können sich vor dem Gebäude aufhaltende Personen gefährden, weswegen bauordnungsrechtliche Aspekte der Sicherheit und Ordnung nicht nur gefährdet sind, sondern die Einhaltung des öffentlichen Baurechts insgesamt infrage zu stellen ist. Vor diesem Hintergrund handelt es sich um von den Fensterstürzen ausgehende Risiken, die vom Grunde nach nicht durch eine Minderwertüberlegung erfasst werden sollten. Da aber Nacherfüllung im Rahmen dieser Ausarbeitung nach Wertkriterien keine Option darstellen, müssen bei Minderwertüberlegungen diese Risiken in einer Wertbetrachtung einfließen. Weil von den Stürzen Risiken ausgehen, wirken sich diese nicht nur auf die Stürze selbst aus, sondern auf die Fassadenflächen insgesamt, in denen solche Öffnungen angeordnet sind.

4.1.6 Verschmutzungen Verblendmauersteine durch Fugenmörtel

Die Fassaden sind durch Ausblühungen, Verschmutzungen durch Fugenmörtel und andere Oberflächenverfärbungen verunreinigt.

4.2 Beseitigung der Fehler

Zur Beseitigung der Fehler bestehen zwei Optionen. Zum einen können an den betroffenen Bauteilen Maßnahmen ergriffen werden. Zum anderen kann die Fassade insgesamt abgebrochen und ersetzt werden.

4.3 Minderwert und Minderung anstelle Beseitigung

Neben dem Aufwand zur Beseitigung von Mängeln werden die daraus resultierenden Minderwerte unter der Annahme abgeschätzt, dass diese nicht beseitigt werden können bzw. sollen. Das bedeutet, dass die Grenzen der Minderwerte (nach Oswald) von 15 % bzw. 25 % keine Anwendung finden, da die Mängel nicht zu beseitigen sind oder nicht beseitigt werden dürfen, z. B. wegen technischer oder rechtlicher Unmöglichkeit, oder aber z. B. auch, weil im Beispielfall die Käuferin und jetzige Eigentümerin die Nacherfüllung nicht akzeptiert. Vielleicht entwickeln sich zukünftig weitere Gründe, die gegen eine Nacherfüllung sprechen und anstelle dessen mit ernstzunehmenden Minderungsbeträgen das Zurückbleiben der Leistung gegenüber dem Vertragssoll ausgeglichen werden können. Dazu zählen auch Ergebnisse aus Risikobetrachtungen bei Sachen, die eingeschränkt nutzbar sind, aber diese Nutzungsphase zur Vermeidung unnötiger Umweltbelastungen nach Vorgaben des Kreislaufwirtschaftsgesetzes genutzt werden sollen.

Die abzuschätzenden Minderwerte orientieren sich ausschließlich an den Wertkriterien der Fassade, sie bilden das Verhältnis zwischen der Wertdifferenz des jeweils nicht erreichten Werts und dem jeweils tatsächlich vorhandenen Wert in Beziehung zu den vertraglich zu erreichenden Werten.

Die folgenden Minderwertüberlegungen basieren auf Abschätzungen auf Grundlage objektiver Wertkriterien und bilden jeweils eine denkbare Variante, die auf mögliche subjektive Wertkriterien Rücksicht nimmt. Dabei wird angenommen, dass die objektiven Wertkriterien nach üblichen Beschaffenheiten von Verblendmauerwerk unterteilt werden können. Verblendmauerwerk weist hinsichtlich der Gestaltung gegenüber mit anderen Techniken hergestellten oder bekleideten Fassaden besondere Merkmale auf, etwa ein für viele Passanten angenehmeres und wertausstrahlendes Erscheinungsbild, die geringere Neigung zur Algenbildung an Oberflächen, die als unverwüstlich geltenden, dauerhaften Sichtmauerwerksflächen, aber auch hinsichtlich der technischen Eigenschaften bezüglich Standsicherheit, Schlagregenschutz, Dauerhaftigkeit und geringen Instandhaltungsbedarf.
Da es sich bei dem Beispielobjekt um eine Betreiberimmobilie handelt, kann die Dauerhaftigkeit, Robustheit, der geringe Instandhaltungsaufwand von üblichen zweischaligen Außenwandkonstruktionen mit Verblendmauerwerk eine subjektive Vertragsbeschaffenheit sein, die über die Zeitdauer der Nutzung geringere Instandhaltungsaufwendungen erwarten lässt als solche Konstruktionen mit z. B. Putzfassaden, an denen in kürzeren Abständen Instandhaltungsaufwendungen z. B. durch Neubeschichtungen erforderlich werden können, um ein ansehnliches Erscheinungsbild zu erhalten. Beim Vorschlag zur Bewertung unter Berücksichtigung subjektiver Werteigenschaften wurde daher ein größerer Wertanteil auf die Dauerhaftigkeit und Sicherheit gelegt als bei einem nach möglichen objektiven Wertkriterien.

Zur Beseitigung der Fehler bestehen zwei Ansätze. Zum einen wurde der Aufwand zur Bearbeitung von Teilbereichen abgeschätzt, zum anderen der für Abbruch und Neuherstellung aller Fassaden.

Zur Abschätzung des Neuwerts der Fassade kann von Neuwert-Herstellungskosten ausgegangen werden, die einschließlich Details mit einem Betrag in Höhe von ca. 160 €/m² abgeschätzt werden können.

Bei allen folgenden Minderungsbetrachtungen auf Grundlage von Minderwerten bleiben Nebenkosten für Baustelleneinrichtung, Gerüst, Planungskosten und Mehrwertsteuer unberücksichtigt, weil diese den Wert einer Sache nicht beeinflussen, solange sie als Nebenkosten für auszuführenden Maßnahmen nicht relevant sind.

Die Minderwertermittlungen beruhen auf den Techniken und Skalierungen, die in Kapitel 3 beschrieben sind. Die dort erläuternden Abkürzungen werden verwendet:

g_i Gewichtungsanteil

a_i Abweichungsfaktor (0,0 fehlerfrei, 0,1 fast fehlerfrei, 0,2 wenig beeinträchtigt, 0,3 beeinträchtigt, 0,4 noch befriedigend, 0,5 unbefriedigend, 0,6 fehlerhaft, 0,7 sehr fehlerhaft, 0,8 unzulänglich, 0,9 gerade noch nutzbar, 1,0 unbrauchbar),

α_s Ausstrahlungsfaktor (1 keine Auswirkung auf andere Bauteile oder Bereiche, 2 kaum beeinträchtigend, 3 geringfügig beeinträchtigend, 4 beeinträchtigend, 5 spürbar beeinträchtigend, 6 stark beeinträchtigend, 7 sehr stark beeinträchtigend, 8 Mangel verhindert Nutzung der unmittelbar umgebenden Bauteile, 9 Mangel verhindert Nutzung weiterer, umgebende Bauteile)

m_i Minderung.

4.4 Minderwert- und Minderungsabschätzungen

4.4.1 Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 2 - 4 cm

Wertminderndes Mangelphänomen:

Schlagregeneintrag, beschleunigte Alterung des Fugenmörtels, beeinträchtigte Dauerhaftigkeit der Standsicherheit.

Frostsicherheit des Verblendmauerwerks herabgesetzt und Gefahr von Ausblühungen an den Oberflächen überdurchschnittlich groß.

Tabelle 5
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei einer Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 2 - 4 cm

Fläche: 630 m²		Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv		
Wertkriterien Ziegelsichtfassade Technische Eigenschaften	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Standsicherheit gefährdet durch unvollständige Fugenfüllungen und nicht standfesten Wandschalenquerschnitten bei zu erwartenden Lasteinwirkungen	20 %	0,5	1,0	10 %	20 %	0,8	1,0	16 %
Regensicherheit der Verblendschale eingeschränkt durch Wasserführung am oberen Rand und sehr tiefen Fugen, die Wasser in die Wandschale einleiten	10 %	0,5	1,0	5 %	10 %	0,7	1,0	7 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften stark eingeschränkt wegen zu erwartenden weiteren Auslösungen des Fugenmörtels und Auswaschungen durch Wasserführung	20 %	0,6	1,0	12 %	20 %	0,9	1,0	18 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**50 %**			**25 %**	**50 %**			**40 %**

Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	5 %	0,1	1,0	1 %	5 %	0,2	1,0	1 %
Struktur	5 %	0,2	1,0	1 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Gleichmäßigkeit aus üblichem Betrachtungsabstand: aus näherer Entfernung erscheint die Fassade ungleichmäßig durch unterschiedliche Fugen und Farbgebungen der Steine, bedingt durch Verfärbungen	5 %	0,2	1,0	1 %	5 %	0,4	1,0	2 %
In Teilflächen sind Ausblühungen vorhanden	10 %	0,4	1,0	4 %	10 %	0,6	1,5	9 %
Dauerhaftigkeit des Erscheinungsbilds unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schädigungen des Aussehens; wegen der technischen Einschränkungen ist mit deutlich zunehmenden, nicht gewollten, negativen Veränderungen des Aussehens in o.a. Aspekten zu rechnen; wenn Steine an Rändern oder aus dem Mauerverband in Teilen oder an Teilflächen herausfallen, wird das Erscheinungsbild und die "Wertigkeit" der Fassade erheblich leiden. Dann strahlen diese negativen Erscheinungen wahrnehmbar auf umliegende Bereiche aus, die weniger oder nicht betroffen sind.	25 %	0,7	2,0	35 %	25 %	0,8	2,5	50 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**50 %**			**40 %**	**50 %**			**60 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**65 %**	**100 %**			**100 %**
Fläche				630 m²				630 m²
Herstellungskosten, EP				160 €/m²				160 €/m²
Herstellungskosten				100.800 €				100.800 €
Minderung: mi * Herstellungskosten				65.520 €				100.800 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften betroffene, umgebene Bereiche mit einem Minderwert von ca. 65 % und einem Minderungsbetrag in Höhe von 65.520 € abgeschätzt werden.
Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen möglichen subjektiven Wertkriterien beträgt der Minderwert 100 % und somit eine Höhe von 100.800 €.

4.4.2 Ausgebrochener, ungenügend fester Fugenmörtel

Wertminderndes Mangelphänomen:
Ausgebrochener, unzureichend fester Fugenmörtel, Beeinträchtigte Standsicherheit des Verblendmauerwerks.

Tabelle 6
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei ausgebrochenem, ungenügend festem Fugenmörtel

Fläche: 420 m²		Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv		
Wertkriterien Ziegelsichtfassade	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Technische Eigenschaften								
Standsicherheit gefährdet durch fehlerhafte Fugenfüllungen bei zu erwartenden Lasteinwirkungen.	20 %	0,5	1,0	10 %	20 %	0,7	1,0	14 %
Regensicherheit der Verblendschale eingeschränkt durch Wasserführung am oberen Rand durch unzureichende Fugenfüllungen, die Wasser in die Wandschale einleiten.	10 %	0,2	1,0	2 %	10 %	0,3	1,0	3 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften stark eingeschränkt wegen zu erwartenden weiteren Auslösungen des Fugenmörtels und Auswaschungen durch Wasserführung	20 %	0,6	1,0	12 %	20 %	0,9	1,0	18 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**50 %**			**25 %**	**50 %**			**35 %**
Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	5 %	0,0	1,0	0 %	10 %	0,0	1,0	0 %
Struktur	10 %	0,1	1,0	1 %	5 %	0,2	1,0	1 %
Gleichmäßigkeit aus üblichem Betrachtungsabstand	10 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,0	1,0	0 %
Dauerhaftigkeit des Erscheinungsbilds unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schädigungen des Aussehens; wegen der technischen Einschränkungen ist mit deutlich zunehmenden, nicht gewollten, negativen Veränderungen des Aussehens in o.a. Aspekten zu rechnen; wenn Steine an Rändern oder aus dem Mauerverband in Teilen oder an Teilflächen herausfallen, wird das Erscheinungsbild und die "Wertigkeit" der Fassade erheblich leiden. Dann strahlen diese negativen Erscheinungen wahrnehmbar auf umliegende Bereiche aus, die weniger oder nicht betroffen sind	25 %	0,7	2,0	35 %	30 %	0,8	2,5	60 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**50 %**			**35 %**	**50 %**			**60 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**60 %**	**100 %**			**95 %**

Fläche	420 m²	420 m²
Herstellungskosten, EP	160 €/m²	160 €/m²
Herstellungskosten	67.200 €	67.200 €
Minderung: mi * Herstellungskosten	40.320 €	63.840 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften der betroffenen, umgebenen Bereiche einen Minderwert von ca. 60 % und einen Minderungsbetrag für diese Fassadenposition in Höhe von 40.320 € abgeschätzt werden.
Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen möglichen subjektiven Wertkriterien kann der Minderwert 95 % des gesamten Teilwerts und eine Minderung von 63.840 € erreichen.

4.4.3 Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 1 cm

Wertminderndes Mangelphänomen:
Die Fugentiefe von 1 cm erzeugt vergleichbare, aber geringere Risiken als die in Abschnitt 4.1 beschriebenen, sehr tiefen Verfugungen. Durch die vertieften Verfugungen ist mit einem vermehrten Schlagregeneintrag und mit einer beschleunigten Alterung des Fugenmörtels zu rechnen. Die zu geringe Verfugungstiefe beeinträchtigt die Dauerhaftigkeit der Standsicherheit. Durch die oberen, horizontalen Flächen auf den jeweiligen Mauersteinen dringt gegenüber einer mit den Mauersteinen oberflächenbündigen Verfügung mehr Niederschlag in das Mauerwerk ein, wodurch der Wassergehalt der Steine erhöht wird, die Frostsicherheit des Verblendmauerwerks herabgesetzt wird und an den Oberflächen die Gefahr von Ausblühungen erhöht ist.

Tabelle 7
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei einer Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 1 cm

Fläche: 4.100 m²	Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv			
Wertkriterien Ziegelsichtfassade Technische Eigenschaften	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Standsicherheit gefährdet durch unvollständige Fugenfüllungen und nicht standfesten Wandschalenquerschnitten bei zu erwartenden Lasteinwirkungen.	20 %	0,2	1,0	4 %	20 %	0,4	1,0	8 %
Regensicherheit der Verblendschale eingeschränkt durch Wasserführung am oberen Rand und sehr tiefen Fugen, die Wasser in die Wandschale einleiten.	10 %	0,1	1,0	1 %	10 %	0,4	1,0	4 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften stark eingeschränkt wegen zu erwartenden weiteren Auslösungen des Fugenmörtels und Auswaschungen durch Wasserführung.	20 %	0,1	1,0	2 %	20 %	0,2	1,0	4 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**50 %**			**5 %**	**50 %**			**15 %**

Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	5 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,0	1,0	0 %
Struktur	5 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,0	1,0	0 %
Gleichmäßigkeit aus üblichem Betrachtungsabstand: aus näherer Entfernung erscheint die Fassade ungleichmäßig durch unterschiedliche Fugen und Farbgebungen der Steine, bedingt durch Verfärbungen	5 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,0	1,0	0 %
In Teilflächen sind Ausblühungen vorhanden	10 %	0,2	1,0	2 %	10 %	0,3	1,5	5 %
Dauerhaftigkeit des Erscheinungsbilds unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schädigungen des Aussehens; wegen der technischen Einschränkungen ist mit deutlich zunehmenden, nicht gewollten, negativen Veränderungen des Aussehens in o.a. Aspekten zu rechnen; wenn Steine an Rändern oder aus dem Mauerverband in Teilen oder an Teilflächen herausfallen, wird die "Wertigkeit" der Fassade leiden. Dann strahlen diese negativen Erscheinungen auf umliegende Bereiche aus, die weniger oder nicht betroffen sind.	25 %	0,3	2,0	15 %	25 %	0,5	2,5	31 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**50 %**			**15 %**	**50 %**			**35 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**20 %**	**100 %**			**50 %**
Fläche				4.100 m²				4.100 m²
Herstellungskosten, EP				160 €/m²				160 €/m²
Herstellungskosten				656.000 €				656.000 €
Minderung: mi * Herstellungskosten				131.200 €				328.000 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften betroffene, umgebene Bereiche einen Minderwert von ca. 25 % und einen Minderungsbetrag für diese Fassadenposition in Höhe von 131.200 € abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen möglichen subjektiven Wertkriterien kann der Minderwert von ca. 50 % und eine Minderung von 328.000 € erreichen.

4.4.4 Abgelöste Klinkerriemchen

Wertminderndes Mangelphänomen:
Durch die fehlerhafte Ausbildung der Stahlbetonbalken und die fehlerhafte Verfugung der daran angeklebten Klinkerriemchen besteht die Gefahr weiterer Ablösungen von solchen, die bereits festgestellt wurden.

Tabelle 8
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei abgelösten Klinkerriemchen

Fläche: 3.100 m²		Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv		
Wertkriterien Ziegelsichtfassade	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Technische Eigenschaften								
Standsicherheit gefährdet durch fehlerhafte Anarbeitung mit bereits erfolgten und noch zu erwartenden Ablösungen	20 %	0,2	1,0	4 %	20 %	0,4	1,0	8 %
Regensicherheit der Verblendschale	10 %	0,0	1,0	0 %	10 %	0,0	1,0	0 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften eingeschränkt wegen zu erwartenden weiteren Ablösungen	20 %	0,2	1,0	4 %	20 %	0,3	1,0	6 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**50 %**			**10 %**	**50 %**			**15 %**
Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	5 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,0	1,0	0 %
Struktur	5 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,0	1,0	0 %
Gleichmäßigkeit aus üblichem Betrachtungsabstand: fehlende Steine beeinträchtigen das Aussehen	5 %	0,2	1,0	1 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Ausblühungen	10 %	0,0	1,0	0 %	10 %	0,0	1,5	0 %
Dauerhaftigkeit des Erscheinungsbilds unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schädigungen des Aussehens	25 %	0,3	1,0	8 %	25%	0,5	1,5	19 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**50 %**			**10 %**	**50 %**			**20 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**20 %**	**100 %**			**35 %**
Fläche				3.100 m²				3.100 m²
Herstellungskosten, EP				160 €/m²				160 €/m²
Herstellungskosten				496.000 €				496.000 €
Minderung: mi * Herstellungskosten				99.200 €				173.600 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann ein Minderwert von ca. 20 % und einen Minderungsbetrag für diese Fassadenposition in Höhe von 99.200 € abgeschätzt werden.
Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen möglichen subjektiven Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften betroffene, umgebene Bereiche der Minderwert von ca. 35 % und eine Minderung von 173.600 € erreichen

4.4.5 Herausgelöste Mauersteine, Attikaabschluss Bleche über Rollschichten, Attikaabschluss Naturstein und Fensterbänke

Wertminderndes Mangelphänomen:
Die oberen Abschlüsse des Verblendmauerwerks, die Bleche über den Rollschichten, der Attikaabschluss nur aus Naturstein und die Fensterbänke aus Natursteinen verursachen in ausgeprägterem Maße Schäden an darunterliegenden Verblendmauerwerk, weswegen die Position 5.a) sowie die Positionen unter 9. unter wertmindernden Aspekten gemeinsam zu betrachten sind.
Durch den nicht hinreichenden Schutz der Abdeckungen an den oberen Enden gelangt sehr viel mehr Niederschlagswasser in das Verblendmauerwerk im Vergleich zu oberen Abdeckungen, die das darunter befindliche Verblendmauerwerk hinreichend gut schützen.
Eine Minderwertbetrachtung sollte sich nicht auf einzelne Werkstücke, sondern auf die Flächeneinheit beziehen, weswegen im Folgenden die Stückeinheiten in Flächeneinheiten übersetzt werden.

Fläche: 3.700 Steine, Steingröße ohne Fugen (Abmessungen 22,8 cm x 10,8 cm x 5,4 cm)	
Steinformat ohne Fugenanteile: 0,228 m x 0,054 m	0,012 m²
Steinformat mit Fugenanteile bei 1 cm Fugenbreite: 0,238 m x (0,054 m + 0,01 m)	0,015 m²
Anzahl der Steine mit Fugen je m²	66,67 Stück
Fläche in m² bei 3.700 Steinen	**55,50 m²**
Werksteine der oberen Abdeckungen: Höhe = 22 cm	
Abdeckungen: 1.330 lfm x 0,22 m	**292,60 m²**
Fensterbankabdeckungen: 1.150 lfm x 0,22 m	**253,00 m²**
Gesamtfläche (3.700 Steine + obere Abdeckungen)	**601,10 m²**

Tabelle 9
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Abdeckungen und Ziegelsichtfassade darunter

Fläche: 601 m²		Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv		
Wertkriterien Abdeckungen und Ziegelsichtfassade darunter Technische Eigenschaften	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Regensicherheit der Verblendschale eingeschränkt durch Wasserführung am oberen Rand und Abdeckungen, die Wasser in die Wandschale einleiten	20 %	0,5	2,0	20 %	25 %	0,7	3,0	53 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften stark eingeschränkt wegen zu erwartenden weiteren Schäden an den Mauersteinen, die sich ausbreiten	20 %	0,6	2,0	24 %	25 %	0,9	3,0	68 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**40 %**			**45 %**	**50 %**			**120 %**

Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	10 %	0,2	1,0	2 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Struktur	10 %	0,0	1,0	0 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Gleichmäßigkeit aus üblichem Betrachtungsabstand: aus näherer Entfernung erscheint die Fassade ungleichmäßig durch unterschiedliche Fugen und Farbgebungen der Steine, bedingt durch Verfärbungen	5 %	0,2	1,0	1 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Ausblühungen in Teilflächen	10 %	0,4	1,0	4 %	10 %	0,6	1,5	9 %
Dauerhaftigkeit des Erscheinungsbilds unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schädigungen des Aussehens; wegen der technischen Einschränkungen ist mit deutlich zunehmenden, nicht gewollten, negativen Veränderungen des Aussehens in o.a. Aspekten zu rechnen; wenn Steine unter den Abdeckungen sich aus dem Mauerverband in Teilen oder an Teilflächen lösen, wird das Erscheinungsbild und die "Wertigkeit" der Fassade erheblich leiden. Dann strahlen diese negativen Erscheinungen wahrnehmbar auf umliegende Bereiche aus, die weniger oder nicht betroffen sind.	25 %	0,7	2,0	35 %	25 %	0,8	2,5	50 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**60 %**			**40 %**	**50 %**			**65 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**85 %**	**100 %**			**185 %**
Fläche				601 m²				601 m²
Herstellungskosten, EP				160 €/m²				160 €/m²
Herstellungskosten				96.160 €				96.160 €
Minderung: mi * Herstellungskosten				81.736 €				177.896 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften betroffene, umgebene Bereiche einen Minderwert von ca. 85 % und einen Minderungsbetrag für diese Position in Höhe von ca. 81.700 € abgeschätzt werden.
Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen möglichen subjektiven Wertkriterien kann der Minderwert von ca. 185 % und eine Minderung von ca. 177.900 € erreichen.

4.4.6 Beschädigte Mauersteine

Wertminderndes Mangelphänomen:

Durch die durchgehenden Risse oder Abplatzungen sind zwar Mauersteine beschädigt. Aufgrund des üblicherweise großen Betrachtungsabstands fallen diese Beschädigungen zurzeit nicht auf, weswegen das Erschei-

nungsbild nicht beeinträchtigt ist. Die Dauerhaftigkeit durch diese Schädigungen ist offensichtlich nicht beeinträchtigt, weswegen für diese Einzelschädigungen keinen zusätzlichen, unter Berücksichtigung der weiteren, sich durch Ausstrahlung auch auf andere Flächen Kriterien auswirkenden wertmindernden Aspekte angesetzt werden.

4.4.7 Fensterstürze

Wertminderndes Mangelphänomen:

Von den industriell vorgefertigten Fensterstürzen haben sich angeklebte Verblendsteine gelöst. Von der Fassade herabfallende Steine oder Teile von Steinen können sich vor dem Gebäude aufhaltende Personen gefährden, weswegen bauordnungsrechtliche Aspekte der Sicherheit und Ordnung nicht nur gefährdet sind, sondern die Einhaltung des öffentlichen Baurechts insgesamt infrage zu stellen ist. Vor diesem Hintergrund handelt es sich um von den Fensterstürzen ausgehenden Risiken, die vom Grunde nach nicht durch eine Minderwertüberlegung erfasst werden sollen. Da aber Nacherfüllung im Rahmen dieser Ausarbeitung nach Wertkriterien keine Option darstellen, müssen bei Minderwertüberlegungen diese Risiken in einer Wertbetrachtung einfließen. Weil von den Stürzen Risiken ausgehen, wirken sich diese nicht nur auf die Stürze selbst aus, sondern auf die Fassadenflächen insgesamt, in denen solche Öffnungen angeordnet sind.

Die Instandsetzung durch nachträgliches Hinterfüllen mit Kunstharzen, für das keine Bauartgenehmigung vorliegt und das damit nicht bauordnungsrechtlich abgesichert ist, mag technisch funktionieren, dennoch verbleiben wertmindernde Einflüsse aus einem nicht bauordnungsrechtlich konformen Zustand. Falls das angewendete System keine bauordnungsrechtliche Legitimation erfährt, besteht weiterhin die Notwendigkeit, die Stürze zu ändern. Da das unmöglich ist, wirkt sich die Unmöglichkeit der notwendigen Änderung wertnegativ aus.

Da die umgebenden Bereiche (das sind nicht nur die Wandflächen, sondern auch die umliegenden Außenflächen) nur mittelbar betroffen sind, wird bei der folgenden Wertbetrachtung nicht die Auswirkung der Risiken von den Stürzen auf die umgebenden Flächen durch Betrachtung deren Einschränkung angesetzt, sondern den schädigenden Vorgang durch Ausstrahlungsfaktoren. In Abschnitt 3.2 ist erläutert, dass die Berücksichtigung von Ausstrahlungsfaktoren eine alternative Wertbetrachtung ist, den schädigenden Vorgang anstelle der beeinträchtigten Flächen insgesamt zu berücksichtigen. In Summe verstößt ein Ausstrahlungsfaktor nicht gegen das Gebot der notwendigen Wertäquivalenz, sondern ist ein nachvollziehbares Alternativverfahren.

Fläche: 516 Fensterstürze. Aufgrund der besonderen Risiken, die von diesen Stürzen ausgehen, und dem Umstand, dass die Stürze um Faktoren höheren Kosten erzeugen als die umgebende Wandfläche, wird für diese Position nicht der Wandflächenwert angesetzt, sondern den Kostenwert der einzelnen Stürze. Diese sind mit 450 € je Stück Fenstersturz abzuschätzen.

Tabelle 10
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade an Fensterstürzen

Anzahl: 516 Stück		Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv		
Wertkriterien Ziegelsichtfassade an Fensterstürzen	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Technische Eigenschaften								
Standsicherheit gefährdet durch fehlerhafte Verklebung der Steine, Risiko erhöht durch Unsicherheiten des Untergrunds	20 %	0,5	1,5	15 %	20 %	0,6	2,0	24 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften stark eingeschränkt wegen zu erwartenden weiteren Schädigungen	30 %	0,5	2,0	30 %	30 %	0,7	3,0	63 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**50 %**			**45 %**	**50 %**			**85 %**
Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	15 %	0,0	1,0	0 %	10 %	0,0	1,0	0 %
Struktur	15 %	0,1	1,0	2 %	10 %	0,2	1,0	2 %
Dauerhaftigkeit des Erscheinungsbilds unter Berücksichtigung der zu erwartenden Schädigungen des Aussehens; wegen der technischen Einschränkungen ist mit zunehmenden, nicht gewollten, negativen Veränderungen des Aussehens zu rechnen; wenn Steine an Rändern oder aus dem Mauerverband in Teilen oder an Teilflächen herausfallen, wird das Erscheinungs-bild und die "Wertigkeit" der Fassade erheblich leiden. Dann strahlen diese negativen Erscheinungen deutlich wahrnehmbar auf umliegende Bereiche aus, die weniger oder nicht betroffen sind.	20 %	0,7	1,5	21 %	30 %	0,8	2,0	48 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**50 %**			**25 %**	**50 %**			**50 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**70 %**	**100 %**			**135 %**
Anzahl				516 St.				516 St.
Herstellungskosten, EP				450 €/St.				450 €/St.
Herstellungskosten				232.200 €				232.200 €
Minderung: mi * Herstellungskosten				162.540 €				313.470 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften betroffene, umgebene Bereiche einen Minderwert von ca. 70 % und einen Minderungsbetrag für diese Position in

Höhe von 162.540 € abgeschätzt werden.
Unter Berücksichtigung der zuvor beschriebenen möglichen subjektiven Wertkriterien kann der Minderwert von ca. 135 % und eine Minderung von 313.470 € erreichen.

4.4.8 Verschmutzungen Verblendmauersteine durch Fugenmörtel

Wertminderndes Mangelphänomen:
Die Fassaden sind durch Ausblühungen, Verschmutzungen durch Fugenmörtel und andere Oberflächenverfärbungen verunreinigt.
Nach Schätzung handelt es sich dabei um eine Fläche von 7.500 m². Für diese Verunreinigungen entstehen trotz deren Verbleib keine über die durch die anderen Aspekte hinausgehenden Minderwertkriterien. Die Verunreinigungen an den Fassadenflächen sind entweder bereits unmittelbar oder durch Ausstrahlungsfaktoren mittelbar berücksichtigt. Weitere wertmindernde Kriterien liegen nicht vor.

4.4.9 Strukturierte Mauerwerksoberfläche

Wertminderndes Mangelphänomen:

Durch vermehrten Schlagregeneintrag ist mit einer beschleunigten Alterung des Fugenmörtels zu rechnen. Die zu geringe Verfugungstiefe beeinträchtigt somit die Dauerhaftigkeit der Standsicherheit.

Durch die sehr großen oberen, horizontalen Flächen auf den jeweiligen Mauersteinen dringt übermäßig Niederschlag in das Mauerwerk ein, wodurch der Wassergehalt der Steine erhöht wird, die Frostsicherheit des Verblendmauerwerks herabgesetzt wird und an den Oberflächen die Gefahr von Ausblühungen überdurchschnittlich groß ist.

Durch die Anordnung der Steine ist die Standsicherheit des Verblendmauerwerks nicht gegeben, sodass die Änderung des Mauerwerks sofort notwendig wäre. Da dies nicht möglich ist, wirken sich die technischen Schwächen dominierend wertmindernd aus. Darüber hinaus geht durch das Risiko des Einsturzes dieser unter dem Dachrand liegenden Flächen Gefahren für die umliegenden Flächen aus, sodass dieses Risiko sich durch Ausstrahlung auf die umgebenden Flächen zusätzlich wertmindernd auswirkt.

Tabelle 11
Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei strukturierter Mauerwerksoberfläche

Fläche: 65 m²		Objektiv				Vertragsbezogen/Subjektiv		
Wertkriterien Ziegelsichtfassade	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$	g_i	a_i	α_s	$m_i = g_i \times a_i$
Technische Eigenschaften								
Standsicherheit gefährdet durch nicht standfesten Wandschalenquerschnitt bei zu erwartenden Lasteinwirkungen	40 %	1,0	1,0	40 %	45 %	1,0	1,0	45 %
Dauerhaftigkeit der technischen Eigenschaften stark eingeschränkt	30 %	1,0	1,0	30 %	35 %	1,0	1,0	35 %
Summe technische Eigenschaften (gerundet)	**70 %**			**70 %**	**80 %**			**80 %**
Optische Eigenschaften								
Farbgebung Steinoberflächen in der Fläche	5 %	0,1	1,0	1 %	5 %	0,2	1,0	1 %
Struktur	5 %	0,2	1,0	1 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Gleichmäßigkeit aus üblichem Betrachtungsabstand: aus näherer Entfernung erscheint die Fassade ungleichmäßig durch unterschiedliche Fugen und Farbgebungen der Steine, bedingt durch Verfärbungen	10 %	0,2	1,0	2 %	5 %	0,4	1,0	2 %
Frei von Ausblühungen: In Teilflächen sind Ausblühungen vorhanden	10 %	0,4	1,0	4 %	5 %	0,6	1,5	5 %
Summe optische Eigenschaften bzw. Teilsummen m_i (gerundet)	**30 %**			**10 %**	**20 %**			**10 %**
Summen (gerundet)	**100 %**			**80 %**	**100 %**			**90 %**
Fläche				65 m²				65 m²
Herstellungskosten, EP				160 €/m²				160 €/m²
Herstellungskosten				10.400 €				10.400 €
Minderung: mi * Herstellungskosten				8.320 €				9.360 €

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektivierten Wertkriterien kann einen Minderwert von ca. 80 % und einen Minderungsbetrag für diese Position in Höhe von 8.320 € abgeschätzt werden. Unter Berücksichtigung der möglichen subjektiven Wertkriterien kann unter Berücksichtigung durch wertmindernde Eigenschaften betroffene, umgebene Bereiche der Minderwert von ca. 90 % und eine Minderung von 9.360 € erreichen.

4.4.10 Zusammenstellung

Die in vorherigen Abschnitten abgeschätzten Minderungen betragen wie folgt:

Tabelle 12
Tabellarische Zusammenstellung der vorab abgeschätzten Minderungen

	Objektiv	Vertragsbezogen/Subjektiv
Wertkriterien		
Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 2 - 4 cm	65.520 €	100.800 €
Ausgebrochener, ungenügend fester Fugenmörtel	40.320 €	63.840 €
Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 1 cm	131.200 €	328.000 €
Abgelöste Klinkerriemchen	99.200 €	173.600 €
Herausgelöste Mauersteine, Attikaabschluss Bleche über Rollschichten, Attikaabschluss Naturstein und Fensterbänke	81.736 €	177.896 €
Fensterstürze	162.540 €	313.470 €
Strukturierte Mauerwerksoberfläche	8.320 €	9.360 €
Summe	**588.836 €**	**1.166.966 €**

Quelle: Zöller/AIBau

Nach objektiven Wertkriterien kann für die Ziegelsichtfassaden des Objekts eine Minderung in Höhe von 588.836 € angemessen sein. Unter Berücksichtigung vertraglich subjektiver Wertkriterien kann die Minderung 1.166.966 € betragen.

Dieser Beispielfall beruht auf einer Begutachtung in einem konkreten Fall, in dem wegen rechtlicher Unmöglichkeit keine Maßnahmen an der Fassade durchgeführt werden konnten, an der nicht nur geringfügige Probleme bestanden.

Er zeigt die Möglichkeit auf, Minderwerte und darauf aufbauend Minderungsbeträge zu entwickeln, die zu akzeptablen Größen führen, anstelle, wie das bisher, auf Kosten für Maßnahmen und ggf. für Neuherstellung zu drängen, weil dabei mehr „heraussprингt". Bei einer Einbeziehung der Überlegungen der vorangegangenen Kapitel muss dies nicht sein. Ebenso wenig führen Risikobetrachtungen zu einer unangemessenen Benachteiligung eine der Parteien, sondern zu einem angemessenen Interessensausgleich: Der eine bekommt eine brauchbare Leistung, der andere muss sich das Zurückbleiben durch einem angemessen Minderungsbetrag anrechnen lassen.

Dadurch besteht die Möglichkeit, die Grundsätze des Kreislaufwirtschaftsgesetzes und der gesetzlichen Vorgaben der europäischen Kreislaufwirtschaft hinreichend zu berücksichtigen ohne dass Besteller eine unangemessene Benachteiligung hinnehmen müssen.

5 Fallkonstellationen

Der vorliegende Bericht befasst sich mit vertragsgemäßen und damit hinzunehmenden Unregelmäßigkeiten sowie Abweichungen von werkvertraglichen Beschaffenheiten an ausgeführten Objekten, die Mangeldiskussionen auslösen können.

Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten liegen innerhalb der Bandbreite, die sich aus den Maßstäben des jeweils zugrunde liegenden Vertrags ergeben. Diese sind entweder durch dort beschriebenen Schwankungsbreiten festgelegt oder nach dem Vertrag auszulegen. Solche Leistungen sind mangelfrei und lösen keine Mangelrechte nach § 634 BGB ff. aus (s. vorherige Kapitel).

Im Folgenden werden Abweichungen von theoretischen Idealen beschrieben, die nach der Vorlage der früheren Forschungsberichte und Buchveröffentlichungen zu diesem Thema in Kreisen jeweiliger Gewerke als übliche Beschaffenheiten beschrieben wurden.

Man mag denken, dass das Erscheinungsbild von Bauteilen nur nachrangige Bedeutung hat, also z. B. Farbabweichungen, Verschmutzungen, Beschädigungen, Unebenheiten, ggf. auch Rissbildungen und andere, die optischen Eigenschaften betreffenden Unregelmäßigkeiten nicht zum Anspruch auf Beseitigung oder Substitution führen sollen, weil es *ja nur nicht so gut aussieht*. Beeinträchtigungen der technischen Funktionen dagegen werden als zu beseitigende Fehler aufgefasst, weil sich der Wert des Werks dann schnell verschlechtern kann oder droht, dass etwas gar nicht mehr funktioniert. Kapitel 2.12 ff. enthalten Grundsätze zum Mangelbegriff und Hinweise, wie mit Abweichungen umgegangen werden kann. Dazu gehören auch Risikoabwägungen, wenn z. B. ein Werk zwar mittelfristig uneingeschränkt verwendungsgeeignet, aber die zu erwartende Nutzungsdauer verkürzt ist. Auch dann kann die gegebene Beschaffenheit bei Ausgleich des Wertverlusts durch eine verkürzte Nutzungsdauer hingenommen werden, wobei es sich dabei nicht um eine Minderung analog zum Minderwert nach § 638 BGB, sondern um Schadensersatz in Höhe der Aufwendung vorzuziehender Instandhaltung unter Abzug der bis dahin uneingeschränkten Nutzbarkeit handelt.

Das Gesetz differenziert aber nicht nach Aussehen, also gestalterischen Werten, und nach technischen Funktionen. Abweichungen sind grundsätzlich fallbezogen zu betrachten und lassen sich nicht schematisch lösen. Dennoch helfen Beschreibungen zu Abweichungen im üblichen Rahmen, um die im Gesetz vorgesehene *übliche Beschaffenheit bei gleicher Art von Werken* erfassen zu können, die ausschlaggebend sein kann, wenn sich sonst nichts einem Vertrag entnehmen oder sich daraus auslegen lässt. Diese werden in nachfolgenden Kapiteln behandelt.

Abb 22 Optischer Fehler - ungleichmäßige Verblendschale

5.1 Grundsätze zur Beurteilung von optischen Eigenschaften

Abbildung 22
Die Störwirkung optischer Mängel – hier von Ungleichmäßigkeiten an der Verblendschale – ist aus der gebrauchsüblichen Position eines Betrachters zu beurteilen.

Foto: AIBau

Abbildung 23
Die dargestellte Abweichung am Betonsturz eines Dachfensters ist aus gebrauchsüblichem Abstand sichtbar, aber nicht auffällig störend.

Foto: AIBau

5.1.1 Gebrauchsübliche Betrachtungsbedingungen

Bei optischen Beeinträchtigungen geht es um die Frage, welche Störwirkung z. B. Farbabweichungen, Verschmutzungen, Unebenheiten, kleineren Beschädigungen auf Betrachter haben. Solange sich aus Verträgen nichts anderes ergibt, sollten Beeinträchtigungen unter vom Vertrag vorauszusetzenden bzw. üblichen Bedingungen beurteilt werden. Im Gebrauch unübliche Betrachtungssituationen sollten vermieden werden. Damit sollten Maßstäbe der zu erwartenden Üblichkeit bei Gebrauch zugrunde gelegt werden.

Beurteilungen sollten damit aus einem Betrachtungsabstand und z. B. unter Beleuchtungsbedingungen erfolgen, die bei der späteren, üblichen Nutzung zu erwarten sind.

Dazu folgende Beispiele:

- Unregelmäßigkeiten an einer Ziegelverblendschale im 2. Obergeschoss eines Hauses sollten nicht vom Gerüst oder vom Hubwagen aus, sondern von der Straße aus beurteilt werden. Übliche Blickpositionen von z. B. einem Balkon oder von einer Dachterrasse sind ebenfalls maßgeblich (Abbildung 22).
- Unregelmäßigkeiten einer Natursteinbekleidung an einem Hauseingang sind aus der Nähe entsprechend der Blickposition von Personen zu betrachten, die im Gebrauch üblich ist. Dabei werden Bereiche über z. B. Klingelfelder oder in unmittelbarer Nähe zu einer Eingangstür aus kürzeren Abständen zu betrachten sein als z. B. obere Ecken, die üblicherweise wenig bis nicht angesehen werden.
- Farbungleichheiten im Sichtbeton einer Tiefgaragendecke sollten unter den Beleuchtungsverhältnissen der üblichen Nutzung der Tiefgarage auf ihre Störwirkung beurteilt werden.
- Unebenheiten an einer Wandfläche sind nur bei Streiflicht zu beurteilen, wenn eine derartige Belichtungs- bzw. Beleuchtungssituation gebrauchsüblich ist (Abbildung 24)[8].

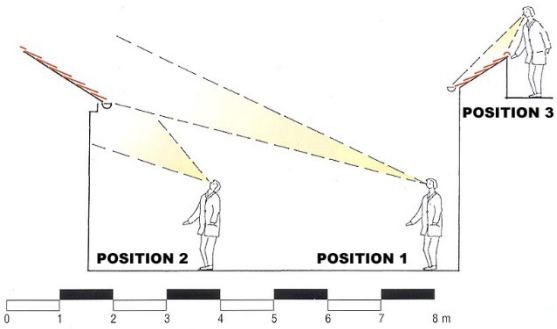
[8] Das Merkblatt „Putzoberflächen im Innenbereich – Qualitätsstufen für abgezogene, geglättete, abgeriebene und gefilzte Putze"; Bundesverband der Gipsindustrie e. V.; u. a. 2021, weist z. B. darauf hin, dass bei hohem optischem Anspruch an die Putzoberfläche (Qualitätsklasse 4 – geglättet) "Die Belichtungs- und Beleuchtungsverhältnisse, wie sie bei der späteren Nutzung vorgesehen sind, müssen bekannt sein und bereits vor Beginn der Putzarbeiten bauseits imitiert werden oder vorhanden sein, …)". Nur so ist die zufriedenstellende optische Wirkung während der Arbeit kaum überprüfbar. Schulz, J., weist in „Sichtbeton-Planung" Kommentar zu DIN 18217, Wiesbaden, 2004; darauf hin, dass „künstliches Streiflicht" erhöhte Anforderungen an die Qualität der Sichtbetonflächen stellt, die gesondert zu vereinbaren sind.

- Die Textur von z. B. Fassadenoberflächen ist auf die Wirkung aus größerem Betrachtungsabstand angelegt: So können z. B. Farbunterschiede von einzelnen Mauersteinen von „buntem" Ziegel-Verblendmauerwerk aus der Position einer unmittelbar vor der Fassade stehenden Person als „störend" empfunden werden, während sich aus größerer Entfernung das gewünschte, lebhafte und dennoch gleichmäßige Erscheinungsbild ergibt. Solche Oberflächen sind also nicht aus jeder beliebigen, möglichen „gebrauchsüblichen" Betrachtungsposition zu beurteilen[9]. Gleiches gilt z. B. für die Ziegeleindeckungen. Abbildung 25 zeigt die Vorschläge der „Arbeitsgemeinschaft Ziegeldach" für einen sinnvollen Betrachtungsabstand[10].
- Der Grad der optischen Störwirkung geringfügiger Abweichungen an Fußbodenoberflächen sollte nicht auf dem Boden liegend oder knieend beurteilt werden. Die BSR-Richtlinie[11] führt dazu aus: *„Grundsätzlich wird die Fußbodenoberfläche überwiegend aufrecht stehend betrachtet, im Bedarfsfall (wenn z. B. die Betrachtungsweise der Fußbodenoberfläche überwiegend sitzend erfolgt) bei gebückter Haltung im Abstand von mindestens 1,00 m zur Fußbodenoberfläche."*

Abbildung 24
Ist eine Streiflichtsituation – wie im vorliegenden Fall einer Natur-steininnenbekleidung – gebrauchsüblich, kann sie bei der optischen Beurteilung zu berücksichtigen sein.

Foto: AIBau

Abbildung 25
Betrachtungsabstände für Ziegeldachdeckungen (Arbeitsgemein-schaft Ziegeldach, Bonn 2000), (H. Zanger)



Grafik: nach Zanger

Der Grad der so ermittelten Störwirkung kann dann z. B. skaliert[12] werden. Die Skala reicht von auffälligen Beeinträchtigungen des Erscheinungsbildes bis zu Abweichungen, die nur bei ausdrücklichem Hinweis und genauem Hinsehen erkennbar sind.

5.1.2 Bedeutung des Erscheinungsbilds

Ein zweiter wesentlicher Aspekt bei der Beurteilung optischer Beeinträchtigungen ist die Bedeutung (das „Gewicht"), die das Erscheinungsbild der jeweils zu untersuchenden Oberfläche hat.

Zum Beispiel führen die gleichen deutlichen Abweichungen in den Fugenabständen und Fugenbreiten bei Sichtmauerwerk in einem Kellernebenraum zu einer insgesamt deutlich geringeren Bewertung als z. B. bei der Wand-

[9] Das Kalksandstein Planungshandbuch, Kapitel 3 Sichtmauerwerk (01/2018) schlägt z. B. bei Abnahme von „großflächigem Außensichtmauerwerk" einen Betrachtungsabstand von 5 m bis 10 m vor, insbesondere wenn sich zwischen Betrachtern und Gebäude ein Garten oder Vorgarten befindet. Kleinere Unregelmäßigkeiten an den Steinen oder an den Fugen sind aus diesem Abstand nicht zu erkennen, beeinträchtigen das Erscheinungsbild des Gebäudes nicht und sind daher nicht zu beanstanden. Bei Sichtmauerwerk im Bereich von Hauseingängen und Terrassen ist der Betrachtungsabstand geringer anzunehmen (...); für Sichtmauerwerk in Innenräumen sollte je nach Größe der zu beurteilenden Wandfläche 2 m bis 5 m angenommen werden.

[10] Der Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e. V. hat auf seiner Homepage ein Download zur Verfügung gestellt zum Thema Betrachtungsabstand.

[11] Betrachtungsweise zur gutachterlichen Beurteilung des Erscheinungsbildes von Fußbodenoberflächen; BSR-Richtlinie, Bonn 1997/10.

[12] Durch „Skalieren" kann ein Merkmal bewertet werden, indem es einer bestimmten Klasse einer Bewertungsskala zugeordnet wird; s. Zangemeister, Aurnhammer, Oswald, a. a. O.

fläche einer repräsentativen Eingangshalle oder eines Wohnraums (Abbildung 26 und Abbildung 27). Ein Fliesenbelag erfährt eine andere Wertzuordnung, wenn er unverändert bleibt, der Raum aber anders genutzt als vorgesehen wird. Dieser eigentlich seit langem gebräuchliche, objektive Ansatz war eine Grundlage, die in den Kapiteln 2.12 ff. erläuterten, subjektiven Werteigenschaften einzubeziehen.

Auch der Grad der Bedeutung des Erscheinungsbilds kann z. B. in den Abstufungen „sehr wichtig", „wichtig", „eher unbedeutend" und „unwichtig" skaliert werden (s. Matrix in Kapitel 2.14).

Weiter verfeinerte Skalen sind nicht hilfreich, da unter Berücksichtigung der Ausführungen in Kapitel 2. bei Mängeln nicht auf die uneingeschränkte Dispositionsfreiheit von Bestellern hingearbeitet werden darf, sondern verwirklichte Bauleistungen zu schützende Werte darstellen. Das führt nicht zu einer unangemessenen Benachteiligung von Bestellern, sondern unter Einbeziehung von Schadensersatzüberlegungen für Substitutionen oder vorgezogenen Instandhaltungen zu einem angemessenen Interessensausgleich zwischen den Vertragspartnern ohne unangemessene Belastung der Umwelt und damit der Lebensgrundlage der Gemeinschaft, die nach Art. 20a des Grundgesetzes zu schützen sind (s. Kapitel 2.9).

Abbildung 26
„Buntes Mauerwerk" soll aus größerem Abstand eine einheitliche, lebhafte Oberfläche ergeben. Die Beurteilung des Erscheinungsbilds aus der Nähe ist nicht angemessen.

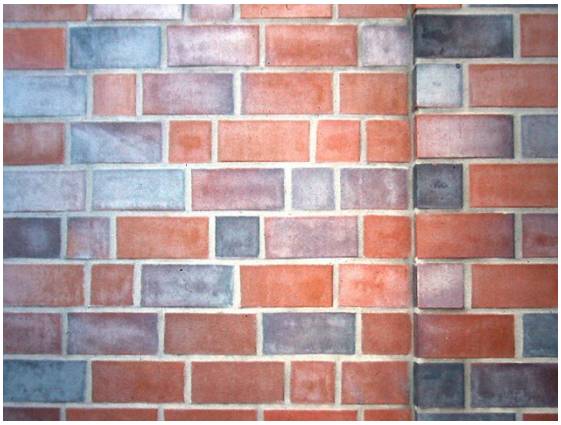


Foto: AIBau

Abbildung 27
Der Fehler am Putz wiegt an einer Eingangstür schwerer als an einem nicht einsehbaren Kellerfenster.

Foto: AIBau

Daher kommt es insbesondere darauf an, Werte zu erhalten und nicht objektiv sinnlos zu vernichten. Damit verschmelzen in vielen Fällen die Bereiche 2 und 3 der Matrix in Kapitel 2.14 zu einem Ansatz, Mängel zu substituieren oder durch Minderwertbetrachtungen und darauf aufbauenden Minderungen auszugleichen.

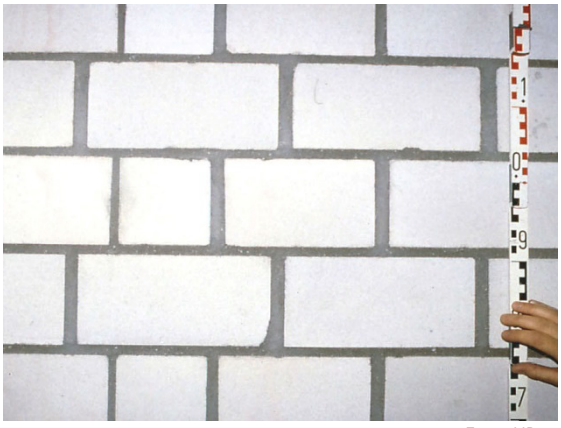


Abbildung 28
Das Erscheinungsbild einer Innenwand aus Kalksandsteinsichtmauerwerk ist in einem Abstellraum üblicherweise von geringerer Bedeutung als in einem Aufenthaltsraum.

Foto: AIBau

5.1.3 Beurteilung mit Hilfe der Bewertungsmatrix

Beispiele:

- In der Straßenfassade eines Bürogebäudes wurden einige außerhalb der vertraglich bemusterten Farbtonvarianzen sehr störende Natursteinplatten eingebaut: Das optische Erscheinungsbild einer Straßenfassade ist als „wichtig" einzustufen –auffällige und das Erscheinungsbild störende Unregelmäßigkeiten sind im üblichen Interesse von Bestellern unabhängig von der Höhe der Kosten zu beseitigen.
- Im nur wenig gut einsehbaren Giebeldreieck eines Wohnhauses sind einige Steinlagen des Verblendmauerwerks ungleichmäßig fehlerhaft gemauert. Technisch ist das belanglos. Die optische Qualität der betroffenen Flächen ist „eher unbedeutend", die Ungleichmäßigkeiten sind aus der üblichen Position eines Betrachters als „kaum erkennbar". Bei dieser Abweichung ist eine Minderung auf Basis des Minderwerts diskutabel.

Die Matrix soll bei der Entscheidung helfen, wann über eine Minderung diskutiert werden kann. Ist die Nacherfüllung unter Einbeziehung des Bestellerinteresses nach § 275 S. 2 und 3 BGB *nicht* unverhältnismäßig aufwendig, müssen auch kleinere Mängel beseitigt bzw. substituiert werden.

Beispiel:

- In der Eindeckung eines Dachs sind einige farblich störende Ziegel eingebaut. Das Gewicht des optischen Erscheinungsbilds dieser Dachfläche ist als „eher unbedeutend" zu bezeichnen, die Farbabweichung ist „sichtbar". Bei Anwendung der Matrix ergibt sich, dass der Fehler als „hinnehmbar" angesehen werden kann und durch eine Minderung des Werklohns abgegolten werden könnte. Da aber der Austausch einzelner Dachziegeln unter dem Vorbehalt, dass Reserveziegel zur Verfügung stehen, mit kleinem Aufwand möglich ist, werden die Ziegel auszutauschen sein.

In Schriften von Verbänden werden Standpunkte von Betrachtern, die Beleuchtungsbedingungen und ggf. die Dauer der Betrachtung definiert, z. B. „Beurteilung der visuellen Qualität von Isolierglasscheiben"; Merkblatt „Sichtbeton" u. a. mehr

5.2 Maßtoleranzen

Bei Maßabweichungen ist zu unterscheiden zwischen

- Grenzabweichungen der absoluten Abmessungen, z. B. Raumhöhen oder sonstige Raum- und Bauteilabmessungen,
- Winkelabweichungen von der Horizontalen und Vertikalen
- und Ebenheitsabweichungen, z. B. wellenförmiger Verlauf einer Putzoberfläche.

Beurteilungen dieser Abweichungen stützten sich oft auf DIN 18202, sofern keine anderen Genauigkeiten vereinbart wurden. In dieser Norm werden Toleranzen und Grenzwerte im Hochbau festgelegt, die für das *„funktionsgerechte Zusammenfügen ohne Anpass- und Nacharbeiten*" erforderlich sind. *„Sind weitergehende Anforderungen, z. B. bezüglich des optischen Erscheinungsbilds, erforderlich, sind diese im Einzelfall festzulegen.*"

In DIN 18202:2019-07 neu eingeführt wurde das sogenannte Boxprinzip, das auch eine dritte Dimension berücksichtigt. Das Boxprinzip ermöglicht die Kombination unterschiedlicher Toleranzarten, z. B. Lageabweichung einer Bauteiloberfläche im Raum und Formabweichungen in der Fläche. Es wird ein Rahmen für die insgesamt möglichen Abweichungen unabhängig von der Toleranzart festgelegt. Alle Punkte einer Bauteiloberfläche einschließlich der zulässigen Abweichungen müssen innerhalb eines definierten Hüllkörpers liegen.

5.2.1 Ebenheitsabweichungen

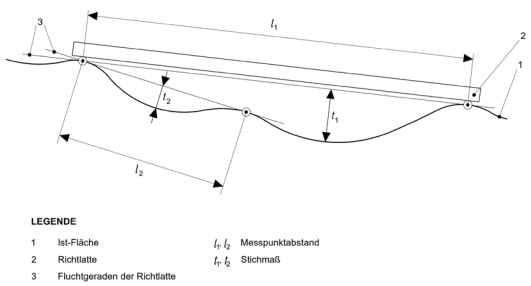
Besonders häufig werden optische Störwirkungen von Unebenheiten an Bauteiloberflächen beklagt.

Eine absolute Ebenheit von Oberflächen ist im Bauwesen aus vielerlei Gründen nicht erzielbar. Deshalb ist die Frage nach den zulässigen Abweichungen ein grundsätzliches Problem beim Bauen. Prinzipiell ist DIN 18202 zu „Toleranzen im Hochbau – Bauwerke" nicht für die Beurteilung von optischen Eigenschaften gedacht: *„Die in dieser Norm angegebenen Toleranzen sind anzuwenden, soweit nicht andere Genauigkeiten vereinbart werden. Sie stellen die für Standardleistungen bzw. Bauteile oder Bauwerke durchschnittlich übliche Ausführungsart und Maße im Rahmen üblicher Sorgfalt zu erreichende Genauigkeit dar."* Prinzipiell geht es bei der Maßtoleranznorm um die Vermeidung von Passungsproblemen. Das erklärt die zum Teil als „sehr großzügig" zu bezeichnenden Grenzwerte.

Trotzdem gibt die Maßtoleranznorm, zunächst ohne Einflüsse durch zeit- und lastabhängigen Verformungen, Hinweise zur Beurteilung von Unebenheiten. ATV-VOB-Teil C-Normen stellen für eine Anzahl von Bauleistungen Verknüpfungen zwischen DIN 18202 und den Ebenheitstoleranzen en von Oberflächen her.

DIN 18350 – Putz- und Stuckarbeiten (2019-09) formuliert z. B. in „3.1.2 – *Abweichungen von vorgeschriebenen Maßen sind in den durch DIN 18202 bestimmten Grenzen zulässig. Bei Streiflicht sichtbar werdende Unebenheiten in den Oberflächen sind zulässig, wenn diese die Grenzwerte nach DIN 18202 nicht überschreiten.*"

Abbildung 29
Messanordnung der Ebenheitsabweichungen nach DIN 18202



Grafik: AIBau

Abbildung 30
Praktische Messung der Ebenheit eines Fußbodens mit Richtscheit, Zollstock und Messkeil

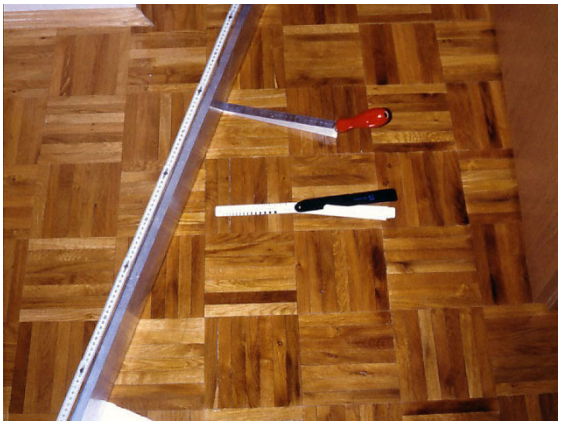


Foto: AIBau

Gleichlautende Formulierungen befinden sich z. B. in DIN 18353: 2019-09 in Bezug auf Estricharbeiten und in DIN 18356:2019-09 in Bezug auf Bodenbelagsarbeiten[13]. DIN 18356: 2019-09 fügt im Hinblick auf Parkettarbeiten zur oben bereits zitierten Passage hinzu: *„Werden an die Ebenheit erhöhte Anforderungen nach DIN 18202 (…) gestellt, so sind die erforderlichen Leistungen Besondere Leistungen (…)."* DIN 18332:2019-09 enthält die gleichen Formulierungen für Naturwerksteinarbeiten.

Selbstverständlich stehen diese Formulierungen unter Vorbehalt, da es nach § 633 BGB zu allererst auf die Beschaffenheitsvereinbarung ankommt, bevor auf die Üblichkeit bei gleicher Art von Werken abzustellen ist. Dennoch bilden diese Formulierungen oft wichtige Grundlagen für Bewertungen, insbesondere dann, wenn Beschaffenheitsvereinbarung unter Einbeziehung von § 133 BGB und § 157 BGB nach dem wirklichen Willen der Vertragspartner infrage zu stellen sind. Das dürfte dann gegeben sein, wenn sich aus Texten unmissverständlich erschließt, dass das, was da steht, von keinem der Beteiligten zum Zeitpunkt des Vertragsabschlusses gewollt gewesen sein kann.

Unebenheiten werden nicht mit Winkelabweichungen vermischt, also nicht von einer von der Horizontalen oder Vertikalen aus gemessen, sondern mittels einer auf der zu beurteilenden Oberfläche aufgelegten Richtlatte als Stichmaße gemessen wird (s. Abbildung 29 und Abbildung 30). Stichmaße sind vom Abstand der Messpunkte

[13] Die BSR-Richtlinie, Bonn 10/1997 (a. a. O.) wendet allerdings gegen die zitierte Normregelung zum Thema Streiflicht richtigerweise ein: „Streiflicht – Gegenlicht, das durch bauliche Gegebenheiten unveränderbar auch bei gebrauchsüblicher Nutzung vorliegt, ist bereits bei der Verlegung des Bodenbelags und bei Sichtung sowie gutachterlicher Beurteilung der Fußbodenoberfläche zu berücksichtigen."

abhängig. So ist z. B. bei „flächenfertigen Böden" zur Aufnahme von Bodenbelägen, also an z. B. Estrichoberflächen, bei einem Abstand von 10 cm ein Stichmaß von 2 mm dargestellt. Beträgt der Abstand 1 m, so ist ein Stichmaß von 4 mm und bei einem Abstand von 4 m ein Stichmaß von 10 mm beschrieben. Mit zunehmenden Messpunktabstand vergrößert sich das mögliche Stichmaß degressiv und erreicht einen Höchstwert. Bei „flächenfertigen Böden mit erhöhten Anforderungen" sind die Toleranzspannen kleiner. Diese Toleranzgrenzmaße haben technischen Hintergrund und sind hinsichtlich ihrer optischen Auswirkung „großzügig bemessen".

Beim Überschreiten der Grenzwerte kann, in Abhängigkeit der systemimmanenten Struktur und gegebenenfalls Welligkeit einer Oberfläche, häufig von einer optischen Beeinträchtigungen gesprochen werden.

Allerdings können sich z. B. Deckenkonstruktionen nach der Fertigstellung durchbiegen. Durch diesen innerhalb bestimmter Grenzwerte unvermeidbaren Vorgang vergrößert sich das z. B. zulässige Stichmaß bei großen Messpunktabständen auf der Deckenoberseite[14].

Für einige Oberflächen ist allerdings folgende Einschränkung zu machen: Gemäß der zitierten Norm sind bei flächenfertigen, verputzten Decken und Wänden beim Messpunktabstand von 10 cm Stichmaße von 3 mm oder z. B. bei Parkettböden bei einem Messpunktabstand von 10 cm Stichmaße von 2 mm zulässig. Trotz dass die Norm ausführt, dass bei Stichmaßen keine „Sprünge und Absätze" vorliegen sollen[15], stören z. B. 2 mm tiefe Dellen von 10 cm Durchmesser je nach den Beleuchtungsbedingungen optisch. Die Erfahrung lehrt, dass bei abgezogenen oder geschliffenen Flächen, z. B. bei Parkettböden, bei geringem Messpunktabstand stetigere Oberflächen handwerklich gut ausführbar sind. In dieser Hinsicht ist DIN 18202 kein Maßstab für die optische Beschaffenheit der Ebenheit von Oberflächen. Ebenso sind in dieser Hinsicht die Formulierungen in DIN 18332 (Naturwerksteinarbeiten; „3.1.2 Abweichungen von vorgeschriebenen Maßen sind in den durch DIN 18202 (...) bestimmten Grenzen zulässig) und in DIN 18356 (Parkett- und Holzpflasterarbeiten) nicht angemessen, sie beschreiben nicht die übliche Beschaffenheiten. Bei technisch nicht erfüllbaren vertraglichen Vereinbarungen, z. B. absolute Schlagschattenfreiheit einer Putzoberfläche, können die in DIN 18202 unter „erhöhten Anforderungen" beschriebenen, geringere Ebenheitstoleranzen maßgeblich sein [16].

Andererseits sind selbstverständlich bei der Beurteilung die Maßhaltigkeit und die Oberflächenstruktur der eingebauten Bauteile zu berücksichtigen. Werden z. B. „rustikale" Fliesen mit stark welliger Oberfläche verwendet, kann selbstverständlich nicht mehr ohne weiteres mit den Maßangaben der Maßtoleranzennorm gearbeitet werden. Hier sind deutlich größere Abweichungen, ggf. auch Versprünge an den Fliesenkanten, zulässig. Gegebenenfalls ist zu klären, ob die Fliesen in Abstimmung zwischen den Vertragspartnern oder auf Wunsch des Auftraggebers ausgewählt wurden, ob also vertragliche Vereinbarungen oder deren Fortschreibungen vorliegen.

[14] Im Hinblick auf die großflächige Ebenheit der Deckenunterseite kann durch Überhöhen der Schalung einem optisch störenden „Durchhängen" entgegengewirkt werden. Zu den Grenzabweichungen der Deckendurchbiegung s. DIN 1045:2008-08 (alt), Abschnitt 11.3.2., Neue Fassung DIN 1045:2023-08, Abschnitt 5.2.

[15] Zu „Überzähnen" zwischen benachbarten Platten und Fliesen s. Kapitel Bodenbeläge.

[16] Genaueres zu den Ebenheitsanforderungen an Innenputze wird in Abhängigkeit von der Qualitätsstufe und der Art der Oberflächenbearbeitung im Merkblatt „Putzoberflächen im Innenbereich" Bundesverband der Gipsindustrie e. V. 2021-07 u. a. und in DIN 18550:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen dargestellt.

Die Maßtoleranzennorm stellt ein Hilfsmittel zur Beurteilung der optischen Auswirkung von Ebenheitsabweichungen dar, ist aber eben nicht mehr als das und bildet kein absolutes Entscheidungskriterium, das höher zu bewerten ist als übliche Beschaffenheiten bei Werken und schon gar nicht über vertraglichen Regelungen bzw. Auslegungen steht.

Abbildung 31
Verblendschale einer als „künstliche Ruine" errichteten Einfamilienhausgruppe: Hier sind Ebenheitstoleranzen selbstverständlich anwendbar.

Foto: AIBau

Abbildung 32
Auf geschliffenen Oberflächen wie Parkett sind 2 mm tiefe Dellen von 10 cm Ø optisch stark störend und leicht vermeidbar.

Foto: AIBau

Unebenheiten stören das Erscheinungsbild oft erst bei Streiflicht. Der Grad der Beeinträchtigung sollte allerdings nur bei Streiflicht beurteilt werden, wenn diese Belichtungs- oder Beleuchtungsart gebrauchsüblich ist. Unebenheiten durch Streiflicht eines Scheinwerfers sollten zur Beurteilung nicht eingesetzt werden, wenn eine solche Belichtung oder Beleuchtung nicht dem üblichen Gebrauch entspricht[17].

Bei Fassaden werden Ebenheitsabweichungen häufig nur während einiger Minuten an sonnigen Tagen sichtbar, nämlich wenn das Sonnenlicht genau streifend auf die Fassade trifft. Auch können solche Unebenheiten auffallen, wenn man die Oberfläche z. B. von einer Gebäudekante oder aus einer Türöffnung mit Blick annähernd parallel zur Oberfläche anpeilt. Abweichungsgrenzen der Norm sind hinsichtlich des Erscheinungsbilds ohne besondere vertragliche Regelung oder Auslegung nicht maßgeblich, wenn Unebenheiten nur bei ungewöhnlicher Beleuchtungs- oder Betrachterposition bemerkbar sind.

Abbildung 33
Die Belichtungssituation dieses Treppenhauses stellt besondere Anforderungen an die Ebenheit des Innenwandputzes. Wenn Schlagschatten vermieden werden soll, müssen derartige Flächen gespachtelt und geschliffen werden.

Foto: AIBau

Abbildung 34
Erhebliche nicht hinnehmbare Fluchtabweichungen zwischen einem Betonwerksteinsockel und dem anschließenden Wärmedämm-Verbundsystem einer Straßenfassade.

Foto: AIBau

[17] s. Fußnote 16.

5.2.2 Grenzabweichungen

Zu Grenzabweichungen im Grundriss als auch z. B. bei Raumhöhen enthält DIN 18202 für verschiedene Situationen vom Nennmaß abhängig detaillierte Angaben. Bei Geschosshöhen sind bei einem Nennmaß bis 6 m Abmaße von ±16 mm, bei Öffnungen z. B. für Einbauelemente mit flächenfertig verputzten Leibungen sind Grenzabweichungen bei einem Nennmaß bis 3 m sind ±10 mm als Toleranzmaße beschrieben.

Foto: AIBau

Abbildung 35
Soll die Oberkante von Einbaumöbeln genau mit einer bestimmten Kante (hier Dekorfuge) eines Gebäudes abschließen, so müssen die Möbel Justiermöglichkeiten in der Größenordnung der zulässigen Grenzabmaße aufweisen.

Maße sind an Stellen zu nehmen, die 10 cm von den Ecken entfernt sind, zusätzlich in der Mitte von Flächen. Abweichungen in absoluten Maßen werden nur selten aus optischen Gründen gerügt. Wenn aber Fugen zu Einbauteilen oder anschließenden Bauteilen gleichmäßig breit sein sollen, werden z. B. Justierleisten nötig, damit Unternehmer die Flächen oder Kanten exakt ausführen können (Abbildung 35).

Foto: AIBau

Abbildung 36
Die leichte Welligkeit der Dachkante dieses Industriebaus ist nur bei fluchtendem Blick bemerkbar und kann daher nur als „kaum erkennbarer Fehler" bewertet werden.

5.2.2.1 Lichte Höhen von Aufenthaltsräumen und Durchgangsbreiten

Wenn geplante oder ausgeführte lichte Raumhöhen an bauordnungsrechtliche Grenzen stoßen und ggf. die Nutzung von Räumen infrage zu stellen ist, sind weiterführende Überlegungen erforderlich, da bauordnungsrechtliche Grenzmaße keine Toleranzmaße beinhalten. Die Musterbauordnung fordert für Aufenthaltsräume i. d. R. eine lichte Raumhöhe von mindestens 2,40 m. Dies gilt i. d. R. nicht für Aufenthaltsräume in Wohngebäuden der Gebäudeklassen 1 und 2 sowie für Aufenthaltsräume in Dachräumen, für die z. B. die Landesbauordnung in Nordrhein-Westfalen eine lichte Raumhöhe von mindestens 2,30 m fordert. Für einzelne Räume in Dach- und Untergeschossen oder für Teilbereiche von Aufenthaltsräumen, etwa auf Emporen oder Galerien, genügt eine lichte Höhe von mindestens 2,20 m. Unter Abzug des Toleranzmaßes von 16 mm dürften dann Räume noch 2,184 m hoch sein. Unter Bauteilen, etwa unter Unterzügen, dürfen die Höhenmaße weiter unterschritten werden, sollen aber mindestens 2 m betragen.

Im öffentlichen Baurecht gilt der Grundsatz des einzuhaltenden Schutzziels, z. B. Abwehr von Gefahren für Gesundheit, Leib und Leben sowie für die Umwelt. Wenn das Schutzziel durch andere als im Baurecht beschriebenen Anforderungen oder Maßnahmen nachgewiesen werden kann, sind Behörden gehalten, einen entsprechenden Dispensantrag positiv zu bescheiden. Ob die zuvor beschriebenen Maße jeweils als noch akzeptabel einzuschätzen ist, unterliegt, auch unter Berücksichtigung des Schutzziels mit der Dispensoption sowie den Möglichkeiten, baulich etwas zu ändern, der Einzelfallbetrachtung.

Wie eingangs beschrieben, ist DIN 18202 als Passungsnorm für den reibungslosen Übergang von Gewerken gedacht. Das ist bei lichten Abmessungen zu berücksichtigen. Wenn z. B. bestimmte Bauteile ein genaueres Toleranzmaß als das in der Norm beschriebene erfordern, sind verschärfte Toleranzmaße bei der Herstellung von Öffnungen anzulegen.

Grenzmaße unterliegen ebenfalls der Fallbetrachtung. Wird z. B. für die Badezimmerschiebetür eines barrierefrei und gegebenenfalls rollstuhlgerecht konzipierten Wohngebäudes eine lichte Durchgangsbreite von 900 mm zwischen aufgeschobenem Türblatt und Zarge vereinbart oder ergibt sich dies aus den Gesamtumständen, kann ggfls. eine Unterschreitung von mehreren Zentimetern nicht akzeptabel sein, auch wenn die Öffnung mit üblichen Rollstühlen passiert werden kann, aber ggf. eben nicht mehr mit speziellen Modellen, die breiter und länger sein können (s. DIN 18040-2:2011-09, Bild 5).

Die geringste lichte Durchgangshöhe von Treppen ist in DIN 18065[18] mit 2,00 m niedrig gewählt. Bei häufig genutzten Treppen sollte mit einem lichten Höhenmaß von mindestens 2,02 m geplant werden, um im ausgeführten Zustand das Maß von 2,00 m nicht zu unterschreiten.

5.2.2.2 Maßabweichungen bei Treppenläufen

Wegen der deutlichen Unfallgefahr durch Stolpern bei Maßabweichungen innerhalb eines Treppenlaufs macht DIN 18065 genauere Angaben zu den zulässigen Toleranzen. Danach dürfen ausgeführte Maße von Treppenstufenhöhen und -tiefen gegenüber den geplanten Maßen und zwischen benachbarten Stufen nicht mehr als um einen halben Zentimeter abweichen.

In Ein- und Zweifamilienwohnhäusern sowie innerhalb von Wohnungen wird bei der ersten Stufenhöhe ein größeres Toleranzmaß von ±1,5 cm beschrieben, weil sich ein begrenzter Nutzerkreis an Abweichungen gewöhnt und dann keine Gefahr angenommen wird.

5.2.3 Winkelabweichungen

Bei Ausnutzung von Grenzwerten der Winkelabweichungen sollen Grenzabweichungen, also z. B. lichte Höhenmaße, nicht über- bzw. unterschritten werden dürfen (s. oben).

Winkelabweichungen sind nur selten Fragen in Neubauten, etwa, ob sich Flächen an vorspringenden oder an anderen Raumkanten im Grundriss im Winkel von 90° schneiden. Optisch fallen an solchen Stellen Abweichungen nur auf, wenn durch z. B. Möbel mit exakten Maßen und Winkel in optischen Bezug stehen und nicht, wie an Ein- und Anbaumöbel üblich, Anschlüsse angepasst werden können. Die Toleranzmaße sollen aber kein „Selbst-läufer" sein, sie sind für die zuvor beschriebenen Ziele gedacht, aber nicht, um Baubeteiligte zu ärgern. Wenn an Raumkanten keine referenzierenden Gegenstände ohne Anpassungsmöglichkeit aufgestellt werden können, schränken Überschreitungen von Toleranzmaßen i. d. R. keine Aspekte der Verwendungseignung ein.

Sonst sind Winkelabweichungen üblicherweise keine Fragestellungen in Neubauten, sondern stehen regelmäßig im Zusammenhang mit nachträglichen Änderungen durch unterschiedliche Setzungen der Gründung oder durch Schiefstellungen in Bergbaugebieten. DIN 18202 ist als Passungsnorm aber nicht für nachträgliche Verformungen aufgrund Bewegungen in der Gründungsebene gedacht.

Winkelabweichungen werden nicht als Neigungsabweichung in z. B. Grad oder Prozent von einer vorgegebenen Solllage beschrieben, sondern als Stichmaße in Abhängigkeit der Abstände von Messpunkten. Daraus ergibt

[18] DIN 18065 Gebäudetreppen - Begriffe, Messregeln, Hauptmaße

sich ein Stufenbild. Tabelle 2 der DIN 18202 enthält Angaben zu Winkelabweichungen. So sind bei Messpunktabständen bis 0,5 m Stichmaße bis 3 mm (Neigung 0,6 %), bei solchen zwischen 0,5 und 1 m bis 6 mm (Neigung 1,2 % – 0,6 %), bei 1 m bis 3 m bis 8 mm (Neigung 0,8 % – 0,27 %), bei 3 bis 6 mm bis 12 mm (Neigung 0,4 % – 0,2 %), bei 6 bis 15 m bis 16 mm (Neigung 0,27 % – 0,11 %) beschrieben. Bei Schiefstellung von ganzen Gebäuden ergibt sich daraus das Problem, dass bei der Auswahl von kleinen Messpunktabstand möglicherweise eine Neigung noch als tolerabel eingestuft werden könnte, bei großem Messpunktabstand in z. B. der Gebäudetiefe ist das Maß deutlich schärfer. Dann könnten Schiefstellungen als nicht mehr als akzeptabel eingestuft werden.

Schieflagen in der Größenordnung von 2 bis 3 mm/m sind üblicherweise weder spürbar noch schränken sie die übliche Nutzbarkeit bei z. B. der Möblierung ein. Auch bei größeren Neigungen werden von Nutzern, die mit Gebäuden vertraut sind, regelmäßig keine Störungen empfunden.

Bei der Bewertung von Schieflagen in bergbaulichen Einwirkungen zitiert Schürken[19] ein „Gesamtminderwertabkommen" zwischen dem Verband der Bergbaugeschädigten Haus- und Grundeigentümer und der Ruhrkohle AG (RAG). Darin werden Schieflagen unter 2 mm/m bei Aufenthaltsräumen nicht berücksichtigt. Bei anderen Nutzgebäuden liegt der Grenzwert bei 5 mm/m. Schürken spricht von einer „Spürbarkeitsgrenze" in der Größenordnung von 5 bis 6 mm/ m[20]. Weitere Details enthält Drisch/Schürken.

5.2.4 Fugen an Fügestellen

Fugen im Bereich von Fügestellen benachbarter Bauteile gleichen Toleranzen der Bauteile aus (Passungsausgleich.) Sofern aus gestalterischen Gründen besondere Anforderungen an die Fugen gestellt werden, ist dies vor der Bauausführung festzulegen. Außerdem müssen Angaben gemacht werden, wie der Toleranzausgleich der angrenzenden Bauteilen zu erfolgen hat.

5.3 Risse

Abbildung 37
Unvermeidliche Risse in Vollholz-Querschnitten

Foto: AIBau

Abbildung 38
Eine gefährliche Ablösung des Deckenputzes kann sich zunächst durch eine „harmlose" Haarrissbildung ankündigen.

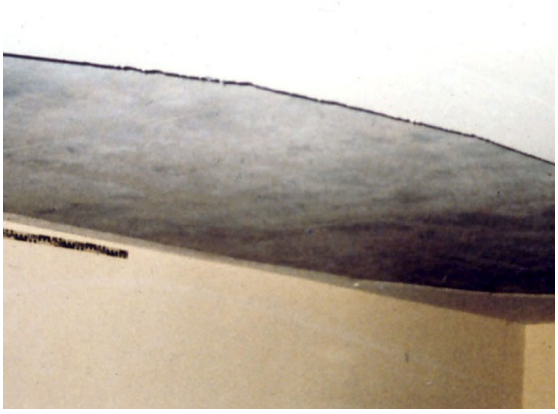


Foto: AIBau

Risse sind in vielen üblichen Baustoffen nicht vermeidbar. So sind z. B. Schwindrisse in Vollholzbauteilen auf natürliche Schwankungen des Holzfeuchtegehalts in Verbindung mit unterschiedlichen Schwindmaßen in tangentialer und radialer Richtung des Holzquerschnitts und daraus resultierenden Ringspannungen zurückzuführen. Sie sind bei Vollholzquerschnitten, in deren Querschnitten sogenannte Seelen liegen, d. h. dem ältesten Stammjahresring in der Mitte, unvermeidbar (Abbildung 37). Auch in sogenannten Halbhölzern, bei denen die

[19] Drisch/Schürken: Bewertung von Bergschäden und Setzungsschäden an Gebäuden, Hannover 1995.

[20] In bergbaulich bedingten Schieflage werden diese Grenzwerte als arithmetisches Mittel aus 3 Messungen errechnet.

Seelen am Rand eines Querschnitts liegen, können Risse auftreten, auch wenn die Wahrscheinlichkeit dann geringer ist. Selbst in aus kleineren Hölzern bestehenden, verleimten Holzquerschnitten, in denen die Rissgefahr am geringsten ist, lassen sich Rissbildungen nicht hundertprozentig ausschließen.

Ein sichtbarer Riss in einem Bauteil lässt noch nicht den grundsätzlichen Schluss zu, dass ein Problem oder gar ein Schaden vorliegt. Die Bewertung von Rissen hängt regelmäßig von der jeweiligen Einzelsituation ab. Darauf wird in den folgenden Kapiteln genauer eingegangen werden. Es lassen sich jedoch einige allgemeine, grundsätzliche Regeln formulieren[21].

Oft bestehen allerdings Fehlvorstellungen, wenn rissfreie Bauteile verlangt werden. Ob Risse entstehen oder nicht, beruht nicht auf juristischen Vorstellungen, sondern auf technischen Zusammenhängen. Zwar kann etwas gegen Rissbildungen getan werden, diese Maßnahmen garantieren aber nicht in allen Fällen Rissfreiheit. Insbesondere Stahlbetonbauteile sind, insofern sie auf Zug oder Biegezug beansprucht sind, sogenannte gerissene Bauweisen. Darunter wird verstanden, dass in Stahlbetonbauteilen enthaltene Stahlbewehrungen im wahrsten Sinne des Wortes erst zum Zug kommen, wenn Beton gerissen ist. Die bestimmungsgemäße Lastableitung von in Betonquerschnitten aufkommenden Zugkräften durch eingelegte Stähle ist daher systemimmanent mit Rissen im Beton verbunden.

Allerdings zeigt die Erfahrung, dass es in solchen Fällen oft nicht um rissfreie Bauteile, sondern lediglich um rissfreie Oberflächen geht. In dünnen Spachtelungen entstehende Risse über z. B. Fugen von großformatigem Mauerwerk sind technisch nicht vermeidbar, können aber durch rissüberbrückende Beschichtungen, z. B. Glasfasertapeten, dickeren Putzen oder in vielen Fällen meistens schon durch Raufasertapeten überdeckt werden. Dann wird es lediglich noch die Frage gehen, ob solche rissüberbrückenden Oberflächenbeschichtungen sogenannte Sowieso-Leistungen sind oder zur Vermeidung von Schäden in Form schmaler Risse hätten von vorneherein angebracht werden müssen.

5.3.1 Rissursachen – zeitlicher Verlauf der Rissbildung

Jede Rissbewertung soll sich zunächst mit der Rissursache im Hinblick auf zwei Fragen befassen:

Lässt eine Rissbildung auf ggf. schwerwiegende Ursache mit entsprechenden Konsequenzen schließen? So können z. B. harmlos erscheinende Risse in Deckenputzen auf Ablösungen aufgrund geringer oder fehlender Putzhaftung am Untergrund hindeuten, die flächige Ablösungen mit dem Abstürzen von Deckenputzen vorhersehen lassen. Feine Risse an Betonoberflächen können auf Korrosion der Bewehrung hindeuten. In solchen Fällen sind

Abbildung 39
Zeitlicher Verlauf des Schwindens und Kriechens von unterschiedlich dicken Betonbauteilen (DIN 1045: 1972-01)

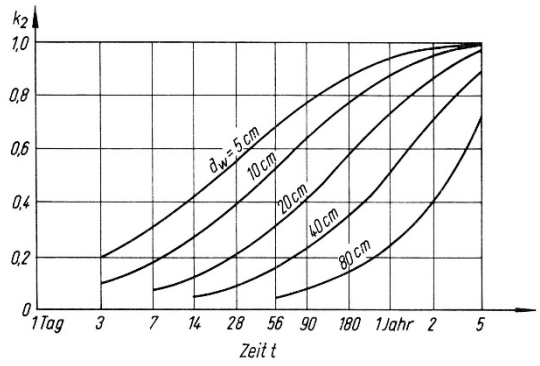
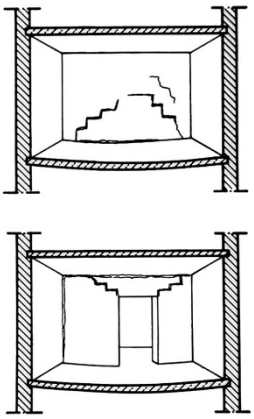


Abbildung: DIN 1045: 1972-01

Abbildung 40
Rissbildung in nichttragender Innenwand auf weitgespannter Stahlbetondecke aufgrund Durchbiegung der Decke durch Schwinden und Kriechen nach dem Aufmauern der Trennwand



Grafik: AIBau

[21] s. Oswald, R.: Grundsätze der Rissbewertung. In: Aachener Bausachverständigentage 1991.

Risse nur Symptome schwerwiegenderer Ursachen, deren Untersuchung und Bewertung im Vordergrund stehen muss (Abbildung 38).

Die Ursachenermittlung soll zudem die wichtige Frage beantworten, ob das Rissbild einen Endzustand darstellt oder mit einer Erweiterung und Vermehrung von Rissen zu rechnen ist[22]:

Einmalig einwirkende und abklingende Vorgänge

Der überwiegende Teil der an Hochbauten festzustellenden Rissbildungen ist auf einmalige verursachende und abklingende Vorgänge zurückzuführen, die durch Schwinden (Abgabe von Baufeuchtigkeit), durch Kriechen (bleibende Verformung unter Lasteinwirkung mit Versetzen der Kristallgitter) und durch Setzungen (Lageänderung der Gründung durch Verformung des Baugrunds) am neuen Gebäude entstehen können (Abbildung 39 und Abbildung 40).

Wie lange es dauert, bis eine Rissbildung bzw. Risserweiterung bei dieser Ursachengruppe zum Abschluss gekommen ist, hängt vom zeitlichen Verlauf der schadensauslösenden Vorgänge ab.

Der zeitliche Verlauf des Schwindens und Kriechens von Stahlbetonbauteilen ist z. B. in Betonnormen und Literatur beschrieben. Wesentlich sind u. a. die Dicke eines Bauteils, die Abtrocknungsmöglichkeit durch Exposition der Bauteiloberflächen an Außenklima oder Innenräume mit den jeweiligen klimatischen Randbedingungen bzw. der Kontakt zum Baugrund, der eine Abtrocknung, genauso wie Abdichtungen an Oberflächen, be- oder verhindert. Für eine grobe Abschätzung ist das Diagramm aus DIN 1045 (alt)[23] gut brauchbar. Ist z. B. eine Decke 20 cm dick, so lässt sich aus Diagramm Abbildung 39 ablesen, dass nach zwei Jahren Standzeit Rissbildungen zu ca. 90 % abgeschlossen sind. Damit sind Prognosen über die weitere Rissentwicklung und angemessene Instandsetzung möglich[24]. Die Dauer der Setzungen von neu errichteten Gebäuden ist wesentlich von der Art des Baugrundes abhängig: Bei nichtbindigem Boden (Kies/Sand) sind Setzungen gering und meist wenige Monate nach Baufertigstellung abgeschlossen, während bei bindigen Böden (z. B. Ton/Lehm/Schluff), die nach Baufertigstellung auftretenden Setzungen wesentlich größer sein können und das Ende des Setzungsvorgangs theoretisch erst nach einem Zeitraum von mehreren Jahrzehnten (Setzungsverlauf nach Terzaghi) praktisch nach etwa 5 Jahren abgeschlossen ist (Abbildung 41).

Wiederkehrend einwirkende Vorgänge

Wiederholt einwirkende rissverursachende Vorgänge wie die Temperatur- und Feuchteänderungen des Klimas oder wiederkehrende Erschütterungen durch Straßen- oder Schienenverkehr können zu Rissbildungen führen, die in der Regel weiter zunehmen. Risse als Folge dieser Ursachengruppe können schwerwiegender sein und lassen sich häufiger nur mit höherem Aufwand instand setzen, da entweder die Ursacheneinwirkungen abzustellen sind oder eine andauernde Rissbreitenänderung konstruktiv zu berücksichtigen ist. Zum ersten Ansatz zählen z. B. bei Ursachen durch thermische Wechseleinwirkungen Wärmedämmungen, die Bauteiltemperaturschwankungen reduzieren. Konstruktive Maßnahmen können Dehnfugen an Bauteilanschlüssen sein, an denen thermisch bedingte Längenänderungen rissverursachende Spannungen in Bauteilen erzeugen können.

[22] Grundsätzliches zum zeitlichen Verlauf von Bauschäden: s. Oswald, R.; Wilmes, K.: Daten über Schäden an Gebäuden, 1987 sowie Oswald, R.: Bauschäden als zeitliches Problem. In: db 1/1995.

[23] DIN 1045, Beton und Stahlbetonbau, Januar 1972. Neue Fassung DIN 1045:2023-08, in Zusammenhang mit DIN EN 1992-1-1:2011-01 und Entwurf 2021-10

[24] Zum zeitlichen Verlauf des Schwindens und Kriechens von Mauerwerk siehe z. B. Schubert, P.: Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerksbauteilen. In: Mauerwerkskalender, Berlin, 1996, S. 621 ff. Zum Schwinden von Zementestrich s. Schnell, W.: Das Trocknungsverhalten von Estrichen. In: Aachener Bausachverständigentage, Wiesbaden und Berlin, 1994.

5.3.2 Auswirkungen von Rissen

Sind deutliche Risserweiterung in Zukunft nicht mehr zu erwarten, sollte geklärt werden, ob durch eine Rissbildung technische Funktionen oder die Dauerhaftigkeit beeinträchtigt sind. Bei diesen technischen Betrachtungen bewirken nicht die Rissbildungen selbst, sondern deren Folgen eine Beeinträchtigung.

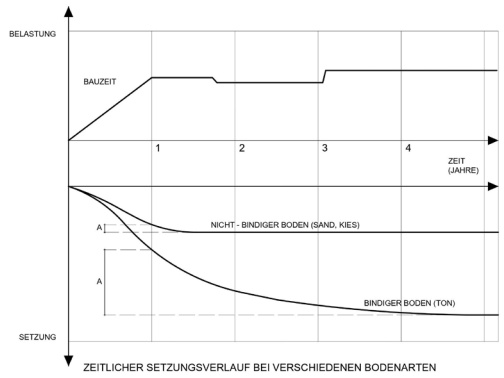


Abbildung 41
Typischer zeitlicher Verlauf der Belastung und Setzung verschiedener Bodenarten (nach Terzaghi)

Grafik: AIBau

Dazu gehört z. B., ob die Standfestigkeit (auf Dauer) durch Rissbildungen leidet oder die Dichtheit eines Bauteils gegen Wasser, Luftdurchströmung oder der Schallschutz beeinträchtigt ist. Die folgenden Abschnitte sprechen solche bauteilbezogenen Beurteilungsaspekte an.

So geht die europäische Putznorm DIN EN 13914-1:2016-09 davon aus, dass bestimmte Risse nicht kritisch sind, wenn sie weder die optischen noch die technischen Eigenschaften beeinträchtigen. Die nationale Ergänzungsnorm DIN 18550-1:2018-10 stimmt mit diesem Grundsatz überein, dass Risse keine grundsätzlichen Beeinträchtigungen darstellen.

Wirken sich Risse nicht oder nicht wesentlich auf technische Eigenschaften aus, ist unter diesen Aspekten keine Instandsetzung nötig. Dann kann die Beeinträchtigung des Erscheinungsbilds durch Risse beurteilt werden. Dabei kann nach den Kriterien vorgegangen werden, die in Kapiteln 2.14 – 2.16, 3 und 5 erläutert sind.

Die Beurteilung sollte unter „gebrauchsüblichem" Abstand und unter Berücksichtigung der optischen Bedeutung des rissbetroffenen Bauteils erfolgen. Bei bewitterten Bauteilen – vor allem an Fassaden – sollte berücksichtigt werden, dass nicht störend auffallende Haarrisse in Breiten von weniger als 0,2 mm unter Witterungseinflüssen sichtbar werden können, wenn durch Wasseraufnahme der Rissflanken Verschmutzungen oder Bewuchs folgen (Abbildung 42).

Abbildung 42
Haarrisse in einem Außenputz, die nur nach Regen deutlich sichtbar sind, und die eine erhöhte Wasseraufnahme im Bereich der Risse zeigen.

Foto: AIBau

Abbildung 43
Schmutzablagerungen im Verlauf feiner Risse sind die Folge der Wasseraufnahme des Risses und können die optische Störwirkung erheblich vergrößern.

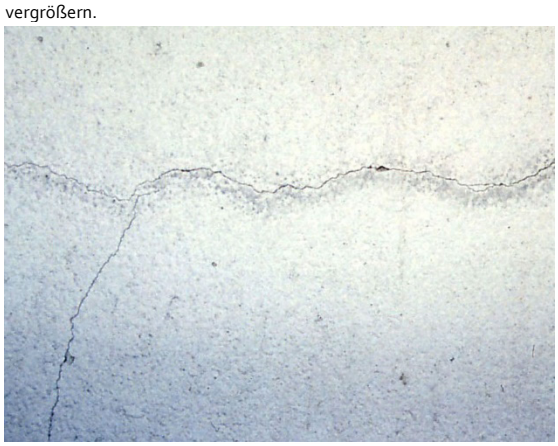


Foto: AIBau

5.4 Beschädigungen

Abplatzungen, Einbeulungen, Kratzer oder ähnliche Beschädigungen stören häufig. Sie können aber nach den gleichen Grundsätzen und Kriterien bewertet werden, die in vorherigen Kapiteln beschrieben sind.

In bestimmten Fällen, auf die in den folgenden Abschnitten eingegangen wird, können kleinere Beschädigungen nicht vermieden werden. Dazu zählen kleinere Kantenausbrüche an bestimmten Mauersteinen, kleinere, nicht augenfällige Kratzer in Fenstergläsern oder Reibespuren an Dachziegeln oder Dachsteinen.

Da sich trefflich über die Ursachen von Beschädigungen, insbesondere über die Verursacher, streiten lässt, sind ausführlichere Dokumentationen über den Zustand von Bauteilen insbesondere bei Besichtigungen als Grundlage von Abnahmen zu empfehlen, die zumindest bei Beweislastregelungen hilfreich sind.

Abbildung 44
Bemängelter Kratzer in einer Industriehallentür – solche Mängel müssen bei der Abnahme erfasst werden, da sonst der Verursacher nicht zugeordnet werden kann.

Foto: AIBau

Abbildung 45
Ungleichmäßige Fassadenverschmutzung durch fehlende Fensterbankabdeckung

Foto: AIBau

5.5 Verschmutzungen und Veralgungen

5.5.1 Verschmutzungen

Gegenstände verschmutzen oder ändern z. B. durch UV-Einwirkung ihr Aussehen.

Verschmutzungen während der Bauzeit (z. B. Bitumenspritzer von der Verarbeitung von Dachabdichtungen an einer Sichtmauerwerksfassade) können wie Beschädigungen beurteilt werden (s. Kapitel 5.4). In diesem Abschnitt werden Verschmutzungen angesprochen, die durch Bewitterung, insbesondere an Fassadenflächen, auftreten[25]. Schmutzablagerungen können aber leicht mit Veralgungen verwechselt werden.

Andere Verschmutzungen sind selten Anlass für Diskussionen, da sie nicht oder nur in Ausnahmefällen von der Eigenschaft des (Bau-)Werks abhängen, sondern maßgeblich durch Schmutzimmissionen bestimmt werden, also Dritte für Verschmutzungen ursächlich sind. Deshalb werden sich Streitigkeiten auf die Frage beschränken, welche vorbeugende Eigenschaften Oberflächen aufweisen, um einer übermäßigen Verschmutzung vorzubeugen.

Foto: AIBau

Abbildung 46
Falsche Abdeckung der Mauerkronen führt insbesondere auf verschmutzungsempfindlichen weißen Flächen zu sehr störenden Laufspuren.

Je nach Schmutzbelastung sowie Beschaffenheit und Farbe der Oberfläche variieren Häufigkeit und Aufwand für Reinigungen. Das trifft für ein Kleidungsstück oder einen Teppichboden genauso zu wie für eine Fassade, die nicht wartungsfrei sein können.

Durch Bewitterung und (Ab-) Nutzung entstehende Alterungserscheinungen können zu einem erwünschten, lebhaften Erscheinungsbild führen. Patina[26] braucht Zeit. Die Bildung einer Patina auf nicht vorbewitterten Zinkblechen kann, je nach Bewitterung, mehr als 5 Jahre dauern.

An Holzfassaden ohne Beschichtung gibt es regelmäßig drei Phasen des Erscheinungsbilds: neu (meistens gut aussehend), ein bisschen vergraut (fleckig und oft weniger ansehnlich) sowie stärkere Vergrauung bzw. silbernen Oberflächen nach hohe UV-Einwirkung insbesondere in alpinen Lagen. Feldscheunen oder Almhütten mit alten, verwitterten Holzoberflächen sehen „urig" aus, während dagegen eine moderne Holzfassade wegen erster farblicher Veränderungen als hässlich empfunden wird. Da kann man Eigentümern nur Geduld wünschen, bis sich die Patina so verdichtet, dass die Fassade wieder „gut" aussieht.

Konstruktive Merkmale können wegen Ungleichmäßigkeit störende Verschmutzungen verursachen, z. B. Wasserlaufspuren unter Fensterbänken. Dann kann zu diskutieren sein, ob solche Verschmutzungen vorhersehbar waren und ob sie durch vorbeugende Maßnahmen reduziert oder gar verhindert werden können, z. B. durch geeignete Ableitungen durch Fensterbänke einschließlich der seitlichen Wasserführung oder überstehende Abdeckungen.

Abdeckungen oder andere, den Wasserablauf steuernde Einrichtungen können aber auch das architektonische Erscheinungsbild einer Fassade wesentlich prägen bzw. negativ beeinflussen. Dann kommt es zur Abwägung, ob das Aussehen eines Gebäudes bzw. einer Fassade stärker durch Schutzmaßnahmen als durch z. B. Wasserlaufspuren beeinträchtigt wird.

[25] s. Oswald, R.: Schwachstellen – Fassadengestaltung, Verschmutzungen. In: db 7/92 sowie Fassadenverschmutzung, Ursachen und Beurteilung. In: Aachener Bausachverständigentage 1987. Zimmermann, G.: Optische Beeinträchtigungen von Fassaden. In: DAB 9/93.

[26] Günther, H. hat im Beitrag „Patina in der Geschichte der Kunst" – im Buch Toyka (Hrsg.); Patina, Wiesbaden 1996 – detailliert untersucht, unter welchen vielfältigen Einflussgrößen bei der Alterung von einer „Patinabildung" gesprochen werden kann.

Anders verhält es sich bei Schutzmaßnahmen, die an Fassaden nicht sichtbar sind. Dazu zählen z. B. Abdeckungen über Fassaden. Deren Gefälle „nach hinten" zur Dachfläche beeinflusst nicht das Erscheinungsbild durch eine fassadenseitig auskragende Abdeckung, verhindert aber ungleichmäßige Wasserlaufspuren an der Fassade.

Solche Empfehlungen enthalten z. B. die Fachregeln des Klempnerhandwerks[27], die in Abhängigkeit von der Gebäudehöhe Tropfkantenüberstände von mindestens 2 bis 5 cm fordern. VOB-DIN 18339: 2019-12 Klempnerarbeiten sowie die Dachdeckerfachregeln[28] geben 2 cm Überstand an. Bei Kupfer werden 5 cm empfohlen, weil ausgewaschene Kupferionen darunterliegende Fassadenflächen erheblich verfärben können.

Eine schematische Anwendung solche Empfehlungen kann aber zu unrichtigen Beurteilungen führen, da es meistens auf den Einzelfall ankommt. Bei geringen Einwirkungen oder wenig verschmutzungsempfindlichen Baustoffen können Überstände von Abdeckungen ggf. ganz entfallen. Fassadenorientierung, -gestaltung und -stoffe können sogar große Überstände unwirksam werden lassen[29]. Bei hohem Anspruch an die Vermeidung von Wasserlaufspuren können aufwendige Lösungen notwendig werden, z. B. in Fassaden liegende Spalte oder in Leitungen entwässerte Fensterbänke. Solche Systeme können auch geeignet sein, um auf die Gestaltung Einfluss nehmende Abdeckungen zu verzichten.

5.5.2 Veralgungen

Abbildung 47
Stark veralgte Fassadenfläche aus bruchrauem, geflammtem Granit.

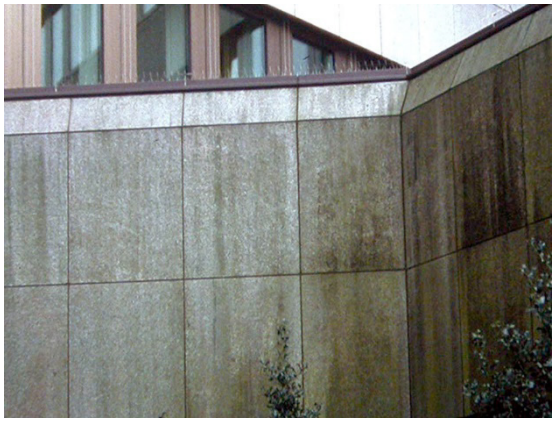


Foto: AIBau

Abbildung 48
Die Verschmutzungs- und Veralgungsgefahr, insbesondere schräger Fassadenoberflächen, kann z. B. durch innen entwässerte Fensterbänke vermindert werden.

Foto: AIBau

Regelmäßig wird davon ausgegangen, dass Algen an Fassaden wachsen, wenn ihnen lange genug hinreichend Feuchtigkeit zur Verfügung steht. So können Veralgungen unter ungünstig gestalteten Tropfkanten wie Verschmutzungen aufgrund ungünstiger Wasserführung bewertet werden.

Seit etwa 20 Jahren haben Veralgungserscheinungen an Fassaden zugenommen. Dies hat nach Untersuchungen[30] eine wesentliche Ursache: Durch die intensiven Bemühungen zur Verminderung des Schwefeldioxidgehalts der Luft insbesondere durch Rauchgasentschwefelung in Kohlekraftwerken ist der SO_2-Gehalt deutlich gesunken. Was der Umwelt und uns Menschen gut tut, tut auch Algen gut.

Die meisten Fragestellungen zu Algenbildungen beziehen sich auf Putzfassaden, insbesondere auf Putzen von Wärmedämm-Verbundsystemen. Lediglich in seltenen Fällen sind Veralgungen an z. B. Natursteinen, Holz-

[27] Richtlinien für die Ausführung von Metall-Dächern, Außenwandbekleidungen und Bauklempner-Arbeiten, St. Augustin, 2016.
[28] ZVDH-Fachregel für Metallarbeiten im Dachdeckerhandwerk, Köln; 06/2017 mit Änderungen von 03/2020 und 11/2020.
[29] s. dazu Oswald, R.: Die Beurteilung von Abdeckungen bei Fassadenverschmutzungen. In: db 11/96.
[30] Blaich, J.: Algen auf Fassaden; in: Aachener Bausachverständigentage 1998; Künzel, H.: Algenbewuchs an Fassaden: eine Folge reiner Luft; in: Arconis 3/2000; Venzmer, H. (Hrsg.): Altbauinstandsetzung 5/6, Berlin 2003; Hofbauer u. a.: Algen … auf Fassaden; in: Bauphysik 6/2003.

Abbildung 49
Veralgung eines Wärmedämm-Verbundsystems; die Dübel sind besser wärmeleitfähig; an diesen Stellen ist die Taupunkttemperaturunterschreitung kürzer und daher das Algenwachstum behindert.

Foto: AIBau

Abbildung 50
Stark veralgte Fassade aus verputztem Leichthochlochziegelmauerwerk in regenreicher Mittelgebirgslage, Zustand nach vierjähriger Standzeit.

Foto: AIBau

oder Metallfassaden Diskussionspunkte. Dieses Kapitel konzentriert sich daher auf Algenbildungen an Putzfassaden, wobei Algen und Schimmelpilze gleichartig zu behandeln sind, vereinfachend wird sich auf Algen beschränkt.

Feuchtigkeit in Verbindung mit der Beschaffenheiten von Oberflächen ist zwar wesentlich für die Bildung von Algen. Dabei kommt es aber nur untergeordnet auf Niederschlagsereignisse, sondern insbesondere auf Oberflächentauwasser und Abtrocknungsgeschwindigkeit sowie Porosität der Oberflächen und pH-Werte an Fassaden an.

Gestiegene Anforderungen an den Wärmeschutz von Außenwänden werden zwar wegen geringerer Wärmetransmission durch Außenwände mit daraus resultierenden geringeren Oberflächentemperaturen von Fassaden häufig als eine Ursache genannt, sind aber nicht wesentlich. Sie können lediglich die Geschwindigkeit der Algenbildung beeinflussen, nicht aber, ob sich Algen bilden oder nicht.

Im Winter ist die relative Luftfeuchtigkeit hoch, die absolute Wassermenge in der Luft in Gasform als sogenannter Wasserdampf aber gering. Im Sommer dagegen ist die absolute Wassermenge hoch, die relative Luftfeuchtigkeit an warmen Sommertagen in der Außenluft aber wegen der hohen Temperaturen gering. Das führt dazu, dass im Jahresgang die absoluten Feuchtigkeitsgehalte in der Luft in der ersten Jahreshälfte vom Winter zum Sommer steigen und in der zweiten Jahreshälfte jeweils vom Sommer zu Winter sinken. Die Anstiege und Absenkungen verlaufen aber nicht linear. Eine Art Trägheit sorgt dafür, dass im ersten Halbjahr bei gleichen Temperaturen die absoluten Feuchtegehalte geringer sind als in der Abkühlungsphase im zweiten Halbjahr. Das wiederum hat zur Folge, dass insbesondere in den Abkühlungsphasen die relative Luftfeuchtigkeit insbesondere in den kühleren Nachtstunden hoch ist. An gegenüber der Außenluft kühleren Bauteiloberflächen kann sich so vermehrt Tauwasser bilden, wobei etwa im Zeitraum von Anfang August bis Mitte Oktober nachts die längsten Phasen von Taupunkttemperaturunterschreitungen vorliegen. Dies lässt sich leicht verifizieren an der Beobachtung von im Freien abgestellten Fahrzeugen, an deren Oberflächen sich in dieser Zeit die größten Tauwassermengen bilden. Insbesondere bei klarem Wetter ohne Wolken geben Autos und andere Gegenstände durch Infrarotstrahlung Wärmeenergie ab und können deutlich kälter als die Umgebungsluft sein. Ist die relative Luftfeuchte hoch, bilden sich an den gegenüber der Lufttemperatur kälteren Oberflächen Tauwasser. Dabei liegen diese Phasen nicht in den Heizperioden, was verdeutlicht, dass die Qualität des Wärmeschutzes von Außenbauteilen nicht maßgeblich ist.

In den letzten Jahren wurde versucht, durch temperaturspeichernde Bauteilschichten an Außenoberflächen Wärmeenergie vom Tag in die Nacht zu bringen und dadurch den Abkühlungseffekt sowie Tauwassermenge zu reduzieren, weil man davon ausging, dass insbesondere dünnschichtige Putze von Wärmedämm-Verbundsystemen schnell abkühlen, dass sie besonders anfällig für Tauwasser und damit für Algenbildungen sind. Dieser

Wärmespeichereffekt wirkt sich aber nur marginal aus, da die durch Infrarotstrahlung abgegebene Wärmemenge nicht durch Wärmespeichereffekte so ausgeglichen werden können, dass sich kein Tauwasser bildet. Wärmespeichernde Materialien oder Zugaben von phase-change-material (PCM) in Putzen, die durch Aggregatzustandswechsel große Wärmeenergiemengen speichern können, verlangsamen zwar Algenbildungen etwas, verhindern sie aber nicht.

Biozide, algenverhindernde Zusätze müssen wasserlöslich sein, um von Algen aufgenommen werden zu können. Sie haben deswegen eine zeitlich begrenzte Wirksamkeit. Einige dieser Stoffe sind ökologisch bedenklich, andere wiederum sind so konzipiert, dass sie nicht persistent sind und in der Umwelt abgebaut werden (s. Burkhardt[31]). Da sich Algen bei weitem nicht an allen Fassaden bilden und selbst bei sonst gleichen Bedingungen Art und Umfang von Oberflächenbewuchs stark unterschiedlich sein können, sollte davon Abstand genommen werden, grundsätzlich vorbeugend Fassadenoberflächen mit leicht auswaschbaren Algiziden ausstatten zu müssen und damit gegebenenfalls auch unnötig die Umwelt zu belasten. Verkapselte Algizide wirken sich zwar weniger stark auf die Umwelt aus, kommen aufgrund der systembedingt notwendigen Wasserlöslichkeit dennoch in die Umwelt.

Wasserabweisende Oberflächenbeschichtungen vermeiden kein Tauwasser, sondern halten dies länger, weil sich Wasser in kleinen Tropfen zusammenzieht, die aber so klein bleiben, dass sie nicht nach unten ablaufen. Die so längere Feuchtigkeit an Oberflächen kann Algenbildung fördern.

Dagegen sind hydrophile Oberflächen günstiger, weil sich Tauwasser zu einem dünnen Film auseinanderzieht, der eine deutlich größere Oberfläche gegenüber der Außenluft hat und damit Wasser über eine große Fläche bei geringer Filmschichtdicke deutlich schneller abtrocknen kann.

Günstig gegen Algen ist die Kombination aus hydrophilen Oberflächen und Alkalität, wie sie bei mineralischen Systemen vorliegt. Allerdings wirkt sich eine zu große Saugfähigkeit und Wasserspeicherkapazität von mineralischen Systemen wiederum negativ aus, weil Wasser über lange Zeit gespeichert wird und so Algen wieder gefördert werden können.

Die geringste Neigung von Algenbildung an Putzen weisen mineralische Systeme mit silikatischen Beschichtungen auf, sind aber dennoch keine Garantie, dass nicht doch Algen wachsen, auch wenn das in deutlich geringerem Umfang sein wird. Da diese Systeme nicht nur unerheblich höhere Kosten verursachen, werden kostengünstigere, organische Systeme häufig bevorzugt. Bei diesen handelte sich regelmäßig um eine systemimmanente Eigenschaft, wenn sich an deren Oberflächen Algen bilden. Das ist aber bei weitem nicht an allen Oberflächen aus organischen Systemen der Fall.

Die Neigung zur Algenbildung wird wesentlich von den Standortbedingungen und der Oberflächenbeschaffenheit von Fassaden bestimmt. Dennoch können sich Algen an Oberflächen bilden, von denen es nie erwartet wurde, während Oberflächen, die allgemein als prädestiniert für Algenwachstum gelten, frei davon bleiben.

In Kapiteln 2.6 und 2.7 sind die Ansätze zur Betrachtung von perspektivisch angelegten Handlungsempfehlungen für Planung und Ausführung sowie die retrospektivischen Ansätze zur Bewertung von Bauleistungen erläutert. Mangelrechte gibt es nur bei Vorliegen von Mängeln. Algen müssen auf Eigenschaften des Werks zurückzuführen sein, um Mangelrechte mit Anspruch auf Beseitigung zulasten von Unternehmen auslösen zu können. Wenn keine kausalen Zusammenhänge zwischen der Eigenschaft des Werks und Algenbildungen vorliegen, sind Algen wie Verschmutzungen auch Folgen von Umwelteinwirkungen und nicht Folge der Eigenschaft von Werken. Maler können nicht wegen Staub an Fassaden in Anspruch genommen werden, der sich aufgrund von Emissionen zum Beispiel aus der Nachbarschaft von staubigen Äckern oder staubemittierenden Betrieben bildet. Algen sind bei grundsätzlicher Geeignetheit von Fassaden dann genauso Folgen von Umweltbedingungen und lassen keine Inanspruchnahme der Baubeteiligten zu.

Die geringste Wahrscheinlichkeit, dass sich Algen an Putzfassaden bilden, wird durch mineralische Systeme erzielt, die aber höhere Kosten nach sich ziehen. Wer eine geringe Algenneigung an seiner Fassade möchte, muss

[31] Burkhardt, M.: Algen an Fassaden: Biozide folgenlos für die Umwelt durch Verkapselung? In: Aachener Bausachverständigentage 2021 Untersuchen – Instandsetzen – Modernisieren: Teil 2.

etwas tiefer in die Tasche greifen. Wer sich hinterher über Algen an der Fassade beschwert, sollte sich bewusst machen, welche Konsequenzen seine Beschwerde auf die Umwelt haben kann, wenn Unternehmen sich dann für umweltbelastende, algizid ausgestattete Fassadenfarben entscheiden. Diese können für einen gewissen Zeitraum Algenwachstum hemmen, aber nicht verhindern, sodass früher oder später doch wieder eine Instandhaltung der Fassade erforderlich sein wird.

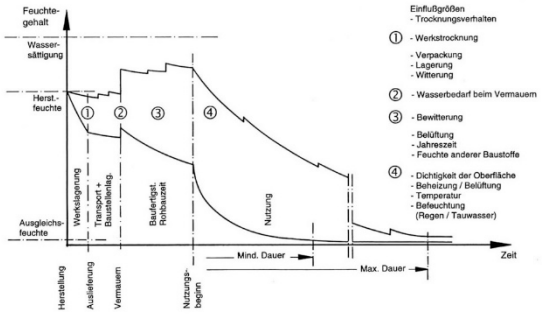
Am einfachsten ließe sich das Problem lösen, indem Algen weniger stark verteufelt, sondern als Teil der gelebten Umwelt empfunden würden. Zurzeit gibt es Forschungsprojekte, die sich mit bewussten Algenwachstum an Fassaden als CO_2-Speicher und urbane Klimaregulierer beschäftigen. Vielleicht werden Algen eines Tages rehabilitiert und man freut sich über sie, insbesondere dann, wenn sie eine erste Phase überwunden haben und als Patina empfunden werden.

5.6 Feuchtigkeitserscheinungen im Gebäudeinneren

5.6.1 Baufeuchte

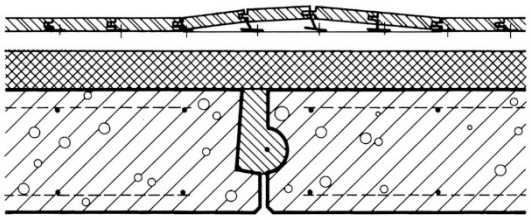
Fertiggestellte Neubauten weisen einen erhöhten Feuchtigkeitsgehalt im Vergleich zum späteren Nutzungszustand auf[32]. Während in vergangenen Jahrhunderten zwischen der Fertigstellung eines Hauses und dem Bezug ein langer Zeitraum zur Austrocknung zur Verfügung stehen sollte, ist aus wirtschaftlichen Gründen eine vielmonatige Wartezeit heute nicht diskutabel. Ein Neubau weist damit systembedingt eine erhöhte Baufeuchte auf[33].

Abbildung 51
Austrocknungsverlauf bei Neubauten; günstiger und ungünstiger Befeuchtungs- und Trocknungsverlauf am Beispiel von Mauerwerk aus bindemittelgebundenen Steinen.



Grafik: AIBau

Abbildung 52
Aufgewölbte Eichenholzdiele – Belag wurde zu früh bzw. ohne ausreichende dampfsperrende Zwischenlage auf eine Porenbetondecke verlegt.



Grafik: AIBau

Der Umfang der Neubaufeuchtigkeit und die Dauer der Austrocknung werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst, die in Abbildung 51 zusammengestellt sind.

- Herstellungsbedingter Wassergehalt:

  Bei gebranntem Steinmaterial liegt der Feuchtigkeitsgehalt unter der praktischen Ausgleichsfeuchte; bei Porenbeton liegt der produktionsbedingte Feuchtigkeitsgehalt bei über 40 Vol.-%, beim Einbau muss mit 20 Vol.-% gerechnet werden – da die Ausgleichsfeuchte bei 1,5 Vol.-% liegt, gibt z. B. ein 20 cm dickes Porenbetonbauteil 37 l Wasser pro m² ab.

- Tagwasser während der Bauzeit:

[32] s. Oswald, R.: Baufeuchte. In: Aachener Bausachverständigentage 1994; Schwachstellen – Neubauprobleme, Baufeuchte. In: db 5/92.

[33] Gerichtsentscheidungen zu diesem Themenkreis fallen äußerst unterschiedlich aus – sie reichen von der Feststellung, dass kein Mangel vorliege über die Zubilligung eines Heizkostenausgleichs bis hin zur Mangelfeststellung mit 20 %-iger Mietminderung; s. z. B. Deutscher Mieterbund: „Wohnungsmängel und Mietminderung", 2009.

Bei heutigen, hochdämmenden Steinen sind die Abdeckung der Mauerkronen und die Ableitung von Tagwasser während der Bauzeit wesentlich.

- Temperatur:

  Wände mit hinterlüfteter Bekleidung trocknen rascher als einschalige Querschnitte oder solche mit Innendämmung.

- Trocknungsverhalten:

  Das Trocknungsverhalten ist wesentlich von der Porenstruktur abhängig. Feinporöse Stoffe (z. B. Ziegel) mit niedrigem „kritischen" Feuchtigkeitsgehalt, die im Wesentlichen über den Kapillartransport und die Verdunstung austrocknen, sind günstiger als grobporöse Materialien (z. B. Porenbeton), bei denen die Feuchteabgabe unterhalb des sehr hohen kritischen Feuchtegehalts nur über den langsamen Prozess der Diffusion erfolgt.

- Dichtheit der Bauteiloberflächen:

  Außen abgedichtete Bauteile (z. B. Kellerwände, einschalige Flachdächer) trocknen langsam oder nicht aus; hinterlüftete zweischalige Dach- und Wandkonstruktionen mit diffusionsoffenen Dämmstoffen dagegen trocknen sehr schnell. Wegen der relativ ungünstigen Austrocknungsbedingungen bei Wärmedämm-Verbundsystemen empfehlen die meisten Systemhersteller, Wärmedämm-Verbundsysteme erst nach den Innenputzarbeiten auszuführen, da diese meisten zu einem kurzfristig hohen Feuchteanfall führen., zur Austrocknung von außenseitig kunstharzbeschichteten Porenbetonwänden und Porenbetondächern mit Abdichtungen s. Künzel[34].

- Klima während der Bauzeit und nach der Inbetriebnahme:

  Die wesentlich ungünstigeren Austrocknungsbedingungen in „Winterbauten" sind bekannt. Sie haben z. B. dazu geführt, dass zur Feststellung der „Belegereife" von Zementestrichen nicht nur eine bestimmte Wartezeit (28 Tage), sondern der tatsächliche Feuchtigkeitsgehalt maßgeblich ist[35].

Insofern sind keine generellen Aussagen über den Umfang von Baufeuchte und die Dauer von Austrocknungsvorgängen formulierbar. Bauablaufplanung, Schutzmaßnahmen und Prüfungen der Feuchtigkeit sind Hilfsmittel, um gegebenenfalls feuchteempfindliche Baustoffe oder Einbauteile erst nach dem Abklingen von hoher Baufeuchte einzusetzen oder Gebäude zu nutzen. Zur Vermeidung der in Abbildung 52 und Abbildung 53 dargestellten Schäden kann z. B. durch die Anordnung dampfsperrender Folien unter dem Holzbelag die Feuchtebelastung des Holzes vermindert werden[36].

Je nach Bauweise und Intensität der Belüftung und Beheizung kann nach einem, maximal nach ca. vier Jahren mit der Austrocknung eines neuen Gebäudes gerechnet werden. Wenn es zu feucht ist, können Raumluftentfeuchtungsgeräte helfen.

[34] Künzel, H.: Porenbetonbericht 1 + 2 – Feuchtigkeitsverhältnisse in Außenwänden und Flachdächern, 2001.

[35] s. z. B. Merkblatt des BEB: Hinweise für die Verlegung von Zementestrichen, Ausgabe Mai 2014 und DIN 18560-1:2021-02 Estriche im Bauwesen.

[36] Der EPLF-Verband der europäischen Laminatfußbodenhersteller fordert im Merkblatt „Verlegen von Laminat-Fußbodenelementen" 06/2022 unter Laminat als Dampfsperre grundsätzlich eine Folie mit einem s_d-Wert ≥ 75 m (z. B. eine PE-Folie von mindestens 0,2 mm Dicke oder Gleichwertiges).

5.6.2 Feuchtigkeitserscheinungen in Untergeschossen und unbeheizten Nebenräumen

Abbildung 53
Aufwölben eines unmittelbar auf einen frisch eingebauten Zementestrich verlegten Laminatfußbodens.

Foto: AIBau

Abbildung 54
Schimmel in einem unmittelbar nach der Baufertigstellung in einem Kellerraum montierten Einbauschrank ohne Belüftungsmöglichkeiten.

Foto: AIBau

Früher wurden Kellerräume in der Regel nur untergeordnet, z. B. zur Lagerung von feuchteunempfindlichen Gütern genutzt. Bei traditionellen Bauweisen sind die Anforderungen an die Dichtheit von erdberührten Außenbauteilen nur gering. Bei Kellerwänden war mit einer „gewissen Durchfeuchtung" zu rechnen.

In Untergeschossen kann Baufeuchte nur durch Beheizung und Belüftung abtrocknen (Abbildung 54).

Anstelle von Abdichtungen werden in Untergeschossen vermehrt wasserundurchlässige Bauteile aus Beton ausgeführt, die keiner Abdichtung bedürfen. Untersuchungen[37], die Grundlage für die Erläuterungen der WU-Richtlinie waren, und neuere Regelwerke belegen, dass durch WU-Betonbauteile kein erhöhter Wassertransport zu erwarten ist. Ein kapillarer Wassertransport findet durch solche Bauteile unabhängig vom außen vorhandenen Wasserdruck nicht statt. Durch die Untersuchung an 14 ausgeführten Objekten wurde festgestellt, dass wasserundurchlässige Betonbauteile nicht nur wasserundurchlässig sind, also in Abhängigkeit ihrer Dicke wasserdichte Eigenschaften aufweisen, sondern sogar diffusionsdicht sind (s. Forschungsbericht[38]). WU-Bauteile sind im Hinblick auf den Innenausbau nicht anders zu behandeln als außenseitig abgedichtete Bauwerke.

Die WU-Richtlinie[39] führt allerdings ausdrücklich zur Nutzungsklasse B aus, dass Feuchtestellen an Bauteiloberfläche zulässig sind. Diese Nutzungsklasse ist z. B. bei Tiefgaragen wirtschaftlich. Ähnliches trifft auf Trennrisse in WU-Bauteilen zu, die nach der ersten Druckwasserbelastung für einige Zeit geringfügig feucht sein dürfen, bis sie durch „Selbstheilungsvorgänge" zugesintert sind. Seit 2017 wird von diesem Entwurfsgrundsatz in Räumen mit hochwertigen Raumnutzungen (Nutzungskasse A) bei Druckwassereinwirkung (Beanspruchungsklasse 1) abgeraten. Allerdings ist dieser Entwurfsgrundsatz nach wie vor möglich, sogar, wenn mit über längeren Zeiträumen temporären Wassereintritten zu rechnen ist, wenn dieses Leckwasser schadensfrei abgeleitet wird. So können z. B. unter Estrichen die von Dachterrassen üblichen Dränsysteme aufgelegt werden, wenn in Oberseiten von wasserundurchlässigen Betonplatten Wasserableitungssysteme vorgesehen werden, die Leckwasser schadensfrei aufnehmen. Solche redundanten Systeme lassen zu, mit größeren rechnerischen Rissbreiten als die oft genannten 0,1 mm zu arbeiten, können also die Kosten für Stahl und Beton nicht nur unerheblich reduzieren helfen. Dieser Art von Dränsystemen sind nicht als Ausgleich einer „billigen" Bauweise zu verstehen,

[37] Zum Wassertransport durch WU-Beton s.: Beddoe, R. E.; Schießl, P.: Wassertransport in WU-Beton – kein Problem! Untersuchungsergebnisse; Oswald, R.: Praktische Erfahrungen bei hochwertig genutzten Räumen in WU-Betonbauwerken; beide in: Aachener Bausachverständigentage 2004; Erläuterungen zur WU-Richtlinie 2006.

[38] Oswald, R.; Wilmes, K.; Kottjé, J.: Weiße Wannen – Hochwertig genutzt; Wasserundurchlässige Betonbauteile im Druckwasser mit hochwertig genutzten Innenräumen; Praxisbewährung und Ausführungsempfehlungen zur Schichtenfolge und zu flankierenden Maßnahmen. Bauforschung für die Praxis, Band 80, IRB-Verlag, Stuttgart, 2007, ISBN 978-3-8167-7344-3;

[39] DAfStb-Richtlinie: Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie), Ausgabe 12/2017. Die Richtlinie führt zu zulässigen Feuchtestellen bei Nutzungsklasse B auf (5.3. (4)): *„ ‚Feuchtestellen' sind im Sinne dieser Definition feuchtebedingte Dunkelfärbungen, ggf. auch die Bildung von Wasserperlen an diesen Stellen. Unzulässig sind jedoch solche Wasserdurchtritte, die zum Ablaufen oder Abtropfen von Wassertropfen oder zu Pfützen führen."*

sondern dauerhaft geeignete Lösungen, zuverlässig trockene und uneingeschränkt nutzbare Innenräume herzustellen. Bei überdurchschnittlichen Anforderungen an die Zuverlässigkeit und Trockenheit von Innenräumen in z. B. Museen oder Archiven sollten solche Systeme in der Planung grundsätzlich vorgesehen werden, da insbesondere dort die Folgekosten bei eventuellen Lecks sehr hoch sind und durch einen kleinen Mehraufwand für die Wasserableitung vermieden werden können. Je nach Anforderung können Horizontaldräne auch mit sehr stark durchlässigen, mineralischen Schüttungen hergestellt werden, die mit lastverteilenden Schichten aus Estrichen oder dünneren Bodenplatten überdeckt werden.

Abbildung 55
Hinzunehmende Feuchtigkeit unter der Querschnittsabdichtung in einem unter geordnet genutzten Keller aus dem Jahr 1995

Foto: AIBau

Abbildung 56
Zu bemängelnder Feuchtedurchtritt durch eine undichte Betonbodenplatte

Foto: AIBau

Diese Systeme lassen sich aber auch im Nachhinein verwirklichen, wenn Undichtheiten an WU Bodenplatten vorliegen. Insbesondere feuchteunempfindliche Dämmstoffe, z. B. aus expandiertem Polystyrol EPS, nehmen weder durch Feuchtigkeit noch durch eventuelle mikrobiologische Belastung Schaden, wie zahlreiche Untersuchungen von feuchten Dämmschichten in Fußböden von bestimmungsgemäß durchfeuchteten Fußbodenaufbauten oder in Flachdächern belegen. Solche Dämmschichten sind, auch wenn sie dafür nicht konzipiert sind, oft geeignet, Leckwasser schadensfrei an Entwässerungspunkte abzuleiten. Dann ist es nicht erforderlich, Fußbodenaufbauten auszutauschen, sondern lediglich die in den meisten Fällen geringen bis sehr geringen Wassermengen abzupumpen.

In Untergeschossen können sich wegen der Temperaturträgheit von Bauteilen an deren Oberflächen Tauwasser bilden, wenn beim Lüften die von außen kommende Luft Feuchtigkeit enthält, die beim Abkühlen an Oberflächen die Taupunkttemperatur unterschreitet. Dies kann vermieden werden, indem Räume in z. B. Souterrain Wohnungen mit wenig zur Schimmelpilzbildungen neigenden Baustoffen ausgestattet, getrocknet oder beheizt werden. Dies ist insbesondere im Sommerhalbjahr erforderlich.

An Decken in Tiefgaragen kann es sinnvoll sein, über Stellplätzen tauwasserspeichernde Schichten (z. B. Holzwolleleichtbauplatten) anzuordnen, um evtl. Schäden an abgestellten Fahrzeugen durch eventuell abtropfendes Tauwasser zu vermeiden. Allerdings enthält Tauwasser keine aus dem Beton gelöste Stoffe, da sich dieses nur an der Oberfläche bildet und keine im Beton enthaltene Salze ausgewaschen werden können. Daher ist abtropfendes Tauwasser nicht mit Wasser gleichzusetzen, das wegen Undichtheiten z. B. an Dachabdichtungen über Tiefgaragen durch Decken sickert und Verätzungen an Lack und Gläsern von Autos verursachen kann.

Da in Tiefgaragen grundsätzlich mit Feuchtigkeit zu rechnen ist, sind Bodenflächen so auszustatten, dass sie im feuchten Zustand ohne auszugleiten begangen werden können. Tauwasser, das auf im feuchten Zustand rutschigen Bodenbelägen zu einer Gefahr führen kann, lässt auf einen nicht hinreichend rutschhemmende Belagsoberfläche schließen (Abbildung 57).

Abbildung 57
Tauwasserbildung in einem unbeheizten Treppenraum

Foto: AIBau

5.6.3 Feuchtigkeit in geneigten Dächern

Unter nicht ausgebauten Dächern ist bei ungünstigen Witterungsbedingungen mit Flugschnee und Regentropfen zu rechnen. Wie die Fachregeln[40] formulieren, sind schuppenförmige Dacheindeckungen nicht wasserdicht, sondern bei üblichen Klimabedingungen nur „regensicher".

Vor allem unter Metalldächern, aber auch unter anderen leichten Eindeckungen und während der Bauzeit ggf. auch unter Unterdeckbahnen kann es durch Infrarotstrahlung abgegebene Wärme zu Tauwasserbildung kommen. Tropft dieses Tauwasser konzentriert ab und führt zu Durchfeuchtungen, sind tauwasserspeichernde Schichten insbesondere an Unterseiten von Metallblechen in Form von Vliesen oder tauwasserableitende Zwischenlagen erforderlich[41].

5.6.4 Tauwasser an Fenstergläsern

Während an Einfachverglasungen in Altbauten Tauwasserbildungen unvermeidbar waren, wird in Neubauten über diese Frage diskutiert, wenn an neuen Fenstern Tauwasser entsteht und nach unten abläuft.

An Innenseiten von Mehrfachverglasungen können aufgrund der energetischen Anforderungen an Fenstergläser nur bei außergewöhnlich hohen Luftfeuchtigkeiten Tauwasser auftreten.

Wenn Tauwasser kurzfristig am Glasrand auftritt, ist das in Regel unproblematisch[42]. Dabei ist zu berücksichtigen, dass insbesondere bei Dachverglasungen aufgrund der Abstrahlung (Abbildung 58) nach oben bei klaren Nächten auch an gut dämmenden Mehrscheibengläsern innenseitige Tauwasserbildung am Glasrand nicht völlig vermieden werden kann[43].

Bei Gläsern mit sehr gutem Wärmeschutz ist insbesondere ebenso an Dachverglasungen eine außenseitige Tauwasserbildung möglich, die die Durchsicht in morgendlichen Stunden ggf. erheblich beeinträchtigen kann[44].

[40] siehe Regelwerk des dt. Dachdeckerhandwerks: Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen, ZVDH, Köln, 12/2012; gleichlautende Angaben finden sich in DIN 4108-3: 2018-10 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden; Klimabedingter Feuchteschutz; Abschnitt 5.3.3.

[41] Anforderungen an wasserableitende Schichten unterhalb der Eindeckung sind im Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen im Regelwerk des dt. Dachdeckerhandwerks, ZVDH, Köln, vom Januar 2010 definiert.

[42] In DIN 4108-3:2018-10 wird in Kapitel 5.1.3 auf DIN EN ISO 13788 hingewiesen und das kurzfristige Auftreten von Oberflächentauwasser als „unkritisch" bezeichnet. In DIN EN ISO 13788:2013-05 ist in Kapitel 5.4 das Berechnungsverfahren zur Begrenzung dieser „gewissen intermittierenden Tauwasserbildung" beschrieben, welches allerdings nur in seltenen Ausnahmefällen zur Anwendung kommen dürfte.

[43] s. dazu Hinweise der Isolierglashersteller;

[44] Eine Beschreibung dazu ist z. B. im Merkblatt des Bundesverbands Flachglas: „Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Isolierglas" in Kapitel 5.1 „Außenkondensation" formuliert.

Mögliche Tauwasserbildungen sollten konstruktiv berücksichtigt werden, wie das in Gegenden mit rauem Klima bei Einfachverglasungen in Altbauten schon der Fall war. Dort haben in Oberseiten von Fensterbänken eingefrästen Rinnen anfallendes Tauwasser auffangen und, bei sehr großen Tauwasseranfall, ggf. in eigens dafür installierte Behälter oder durch kleine Öffnungen nach abgeleitet. Bei heutigen Bauweisen mit hohen Wärmeschutzanforderungen werden an Fenster angrenzende Bauteile bei üblicher Raumnutzung nicht durch Tauwasserbildung der Verglasung feucht. Feuchtigkeitsbedingte Schimmelbildungen oder Tapetenablösungen sind in der Regel auf unzureichenden Luftwechsel, fehlerhaft betriebene oder instandgehaltene raumlufttechnische Anlagen oder unsachgemäße Raumnutzung zurückzuführen. Allerdings kann ein Raumluftverbund von beheizten Räumen mit unbeheizten Räumen oder mit unbeheizten Wintergärten zur Tauwasserbildung an Innenseiten von Gläsern führen. Dann aber liegt entweder ein konzeptioneller Fehler vor, wenn es keine Abtrennungen zwischen beheizten und nicht beheizten Räumen gibt, oder ein Nutzungsfehler in der Form vor, dass vorhandene Türen zwischen den unterschiedlichen genutzten Räumen nicht geschlossen sind. DIN EN ISO 13788[45] formuliert in einer Anmerkung zu Tauwasser, dass dieses zu Schäden an feuchteempfindlichen Stoffen führen kann, während an nicht absorbierenden Untergründen, etwa an Fliesen, Tauwasser unschädlich ist, insofern es nach entsprechender Nutzung von z. B. Duschen hinreichend schnell abtrocknen kann und keine feuchteempfindlichen Stoffe beeinträchtigt werden.

Abbildung 58
Tauwasser unter einer Überkopfverglasung

Foto: AIBau

Abbildung 59
Tauwasser am Rand von Isolierglasscheiben ist in der Regel nicht zu beanstanden.

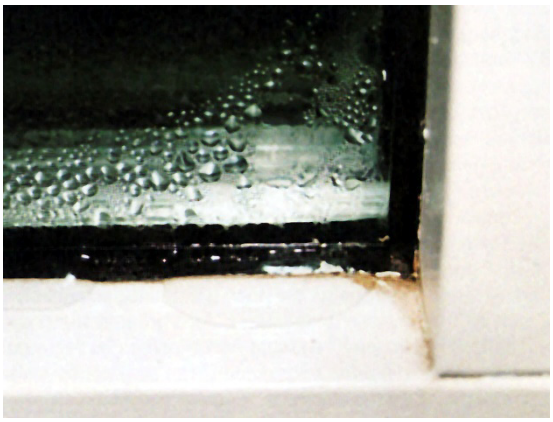


Foto: AIBau

5.6.5 Feuchtigkeit an Innenseiten von niveaugleichen Fenstern und Türen

Regelmäßig wird ein hoher Aufwand an niveaugleichen Türschwellen betrieben, die nicht nur aus bauordnungsrechtlichen Gründen regelmäßig gefordert werden, sondern mittlerweile üblicher Baustandard sind. Dabei werden Aufkantungshöhen von mehr als 1 cm regelmäßig nicht mehr geduldet.

In vielen Fällen werden kleinste Wassermengen an Innenseiten von Fenster oder Türen nicht gerügt, wenn das Wasser in sehr seltenen Fällen von sehr starken Schlagregen eindringt. Allerdings kann grundsätzlich erwartet werden, dass selbst in solchen Extremsituationen an der Innenseite weder von außen eindringendes Wasser abläuft noch Tauwasser über einen angrenzenden Holzparkettbelag fließt und dort Wasserflecken erzeugt.

Bislang bestand ein Missverständnis. Man glaubt, mit Abdichtungen niveaugleiche Türschwellen herstellen zu können und findet dazu in technischen Empfehlungen, die sich mit Abdichtungen beschäftigen, z. B. in den Abdichtungsnormen DIN 18531 und DIN 18533 sowie der Flachdachrichtlinie des ZVDH entsprechende Hinweise, Abdichtungen an Schwellen anzuschließen. Niveaugleiche, barrierefreie Schwellen sind aber Bausätze. Deren wichtigster Bestandteil sind die Schwellen, die aber häufig keine geeignete oder überhaupt keine Anschlussmöglichkeit von Abdichtungen zulassen.

[45] S. Kap. 5.1 in DIN EN ISO 13788: 2013-05 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren.

Schaut man sich die Anwendungsbereiche der jeweiligen technischen Empfehlungen an, müssten niveaugleiche Türschwellen in Schriften beschrieben werden, die nicht nur Abdichtungen, sondern auch alle anderen Komponenten beinhalten. Da es solche nicht gibt, werden niveaugleiche Türschwellen nur hilfsweise in Normen oder Richtlinien beschrieben, die sich mit Abdichtungen beschäftigen. Diese können aber naturgemäß nicht den wichtigsten Bestandteil des Bausatzes beschreiben, nämlich die Schwellen.

Neben dem bisher üblichen Ansatz, Abdichtungen an Außenseiten von Schwellen anzuschließen, gibt es die Alternative, zunächst die Abdichtung vor Einbau von Fenster oder Türen herzustellen, raumseitig aufzukanten und erst dann das Fenster- oder Türelement zu montieren.

Bei dem Anschluss von innen gibt es mehrere Optionen. Zum einen kann an Schwellen, an denen nur geringe oder keine Anforderung an den Wärmeschutz und die Luftdichtheit besteht, zum Beispiel an Eingängen von Geschäftspassagen oder in Gebäude ohne Wärmeschutzanforderungen, ein rinnenartiger Spalt zwischen einer an einem gekanteten Blech ausgeführten Abdichtung und der Raumseite der Schwelle belassen werden. Über diese Rinne kann von außen eindringendes Wasser aufgefangen und wieder nach außen abgeleitet werden.

Bei Schwellen mit Anforderungen an Wärmeschutz und Luftdichtheit kann auch eine solche Rinne angeordnet werden, auch wenn die Schwelle unterseitig und seitlich gegenüber den angrenzenden Bauteilen wärmegedämmt und luftdicht angeschlossen wird. Die selbst bei starkem Schlagregen an Innenseiten von Türen und Fenster ablaufende Wassermenge ist in der Regel so gering, dass sie entweder mit einer kleinen Falzentwässerung nach außen abgeleitet oder durch ein feuchtigkeitgesteuertes, elektrisches Heizband abgetrocknet werden kann. Solche an der Innenseite optisch kaum auffallenden, schmalen Rinnen können selbstverständlich auch an Innenseiten von Fenstern angeordnet werden, die bodentief an feuchteempfindliche Beläge angrenzen, zum Beispiel an Holzbeläge. Mit diesem Konzept des „Zulassens" lassen sich mit kleinem Aufwand schadensfrei bleibende niveaugleiche Türschwellen herstellen, die keine Aufkantung aufweisen, und ebenfalls an aus gestalterischen Gründen gewünschten bodentiefe Verglasungen.

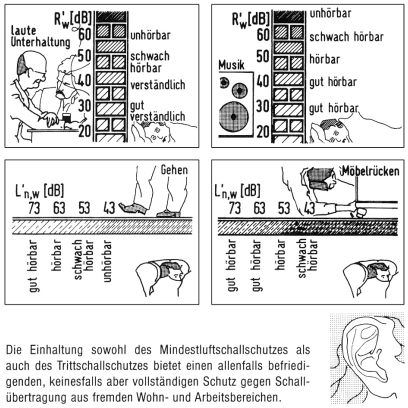
Bestehen Probleme im Bestand, wozu unter technischen Aspekten auch neu errichtete Gebäude zählen, und führt eindringende Feuchtigkeit zu Schäden an Innebauteilen, können gegebenenfalls solche schmalen Rinne nachträglich installiert werden, die Folgeschäden von eventuell eindringendem Wasser oder ablaufenden Tauwasser vermeiden.

5.7 Geräusche (Rainer Pohlenz)

5.7.1 Luftschall und Körperschall

Belästigungen durch Geräusche aus der Nachbarwohnung, dem Nachbarhaus oder der Umgebung – sei es durch laute Sprache und Musik (Luftschall), sei es durch Geh- und Installationsgeräusche (Körperschall) – sind immer wieder Anlass, den Schallschutz eines Bauwerks zu beanstanden. Dabei wird häufig übersehen, dass selbst bei Gebäuden mit erhöhtem Schallschutz-keineswegs jegliche Schallübertragung unterbunden wird.

Der Schutz der Intimsphäre und auch der Gesundheitsschutz sind durch die Verordnung (EU) 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates und die Landesbauordnungen geregelt. Der darauf aufbauende bauordnungsrechtliche Mindestschallschutz ist daher grundsätzlich auch ohne besondere Vereinbarungen geschuldet. Er ist in der bauordnungsrechtlich eingeführten Norm DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau - Mindestanforderungen durch Grenzwerte definiert. So beträgt z. B. bei Wohnungstrenndecken das erforderliche bewertete Schalldämm-Maß R'_w mindestens 54 dB und der bewertete Norm-Trittschallpegel $L'_{n,w}$ maximal 50 dB. Von Wohnungstrennwänden wird ein R'_w von mindestens 53 dB, bei Reihenhaustrennwänden von mindestens 59 dB gefordert. Für Geräusche aus gebäudetechnischen Anlagen wird derzeit ein maximaler Norm-Schalldruckpegel $L_{AF,max,n}$ von 30 dB zugelassen.



Grafik: Pohlenz

Abbildung 60
Wirkung der Schalldämmung (Pohlenz).

Wie aus Abbildung 60 erkennbar ist, sind bei diesem Schallschutzniveau sowohl Sprech- als auch Gehgeräusche noch hörbar, einzelne Wörter sind u. U. sogar verstehbar.

DIN 4109-1 enthält deshalb den Hinweis, dass nicht erwartet werden kann, *„dass Geräusche von außen oder aus benachbarten Räumen nicht mehr bzw. als nicht belästigend wahrgenommen werden, auch wenn die in dieser Norm festgelegten Anforderungen erfüllt werden.*"

In DIN 4109-5[46] finden sich Vorschläge für einen erhöhten Schallschutz, die sich um mindestens 3 dB vom o. a. Mindestschallschutz unterscheiden. VDI 4100[47] enthält sogar zwei über den Mindestschallschutz hinausgehende Schallschutzstufen (SSt II und III). Durch den erhöhten Schallschutz nach DIN 4109-5 bzw. nach VDI 4100 SSt II wird eine Schutzwirkung erreicht, in der *„die Betroffenen im Allgemeinen Ruhe finden*". Erst bei Vorliegen der SSt III *„können die Bewohner ein hohes Maß an Ruhe finden. …. Der Schutz der Privatsphäre ist auch bei lauter Sprache weitestgehend gegeben*".

Sehr aufschlussreich sind die in Tabelle 13 wiedergegebenen Angaben über die Wahrnehmung üblicher Geräusche aus Nachbarwohnungen und Zuordnung zu drei Schallschutzstufen aus VDI 4100. Mit Hilfe dieser Tabelle wird die Störwirkung verschiedener Geräuschimmissionen je nach Schallschutzstufe besser abschätzbar Erst bei Vorliegen der Schallschutzstufe III führt demnach die Übertragung von Wohngeräusche zu keiner (nennenswerten) Störung mehr.

Unter Bezugnahme auf zwei BGH-Entscheidungen[48] scheint sich in der Rechtsprechung durchzusetzen, dass ein Schallschutz der VDI-Schallschutzstufe II, in etwa entsprechend dem erhöhten Schallschutz gemäß DIN 4109-5, als ein für Wohnzwecke *„üblicher Qualitäts- und Komfortstandard*" eingestuft wird, obwohl bis heute der in der Praxis für den normalen Wohnungsbau übliche Schallschutz geringfügig darunter liegt.

Es ist dringend anzuraten, bei Vertragsabschluss z. B. in Baubeschreibungen die geplante Schallschutzqualität ausführlich zu erläutern und ausdrücklich und detailliert zu vereinbaren, damit später ein Streit darüber vermieden wird, welche Schallschutzeigenschaften der Besteller z. B. aufgrund von sonstigen Versprechungen zum Qualitätsstandard einer Immobilie erwarten durfte. Es empfiehlt sich dabei der Hinweis, dass geringfügige Abweichungen vom Schutzziel als hinnehmbar gewertet werden. Eine Abweichung von 1 dB ist durch das menschliche Gehör nicht wahrnehmbar.

[46] DIN 4109-5:2020-08 Schallschutz im Hochbau - Teil 5 Erhöhte Anforderungen
[47] VDI 4100:2012-10 Schallschutz im Hochbau - Wohnungen, Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz
[48] BGH v. 14.06.2007, VII ZR 45/06 und BGH v. 04.06.2009, VII ZR 54/07

Tabelle 13
Wahrnehmung üblicher Geräusche aus Nachbarwohnungen und Zuordnung zu drei Schallschutzstufen

Spalte	1	2	3	4
	Art der Geräuschemission	**Wahrnehmung der Immission aus der Nachbarwohnung** (abendlicher A-bewerteter Grundgeräuschpegel von 20 dB, üblich große Aufenthaltsräume)		
Zeile		SSt I	SSt II	SSt III
1	Laute Sprache	undeutlich verstehbar	kaum verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar
2	Sprache mit angehobener Sprechweise	im Allgemeinen kaum verstehbar	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar
3	Sprache in normaler Sprechweise	im Allgemeinen nicht verstehbar	nicht verstehbar	nicht hörbar
4	Sehr laute Musikpartys	sehr deutlich hörbar	deutlich hörbar	noch hörbar
5	Laute Musik, laut eingestellte Rundfunk- und Fernsehgeräte	deutlich hörbar	noch hörbar	kaum hörbar
6	Musik in normaler Lautstärke	noch hörbar	kaum hörbar	nicht hörbar
7	Spielende Kinder	hörbar	noch hörbar	kaum hörbar
8	Gehgeräusche	im Allgemeinen kaum störend	im Allgemeinen nicht störend	nicht störend
9	Nutzergeräusche	hörbar	noch hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar
10	Geräusche aus gebäude- technischen Anlagen	unzumutbare Belästigungen werden im Allgemeinen vermieden	im Allgemeinen nicht störend	nicht oder nur selten störend
11	Haushaltsgeräte	noch hörbar	kaum hörbar	im Allgemeinen nicht hörbar

Quelle: nach VDI 4100: 2012-10, Tabelle 1

Zu beachten ist: Erbringt eine in der Baubeschreibung beschriebene Konstruktion bei fehlerfreier Ausführung einen besseren Schallschutz als den im Bauvertrag vereinbarten, so gilt dieser Schallschutz unabhängig davon, was zahlenmäßig vereinbart wurde, als geschuldet. Wird z. B. als Wohnungstrenndecke eine Stahlbetondecke mit schwimmendem Estrich vertraglich vereinbart, so ist bei durchschnittlicher Ausführungsqualität ohne Schallbrücken ein an die Schallschutzstufe II heranreichender Schallschutz ohne weiteres erreichbar und auch geschuldet. Ähnliches gilt für viele Reihenhaustrennwand-Bauweisen[49].

Die Störwirkung von Geräuschen ist in weiten Bereichen subjektiv geprägt. Die VDI-Richtlinie 4100 führt dazu aus: *„Ob ein Geräusch als belästigend erlebt wird, hängt auch von verschiedenen personen- und situationsabhängigen Bedingungen und von der Art des Geräuschs ab. So ist z. B. das Verhältnis der Bewohner zueinander (soziales Klima) von besonderer Bedeutung für die Belästigungsempfindlichkeit.*"

Abgesehen von wenigen, sehr eindeutigen Situationen sollte man daher beim Streit über die Berechtigung von Mangelrügen zum Schallschutz einen Sachverständigen hinzuziehen, der durch Messungen die Auseinandersetzung auf eine objektivere Basis stellt.

5.7.2 Bauteilgeräusche

Bestimmte Bauteilbeanspruchungen können Geräusche verursachen, die gelegentlich beanstandet werden und unter bestimmten Bedingungen auch stark störend sein können. Dazu zählen:

- Trommelgeräusche auf Blech und Glasflächen durch Regen und Hagel
- Pfeif- und Klappergeräusche an Fassaden und Eindeckungen bei Wind oder Sturm

[49] s. Pohlenz, a. a. O., bzw. VDI 4100.

- Knarrgeräusche an Holztreppen, Holzböden und Estrichen beim Begehen
- Knack-, Knister- und Knallgeräusche bei behinderter Längenänderung von Fassaden- und Dachelementen.

Die schalltechnische Beurteilung dieser Geräusche wird dadurch erschwert, dass weder in DIN 4109 noch in anderen Regelwerken konkrete Anforderungen an zulässige Pegel enthalten sind, obwohl die Messung von Regengeräuschen seit 2007 genormt ist[50]. In Aufenthaltsräumen sollte bei Dauergeräuschen (z. B. Regentrommeln) ein $L_{AF,max,n}$ von 30 dB allerdings nicht wesentlich überschritten werden. Bei selten auftretenden, kurzzeitigen Geräuscheinwirkungen (z. B. Knackgeräusche bei Längendehnungen) sollte der Pegel nicht über 40 dB liegen.

Bei der Bewertung von Bauteilgeräuschen sollten folgende Fragen erörtert werden:

- Werden die akustischen Phänomene üblicherweise hingenommen?
  So wird man das Trommeln von Regen oder auch Hagel auf einer üblichen Fassade oder auf der Fensterscheibe nicht beanstanden. Solche Geräusche erhöhen im Gegenteil das Geborgenheitsgefühl. Gleiches gilt für das gelegentliche Pfeifen des Sturms. Auch das Knarren einer Holztreppe wird in gewissem Rahmen hingenommen. DIN 18334 führt dazu aus: *„Treppen sind so herzustellen und zu montieren, dass Knarren beim Begehen verhindert wird. Vereinzelt auftretende Knarrgeräusche sind bei größeren raumklimatischen Schwankungen nicht auszuschließen*[51]."
- Wird bei üblicher Beschaffenheit etwas gegen das Phänomen unternommen?
  Es kann z. B. als allgemein üblich bezeichnet werden, dass freitragende Aluminiumfensterbänke unterseitig mit einer Antidröhnbeschichtung versehen werden, damit es insbesondere beim Nachtropfen nach Regenfällen nicht zu deutlichen Klopfstörungen kommt.
  Bei flächig aufliegenden Blechkonstruktionen (z. B. Zinkblech) ist dies normalerweise nicht erforderlich[52].
  Bei Metallbauarbeiten, insbesondere auch bei Vorhangfassaden, ist die Montage von weitgehend geräuschfreien Metallteilen durch den Einbau von gleitenden Dehnmöglichkeiten eine typische Aufgabe des Fassadenbauers. Hier kann erwartet werden, dass Knackgeräusche durch eine entsprechende Ausbildung der Befestigungen und Elementstöße vermieden werden.
- Tritt das auslösende Ereignis nur sehr selten auf?
  Äußerst seltene Pfeifgeräusche an Sonnenschutzvorrichtungen bei ganz besonderen, nur sehr selten auftretenden Windbedingungen werden nicht ernsthaft zu beanstanden sein.
- Wird die Nutzbarkeit durch das beanstandete Geräusch erheblich beeinträchtigt?
  Immer wieder auftretende, starke Knackgeräusche in einer nicht sachgerecht montierten Bürohausfassade oder starke Trommelgeräusche in Leichtdachkonstruktionen können je nach Art der Gebäudenutzung indiskutabel sein und müssen ggf. unabhängig von der Frage der Beseitigungskosten abgestellt werden[53].
- Wie groß ist der Beseitigungsaufwand?
  Kommt es z. B. zu Trommelgeräuschen auf einer Blechabdeckung, weil durch eine ungünstige Gestaltung eines darüber liegenden Wasserspeiers das Niederschlagswasser konzentriert genau auf die Blechfläche auftrifft, so kann erwartet werden, dass die Situation so geändert wird, dass eine solche, relativ leicht vermeidbare Belästigung nicht auftritt.

[50] DIN EN ISO 140-18:2007-02 Messung des durch Regenfall auf Bauteile verursachten Schalls
[51] DIN 18334:2005-01 Zimmer- und Holzbauarbeiten.
[52] Rheinzink – Anwendung in der Architektur, Abschnitt II – 4.1.3 Regengeräusche, Düsseldorf 1993.
[53] In IBR 1992, Seite 49, wird über einen entsprechenden Fall eines Hallendachs berichtet, bei dem allerdings aufgrund der nur untergeordneten Nutzung der Halle der Mangel durch einen Minderwert von 12.000 DM beglichen wurde, da eine Mangelbeseitigung als unverhältnismäßig aufwändig angesehen wurde.

Insgesamt ist festzuhalten, dass im Hinblick auf Bauteilgeräusche die jeweilige Einzelsituation für die Beurteilung maßgeblich ist.

5.8 Gerüche (Harold Neubrand)

Die Wahrnehmung von Gerüchen oder der Geruchssinn wird auch als olfaktorische Wahrnehmung (abgeleitet von lateinisch olfacere ‚riechen') bezeichnet. Riechen bestimmt das Leben des Menschen und wirkt sich tiefgreifend aus. Daher sind Gerüche naturgemäß wichtige Wahrnehmungen. Unausgesprochen werden alle Geruchswahrnehmungen mit dem Vorhandensein von Schadstoffen und gesundheitlich wirksamen Belastungen assoziiert. Dem ist nicht immer so. Aus diesem Grunde ist in solchen Fällen differenzierenderweise vorzugehen. Zu Beginn der neunziger Jahre wurden die biologischen Grundlagen entdeckt, die es Mensch und Tier ermöglichen, eine riesige Fülle unterschiedlicher Gerüche wahrzunehmen - eine Fähigkeit, die für fast alle Spezies überlebenswichtig ist. Es ist zu berücksichtigen, dass Duftstoffe jeglicher Couleur direkte physiologische Wirkungen im Körper des Menschen provozieren und das Schmerzzentrum aktivieren können. Nur wenige Duftstoffe sind bisher identifiziert, welche direkt auf die Riechrezeptoren wirken. Die Nase nimmt zahlreiche Stoffe bereits in Konzentrationen wahr, die unterhalb der Nachweisgrenzen analytischer Methoden liegen oder bisher aufgrund ihrer chemisch-physikalischen Eigenschaften im Rahmen der routinemäßigen Laborverfahren nicht erkannt werden können. Gerüche wirken als Signal für erhöhte Aufmerksamkeit und sind gleichwohl schwer zu benennen und örtlich zu lokalisieren. Bisher ist es nicht gelungen, vom Menschen wahrgenommene Gerüche in ein System von Geruchsqualitäten zu bringen, das den psycho-physiologischen Zusammenhängen gerecht wird. Das Umweltbundesamt geht daher seit dem Jahr 2005 deutlich vorsichtiger um bei der Bewertung von Innenraumemissionen, wenn Duftstoffe oder chemische Verbindungen mit einer geringen Geruchsschwelle daran beteiligt sind. Die Quellen für Gerüche können sowohl innerhalb als auch außerhalb des Gebäudes liegen. Neben Baumaterialien, Inventar, Abbauprodukten von Beschichtungsmitteln, Dichtstoffen etc. sind auch Bauschäden, Feuchteschäden, technische Anlagen, Tiere und die Nutzer selbst als Ursache für Geruchsbelastungen in Betracht zu ziehen. Ein wesentlicher Grund für die Zunahme von Beschwerden über Gerüche in Innenräumen findet sich darin, dass Gebäude immer luftdichter gebaut werden, ohne dass für einen hygienisch ausreichenden Luftwechsel gesorgt wird.

Die erste Frage zu einer Geruchswahrnehmung ist, ob sich eine Unterscheidung in eine biologische oder chemische Natur vornehmen lässt. Modrig-dumpfe, an einen feuchten Keller oder Spätsommerwald erinnernde Gerüche weisen auf aktive mikrobiologische Prozesse hin. Dies wäre bei der Abnahme eines neuen Bauwerks bzw. der Renovierung eines Bestandsgebäudes nur mit (verdeckten) Feuchte- oder Wasserschäden zu erklären. Somit weist der Geruch hin zur weiteren Problemdiagnose in Form bautechnischer Prüfungen. Sollten sich dabei verdeckte Schäden mit holzzerstörenden Pilzen, Schimmelpilzen, Bakterien, Viren, Abwasserhavarien etc. zeigen, so sind diese nach den einschlägigen Regelwerken zu bewerten und im Falle nicht hinzunehmender Belastungen auch sachgerecht zu beheben.

Gerüche, die auf Chemikalien und Emissionen (Verflüchtigungen) hinweisen, sind deutlich komplexer zu handhaben. Die Praxis zeigt, dass durchaus Situationen auftreten können, in denen mittels chemisch-physikalischer Methoden keine Auffälligkeiten zu identifizieren sind, während gleichzeitig (zum Teil starke) Gerüche sensorisch wahrnehmbar sind. Daher ist erst zu klären, ob es sich um vereinzelt oder wiederholt auftretende Situationen handelt. Letzterer Fall kann erstens häufig bis permanent vorkommen oder zweitens z. B. durch Reinigungen provoziert werden.

Empfohlen werden kann folgende Vorgehensweise:

- Bewusste Konzentration auf die Geruchswahrnehmung innerhalb der ersten 2 bis 3 Minuten nach dem Eintreten in die Räumlichkeiten - Versuch einer ersten Zuordnung (biologisch oder chemisch?) und Einordnung der Intensität
- Bei Auffälligkeiten ist das Prozedere zu wiederholen, da die Nase sich in kurzer Zeit an die Umgebung adaptiert. Also nochmals nach draußen an die frische Luft treten und einige Minuten abwarten. Dann wieder in die betreffenden Räumlichkeiten gehen.

- Bei Auffälligkeiten: Versuch einer Lokalisierung der intensivsten Geruchswahrnehmung
- Analyse und bautechnische Einordnung durch den Sachverständigen für Schäden an Gebäuden
- Ausschluss von (verdeckten) Feuchte- und Wasserschäden
- Falls Problem anhält: Unterstützung durch Sachverständigen für Schadstoffe.

Im vorliegenden Bericht geht es ausschließlich um Unregelmäßigkeiten, die unmittelbar nach der Fertigstellung von Arbeiten auffallen und im Zuge der Abnahme zu Kontroversen führen. Konkreter geht es hier um die Frage und Bewertung, ob ein monierter Geruch einen Mangel der Raumluftqualität darstellt oder ob aufgrund von Gerüchen im Raum eine unzumutbare Belästigung vorhanden ist. Denkbar wäre das erst ab einer hohen Geruchsintensität und hoher Zeitdauer einer Exposition. Bisher gibt es jedoch für Geruchsstoffe in Innenräumen keine verbindlichen Grenz- und Richtwerte. Jedoch gibt es Regelungen für die Bewertung leichtflüchtiger organischer Stoffe (VOC), welche auf Emissionen aus Baumaterialien zurückzuführen sind. Bei einigen von Bauprodukten abgegebenen flüchtigen Verbindungen handelt es sich überwiegend um Geruchsstoffe mit zum Teil sehr niedrigen Geruchschwellenwerten. Diese Fragen sind nur mit konkreten Messergebnissen zu klären, was Raumluftmessungen gemäß DIN EN ISO 16000-5 bedingt. Hiermit werden die vorliegenden Konzentrationen von Stoffen ermittelt und können dann auf der Basis der amtlichen Richtwerte des Umweltbundesamtes bewertet werden.

Aus der Bekanntmachung „Beurteilung von Innenraumluftkontaminationen mittels Referenz- und Richtwerten", die das Umweltbundesamt am 21. Juni 2007 publizierte, ergeben sich aus Abschnitt 5.2 „Zeitlicher Verlauf erhöhter TVOC- Konzentrationen" folgende Sachverhalte: „Die Beurteilung anhand von Referenzwerten bzw. des TVOC-Wertes ist vor allem für Räumlichkeiten, in denen sich eine Ausgleichskonzentration in der Luft eingestellt hat, geeignet und lässt bei erhöhten Werten möglicherweise dann Rückschlüsse auf besondere Quellen zu. Wenn Quellen neu in Räume eingebracht wurden, wie dies z. B. nach Renovierungsarbeiten, Neu- und Umbauten sowie Neumöblierungen der Fall ist, sind die Raumluftkonzentrationen in den meisten Fällen zunächst hoch und fallen mit der Zeit mehr oder minder schnell auf ein „Gleichgewichtsniveau" ab. Eine „Gleichgewichtseinstellung" der Konzentration kann erfahrungsgemäß Monate bis zu etwa einem Jahr dauern. In Neubauten, frisch renovierten Räumen oder nach Neumöblierungen sind deshalb für eine begrenzte Zeit (maximal 12 Monate) höhere TVOC-Konzentrationen tolerabel. Allerdings sollten 3 Milligramm TVOC/m³ nicht überschritten werden. Es ist im Übrigen darauf hinzuweisen, dass Lüftung grundsätzlich zur üblichen Nutzung von Räumen gehört, die von Personen benutzt werden. Aus besonderem Anlass ist eine erhöhte Lüftungsaktivität, die ggf. mit den Raumnutzern vereinbart werden sollte, zumutbar. Diese Ausführungen sind von großer Wichtigkeit für den Umgang mit Unregelmäßigkeiten. Für einen vorübergehenden Zeitraum sind erhöhte Konzentrationen leichtflüchtiger organischer Verbindungen (VOC) hinzunehmen; unter der Einschränkung, dass die Gefährdungsschwelle nicht überschritten wird. Diese ist gekoppelt erstens an den Summenwert TVOC (total volatile organic compounds) und zweitens an den Richtwert II einzelner Stoffe. Abgesehen von wenigen, sehr eindeutigen Situationen sollte man daher beim Streit über die Berechtigung von Mangelrügen durch Gerüche einen Sachverständigen hinzuziehen, der durch Luftmessungen die Auseinandersetzung auf eine objektivere Basis stellt.

5.9 Schadstoffe und Emissionen (Harold Neubrand)

Die Menschen halten sich heutzutage durchschnittlich 90 % der Zeit in Innenräumen auf. Pro Tag atmet der Mensch 10 bis 20 Kubikmeter Luft ein, je nach Alter und je nachdem, wie aktiv er ist. Dies entspricht einer Masse von 12 bis 24 Kilogramm Luft. Das ist weitaus mehr als die Masse an Lebensmitteln und Trinkwasser, die eine Person täglich zu sich nimmt! Deshalb ist es wichtig, dass Vorkehrungen getroffen werden, die eine gute Innenraumluftqualität sicherstellen. Es müssen daher Vorgaben erarbeitet werden, ab welcher Konzentration ein Stoff in der Raumluft „schädlich" ist. Dazu dienen Richtwertableitungen, welche die „Innenraumlufthygiene-Kommission" (IRK) des Umweltbundesamtes seit dem Jahr 1993 erarbeitet. Um das angezeigte Schutzniveau zuverlässiger sicherzustellen, wurden die nationalen und europäischen Regelwerke im Laufe der Jahre an die Erkenntnisse der Hygieniker angepasst. Die Erfahrungen des nachhaltigen Bauens und der damit verbundenen Raumluftmessungen zur Abnahme eines Gebäudes belegen eindrücklich, dass dieser Aspekt kein Selbstläufer

ist und besonderen Augenmerks bedarf. Die Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) wurde im Jahr 2017 eingeführt. Der Anhang 8 „Anforderungen an bauliche Anlagen bezüglich des Gesundheitsschutzes (ABG)" konkretisiert die gesundheitsbezogenen Anforderungen an bauliche Anlagen hinsichtlich der Inhaltsstoffe und der Freisetzung schädlicher Stoffe aus Bauprodukten. Die Grundlage hierfür ist das Prüf- und Bewertungsschema des Ausschusses zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (kurz AgBB-Schema). Die Prüfung der Freisetzung schädlicher Stoffe aus Bauprodukten (Emissionen) erfolgt dabei in einer Prüfkammer mit festgelegten und gleichbleibenden Bedingungen. Das AgBB-Schema bezieht sich seit dem Jahr 2018 auf die DIN EN 16516:2018-01 „Bauprodukte - Bewertung der Freisetzung von gefährlichen Stoffen – Bestimmung von Emissionen in die Innenraumluft". Die europäisch harmonisierten Prüfvorgaben der horizontalen Prüfnorm werden zur Prüfung der Emissionen hygienisch relevanter Stoffe aus Bauprodukten im Rahmen einer Prüfkammermessung zugrunde gelegt. In Absatz 2.2.1 werden für folgende Bauprodukte Anforderungen hinsichtlich der Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen erhoben, wenn sie in Aufenthaltsräumen und in baulich nicht davon abgetrennten Räumen Verwendung finden:

- Bodenbeläge inkl. Oberflächenbeschichtung, Bodenbeschichtungen mit Kunstharzsystemen, Bodenbelagskonstruktionen sowie deren Komponenten,
- Bodenbelagsklebstoffe und Klebstoffe für strukturelle Verbunde (Leimhölzer),
- Reaktive Brandschutzbeschichtungssysteme auf Stahlbauteilen,
- Dämmstoffe (Phenolharzschäume und UF-Ortschäume),
- Dekorative Wandbekleidungen und dickschichtige Wandbeschichtungen auf Kunststoffbasis,
- Deckenverkleidungen und Deckenkonstruktionen auf Kunststoffbasis,
- Holzwerkstoffe in Form von schlanken ausgerichteten Spänen (OSB) und kunstharzgebundene Spanplatten, dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL),
- nachträglich aufgebrachte organische Feuerschutzmittel.

Für diese Bauprodukte sind Nachweise in Form von Emissionsprüfungen gemäß AgBB-Schema auf Basis der DIN EN 16516 zu erbringen. Die Erfüllung vorgenannten Anforderungen ergibt sich aus entsprechenden Einträgen in der allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung (abZ). Alternativ ist der Nachweis zu führen mittels Vorlage einer freiwilligen Europäischen Technischen Bewertung (ETA) oder mittels eines freiwilligen Gutachtens nach MVV TB D 3.

Des Weiteren wurde die deutsche Chemikalienverbotsverordnung angepasst. Seit dem 1. Januar 2020 gilt in Deutschland ein neues Prüfverfahren für Formaldehydemissionen aus Holzwerkstoffen auf Grundlage der harmonisierten DIN EN 16516. Um die gesetzliche Mindestgüte gemäß deutscher Chemikalienverbotsverordnung, also die Emissionsklasse E1 zu erfüllen, ist eine Ausgleichskonzentration von maximal 0,1 ppm Formaldehyd mit einer Prüfkammeruntersuchung nach dem neuen Referenzverfahren DIN EN 16516 nachzuweisen. Prüfungen nach der vorigen Norm DIN EN 717-1 waren für einen Übergangszeitraum bis Ende 2020 zugelassen. Deren Ergebnisse waren mit dem Faktor 2,0 zu multiplizieren. Generell gilt, dass nur Prüfkammeruntersuchungen als Nachweis zuzulassen sind. Neuere Untersuchungen haben ergeben, dass es bei Formaldehyd keine stringente Korrelation zwischen Materialgehalten und Emissionswerten gibt. Daher können Untersuchungen nach DIN EN 120 oder DIN EN 717-2 nicht mehr berücksichtigt werden. Es ist leider eine Tatsache, dass auf dem deutschen Markt seit vielen Jahren Holzwerkstoffplatten in Verkehr gebracht wurden bzw. immer noch werden, welche die nationalen gesetzlichen Anforderungen an die Emission von Formaldehyd nicht einhalten können. Und zwar deswegen nicht, weil die im Detail vorgeschriebenen Prüfungen von den Herstellern gar nicht durchgeführt werden und/ oder die geforderte Fremdüberwachung nicht stattfindet. Gemäß deutscher Chemikalienverbotsverordnung gilt seit dem Jahr 1989: „Beschichtete und unbeschichtete Holzwerkstoffe (Spanplatten, Tischlerplatten, Furnierplatten und Faserplatten) dürfen nicht in den Verkehr gebracht werden, wenn die durch den Holzwerkstoff verursachte Ausgleichskonzentration des Formaldehyds in der Luft eines Prüfraums 0,1 ml/cbm (ppm) überschreitet." Im Jahr 2019 wurde dieser Umstand in der gesamten Branche offenkundig, nachdem eine RAPEX- Meldung (Rapid Exchange of Information System - europäisches Schnellwarnsystem für Verbraucherprodukte) lanciert wurde. Diese führte letztendlich dazu, dass alle Spanplatten des tschechischen Herstellers Kronospan CR spol. s r.o. vom deutschen Markt abgezogen werden mussten. Seither muss jedem deutschen

Holzhändler klar geworden sein, dass das kein Einzelfall war. Zudem sind seit dem Jahr 2017 die Regelungen der MVV TB Anhang 8 Absatz 2.2.1 für Holzwerkstoffe in Form von schlanken ausgerichteten Spänen (OSB) und kunstharzgebundenen Spanplatten sowie dekorativen Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL) zu beachten.

Neue, bisher nicht gestellte Anforderungen erwachsen aus dem New Green Deal der Europäischen Union sowie dem damit verknüpften Instrument der EU-Taxonomie. Konkrete Anforderungen an die Erstellung und Renovierung von Gebäuden ergeben sich aus der Delegierten Verordnung (EU) 2021/2139 der Kommission. Insbesondere ist hier die Kategorie „Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung" zu beachten. Jegliche Bautätigkeit, welche nur durch die Herstellung, das Inverkehrbringen und die Verwendung von Bauprodukten zustande kommt, hat die Einhaltung europäischen Chemikalienrechts sicher zu stellen. Genannt sind dabei die Verordnungen (EU) 2019/1021, 2017/852, 1005/2009, 1907/2006 sowie die Richtlinie 2011/65/EU. Gefordert sind zudem Emissionsprüfungen von Innenfarben, Lacken, Deckenplatten, Bodenbelägen, Bodenbelagsklebstoffen, Dichtungsmassen und Innendämmungen. Die Anforderungen aus den vorgenannten Regelwerken sind erstens zu planen und zweitens zur Abnahme zu prüfen. Letzteres wiederum bedingt für die Auftragsvergabe, dass entsprechende Vorgaben an die ausführenden Firmen erfolgen inkl. der Dokumentationspflicht verarbeiteter Bauprodukte. Es ist zu erwarten, dass nicht jede Baumaßnahme konform zu diesen gesetzlichen Anforderungen erstellt wurde, woraus sich ein wesentlicher Mangel ableiten ließe. Wie mit solchen Unregelmäßigkeiten umzugehen ist, hängt in jedem Falle vom Einzelfall ab und der daraus entstehenden Folgen für das Bauwerk. Die Konsequenzen der Verarbeitung mangelbehafteter Bauprodukte schlagen sich zu einem größeren Teil in der Güte der Innenraumluft nieder. Das ist mess- und bewertbar. Die Berechtigung einer diesbezüglichen Mangelrüge sollte durch einen Sachverständigen via Raumluftmessung geklärt werden.

6 Bauteile und Materialien

Vorbemerkungen

Zu den in folgenden Kapiteln behandelten Bauteilen und Baustoffen ist anzumerken, dass es sich um eine zusammenfassende Analyse aus der Recherche handelt, die in den jeweiligen Gewerken nach den bisherigen Forschungsberichten zu diesem Thema und den Veröffentlichungen von Prof. Dr. Rainer Oswald dargestellt sind. Selbstverständlich sind die fortführenden Überlegungen des vorliegenden Forschungsberichts noch nicht in die gewerkespezifischen Abhandlungen von anderen Autoren eingeflossen. Dennoch werden diese Entwicklungen dargestellt und an kritischen Stellen kommentiert, insbesondere dort, wo technische Abhandlungen in das Werkvertragsrecht eingreifen.

6.1 Sichtbeton

6.1.1 Allgemeine Hinweise

Nicht jede am fertigen Objekt sichtbare Betonoberfläche verdient die Bezeichnung „Sichtbeton". Als „Sichtbeton" wird vielmehr entsprechend DIN 18217[54] eine sichtbar bleibende Betonfläche bezeichnet, die eine gestalterische Funktion erfüllt.

Da die gestalterischen Anforderungen von gering bis hoch und von möglichst einheitlich und „glatt" bis „bewusst ungleichmäßig und grob" reichen können und da der Aufwand zur Realisierung der gewünschten Anforderungen sehr unterschiedlich sein kann, sollte grundsätzlich die gewünschte Qualität der Sichtbetonfläche vor Planung und Ausführung eindeutig beschrieben werden.

Abbildung 61
Schalungsrauer Sichtbeton

Foto: AIBau

Abbildung 62
Sichtbeton mit sehr glatter Schalhaut

Foto: AIBau

Für unmissverständliche Festlegungen sind vielfältige Kriterien zu benennen: Textur und Schalelementstoß, Porigkeit, Farbtongleichmäßigkeit, Ebenheit, Gestaltung der Arbeits- und Schalhautfugen und Zustand der Schalhautoberfläche (Schalhautklasse). Um den Umfang der im Einzelfall zu treffenden Vereinbarungen zu reduzieren und vor allem für die Durchschnittsfälle ohne ausdrückliche Vereinbarungen bessere Beurteilungsgrundlagen zu erhalten, wurden im Merkblatt[55] vier Sichtbetonklassen definiert, die typische Hochbausituationen mit unterschiedlich hohen gestalterischen Anforderungen repräsentieren:

[54] DIN 18217 Betonflächen und Schalungshaut, Dez. 1981 (Norm wurde im Februar 2017 zurückgezogen).
[55] s. dazu Merkblatt Sichtbeton des Deutschen Beton- und Bautechnik-Vereins, Berlin, 2015.

SB1: geringe gestalterische Anforderungen mit niedrigen Herstellkosten, z. B. Sichtbeton in Kellern und Gewerbebauten ohne Repräsentationsfunktion;

SB2: normale gestalterische Anforderungen mit normalen Herstellkosten, z. B. Sichtbeton in durchschnittlichen Treppenräumen oder Stützwänden;

SB3: hohe gestalterische Anforderungen mit hohen Herstellkosten, z. B. bei Sichtbetonfassaden im Hochbau;

SB4: Betonflächen mit besonders hoher gestalterischer Bedeutung mit sehr hohen Herstellkosten, z. B. repräsentativer Bauteile im Hochbau.

Diesen vier Klassen werden tabellarisch vielfältige Merkmale zugeordnet. Man kann davon ausgehen, dass insbesondere die zu den Klassen SB1 und SB2 genannten Merkmale auch ohne besondere vertragliche Vereinbarung die übliche Beschaffenheit von Sichtbeton mit geringen bzw. normalen gestalterischen Anforderungen beschreiben. Das Merkblatt macht weiter deutlich, dass hohe Anforderungen (ab SB3) nur mit hohem materialtechnologischem, handwerklichem und organisatorischem Aufwand und daher nur mit hohen Kosten realisierbar sind. Es ist daher ein Irrtum, zu meinen, durch die Bestellung einer Sichtbetonfläche seien grundsätzlich Kosteneinsparungen möglich, da auf die sonst notwendige Oberflächenbekleidung durch Putze oder andere Bekleidungen verzichtet werden kann. Einsparungen können nur bei deutlichen Abstrichen bei der gestalterischen Oberflächenqualität erzielt werden[56].

Bei hohen und erst recht bei besonders hohen Anforderungen sollten bzw. bei großen Flächen müssen Erprobungsflächen erstellt werden, die – bei entsprechender Zustimmung des Bestellers mit dem Ergebnis – dann als Referenzflächen vereinbart werden können.

Die Musterfläche wird aber nur bei weitgehend ähnlichen Vorbedingungen (Abmessungen, Ausgangsstoffe, Betonzusammensetzung, Schalung, Witterung) der Ausführung gleichen können. Aufgrund der Vielzahl der Einflussfaktoren ist daher eine völlige Übereinstimmung mit dem Muster nicht sicher erreichbar.

VOB/B weißt in § 13 Nr. 2 Mängelansprüche darauf hin, dass Abweichungen von der Probefläche nicht fehlerhaft sind, wenn sie *„nach der Verkehrssitte als bedeutungslos anzusehen sind*."

In welchem Umfang Abweichungen vom gewünschten Zustand unter technischen Aspekten hinzunehmen sind, hängt wesentlich von den vertraglichen Anforderungen ab, wobei zwischen Anforderungen zu unterscheiden ist, die realisierbar sind und solchen die nicht bzw. nur begrenzt herstellbar sind. Allerdings machen technische Unmöglichkeiten Verträge nicht nichtig. Wer das Blaue vom Himmel verspricht, muss sich an diesem Maßstab messen lassen.

Weiterhin ist beim Streit über Abweichungen bei Einzelmerkmalen zu bedenken, dass es meist letztlich nicht auf das Einzelmerkmal, sondern den optischen Gesamteindruck des Bauteils oder gar Bauwerks aus gebrauchsüblicher Betrachtungsposition ankommt.

Im Merkblatt Sichtbeton wird daher in Bezug auf mögliche Abweichungen zu den jeweiligen Einzelkriterien detailliert aufgelistet, welche Forderungen technisch nicht oder nicht zielsicher herstellbar sind, welche Abweichungen nur eingeschränkt bzw. welche bei fachgerechter Ausführung und angemessener Sorgfalt im Allgemeinen vermeidbar sind. Um Streit zu vermeiden, sollte der Auftragnehmer auf nicht, nur begrenzt oder nur mit erheblichem Mehraufwand realisierbaren Anforderungen vor Vertragsabschluss nachweisbar hinweisen bzw. Bedenken anmelden.

Zum Streit über Abweichungen bei Einzelmerkmalen ist zu bedenken, dass es meistens nicht auf ein Einzelmerkmal, sondern den optischen Gesamteindruck des Bauteils oder gar Bauwerks aus gebrauchsüblicher Betrachtungsposition ankommt.

[56] Merkblatt Nr. 1 Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton und Nr. 14: Checkliste für die Ausschreibung von Sichtbetonoberflächen bei Betonfertigteilen, Hrsg.: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V., 05/2020

Allerdings sollten die sich aus der japanischen Architektur gebildeten Ideale überdacht werden. Sichtbeton ist erst nach 1948 durch die Beschäftigung von Le Corbusier mit sichtbarem Beton (béton brut) zu dem geworden, was er heute ist, nämlich ein Abdruck der Schalungshaut. Zuvor war Sichtbeton als Rohblock vergleichbar zu Naturstein betrachtet worden, der erst durch oberflächenabtragende Behandlung mit durch in der Natursteinbearbeitung üblichen Verfahren gestalterische Qualität erfuhr, etwa durch scharrieren oder kröneln.

Le Corbusier hatte bei dem Bau der ersten unité d'habitation in Marseille selbst Hand an die Schalung der sogenannten pilotis aus Beton gelegt, die das Gebäude um ein Geschoss über die Landschaft anheben. Aus der Enttäuschung über den Schalungshautabdruck hatte Le Corbusier eine Tugend gemacht und gestaltende Elemente in die Schalung eingelegt[57].

Diese geschichtliche Entwicklung kann zu einer neuen Herangehensweise genutzt werden. Warum sollte Beton nicht als natürlicher Kunstwerkstein verstanden werden, wenn Schüttmuster interessante Oberflächen erzeugen anstelle des vermeintlich hehren Ideals, möglichst gleichartige und gleichmäßige Oberflächen herstellen zu müssen? Nicht nur Peter Haimerl[58] hat dieses gestalterische Potenzial in etlichen seiner Projekte aufgegriffen und wunderbare, gebaute Kunstwerke damit realisiert.

Beim Neubau des Mercedes-Benz-Museum in Stuttgart-Untertürkheim wurden nicht nur Musterflächen angelegt, sondern in mehrstufigen Verfahren Zement sowie Zuschlagstoffe ausgewählt, mehrfach Musterflächen bei unterschiedlichen klimatischen Bedingungen gegossen und anhand eines Musters mit einer Betonmenge in der Größenordnung der Hälfte des Stuttgarter Fernsehturms entschieden, wie gebaut werden sollte. Dennoch wich das Ergebnis nicht unerheblich vom gewünschten und durch mehrstufige Musterflächen entwickelten Erscheinungsbildes ab. Was ist dann zu bemängeln? Die Vorgehensweise? Das Ergebnis? Oder kann man nicht das Ergebnis als natürlichen Vorgang akzeptieren? Sollte man Sichtbeton nicht nur als das Tadao Ando Ideal betrachten, sondern eine gewisse Natürlichkeit zugestehen? Man kann das Ergebnis im Mercedes-Benz-Museum aus diesem Blickwinkel als äußerst gelungen bezeichnen und sicherlich sogar froh sein, dass die Oberfläche nicht so (gleichmäßig, vielleicht sogar langweilig) wurden, wie man sie bestellt hatte. Der Ansatz ist im Beitrag[59] ausführlicher beschrieben. Diese Hinweise relativieren das in der Literatur häufig anzutreffende, auf der Idealvorstellung von z. B. Ando beruhende Ideal, das in den nachfolgenden Kapiteln dargestellt wird. Leser mögen dies bei der folgenden Lektüre berücksichtigen.

[57] Gargiani, R.; Rosellini, A: Le Corbusier - Béton Brut und der unbeschreibliche Raum (1940 –1965): Oberflächenmaterialien und die Psychophysiologie des Sehens. Edition Detail 2014, ISBN: 9783955531829

[58] https://www.peterhaimerl.com/

[59] Zöller, M.: Sichtbeton: Zeitliche Veränderung des Aussehens; Umsetzbarkeit optischer Zielvorstellungen. Aachener Bausachverständigentage 2018 Fehlerfrei und doch mangelhaft – Hinzunehmende Unregelmäßigkeit, hinnehmbarer oder zu beseitigender Mangel. Springer Vieweg Verlag, 2018

Abbildung 63
Nicht hinnehmbare erhebliche Farbabweichung an Betonierabschnitten einer Repräsentationsfläche aus gestocktem Basaltbeton

Foto: AIBau

Abbildung 64
Zu bemängelnde Nestbildung auf einer Stahlbetondeckenstirnseite

Foto: AIBau

6.1.2 Farbabweichungen, Fugen, Ebenheit

Selbst bei sorgfältigster Ausführung sind geringfügige Abweichungen in der Farbgebung der Flächen nicht auszuschließen, da bei der Herstellung von Beton natürliche Ausgangsstoffe verwendet werden, die ein Spektrum an Unterschieden aufweisen. Gewisse Farbunterschiede sind daher auch bei höchsten gestalterischen Anforderungen nicht gänzlich auszuschließen (s. Merkblatt Sichtbeton, Tabelle 2).

Der Umfang der Farbabweichungen wird neben der stofflichen Zusammensetzung auch durch die Art und Ausbildung der Schalung beeinflusst. So wirken sich unterschiedlicher Feuchtigkeitsgehalt, Holzstruktur und Inhaltsstoffe der Schalung auf das farbliche Erscheinungsbild der Sichtbetonfläche aus. Wechselnde Witterungsbedingungen während des Betonierens führen ebenfalls zu Unterschieden in der Farbgebung.

Bei entsprechenden Angaben in der Ausschreibung können Sichtbetonflächen mit geraden und sauberen Fugen bzw. Kanten ohne Betonausläufern im Bereich der Schalungsfugen, gleichbleibenden Betonzusammensetzung und einem geschlossenen Gefüge gefordert werden.

Ansichtsflächen, welche frei von schwächeren Flecken und Verunreinigung bzw. ohne Ausblühungen sein sollen, sind nur bedingt herstellbar. Die Herstellung einer völlig einheitlichen Farbtönung aller Ansichtsflächen und einer einheitlichen Porenstruktur (Porengröße, Porenverteilung) kann unter technischen Maßstäben nicht eingefordert werden.

Planer können zur Erreichung eines einheitlichen Erscheinungsbilds beitragen, wenn z. B. notwendige Betonierabschnitte an der Oberfläche z. B. durch Nuten (Trapezleisten) optisch voneinander getrennt werden, so dass Farbabweichungen nebeneinanderliegender Felder weniger auffallen. Nur muss einem auch gefallen, dass Flächen derart unterteilt werden.

Bei geringen gestalterischen Anforderungen (SB1) ist z. B. an Schalelementstößen austretender Zementleim/Feinmörtel bei ca. 20 mm Breite und ca. 10 mm Tiefe als zulässig beschrieben. Zwischen zwei Betonierabschnitten wird ein Oberflächenversatz von bis ca. 10 mm als akzeptabel definiert. Rost- und Schmutzflecken sind unter technischen Aspekten vermeidbar und sollen damit generell unzulässig sein. Dies gilt selbstverständlich besonders, wenn Rostspuren auf eine Bewehrung ohne ausreichende Betonüberdeckung zurückzuführen sind. Dann kann sogar die Dauerhaftigkeit eines Bauteils beeinträchtigt sein.

Prinzipiell sollen Ungleichmäßigkeiten an Betonflächen zulässig sein und ohne zusätzliche Maßnahmen z. B. Anstrich) akzeptiert werden, sofern der optische Gesamteindruck im Rahmen der o. g. Kriterien nicht oder nur unwesentlich beeinträchtigt wird. Die Erfahrung zeigt aber, dass ausschließlich aus optischen Gründen ausgeführte Teilmaßnahmen häufig besser unterlassen worden wären, da mit diesen der Gesamteindruck oft weniger gut ist als zuvor. Daher sind Muster für nachträgliche Maßnahmen zur Vereinbarung mit Auftraggebern ratsam, um einen erzielbaren Erfolg abzuklären (s. Merkblatt „Sichtbeton" – Kapitel 7.4 – Vorgehen bei Abweichungen).

6.1.3 Risse

Abbildung 65
Nicht mehr akzeptabler Oberflächenversatz zwischen zwei Betonierabschnitten von ca. 2 cm

Foto: AIBau

Abbildung 66
Die neben den Schaltafelfugen zur Fehlerbeseitigung gespachtelte Sichtbetonfläche, wirkt optisch unbefriedigender als der nicht nachgebesserte Zustand ohne Spachtelung.

Foto: AIBau

Rissbildungen in Betonbauteilen sind praktisch nicht völlig vermeidbar[60]. Sie gehören sogar z. B. bei auf Biegung beanspruchten Stahlbetonbauteilen zum Bemessungsprinzip, da Zugkräfte von Beton nur in beschränkten Umfang aufgenommen und eingelegte Stahlarmierungen im wahrsten Sinne des Wortes erst zum Zug kommen, wenn Beton gerissen ist.

Eine völlige Rissvermeidung bzw. eine weitgehende Rissweitenbeschränkung sind in vielen Fällen nur mit hohem konstruktivem und betontechnologischem Aufwand möglich, wobei die Erhöhung von Stahlanteilen zu anderen Problemen führen kann, etwa die schwierige Einbaubarkeit des Betons bei sehr hohen bewährt Bewehrungsgraden. Und daher in der Regel aus Kostengründen nicht üblich. Solche Maßnahmen sind auch in der Regel im konventionellen Hochbau nicht erforderlich, sofern die vorhandenen Risse fein verteilt und ihre Breite in Abhängigkeit von der Art und Funktion des Bauwerks auf unschädliche Werte begrenzt sind bzw. entsprechend den optischen Anforderungen nicht als störend bezeichnet werden können.

Für eine sachgerechte Bewertung der Risse ist die Kenntnis der Ursachen erforderlich, insbesondere inwieweit es sich bei dem rissbildenden Vorgang um einmalig auftretende oder um wiederholt auftretende Ursachen handelt, da davon abhängt, ob sich Rissweite und Rissbild weiter verändern.

Die überwiegende Zahl der in der Praxis zu Streitigkeiten führenden Risse in Ortbetonbauteilen sind auf behinderte thermische Längenänderungen des frisch hergestellten Betons in Folge von Hydratationswärmezwängen

[60] s. dazu DIN 1045-1: 2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Bemessung und Konstruktion, Abschnitt 11.2 und DIN EN 1992-1-1/NA: 2013-04 mit Änderung A1 2015-12

oder auf die behinderte Schwindverkürzung von neuen Betonbauteilen zurückzuführen, insbesondere in Verbindung mit ungünstigen, zu geringen oder ungeeigneten Nachbehandlungsmaßnahmen, bei denen Schwindspannungen schneller als Zugfestigkeiten zunehmen. Derartige Vorgänge treten regelmäßig nur zu Beginn der Standzeit auf, sodass nicht mit einer länger anhaltenden Rissverbreiterung und -vermehrung zu rechnen ist.

Ein wesentliches Beurteilungskriterium sind die möglichen Folgen einer Rissbildung auf die Dauerhaftigkeit eines Bauteils. Angesichts der großen technischen Lebensdauer von Betonbauteilen ist es bei durchschnittlicher Bewitterung für die Korrosionsbeständigkeit unwesentlich, ob Risse 0,1 mm oder aber 0,4 mm breit sind[61]. Tausalzbelastete Flächen, z. B. Parkdecks aus unmittelbar befahrenem Konstruktionsbeton, benötigen unabhängig von der Rissweite einen zusätzlichen Schutz durch z. B. Beschichtungen oder vollflächig anhaftende, nicht unterläufige Abdichtungen mit Nutzschichten[62], um chloridinduzierte Korrosion durch Tausalzeintrag zu vermeiden.

Für Stahlbetonbauteile sieht DIN 1045 und DIN EN 1992-1-1 im Nationalen Anhang[63] für alle Expositionsklassen (mit Ausnahme „trockener Innenräume") eine Rissweitenbeschränkung auf 0,3 mm für ausreichend an, um die Anforderungen an die Dauerhaftigkeit und das Erscheinungsbild zu erfüllen. Für Spannbeton gelten strengere Werte. Für trockene Innenräume wird der Grenzwert von 0,4 mm aufgeführt. In optisch sehr wichtigen, bei üblicher Nutzung aus der Nähe betrachteten Sichtbetonflächen wirken Risse dieser Breite allerdings so störend, dass eine Rissbreitenbeschränkung unter 0,2 mm – besser noch eine Beschichtung – anzuraten ist.

Abbildung 67
In der Regel hinnehmbare Rissbildung im Stahlbetonwandbauteil einer Tiefgarage ohne Abdichtungsfunktionen

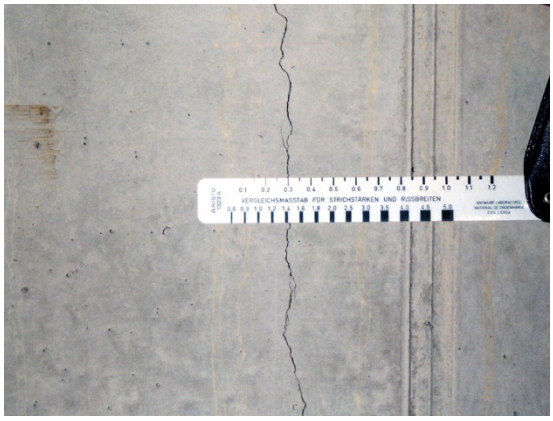


Foto: AIBau

Abbildung 68
Hinnehmbarer Haarriss in einer Fertigteilgaragenwand

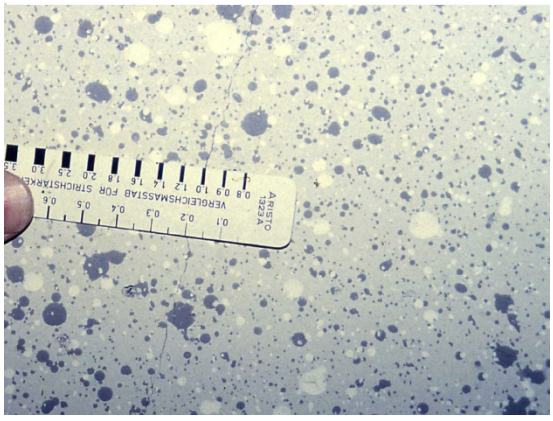


Foto: AIBau

Bei Betonbauteilen, die Abdichtungsfunktionen übernehmen sollen, (wasserundurchlässige Bauteile aus Beton mit hohem Wassereindringwiderstand) gelten hinsichtlich der Zulässigkeit von Rissen andere Regeln, die in der WU-Richtlinie[64] niedergelegt sind. Für lediglich durch Bodenfeuchte und nichtstauendes Sickerwasser beanspruchte Bauteile trifft die WU-Richtline keine eigenen Anforderungen, sondern verweist auf die zum Korrosionsschutz gedachten Rissbreitenbeschränkungen von mit Stabstahl oder Stahlmatten bewehrten Außenbauteilen von 0,3 mm. Dabei können auch Bodenplatten ganz ohne Bewehrung bei dieser geringen Einwirkung eingebaut werden, denn je größer ein Riss oder Öffnung ist, desto geringer ist die kapillare Steighöhe, dem einzigen Wassertransport durch ein Bauteil bei Bodenfeuchte.

[61] Schießl, P.: Risse in Stahlbetonbauteilen. In: Aachener Bausachverständigentage 1991, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin 1991.

[62] Darauf weist DIN 1045-1: 2008-08 im Hinblick auf Parkdecks in Fußnote b der Tabelle 3 ausdrücklich hin; s. auch: Schießl, P.: Streitpunkte bei Parkdecks: Gefällegebung und Oberflächenschutz. In: Aachener Bausachverständigentage 2002.

[63] s. DIN 1045-1:2008-08 Abschnitt 11.2. Das Merkblatt Begrenzung der Rissbildungen in Stahlbeton und Spannbeton: 2016-05 des Deutschen Betonvereins gibt für die Expositionsklassen – außer Innenräume – den Rechenwert 0,3 mm an, weist aber darauf hin, dass bei praktischer Ausführung einzelne Risse um bis zu 0,2 mm über dem Rechenwert liegen können.

[64] DAfStb-Richtlinie Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Ausgabe November 2003.

Bei druckwasserbelasteten Bauteilen hängt die Beurteilung vom Entwurfsgrundsatz und von der Nutzungsklasse ab. Bei untergeordnet genutzten Räumen der Nutzungsklasse B, in denen kein wie in hochwertig genutzten Räumen übliches Interesse an Trockenheit besteht, können Feuchtigkeitsstellen vorkommen ohne die Verwendungseignung einzuschränken. Das betrifft insbesondere Flächen, in denen nutzungsbedingt Feuchtigkeit anfällt, zum Beispiel durch in Tiefgaragen eingetragenes Wasser.

Sollen druckwasserbelastete WU-Bauteile von Anfang an dicht sein, sollten Entwurfsgrundsätze a) oder c) gewählt werden, bei denen grundsätzlich keine bauteildurchtrennende Risse zu erwarten sind. Bei Anwendung des Entwurfsgrundsatzes b) sollten in Verbindung der Beanspruchungsklasse 1 mit Nutzungsklasse A an der Raumseite wasserableitende Dränsysteme eingebaut werden, um mindestens in einer Übergangsphase bis zum Abschluss sogenannter Selbstheilungsprozesse Wasser an Bauteilinnenflächen schadensfrei abzuleiten. Dann ist der unwirtschaftliche Aufwand zu kalkulatorischen Rissbreiten von weniger als 0,1 mm nicht erforderlich, bei dem aufgrund der großen Stahlmenge und geringen Verlegeabständen das Risiko besteht, dass Beton beim Einbauen nicht mehr an jede Stelle gelangt und so Wasser durch Fehlstellen des Betons nach innen eindringen kann.

Foto: AIBau

Abbildung 69
Bei optisch sehr wichtigen, unmittelbar aus der Nähe betrachtbaren Sichtbetonflächen (Klasse SB4) sind die sonst zulässigen Rissbreiten nicht akzeptabel (hier: Positivbeispiel ohne störende Risse).

Tabelle 14
Zulässige Rissbreiten im Beton nach Korrosionsklasse (XC1 bis XC4 = Expositionsklassen für Korrosionsgefahr, ausgelöst durch Karbonatisierung) (nach DIN 1045:2023-08 und DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04))

Klasse	Beschreibung der Umgebung	Beispiele für die Zuordnung von Expositionsklassen (informativ)	zul. Rissbreite (Rechenwert in mm)
XC1	Für Beton ohne Bewehrung oder eingebettetes Metall: alle Umgebungsbedingungen, ausgenommen Frostangriff, Verschleiß oder chemischer Angriff	Fundamente ohne Bewehrung ohne Frost; Innenbauteile ohne Bewehrung; Beton in Gebäuden mit sehr geringer Luftfeuchte[a]	0,4[a]
XC2	nass, selten trocken	Teile von Wasserbehältern; Gründungsbauteile	0,3
XC3	mäßige Feuchte	Bauteile, zu denen die Außenluft häufig oder ständig Zugang hat, z. B. offene Hallen, Innenräume mit hoher Luftfeuchtigkeit z. B. in gewerblichen Küchen, Bädern, Wäschereien, in Feuchträumen von Hallenbädern und in Viehställen Dachflächen mit flächiger Abdichtung; Verkehrsflächen mit flächiger unterlaufsicherer Abdichtung[c]	
XC4	wechselnd nass und trocken	Außenbauteile mit direkter Beregnung	

[a] Sehr geringe Luftfeuchte bedeutet RH≤ 30 %.
[c] Für die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit ist ein Instandhaltungsplan im Sinne der Technischen Regel (DIBt) "Instandhaltung von Betonbauwerken (TR Instandhaltung)" aufzustellen.

Die Vielzahl der aufgezählten Kriterien lässt erkennen, dass Risse im Beton nicht alleine anhand Ihrer Rissweite beurteilt werden können.

Abbildung 70
Riss im Verlauf einer überspachtelten Deckenelementfuge

Foto: AIBau

Abbildung 71
Als Patina empfundener Moosbewuchs auf einer Sichtbetonkirche (Neviges)

Foto: AIBau

Häufiger zu Streitigkeiten führen Risse an der Untersicht von Decken, welche die verspachtelten Fugen der Stahlbetonfertigteile (z. B. Spannbetonhohlkörperdecken) bzw. Stahlbetonschalelemente (z. B. Halbfertigdecken) nachzeichnen. Die Risse beruhen in der Regel auf einmalig ablaufenden Schwind- und Kriechvorgängen des Betons, sind technisch harmlos und können im Rahmen der ersten turnusmäßigen Instandhaltung (Renovierung) verschlossen werden. Liegen die feinen Risse im Schatten einer abgefasten, offen belassenen Elementfuge, stören sie optisch nicht. Bei gehobenem Ausstattungsstandard sollten Bauherren oder Käufer auf dieses Neubauproblem und seine Vermeidung hingewiesen werden, z. B. durch die Verwendung rissüberbrückender Tapeten bzw. die Einplanung einer frühen ersten Deckenrenovierung. Erfolgt ein solcher Hinweis nicht, sollten die allgemeinen Bewertungsstäbe angesetzt werden, die oben erläutert sind, also Bewertung unter gebrauchsüblichem Betrachtungsabstand und unter gebrauchsüblicher Beleuchtung (s. auch[65]).

6.2 Sichtmauerwerk

6.2.1 Allgemeine Hinweise

Abbildung 72
Mit sehr ungleichmäßiger Fugenbreite gemauerte Verblendschale

Foto: AlBau

Zu den häufig angesprochenen und diskutierten Unregelmäßigkeiten bei Sichtmauerwerk zählen im Wesentlichen nachfolgende Punkte:

- Gleichmäßigkeit der Mörtelfugen und des Steinverbands,
- Farb- und Strukturabweichungen,
- Ausblühungen – Aussinterungen,
- Oberflächen- und Kantenbeschädigungen,
- Rissbildungen.

Die Einstufung und Bewertung derlei Unregelmäßigkeiten ist entscheidend von den in der Ausschreibung gestellten Anforderungen abhängig. Im Vorfeld sollte daher eine klar formulierte Anforderung an das gewünschte Erscheinungsbild zwischen den Vertragspartnern vereinbart werden.

So wird z. B. im KS-Handbuch[66] empfohlen, neben Mustersteinen auch Musterflächen zu vereinbaren, damit die Steine, der Mauerverband und die Verfugung festgelegt und abgestimmt werden können.

Zur Beantwortung der Frage, wie schwerwiegend rein optische Beeinträchtigungen sind, spielt es eine wesentliche Rolle, ob und in welchem Umfang optische Fehler aus gebrauchsüblichem Betrachtungsabstand zu erkennen sind.

[65] s. Oswald, R.: Schwachstellen – Überzogene Ansprüche. In: db 1/1992.
[66] Kalksandstein: Planung Konstruktion Ausführung. Prepens, M.: KS-Sichtmauerwerk, S. 83 und S. 91, Hannover, 01/2018, s. auch: DIN EN 771-1: 2015-11 Festlegungen für Mauersteine – Mauerziegel, Anhang B.6.

Wird eine Fläche im üblichen Gebrauch aus der Nähe gesehen (Hauseingänge, Balkone), so ist bei der Beurteilung der Störwirkung von Unregelmäßigkeiten ein geringer Abstand einzuhalten – eine Unregelmäßigkeit auf der Außenfassade im 4. OG eines Hauses, ist aus der Position eines Straßenpassanten, nicht aber aus unmittelbarer Nähe (z. B. von einem Gerüst aus) zu beurteilen. Ein üblicher Betrachtungsabstand für großflächige Außensichtmauerwerke liegt nach Prepens bei 5 – 10 m.

Unregelmäßigkeiten, die im üblichen Gebrauch nicht bzw. nur schwach wahrgenommen werden können, geben in der Regel keinen berechtigten Grund zur Mängelrüge.

6.2.2 Maßabweichungen und Fugenbild

Mauersteine sind Bauprodukte, die unter den in europäischen Produktnormen festgelegten Grenzen frei in Verkehr gebracht werden dürfen. Gemäß DIN EN 771-1: 2015-11[67] für Mauerziegel sind Maßtoleranzen (Grenzabmaße) durch die sog. Abmaßklasse vom Hersteller zu deklarieren. Die deutsche Norm DIN V 105-1: 2002-06[68] sieht weiterhin bestimmte zulässige Maßspannen vor: so ist bei Ziegelbreiten (Nennmaß) 115 mm eine Maßspanne von 6 mm und bei der Ziegellänge von 240 mm eine Maßspanne von 10 mm innerhalb der Lieferung für ein Bauwerk zulässig. Bezogen auf die bei Sichtmauerwerk üblichen Formate liegen die Grenzabmaße bei KS-Steinen in der Regel bei ±2 mm[69].

Abbildung 73
Einschaliges Sichtmauerwerk mit fehlerhaftem Fugenbild

Foto: AIBau

Abbildung 74
Kalksandsteinsichtmauerwerk in einer Fabrikhalle mit variierenden Fugenbreiten und ungleichmäßigen Überbindemaßen, dessen Minderwert durch eine Minderung ausgeglichen wurde.

Foto: AIBau

Die demnach besonders bei Ziegeln produktionsbedingten großen Toleranzen (der auch innerhalb eines geologischen Vorkommens in seiner Zusammensetzung variierende Ton verliert beim Brennen erheblich an Volumen) wirken sich selbstverständlich auch auf die zu tolerierenden Abweichungen in den Fugenbreiten aus. Durch die Breite der Fugen werden nämlich Unregelmäßigkeiten der Steinmaße ausgeglichen und dem in den Planunterlagen angegebenen Baurichtmaß angepasst. In der Regel soll die Breite der Lagerfugen (horizontal verlaufend) im Mittel 1,2 cm und die der Stoßfugen (vertikal verlaufend) im Mittel 1 cm betragen. Der Eurocode 6 gibt hier mehr Spielraum vor: Die Breite von Stoß- und Lagerfugen aus Normal- und Leichtmörtel sollte eine tatsächliche Dicke von nicht weniger als 6 mm und nicht mehr als 15 mm haben. [70]. Stark variierende Fugenbreiten, die ein sehr unregelmäßiges Fugenbild ergeben, sind fehlerhaft. Sie führen in der Regel zu einem Minderwert, da der technische Wert nicht beeinträchtigt ist und die optische Beeinträchtigung meist nicht so sehr wesentlich ist, dass der extreme Aufwand des Abbruchs des Mauerwerks in Situationen nach der Abnahme gerechtfertigt wäre.

[67] DIN EN 771-1: 2015-11 Festlegungen für Mauerziegel – Mauerziegel.
[68] DIN V 105-1: 2002-06 Mauerziegel – Vollziegel und Hochlochziegel der Rohdichteklasse 1, 2.
[69] DIN EN 771-2: 2015-11 Festlegungen für Mauersteine – Kalksandsteine und DIN V 106-1: 2003-02 Kalksandsteine – Voll-, Loch- usw. -steine.
[70] siehe DIN 1053: 1996-11, Abschnitt 9.2.1; E DIN EN 1996-1-1, Abschnitt 10.1.5; Fachbuch Klaas u. a.: Schäden an Außenwänden, 2002.

Für die Standsicherheit sind die Mauersteine im Verband zu mauern. Die Art des gewünschten Verbands sollte in der Ausschreibung festgelegt werden. Dabei ist das erforderliche Mindestüberbindemaß der Steine vorgegeben. Es beträgt mindestens das 0,4-fache der Steinhöhe und sollte nicht weniger als 4,5 cm betragen (nach Eurocode 6 ein Mindestmaß von 40 mm bei Mauersteinen mit einer Höhe ≤ 250 mm).[71]. Über mehrere Lagen senkrecht verlaufende Stoßfugen sind daher nicht nur optisch störend, sondern auch technisch fehlerhaft[72]. Des Weiteren sollte zur Erfüllung der optischen Ansprüche ein gleichmäßiges Fugenbild erreicht werden. So sollten z. B. keine vereinzelten diagonalen Fugenmuster auftreten.

6.2.3 Farbabweichungen

Variationen in der Farbe bzw. Oberflächenbeschaffenheit von Ziegeln sind aufgrund der Herstellungsvorgänge und des natürlichen Wechsels in der Zusammensetzung des vermauerten Tons nicht zu verhindern. Bei manchen Steinsorten sind sie sogar – z. B. zur Erzielung eines „rustikalen" Gesamteindrucks – (sog. „buntes" Mauerwerk) erwünscht. Besonders auffällige Abweichungen bestehen zwischen unterschiedlichen Produktions- bzw. Lieferzeiträumen (unterschiedliche Brände, evtl. großes Farbspektrum des gewählten Steinmaterials). Auch bei Kalksandstein-Verblendsteinen und Betonsteinen sind geringe Farbunterschiede nicht auszuschließen[73].

Abbildung 75
Gut gemauertes Klinker-Sichtmauerwerk

Foto: AIBau

Abbildung 76
Gut gemischtes, „buntes" Verblendmauerwerk mit lebhaftem Farbspiel

Foto: AIBau

Um ein befriedigendes Erscheinungsbild zu erhalten, kann erwartet werden, dass die Steine aus verschiedenen Lieferungen gemischt werden, damit flächenhafte Farbabweichungen in Form von auffälliger „wolken-, schachbrett-, zebrastreifenartiger" Verteilung der Farbnuancen verhindert werden[74]. Die Notwendigkeit des Mischens der Steine ist in den letzten Jahren wegen des damit verbundenen Arbeitsaufwands in Frage gestellt worden. Da das Erscheinungsbild einer Fassade aus nicht gemischten Steinen erheblich beeinträchtigt werden kann, sollte auf dem Mischen der Steine bestanden werden, solange nicht eine verlässliche werkseitige Vormischung realisierbar ist. Ansonsten gilt prinzipiell, dass nicht die einzelnen Steine entscheidend sind, sondern die Gesamtwirkung der Fläche. So darf buntes Mauerwerk selbstverständlich nicht aus unmittelbarer Nähe beurteilt werden.

[71] siehe DIN 1053: 1996-11, Abschnitt 9.3; E DIN EN 1996-1-1, Abschnitt 10.1.4.
[72] Tribius, V. setzt sich in: Erfahrungen aus der Sachverständigentätigkeit im Umgang mit Mauerwerksfugen, Wienerberger Mauerwerkskalender 2005, genauer mit den Ursachen der Ziegeltoleranzen und der Bedeutung der Überbindemaße sowie der Beurteilung von Abweichungen auseinander.
[73] siehe: Kalksandstein – Planung Konstruktion Ausführung, Düsseldorf 01/2018.
[74] s. VOB Maurerarbeiten.

Abbildung 77
Stark störende Farbunterschiede einer repräsentativen Betonsteinfassade

Foto: AIBau

Abbildung 78
Buntes Mauerwerk mit störender Musterbildung durch unzureichendes Mischen

Foto: AIBau

6.2.4 Ausblühungen und Ablagerungen (Kalkauslaugungen)

Auf der Oberfläche insbesondere von bewittertem Sichtmauerwerk bzw. bei Verblendschalen können Ablagerungen aus weißen und teilweise auch farbigen Substanzen auftreten, die das Erscheinungsbild u. U. erheblich beeinträchtigen. Alle Ausblühungen und Auslaugungen benötigen als Transportmedium Wasser, das die im Mauerwerk vorhandenen wasserlöslichen Substanzen an die Steinoberfläche transportiert. Nach der Verdunstung bilden sich – ggf. in Reaktion mit der Luft – schwer oder leicht entfernbare Salzablagerungen oder Krusten. In ungünstigen Situationen kann durch die Volumenvergrößerung beim Aus- und Umkristallisieren die Oberflächenschicht der Steine beschädigt werden (abmehlen) oder auch abplatzen.

Abbildung 79
Leichte, durch Abbürsten entfernbare Ausblühungen auf einer Verblendschale

Foto: AIBau

Abbildung 80
Störende, zu bemängelnde Auslaugungen aus einem falsch zusammengesetzten Steinmaterial

Foto: AIBau

Alle porösen Steinmaterialien enthalten bis zu einem gewissen Grad ausblühfähige Substanzen, die durch Wasser ausgelöst werden können. Die zulässige Menge ist in Normen definiert[75] und muss im Rahmen der CE-Kennzeichnung deklariert werden. In seltenen Fällen ist der Gehalt an ausblühfähigen Stoffen zu hoch – dann können sehr störende Ausblühungen auf einen Fehler des Steinmaterials beruhen. Auch im Hinblick auf das Mörtelmaterial ist durch entsprechende Wahl des Bindemittels die Menge von ausblühfähigen Stoffen verringerbar, nicht aber völlig vermeidbar.

[75] DIN EN 771-1: 2015-11 Festlegungen für Mauersteine – Mauerziegel, Abschnitt 5.3.9 und Tabelle 1.

Abbildung 81
Zu bemängelnde Ausblühungen und Auslaugungen unter Rollschichten

Foto: AIBau

Abbildung 82
Zu bemängelnde Rostläufer aus dem Zuschlag der Betonsteine einer Verblendschale

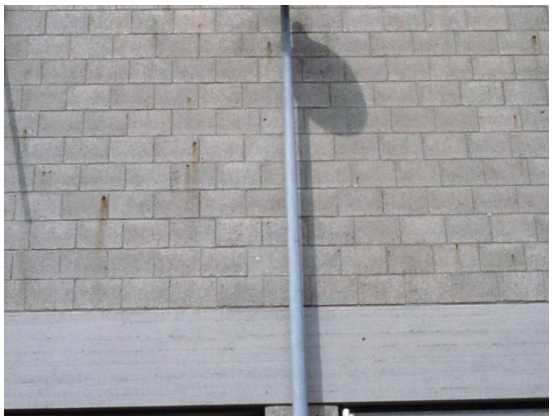


Foto: AIBau

Da Sichtmauerwerk im Bereich der äußeren Mauerschale bzw. die Verblendmauerwerksschale nicht wasserundurchlässig ist, können die im Mauerwerk unvermeidbar vorhandenen Stoffe gelöst werden und ausblühen. Im gewissen Rahmen sind daher Ausblühungen als unvermeidbar hinzunehmen[76].

Die bei weitem häufigste Ursache für störende Ausblühungen ist eine zu starke Wasserbelastung von Teilbereichen des Mauerwerks. Störende Ausblüherscheinungen, die in erster Linie auf eine vermeidbare, erhöhte Wasserbeanspruchung zurückzuführen sind, müssen nicht akzeptiert werden. Hier sind ggf. Veränderungen der konstruktiven Situation oder z. B. Neuverfugungen erforderlich. So wird beispielsweise für unmittelbar dem Regen ausgesetzte horizontale und geneigte Verblendflächen gefordert, dass sie so abzudecken sind, dass Wasser nicht eindringen kann[77]. Dies kann mit Rollschichten nur unter äußerst guten Rahmenbedingungen erreicht werden (richtige Mörtelzusammensetzung, höchste handwerkliche Sorgfalt), daher ist diese Konstruktionsform als besonders risikoreich zu bezeichnen. Ausblühungen im Bereich von feuchtetechnisch hochbeanspruchten Rollschichten sind nicht mehr hinnehmbar und erfordern eine konstruktive Veränderung[78].

Ebenso ist häufig eine extrem wasserdurchlässige Verfugung[79] aufgrund falscher Mörtelzusammensetzung, zu geringer Fugentiefe, unzureichender Mörtelverdichtung und unterlassener Nachbehandlung schadensursächlich. Dann kann ggf. eine Neuverfugung erforderlich werden oder es muss auf andere Weise (z. B. hydrophobierende Imprägnierung) für eine Verminderung der Wasseraufnahme gesorgt werden.

Ausblühungen aus leicht löslichen Salzen, die häufig kurz nach der Erstellung des Bauteils auftreten, sind in gewissem Umfang hinzunehmen. Sie werden in der Regel durch den sogenannten „Selbstreinigungseffekt" des Witterungseinflusses im Laufe der Zeit von selbst beseitigt bzw. können an den wetterabgewandten Fassaden an leicht erreichbaren Flächen einfach (z. B. durch Bürsten) entfernt werden. Ausblühungen von schwer löslichen Substanzen (Gips) bzw. Kalkauslaugungen brauchen meist nicht hingenommen werden und müssen beseitigt werden. Bei Kalkauslaugungen handelt es sich um ausgeschwemmte Bindemittel aus dem Mörtel (Fugenmaterial). Dieses Erscheinungsbild entsteht überwiegend bei Verblendmauerwerk aus hartgebrannten Klinkern. Gleiches gilt für andere, durch Wassereinwirkung ausgelöste Substanzen (z. B. Rostläufer durch Schwefelkies in Betonverblendsteine), die meist auf Fehler in der Zusammensetzung des Steinmaterials beruhen.

[76] s. Klaas a. a. O. sowie Merkblatt „Verblendmauerwerk mit Werkmörtel", VDPM, Duisburg 02/2014.

[77] s. DIN 1053: 1996-11 Mauerwerk, Abschnitt 8.1.1, letzter Absatz.

[78] siehe Oswald, R.: Schwachstellen – Produktinformation / Beispiel Rollschichten. In: db 5/1990.
Franke, L.: Imprägnierungen und Beschichtungen auf Sichtmauerwerks- und Natursteinfassaden. In: Aachener Bausachverständigentage 1996 sowie Klaas a. a. O. 2002.

Zusammenfassend:

Treten nur gering störende Ausblühungen auf, sind diese – z. B. mit einer Messing-Drahtbürste – relativ einfach entfernbar. In den übrigen Fällen sollte angesichts der Ursachenvielfalt eine genauere Untersuchung des Einzelfalls vor einer abschließenden Beurteilung vorgenommen werden.

6.2.5 Beschädigungen

Abbildung 83
Nicht fehlerhaftes Mauerwerk eines Kellernebenraums

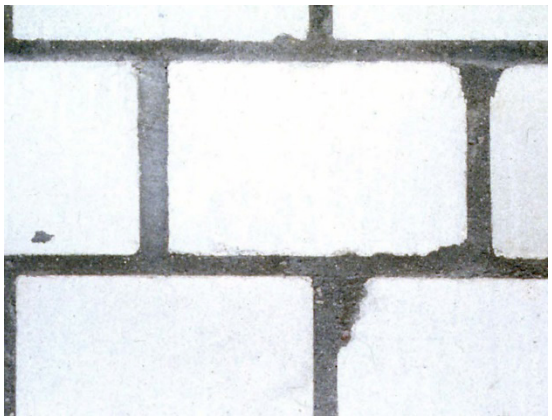


Foto: AIBau

Abbildung 84
Zweiseitig sichtbar bleibende Kalksandstein-Innenwand einer Produktionsanlage, leichte Kantenbeschädigungen sind unvermeidbar.

Foto: AIBau

Beschädigungen und Fehlstellen an Steinen können produktionsbedingt sein durch Einschlüsse von treibend wirkenden Rohstoffen, die zu Abplatzungen führen. Ausblühen können von organischen Inhaltsstoffen herrühren. Durch mechanische Einwirkung während des Transports oder bei der Verarbeitung können Kantenbeschädigungen zur Folge haben.

Bei Abplatzungen an der Steinoberfläche durch treibende Inhaltsstoffe ist zu klären, ob in Zukunft weitere Abplatzungen, z. B. durch Wasseraufnahme, auftreten können. Für Ziegel sind in DIN V 105-1 unter 4.7 z. B. genauere Festlegungen zur Zulässigkeit von Absprengungen gemacht: So sind *„kleine Absprengungen bis zu 2 mm zulässig*." Zu größeren Absprengungen auf der Sichtfläche s. DIN V 105-1. Sonst sind für die Beurteilung der Hinnehmbarkeit der oben bereits ausführlich erläuterte gebrauchsübliche Betrachtungsabstand und die optische Bedeutung der Wand entscheidend.

Bei Kalksandsteinmauerwerk wird durch kleinere Schäden an Sichtflächen und Kanten der Steine die einwandfreie technische Verwendbarkeit und ästhetische Wirkung im Allgemeinen nicht beeinträchtigt. Ausgenommen sind Flächen, die aus der Nähe eingesehen werden können und an die ein erhöhter optischer Anspruch gestellt wird. In der Regel sollen deutlich beschädigte Steine vor der Verarbeitung aussortiert bzw. so eingebaut werden, dass die Schäden im Mauerinneren liegen.

Ein häufiger Streitpunkt sind Beschädigungen und andere Unregelmäßigkeiten an Sichtmauerwerkswänden in Nebenräumen im Gebäudeinneren (Keller, Garage), die zur Kosteneinsparung aus normalen Mauersteinen mit „Fugenglattstrich" bestehen. Hier sollte beachtet werden, dass an normale Mauersteine geringe Anforderungen an die Scharfkantigkeit und Fehlstellenfreiheit gestellt werden und dass aufgrund der untergeordneten Raumnutzung selbst gröbere Beschädigungen keinen hohen Minderwert rechtfertigen. Hier lohnt ein Streit nicht. Ist ein höherer Anspruch an das Erscheinungsbild gestellt, sollten daher auch im Gebäudeinneren Verblendsteine ausgeschrieben und verwendet werden.

Kalksandsteinverblendsteine sollen eine kantensaubere Kopf- und Läuferseite haben[80]. Problematisch ist die Herstellung von beidseitig sichtbaren Kalksandsteinmauerwerk, da allseitig scharfkantige Steine technisch praktisch nicht kontinuierlich herstellbar sind. Bei der Kalkulation des Preises von beidseitig scharfkantigem,

[80] s. Kalksandsteine in Planung, a. a. O., Abschnitt 3.2.1.

einsteindickem Sichtmauerwerk ist daher davon auszugehen, dass ein erheblicher Anteil von Steinen aussortiert werden muss. Ist dies gefordert, müssen eindeutige Hinweise in der Ausschreibung des Bauteils gegeben werden. Sonst sind also Unregelmäßigkeiten bei beidseitigem Sichtmauerwerk in gewissem Rahmen als „unvermeidlich" hinzunehmen.

6.2.6 Risse

Mauerwerkswände sind grundsätzlich so zu bemessen, konstruktiv zu gestalten und auszuführen, dass keine Risse entstehen können[81].

Bei der Beurteilung von Rissbildungen in den Verblendsteinen bzw. im Bereich der Mauerwerksfugen ist die Kenntnis über die rissverursachenden Vorgänge notwendig, um einschätzen zu können, inwieweit sich das vorhandene Schadensbild weiter verschlechtern kann.

Bei Rissbildungen, die aus Schwind- und Kriechvorgängen resultieren, kann es sich um einmalige, nicht wiederkehrende bzw. nach Ablauf des Prozesses abgeschlossene und die Rissweiten nicht mehr vergrößernde Vorgänge handeln. Rissbildungen aufgrund temperaturbedingter Längenänderungen der Fassade werden ohne zusätzliche konstruktive Maßnahmen immer wieder auftreten. Hier ist häufig mit einer Zunahme der Rissweiten bzw. weiteren Rissen zu rechnen.

Sofern das Schadensbild aus einem gebrauchsüblichen Abstand in optischer Hinsicht unauffällig ist und die Rissweiten unter technischen Gesichtspunkten, z. B. Schlagregensicherheit der Fassade, Frostbeständigkeit u. a., unbedenklich sind, sollten insbesondere nur dem Fugenverlauf des Sichtmauerwerks folgend, feinere, etwa 0,2 bis 0,3 mm breite Risse als hinnehmbar gelten, da sie die technischen und optischen Eigenschaften nicht nennenswert beeinträchtigen. Voraussetzung ist, dass der rissverursachende Vorgang abgeschlossen ist und daher davon auszugehen ist, dass sich die Rissweiten nicht vergrößern werden.

Wenn z. B. aufgrund fehlender Dehnfugen[82] in der Verblendschale Rissbildungen mit Rissweiten > 0,5 mm vorhanden sind, ist dies allein schon aus technischen Gründen meist nicht mehr hinnehmbar. Hier sind konstruktive Veränderungen z. B. durch nachträglichen Einbau von Dehnfugen erforderlich.

Risse, die ausschließlich in einzelnen Verblendsteinen vorhanden sind, sollten als herstellungsbedingte Risse hingenommen werden, wenn die technischen Eigenschaften des Bauteils nicht beeinträchtigt werden. Dies ist in der Regel bei Rissweiten unter 0,2 bis 0,3 mm gegeben. Es darf allerdings erwartet werden, dass Steine mit

Abbildung 85
Zu bemängelnde Rissbildung aufgrund fehlender Dehnfuge im Verblendschalenmauerwerk

Foto: AIBau

Abbildung 86
Nachbesserung einer gerissenen Verblendschale durch nachträglich eingebaute Dehnfugen. Die nachgemauerten Stellen bleiben sichtbar und wirken optisch beeinträchtigt.

Foto: AIBau

[81] s. Schubert: Vermeidung von schädlichen Rissen in Mauerwerksbauteilen. In: Mauerwerksbaupraxis, 3. Auflage, Berlin 2014.
[82] s. Klaas, H.: Fugen und Risse in Verblendschalen und Bekleidungen. In: Aachener Bausachverständigentage 2004.

derartigen Rissen nicht an besonders gut einsehbaren Stellen verarbeitet werden – es sei denn, dass Risse zum rustikalen und gewünschten Erscheinungsbild des gewählten Steinmaterials gehören.

Eine Ausnahme stellen Keramikklinker dar. Hier wird in der entsprechenden Werkstoffnorm (DIN 105, Teil 4) gefordert, dass vor der Verarbeitung des Steins sichergestellt werden muss, dass eine Läufer- und eine Kopffläche des Klinkers frei von Rissbildungen sind. Herstellungsbedingt ist es allerdings nicht ungewöhnlich, dass sich durch Störungen beim Kühlen der Klinker nach dem Brennen feine Risse (Rissweite unter 0,1 mm) bilden, die zunächst mit dem bloßen Auge nicht wahrgenommen werden können. Erst nach dem Einbau, durch Feuchtigkeitseinfluss oder im Laufe der Zeit durch Schmutzablagerungen an den Rissflanken werden diese Rissbilder sichtbar. Diese Haarrisse in der Oberfläche von Keramikklinkern lassen sich nicht vermeiden und können als hinzunehmende Unregelmäßigkeiten eingestuft werden.

Auch bei vereinzelt auftretenden, größeren Rissbildungen in Einzelsteinen ist es häufig sinnvoller, bezüglich des optischen Gesamteindrucks auf eine Erneuerung beschädigter Steine zu verzichten. Solche Reparaturstellen werden in der Regel das Erscheinungsbild der gesamten Fassade mehr beeinträchtigen als gerissene Steine, da selbst bei Steinen aus dem gleichen Brand sich Mörtelfugen farblich abheben. Hier sollte ggf. über einen Minderwert nachgedacht werden.

Ein ähnliches Problem entsteht bei der nachträglichen Anordnung von Dehnfugen (s. Abbildung 86) – hier kann aber in der Regel nicht auf die Beseitigung der Risse verzichtet werden.

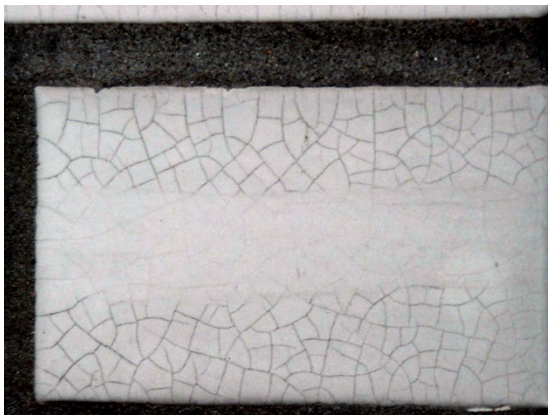


Foto: AIBau

Abbildung 87
Nicht fehlerhafte feine Craqueléerissbildung in der Glasur eines Klinkers, bei dem die Rissbildung nach Abwischen von Staub nicht mehr erkennbar ist.

6.3 Nassputze, Trockenputze und Beschichtungen

6.3.1 Allgemeine Hinweise

Putze sollen als Oberflächenschicht auf Wand- und Deckenbauteilen je nach Anwendungssituation verschiedene technische Aufgaben erfüllen:

So sind bei bewitterten Außenputzen die Schlagregenschutzeigenschaften wesentlich. In mechanisch beanspruchten Bereichen – z. B. im Sockelbereich neben Gehwegen oder an Hauseingängen – ist die Widerstandsfähigkeit gegenüber einer Stoßbeanspruchung von Bedeutung. Bei selbst nicht luftdichten Bauteilen, z. B. Mauerwerk, kann diese vom Putz zu übernehmende Luftdichtheit für den Wärmeverlust durch Außenbauteile und den Schallschutz von Innenbauteilen von großer Bedeutung sein.

Als Oberflächenschicht bestimmen Putze und Beschichtungen meist das Erscheinungsbild von Bauteilen. Diese optische Funktion kann sogar die wesentliche Aufgabe eines Putzes z. B. in Repräsentationsräumen oder an Schaufassaden ausmachen. Sie kann aber auch nur von untergeordneter Bedeutung – z. B. in Kellernebenräumen – sein. Anlass zu Beanstandungen geben in der Regel Rissbildungen, Unebenheiten in der Fläche, Absanden, Ungleichmäßigkeiten in der Farbe oder Struktur der Putzfläche, aber auch andere Abweichungen von den Regelausführungen, z. B. Unterschreitungen der Mindestputzdicke.

Welche Unregelmäßigkeiten als unvermeidbar hinzunehmen sind, hängt bei Putzen ganz wesentlich vom Qualitätsstandard ab. Zu den Innenputzen und Gipskartonbekleidungen haben sich dazu einige Regeln herausgebildet, die zunächst abgehandelt werden. Die weitergehende Frage, welche schon als Mangel einzustufenden Abweichungen im Hinblick auf die technischen oder optischen Eigenschaften noch als gering und hinnehmbar gelten, kann grundsätzlich nicht nach einem starren Schema (z. B. durch Bewertungstabellen) gelöst werden, sondern macht die Auseinandersetzung mit dem Anforderungsprofil an die Putzeigenschaften für den jeweiligen Einzelfall erforderlich. Auch dazu sind in Merkblättern Hinweise zu finden.

Foto: AIBau

Abbildung 88
Bei hohen Anforderungen an die optische Qualität, hier in einer Gemäldegalerie, sollten zu Innenoberflächen genaue vertragliche Vereinbarungen getroffen werden.

6.3.2 Qualitätsklassen von Innenputzen und Gipsplattenbekleidungen – Anforderungen an die Oberflächenbeschaffenheit

Weitgehend makellose Oberflächen von Putzen und Gipsplatten im Gebäudeinneren sind nur mit ungewöhnlichem Aufwand herstellbar. Bei Standardausführungen müssen bestimmte Unregelmäßigkeiten hingenommen werden. Um Streit zu vermeiden, sollten – besonders bei hohen Ansprüchen – die Details vorab vereinbart werden. Zur Vereinfachung und Vereinheitlichung solcher Vereinbarungen sind von den jeweiligen Fachverbänden in Merkblättern sowohl für Innenputze[83] als auch für Gipsplatten[84] Qualitätsklassen definiert worden, die auch in die entsprechenden Normen Eingang gefunden haben. Sie reichen von Q1 – Oberfläche ohne optische Anforderungen (für Nebenräume) über Q2 – Standardausführung – und Q3 – erhöhte Anforderungen – bis Q4 – höchste Anforderungen[85]. Sodann wird beschrieben, welcher Arbeits- und Materialaufwand zur Erreichung der jeweiligen Qualitätsstufe notwendig ist und welche Oberflächenbeschaffenheit kann erwartet werden. Da zunehmend auf den Wandflächen im Wohnungsbau auf Tapeten zu verzichten wird, ist z. B. hervorzuheben, dass der Standardwandputz Q2 einer weiteren ausgleichenden Oberflächenbehandlung bedarf, wenn hohe optische Anforderungen bestehen. Zum Standardputz Q2 – geglättet – heißt es daher z. B. in o.a. Merkblatt: *„Geeignet für Oberputze, Körnung > 1,0 mm; mittel- bis grobstrukturierte Wandbekleidungen, z. B. Raufasertapeten mit Körnung RM oder RG; stumpfmatte bis matte oder strukturgebende Beschichtungen. … Bei dieser Qualitätsstufe sind vereinzelte Abzeichnungen wie z. B. Traufelstriche nicht auszuschließen. Schlagschattenfreiheit bei Streiflicht kann nicht erreicht werden.*" Ebenso ist die Standardspachtelung Q2 bei Gipsplatten, die aus einer Grundspachtelung und Feinspachtelung zur *„Erreichung eines stufenlosen Übergangs zur Plattenoberfläche*" besteht, für ähnliche Oberflächenbehandlungen geeignet. Abzeichnungen der Fugen sind dann aber nicht auszuschließen und stellen ein zulässiges Erscheinungsbild dar. Wird z. B. die Qualitätsstufe 4 – höchste Anforderungen – vereinbart, so setzt dies bei Nassputzen neben einem aufwändigen Unterputz der Stufe Q3 eine zusätzliche Lage Ober- oder Filzputz (Spachtel- oder Glättputz) voraus; bei Gipsplatten ist dann neben der Standardspachtelung des besonders eben hergestellten Untergrunds ein vollflächiges Überziehen und Glätten der gesamten Oberfläche

[83] Putzoberflächen im Innenbereich – Qualitätsstufen für abgezogene, geglättete, abgeriebene und gefilzte Putze. Hrsg.: Industriegruppe Gipsplatten im Bundesverband der Gips- und Gipskartonplattenindustrie, Darmstadt u. a. 07/2021; die Qualitätsklassen sind fast wortgleich in DIN 18550-2:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen, Tabelle DE.4 übernommen worden.
[84] Verspachtelung von Gipsplatten. Oberflächengüten – Merkblatt 2, Hrsg.: Industriegruppe Gipsplatten im Bundesverband der Gips- und Gipskartonplattenindustrie, Darmstadt 11/2017 und DIN 18340: 2019-09 Trockenbauarbeiten.
[85] Auf die Analogie zu Sichtbeton wird verwiesen, s. Kapitel 3.1.

notwendig. Auch zu Q4 wird einschränkend angemerkt: *„Grundsätzlich wird eine Putzoberflache von der Belichtung (Tageslicht, künstliche Beleuchtung, Leuchtmittel) beeinflusst. Absolute Schattenfreiheit bei Streiflicht kann nicht erreicht werden. Die Belichtungs- und Beleuchtungsverhältnisse, wie sie bei der späteren Nutzung vorgesehen sind, müssen bekannt sein. Zweckmäßigerweise sollen sie bereits zum Verputzzeitpunkt imitiert werden.*" Während die in den zitierten Merkblättern zur Qualitätsstufe 2 (Standard) gemachten Ausführungen die unter Fachleuten seit langem bekannte „übliche Beschaffenheit" solcher Oberflächen beschreiben und insofern keiner ausdrücklichen vertraglichen Erwähnung bedürfen, sollten sie doch bei hohen und höchsten Anforderungen zwischen den Vertragspartnern vorab auf der Grundlage der Merkblätter genauere Festlegungen zur Regel werden.

Abbildung 89
Dieser feine, 0,1 mm breite Haarriss über der Lagerfuge einer tragenden Innenwand wäre nicht sichtbar, wenn der Standardputz (Q2) nicht nur lasierend gestrichen, sondern egalisiert beschichtet worden wäre. Solche Risse sind unvermeidbar.

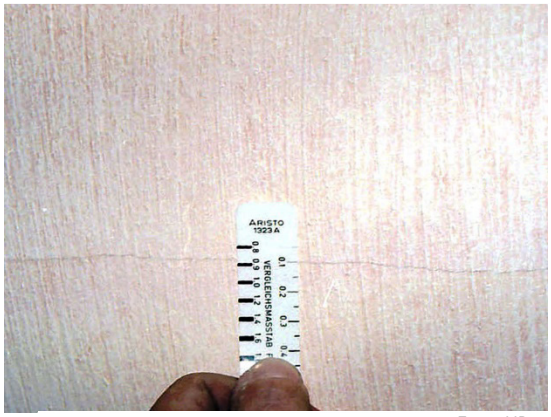


Foto: AIBau

Abbildung 90
Dieser 0,5 mm breite Riss in einem mineralischen Putz auf einem Wärmedämm-Verbundsystem ist als Mangel zu bewerten; an den Rissflanken setzt eine verstärkte Erosion ein.

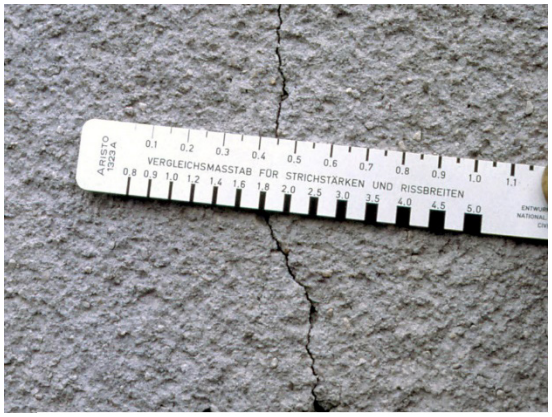


Foto: AIBau

Tabelle 15
Qualitätsklassen für Innenputze, nach einer Broschüre des Bundesverbandes der Gipsindustrie e. V. Industriegruppe Baugipse, Merkblatt 3 Putzoberflächen im Innenbereich 07/2021

Putzart	Qualitätsstufe	Anforderungen		Ausführung	Bsp. für Oberflächengestaltungen
		Optik	**Ebenheit**		
Abgezogene Putze	**Q1**	keine Anforderung	keine Anforderung	geschlossene Putzfläche	
	Q2		Standardanforderung	Putz auftragen, abziehen und ausrichten	• strukturierte Oberputze[13], Körnung ≥ 2,0 mm • Spachtelputze, Putzglätten, Weißputze • Wandbeläge aus Keramik- Natur- und Betonwerkstein etc.
	Q3		erhöhte Anforderung	Putz auftragen, abziehen und ausrichten, Einsatz von UP-Profilen oder Putzleisten möglich	• strukturierte Oberputze, Kornung14 ≥ 2,0 mm • Spachtelputze, Putzglatten, Weißputze • Wandbelage aus Fein-Keramik, großformatige Fliesen[15], Glas, Naturwerkstein etc.
Geglättete Putze	**Q1**	keine Anforderung	keine Anforderung	geschlossene Putzfläche	
	Q2	Standardausführung	Standardanforderung	Putz auftragen, abziehen, ausrichten, filzen, mit der Putzschlämme glätten. Ausführung als einlagiger Putz oder als Putzlage mit Putzglätte möglich.	• Oberputze, Körnung > 1,0 mm • mittel- bis grobstrukturierte Wandbekleidungen, z. B. Raufasertapeten mit Körnung RM oder RG nach BFS-Info 05-01 • stumpfmatte bis matte Beschichtungen[16] nach EN 13300 • strukturgebende Beschichtungen
	Q3	erhöhte Anforderung an die Ausführung	erhöhte Anforderung empfohlen	Ausführung wie Q2, aber mit zusätzlichem Glättgang oder mit zusätzlichem Glättputz.	• Oberputze, Körnung ≤ 1,0 mm • fein strukturierte Wandbekleidungen, z. B. Raufasertapeten mit Körnung RF nach BFS-Info 05-01 • technische oder dekorative (oberflächigstrukturierte/ oberflächig-geprägte) Vliese, auch für die nachträgliche Beschichtung • stumpfmatte bis matte Beschichtungen[16] nach EN 13300
	Q4		erhöhte Anforderung	Ausführungen wie Q3 mit zusätzlich vollflächigem Überarbeiten der Oberfläche mit geeignetem Spachtel- oder Glättputzmaterial	• Beschichtungen[17] matt bis mittlerer Glanz nach EN 13300 • Spachtel- und Glättetechniken • Metall-, Vinyl- oder Seidentapeten • glatte Vliese

[12] Bei den Qualitätsstufen muss immer die Ausführungsart „abgezogen" oder „geglättet" oder „abgerieben" oder „gefilzt" genannt werden, z. B. „Q2 – geglättet"
[13] Der Begriff „Oberputz" wird in der Schweiz und in Liechtenstein als „Deckputz" bezeichnet.
[14] Für feinere Körnungen der Oberputze siehe Abschnitt 4.3.
[15] z. B. in der Schweiz und Liechtenstein ≥ 1600 cm² bei einer Druckfestigkeit von > 6 N/mm²; in Österreich > 0,2 m² oder eine Seitenlänge > 1 m [18], in Luxemburg ≥ 3600 cm² (über 60 x 60 cm); in Deutschland ≥ 2500 cm² [19]; zu beachten ist, dass bei Einbau von großformatigen Fliesen länderspezifisch besondere Maßnahmen notwendig werden können und eingeplant werden müssen.
[16] strukturlose/ungefüllte Beschichtungen sowie glatte Wandbekleidungen können Untergrundunregelmäßigkeiten nicht egalisieren, sondern verstärken ggf. zulässige Untergrundunregelmäßigkeiten. Je nach optischem Anspruch ist ggf. eine höhere Qualitätsstufe zu beauftragen.
[17] Farbbeschichtungen können Untergrundunregelmäßigkeiten nicht egalisieren, sondern verstärken ggf. zulässige Untergrundunregelmäßigkeiten. Je nach optischem Anspruch ist ggf. eine höhere Qualitätsstufe zu beauftragen.

Abbildung 91
Erhebliche Netzrissbildung in einem Kalkzementputz (falsches Festig-keitsgefälle zwischen Ober- und Unterputz)

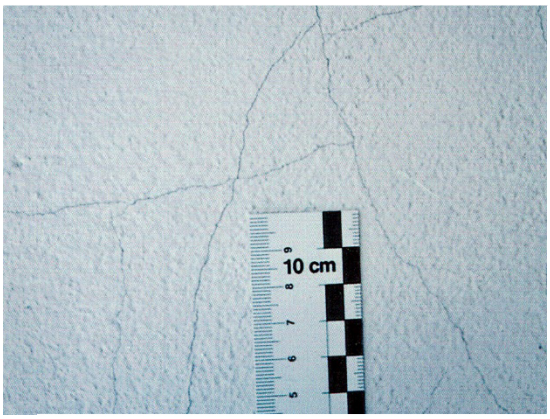


Foto: AIBau

Abbildung 92
Zu bemängelnder Anriss über dem Stoß des Sockelprofils eines Wär-medämm-Verbundsystems aufgrund fehlerhafter Stoßausbildung

Foto: AIBau

6.3.3 Erhebliche Netzrissbildung in einem Kalkzementputz (falsches Festig-keitsgefälle zwischen Ober- und Unterputz)Außenputze

Für Außenputze liegen keine Klassifizierungen vor, obwohl auch hier in der Praxis verschieden hohe Ansprüche gestellt werden. Grundsätzliches zum Vorgehen bei der Beurteilung ist dem Merkblatt „Strukturierte Putzoberflächen – visuelle Anforderungen" zu entnehmen[86]. Auf Einzelheiten wird im Folgenden eingegangen.

6.3.4 Risse in Putzen

Grundsätzlich ist eine völlig rissfreie Putzoberfläche nicht bzw. nur bedingt herstellbar. Dies gilt insbesondere für mineralische Außenputze. Die Putznorm (DIN EN 13914-1:2016-09) führt daher aus, dass *„Risse in begrenztem Umfang"* nicht als kritisch einzustufen sind, solange sie *„den technischen und optischen Wert des Putzes nicht beeinträchtigen. … Haarrisse (Definition: Rissweite £ 0,2 mm) beeinträchtigen die Funktion des Putzes nicht, da sie im Allgemeinen nicht wesentlich unter die Oberfläche des Putzes reichen"*. Entscheidendes Kriterium zur Frage, ob Risse im Putz hinnehmbar sind, ist demnach also nicht das bloße Vorhandensein von Rissen, sondern sind die Folgen der Risse für die geforderten optischen und technischen Funktionen des Putzes[87].

Vor einer solchen Beurteilung der „Folgen" der Rissbildung ist allerdings die Frage zu klären, ob die zum Zeitpunkt der Beurteilung sichtbare Rissbildung überhaupt schon einen Endzustand darstellt, oder ob nicht aufgrund der schadensverursachenden Vorgänge mit einer erheblichen Zunahme der Rissbildungen zu rechnen ist, bzw. ob die Rissbildung nicht nur das Symptom von schwerwiegenderen Schadensvorgängen im Bauteilinneren sind. Dieser Frage ist insbesondere dann nachzugehen, wenn die Rissbildung sich im Putzgrund fortsetzt, die Rissbildung also nicht oder nicht nur durch den Putz bedingt ist.

Die Beurteilung, ob Putzrisse hinzunehmen sind, setzt demnach grundsätzlich die Ermittlung der Schadensursachen voraus. Putzbedingte Rissbildungen setzen sich in der Regel nicht im Untergrund fort. Ihre Ursachen liegen meist in falscher Verarbeitung oder Materialzusammensetzung. Putzbedingte Risse können kurze Zeit nach den Putzarbeiten, aber auch erst Jahre später (z. B. bei Putzdickenschwankungen, Bewehrungsfehlern) auftreten[88].

[86] Strukturierte Putzoberflächen – visuelle Anforderungen. Hrsg.: Hauptverband Farbe, Gestaltung, Bauteilschutz; Frankfurt/M 01/2017.
[87] DIN EN 13914:2016-09 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen
Teil 1: Außenputze, Abschnitt 6.14.4 und WTA-Merkblatt: Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden, 2014-08.
[88] Oswald, R.: Schwachstellen – Risse in verputztem Mauerwerk. In: db 9/2005.

Abbildung 93
Dieses Rissbild an einer Rollladenschürze übersteigt das tolerierbare Maß.

Foto: AIBau

Abbildung 94
Zu bemängelnde Horizontal- und Diagonalrissbildung an der Fensterbankecke eines mineralischen Wärmedämm-Verbundsystems – es fehlt die Diagonalarmierung und die Dämmplattenfuge liegt falsch.

Foto: AIBau

Im Hinblick auf die Beurteilung der optischen Beeinträchtigung durch Rissbildungen im Putz gelten die in Kapitel 2.14 dargestellten Grundsätze, insbesondere die Beurteilung aus gebrauchsüblichem Abstand unter Berücksichtigung der Bedeutung des optischen Erscheinungsbilds.

Die Beurteilung der Auswirkung der Risse auf die Funktionsfähigkeit des Bauteils orientiert sich am jeweiligen Anforderungsprofil sowie dies in Kapitel 6.3.1 umrissen wurde.

Bei Rissen in Innenputzen kann z. B. die Frage von Bedeutung sein, ob die Luftdichtheit oder der Schallschutz der schadensbetroffenen Wand beeinträchtigt ist.

Der Streit über feine Risse über den Fugen von Mauerwerk in Innenputzen hat zugenommen – nicht etwa, weil Risse häufiger entstehen, sondern weil immer häufiger auf Tapeten verzichtet wird, die feinste Risse (deutlich unter 0,2 mm) zu überdecken vermögen. Din EN 13914-2 beschreibt, dass „*eine begrenzte Anzahl von Haarrissen, einschließlich der Bildung von Haarrissen mit einer Rissbreite bis etwa 0,2 mm, als unbedeutend gilt, da durch sie die Dauerhaftigkeit des Putzes nicht beeinträchtigt wird*." Wenn nicht ausdrücklich andere Vereinbarungen getroffen werden, sind solche Risse bei unbehandelten Putzen der Qualitätsklasse Q2 hinzunehmen, wenn – wie oben dargestellt – eine Rissverbreiterung auszuschließen ist[89]. Im Hinblick auf die häufigen Abrisse zwischen massivem Bauteil und verputzten oder mit Gipskartonplatten beplankten Trennwänden oder Holzdecken und Dächern wird auf Kapitel 6.8.6 und das „Merkblatt 3Gipsplattenkonstruktionen, Fugen und Anschlüsse"[90] verwiesen.

An zwei Stellen kommt es bei Außenputzen häufig zum Streit über feine, nur 5 cm lange Risse. Sie liegen über Stellen, bei denen bei üblicher Ausführung Putzrandprofile eingebaut sind: bei Sockelprofilen und bei Rollladenschürzen (Abbildung 93). Feine Anrisse sind hier nicht sicher vermeidbar[91]. Breite Risse durch völlig instabile Rollladenschürzen sind selbstverständlich nicht hinnehmbar, da durch die Erschütterung beim Bedienen mit Rissverbreiterungen zu rechnen ist.

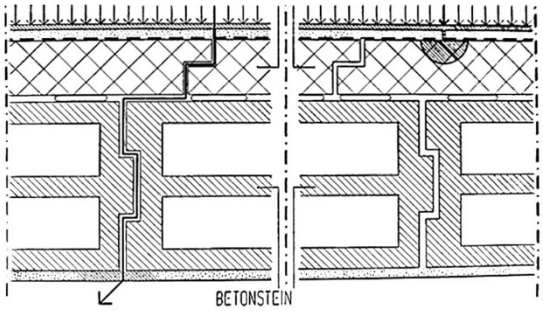
Grundsätzlich stellt sich bei Außenputzen die Frage, ob durch die Rissbildung der Schlagregenschutz des Putzes beeinträchtigt ist, und ob der Putz durch die Rissbildung einer verstärkten Verwitterung ausgesetzt wird. Diese Frage kann nicht generell beantwortet werden, sondern ist abhängig von den wasserabweisenden Eigenschaften des Putzes selbst und von der Art des Untergrundes. Bei einem kapillarleitenden und diffusionsoffenen Putz können z. B. vereinzelte Haarrisse im 0,2 mm Bereich meist hingenommen werden, da über die

[89] Oswald, R.: Schwachstellen – Qualitätsklassen bei Bauteilen: Innenputz. In: db 7/2004.
[90] Merkblatt 3 Gipsplattenkonstruktionen, Fugen und Anschlüsse. Bundesverband der Gipsindustrie e. V., Darmstadt 2022-04 und DIN 18340: 2019-09 Trockenbauarbeiten.
[91] Künzel, H.: Böhm, H.: Putzprofile für Wärmedämmputze – Sind Putzrisse in den Profilen zu vermeiden? Stuttgart 1986 und DIN 55699:2017-08 Verarbeitung von Wärmedämm-Verbundsystemen, Abschnitt 6.14..

Risse zwar eine verstärkte Wasseraufnahme erfolgt, das eingedrungene Wasser über die Kapillarität und Verdunstung auch schnell wieder austrocknen kann. Risse in wasserabweisend eingestellten Putzen oder Beschichtungen sind dann unproblematisch, wenn der darunter liegende Untergrund (z. B. hydrophobierte Mineralwolleplatten oder Hartschäume) nicht wasseraufnahmefähig ist. Wird das in den Riss eingedrungene Wasser z. B. über die aufklaffenden Fugen eines Wärmedämmstoffs im Untergrund fortgeleitet (Abbildung 95), so können erhebliche Durchfeuchtungen im Gebäudeinneren entstehen, auch wenn die Wasseraufnahme des Dämmstoffs selbst gering ist. Dann können ggf. auch Rissweiten um 0,2 mm nicht mehr hingenommen werden.

Zusammenfassend ist also festzuhalten:

Abbildung 95
Weg der Feuchtigkeit hinter einem gerissenen Wärmedämm-Verbundsystem je nach Untergrundsituation; links: erhebliche Schäden durch möglichen Sickerweg des Wassers; rechts: geringe Schadensfolgen.



Grafik: AIBau

Abbildung 96
Bei dieser Putzfassade wären die relativ schmalen Risse besser nicht überspachtelt worden. Jetzt ist eine flächige Beschichtung der gesamten Fassade unausweichlich.

Foto: AIBau

Rissbildungen in Putzen stellen nicht grundsätzlich einen Fehler dar, der Beseitigungsmaßnahmen erforderlich macht. Die Beurteilung der Frage, ob es sich um ein praktisch unvermeidbares, hinzunehmendes Phänomen handelt oder ob Risse angesichts der Randbedingungen „hinnehmbar" sind, macht allerdings eine detaillierte Untersuchung im jeweiligen Einzelfall erforderlich.

6.3.5 Ebenheit

Die Putzoberfläche ist in der Regel möglichst eben auszuführen – es sei denn, dass Unebenheiten ausdrücklich erwünscht sind. Großflächige Ebenheitstoleranzen und Fluchtabweichungen des Untergrundes können je nach Putzsystem nicht oder nur sehr begrenzt beim Verputzen ausgeglichen werden. Da die Putzoberfläche in Handarbeit hergestellt wird, ist eine völlig planebene Oberfläche nicht realisierbar.

Wie bereits unter 6.3.2 dargestellt, ist die „Makellosigkeit" von den Qualitätsanforderungen des Einzelfalls abhängig. Das Merkblatt „Putzoberflächen im Innenbereich"[92] weist dabei auf Folgendes hin: *„Ein Leistungsverzeichnis, das zur Beschreibung der gewünschten Putzoberfläche Begriffe wie ‚malerfertig', ‚streichfertig', ‚anstrichbereit', ‚oberflächenfertig', ‚tapezierfertig', ‚streiflichtfrei' o. a. enthält, ist absolut ungeeignet, um die zu erbringende Leistung zu beschreiben. Es widerspricht der VOB/A, wonach die Beschreibung ‚eindeutig und erschöpfend' zu erfolgen hat."*

Welche Unebenheiten einer Putzfläche wie bewertet werden können, ist in Kapitel 5.2.1 dargestellt. Diese Grenzwerte sind allerdings entwickelt worden, um ein funktionsgerechtes Zusammenfügen von Bauteilen zu ermöglichen. Im Hinblick auf eine optische Beurteilung der Putzfläche können die Grenzwerte der Norm als großzügig bemessen eingestuft werden.

[92] Putzoberflächen im Innenbereich, Qualitätsstufen…, a. a. O.

Abbildung 97
Nicht hinnehmbare Ebenheitstoleranzen einer Putzfläche

Foto: AIBau

Abbildung 98
Bei ungünstiger Streiflichtsituation ist eine nicht deutlich sichtbare Welligkeit nur durch zusätzliche Spachtelarbeiten vermeidbar. Diese wurden hier nicht ausgeschrieben.

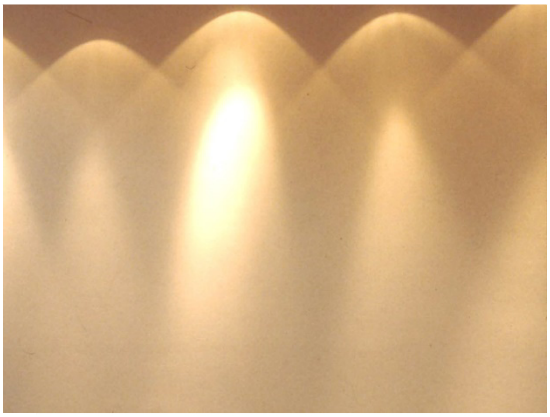


Foto: AIBau

Erfahrungsgemäß ist es bei geringem Messpunktabstand üblicherweise gut möglich, die Putzoberfläche ebener herzustellen, als dies DIN 18202 fordert – Dellen von 10 cm Durchmesser und 3 mm Stichmaß, die nach der Norm als zulässig beschrieben sind, können optisch stören und sind handwerklich leicht vermeidbar. Hier kann also die Norm nicht herangezogen werden.

Inwieweit Unebenheiten einer Putzfläche bei Messwerten unterhalb der Angaben in der Maßtoleranzen-Norm trotzdem einen Fehler darstellen, ist letztlich abhängig vom vertraglich Vereinbarten, sonst von der Störwirkung bei gebrauchsüblichem Betrachtungsabstand und Lichtverhältnissen, der optischen Bedeutung der Flächen und der handwerklichen Herstellbarkeit höherer Anforderungen. Sind besondere Streiflichtsituationen (z. B. durch Deckenstrahler) zu erwarten, müssen sich Unternehmer darauf einstellen können, damit beim Arbeitsergebnis noch im Verlauf der Arbeiten beim „richtigen Licht" kontrolliert und ggf. korrigiert werden kann (s. Kap. 6.3.2).

Ein besonderes Phänomen sind bei Fassaden störende Schlagschatten, die nur bei sonnigem Wetter, dann für wenige Minuten, entstehen, wenn die Sonne in einem extrem flachen Winkel zur Fassade steht. Durch solche Effekte wird das Erscheinungsbild nicht ernsthaft beeinträchtigt. Das Merkblatt „Strukturierte Putzoberflächen" formuliert dazu in Abschnitt 4, dass unter nur kurzzeitigen Streiflichtbedingungen zu sehende Unebenheiten nicht fehlerhaft sind und gebrauchsübliche Bedingungen insbesondere bei diffusem Licht vorliegen. Nur für eine Einzelbetrachtung eingesetzte Leuchtstrahler sind zu vermeiden, wenn sie keine gebrauchsübliche Situation bilden.

6.3.6 Abriebfestigkeit

Putzflächen müssen in der Regel abriebfest sein. Das Lösen einzelner Körner bei glatten Putzflächen ist jedoch nicht vermeidbar. Die Leitlinien für das Verputzen von Mauerwerk erläutern, bei Kratzputzoberflächen ein geringes Absanden dazu führt, dass sich die Oberfläche kontinuierlich selbst reinigt. Lässt sich der Putz durch Reiben jedoch an der Oberfläche völlig ablösen, so liegt ein ernsthafter Fehler vor.

Dagegen lässt sich trefflich darüber streiten, wie schnell Anstriche ausbleichen oder abkreiden dürfen, also Bindemittel durch Weichmacherverlust zersetzt werden und weißliche Ablagerungen bilden. Diese Vorgänge hängen von der Auswahl des Anstrichsystems und anderen Rahmenbedingungen ab. Sicherlich sollten Anstriche nicht innerhalb von weniger Jahren ihre ursprüngliche Farbe vollständig verändern, andererseits können Farbgleichungen durch Ablagerungen nach 8 - 12 Jahren durchaus üblich sein.

6.3.7 Farbgebung und Oberflächenstruktur

Bei der Erstellung einer Putzfläche wird (i. d. R.) ein möglichst gleichmäßiges Erscheinungsbild angestrebt. Dies ist im Wesentlichen von der handwerklichen Geschicklichkeit des Ausführenden abhängig. Weitere Einflusskriterien sind die Beschaffenheit des Untergrundes und die Witterungsverhältnisse während der Verarbeitung. So ist die endgültige Farbgebung einer Putzfläche abhängig von der Saugfähigkeit des Untergrunds und den Trocknungsbedingungen.

Abbildung 99
Nur kurzfristig bei Sonnenstreiflicht entstehende Schlagschatten sind nicht zu bemängeln – allerdings war im vorliegenden Fall zu fragen, ob das Streiflicht nicht schwerwiegende Verarbeitungsmängel sichtbar werden lässt.

Foto: AIBau

Abbildung 100
Das hier dargestellte starke Absanden eines Kratzputzes ist zu bemängeln.

Foto: AIBau

Auch das unterschiedliche Verhalten bei Feuchteeinwirkung kann nach Regen vorübergehend zu Flecken führen. Farbunterschiede auf frisch beregneten Fassaden sind aber generell unvermeidbar und liegen in der Natur der Sache. Wie ausgeprägt solche Erscheinungen auftreten, ist auch von der Putzart abhängig. Das Merkblatt „Strukturierte Putzoberflächen" unterscheidet nach mineralischen Putzen, Silikonputzen, Silikonharzputzen und Kunstharzputzen siehe (**Tabelle 16**).

Farbabweichungen von Musterflächen bzw. Farbtonkarten sind daher nicht vermeidbar und sollten in gewissem Umfang hingenommen werden, solange keine ausdrückliche Beschaffenheitsvereinbarung dem entgegen steht. Da es sich bei dem zu verarbeitenden Material um natürliche Ausgangsprodukte handelt, ist eine völlige Gleichheit der Farbe nicht erreichbar. Wird großen Wert auf eine bestimmte Struktur gelegt, so sollte dies anhand von großen Musterflächen oder Vergleichsobjekten vereinbart werden. Bei großen Projekten ist eine nochmalige Bemusterung nach Ausführung einer ersten, typischen Teilfläche empfehlenswert.

Foto: AIBau

Abbildung 101
Zu bemängelnde Strukturunterschiede eines Münchner Rauputzes (die Arbeitsansätze in Höhe der Gerüstlagen sind erkennbar).

Tabelle 16
Farbeindruck bei verschiedenen Außenputzarten nach Merkblatt Strukturierte Putzoberflächen – Visuelle Anforderungen. Hrsg.: Bundesverband Farbe, Gestaltung, Bautenschutz u. a., 11/2017

Kriterien	Mineralische Putze nach DIN EN 998-1	Pastöse Putze nach DIN EN 15824		
		Silikatputze, Dispersions-, Silikatputz	Siliconharzputze	Dispersionsputze (Kunstharzputze)
Austrocknung/Abbindemechanismen	Zementhydratation und Karbonatisation des Kalkhydrates und der hydraulischen Bindemittel; zudem Verdunstung des Wasseranteils	Verkieselung des Wasserglases, Filmbildung und Verdunstung des Wasseranteils	Filmbildung und Verdunstung des Wasseranteils	
Verhalten bei Feuchtigkeitseinwirkung	Ohne zusätzliche Beschichtung (Anstrich) vorübergehende Farbtonveränderung der Putzoberfläche in Bereichen der witterungsbedingten Feuchtebelastung (Regen, Tauwasser und dergleichen)		Putzoberflächen in Bereichen der witterungsbedingten Feuchtebelastung zeichnen sich vorübergehend durch unterschiedlichen Glanzeindruck ab. Dieser verschwindet wieder nach der Trocknung.	
Farbeindruck nach Trocknung/Aushärtung	Je nach Trocknungsbedingungen (Witterung und Putzgrund) ist der Farbeindruck bei eingefärbten Putzen nicht immer gleichmäßig		Der Farbeindruck ist nach der Trocknung weitgehend gleichmäßig. Bei intensiv eingefärbten Putzen kann der Farbeindruck uneinheitlich sein.	

Da das Problem einer einheitlichen Farbgebung praktisch schwer lösbar ist, kann den Empfehlungen der Edelputzhersteller und Verarbeiter[93] nur zugestimmt werden, als Regelausführung farbige Edelputze mit einem abschließenden „Egalisationsanstrich" zu versehen, zumindest dann, wenn kräftigere Farbtöne eingesetzt werden.

Das Gesamterscheinungsbild der Putzfläche soll bei üblichem Betrachtungsabstand gleichmäßig wirken. Darunter wird verstanden, dass Flächen in üblichen Wohngebäuden von der jeweiligen Eingangstür und von der Mitte von Räumen bzw. in größeren Räumen in Abständen von 2 m betrachtet werden[94]. Auffällige Streifen oder Schattierungen, wie sie besonders häufig bei Arbeitsunterbrechungen und Ansätzen in Höhe der Gerüstlagen entstehen, sind i. d. R. nicht hinnehmbar. Das Merkblatt „Strukturierte Putzoberflächen" formuliert: *„Eine*

Abbildung 102
Zu bemängelnde, deutlich sichtbare Reibeansätze am Putz einer Deckenuntersicht

Foto: AIBau

Abbildung 103
Noch akzeptabler Verschluss eines Gerüstankerlochs

Foto: AIBau

93 Merkblatt Egalisationsanstriche auf Edelputzen, 04/2009, Leitlinien für das Verputzen von Mauerwerk, 01/2019 und Merkblatt: Strukturierte Putzoberflächen, 11/2017, a. a. O.
94 DIN EN 13914-2:2016-09, Abschnitt A.5

Anhäufung von Körnung oder strukturlosen Stellen ist nur vereinzelt zulässig. Beschichtungen/Anstriche können Strukturunterschiede nicht oder nur sehr begrenzt ausgleichen. … Der Gesamteindruck der Putzoberfläche darf nicht gestört sein. Gerüstlöcher (ein weiterer, häufiger Streitpunkt) müssen verschlossen und in Struktur und Farbton angeglichen sein. Eine geringfügige Abweichung in Struktur und/oder Farbton ist zulässig." Gerüstverankerungen wären nur mit erhöhtem Aufwand vermeidbar. Wenn die unvermeidbaren Anarbeitungsstellen stören, sollte man – je nach formalen Rahmenbedingungen – besser von vornherein mit bewusst sichtbar belassenen, wiederverwendbaren Ankerstellen planen. Weiteres zum angrenzenden Thema der Beschichtungen und Anstriche enthält Kapitel 6.10.

Im Merkblatt wird weiter ausgeführt, dass *„eine völlige Strukturgleichheit bei nachträglichen Putzausbesserungen nicht immer zu erreichen ist.*" Dieser Sachverhalt ist damit zu begründen, dass die Ausbesserungsstelle sowohl chemische, als auch physikalische Unterschiede zur vorhandenen Putzfassade aufweist: Die chemischen Differenzen sind im unterschiedlichen Hydratationsgrad (Zementgehalt) und Grad der Karbonatisierung (Kalkanteil im Bindemittel) begründet, die Einfluss auf Verzahnung zwischen Alt- und Neuputz haben. Zudem wirkt sich der hierdurch vorhandene unterschiedliche pH-Wert auf Farbton des Putzes aus. Physikalische Gründe für Strukturunterschiede sind die Rauigkeit der Oberfläche und deren Einfluss auf den jeweiligen Farbton Farbton sowie die Porengehalte und -größenverteilung und die altersabhängig differierenden Feuchtegehalte der Putze (s. Stürmer, Aachener Bausachverständigentage 2016).

Abbildung 104
Vermeidbare Verschmutzung – der Mangel ist durch Zuputzen der Tropfkante entstanden.

Foto: AIBau

Abbildung 105
Zu bemängelnde Laufspuren durch Fensterbank mit ungeeigneter Tropfkante

Foto: AIBau

6.3.8 Sonstige Abweichungen (z. B. Dicke)

Außenputz hat neben optischen Funktionen auch technische Aufgaben zu erfüllen. Hierzu zählt in erster Linie der Schlagregenschutz. In der Putznorm DIN EN 13914, Teile 1 und 2 werden für Außen- und Innenputze mittlere Putzdicken und Mindestputzdicken angegeben, die erforderlich sind, um die technischen Anforderungen zu erfüllen. Traditionell aufgebrachte zweilagige Außenputze müssen demnach im Mittel 20 mm dick sein. An vereinzelten Stellen kann die Putzdicke auf 15 mm reduziert sein.

Bei den heutzutage häufig angewandten einlagigen wasserabweisenden Putzen aus Werkmörtel reicht an den Außenflächen eine mittlere Putzdicke von 15 mm (Mindestputzdicke 10 mm) aus.

Bei mineralischen Innenputzen werden als mittlere Schichtdicke 10 mm, als Mindestschichtdicke 5 mm genannt. Bei den häufig ausgeführten Dünnlagenputzen schwanken die zulässigen Putzdicken zwischen 2 und 6 mm. Polymermodifizierte Innenputze können sogar nur zwischen 1 und 4 mm dick ausgeführt werden.

Diese Dickengrenzwerte sollen eine möglichst rissfreie und widerstandsfähige Putzoberfläche gewährleisten (s. Meyer, Aachener Bausachverständigentage 2010). Abweichungen von den angegebenen Grenzwerten müssen zwar in der Regel als Mangel bewertet werden, die aber nur selten so schwerwiegend sind, dass ein Neuverputz gerechtfertigt wäre. Entscheidend für die Bewertung ist die Frage, ob in Zukunft durch die Fehler Schäden zu erwarten sind, die die übliche Lebensdauer vermindern oder die den Wartungsaufwand voraussichtlich erhöhen werden. Eventuell vorhandene Rissbildungen, deren Ursachen in der Putzdicke bzw. den Festigkeitseigenschaften des Putzes liegen, sind entsprechend den unter 6.3.4 (Risse) aufgeführten Kriterien zu beurteilen.

Abbildung 106
Über den Grenzabmaßen liegende Abweichung in der Fugenbreite von Granitfassadenplatten (l > 600 mm). Da die Stelle nur vom Hubwagen aus einsehbar war und die technischen Funktionen nicht beeinträchtigt sind, liegt ein hinnehmbarer, geringer Mangel vor.

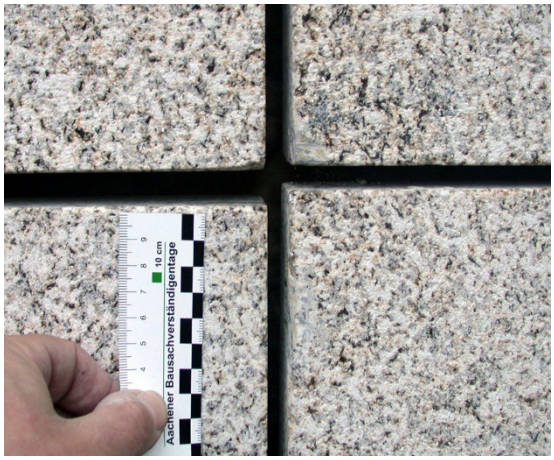


Foto: AIBau

Abbildung 107
Nur 6 mm dicker Kalkzementputz auf Leichthochlochziegel führt zu Ablösungen und Rissen und ist selbstverständlich fehlerhaft.

Foto: AIBau

6.4 Natursteinbeläge und -bekleidungen

6.4.1 Allgemeine Hinweise

Natursteine werden bei Neubauten weitaus überwiegend als plattenförmige Bekleidungen für Wand- und Bodenflächen, als Werksteine für Treppenstufen, Abdeckungen, Fensterbänke u. a. sowie als Pflastermaterial verwendet. Bei den meisten Anwendungsfällen stehen hierbei die optischen Eigenschaften des Materials im Vordergrund, die angesichts der großen Zahl der weltweit gehandelten Gesteine und der Vielfalt der Oberflächenbearbeitung (Merkblatt 4.1 des DNV zählt 17 Arten auf) extrem variieren können. Bei bewitterten Flächen (z. B. Fassaden) spielt die Witterungsbeständigkeit und die Schlagregenschutzfunktion eine wichtige Rolle, bei begangenen Flächen ist das Abriebverhalten und die Festigkeit ebenfalls von großer Bedeutung. Im Hinblick auf die Frage von hinzunehmenden Unregelmäßigkeiten geht es meist um die Bewertung von optischen Beeinträchtigungen.

6.4.2 Abmessungen und Fugenbreiten

Abweichungen (Grenzabmaße) von den geplanten Abmessungen (Nennmaß) bei fertiggestellten Platten sind zulässig. In Bezug auf die Längenabmessung der Platten wird in der nationalen VOB/C DIN 18332[95] aufgeführt:

- bis 60 cm Länge: ±1 mm Abweichung,
- mehr als 60 cm Länge: ±2 mm Abweichung,
- bei einer Dicke von mehr als 80 mm: ±5 mm Abweichung.

[95] DIN 18332: 2019-09 Naturwerksteinarbeiten.

Die europäischen Stoffnormen[96] stellen für die weitaus häufigsten Formate (Dicke bis 50 mm, Länge kleiner 600 mm) die gleichen Anforderungen (Grenzabmaß ±1 mm), bei größeren Dicken und Abmessungen gelten abweichende Anforderungen, die zum Teil strenger, zum Teil großzügiger sind. Diese Toleranzen müssen in den Fugen aufgenommen werden, sodass Breitenschwankungen in der Größenordnung der Grenzabmaße zulässig sind. Bei Maßüberschreitungen ist aber zu fragen, ob technisch oder optisch eine ernsthafte Beeinträchtigung vorliegt.

Zum Streit über offene Fugen – insbesondere Anschlussfugen – ist Folgendes auszuführen:

Hinterlüftete Natursteinfassaden gelten auch mit offenen Fugen als regensicher, da die geringe Menge des durch die Fugen durchtretenden Wassers im Hinterlüftungsraum abtropfen und verdunsten kann, ohne die inneren Bauteilschichten oder gar den Innenraum zu schädigen. Selbstverständlich nimmt mit der Fugenbreite die Menge des in den Zwischenraum eingetriebenen Wassers zu. Dazu sind vor allem von Liersch[97] ausführliche Untersuchungen gemacht worden.

Je breiter die Fuge geöffnet ist, umso wichtiger wird es, dass das hinter die Bekleidung dringende Wasser keine Schäden an den dahinter liegenden Bauteilen verursachen kann.

Die Fugenbreiten zwischen den Natursteinplatten werden im Regelfall zum einen dadurch bestimmt, dass das Erscheinungsbild der Fassade durch die Fugen möglichst wenig gestört wird. Eine zu breite offene Fugenausbildung stört das Erscheinungsbild, da sie dem Eindruck eines soliden Massivbaus entgegensteht, der bei einer Natursteinfassade angestrebt wird. Zu schmale Fugen wirken aber ebenfalls meist unschön, da dann bereits kleine Montage- und Fertigungstoleranzen zwischen den einzelnen Platten schon deutlich sichtbar werden. Zum anderen sind bei der Festlegung der Fugenbreiten die technischen Anforderungen zu berücksichtigen, die neben den Montagemöglichkeiten für Anker die zwangsfreie Ausdehnung der Natursteinplatten berücksichtigen müssen. Daraus ergeben sich Fugen zwischen den Platten mindestens 10 mm Breite (Normalfugenbreiten). Bei Randanschlüssen zu benachbarten Bauteilen müssen außerdem Maßtoleranzen im Rohbau und bei anderen Gewerken berücksichtigt werden. Daher werden für diese Anschlüsse keine Normalfugenbreiten, sondern Mindestfugenbreiten angegeben. In der Richtlinie des Natursteinverbands für Fassadenbekleidungen aus Natursteinen (DNV-Merkblatt 1.5 Fassadenbekleidung, 2022) werden die Anforderungen wie folgt definiert:

„5.1.4 Anschlussfugen – Wenn Naturwerksteinplatten an andere Baustoffe und Bauteile anschließen, sind Anschlussfugen mit mindestens 10 mm Breite vorzusehen. … Anschlussfugen sind auch dort erforderlich, wo Natursteinplatten an tragende Bauteile, z. B. vorkragende Gesimse oder Deckenstreifen, anstoßen."

Der Fachverband für vorgehängte hinterlüftete Fassaden (FVHF) erläutert im Merkblatt „Qualität und Beurteilung" erläutert, dass sich die fertigen Fugenbreiten aus einem Zusammenspiel zwischen thermische, hygrischen und materialbedingten Dimensionsänderungen und der zulässigen Produktions- und Montagetoleranzen ergeben. Ja nach getroffenen Vereinbarungen können Regelanforderungen und erhöhte Anforderungen unterschieden werden. Neben der festgelegten Sollfugenbreiten spielt für die Größe der zulässigen Abweichung der Fugenbreite auch das Plattengewicht (≤ oder > 25 kg) eine Rolle[98].

Zusammenfassend ist festzustellen, dass es in Regelwerken keine Einschränkung der maximalen Fugenbreite gibt, das noch Akzeptable ist im Einzelfall zu klären.

[96] DIN EN 1469: 2015-05 Natursteinprodukte – Bekleidungsplatten – Anforderungen; DIN EN 12057: 2015-05 Natursteinprodukte – Fliesen, Anforderungen; DIN EN 12058: 2015-05 Natursteinprodukte – Bodenplatten und Stufenbeläge, Anforderungen.

[97] Liersch, K.-W.: Der Regenschutz von Außenwänden mit vorgehängten, hinterlüfteten Fassaden. FVHF Focus 3, ohne Datum.

[98] FVHF Leitlinie „Qualität und Beurteilung"- Beurteilungsmethodik und Toleranzen von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden, Berlin 2021

6.4.3 Ebenheitstoleranzen und Überzähne

Bei geschliffenen oder polierten Platten dürfen nach DIN 18332 Abweichungen von der Ebenheit der Oberfläche nicht mehr als 0,2 % der größten Plattenlänge und maximal 2 mm betragen. Auch hier weichen die europäischen Normen zum Teil ab, das obere Grenzmaß ist bei 3 mm festgelegt, die Anforderungen an „Natursteinfliesen" sind aber strenger; bei „kalibrierten Fliesen" darf die Unebenheit max. 0,1 % betragen. Dies kann selbstverständlich nicht auf bruchraue oder gespaltene Steine bezogen werden. Grundsätzlich gelten im Hinblick auf die Ebenheitstoleranzen der fertig verkleideten Flächen die Beurteilungsregeln der DIN 18202. Bei geschliffenen Flächen können für kurze Messpunktabstände (z. B. 10 cm) jedoch geringere Abweichungen erwartet werden, da dies bei sorgfältiger Arbeit gut realisierbar ist und Dellen besonders bei polierten Flächen stark stören können[99].

Im Hinblick auf Höhendifferenzen (Überzähnen) zwischen benachbarten Platten machen die Natursteinregelwerke selbst keine Angaben. DIN 18333 – Betonwerksteinarbeiten (Abschnitt 3.1.2) nennt bei in Innenräumen verlegten Platten bis zu einer Größe von 0,25 m² als zulässiges Grenzmaß 1,5 mm, bei Plattengrößen bis 0,5 m² sogar 2 mm. Dies erscheint dem Verfasser für scharfkantige Platten mit geschliffener Oberfläche als ein „sehr großzügiges Maß", das jedenfalls nicht überschritten werden darf. Bludau u. a. (a. a. O.) stellen fest, dass in der Praxis bei durchschnittlicher Ausführungsqualität Höhenversätze von ca. 0,5 bis 1 mm eingehalten werden.

Der Sachverständigenkreis Euro FEN differenziert die Größe der zulässigen Überzähmen nach der vereinbarten Ausführungsqualität von Exklusivbereich (gesondert zu vereinbaren), über Normalbereich (übliche Art und Güte) bis hin zu untergeordneter Bereich (Nebenräume). Zudem wird eine Unterscheidung hinsichtlich der Kantenlängen der Platten und dem Werkstoff (Naturwerkstein, Betonwerkstein oder Fliesen) getroffen. Bei Naturwerksteinplatten sind im Normalbereich bei Kantenlängen bis 50 cm Überzähne bis 1,0 mm (Betonwerksteinplatten 1,3 mm), bei Kantenlänge bis 100 cm sind 1,3 mm (Betonwerksteinplatten: 1,5 mm) zulässig. Die Überzähne dürfen auf max. 10 % der Fläche verteilt auftreten. Der Betrachtungsabstand bei bekleideten Wandflächen beträgt 1,5 bis 2 m, bei Bodenbelägen eine aufrechte, leicht gebückte Haltung, jeweils unter Vermeidung von Streiflicht[100].

6.4.4 Beschädigungen und Risse

Beschädigungen an neuen Werkstücken dürfen nur mit ausdrücklicher Zustimmung des Auftraggebers ausgebessert und eingebaut werden. Dasselbe gilt für das Verklammern, Schienen, Dübeln und Einsetzen von Vierungen in bunten Marmorplatten. Marmorplatten, die im Innenbereich verarbeitet werden, dürfen jedoch ohne weitere Absprachen sachgemäß gekittet werden. Das Schließen von Gesteinsporen ist ebenfalls zulässig.

Gerade bei Natursteinen ist die Qualitätsspanne im Hinblick auf das verwendete Material sehr groß. Sie reicht von in Baumärkten angebotener Massenware bis zu kostbaren Spezialanfertigungen. Die Toleranzgrenze des Hinnehmbaren muss auch auf das jeweilige vereinbarte Qualitätsniveau bezogen werden.

Für massive Stücke aus Sandstein oder Kalkstein gilt gem. DIN 18332: *„… mit einer abgewickelten Ansichtsfläche über 0,5 m² dürfen bei natürlichen Fehlstellen, z. B. Tongallen oder Kohleeinsprengungen Ausbesserungen mit Reparaturmörtel ≤ 100 cm² Ansichtsfläche oder Vierungsstücke aus gleichem Material ≤ 150 cm² Ansichtsfläche eingesetzt und angepasst werden."* Insbesondere bei Werkstein-Trittstufenplatten sind gelegentlich feinste Haarrisse (< 0,1 mm) zu beobachten. Wenn die weitere Untersuchung ergibt, dass angesichts der Verlegesituation eine Rissverbreiterung bei der weiteren Nutzung zu erwarten ist – also keine weiteren Verlegefehler vorliegen – so rechtfertigt dieser geringe Fehler nicht den Austausch[101].

[99] Zum gleichen Bewertungsergebnis kommen Bludau u. a.: Maßgerecht Bauen. Köln 2002, Seite 54.

[100] Merkblatt des Sachverständigenkreis EURO FEN: Hinweise zur Beurteilung von Überzähnen. Raesfeld 11/2010.

[101] Die Überlegungen von Ihle zu Betonwerksteinstufen gelten hier analog: Ihle, M.: Risse in Betonwerkstein. In: Aachener Bausachverständigentage 2004.

6.4.5 Farb- und Strukturabweichungen

Da es sich bei Natursteinen um ein häufig stark variierendes Naturprodukt handelt, ist es bei vielen Gesteinsarten aufwändig, im Vorhinein das exakte Erscheinungsbild bezüglich Farbe und Struktur festzulegen. Hilfreich ist die Festlegung des späteren Erscheinungsbildes durch die Auswahl geeigneter Muster des zu verlegenden Materials. Diese Muster sollten möglichst die gesamte Bandbreite des Erscheinungsbildes der jeweiligen Steinsorte bezüglich Tönung, Farbe und Dichte von Dekorelementen wiedergeben. Die europäischen Stoffnormen (s. o.) führen zu „Bezugsproben" aus: die angemessene Anzahl der Proben (Größe 0,01 bis 0,25 m²) muss das

Abbildung 108
Deutlich sichtbare Farbschwankungen an einer Natursteinfassade

Foto: AIBau

Aussehen der Färbung, des Adermusters, der physikalischen Struktur und der Oberflächen angeben. Insbesondere müssen die spezifischen Merkmale des Gesteins, wie Löcher bei Travertin, „Wurmlöcher" bei Marmor, Glasadern, Flecken, Kristalladern und sonstige Flecken und ebenso übliche Ausbesserungen, Füllstoffe etc. erkennbar sein.

Bei Festlegung von Grenzmustern können diese als Beurteilungsgrundlage der später fertiggestellten Fläche dienen. Diese Grenzmuster sollten geteilt und von beiden Parteien aufbewahrt werden. In der europäischen Stoffnorm ist dann dargestellt, wie die visuelle Überprüfung der Übereinstimmung zwischen Bezugsprobe und Produktionsprobe (Lichtverhältnisse und Abstand) zu erfolgen hat (s. DIN EN 1469:2015-05, Bild 3).

Farb- und Strukturschwankungen, Änderungen und Einschlüsse sind zulässig. Allerdings muss vor der Verarbeitung das Steinmaterial so sortiert werden, dass bei der fertiggestellten Fläche ein einheitliches, den natürlichen Eigenschaften des Materials entsprechendes Erscheinungsbild gewährleistet ist. Abgegrenzte, dunklere (bzw. hellere) Flächen, durch die Maserung sich ergebende Diagonalen und andere dem Gesamteindruck der Bauteiloberfläche deutlich beeinträchtigende Muster müssen unter Berücksichtigung der Bedeutung des optischen Eindrucks nicht akzeptiert werden (Abbildung 108).

Prinzipiell gilt bei der Beurteilung von Farbe und Struktur, dass es sich bei Natursteinen um ein Naturprodukt handelt und das Erscheinungsbild nur in Abhängigkeit von dem gewählten Steinmaterial und den damit gegebenen Möglichkeiten bezüglich Gleichheit gesehen werden kann. Je nach Material können erhöhte Anforderungen nicht erfüllt werden. Entscheidend ist der optische Gesamteindruck der Fläche.

6.4.6 Verfärbungen

Abbildung 109
Nicht hinnehmbare erhebliche Verfärbung eines Marmorfußbodens durch fehlerhafte Verlegung

Foto: AIBau

Abbildung 110
Zu bemängelnde Verfärbung der Fugenränder eine Granitfassade (ungeeigneter Dichtstoff)

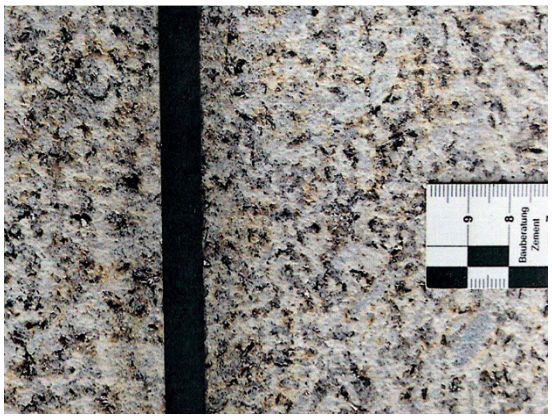


Foto: AIBau

Besonders bei Fußbodenbelägen, jedoch auch entlang von mit Dichtstoff geschlossenen Fassadenfugen treten häufiger Verfärbungen auf, die meist im Zusammenhang mit der Auswahl des Verlegemörtels, der Kleber oder der Dichtstoffe stehen, der nicht auf das Natursteinmaterial abgestimmt ist. Nicht selten liegen aber auch konstruktive Ursachen – z. B. partielle rückseitige Durchfeuchtung aufgrund von Abdichtungsfehlern bei der Gefällegebung oder Entwässerung vor[102]. Bei Außentreppenbelägen handelt es sich sehr häufig um Sinterspuren aus dem Verlegemörtel, wenn die Wasserführung unter dem Belag nicht sachgerecht geplant und/oder ausgeführt wurde[103]. Über die Hinnehmbarkeit derartiger Fehler entscheidet daher neben dem Grad der optischen Beeinträchtigung auch die Frage, ob die Beeinträchtigung mit der Zeit zunehmen wird.

Abbildung 111
Durch Abdichtungsmängel eines Schwimmbades verursachte Granitverfärbung

Foto: AIBau

Abbildung 112
Stark abgenutzter Natursteinbodenbelag in einem Eingangsbereich – mangelhafte Wahl eines nicht tausalzbeständigen Natursteins

Foto: AIBau

[102] Detailliert wird auf diese Problematik in Marx, H.-G. u. a. .: Schäden an Belägen und Bekleidungen aus Keramik, Natur- und Betonwerkstein, Stuttgart 2011, Kapitel 4.1 eingegangen.

[103] Oswald, R.: Schwachstellen – Sinterspuren an Außentreppen. In: db 11/2003; Bautechnische Informationen Naturwerkstein – 1.3 Massivstufen und Treppenbeläge – außen, Ulm 2022.

6.4.7 Verschmutzungen und Veralgungen

Bei Natursteinfassadenbekleidungen geben ungleichmäßige Verschmutzungen (Laufspuren) sowie auf stark wasserbelastete Teilflächen beschränkte Veralgungen von porösem Steinmaterial Anlass zum Streit. Meist liegen dabei planungsbedingte Fehler in der Gestaltung der Wasserführung auf der Fassade als wesentliche Ursache vor. Es ist daher einerseits in solchen Fällen zunächst zu prüfen, ob durch relativ begrenzte Eingriffe in die Gestaltung z. B. von Abdeckungen, Fensterbänken, Tropfkanten und -nasen, Aufkantungen zu angrenzenden Dachflächen, das Problem nicht dauerhaft beseitigt werden kann. Die Ursache kann auch herstellungsbedingt in einer zu stark aufgerauten Steinoberfläche zu suchen sein. Schräg liegende, bewitterte Natursteinflächen mit bruchrauen oder geflämmten Oberflächen können anfälliger als polierte Oberflächen sein.

Abbildung 113
Sinterspuren am Fuß der Außentreppe eines Repräsentationsgebäudes aufgrund mangelhafter Wasserführung unterhalb des Natursteinbelags

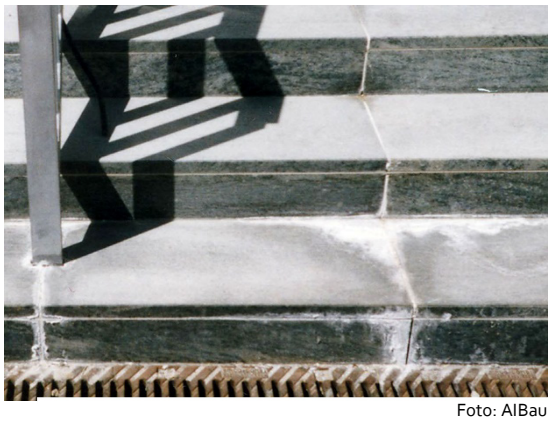


Foto: AIBau

Abbildung 114
Stark unterschiedliche Veralgung durch unterschiedliche Oberflächenstruktur der geflammten Granitplatten

Foto: AIBau

In manchen Fällen kann durch hydrophobierende Imprägnierungen der Wasseraufnahme und damit der Schmutzbindung und Algenbildung entgegengewirkt werden. Andererseits sollte berücksichtigt werden, dass bei vielen Natursteinen erst durch Bildung einer natürlichen Patina die volle Schönheit des Erscheinungsbildes erreicht wird. Viele Ungleichmäßigkeiten in Farbe, Struktur und Verschmutzung gehen mit der Zeit in einen hinreichend einheitlichen, aber lebendigen Gesamteindruck über, der der Hauptanlass zur Auswahl eines natürlichen Steinmaterials war.

Abbildung 115
Starke Verschmutzungen und Veralgungen durch fehlende Mauerkronenabdeckung an einer Natursteinfassade

Foto: AIBau

Abbildung 116
Schutz eines Natursteingesimses durch eine Blechabdeckung mit Tropfkante

Foto: AIBau

6.5 Metallbekleidungen

6.5.1 Allgemeine Hinweise

Bleche aus Metall werden im Wohn- und Verwaltungsbau sowohl zur Dacheindeckung als auch für Fassadenbekleidungen sowie in sehr großem Umfang für die Herstellung von Abdeckungen bei Fensterbänken und Mauerkronen und Anschlussblechen im geneigten und flachen Dach verwendet. Im Hinblick auf hinzunehmende Unregelmäßigkeiten wird vor allem über das Erscheinungsbild von Fassadenbekleidungen oder Dachrandbekleidungen diskutiert, auf die im Folgenden eingegangen werden soll. Es handelt sich dabei in der Regel um Bleche aus Zink, Blei oder Kupfer. Im Industriebau werden zur Fassadenbekleidung häufig großflächige Paneele aus Edelstahl oder beschichteten Stahl- oder Aluminiumblechen eingesetzt, über deren optische Gleichmäßigkeit nach dem Einbau nicht selten Diskussionen beginnen.

6.5.2 Ungleichmäßige Patinabildung bei Zink, Blei oder Kupfer

Abbildung 117
Auffällige Unterschiede der Patinabildung einer fünf Jahre alten, unter breitem Dachrand, geschützt liegenden, nicht vorpatinierten Zinkblechabdeckung.

Foto: AIBau

Abbildung 118
Handspuren an einer Dachrandverkleidung aus Zinkblech

Foto: AIBau

Soweit nicht werkseitig vorpatinierte Bleche verwendet werden, bilden die o. a. Bleche nach dem walzblanken Einbau eine bei Zink und Blei weißlich-graue, bei Kupfer bräunlich-grüne Deckschicht. Das endgültige gewünschte Erscheinungsbild der Blechoberfläche stellt sich also erst einige Zeit nach dem Einbau ein.

Die Geschwindigkeit der chemischen Reaktionen, die zur Bildung der schützenden Patina führen, hängt von einer größeren Zahl von Faktoren ab. Dazu zählt vor allem die Feuchtigkeitsbelastung der Oberfläche: Bei wenig bewitterten Fassadenblechen z. B. unter einem breiten Dachüberstand erfolgt die Patinabildung daher wesentlich langsamer, als bei stark bewitterten Blechdacheindeckungen. Auch mehr als fünf Jahre nach Fertigstellung kann es dann zu sehr unterschiedlichem Erscheinungsbild nebeneinanderliegender Partien der Fassadenfläche kommen[104]. Auch Spuren aus der Blechverarbeitung (Reibespuren, vor dem Löten von Nähten verwendete Reinigungsmittel, Handschweiß[105]) können bei sehr langsam fortschreitender Patinabildung über viele Jahre auffällige Flecken zur Folge haben.

Bei der Beurteilung ist vom Grundsatz auszugehen, dass eine gewisse Ungleichmäßigkeit der Patina – eine „lebhafte" Oberfläche – erwünscht und gewollt ist und dass einige Jahre Wartezeit bis zur Erreichung des endgülti-

[104] Im Handbuch „Titanzink im Bauwesen", Düsseldorf 2002 (Zinkberatung) wird unter 5.1 detailliert auf diese Problematik eingegangen. Die Patinabildung beginnt in feuchtem Milieu nach 3, in trockenem nach 100 Tagen.

[105] Die „Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln)", St. Augustin 2016/2018, weisen unter 12.7.1 hervorgehoben darauf hin, dass mit Handschuhen gearbeitet werden sollte.

gen Erscheinungsbildes normal sind. Erst wenn vier bis fünf Jahre nach Fertigstellung immer noch grobe Unterschiede vorliegen, sollte nach den Ursachen gesucht und ggf. von einem Fehler oder gar Mangel gesprochen werden.

Bei sehr geschützter Lage der Blechflächen und hohem Anspruch an ein gleichmäßiges Erscheinungsbild sollten vorpatinierte Bleche bevorzugt werden bzw. mit dem Auftraggeber zumindest über die Vor- und Nachteile von walzblanken Blechen gesprochen werden. Von Unternehmern kann erwartet werden, dass an optisch wichtigen Bereichen mit erhöhter Sorgfalt gearbeitet wird und z. B. breite Verunreinigungen bei Lötarbeiten vermieden werden. Bei Dachflächen treten die Probleme deutlich weniger auf, da die Bewitterung intensiver und der Anspruch an das optische Erscheinungsbild geringer sind.

Grenzen Dachflächen, die mit bitumenhaltigen Stoffen abgedichtet sind, in Fließrichtung unmittelbar an Winkelbleche, Dachrinnen, Metallabdeckungen oder auch Bekleidungen, treten häufig an den metallenen Bauteilen Verfärbungen auf. Hierbei handelt es sich um Korrosionserscheinungen, die auf die Oxidation und damit verbundenen Säureauswaschungen von bituminösen Werkstoffen, aber auch von säurehaltigen und säureemittierenden Kunststoffdachbahnen beruhen, z. B. bei EVA-Bahnen. Diese werden durch UV-Strahlung und Witterungseinflüsse hervorgerufen. Dieser Sachverhalt ist zu beanstanden, da die notwendigen Korrosionsschutzmaßnahmen z. B. durch Einbau eines wirksamen Oberflächenschutzes auf der Dachfläche oder ein Korrosionsschutzanstrich der metallenen Einbauteile fehlen[106].

6.5.3 Wellen- und Beulenbildung

Insbesondere in walzblankem Zustand macht sich die Welligkeit der Oberfläche von Blechen durch die unterschiedliche Reflexion sehr auffällig bemerkbar. Da eine völlige Ebenheit der mit Fest- und Schiebehaften befestigten Bleche nicht erreichbar ist, sollte eine gewisse Welligkeit hingenommen werden. Sind auch nach der Patinabildung grobe auffällige Beulen sichtbar, sollte den Ursachen nachgegangen werden[107]. Gegebenenfalls wurden die Bleche nicht mit ausreichenden, die thermische Längenänderungen berücksichtigenden Schiebemöglichkeiten versehen. Liegt zwar ein handwerklicher Ausführungsfehler vor, können aber weitergehende Schäden auf die Dauer ausgeschlossen werden, kann die Verhältnismäßigkeit der Beseitigung dieses optischen Fehlers unter Berücksichtigung eventuell erneuter Beulenbildungen bei Austausch von Blechen nach den in Kapitel 2.14 dargestellten Kriterien beurteilt werden.

Abbildung 119
Deutliche Beulenbildung in einer Zinkblechabdeckung

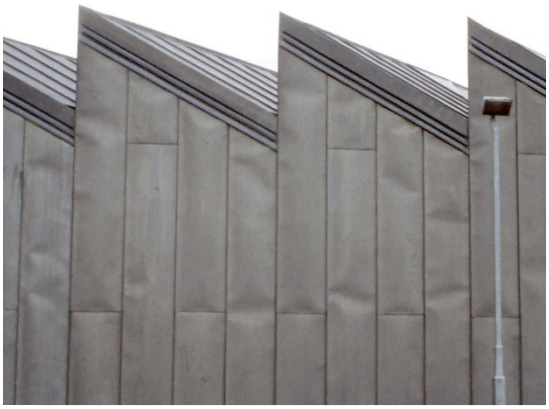


Foto: AIBau

Abbildung 120
Die Welligkeit dieser Sandwichdeckschale eines Industriebaus ist nur bei Sonne und nur unter bestimmtem Blickwinkel erkennbar (Kniese).

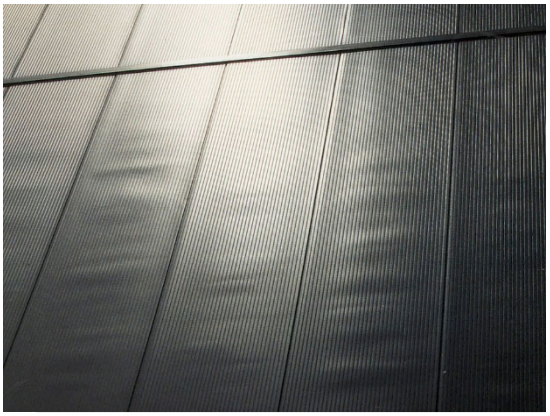


Foto: AIBau

[106] s. Richtlinie für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln), Kapitel 3.11.6 und 3.11.7.

[107] Die Klempnerfachregeln (a. a. O.) empfehlen, bei nicht selbsttragenden Fassadenbekleidungen auf vollflächiger Unterkonstruktion zur Minimierung dieses Problems die Blechdicke der Scharen zu erhöhen und die Scharbreite auf ≤ 520 mm zu begrenzen. Das „Merkblatt 875 – Edelstahl rostfrei im Bauwesen: Technischer Leitfaden", 2017, empfiehlt für größere ebene Flächen, dünne Edelstahlbleche auf Grundplatten aus anderem Material zu kleben.

Im Bereich der Befestigungen von Sandwichelementen ergeben sich rund um den Schraubenkopf leichte Einbeulungen der Blechdeckschale. Diese sind – wenn sie nicht mehr als 2 mm Tiefe haben – systembedingt unvermeidbar[108].

Zur Beurteilung von Fassadenbekleidungen ist üblicherweise, ohne andere Vereinbarungen zu einer speziellen Betrachtungsweise, ein gebrauchsüblicher Betrachtungsabstand von 10 m rechtwinklig zur Betrachtungsfläche einzunehmen und die Bewertung unter diffusen Lichtverhältnissen vorzunehmen. Die Dauer der Betrachtung sollte der im Rahmen der Nutzung üblichen Betrachtungsdauer entsprechen, da Abweichungen üblicherweise erst in diesem Zeitraum erkennbar werden.[109]

6.5.4 Kratzer

Abbildung 121
Zulässige Toleranz am Paneelrand eines Industriebaus mit durchschnittlichem optischem Anspruch

Foto: AIBau

Abbildung 122
Fehlerhafte Verfärbungen durch nicht entfernte Metallspäne beim Befestigen einer Sonnenschutzanlage

Foto: AIBau

Geringfügige Kratzer, die aus gebrauchsüblichem Abstand nicht erkennbar sind, sind nicht fehlerhaft. Stahlleichtbauelemente werden mit gebrauchsfertiger Oberfläche geliefert und eingebaut. Der Korrosionsschutz besteht aus einem metallischen Überzug des Stahls mit einer dünnen Zinkschicht und der farblichen Beschichtung. Wird diese z. B. bei Transport oder Montage geringfügig beschädigt, ist die Oberfläche dennoch vor Korrosion geschützt, solange die Verzinkung des Stahluntergrunds intakt bleibt. Bei Fassadenbekleidungen kann dann auf ein Austausch verzichtet werden. Auch Ausbesserungen sollten aus optischen Gründen unterbleiben, da Farbtonabweichungen i. d. R. nicht vermeidbar sind. Handelt es sich bei den geschädigten Elementen allerdings um Dachelemente, die in der wasserführenden Ebene liegen, ist eine Ausbesserung erforderlich, wenn technische Merkmale der Dauerhaftigkeit eingeschränkt sind.

6.5.5 Sonstige optische Abweichungen bei Blechen

Bei Blech-Sandwich-Paneelen im Industriebau sind die unteren Sandwichränder häufig nicht abdeckt, sondern werden von einem gekanteten Blech unterfahren. Dann bleiben die Maßtoleranzen der Fertigung und Montage häufig unvermeidlich sichtbar. Die zulässigen Toleranzen sind übersichtlich im „Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen bei Bauelementen aus Stahlblech" zusammengestellt. Bei höchsten optischen Ansprüchen sind dann besondere Maßnahmen erforderlich.

[108] Das breite Feld der möglichen Abweichungen bei Industriefassaden aus Stahlblech wird erschöpfend im „Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen im Metallleichtbau", Hrsg.: IFBS, Düsseldorf 2017, abgehandelt. Auf das Einbeulen an Befestigungen wird unter 4.4 eingegangen.

[109] s. Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen im Metallleichtbau" (a. a. O.), Abschnitt 3.1.

Beim Bohren zur Befestigung von Blechbauteilen in der Stahlunterkonstruktion fallen kleine Bohrspäne an, die an bewitterten Stellen Verfärbungen an verzinkten oder beschichteten Oberflächen verursachen. Selbstverständlich ist Bohrmehl grundsätzlich zu entfernen[110]. Alle Späne sind aber in der Regel mit vertretbarem Aufwand nicht völlig entfernbar. Sie beeinträchtigen nicht den Korrosionsschutz und sind meist aus gebrauchsüblicher Position gar nicht oder nur sehr schwach erkennbar. Sie sind dann kein Fehler[111].

6.6 Fenster (Verglasung und Rahmen)

6.6.1 Allgemeine Hinweise

Die optische Beurteilung von Fenstern wird hier getrennt nach dem Erscheinungsbild der Verglasung und nach dem des Rahmens abgehandelt. Hinsichtlich des Rahmens wird hier nur auf Holzfenster eingegangen. Im Hinblick auf Tauwasserbildungen wird auf Kapitel 5.6.4 verwiesen.

6.6.2 Verglasung

6.6.2.1 Grundsätzliche Beurteilungsregeln

Im Bereich des Wohnungsbaus wird üblicherweise Mehrscheibenglas eingesetzt. Die Einschätzung der optischen Qualität dieser Verglasung bezieht sich auf die sichtbare Fläche im eingebauten Zustand. Einschlüsse, Blasen etc., die nur bei besonderen Lichtsituationen (z. B. direkte Sonneneinstrahlung) zu erkennen sind, sollten in der Regel hingenommen werden, da eine völlig makellose Scheibe nur mit unverhältnismäßigem Aufwand herstellbar ist. Die Hersteller und Verarbeiter haben daher detaillierte Kriterien erarbeitet[112], die im Einzelnen die Unregelmäßigkeiten in der Verglasung beschreiben, die als übliche Beschaffenheit von Verglasungen gelten können und daher im Normalfall hingenommen werden können. Auf diese Richtlinie soll genauer eingegangen werden, da sie in exemplarischer Weise das sinnvolle Vorgehen zur Festlegung hinzunehmender Unregelmäßigkeiten demonstriert.

Die Beurteilung von Verglasungen soll von innen nach außen aus einem Abstand von ca. 1 m Betrachtungsabstand und aus üblichem Betrachtungswinkel (Abweichung zur Senkrechten ±30°) bei diffusem Tageslicht erfolgen. Als Betrachtungsdauer wird mit einer Minute pro m² Betrachtungsfläche empfohlen.

Zunächst wird dabei die Glasfläche in drei Zonen mit jeweils unterschiedlichen Anforderungsprofilen eingeteilt. Die sogenannte Falzzone (R = Rabbet) bezieht sich auf den 15 mm breiten Scheibenrand, der im Fensterrahmen durch die Glashalteleiste verdeckt liegt. Mit Ausnahme von mechanischen Kantenbeschädigungen sollten hier alle evtl. auftretenden Rückstände sowie Kratzer uneingeschränkt hingenommen werden, da keine optische Beeinträchtigung besteht.

Auch in der sogenannten Randzone (E=Edge, Randbereich mit einer Breite < 50 mm vom Glasrand, bei Glaskanten < 500 mm jeweils 10 % der Glaskantenlängen) werden keine strengen Beurteilungsmaßstäbe angesetzt. Hier werden Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken bzw. punktförmige Rückstände im Scheibenzwischenraum bei einer Scheibenfläche unter 1 m² in einer Größenordnung von 4 Stück mit einem Durchmesser unter 3 mm als hinnehmbar eingestuft.

Flächenförmig auftretende Rückstände im Scheibenzwischenraum werden pro Scheibe maximal viermal mit einem Kreisdurchmesser von 3 mm bzw. einmal mit einem Kreisdurchmesser von 17 mm als zulässig angesehen. Kratzer und Haarkratzer in begrenztem Umfang sind ebenfalls tolerierbar. Bei Kratzern sollte jedoch die Summe der Einzellängen 90 mm nicht überschreiten und Haarkratzer[113] dürfen nicht gehäuft auftreten.

[110] s. Richtlinie für die Planung und Ausführung von Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen aus Metallprofiltafeln", Hrsg.: IFBS, Düsseldorf 2017, Abschnitt 16.5

[111] s. „Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen im Metallleichtbau" (a. a. O.), Abschnitt 4.2.

[112] Technische Richtlinie des Glaserhandwerks zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen. Hadamar 2019 und Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau, Düsseldorf 2020

[113] Wagner, E., definiert in „Glasschäden – Oberflächenbeschädigungen, Glasbrüche – Theorie und Praxis", Stuttgart 2020, Haarkratzer wie folgt: *„Feine, in der Regel nur gegen einen dunklen Hintergrund oder bei genauer Betrachtung und Kennzeichnung erkennbare Kratzer.*

In der Hauptzone (M=Main) gelten die strengsten Beurteilungskriterien. Hier müssen lediglich 2 Einschlüsse, Blasen, Punkte, Flecken etc. bei einer Scheibenfläche, die kleiner ist als 1 m², mit einem Durchmesser unter 2 mm, akzeptiert werden. Die Anzahl der zulässigen Unregelmäßigkeiten steigert sich bis auf 5 Stück (ø ≤ 2 mm) ab einer Scheibenfläche, die größer als 2 m² ist.

Punktförmige Einschlüsse etc. mit einem Durchmesser 1 mm sind, sofern sie nicht gehäuft auftreten, ohne Flächenbegrenzung akzeptabel, wobei man dann von einer Anhäufung spricht, wenn mindestens 3 Punkte < 1 mm Durchmesser innerhalb eines Kreisdurchmessers von 20 cm auftreten. Bei Kratzern sollte die Summe der Einzellängen unter 45 mm liegen.

Die Richtlinie weist darauf hin, dass bei Verbundglas und Verbundsicherheitsglas für die Zonen E (Edge = Randzone) und M (Main = Hauptzone) eine um 25 % größere Häufigkeit der Abweichungen zu akzeptieren sind, da die Anzahl der miteinander verbundenen Scheiben erhöht ist.

Kratzer sollten unverzüglich bei oder unmittelbar nach der Abnahme gerügt werden, da später häufig schwierig zu entscheiden ist, ob die Kratzspuren auf Fehler bei Lieferung oder Montage zurückzuführen sind oder später z. B. durch den Nutzer durch unsachgemäße Behandlung entstanden sind.

Beschädigungen am Rand eines Glases können bei den Montagearbeiten entstehen. Dann geht es nicht um ein optisches Problem, sondern um die technische Frage, ob die Beschädigung auf Dauer zu Glasbruch oder Lösung des Randverbunds führen kann. Die Art der Randschädigung ist für die Beurteilung entscheidend[114]. Flache Ausmuschelungen oder glatte Ausbrüche sind eher unproblematisch; spitze Einläufer und Kerben können zum Ausgangspunkt von Glassprüngen werden.

Zu weiteren optischen Problemen wie z. B. Farbabweichungen (Interferenzen), Verzerrungen (Isolierglaseffekt) und Anisotropie siehe [Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen, März, 2019, Kapitel 4.2] oder Farbunterschieden bei beschichteten Gläsern siehe [Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen, März, 2019, Kapitel 4.1.2 bzw. VFF Merkblatt „Farbgleichheit transparenter Gläser im Bauwesen].

Abbildung 123
Zu bemängelnde Verätzung durch ungünstige Wasserführung in einer Verblendschale.

Foto: AIBau

Abbildung 124
Der hier dargestellte Riss ist als Mangel zu bewerten. Da er nicht bis zur Außenseite durchgeht und durch Auskitten praktisch kaum erkennbar verschlossen werden kann, wäre ein Fensteraustausch unverhältnismäßig.

Foto: AIBau

Mit dem Fingernagel nicht fühlbare Kratzer von 1.000 – 2.000 Nanometer Kratztiefe." Abgegrenzt werden schwache Kratzer: „*Bei diffusem Tageslicht und gegen einen dunklen Hintergrund meist gut auszumachende Kratzer mit oft bläulichem Schimmer, im Gegenlicht „Funkeln*". *Mit Fingernagel spürbarer Kratzer ab ca. 3.000 – 10.000 Nanometer Kratzertiefe (= 0,01 mm).*"

[114] Küffner, P.; Lummertzheim, O.: Schäden an Glasfassaden und -dächern, Stuttgart 2000, S. 56 – 58.

6.6.2.2 Verätzungen der Glasoberfläche

Glas ist bei längerem Einwirken gegen Alkalien nicht beständig. In der Nähe von Fenstern sind aber häufig alkalische Materialien verbaut, wie Beton, Faserzementplatten, Putze und Mauerwerk. Bei ungünstiger Wasserführung können nach Niederschlägen langanhaltend alkalische Auswaschungen auf das Glas gelangen und dort grau/weißliche Verätzungen hervorrufen. Diese Erscheinungen sind fehlerhaft und die Ursachen abzustellen, indem z. B. Tropfkanten eingebaut werden – es sei denn, es ist absehbar, dass die ätzende Ursache in Form von Auswaschungen angrenzender Bauteile bald beendet sein wird. Die Glasoberflächenstruktur verändernden Verätzungen sind meistens nicht entfernbar, andere dagegen können bearbeitet werden (siehe Wagner, E., a. a. O.).

6.6.3 Rahmen

Auch für die Beurteilung von Holz-Fensterrahmen wurden detaillierte Beurteilungsregeln erarbeitet[115].

Entscheidend für das optische Erscheinungsbild sind die im geschlossenen Zustand sichtbaren Flächen des Fensterrahmens. Hier werden daher höhere Anforderungen gestellt als z. B. an die Rahmenfalzoberfläche. Trotzdem sind folgende Merkmale bzw. Abweichungen nach Auffassung der Merkblattverfasser nicht immer zu verhindern und werden daher in begrenztem Umfang als tolerierbar angesehen:

- Schleifspuren in Längs- und Diagonalrichtung, die sich nicht auffällig markieren, Schleifspuren quer zur Faser im Sichtbereich sind jedoch nicht zugelassen;
- Leimreste an Leimfugen, z. B. von Rahmenverbindungen, sind bis max. 3 mm Breite erlaubt, auf der Fläche sind Leimflecken jedoch nicht zugelassen;
- Nägel oder Klammern zur Befestigung der Glashalteleisten sollten versenkt werden und müssen ausgekittet werden. Diese sichtbaren Befestigungsstellen sind zulässig;
- konstruktionsbedingte Nägel, soweit sie versenkt und ausgekittet werden, sind zugelassen;
- unterschiedliche Schichtdicken der Beschichtung sind zulässig, sofern sie sich im Sichtbereich nicht in optisch störender Wolkenbildung bemerkbar machen; Farbläufer sind jedoch nicht zulässig;
- Poren müssen durch die Beschichtung geschlossen sein. Sie dürfen sich aber – je nach Holzart – verschieden abzeichnen;
- bedingt durch das unterschiedliche Verhalten des Holzes sind sich reliefartig abzeichnende Jahresringverläufe zugelassen;
- geringe Harzaustritte sind nicht zu vermeiden.

Die Beurteilung von Außenflächen soll aus einem Abstand von ca. 5 m bzw. aus üblichem Betrachtungswinkel (Abweichung zur Senkrechten ±30°) bei diffusem Tageslicht erfolgen. Bei Innenoberflächen ist der übliche Betrachtungsabstand auf 3 m zu reduzieren und eine diffuse Ausleuchtung zu wählen.

DIN EN 942: Holz- in Tischlerarbeiten führt in Tabelle 1 je nach Qualitätsklasse Kriterien für zulässige Rissweiten auf – so sind an sichtbaren Flächen bei Klasse J10 Risse von 0,5 mm Breite und 50 mm Einzellänge zulässig. Insgesamt darf die Gesamtlänge der Risse 10 % der Länge jeder Oberfläche betragen. Durch die gesamte Querschnittstiefe durchgehende Risse sind unzulässig. Weitere Hinweise zur Oberflächenbehandlung: s. Kapitel 6.10.

Bei beschichteten Aluminium- bzw. Stahlfensterrahmen ist der Betrachtungsabstand zur Beurteilung der optischen Qualität analog zu Holzfenstern zu wählen (außen 5 m, innen 3 m). Ein Merkmal gilt dann als auffällig, wenn es innerhalb von 10 Sekunden erkannt wird. Ein zusätzlicher Aspekt sind Krater und Blasen in der Beschichtung: sie sind auch im Sichtbereich zulässig, wenn sie nicht auffällig wirken. Falls sie doch auffallend sind, sind solche mit einem Durchmesser < 0,5 mm grundsätzlich zulässig bzw. bei größerem Durchmesser maximal

[115] Richtlinie zur visuellen Beurteilung einer fertigbehandelten Oberfläche bei Holzfenstern und -Außentüren, Hadamar 05/2009.

10 Stück pro m bzw. m². Bei Einschlüssen wie Fasern gilt Ähnliches. Hier werden im Sichtbereich allerdings bei einem Durchmesser > 0,5 mm bereits 5 Stück als optisch auffällig empfunden.

Insbesondere bei großformatigen Fensterflügeln und bei PVC-Fensterrahmen kommt es häufiger zu technischen Funktionsstörungen wie Klemmen und Festhaken der Flügelrahmen, die auch durch mehrfaches Nachjustieren der Beschläge nicht beseitigt werden können. Dann liegen häufig grundsätzliche technische Fehler vor: die Rahmen oder Beschläge sind unterdimensioniert, falsch verstärkt oder die Scheiben falsch geklotzt. Solche Fehler müssen beseitigt werden[116].

Die Bewertung der optischen visuellen Qualität von Kunststofffenstern orientiert sich an den Grundsätzen für beschichtete Fensterrahmen.

[116] Klein, W.: Schäden an Fenstern, Stuttgart 1994. neu: Zimmermann, H.-H.: Schäden an Fenstern und Fensterwänden. Aus der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Ralf Ruhnau, Nabil Fouad, Silke Sous, IRB Verlag, Stuttgart 2022

6.7 Flachdächer

Abbildung 125
Hinnehmbare Pfützenbildungen auf einer Dachabdichtung über Perlitgefälleschüttung

Foto: AIBau

Abbildung 126
Auch solche Pfützen können hinnehmbar sein.

Foto: AIBau

6.7.1 Allgemeine Hinweise

Flachdächer müssen in erster Linie technische Funktionen erfüllen. Im Hinblick auf hinzunehmende Unregelmäßigkeiten wird meist über Pfützenbildungen, Wellen, Falten und Blasen gestritten. Am Beispiel der Aufkantungshöhen der Abdichtung an den Dachrändern soll die Frage diskutiert werden, inwieweit Abweichungen von Dimensionierungsvorschriften der Regelwerke hingenommen werden können.

6.7.2 Gefällegebung/Pfützen

Abbildung 127
Starke Aussinterungen im Belag sind auf einen nicht mehr zeitgemäßen Aufbau aus Platten im Mörtelbett zurückzuführen.

Foto: AIBau

Abbildung 128
Nicht hinnehmbare Blasenbildung

Foto: AIBau

In der Vergangenheit hat man sich in verschiedenen Bereichen des Bauens damit auseinandergesetzt, welche Aufgaben technische Regelwerke für das Baugeschehen und insbesondere für Abdichtungen einnehmen können und sollen. Maßgebliche Regelwerke enthalten z. B. Gefälleanforderungen, die den Grundsätzen des Werkvertragsrechts entgegenstehen, da sich diese nicht aus Notwendigkeiten für Abdichtungsschichten, sondern aus nicht in Abdichtungsregelwerken beschriebenen Anforderungen an Beläge ergeben. Auch wird Gefälle nach differenzierten Kriterien für die Planung gefordert, nicht aber für die Ausführung, da dort die Anforderungen nicht eingehalten werden können und deswegen nach dem technischen Verständnis der Norm auch nicht eingehalten werden müssen. Das juristische Verständnis kann aber davon abweichen, da Leistungsversprechungen

aus Planungsvorgängen regelmäßig gleichermaßen auch Maßstab für die Bewertung ausgeführter Leistungen sind.

Sobald man sich an etwas gewöhnt hat, wird es häufig nicht hinterfragt, sondern unkritisch hingenommen. Es verselbstständigt sich. Setzt man sich aber mit werkvertraglichen Anforderungen und dem Sinn normativer Regelungen angesichts der Kernaufgabe der Standardisierung auseinander, kommen Fragen auf, die in diesem Beitrag angesprochen werden. Es stellt sich so die Frage, ob die derzeitigen Regelungen einen nicht rechtlichen, sondern ausschließlich technischen Standard bilden, der Rechtsfolgen entwickeln kann.

Technische Regeln werden nicht nur von Technikern genutzt, sondern selbstverständlich auch von Juristen, wenn Vertragspartner – aus welchen Gründen auch immer – juristische Hilfe benötigen. Juristen haben aber einen anderen Bezug zu textlichen Formulierungen als Techniker. Während Techniker technische Regeln eher als Hilfestellung und nicht immer als genau und zwingend umzusetzen verstehen, sehen Juristen in ihrer von Gesetzestexten gewohnten Lesart mehr den Buchstaben – auch in technischen Regelwerken. Schließlich können sie, von Berufs wegen, technische Texte nicht auslegen.

Jedem Bauschaffenden ist bewusst, dass die Erfüllung einer planerischen Anforderung mit einer genauen Neigungsangabe an einer gebauten Dachfläche nicht erwartet werden darf. Es gibt viele Gründe, dass das gebaute vom geplanten Gefälle abweicht. Selbst mit hohem Aufwand lässt sich eine punktgenaue planerische Vorgabe in Bezug zum Gefälle an Dächern nicht umsetzen. Dies hat zu den Zusätzen in den oben erläuterten Regelwerken geführt, dass selbst bei einer Gefällegebung von bis zu 5 % Pfützenbildung nicht zu vermeiden ist.

Andererseits möchte man nicht, dass sich auf Dachflächen große Wassermengen ansammeln. Man könnte befürchten, dass

- durch kleinere Löcher, die nicht nur während der Herstellung, sondern auch im Zeitraum der Nutzung entstehen könnten, vermehrt Wasser in den Dachaufbau eindringen kann,
- sich im Bereich von Pfützen Schmutz ablagert, der zur Kerbspannung und damit zur Rissgefährdung von Dachbahnen führen könnte,
- im Bereich von Pfützen die Temperatur der Dachbahn geringer ist als in unmittelbar angrenzenden Bereichen und deswegen Materialprobleme entstehen könnten,
- Mikroben innerhalb von Pfützen, insbesondere in Verbindung mit organischen Ablagerungen, Bakterien bilden, die die Dachbahn schädigen können; als Besonderheit werden Rotalgen gefürchtet, die die Oberschichten von Bahnen zersetzen könnten.

Diese bei gefällelosen Dächern befürchteten Risiken sind in der gegenwärtigen DIN 18531 von 2017 Anlass, Dächer mit Gefälle grundsätzlich einer höherwertig gedachten Anwendungsklasse zuzuordnen als Flachdachflächen ohne Gefälle.

Sind aber Dächer mit einem geplanten Gefälle von 2 % tatsächlich besser, wenn sie in der Ausführung unvermeidbar von den planerischen Vorgaben abweichen und damit zumindest stellenweise oder auch in größeren Teilflächen wegen z. B. Deckendurchbiegungen kein Gefälle oder sogar Gegengefälle haben?

Wie ist dieser Spagat zu lösen? Sollte man grundsätzlich eine Neigung von 5 % fordern, also mit einem Vorhaltemaß von 3 - 4 % arbeiten? Das hätte zur Folge, dass in einigen Teilbereichen rechnerisch 8 - 9 % Neigung entstünden, was sicherlich in Einzelfällen zu steil ist.

Hinzu können fallbezogen hohe Kosten für die Herstellung von gefällegebenden Schichten oder gar größere Stockwerkhöhen kommen, um Platz zu schaffen für die höheren Anschlüsse, die sich an Hochpunkten von Dachflächen ergeben. Wenn aber dies z. B. im Bestand oder wegen anderer Zwänge nicht möglich ist, sollte dann ein Besteller oder ein Nutzer ein zu befürchtendes Risiko eingehen müssen, das sich ausschließlich daraus ergeben soll, dass eine Dachbahn nicht mit einem solch steilen Gefälle verlegt werden kann?

Werkvertragliche Anforderungen

Werkleistungen müssen (neben der Einhaltung von Beschaffenheitsvereinbarungen) regelmäßig so beschaffen sein, dass sie die vom Vertrag vorausgesetzte und sonst die gewöhnliche Verwendungseignung sicherstellen.

Regelwerke sind grundsätzlich auslegungsbedürftig. Das ergibt sich schon daraus, dass Regelwerke allgemein gehalten sein müssen, da Regelwerksverfasser den konkreten Anwendungsfall nicht kennen. Anwender von Regelwerken müssen den Transfer von Regelwerksinhalten zu den konkreten Anforderungen leisten. Bereits das erfordert die Anpassung von Regelwerksanforderungen an die jeweils gestellte Aufgabe. Enthalten (allgemein gehaltene) Regelwerke etwas, was dem (vertragsbezogenen, konkreten) Werkerfolg entgegensteht, müssen sie nach § 133 und § 157 BGB nach dem wirklichen Willen der Parteien ausgelegt werden. Dazu zählen nicht nur Aspekte der Zuverlässigkeit, sondern alle Aspekte, die einen Werkvertrag betreffen, also auch die Kosten für die Maßnahmen unter dem Aspekt des Wirtschaftlichkeitsgebots.

Die Auslegungspflicht ist damit nicht die Ausnahme, sondern alltägliche Regel. Dies gilt insbesondere dann, wenn sich Regelwerke nicht an einem notwendigen Standard orientieren, sondern etwas beschreiben, von dem man glaubt, dass es „normalerweise" so gebaut wird.

Eine Dachabdichtung muss dauerhaft dicht sein, und das für die vorgesehene wirtschaftliche Nutzungsdauer bei üblichen und möglichen Instandhaltungen unter den zu erwartenden Einwirkungen – und nicht nur wie Dachdeckungen regensicher. Wenn ein Dach nicht nur – wie bei einer offenen Unterstellhalle oder bei einem Balkon – die Niederschlagsmenge reduzieren soll, sondern über einem normal oder hochwertig genutzten Raum liegt, muss es vollständig dicht sein. Schon eine einzige Fehlstelle kann dem Werkerfolg entgegenstehen.

Dieser Anforderung kann man entgegenhalten, dass ein kleinerer Schaden weniger schlimm ist als ein größerer und deswegen eine mit 2 % geplante Dachneigung zu einem zuverlässigeren Dach führt, weil die Schadensfolge bei einer Fehlstelle mit einiger Wahrscheinlichkeit geringer ist. Wenn Wasser aus einer größeren Ansammlung in die Dachkonstruktion eindringt, sind die Auswirkungen bedeutsamer, als wenn nur tröpfchenweise Wasser eindringt.

Dennoch sind beide Zustände inakzeptabel. Man wird eine löchrige Abdichtung nicht akzeptieren, nur weil sie im Gefälle verlegt ist, auch nicht eine, in der nur an wenigen Stellen kleine Löcher vorhanden sind, durch die aber noch immer Wasser in den Dachquerschnitt eindringen kann. Ein Dach muss dauerhaft dicht sein, Wasser darf grundsätzlich nicht eindringen können.

Wenn diese Anforderungen an Dachabdichtungen zu stellen sind, müssen Abdichtungen, auf denen sich nur in kleineren Teilbereichen Pfützen bilden können, auch dort dauerhaft dicht sein. Wenn diese Eigenschaften gewährleistet sind, gibt es keinen technisch nachvollziehbaren Grund, zu verlangen, dass Teilbereiche frei von stehendem Wasser sein müssen.

Es geht nicht um die Frage der Entwässerung, sondern um die der Anforderungen an Dachabdichtungen, an Bahnenqualitäten und an die baustellengerechte Verarbeitbarkeit mit dem Ziel, Bauarten sicherzustellen, die dauerhaft dichte Dächer gewährleisten. Es geht um einen normativen Standard für Dachabdichtungen und nicht um die Frage einer Dachentwässerung, solange diese keine Auswirkungen auf die Dauerhaftigkeit von Dachabdichtungen haben kann. Das ist bei geplanten Gefällen von 2 % nicht der Fall, sondern erst bei Dachneigungen von mehr als 5 % (an allen Stellen einer Dachfläche), sodass sich an keiner Stelle Pfützen bilden können.

Beschränkt man sich auf die Anforderungen an Dachabdichtungen, bringt es nicht viel, Gefälle von 2 % zu planen oder es zu lassen. Das bedeutet nicht, dass deswegen Dachflächen vollflächig überstaut werden sollten. Es bedeutet aber, dass Dachabdichtungen, auf denen sich aufgrund ihrer geplanten Neigung von 2 % noch immer Pfützen bilden können, gegen stehendes Wasser in allen Bereichen beständig sein müssen – egal, wo sich Pfützen bilden.

Daher ist die Planung eines Gefälles von 2 % kein anforderungsminderndes Merkmal für Dachabdichtungen oder eines, was eine Dachabdichtung unter werkvertraglichen Aspekten „besser" macht. Entwässerungen von

Dachflächen können selbstverständlich sinnvoll sein, sollten aber dann in den dafür gedachten Regeln für Entwässerungsanlagen für Gebäude und Grundstücke behandelt werden und nicht in einer Regel, die Anforderungen an Abdichtungen aufstellen.

Gefälle: Planung und Wirklichkeit

Die Planung eines Gefälles von 2% oder auch mehr garantiert nicht, dass sich kein Wasser ansammeln kann.

Dazu müssten Dächer deutlich steiler geneigt werden, was aufgrund der resultierenden Höhenentwicklung i. d. R. Nachteile bezüglich Aufwand, geometrischen Zwängen insbesondere im Bestand, aber auch hinsichtlich der Kosten zur Folge hat. Dennoch können in den kleinen Teilbereichen, in denen Wasser steht, Schäden entstehen. Dagegen können auch Dachabdichtungen, die ohne Gefälle geplant wurden, Niederschlagswasser annähernd rückstandsfrei ableiten.

Die Planung eines Gefälles von 2 % wird in Regelwerken empfohlen. Die heute relevanten Regelwerke weisen jedoch darauf hin, dass ausgeführte Dächer aufgrund von Deckendurchbiegungen, zulässigen Unebenheiten, Ebenenversätzen von z. B. Dämmstoffen, Überlappungen und Verstärkungen an Bahnennähten dennoch Pfützen aufweisen können. Alle Abdichtungen müssen jedoch an jeder Stelle die werkvertraglichen Anforderungen der Verwendungseignung uneingeschränkt erfüllen.

Damit unterscheiden sich die Anforderungen an Abdichtungen, die mit einem Gefälle von 2 % geplant werden, nicht von denen, die auf Dachflächen ohne geplantes Gefälle verlegt werden sollen. Eine Regelung zum geplanten Gefälle von 2 % kann für die Entwässerung von Dachflächen sinnvoll sein, aber nicht hinsichtlich der Differenzierung von Anforderungen an Abdichtungen.

DIN 18531 beschreibt in Verbindung mit DIN SPEC 20 000-201 Abdichtungen, von denen nicht nur wenige geeignet sind, ohne Gefälle verlegt zu werden. Auf Dächern, deren Nutzung dies erfordert, zum Beispiel bei Retentionsdächern oder bei intensiv begrünten Dachflächen, müssen sie sogar ohne Gefälle verlegt werden. Wenn Abdichtungsmaßnahmen für diese Dachflächen geeignet sind, gibt es nur wenige Gründe, für andere Dächer mit diesen Abdichtungen ein Gefälle zu fordern. Wenn bestimmte Dachbahnen für die gefällelose Verlegung nicht geeignet sind, hilft die 2 % Regelung nicht weiter, da diese Gefälleangabe für die Planungsphase gilt. Damit kein Wasser auf der Dachfläche verbleibt, müssen deutlich mehr Maßnahmen ergriffen werden.

Bei für die Verlegung mit nur geringem oder keinem Gefälle ungeeigneten Abdichtungsschichten kommt es darauf an, dass das Gefälle an jeder Stelle vorhanden ist. Die 2 %-Regelung sichert aber nicht die Pfützenfreiheit von Dächern zu. Wenn Dachbahnen, aus welchen Gründen auch immer, Probleme mit stehendem Wasser haben, müssen sie mit einem so großen Gefälle verlegt werden, dass stehendes Wasser nicht vorkommt. Es gibt keine kleinen oder großen Fehler, sondern nur geeignet oder nicht geeignet und damit in Hinsicht dieses Aspekts der Verwendungseignung fehlerfrei oder fehlerhaft. Wenn Dachabdichtungen gegen stehendes Wasser nicht geeignet sind, müssen sie so errichtet werden, das Wasser in einer hinreichend kurzen Zeit vollständig abgeleitet wird. Wenn man verantwortungsvoll mit einer Regelwerksangabe umgeht, könnte die Forderung einer Planung von 5 % geeignet sein – weniger wird es wohl kaum sein.

Anders verhält es sich mit Anforderungen, die sich aus den Belägen oder anderen Belagsschichten ergeben. Diese sind aber nicht Gegenstand der Abdichtungsnorm, sondern unterliegen der aufgabenbezogenen und damit der fallbezogenen Koordination. Die Anforderungen aus Belägen dürfen nicht in den normativen Standard für Abdichtungen eingreifen, der sich auf Abdichtungsschichten zu beschränken hat.

Die Regeln für Abdichtungen regeln keine Beläge, differenzieren aber die Gefälleanforderung nach Belagsschichten. Es ist grundsätzlich widersprüchlich, dass bei den dort beschriebenen, besonderen oder zusätzlichen Maßnahmen für gefällelose Planungen (die Ausführungen dürfen ja davon abweichen) diese zu einem Mangel führen sollen, während sie bei identischer Ausführung unter einem anderen Belagsaufbau nicht mangelbehaftet sein sollen. Es gibt sicherlich besondere Situationen, bei denen eine bestimmte Abdichtung, die durch dicke Belagsschichten geschützt ist, ohne Gefälle klarkommt, aber ohne diesen Schutz besser ein Gefälle haben sollte. Das sind aber gesondert anzustellende Betrachtungen und unterliegen nicht der Grundsätzlichkeit.

Bauliche Zwänge, insbesondere beim Bauen im Bestand, lassen recht häufig keine Gefällegebung zu und werden für manche Dachaufbauten sogar nicht gewünscht. Wenn die Grundsätze zur notwendigen Gefälleplanung stimmten, wären alle diese Flachdächer von vornherein mangelbehaftet, weil sie angeblich unter dem Makel leiden, dass wegen eines nicht geplanten Gefälles die Verwendungseignung eingeschränkt sei. Die Verwendungseignung schließt die anfangs genannten Befürchtungen ein, dass Flachdachabdichtungen in gefälleloser Ausführung Schaden nehmen können oder sich einzelne Fehlstellen mehr auswirken, wenn sie im Bereich von Pfützen liegen. Bei weitem nicht an allen Flachdächern bestehen die benannten Probleme, sodass sich daraus keine Grundsätzlichkeit ableiten lässt.

Die jetzigen Gefälleregelungen passen nicht zu einem normativen Standard. Sie führen dazu, dass zum Teil Baubeteiligte ohne ernsthaften Grund dazu verurteilt werden, uneingeschränkt funktionierende Dächer auszutauschen. Andererseits müssten nach dieser Regelung Dächer akzeptiert werden, auf denen sich in Teilbereichen Pfützen bilden können, auch wenn unter in Teilflächen stehendem Wasser Abdichtungsschichten Schaden nehmen. Damit müsste auch Wasser im Dachquerschnitt akzeptiert werden, das in kleinen Mengen eindringen kann. Auch bei Einhaltung der Norm sind solche Abdichtungen wegen möglicher Materialprobleme oder Verarbeitungsfehler nicht verwendungsgeeignet, fehlerhaft und somit auch mangelbehaftet.

Schlussfolgerungen

Regelwerke für Abdichtungen regeln ebendiese, jedoch keine Belagsschichten. Oft wird Gefällegebung zur Entwässerung von Belagsschichten gefordert. Selbst das ist von den jeweiligen Belagskonstruktionen abhängig und lässt sich nicht für alle Belagsschichten generalisieren.

Die (unbedingte) Forderung nach einer Gefällegebung von Abdichtungsschichten gibt es in Regelwerken nicht. Wann aber ist trotzdem ein Gefälle zu fordern, wenn es Situationen gibt, in denen keines gefordert wird? Der Widerspruch wird deutlich, wenn Regelwerke für Dachflächen mit intensiver Begrünung kein Gefälle fordern, damit Wasser für das Pflanzenwachstum verbleibt. Für Dachflächen mit Wasserrückhaltung, sog. Retentionsdächer, ist Gefälle sogar kontraproduktiv. Auf diesen muss Wasser stehen bleiben, damit es von dort verdunstet, weil es z. B. für Neubauten in Innenstadtlagen immer häufiger und Zukunft regelmäßig unzulässig ist, Niederschlagswasser von Dachflächen in die Kanalisation abzuleiten. Gerade solche Dächer müssen aber, da sie für Instandhaltungen nicht zugänglich sind, besonders zuverlässig sein.

Spätestens hier wird klar, dass sich die Forderung nach einer Gefällegebung (von 2 %) verselbstständigt hat, technisch aber nicht (mehr) umfassend nachvollziehbar zu begründen ist. Wenn Dachabdichtungen durch länger stehendes Wasser geschädigt werden können, genügt die Planung eines Gefälles von 2 % nicht. Solche Dachbahnen müssten in allen Teilbereichen so steil verlegt werden, dass sich keine Pfützen bilden können. Solche Stoffe sollten nur auf Dächern verlegt werden, wenn sich auf keiner, auch kleineren Teilfläche Wasser ansammeln kann.

Werden Abdichtungsbauarten gewählt, die durch länger stehendes Wasser nicht geschädigt werden können, spielt die Planung (und auch die Ausführung) eines Gefälles von 2 % eine nur untergeordnete Rolle. Zu den Merkmalen für zuverlässige Dachabdichtungen zählt z. B. die Beschränkung oder, besser, die Vermeidung der Folgen von Unterläufigkeiten, durch die sich durch eventuelle Leckstellen eingedrungenes Wasser innerhalb eines Dachaufbaus über weite Strecken verteilen kann und es annähernd unmöglich ist, evtl. Leckstellen zuverlässig aufzufinden. Falls diese Maßnahmen nicht möglich sind und Leckstellen nicht vermeidbar sein sollten, ist es ein wichtiges Kriterium, dass diese auffindbar und damit reparabel sind. Abdichtungen sollen robust und dauerhaft sein. Sie sollen, insofern sie nicht in allen Bereichen durch dickere Schichten geschützt sind, gegenüber UV-Bestrahlung beständig sein, einen dauerhaften Widerstand gegen Hagelschlag aufweisen, der auch nach längerer Zeit nicht abnimmt und andere Merkmale, die Dauerhaftigkeit und Zuverlässigkeit beitragen.

Eine pauschale Regelung zum Gefälle ohne Bezugnahme auf die Geeignetheit einer Abdichtung oder die Einbausituation ist kein Standard. Nicht nur Baubeteiligte, sondern auch Besteller und damit auch Juristen, die sich naturgemäß an Worten orientieren und nicht den technischen Sachverstand haben können, finden in solchen Regelungen zum Gefälle keine gute Hilfestellung.

Das Gefälle ist für die Zuverlässigkeit der Konstruktion kein wesentlicher Baustein. Es wird sogar durch die Regelwerke infrage gestellt, die ein Gefälle nicht für alle Situationen und auch nur für die Planung fordern, nicht aber für das ausgeführte Dach.

Jeder kann ein Gefälle vereinbaren. Dem steht eine Norm nicht entgegen. Die Norm darf aber nicht den Anschein erwecken, dass sie (als standardisierendes Regelwerk ungerechtfertigterweise) in das Werkvertragsrecht eingreift. Wenn gefällelose Dächer nur unter bestimmten Voraussetzungen möglich sein sollen, ließe sich aus der Sicht von Anwendern und Juristen daraus auch für alle anderen Situationen eine unbedingte Forderung ableiten. Das ist aber nicht richtig. Leider werden aber aus diesem Grund unzählige Streitigkeiten darüber geführt, ob Dächer mangelbehaftet sind oder nicht, nur weil sie kein Gefälle haben, auch wenn sie auf Dauer uneingeschränkt verwendungsgeeignet sind. Die Techniken stehen zur Verfügung, dauerhaft dichte Dächer auch ohne Gefälle zu bauen – sie werden insbesondere bei hochwertigen Dachflächen mit intensiver Begrünung, aber nicht nur dort, erfolgreich angewendet.

Wer die Auffassung vertritt, dass grundsätzlich (und nur in besonderen Situationen nicht) alle Dächer mit Gefälle geplant werden müssen, hat sich mit der Frage auseinandersetzen, wer für die Kosten für Rückbau und Neuherstellung von ggfls. auch großen Dachflächen aufzukommen hat, wenn sich (oft erst im Nachhinein) herausstellt, dass diese Maßnahmen den (vertragsunabhängigen, objektiven) Wert des Dachs nicht erhöhen und damit (nach vertragsunabhängigen Maßstäben) unnütz waren.

Auch auf Flachdächern, die 4 % geneigt sind, können sich Pfützen bilden. Es gibt aber werkvertraglich keine Unterscheidung zwischen einem großen oder einem kleinen Mangel. Es ist nicht so, dass löchrige oder fehlerhaft verarbeitete Flachdachabdichtungen oder solche, die in Teilflächen durch mikrobiellen Bewuchs beschädigt oder gar zerstört werden, akzeptabel wären, nur weil sie mit einem zweiprozentigen Gefälle geplant wurden. Der Unterschied besteht lediglich darin, dass im Bereich einer Pfütze mehr Wasser in den Dachaufbau kommt als im Bereich außerhalb einer Pfütze, wobei berechtigterweise der Begriff Pfütze hinsichtlich des Volumens nicht normierbar ist. Sobald aber Wasser die Abdichtungsschicht durchdringt, besteht grundsätzlich ein technisches Problem. Dann kommt es nicht mehr auf die Menge an, die Situation ist bereits im Grundsatz unannehmbar.

Empfehlung

Die Anforderungen an Abdichtungen, die gefällelos oder mit einem Gefälle von 2 % geplant werden, sind identisch. In beiden Fällen ist damit zu rechnen, dass mehr oder weniger Wasser auf der Abdichtung verbleibt. Daher sollten Anforderungen an Abdichtungen von denen an eine Entwässerung abgekoppelt werden – es sei denn, dass Dächer so steil errichtet werden, dass kein Wasser auf ihnen verbleiben kann, z. B. in allen Bereichen mit einem Gefälle von 5 % und einem gebauten Mindestgefälle von 2 % in Richtung der Abläufe. Dabei sollte man sich bewusst sein, dass jede Zahlenangabe in einem Regelwerk Streit auslösen kann, da sich jede zu genau definierte Anforderung verselbstständigen kann. Besser wäre, auf das Schutzziel abzustellen ohne missverständliche, streitauslösende Formulierungen, wie das leider bei der 2 %-Planungsanforderung der Fall ist.

Regelwerke sollen helfen, die Verwendungseignung zu erzielen. Dabei sollen sie aber nicht über das Ziel hinausschießen und mehr fordern als notwendig, weil es werkvertraglich keine sichere Seite gibt, sondern lediglich ein Optimum aus verschiedenen Aspekten, worunter auch das Wirtschaftlichkeitsgebot zählt. Wird z. B. ein Gefälle geplant und unter Mehraufwand realisiert, kann dieser ein wirtschaftlicher Schaden sein, wenn es auch ohne Gefälle geht.

Mit dem folgenden Vorschlag einer textlichen Regelung, die sich inhaltlich teilweise bereits in der Geschichte der Regelwerke wiederfindet, könnte die Problematik gelöst werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass sich Hersteller bei ihrer Leistungserklärung darüber im Klaren sein müssen, dass sie mit Änderung der Gesetzeslage zum 1.1.2018 für ihre Aussagen in Bezug zum Werkerfolg der Dachabdichtung einzustehen haben. Hersteller sollten sich nicht aus Gründen des Wettbewerbsvorteils zu Aussagen hinreißen lassen, die zur Inanspruchnahme führen können. Auch das Verschweigen einer Anwendungseinschränkung z. B. zum Gefälle gehört dazu, wenn Abdichtungen unter auch in Teilflächen stehendem Wasser leiden sollten. Dann müsste mehr gefordert werden, nämlich eine Gefällegebung, die an allen Dachteilflächen gebaut werden muss.

Wie bereits beschrieben, sollten Entwässerungen, die keine Relevanz auf die Anforderungen der Abdichtung haben, nicht in der Norm für Abdichtungen beschrieben werden, sondern in der Norm für Entwässerungsanlagen für Gebäude. Dazu wäre folgender Text denkbar:

Entwässerung von Dachflächen

Von Dachflächen sollte Wasser abgeleitet werden.

Bei Retentionsdächern, Dächern mit intensiver Begrünung und solchen Dächern, an denen eine Gefällegebung aus anderen Gründen nicht möglich ist, sind Maßnahmen zu ergreifen, die die dauerhafte Dichtheit einer Dachabdichtung auch unter lange anhaltend stehendem Wasser gewährleisten.

Wenn länger stehendes Wasser eine Abdichtungsschicht beschädigen kann, müssen sie so errichtet werden, dass kein Wasser auf ihnen verbleiben kann.

Wenn Maßnahmen ergriffen wurden, die gegen länger stehendes Wasser geeignet sind, ist im Einzelfall zu prüfen, ob darüber hinaus Anforderungen an Gefälle nötig sind, z. B. bei unmittelbar bewitterten Abdichtungsoberflächen.

Angaben zur Eignung von Dachabdichtungen auf auch in Teilflächen gefällelosen Dächern unterliegen den Leistungserklärungen von Herstellern.

Eine solche Regelung könnte viele Streitigkeiten vermeiden, erhebliche Ressourcen einsparen, Müllberge vermeiden helfen und einen vertrauensbildenden, verlässlichen Standard darstellen. Anforderungen aus Belagsschichten bedürfen eigener Regelungen und gehören nicht in eine Norm für Abdichtungsschichten. Wenn für bestimmte Beläge Gefälle erforderlich ist, ist es eine koordinierende Aufgabe, die von keinem Standard einer Abdichtungsnorm erfasst werden kann.

6.7.3 Sonstige Unregelmäßigkeiten

Farbliche Unterschiede in der Fläche sind üblich und führen zu keiner Beeinträchtigung der Funktionen. Dies gilt auch für Wellen oder Falten in der Dachabdichtung, sofern sie in begrenztem Umfang auftreten. Falten und Blasen mit Lufteinschlüssen zwischen den Lagen sollten bei bituminös abgedichteten Flachdächern ohne schweren Oberflächenschutz nicht hingenommen werden, da mit einer Vergrößerung der Blasen zu rechnen ist, die schließlich zum Versagen der oberen Bahnenlage führen. Das gilt auch für die in neuerer Zeit auftretenden Bläschen innerhalb von Bitumenbahnen, die offensichtlich auf Materialinhomogenitäten zurückzuführen sind.

Bedingt durch die Verarbeitung von Dachdichtungsbahnen ist es unvermeidbar, dass im Bereich der Bahnennähte geringfügige Mengen des Klebers hervortreten. Dies ist optisch besonders auffällig bei beschieferten Bahnen.

Sind höhere Anforderungen an das Erscheinungsbild der Flachdachflächen gestellt, da sie z. B. von einem höheren Gebäudeteil einsehbar sind, sollte dies vertraglich vereinbart werden. Dann gelten selbstverständlich diese Einzelvereinbarungen als Beurteilungsmaßstab einer Hinnehmbarkeit.

6.7.4 Aufkantungshöhen

Abbildung 129
Schwellenloser Dachterrassenanschluss eines Wohnheims, der durch Dachüberstand und Entwässerungsrinne vor Wasserbeanspruchung geschützt ist.

Foto: AIBau

Abbildung 130
Zu geringe Aufkantung einers stark bewitterten Anschlusses einer Dachterrasse an eine Verblendschale.

Foto: AIBau

Die Abdichtung soll in der Regel etwa 15 cm über den abschließenden Belag an den aufgehenden Bauteilen hochgeführt, gegen Hinterlaufen gesichert und ggf. verwahrt werden. Durch diese Maßnahme soll der besonders risikobehaftete Abdichtungsrand möglichst aus der unmittelbaren Wasserbeanspruchung durch stehendes Wasser, Schmelzwasser und Spritzwasser herausgehalten werden. Wird der Dichtungsrand durch Dachüberstände, verstärktes Gefälle und Gitterroste vor der Wasserbeanspruchung geschützt, sind insbesondere dort wesentlich geringere Aufkantungshöhen akzeptabel. Dies trifft insbesondere auf Türdurchgänge zu, die häufig genutzt werden oder barrierefrei sein müssen.

Unterschreitungen von wenigen Zentimetern bei üblicher Wassereinwirkung erhöhen das Schadensrisiko nicht wesentlich und sind tolerierbar. Größere Unterschreitungen der Aufkantungshöhen, die nicht zu einem Schaden geführt haben und solche nicht erwarten lassen, sind ebenso hinnehmbar. Dies gilt insbesondere dann, wenn kein Schlagregen zu erwarten ist oder in der Sockelzone wasserabweisende Stoffe verwendet werden. Abdichtungen sind ohnehin hinterlaufsicher anzuschließen, sodass diese Anforderung keinen zusätzlichen Aufwand bedeutet.

Die Bewertung kann also nicht allein mit dem Zollstock erfolgen, sondern erfordert die sachverständige Beurteilung eines Konstruktionszusammenhangs (s. auch Kapitel 4).

6.8 Steildächer

6.8.1 Allgemeine Hinweise

Steildächer haben, wie bei den Flachdächern angesprochen, in erster Linie eine Feuchtigkeitsschutzfunktion. Im ausgebauten Dach sind ebenso die Wärmeschutzfunktionen wichtig. Weiterhin können Eindeckungen jedoch auch wesentlich das Erscheinungsbild des gesamten Gebäudes bestimmen. Im Hinblick auf das optische Erscheinungsbild ist für Dacheindeckungen typisch, dass sie in der Regel nur aus größerem Abstand einsehbar sind. Für die Hausbewohner und -nutzer selbst ist ggf. noch die nähere Blickposition aus dem Dachfenster oder von der Dachterrasse üblich. Beim Streit über rein optische Unregelmäßigkeiten sollten diese „gebrauchsüblichen Betrachtungspositionen" zur Beurteilung der Störwirkung eingenommen werden, wobei der nähere Abstand selbstverständlich keine Beurteilung des Gesamtbildes, sondern lediglich von Passgenauigkeiten sowie von Struktur- und Oberflächenfehlern (s. DIN EN 1304) zulässt[117].

[117] Überlegungen und Vorgehensweisen zum Thema Betrachtungsabstand sind in den Produktdatenblättern des ZVDH sowie in Veröffentlichungen der der Arbeitsgemeinschaft Ziegeldach, dargestellt (s. auch Kap. 5.1.1)

Im Hinblick auf das außenseitige Erscheinungsbild wird hier nur auf die wichtigsten Bedachungsmaterialien des Steildaches – Dachziegel und Dachsteine – eingegangen (zu Blecheindeckungen s. Kap. 6.5). In Bezug auf das innere Erscheinungsbild wird der häufige Streitpunkt bei Abrissen an den seitlichen Anschlüssen von Dachverkleidungen behandelt. Als typische technische Mangelpunkte werden Regendichtheit, Hinterlüftung und Luftdichtheit besprochen.

6.8.2 Farbabweichungen und Veralgungen

Bei Dachdeckungen aus Ziegeln sind, aus vergleichbaren Ursachen wie schon für Sichtmauerwerk beschrieben, leichte Farbunterschiede nur bedingt zu vermeiden; sie können sogar – ähnlich wie bei „buntem" Mauerwerk – erwünscht sein. Auch bei Dachsteinen können treten Farbunterschiede auftreten, auch wenn dies seltener vorkommt als an Mauersteinen[118].

Damit das Erscheinungsbild einer Dachfläche nicht durch schachbrettartige, deutlich unterschiedliche Teilflächen beeinträchtigt wird, sollte bei Farbunterschieden der Ziegeln oder Dachsteine beim Verlegen darauf geachtet werden, dass diese aus verschiedenen Paletten gemischt werden. Dies erhöht zwar den Arbeitsaufwand beträchtlich, da häufig die angelieferten Paletten direkt vom Lastwagen auf das Dach gehoben werden. Wenn erhöhte Anforderungen an das Erscheinungsbild gestellt werden, sollte dies in der Leistungsbeschreibung gefordert werden, da sonst geringe Farbabweichungen des Deckungsmaterials hinzunehmen sind.

Mit zunehmender Luftreinheit haben – insbesondere bei Dachsteinen – Veralgungserscheinungen zugenommen, die bereits nach wenigen Jahren zu deutlich sichtbaren Farbänderungen der Dachfläche führen. Hier gilt das bereits zur Veralgung an Fassaden in Kapitel 5.5.2 Dargestellte.

6.8.3 Beschädigungen

Durch das Verpacken, Verladen und den Transport des Eindeckmaterials können Schrammen und Scheuerstellen entstehen. Diese „Beschädigungen" beeinträchtigen jedoch nicht den Gebrauchswert und sind ohne vertretbaren Aufwand nicht zu vermeiden. Sie sollten daher akzeptiert[119] werden. Falls die Beschädigung gravierend ist, kann der Austausch erwartet werden, da dies leicht möglich ist.

Foto: AIBau

Abbildung 131
Fehlerfreies, lebhaftes Bild farblich unterschiedlicher, gut gemischter Dachziegel

[118] Dazu führt DIN EN 490: 2017-04 Dach- und Formsteine aus Beton für Dächer und Wandbekleidungen – Produktanforderungen aus: „Geringe fertigungsbedingte Farbunterschiede sind zulässig." Weiterhin weist die Norm darauf hin, dass durch Bewitterung Farbänderungen auftreten können und geringe Ausblühungen zulässig sind (Anhang A).

[119] Detaillierte Angaben zur Definition von Abweichungen und zu den Grenzwerten von Unregelmäßigkeiten bei Dachziegeln macht die DIN EN 1304: 2013-08 Dachziegel für überlappende Verlegung – Definitionen und Produktanforderungen, auch in ihrem Anhang B. Im Produktdatenblatt für Dachziegel, 2020-04 des Deutschen Dachdeckerhandwerks sind diese Angaben tabellarisch zusammengefasst. Zu Dachsteinen siehe DIN EN 490: 2017-04 (a. a. O.), wo im Anhang A weitaus weniger detailliert zur Oberflächenbeschaffenheit ausgeführt wird.

Schwieriger wird die Einschätzung bei Abplatzungen der Ziegeloberfläche oder bei Rissbildungen, da hier zu klären ist, ob die ggf. zum Zeitpunkt der Beurteilung noch geringen Beeinträchtigungen nicht mit der Standzeit erheblich zunehmen. Gegebenenfalls wird daher dann eine labortechnische Untersuchung z. B. auf treibende Bestandteile erforderlich. Auch bauphysikalische Fehler der Dachkonstruktion – z. B. unzureichende Unterlüftung der Eindeckung – können zu einer hohen Wasserbelastung im Dachziegel und in der Folge zu Frostschäden

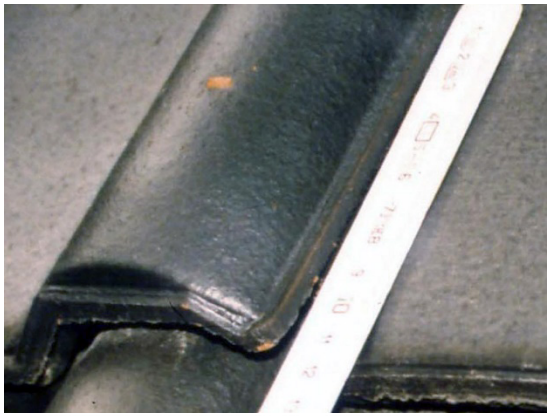


Abbildung 132
Nicht fehlerhafte Reibespur

Foto: AIBau

führen, die als Abplatzungen erkennbar werden. Derartige Ursachen sind selbstverständlich abzustellen. Werden erhebliche Materialfehler festgestellt, so kann ggf. auch nach längerer Standzeit auf Garantiezusagen des Herstellers zurückgegriffen werden.

Zusammenfassend sollte man sich bei der Beurteilung der optischen Qualität und sonstigen Unregelmäßigkeiten klar machen, dass es sich bei Dachziegeln meist um keramische Massenprodukte handelt, die nicht mit der Qualität einer keramischen Vase oder gar Porzellanprodukten zu vergleichen sind.[120]

6.8.4 Regendichtheit

Steildacheindeckungen über nicht hochwertig genutztem Dachraum, ohne Unterspannbahnen (oder vergleichbare Konstruktionen) und ohne Wärmedämmung in der geneigten Fläche, müssen zwar „regensicher" sein, aber nicht „wasserdicht"; d. h. geringe Mengen Feuchtigkeit und Flugschnee können bei starker Windeinwirkung in den Dachraum eingetrieben werden. Das große Luftvolumen im Dachraum stellt einen ausreichenden Feuchte- und Temperaturausgleich her, so dass durch die eindringende Feuchtigkeit kein Schaden zu erwarten ist. Bei dieser einfachen Form der Dachkonstruktion sind die oben genannten Beeinträchtigungen hinzunehmen.

Ist bei einem nicht ausgebauten Dachgeschoss ohne Wärmedämmung im Bereich der Dachkonstruktion eine Unterspannbahn ausgeführt, so wird das Eindringen von Feuchtigkeit und Flugschnee zwar erheblich vermindert, im Bereich der notwendigen Lüftungsöffnungen an Fußpunkten und Firsten kann jedoch weiterhin in geringem Umfang Feuchtigkeit eindringen. Auch dies ist nicht mit vertretbarem Aufwand zu verhindern und daher grundsätzlich nicht zu beanstanden. In besonders exponierten Gebäudelagen, z. B. im Hochgebirge oder unmittelbare Küstenlage, sind Konstruktionen mit überdurchschnittlicher Dichtheit erforderlich.

[120] Ziegeldächer – Betrachtungsabstände (a. a. O.).

Bei hochwertig genutzten Dachräumen können solche Erscheinungen nicht akzeptiert werden. Dann sind aber nicht Fehler an der Eindeckung, sondern eine falsche weitere Schichtenfolge – also z. B. ein fehlendes Unterdach – fehlerhaft[121].

Abbildung 133
Nicht hinnehmbare Verschmutzung von Dachziegeln

Foto: AIBau

Abbildung 134
Nicht hinnehmbare Rissbildung in Dachziegeln (der Rissverlauf ist mit Filzschreiber hervorgehoben)

Foto: AIBau

Abbildung 135
Geringfügige Schäden in der Glasur – aber grobe Vermörtelungsmängel einer Ziegeleindeckung

Foto: AIBau

Abbildung 136
Durch Wärmedämmung ausgefüllter Sparrenzwischenraum unter nicht diffusionsoffener Unterspannbahn – eine abschließende Bewertung erfordert detaillierte Einzelüberprüfungen.

Foto: AIBau

[121] s. Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen 2010-01 des Zentralverbands des Deutschen Dachdeckerhandwerks, Köln sowie Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen, 2016-02.

6.8.5 Hinterlüftung und Luftdichtheit

Bei Steildachkonstruktionen über beheizten Räumen wird häufig sowohl im Hinblick auf die Zu- und Abluftöffnung, als auch hinsichtlich des Belüftungsspaltes im Dachquerschnitt über die fachgerechte Belüftung gestritten. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Begriffe „nicht belüftet" und „belüftet" missverständlich sein können: das bezieht sich in der Definition der DIN 4108-3 nur auf den Raum zwischen Wärmedämmung und Unterspannbahn. „nicht belüftet" bedeutet danach, dass sich zwischen Wärmedämmung und der dann als „Unterdeckbahn" bezeichneten Folie kein Luftraum befindet. Oberhalb der Unterdeckbahn ist aber weiterhin ein Belüftungsraum vorzusehen. (Auch unter einem „Unterdach", das durch eine Folie mit einem hohen Diffusionswiderstand gebildet wird, muss ein Belüftungsraum angeordnet sein, damit es nicht zur Auffeuchtung der Holzschalung kommt.)

Vor einer abschließenden Entscheidung über die Hinnehmbarkeit von Abweichungen gegenüber der Regelausführung sind daher im Streitfall auf die jeweilige Situation bezogene Untersuchungen notwendig. Insbesondere spielen dabei die Diffusionswiderstände der eingebauten Materialien eine Rolle und ob die Dampf- und Luftsperre unterhalb der Wärmedämmung fehlstellenfrei verlegt wurde. Auch in Bezug auf die unmittelbare Unterlüftung der Eindeckung kann z. B. das Fehlen einer Konterlattung nicht generell als schwerwiegender Mangel bewertet werden, da auch hier die Feuchtebelastung, die Luftdichtheit der Eindeckungsfugen und das Eindeckungsmaterial berücksichtigt werden müssen[122].

Abbildung 137
Fehlstellen in der Dampf- und Luftsperre unter der Wärmedämmung stellen sowohl bei belüfteten wie bei unbelüfteten Steildachkonstruktionen grobe Mängel dar, die meist eine Nachbesserung benötigen.

Foto: AIBau

Abbildung 138
Luftundichtigkeiten treten meist an den Wandanschlüssen auf – hier wurde provisorisch nachgedichtet.

Foto: AIBau

Besondere Aufmerksamkeit ist bei Dachkonstruktionen der Luftdichtheit der unteren Dachschale zu widmen. Bereits geringe Luftundichtheiten können zu erheblichen Zuglufterscheinungen und Wärmeverlusten führen. Weiterhin können Luftundichtheiten in der Konstruktion zu Feuchtigkeitsschäden in Form von Tauwasserausfall führen (zu nicht schädlicher Tauwasserbildung, s. Kapitel 5.6.3). Mit der erwärmten Raumluft, die in der Regel einen höheren Feuchtigkeitsgehalt als die Außenluft hat, kann in größeren Mengen Wasserdampf in den Dachquerschnitt transportiert werden, so dass sich an kalten Bauteilschichten – z. B. unter einer Unterdeckung – Tauwasser in großen Mengen bildet. Insbesondere im Winter kann diese Tauwassermenge sich als Reif akkumulieren, bei Wetterumschwüngen auftauen und konzentriert mit Durchfeuchtungsfolgen in den Innenraum abtropfen.

[122] Künzel hat in „Dachdeckung und Dachbelüftung", Stuttgart 1996, die meist gute Luftdurchlässigkeit der Eindeckung untersucht. Eine Bestätigung dieser Erkenntnisse wurde von ihm in der Zeitschrift Holzbau-die neue Quadriga – in der Ausgabe 6/2013 vorgelegt.

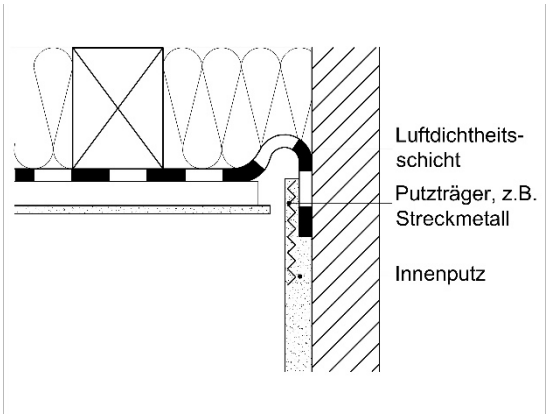
Eine absolute Luftdichtheit ist allerdings bautechnisch nicht realisierbar und auch nicht notwendig. Ein Gebäude gilt als ausreichend luftdicht, wenn die Details fachgerecht geplant und ausgeführt wurden[123]. Sind genauere Grenzwerte z. B. durch einen Berechnungsansatz für den Energiebedarfsausweis nach dem Gebäudeenergiegesetz (GEG) vereinbart, so ist ein messtechnischer Nachweis durch das Differenzdruckverfahren (Blower-Door-Test) zu führen[124]. Auch bei Einhalten der Grenzwerte, die sich auf die gesamte wärmeübertragende Hüllfläche eines Gebäudes beziehen, können lokale Fehlstellen vorliegen, die zu fehlerhaft und ggf. zu beseitigen sind[125]. Dann ist die genauere Untersuchung der Einzelstellen durch eine Leckageortung notwendig.

Wesentlich strengere Luftdichtheitsanforderungen sind an Umfassungsbauteile von Räumen mit Überdruck und erhöhter Luftfeuchte, z. B. an klimatisierte Gebäude oder Schwimmhallen, zu stellen, da über Lecks kontinuierlich große Mengen feuchter Luft in die Konstruktion gelangen und extreme Schäden hervorrufen können[126].

Abbildung 139
Tauwasser unter der Eindeckung eines nicht luftdicht hergestellten Schwimmhallendaches

Foto: AIBau

Abbildung 140
DIN 4108 Teil 7 stellt den Übergang zwischen der inneren Verkleidung der Dachkonstruktion und einem massiven Bauteil als offene Fuge dar.



Grafik: AIBau

[123] DIN 4108-7:2011-01 – Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden – Luftdichtheit - stellt prinzipielle Detailausführungen zusammen

[124] DIN EN ISO 9972:2018-12 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren. (Die Norm gilt zwar nicht für andere Anwendungen, z. B. zur Abnahme einzelner Gewerke oder Ursachenklärung bei Bauschäden, s. Anmerkung unter Allgemeines im Nationalen Anhang. Die Herstellung einer definierten Druckdifferenz kann aber für diese Anwendungsfälle sinnvoll sein, s. Anhang E der Norm)

[125] s. DIN 4108-07: 2011-01 (a. a. O.).

[126] DIN 18531-1: 2017-07 Dachabdichtungen – Abdichtungen für nicht genutzte Dächer – weist in Teil 1 im Abschnitt 6.4.4 – Besondere Raumklimasituationen – ausdrücklich auf diese Problematik (im Rahmen von abgedichteten Flachdächern) hin.

6.8.6 Deckenrisse bei Dachanschlüssen

Über die Bedeutung und Hinnehmbarkeit von Rissen an den Kantenfugen zwischen Holzdachstühlen, die innenseitig verputzt oder mit Gipskartonplatten verkleidet wurden, und den anschließenden tragenden und nichttragenden Außen- und Innenwänden wird sehr häufig gestritten.

Verformungsunterschiede zwischen der Holzdachkonstruktion und den Wandbaumaterialien sind in der Regel unvermeidbar. Dies trifft vor allem auf neu errichtete Holzkonstruktionen zu, deren Feuchtegehalt – auch gemäß den Regelwerken (s. Kap. 6.11) – deutlich über der späteren Ausgleichsfeuchte liegt und die daher schwinden. Am Übergang zwischen den unterschiedlichen Bauteilen sind daher Risse vorprogrammiert.

Abbildung 141
Riss am Deckenanschluss ohne Luftundichtheitsfolge und bloßer Minderung des Erscheinungsbilds.

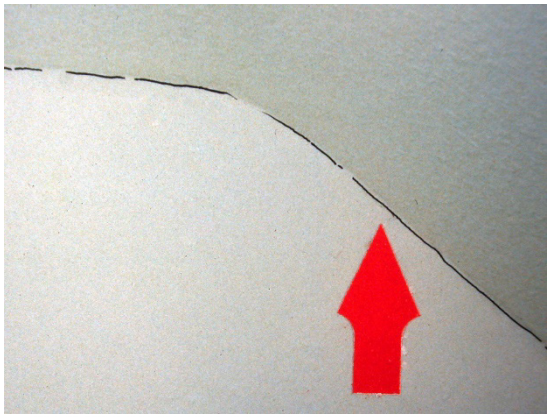


Foto: AIBau

Abbildung 142
Riss in der Kante zwischen luftdichter Innenbekleidung und Wandflächen mit Luftundichtheitsfolge

Foto: AIBau

Es ist beim Bauen sowohl aus Kostengründen als auch wegen des optischen Erscheinungsbilds nicht üblich, grundsätzlich sämtliche Anschlussfugen des Daches als Dehnfugen auszubilden, die mit Dichtstoff geschlossen, mit Leisten überdeckt oder mit Putzdehnfugenprofilen versehen werden müssten. In gewissem Umfang werden regelmäßige Abrisse entlang der Anschlussfugen – bei tapezierten Flächen auch leichte Zerrfaltenbildungen – hingenommen. DIN 4108 Teil 7 stellt an dieser Stelle daher auch prinzipiell eine offene Fuge dar – die Luftdichtheit soll also in der Regel durch eine in der Konstruktion angeordnete Luftdichtheitsschicht sichergestellt werden. DIN 18340 weist in Abschnitt 3.1.8 ausdrücklich darauf hin, dass „*Geradlinige Haarrisse im Kantenbereich entlang angrenzender Bauteile durch z. B. Temperaturschwankungen, Bauteilbewegungen zulässig*“ sind.

Risse sind hinzunehmen, wenn durch eine Schattennut Risse weniger sichtbar sind und die gerissene Zone in der Nut einfach nachgestrichen werden kann.

Foto: AIBau

Abbildung 143
Durch eine Schattennut berücksichtigter Abriss am Dach-/Wandanschluss

Durch z. B. ein Kellenschnitt oder Einlegen eines Klebebands kann dafür gesorgt wird, dass der Riss in der Kante, sozusagen an der Sollbruchstelle, verläuft.

Ausführlich werden die verschiedenen Varianten der möglichen Anschlussausbildung und der üblicherweise hinnehmbaren Abrisse in den Gipsplatten-Verarbeitungsregeln dargestellt[127].

Stellt die Trocken- oder Nassputzschicht die Luftdichtheitsschicht des Dachs dar, ist die Rissbildung aus den unter Kap. 6.8.5 dargestellten Gründen fehlerhaft. Dann ist eine rissfrei bleibende Kante vorzusehen.

6.9 Bodenbeläge und Betonböden

6.9.1 Allgemeine Hinweise

Beim Streit über Unregelmäßigkeiten an Bodenbelägen geht es meist um die Auswirkungen von Unebenheiten, ungleichmäßiger Verlegung, wechselnder Struktur und Farbe, von kleineren Ausbesserungen u. ä. auf das optische Erscheinungsbild.

Im Folgenden wird vor allem genauer auf solche Unregelmäßigkeiten eingegangen, die unter üblichen Produktionsbedingungen und bauüblichen Ausführungsbedingungen als nicht mit vertretbarem Aufwand sicher vermeidbar gelten können und insofern hinzunehmen sind – es sei denn, besondere vertragliche Vereinbarungen haben etwas anderes festgelegt. Neben diesen nicht als Fehler einzuschätzenden Unregelmäßigkeiten geht es aber auch um Phänomene, die die Grenze des Hinzunehmenden überschreiten und damit als Mängel zu bezeichnen sind. Gerade bei Bodenbelägen besteht das Problem, dass einzelne optisch fehlerhaft hergestellte oder verlegte Elemente (z. B. eine Fliese oder ein Parkettstab) nicht alleine ausgetauscht werden können, ohne dass das Ergebnis optisch noch unbefriedigender wäre. Bevor dann wegen einiger Stellen der gesamte Belag ausgetauscht wird, stellt sich dann unter Anwendung von § 635 BGB die Frage, ob dieser Aufwand ggf. angesichts der geringen Bedeutung des Mangels nicht unverhältnismäßig ist. Dazu ist zu klären ob der Mangel in optischer Hinsicht als geringfügig – also „hinnehmbar" – einzustufen ist.

Abbildung 144
Geringe, nur bei Streiflicht sichtbare Welligkeit ist nicht zu bemängeln.

Foto: AIBau

Abbildung 145
Durch Ebenheitstoleranzen entstandene, die Nutzung erheblich beeinträchtigende Pfützenbildung auf dem Fliesenbelag einer Großküche. Dieser Mangel hätte durch ein stärkeres Gefälle vermieden werden können.

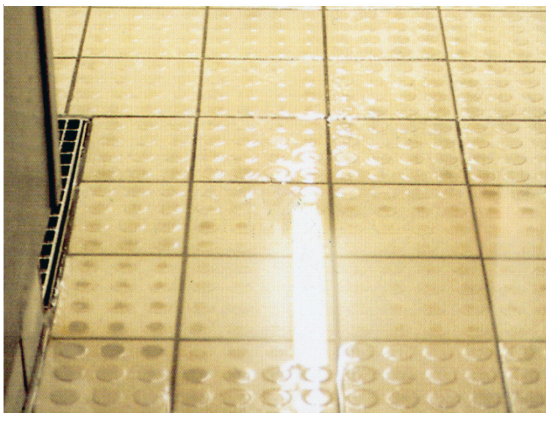


Foto: AIBau

Für die Beurteilung ist das Erscheinungsbild bei üblicher Raumnutzung maßgeblich. Die optische Einschätzung sollte daher in aufrecht stehender Haltung erfolgen, es sei denn, eine Betrachtung aus der Sitzposition ist gebrauchsüblich[128]. Des Weiteren dürfen keine von üblichen Gebrauchssituationen deutlich abweichenden Lichtverhältnisse vorherrschen. Unregelmäßigkeiten, die nur durch Abtasten der Bodenfläche bzw. im Streiflicht zu

[127] Merkblatt 3: Fugen und Anschlüsse bei Gipsfaserplattenkonstruktionen, 2022-04.
[128] Auf die BSR-Richtlinie 10/1997 zum Betrachtungsabstand bei Fußböden wurde bereits in Kapitel 2.1.1 eingegangen.

erkennen sind, stellen keinen Mangel dar[129], es sei denn, dass bei üblicher Nutzung eine Streiflichtbeleuchtung langfristig vorliegt[130]. Auch bei Spiegelungen kann keine absolut eben erscheinende Oberfläche (verzerrungsfreie Spiegelung) erwartet werden. Unebenheiten bzw. sonstige Abweichungen von der Ebene, die unter den o. g. Voraussetzungen erkannt werden können, werden in erster Linie entsprechend der DIN 18202 (Toleranzen im Hochbau) beurteilt. Grundsätzliches wurde dazu im Kapitel 5.2 abgehandelt.

Besonders bei Bodenbelägen ist zu beachten, dass DIN 18202 wegen zeit- und lastabhängigen Verformungen sagt, dass Prüfungen so früh wie möglich durchzuführen sind, spätestens jedoch bei der Übernahme der Bauteile oder des Bauwerks durch Folgeauftragnehmer oder unmittelbar nach Fertigstellung des Bauwerks. Der tragende Untergrund von Bodenbelägen besteht nämlich überwiegend aus Stahlbetondecken, die als Tragwerk auf Biegung beansprucht sind. Je nach Spannweite, Dimensionierung (Schlankheit), Zeitpunkt der Belegung nach der Deckenherstellung und weiteren Faktoren biegen sich Decken noch nach der Fertigstellung des Belags mehr oder weniger stark weiter durch. Besonders bei Messung der Ebenheitsabweichungen mit großen Messpunktabständen (z. B. 4 m) können daher z. B. nach zweijähriger Standzeit die Grenzwerte der Norm überschritten sein, ohne dass ein Verlegefehler vorliegt. Eine nach den Bemessungsregeln für Stahlbeton- und Spannbetontragwerken E DIN EN 1992-1-1:2021-10 zulässige Deckendurchbiegung kann unter technischen Aspekten generell nicht beanstandet werden. Ist aufgrund der Raumnutzung z. B. mit stehendem Wasser zu rechnen, so ist durch planerische Maßnahmen (z. B. Gefällegebung) einer Pfützenbildung entgegenzuwirken[131].

Insbesondere bei rauen, profilierten oder strukturierten Fliesen und Platten kann es auch mit einem Gefälle (bei ebener Oberfläche mind. 1,5 %) zu Feuchtigkeitsrückständen auf der Belagsfläche kommen. Wenn eine solch „rustikale" Oberfläche gewünscht wird, müssen z. B. bei Plattenbelägen auf Terrassen unmittelbar nach Regen kleinere Feuchteansammlungen hingenommen werden. Ein noch stärkeres Oberflächengefälle würde die Nutzbarkeit wesentlich einschränken.[132]. Es ist sinnvoll, den nicht fachkundigen Nutzer bei der Wahl eines solchen Belags auf das (kleine) Problem hinzuweisen.

Lose, in Splitt, Kies oder auf Stelzlager verlegte Elemente/Platten können bei einseitiger bzw. Eckbelastung begrenzt wippen, wackeln oder sich verschieben. Dies stellt nach Aussage im ZDB-Merkblatt keinen Fehler dar.

Bei geschliffenen Bodenoberflächen (z. B. Parkett) kann erwartet werden, dass bei kurzem Messpunktabstand (10 cm) die in der Toleranznorm angegebenen Abweichungen (2 mm) unterschritten werden.

Zu bedenken ist weiterhin, dass prinzipiell eine Überprüfung der Einhaltung der Toleranzen nur dann durchgeführt werden soll, wenn augenscheinlich störende Abweichungen vorhanden sind und nicht ohne Anlass.

An Türdurchgängen mit Wechsel der Belagsart können Schwellen entstehen, über deren Zulässigkeit und Bedeutung häufig diskutiert wird. Die Regeln für Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr[133] bezeichnet Höhenunterschiede von mehr als 4 mm als Stolperstellen. Im „barrierefreien Bauen"[134] sollen in öffentlich zugänglichen Gebäuden und Arbeitsstätten Türschwellen grundsätzlich vermieden werden. Wenn sie unbedingt technisch erforderlich sind, dürfen sie nicht höher als 10 mm sein. Damit liegen Anhaltspunkte und Grenzwerte für Schwellen im Wohnungsbau vor – Schwellen unter 4 mm sind hinzunehmen, Schwellen über 10 mm indiskutabel. In der dazwischen liegenden Spanne wird die Hinnehmbarkeit vom Einzelfall – z. B. von den technischen Rahmenbedingungen, der Art und Häufigkeit der Nutzung und der Geometrie der Schwelle etc. – abhängen. Bei Wohnungseingängen kann das Problem häufig durch zwischengeschaltete Fußmatten am

[129] s. dazu die bereits in Kap. 2.2.1 zitierten Passagen der VOB/C – Normen z. B. für Parkettarbeiten (DIN 18356: 2019-09).

[130] s. BSR-Richtlinie (so steht es an der zitierten Stelle: Die BSR-Richtlinie, Bonn 10/1997 (a. a. O.) wendet allerdings gegen die zitierte Normregelung zum Thema Streiflicht richtigerweise ein: *„Streiflicht – Gegenlicht, das durch bauliche Gegebenheiten unveränderbar auch bei gebrauchsüblicher Nutzung vorliegt, ist bereits bei der Verlegung des Bodenbelags und bei Sichtung sowie gutachterlicher Beurteilung der Fußbodenoberfläche zu berücksichtigen*.")

[131] Die berufsgenossenschaftliche Regel DGUV Regel 108-003 (ehem. BGR 181) – Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr (10/2003) des Hauptverbandes der gewerblichen Berufsgenossenschaften weist auf die Vermeidung von Wasserlachen hin und stellt weitere Beurteilungskriterien dar. Diese wurde durch die DGUV Regel 108-003 ersetzt.

[132] Auf diesen Sachverhalt wird ausdrücklich im ZDB-Merkblatt „Belagskonstruktionen mit Fliesen und Platten außerhalb von Gebäuden" (2019-08), z. B. in Abschnitt 1.15 oder 2.8 hingewiesen.

[133] DGUV Regel 108-003 (ehem. BGR 181), Oktober 2003, Kap. 4.

[134] E DIN 18040-1: 2023-02, E DIN 1840-2:2023-02 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen.

Übergang entschärft werden. In den Normfassungen von DIN 18040-1:2010-10 und DIN 18040-2:2011-09 ist die maximale Schwellenhöhe noch mit max. 20 mm angegeben.

Neben den optischen Beeinträchtigungen werden häufiger bei Parkett- und Fliesenbelägen auch akustische Störungen beim Begehen – das Hohlklingen einzelner Bereiche – beanstandet. Schließlich werden Nutzungsprobleme wie Stolpergefahr bei Versprüngen oder Bedenken zum Pflegeverhalten diskutiert.

Es wird zudem verwiesen auf das Kapitel 5.9. Alle Bodenbeläge und Kunstharzbeschichtungen auf Acrylat-, PU-, EP- oder PMMA-Basis haben gemäß Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) nationale Anforderungen an Inhaltsstoffe und das Emissionsverhalten einzuhalten. Dies gilt auch für bauseitige Beschichtungen mit Lacken oder Öl-Wachs-Präparaten. Ziel ist die Gefahrenabwehr in Aufenthaltsräumen und baulich nicht davon abgetrennten Räumen. Kontrollen entsprechender Nachweise sind dringend anzuraten.

Aus der Vielzahl der im Gebäudeinneren verwendeten Bodenbeläge werden hier drei Belagsarten als typische Beispiele ausgewählt und angesprochen: Holzfußböden, Fliesenbeläge und Teppichböden. Weiter wird auf die häufigsten Streitpunkte bei Betonböden eingegangen (zu Natursteinbelägen, s. Kapitel 6.4). Für Beläge im Außenbereich gelten wegen der klimatischen Beanspruchungen zum Teil abweichende Kriterien, die hier nicht weiter angesprochen werden.

6.9.2 Holz- und Laminatböden

Prinzipiell muss bei der Beurteilung eines Holzfußbodens bedacht werden, dass hierbei nicht vergleichbar hohe Anforderungen gestellt werden können, wie z. B. bei einem Möbelstück.

Abbildung 146
Geringes Aufklaffen der Parkettfugen ist nicht sicher vermeidbar und nicht zu bemängeln.

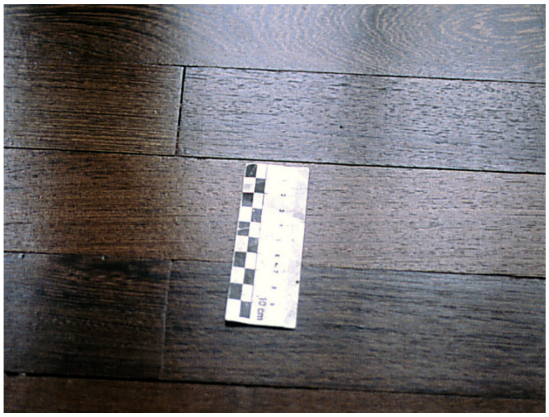


Foto: AIBau

Abbildung 147
Nicht mehr hinnehmbare, 1 mm breite aufklaffende Parkettfuge

Foto: AIBau

6.9.2.1 Aufklaffen der Fugen

Ein Hauptproblem bei der Verwendung von Holz als Bodenbelag sind dessen Sorptionseigenschaften. Holz ändert seinen Feuchtegehalt mit der relativen Luftfeuchte und dem Feuchtegehalt angrenzender Bereiche. Dies ist mit Schwind- und Quellvorgängen verbunden. So liegt im Sommer bei einer relativen Luftfeuchte von 75 % bei 20 °C Raumtemperatur der Feuchtigkeitsgehalt des Holzes bei 14,5 Masse-%. Während der Heizperiode (z. B. relative Luftfeuchte 34 %, 20 °C Raumtemperatur) sinkt die Holzfeuchte auf ca. 7 Masse-%. Dieser Austrocknungsprozess löst Schwindbestrebungen aus[135]. Ein mit der noch zulässigen Holzfeuchte von 11 Masse-%[136]

[135] Differentielle Schwindmaße der Holzarten sind in DIN 68100 aufgelistet sowie im Handbuch der Parkettleger, wo auch die handhabbaren Mittelwerte zwischen radialer und longitudinaler Verformung aufgeführt sind.

[136] DIN 18356: 2019-09 VOB/C – Parkettarbeiten verweist auf die europäischen Normen für Holzfußböden (s. Literaturliste). Dort sind in der Regel 9 Masse-% ± 2 Masse-% gefordert (Ausnahmen: Kastanie und Seekiefer 10 % ± 3 % (außer bei Mosaikparkett; Mosaikparkett mit Oberflächenbehandlung 8 % ± 2 %, Mehrschichtholzparkett 7 % ± 2 %.

verlegter Laubholzparkettstab schwindet z. B. bei 4 % Feuchteverminderung quer zur Faser im Mittel um rund 1,4 %[137] – d. h. ein 50 mm Stab wird um 0,7 mm schmaler. Bei Dielenböden, die mit 12 Feuchtegehalt verlegt und lediglich auf Lagerhölzern befestigt werden, ist das Schwindmaß noch größer, während bei der heute üblichen hartplastischen Verklebung bei Parkettstäben auf dem Untergrund diese Verformungen zum Teil, aber nicht vollständig behindert werden. Insbesondere quer zum Faserverlauf kommt es zur Verkürzung des Holzes und zum Aufklaffen der Fugen zwischen den einzelnen Hölzern. Dies ist grundsätzlich nicht völlig vermeidbar[138].

Diese geringen Fugenbildungen setzen sich dann auch in der Versiegelung fort, führen jedoch nicht zu einer Beeinträchtigung der Funktionsfähigkeit des Belages, wenn die üblichen Pflegeregeln eingehalten werden, d. h. das Parkett zwar feucht aber niemals nass gereinigt wird. Bei Stabparkett sind Fugenbreiten ab 1 mm meist nicht mehr tolerierbar – hier liegen oft Verklebefehler, Fehler bei der Auswahl der Versiegelung oder ein zu hoher Feuchtegehalt des Parketts beim Verlegen als Ursache vor[139].

Abbildung 148
Zu bemängelnde Fugenaufklaffung in einem Buchenholzparkett

Foto: AIBau

Abbildung 149
Eine bereichsweise aufklaffende Fertigparkettfuge deutet auf ein unsachgemäßes Reinigungsverfahren (zu nass gewischt) hin.

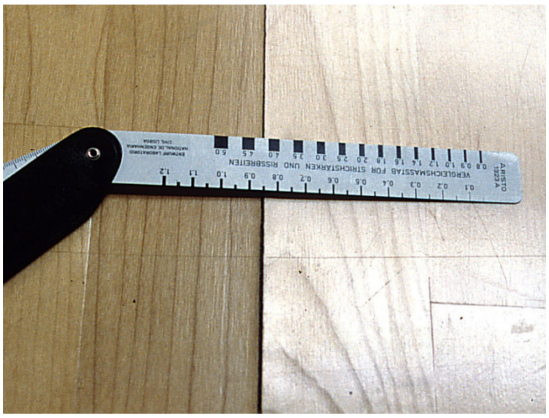


Foto: AIBau

Aus der Ursachenbeschreibung der Fugenaufklaffung wird ersichtlich, dass Holzbeläge ohne Klafffugen nur in klimatisierten Räumen mit konstanter relativer Luftfeuchte herstellbar sind.

Auch Laminatböden (in der Regel aus melaminharzverleimten, mit einer dekorativen Deckschicht versehene Papierschichten (ggf. auf Holzwerkstoffplatten verleimt) weisen mit dem Luftfeuchtewechsel Längenänderungen auf. Sie müssen nach DIN EN 13329[140] mit einem Feuchtegehalt von 4 – 10 Masse-% (Differenz innerhalb einer Lieferung max. 3 %) geliefert werden.

Aufgrund der Verformungseigenschaften sind Verwölbungen in der Breite der Elemente nicht sicher vermeidbar und daher als übliche Beschaffenheit anzusehen[141].

6.9.2.2 Sonstige Abweichungen

Durch Feuchtigkeitseinfluss auf der Ober- bzw. Unterseite des Holzes (bzw. durch Austrocknungsvorgänge) ergeben sich konkave bzw. konvexe Verformungen des Belages. Diese Verformungen sind materialbedingt und in begrenztem Umfang nicht vermeidbar.

[137] s. DIN EN 1995-1-1/NA:2013-01 Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken, Nationaler Anhang, Tabelle NA.7.
[138] Im Fachbuch von Rapp u. a. „Schäden an Holzfußböden" werden im Kap. 4.1.1 für zentralbeheizte Räume maximale Fugenbreiten von ca. 3,0 mm bei Dielenböden, ca. 1,0 mm bei Stabparkett und ca. 0,3 mm bei Mosaikparkett angegeben..
[139] Eine sehr detaillierte Ursachendarstellung enthält das Fachbuch: Rapp u. a.: Schäden an Holzfußböden. Stuttgart 2011. Im Aufsatz: Fugen bei Parkettböden und anderen Holzbelägen (Aachener Bausachverständigentage 2004) gehen die Verfasser u. a. auch auf die Unterscheidungsmöglichkeiten für spätere Holzdurchfeuchtung ein.
[140] DIN EN 13329: 2021-11 Laminatböden.
[141] Die maximal zulässige Toleranz wird im Technischen Merkblatt der EPLF zur Verlegung von Laminatfußböden mit ≤ 0,20 % bei konvexer Verwölbung angegeben. Das entspricht bei einer Elementbreite von 200 mm Stichmaßen von 0,3 bzw. 0,4 mm.

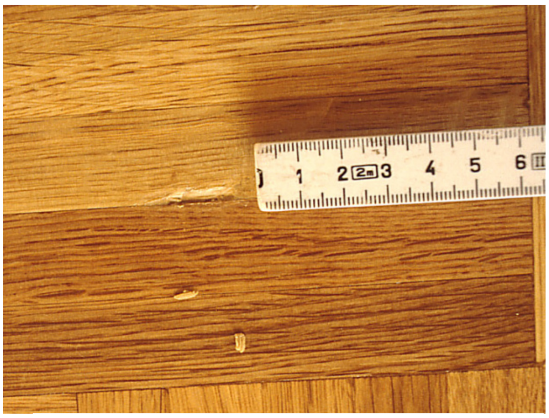


Abbildung 150
Kleinere Ausbesserungen (Kittstellen) sind nicht zu bemängeln.

Foto: AIBau

Parkett wird in verschiedenen Sortierungen geliefert, die in den europäischen Normen für die Holzfußböden beschrieben sind. Je nach vereinbartem Qualitätsniveau sind unterschiedliche Unregelmäßigkeiten zulässig.

Die im Folgenden aufgelisteten Erscheinungsbilder[142] stellen gemäß den Regelwerken bzw. nach Auffassung von Parkettsachverständigen[143] i. d. R. keinen Fehler dar:

- Radiale Luftrisse, die durch das Versiegelungsmaterial aufgezogen und leicht gewölbt sind;
- Kittstellen (z. B. Spitzfugen), sofern sie keinen störenden Gesamteindruck bewirken;
- Würfelüberschneidungen bei Parkettstäben von bis zu 3 mm in einer Richtung;
- Würfelüberschneidungen bei Mosaikparkett von bis zu 4 mm in einer Richtung;
- Äste, sofern sie nicht gehäuft auftreten;
- Drehwuchs;
- Lagerflecken (sofern sie nicht unter den o. g. Kriterien deutlich erkennbar sind);
- hohl klingende Stellen, soweit sie auf kleine Teilflächen beschränkt sind und sofern der Belag an sich festliegt;
- Wellenbildung auf der Parkettoberfläche, die nur von einem besonderen Betrachtungspunkt bzw. unter besonderen Lichtverhältnissen erkennbar sind, da mit den üblicherweise angewendeten Walzenschleifmaschinen kein völlig wellenfreier Schliff möglich ist;
- vereinzelte Haare vom Pinsel in der Versiegelung;
- geringe Spuren von Staub in der Versiegelung; dieses Erscheinungsbild ist nicht zu verhindern, da sich immer Staubpartikel in der Luft befinden, die sich auf der frisch behandelten Fläche ablagern;
- unterschiedliche Dicke der Versiegelung bzw. Tränen, sofern der optische Gesamteindruck nicht gestört wird.

In welchem Umfang die oben aufgeführten Unregelmäßigkeiten hingenommen werden müssen und ab wann als Mängel beurteilte Abweichungen eine Nacherfüllung durch Austausch oder großflächiges Abschleifen und Neuversiegeln rechtfertigen, ist entscheidend von dem Gesamteindruck und dem geforderten Qualitätsniveau der Fläche abhängig. An die Holzbodenoberfläche eines Wohnzimmers können sicherlich höhere optische Anforderungen gestellt werden als an die Hirnholzoberfläche in einer Werkstatt.

[142] Sehr detaillierte Darstellungen und Begründungen mit weiterführender Literatur enthält Rapp, A. O.; Sudhoff, B.: Schäden an Holzfußböden. a. a. O.

[143] Gelbe Richtlinien zur Beurteilung von Parkett- und Holzpflasterfußböden. Hrsg.: Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik, Bonn 5/2002.

Insgesamt gilt zu Parkett oder Holzbauteilen der bereits angesprochene Grundsatz, dass bei der Verwendung von Holz als Oberflächenmaterial ein Produkt gewählt wurde, bei dem gewisse, hier näher erläuterte Unregelmäßigkeiten letztlich erwünscht sind, da sie als ein wesentliches Merkmal eines natürlichen Baustoffs gelten können.

6.9.3 Fliesen und Werksteinbeläge

6.9.3.1 Oberflächenbeschaffenheit, Ebenheit

Fliesen und Werksteinplatten werden in sehr unterschiedlichen Qualitätsstufen und mit sehr verschiedenen Erscheinungsbildern angeboten. Bei der Beurteilung der Frage, ob Abweichungen im Rahmen der „üblichen Beschaffenheit" liegen und damit hinzunehmen sind oder ob es sich um Fehler handelt, die ggf. zu beseitigen sind, ist daher hinsichtlich des optischen Gesamteindrucks, des Fugenbildes und der Flächenaufteilung, der Ebenflächigkeit und der Überzähne, der Farbabweichungen und der Verfugung[144] die vereinbarte Qualität als wesentlicher Maßstab heranzuziehen: So können einerseits bei manchen Fliesenarten die grundsätzlich zulässigen Maßtoleranzen[145] bei den Fliesenabmessungen von ± 1 mm deutlich überschritten werden; bei rustikalen Fliesen mit welligen Oberflächen sind deutliche Überzähne (Höhenversprünge am Rand zwischen zwei benachbarten Fliesen) in Teilbereichen der Fliesenränder nicht immer vermeidbar, andererseits kann bei hochwertigen glatten Fliesen I. Wahl erwartet werden, dass keine deutlich sichtbaren Blasen und Kratzer in der Oberfläche vorhanden sind. In dem ZDB-Merkblatt zum Thema Höhendifferenzen [79] wird detailliert auf das Thema eingegangen. So fließt die vorhandene Fugenbreite, die Beschaffenheit der Fliesenkanten, die zulässige Stofftoleranz und die handwerkliche Verlegetoleranz in die Beurteilung mit ein. Die handwerkliche Verlegetoleranz wird bei einer Fugenbreite zwischen 2 – 8 mm mit 1 mm angegeben.

Abbildung 151
Bei bestimmten Fliesenarten (hier Cotto-Fliesen) sind Unebenheiten in der Einzelfliese und daher Versprünge (Überzähne) an den Belagsfugen nicht immer vermeidbar.

Foto: AIBau

Abbildung 152
Bei diesem glasierten feinkeramischen Fliesentyp sind Überzähne von fast 5 mm nicht akzeptabel.

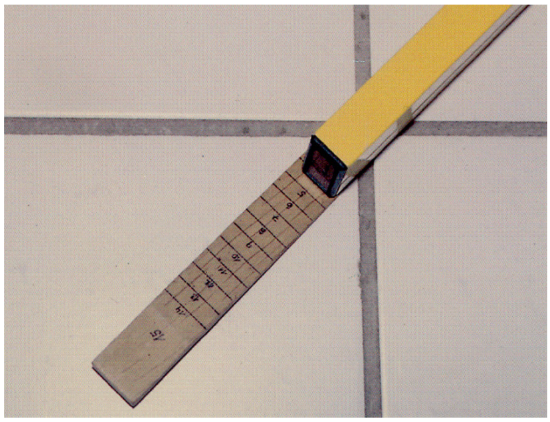


Foto: AIBau

Für Betonwerksteinarbeiten gibt DIN 18333[146] im Kapitel 2.3 an: "*Farb- und Strukturschwankungen, die durch unterschiedliche Herstellungsverfahren, jedoch bei gleicher Betonzusammensetzung entstehen, sind zulässig. Hierzu gehören auch Farbschwankungen innerhalb des gleichen Zuschlages, die durch das naturbedingte Vorkommen gegeben sind.*" Und im Kapitel 3.1.3: „*In Innenräumen sind bei Platten bis 0,25 m² zwischen benachbarten Platten Absätze und Höhenversprünge bis 1,5 mm zulässig. (und) In Innenräumen sind bei Platten größer 0,25 m² bis 0,5 m² zwischen benachbarten Platten Absätze und Höhenversprünge bis 2 mm zulässig.*" Bei Betonwerksteinplatten der in Innenräumen üblichen Oberflächenbeschaffenheit kann nach allgemeiner Erfahrung aber auch

[144] Höhendifferenzen in Keramischen-, Betonwerkstein- und Naturwerksteinbekleidungen und Belägen. Hrsg.: Fachverband Fliesen und Naturstein im ZDB; 2019-08

[145] Detaillierte Einzelangaben sind übersichtlich in Niemer, E. U.; Klingelhöfer, G.; Schütz, J.: Praxishandbuch Fliesen – Material, Planung, Konstruktion, Verarbeitung. Rudolf Müller Verlag, Köln, 3. Auflage 2003, zusammengestellt.

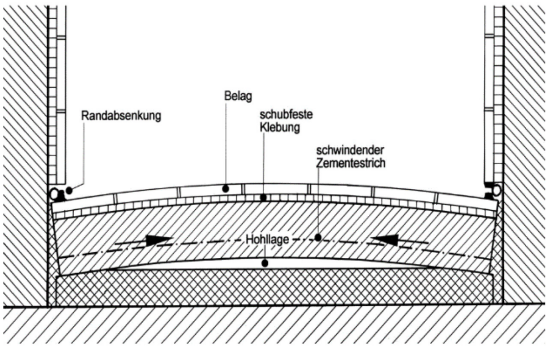
[146] DIN 18333:2019-09Betonwerksteinarbeiten, Abschnitte 2.3 und 3.1.2.

bei durchschnittlicher Verlegequalität in der Regel Besseres erwartet werden. Im Merkblatt für die Verlegung in Großräumen wird daher auch ein Grenzwert von 1 mm genannt, der auch als oberer Grenzwert für keramische Beläge gilt[147]. Auch dieser Wert ist bei durchschnittlicher Ausführung in der Regel unterschreitbar, er muss als Obergrenze angesehen werden, die nach Ansicht des Verfassers schon eine Arbeit an der untersten Grenze des noch Tolerierbaren darstellt. (In diesem Merkblatt wird ebenfalls gesagt, dass Haarrisse in den Plattenfugen unvermeidbar sind.) Der Sachverständigenkreis euroFEN e. V. gibt in seinem Merkblatt zum Thema Überzähne in Abhängigkeit von dem Bereich indem die Fliesen verlegt werden (exklusiv, normal, untergeordnet), der Fliesengröße Grenzwerte von 1 mm bis max. 1,5 mm an[148]. Bei den dort aufgeführten Grenzwerten sind die Materialtoleranzen bereits mit berücksichtigt. Die Grenzmaße können bei größeren Fugenbreiten erhöht werden. Allerdings sollten nicht mehr als 10 % der Platten, bezogen auf die gesamte Fläche, von diesen Überzähnen betroffen sein.

Vom Fliesenleger kann gefordert werden, dass er beim Verlegen ungleichmäßiger Fliesen die Anordnung so vornimmt, dass keine stark störenden Unregelmäßigkeiten – z. B. sehr ungleichmäßige Fugenbreiten oder gar Nutzungsbeeinträchtigungen, z. B. Stolperkanten, entstehen. Hinsichtlich der Bedeutung von als Mangel eingestuften Unregelmäßigkeiten gelten die bereits in Kapitel 2.14 genannten Kriterien. Die Beurteilung der Störwirkung erfolgt aus gebrauchsüblichem Abstand (*„bei aufrechter, leicht gebeugter Haltung*") und bei üblichen Beleuchtungsbedingungen[149].

Die Ebenheitstoleranzen der Gesamtfläche werden nach den zu Beginn dieses Kapitels dargestellten Regeln beurteilt.

Abbildung 153
Verwölbungsvorgang bei Belägen auf Zementestrich



Zeichnung: AIBau

Abbildung 154
Typische Rissbildung im Dichtstoff einer Randfuge

Foto: AIBau

6.9.3.2 Verwölbung des Belags; Risse in Randfugen

Ein besonders häufiges Problem bei im Klebebett verlegten keramischen Fliesen auf schwimmendem Zementestrich ist das Verwölben der Estrichplatte in den ersten beiden Jahren nach Fertigstellung. Die Ränder, insbesondere die Ecken, des Belags sinken ab. Die in der Regel mit Dichtstoff geschlossenen Randfugen reißen auf. Ursache ist der Austrocknungsprozess (Schwinden) des Zementestrichs noch nach Verlegen des Plattenbelags. Auch wenn entsprechend den Fachregeln[150] mit der Plattenverlegung gewartet wurde, bis der Estrich „belegereif" ausgetrocknet war, ist nach Untersuchungen[151] über diesen Problemkreis ein Absinken der Ränder von bis

[147] ZDB-Merkblatt zum Thema Höhendifferenzen a. a. O.

[148] Merkblatt 1 des euroFEN Sachverständigenkreis e. V., Raesfeld 11/2010,

[149] Eine genauere Übersicht zum Thema dieses Abschnitts und ebenso zum nicht behandelten Problemkreis der Rutschgefahr gibt Voos, R.: Stolperstufen, Überzähne, Rutschgefahr – Problemfälle bei Fliesenbelägen. In: Aachener Bausachverständigentage 2000, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin 2000, S. 62 ff.

[150] ZDB-Merkblatt Beläge auf Zement- und Calciumsulfatestrichen, 2022-11; Abschnitt 6 – Beschaffenheit des Untergrunds

[151] Siehe Schnell, W.: Das Trocknungsverhalten von Estrichen. In: Aachener Bausachverständigentage 1994.

zu 5 mm nicht sicher vermeidbar. Diese „Ebenheitstoleranz", die mit der Zeit wieder geringer wird, ist daher nicht zu beanstanden, es sei denn, die Nutzung wird durch das Gegengefälle an den Rändern erheblich beeinträchtigt. Zum Beispiel muss in gewerblichen Nassräumen durch die Wahl des Gefälles und ggf. die Wahl des Estrichmaterials (z. B. Asphaltestrich anstelle Zementestrich) das Gegengefälle vermieden werden. Um diese Absenkung ohne Rissbildung in der Dichtstofffuge aufnehmen zu können, müsste die Fuge 20 mm breit hergestellt werden[152]. Da dies optisch stark stört, wird das Risiko einer im üblichen Wohnungsbau einmalig auftretenden Rissbildung in der Randdichtstofffuge eingegangen[153].

Grundsätzlich sind Risse in Dichtstofffugen, die erst wenige Monate alt sind, als Schäden zu betrachten, da Belags- und Fugenkonstruktionen möglich sind, die dieses Problem nicht aufweisen. So können andere Estricharten (z. B. Asphaltestrich) verwendet oder Entkopplungssysteme eingebaut werden. Diese Konstruktionen sind allerdings meist aufwendiger und stellen insofern nicht die „übliche Beschaffenheit" dar.

Ein Streit kann am besten vermieden werden, wenn das Hinnehmen der Risse im Dichtstoff ausdrücklich vertraglich vereinbart wird, oder aber die ggf. erforderliche einmalige Erneuerung der Dichtstofffuge im schadensbetroffenen Bereich bereits bei der Ausschreibung und Auftragsvergabe als Leistungsposition mit dem Verarbeiter der Dichtstoffe vereinbart wird.

Ist der Randfugenanschluss z. B. durch Folienstreifen-Einlagen einer spachtelbaren Abdichtung im Untergrund hinreichend gegen eindringendes Brauchwasser geschützt, so ist es ggf. auch sinnvoll, mit dem Einbringen des Dichtstoffs z. B. bis 1 Jahr zu warten[154].

Abbildung 155
Risse im Belag in Folge von extremer Estrichplattenverwölbung sind selbstverständlich als schwerwiegender Schaden zu beseitigen – in solchen Fällen liegen in der Regel weitere, grobe Ausführungsfehler vor (z. B. erhebliche Unterschreitung der Estrichmindestdicke).

Foto: AIBau

Abbildung 156
Wenn auch bei Wandfliesen aufgrund der geringen Belastung begrenzte Hohllagen nicht beanstandet werden sollten, ist der abgebildete Fall selbstverständlich indiskutabel.

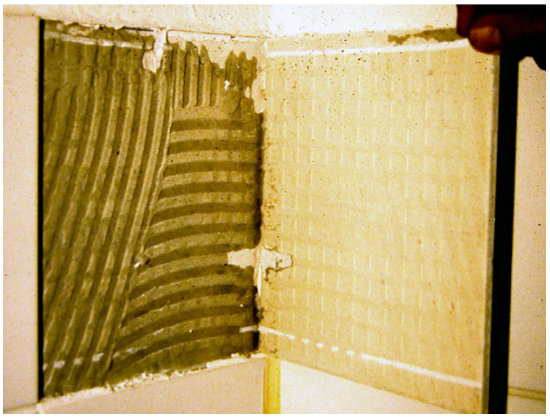


Foto: AIBau

6.9.3.3 Verklebung des Belags

Beim Begehen mit harten Schuhsohlen (Pfennigabsatz, Holzpantinen) machen sich häufiger unverklebte Zonen unter keramischen Belägen durch den hohlen Klang bemerkbar und werden dann – ohne dass weitere Schäden vorliegen – gerügt.

[152] siehe DIN 18540: 2014–09 Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen.

[153] Darauf weist auch das Merkblatt Keramische Fliesen ..., a. a. O., in Abschnitt 10 ausdrücklich hin und das ZDB-Merkblatt Bewegungsfugen in Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten, 2019-08.

[154] s. Oswald, R.: Schwachstellen – Die Wartungsfuge. In: db 11/1996.

Bei Verlegung von Fliesen und Platten im Dünnbettmörtel ist eine vollflächige Kleberbettung beim üblichen „Floatingverfahren" (Aufkämmen des Klebers auf dem Untergrund) ohne Hohlräume praktisch nicht erreichbar. Im Gebäudeinneren sind in der Regel vereinzelte Hohlstellen des Fliesenbelages hinzunehmen, solange die Haftfestigkeit nicht wesentlich beeinträchtigt ist und keine erhöhte Bruchgefahr besteht. Hierbei spielt u. a. die Verteilung und Anordnung der Fehlstellen für die Haftfestigkeit und Bruchgefahr und auch die Dicke des Belagsmaterials eine wesentliche Rolle. Die in der Literatur teilweise aufgestellte Forderung einer mindestens 90%igen Verklebung ist unter üblichen Nutzungsbedingungen überhöht[155]. Bei gleichmäßiger Verteilung der Klebestellen und bei gutem Haftverbund insbesondere im Fliesenrandbereich ist auch bei einem deutlich geringeren Prozentsatz der verklebten Fläche eine ausreichende Haftung und auch bei ungünstiger, aber noch üblicher Beanspruchung keine erhöhte Bruchgefahr gegeben.

Abbildung 157
Rissverlauf neben einer nicht ausreichend tief eingeschnittenen Scheinfuge eines Beton-Industriebodens

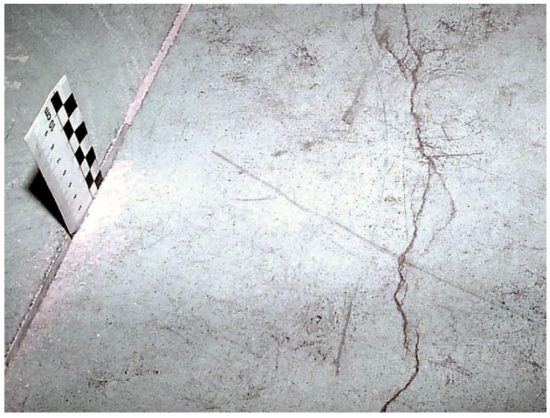


Foto: AIBau

Abbildung 158
Zu bemängelnde Reparaturstellen im Betonboden einer Autowerkstatt

Foto: AIBau

6.9.4 Betonböden

Ein häufiger Streitpunkt bei unmittelbar genutzten Oberflächen von Betonbodenplatten sind die sichtbar bleibenden Verläufe verschlossener Risse[156]. Meist handelt es sich um Risse infolge von einmalig auftretenden Hydratationswärmezwangs- und Schwindspannungen. Sie können durch Epoxidharze dauerhaft und ohne Einschränkungen der Nutzbarkeit geschlossen werden[157]. Es ist immer wieder zu beobachten, dass trotz sachgerechter Dimensionierung, Fugenteilung, Ausführung und Nachbehandlung vereinzelt außerhalb der für die planmäßige Rissführung vorgesehenen Scheinfugen Risse auftreten[158]. Nach deren fachgerechtem Verschluss bleibt der Rissverlauf in der Oberfläche sichtbar und es entsteht der Streit, ob angesichts dieser optischen Beeinträchtigung eine flächige Beschichtung des gesamten Hallenbodens (ggf. mit den Folgekosten einer turnusmäßigen Erneuerung) geschuldet ist. Bei Räumen mit hohem optischen Anspruch (z. B. Verkaufshalle eines Autohauses) ist dies sicher zu bejahen. Bei Böden mit untergeordnetem optischen Anspruch wird der sichtbar bleibende Verschluss, der auf die Nutzbarkeit keinen negativen Einfluss hat, als „übliche Beschaffenheit" in der Regel akzeptiert. Besser ist es, den Vertragspartner auf die Problematik vorab im Rahmen des Vertragsabschlusses hinzuweisen und entsprechende Vereinbarungen zu treffen[159]. Bei hohem optischen Anspruch sollte daher grundsätzlich eine Beschichtung vorgesehen werden.

[155] Niemer, E. U.: Steinzeugfliesen als Bodenbelag – Unterschiedlicher Klang beim Beklopfen. In: DAB 12/1998, S. 1634 f.
[156] Zu den Konstruktionsregeln s. Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Betonböden im Industriebau. Düsseldorf 1999, zum Thema der Risse s. Schrepfer, T.: Schäden an Industrieböden. Stuttgart 1993, S. 110–112 und Cziesielski, E.; Schrepfer, T.: Risse in Industriefußböden – Ursachen – Bewertung. In: Aachener Bausachverständigentage 2002, S. 41 ff.
[157] Regeln zur Rissinstandsetzung s. DAfStb-Richtlinie Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen, 2020-05.
[158] Auf diese Problematik wird vor allem in den Vorbemerkungen des folgenden BEB-Hinweisblattes hingewiesen: Risse in zementgebundenen Industrieböden. Hrsg.: Bundesverband Estrich und Belag e. V. (BEB), Troisdorf 5/2003.
[159] Oswald, R.: Schwachstellen – Risse in Betonböden von Industriebauten. In: db 1/2002, S. 94 ff.

6.9.5 Elastische und textile Bodenbeläge

Abbildung 159
Zu bemängelnde, bei Gegenlicht auffällige Einsenkungen in der Oberfläche eines Linoleumbelags. Ursache war der zu hohe Feuchtegehalt der als Verlegeuntergrund verwendeten zementgebundenen Holzwerkstoffplatten. Der Belag wurde erneuert.

Foto: AIBau

Abbildung 160
Ausgeprägter Shading-Effekt des Velour-Teppichbodens eines öffentlichen Gebäudes

Foto: AIBau

Bei elastischen und textilen Belägen ist bezüglich von Unebenheiten in der Fläche die DIN 18202 (Maßtoleranzen) anwendbar. Es ist allerdings hervorzuheben, dass durch den Belag selbst bzw. durch Spachtelungen zwar die Störwirkung von kleinen Toleranzen bei engem Messpunktabstand vermindert werden kann, großflächige Ebenheitstoleranzen können jedoch nicht ausgeglichen werden.

Insbesondere bei spiegelnd glatten Oberflächen kann bei Gegenlicht und Streiflicht kein absolut gleichmäßig schattenfreies Erscheinungsbild erwartet werden[160]. Aus produktionstechnischen und verlegetechnischen Gründen sind bestimmte optische Abweichungen z. B. in der Farbgleichheit benachbarter Bahnen oder in der übereinstimmenden Weiterführung von Mustern (Musterversprünge) nicht völlig vermeidbar[161].

Bei Velourteppichen kann nach dem Verlegen eine partielle Veränderung der Strichrichtung zu optisch auffälligen, klein- oder großflächigen Schattierungen führen, die als „Shading" bezeichnet werden und deren genaue Ursache bisher nicht bekannt ist. Herstellung, Verlegeverfahren, Reinigung und Pflege können als Schadensursachen ausgeschlossen werden. Auch die Neuverlegung des Teppichs verhindert nicht sicher, dass das Erscheinungsbild wieder auftritt. Wenn nicht im Vorfeld durch ausdrücklichen, möglichst schriftlichen, Haftungsausschluss dieses Phänomen als „hinzunehmen" vereinbart wurde, so ist nach der Rechtsprechung diese optische Beeinträchtigung zu beseitigen oder durch Minderung abzugelten[162].

Beulen und Blasenbildung sind als Fehler einzustufen. Um dieses Erscheinungsbild zu vermeiden, muss der Teppichboden vollflächig verklebt werden. Bei loser Verlegung des Bodenbelags sind Beulen- und Blasenbildung nicht zu vermeiden. Wird diese Verlegeart seitens des Auftraggebers gefordert, muss er diese meist nur vorübergehend bei Luftfeuchtewechseln oder bestimmten Witterungsphasen mit hoher Luftfeuchtigkeit auftretenden Phänomene hinnehmen. Der Auftragnehmer hat allerdings eine Hinweispflicht.

[160] s. DIN 18365: 2019-09 VOB/C – Bodenbelagarbeiten, Abschnitt 3.2. (Bei Streiflicht sichtbar werdende Unebenheiten in den Oberflächen von Bauteilen sind zulässig, wenn diese die Grenzwerte nach DIN 18202:2013-04, Tabelle 3, Zeile 3, nicht überschreiten).

[161] Eine sehr detaillierte Beschreibung enthält das Fachbuch Scheewe, H.-J.: Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen. Stuttgart 2001.

[162] Frieling, G.: Haftung für Shading. In: RZ Raumausstatter Zeitschrift 10/1993 (zu beziehen als Sonderdruck beim BSR, Kaiserstraße 41, 44135 Dortmund; NJW-RR 91, 223) und Scheewe, H.-J.: Velour-Teppichböden – Optische Beeinträchtigung durch Shading. In: DAB 11/2000, S. 1458 ff. und aus der Reihe Schadenfreies Bauen – Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen. 2. Aufl., Fraunhofer IRB Verlag 2018

6.10 Beschichtungen (Anstriche)

6.10.1 Allgemeine Hinweise

Neben technischen Funktionen, wie z. B. Korrosionsschutz von Metallen, Witterungsschutz von Holzbauteilen und Feuchtigkeitsschutz bei Außenputz oder Sichtmauerwerk, müssen Beschichtungen auf Bauteiloberflächen in erster Linie optische Funktionen erfüllen. Besonders bei Beschichtungen wird daher häufig über eine Vielzahl von unterschiedlichen optischen Unregelmäßigkeiten gestritten. Die „Richtlinie zur visuellen Beurteilung beschichteter Oberflächen[163] zählt 41 unterschiedliche Problemkreise auf, die von „Ablösungen" bis „Wolkigkeit" reichen. Detaillierte Kriterien und Erläuterungen zu den jeweiligen Problemkreisen werden in dieser Richtlinie aufgeführt und können dort nachgelesen werden. Der dort gewählte Beurteilungsweg folgt den Überlegungen des vorliegenden Buches.

Ein häufiger Streitpunkt bei Anstrichen stellt der Farbton und die Gleichmäßigkeit dar. Darauf soll hier eingegangen werden.

Es wird zudem verwiesen auf das Kapitel 5.9. Beschichtungen mit Lacken oder Öl-Wachs-Präparaten auf Bodenbelägen (Parkett und Korkbeläge - bau- und werkseitig) sowie bauseitige Kunstharzbeschichtungen auf PU-, EP- oder PMMA-Basis haben gemäß Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB) nationale Anforderungen an Inhaltsstoffe und das Emissionsverhalten einzuhalten. Ziel ist die Gefahrenabwehr in Aufenthaltsräumen und baulich nicht davon abgetrennten Räumen. Kontrollen entsprechender Nachweise sind dringend anzuraten.

Abbildung 161
Nicht hinnehmbare Farbabweichungen bei einer in Teilbereichen nachgestrichenen Blechfassadenbekleidung

Foto: AIBau

Abbildung 162
Bei transparenten Lasuren muss mit kurzen Wartungsintervallen gerechnet werden.

Foto: AIBau

6.10.2 Farbgebung

Problematisch ist die eindeutige und allgemein verständliche Festlegung des gewünschten Farbtons. Hilfreich ist hierbei die Anwendung von Farbkarten (RAL-Farben). Man sollte jedoch bedenken, dass eine absolute Farbgleichheit zwischen dem Muster und dem fertiggestellten Bauteil nicht zu erreichen ist, zumal wenn die jeweiligen Beschichtungsstoffe und/oder die Untergründe nicht identisch sind. Der Farbeindruck wird nämlich entscheidend durch die stoffliche Beschaffenheit des Beschichtungsstoffes (deckend, durchscheinend, matt, glänzend, glatt, strukturiert), die Art des Untergrundes und die Art und Intensität des einfallenden Lichtes bestimmt. Die Farbtonwirkung einer Oberfläche wird durch viele Faktoren beeinflusst und kann unterschiedlich wirken, obwohl kein Farbtonunterschied vorliegt. Bei hohen Ansprüchen hinsichtlich des zu erzielenden Farbtons soll-

[163] Richtlinie zur visuellen Beurteilung beschichteter Oberflächen des Arbeitskreises der Sachverständigen im bayerischen Maler- und Lackiererhandwerk. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart2013.

ten grundsätzlich zu Beginn der Ausführung große Musterflächen auf dem tatsächlich zu behandelnden Untergrund angelegt und diese zur Vertragsgrundlage gemacht werden. Für die Prüfung der Merkmale durch visuelle Draufsicht wird vom Verband Fenster und Fassade nicht nur ein Betrachtungsabstand vorgegeben, sondern auch die Dauer der Begutachtung (10 Sec.).

Allgemeine, d. h. für sämtliche Bauteile und Gebrauchsgegenstände festgelegte Toleranzen für Farbabweichungen gibt es in der Regel nicht[164]. Welche Abweichung von einem Muster noch als „normal", d. h. „hinzunehmend", zu beurteilen ist, hängt von vielen Faktoren ab, die im Einzelfall zu berücksichtigen sind.

Abbildung 163
Nicht hinzunehmende Farbablösung im dritten Jahr der Standzeit

Foto: AIBau

Innerhalb einer geschlossenen Fläche sollte ein einheitlicher Farbeindruck gegeben sein. Leicht unterschiedliche Farbnuancen zwischen zwei farblich gleich behandelten Bauteilen, jedoch aus unterschiedlichen Materialien (z. B. Betonstütze neben einer Putzfläche) sind nicht zu verhindern. Dies betrifft z. B. auch hochglanzlackierte Holztürblätter im Vergleich zu mattgestrichenen Stahltürzargen. Unterschiede in der Farbnuance zwischen zwei über Eck aneinandergrenzenden Flächen sind in der Regel kaum störend, da meist allein durch die unterschiedliche Beleuchtung die beiden Flächen bereits ein verschiedenes Erscheinungsbild haben. Es liegt dann meist kein optischer Fehler vor.

Häufig entstehen Streitigkeiten, wenn nach Beschädigung der Anstrichfläche durch Nachfolgegewerke oder zur Beseitigung von Fehlern am Anstrich nur Teilflächen nachgestrichen werden. Da in vielen Fällen die Kostendifferenz zwischen ermitteltem Minderwert und Nacherfüllung durch Neuanstrich zusammenhängender Teilflächen nicht sehr groß ist, wird im Streitfall bei Bauteilen, deren Erscheinungsbild wichtig ist, meist die Nacherfüllung angemessen sein. Im Hinblick auf organisch beschichtete (lackierte) Oberflächen aus Stahl oder Aluminium wird in Merkblättern detailliert auf die zulässigen Farbabweichungen, insbesondere auch für die Ausbesserungs- und Reparaturlackierungen, eingegangen. *„Bei einer räumlichen Trennung der Bauteilflächen durch Sicken, Zierleisten, Hohlräume usw. darf diese Toleranz um 0,2 erhöht werden.* " Ebenso wird die zulässige Abweichung von der optischen Bedeutung der Fläche abhängig gemacht[165].

6.10.3 Oberflächengestaltung und Anschlüsse

Die Oberfläche von Beschichtungen sollte gleichmäßig und ohne Ansätze und Streifen erscheinen. Vereinzelt auftretende Tropfnasen, Pinselhaare, sind hinzunehmen, sofern dadurch nicht der Gesamteindruck der Fläche im Rahmen der üblichen Nutzung beeinträchtigt wird.

[164] s. Richtlinien zur Beurteilung von Farbübereinstimmungen und Farbabweichungen (Merkblatt 25). Hrsg.: Bundesverband Farben und Sachwertschutz, Frankfurt/Main 8/2003. Für Bauelemente aus Stahlblech s. Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen bei Bauelementen aus Stahlblech. Hrsg.: Industrieverband für Bausysteme im Stahlleichtbau (IFBS), 11/2003, Abschnitt 1.2.4.

[165] VFF Merkblatt St. 02: 2016-08 Visuelle Beurteilung von organisch beschichteten (lackierten) Oberflächen auf Stahl und VFF Merkblatt Al.02: 2016-08 Visuelle Beurteilung von organisch beschichteten (lackierten) Oberflächen auf Aluminium. Hrsg.: Verband der Fenster- und Fassadenhersteller e. V. (VFF), Frankfurt/Main.

Ein häufiger Streitpunkt sind bei Gipskartonwand- und Deckenbekleidungen die besonders bei Steiflicht bemerkbaren Abzeichnungen der Spachtelungen der Plattenränder (s. dazu Kapitel 6.3).

Die Anschlüsse an Türen, Fenster bzw. anders behandelter Oberflächen müssen möglichst scharf und geradlinig sein. Geringe Abweichungen in schwer bzw. üblicherweise nicht einsehbaren Zonen (z. B. Anschluss der Wandfläche an die Oberseite eines Türrahmens) mindern meist nicht die Gesamtleistung.

6.10.4 Farbablösungen

Treten noch innerhalb der Gewährleistungsfristen (meist an Außenanstrichen) Ablösungen auf, so wird darüber gestritten, ob es sich um einen Verarbeitungsfehler oder „normale" Alterung handelt. Dabei muss berücksichtigt werden, dass insbesondere Lasuren mit geringer Pigmentierung und dunkle Farben unter Sonneneinstrahlung und Niederschlägen einer sehr schnellen Alterung unterworfen sind. Die Oberflächentemperaturen auf den Bauteilen sind Abhängigkeit vom Farbton. Dunkle Farben führen zu kürzeren Instandhaltungsintervallen. *Farblose, hellgetönte bzw. gering pigmentierte Lasuren dürfen ohne besondere UV-Schutz-Eigenschaften auf Außenbauteilen aus Holz bei normaler oder starker Bewitterung nicht zur Anwendung kommen*. An extrem bewitterten Flächen (z. B. bei Wetterschenkeln von Holzfenstern auf der Hauptwetterseite) können z. B. bei Lasuren auch bei völlig fachgerechter, fehlerfreier Ausführung Wartungsintervalle von zwei bis drei Jahren erforderlich sein[166]. Farbablösungen sind kein Fehler. Um einen Streit erst gar nicht aufkommen zu lassen, sollten Planer und Ausführende den Bauherrn bereits vorab über den erhöhten Wartungsaufwand bei der Anwendung derartiger Oberflächenschichten informieren. Über die Zwei-Jahres-Frist hinausgehende Vereinbarungen zu den Mängelansprüchen sind in diesen Fällen nicht sachgerecht.

6.11 Holz

6.11.1 Allgemeine Hinweise

Holz wird bei Hochbauten in vielfacher Weise verwendet: Als Vollholz-(Balken-)Querschnitte und als verleimtes Brettschichtholz wird es als Tragwerk in Dachstühlen, in Fachwerk und sonstigen Holzskelettbauten sowie bei Holzbalkendecken verwendet.

Hierbei stehen in erster Linie statische Funktionen im Vordergrund. Häufig werden die Bauteile aber auch nicht verkleidet und haben dann zusätzlich eine optische Funktion.

Als Brett-, Kantholz- und Leistenprofile und als Holzwerkstoffplatten findet Holz in weiten Bereichen des Innenausbaus Anwendung. Bei Einfamilienhäusern ist Holz im Treppenbereich ein sehr häufig angewandter Baustoff. Bei diesen Innenanwendungen stehen Gebrauchsfunktionen und das optische Erscheinungsbild im Vordergrund. Während Holz als Fußbodenuntergrund (Parkett) und Fensterbaumaterial in Kapitel 6.9.2 behandelt wurde, soll hier der häufigste Streitpunkt bei tragenden Holzbauteilen – nämlich die Rissbildung – abgehandelt werden.

Es wird zudem verwiesen auf das Kapitel 5.9. Holzwerkstoffe und Leimholz haben nationale Anforderungen an das Emissionsverhalten von Formaldehyd und leichtflüchtigen organischen Verbindungen (VOC) einzuhalten. Diese Eigenschaft muss im Zuge nachhaltigen Bauens und dem Streben nach unbedenklicher Güte der Innenraumluft zunehmend hinterfragt werden.

[166] s. dazu Merkblatt 18 des Bundesausschusses Farbe und Sachwertschutz: Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich. Frankfurt/Main 2022-April, Abschnitt 9.1 und 10.4.

6.11.2 Rissbildungen

Abbildung 164
Schwindrisse in Vollholzquerschnitten einer Innenwand im modernen Fachwerkbau

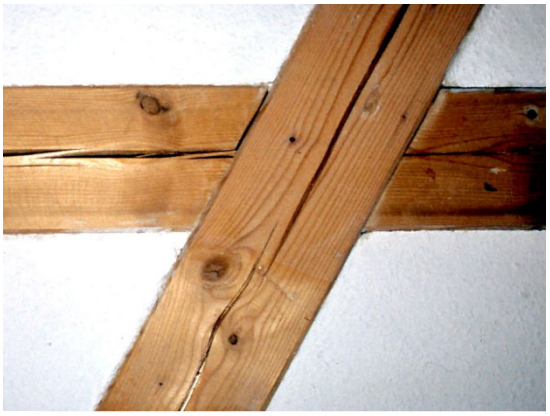


Foto: AIBau

Abbildung 165
An optisch wichtigen Stellen (hier Vordach eines Hauseingangs) ist es ungünstig, frisch eingebautes Bauholz so anzustreichen, dass die nach dem Anstrich entstehenden Schwindrisse sehr deutlich hervortreten.

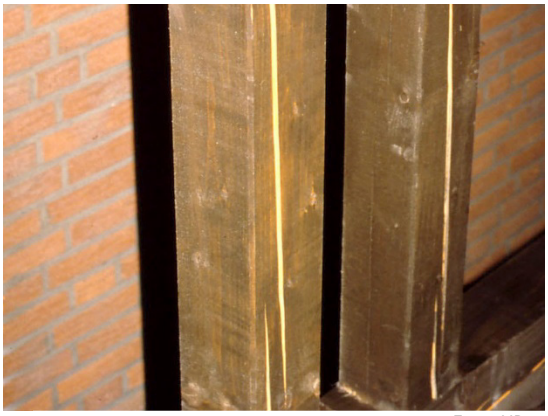


Foto: AIBau

Aus verschiedenen baupraktischen Gründen weisen neu eingebaute Bauhölzer einen wesentlich höheren Feuchtegehalt auf, als im späteren Gebrauchszustand. So kann Bauholz mit 20 Masse-% Feuchtegehalt eingebaut werden (im Holzhausbau mit max. 18 %)[167], obwohl die spätere Ausgleichsfeuchte z. B. in zentral beheizten Räumen bei 6 - 8 Masse-% liegt (der Wert von 20 Masse-% ergibt sich aus den üblichen Lagerbedingungen von Bauholz im Freien). Dieser Austrocknungsvorgang ist mit Schwindvorgängen verbunden, die aufgrund der Faserstruktur im Holzbauteil ungleichmäßig ablaufen und daher bei Vollholzquerschnitten und auch bei Brettschichthölzern zu sogenannten Schwindrissen führen. Derartige Risse gehören daher zum normalen, natürlichen Erscheinungsbild solcher Holzbauteile. Bedingt durch die hygroskopischen Eigenschaften des Holzes sind auch im Gebrauchszustand – wenn auch in geringerem Umfang – Quell- und Schwindvorgänge unvermeidlich. Daher sind auch nach DIN 18334 (VOB Teil C, Zimmer- und Holzbauarbeiten) *„Schwindrisse in Bauhölzern und Brettschichthölzern zulässig, sofern die Standsicherheit nicht beeinträchtigt wird."*[168] DIN EN 14081 gibt als Sortierregel u. a. an, dass Risse, die kleiner sind als die halbe Dicke (gemeint ist das kleinere Querschnittsmaß), vernachlässigt werden dürfen.[169]

Bis zu bestimmten Risstiefen sind solche Rissbildungen unter statischen Gesichtspunkten völlig unbedenklich. Durch die Austrocknung von Bauholz entstehen zwar Rissbildungen, die prinzipiell die statischen Eigenschaften schwächen, durch den damit verbundenen Trocknungsprozess steigen jedoch die allgemeinen Festigkeitseigenschaften des Bauteils. Weiterhin ist schon bei der Festlegung der Belastbarkeit von solchen

Holzbauteilen eine Schwächung durch Unregelmäßigkeiten und Risse berücksichtigt[170]Eine unbedenkliche Risstiefe ist weiterhin abhängig von der Beanspruchungsart des Bauteils. Eine entsprechend differenzierte Betrachtung wurde von P. Frech veröffentlicht.[171] Danach durften biegebeanspruchte Balken beidseitig des Querschnitts Risstiefen von insgesamt der 0,6-fachen Breite bzw. 0,8-fachen Höhe aufweisen. Schubbeanspruchte Holzbauteile (z. B. Balken im Bereich der Auflager) sind geringer belastbar; hier wurde von Frech als unbedenkliche Risstiefe die 0,46-fache Breite bzw. die 0,66-fache Höhe beschrieben. Aktuell werden in DIN EN 14081 die Längen zulässiger Rissbildungen, die größer als die o. g. halbe Dicke, aber in Dickenrichtung noch nicht durchgängig sind, in Abhängigkeit von der Festigkeitsklasse (C18, D18, T11 und darunter bzw. höhere Klassen) begrenzt. Demnach dürfen die Risslängen maximal 1,5 m oder die ½ Länge des Holzstückes bzw. 1 m oder ¼ der Länge des Holzstückes betragen, wobei der kleinere Wert maßgebend ist. In Dickenrichtung

[167] DIN 18334:2016-09 VOB, Teil C; Zimmer- und Holzbauarbeiten, Abschnitt 3.1.6.
[168] DIN 18334:2016-09 VOB, Teil C; Zimmer- und Holzbauarbeiten, Abschnitt 3.1.9.
[169] DIN EN 14081-1:2019-10 Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt
[170] Der Eurocode 5 (DIN EN 1995-1-1 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - verlangt die Verwendung von Holz nach der o.g. DIN EN 14081.
[171] Frech, P.: Beurteilungskriterien für Rissbildungen bei Bauholz im konstruktiven Holzbau. In: Bauen mit Holz, 9/1987

durchgehende Risse dürfen bei den o. g. niedrigeren Festigkeitsklassen höchsten 1 m oder ¼ der Länge des Holzstückes betragen und am Ende des Holzes die zweifache Breite (damit ist hier das größere Querschnittsmaß gemeint) des Holzstückes nicht überschreiten. Bei den höheren Festigkeitsklassen sind in Dickenrichtung durchgehende Risse nur am Holzende und auch nur mit einer Länge von höchstens der Breite des Holzstückes zugelassen.

Bei Brettschichtbauteilen gelten grundsätzlich strengere Anforderungen, aber auch hier beeinträchtigen Risse bis etwa 1/6 der Bauteilbreite (bzw. bei Querzugbeanspruchung 1/8 der Bauteilbreite) die Standsicherheit nicht[172]. Es ist also festzuhalten, dass bis auf sehr seltene Ausnahmefälle durch breitere Risse die Standsicherheit nicht vermindert wird.

Abbildung 166
Fehlerhafte, die Standsicherheit beeinträchtigende Rissbildung an der Zangenkonstruktion eines Holzhauses.

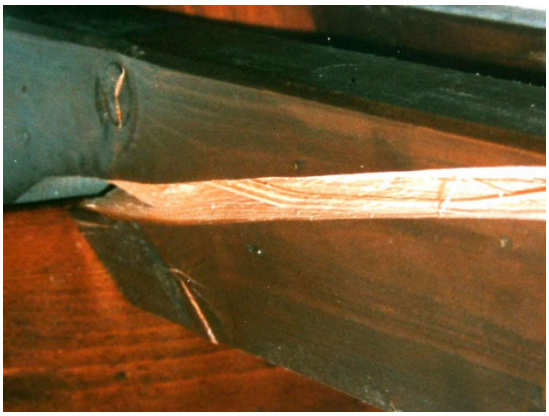


Foto: AIBau

Abbildung 167
Unzulässige Dübelung in einem Holzfensterrahmen

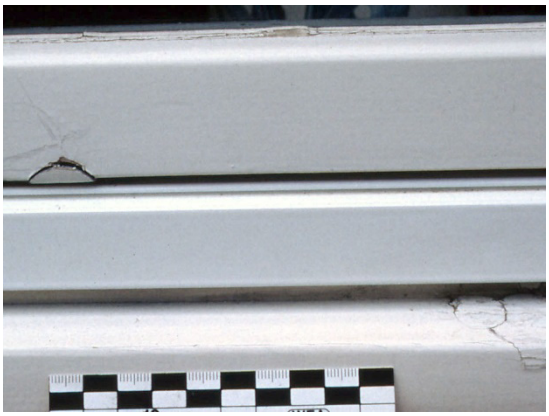


Foto: AIBau

Auch in optischer Hinsicht sind diese natürlichen Rissbildungen nur in äußerst seltenen Fällen zu beanstanden, so wenn die Holzbauteile vor Abschluss der Neubauaustrocknung mit aufwendigen Endbeschichtungen versehen werden, in denen die später auftretenden Risse stark störend hervortreten. Dann liegt aber ein Fehler bei der Wahl dieser Oberflächenschicht vor.

Weiterhin sind Risse in optischer Hinsicht zu bemängeln, wenn die sehr breite Rissbildung (meist Breiten über 10 mm) eindeutig auf zu feucht eingebautes Holz schließen lässt oder die Sortierungsmerkmale für Konstruktionsvollholz im sichtbaren Bereich (KVH-Si der Überwachungsgemeinschaft Konstruktionsvollholz) ausdrücklich vereinbart wurden[173]. Dann ist die Lieferfeuchte auf 15 ± 3 Masse-% beschränkt und es sind Risse nur bis 3 % der jeweiligen Querschnittsbreite, jedoch nicht mehr als 6 mm Breite, zulässig. Auch bei diesen erhöhten Qualitätskriterien sind also bei großen Vollholzquerschnitten beachtliche Rissbreiten als unvermeidbar hinzunehmen. Wenn aber z. B. bei einem 200 mm hohen Balken 6 mm breite Risse zulässig sind, wird man die Überschreitung dieses Maßes, z. B. um weitere 2 - 3 mm zwar bemängeln müssen – die optische Beeinträchtigung kann aber nicht als schwerwiegend gelten, da gegenüber dem optischen Eindruck mit zulässiger Rissbreite keine wesentliche Verschlechterung vorliegt.

Bei der Anwendung von Holz im Bereich von Tischlerarbeiten (Fenster, Türen, Wand- und Deckenverkleidungen) sind Rissbildungen nur in erheblich geringerem Umfang zulässig, da hier erwartet wird, dass der Feuchtegehalt des zu verarbeitenden Holzes etwa der späteren Ausgleichsfeuchte entspricht[174] und daher keine größeren Schwindverkürzungen mit Rissfolgen an fertigen Bauteilen auftreten. DIN EN 942 – Holz in Tischlerarbeiten – macht in Abhängigkeit von der Holzklasse genauere Angaben zu den zulässigen Rissabmessungen und anderen Merkmalen (s. DIN EN 942:2007-06, Tabelle 1).

[172] BS-Holz-Merkblatt 11/2022.
[173] Holzbauhandbuch 2019, Reihe 4, Teil 2, Folge 1.
[174] DIN 18355: 2019-09 VOB/C – Tischlerarbeiten fordert dann für Innenausbauteile einen Feuchtegehalt beim Verlassen des Herstellbetriebs bis 10 Masse-%.

Auch bei Bekleidungen aus Holzbaustoffen sind geringfügige Rissbildungen (Haarrisse) nicht zu vermeiden. Sofern der optische Gesamteindruck der fertiggestellten Fläche nicht beeinträchtigt wird, ist dieses Erscheinungsbild hinzunehmen.

6.11.3 Oberflächenbeschaffenheit, Ausbesserungen

Bezüglich möglicher Abweichungen von der Ebene der Oberflächen von Holzbekleidungen gilt insbesondere DIN 18 203 (Toleranzen im Hochbau, Teil 3: Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen). Unebenheiten in den Oberflächen von Holzbauteilen sind im Rahmen der dort angegebenen Maße zulässig. Bei Brettschichtholz sind vereinzelt raue Stellen, Hobelschläge etc. zulässig, sofern das Gesamterscheinungsbild dadurch nicht nachhaltig beeinträchtigt wird. Ausgedübelte Äste sind bei Anwendung von Brettschichtholz ebenfalls hinzunehmen.

In welchem Umfang Unregelmäßigkeiten (wie z. B. Astlöcher, Baumkanten Holzgallen etc.) bei Holzbaustoffen hingenommen werden müssen, ist u. a. davon abhängig, welche Holzqualität vereinbart wurde. So wird beispielsweise beim Schnittholz für Zimmerarbeiten (DIN 68365) die Qualität von Kantholz, gehobelten Brettern und Bohlen aus Nadelholz in 3 Güteklassen gegliedert.

In der Güteklasse I sind farbliche Veränderungen des Holzes nicht zulässig. Äste müssen nur bis zu einer Breite von ca. 3 cm und höchstens 5 cm Länge akzeptiert werden. Harzgallen müssen nur in geringem Umfang akzeptiert werden (in der Regel 0,5 cm breit und bis zu 5 cm lang). Dagegen sind in der Güteklasse III Veränderungen der Oberfläche in gewissem Grad zu akzeptieren. Äste dürfen etwas größer sein als in Güteklasse 1. Harzgallen sind prinzipiell zulässig.

Die Gütebedingungen für Holz für Tischlerarbeiten sind in DIN EN 942 geregelt. Darin sind Klassen J2 bis J50 in Abhängigkeit der Ast-Durchmesser von 2 - 50 mm aufgeführt. Für Holzfenster stellt das Merkblatt HO.02 die Anforderungen aus drei üblichen Klassen, die vereinbart werden müssen, zusammen.

Insgesamt sollte sich der Nutzer klar machen, dass er Holz häufig aufgrund seiner „Natürlichkeit" bevorzugt. Zur Natur gehören Unregelmäßigkeiten und vielfach eben auch Risse.

6.12 Innentüren

6.12.1 Allgemeine Hinweise

Häufiger Streitpunkt bei Holzinnentüren ist der Maßhaltigkeit. Im Verlauf der Nutzungsdauer kann es dazu kommen, dass sich Türblätter verziehen und Fugen aufklaffen oder undicht. Demzufolge werden dann erhöhte Geräuschübertragungen beanstandet oder Zugerscheinungen moniert. Groß wird der Unmut des Nutzers, wenn sich die Innentür ggf. gar nicht mehr schließen lässt.

Im Folgenden werden die notwendigen Dimensionierungen der Falzabstände und die Ursachen dieser oft erst nach der Abnahme auftretenden Verformungen dargestellt und erläutert. Zudem ist es zur Streitvermeidung zweckmäßig, zwischen den Vertragsparteien den Einsatzzweck der Tür vorab zu definieren. Diese können sich je nach Bauaufgabe (gewerbliche oder private Immobilie) aber auch intern (Wohnungseingangstür, Wohnungsinnentür, Bad-/WC-Tür) deutlich unterscheiden.

Zudem können neben diesen technischen Anforderungen auch gestalterische Anforderungen zu erfüllen sein, die ebenfalls vorab definiert werden sollten[175].

6.12.2 Toleranzen

Grundsätzlich werden Abmessungen von Türen und Zargen in DIN 18101 geregelt.[176].Diese Norm bezieht sich auf einflügelige Türen mit gefalzten Türblättern in Nenndicken zwischen 39 und 42 mm. Außerdem werden hier

[175] Müller, R.; Mayer, P.: Das Türenbuch – Fachwissen für Planung und Konstruktion, 3. Überarbeitete Auflage, IRB Verlag, Stuttgart 2022, hier sind in Tabelle 6.1 allgemeine technische Anforderungen an Türen im Wohnungsbau als Orientierungshilfe dargestellt.

[176] DIN 18101:2014-08 Türen – Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz, Schlosssitz – Gegenseitige Abhängigkeit der Maße

Zulässigkeiten in Bezug auf die Falzluft angegeben: oben zwischen 2 und 6,5 mm, seitlich zwischen 2,5 und 6.5 mm und unten zwischen 1 und 11,5 mm. Diese Abstände sind notwendig und nicht zu beanstanden, um die Funktionsfähigkeit der Türen sicherzustellen und ein Schleifen auf dem Bodenbelag oder im Rahmen zu verhindern. Bei Prüfungen der Bodenluft muss unbedingt der gesamte Drehradius der Tür in die Beurteilung miteinbezogen werden.

6.12.3 Verformungen

Abbildung 168
Luftspalt zwischen Türblatt und Fußbodenoberfläche

Foto: AIBau

Abbildung 169
Anschlussfuge zwischen Türzarge und Türblatt

Foto: AIBau

Aufgrund ihrer sorptiven Eigenschaften reagieren porösen Baustoffe auf das sie umgebende Klima mit Längenänderungen. Auch Holz und Holzwerkstoffe dehnen sich unter Feuchtigkeitseinfluss aus und schwinden bei Feuchtigkeitsentzug.

Holztüren sind bei ihrer Herstellung auf eine sie umgebende relative Luftfeuchte von 30 % ausgelegt[177]. Im Neubau kann diese Feuchte zu Beginn der Gebäudestandzeit jedoch überschritten werden. Ein vergleichbarer Effekt der Auffeuchtung kann bei Wohnungseingangstüren aus Holz auftreten, da aufgrund der unvermeidbaren Temperaturdifferenzen zwischen unbeheiztem Flur/Treppenhaus und beheizter Wohnung die relative Luftfeuchte flurseitig höher ist als im Wohnraum. Die Folge ist ein unterschiedliches Ausdehnungsverhalten beider Türblattseiten, das zu nicht unerheblichen Verformungen führen kann. Hierbei ist zwischen Durchbiegungen (Ausbauchungen) und Verwindungen (einseitiger Verformung) zu unterscheiden. Zur Streitvermeidung ist es sinnvoll, vorab die hygrothermische Beanspruchung, der die jeweilige Tür unterliegt, und die hieraus resultierende Anforderung der Dichtheit festzulegen. DIN EN 12219 hat für drei unterschiedliche Klimakategorien Temperatur- und Luftfeuchtedifferenzen festgelegt und in Abhängigkeit dieser Klimaklassen maximal zulässige Verformungen für Längskrümmung und Verwindung beschrieben. Die Maße variieren zwischen 8 mm in Klimaklasse I, 4 mm in Klimaklasse II und 2 mm in Klimaklasse III[178].

6.12.4 Visuelle Anforderungen an Innentüren

Die visuelle Betrachtung von Innentüren kann sich auf das gesamte Element oder einzelne Bauteil beziehen. Daher ist zwischen einer Detailbetrachtung (üblicher Betrachtungsabstand etwa 1,5 m) und einer Gesamtbetrachtung (üblicher Betrachtungsabstand etwa 3 m) zu unterscheiden. Außerdem erfolgt die Bewertung – ähnlich wie bei Fensterkonstruktionen – abgestuft unter Berücksichtigung der Sichtbarkeit der jeweiligen Flächen.

[177] ift info TU-03/2 Verformung von Innentüren. Informationszentrum Fenster und Fassaden, Rosenheim, Januar 2012
[178] DIN EN 12219:2000-06 Türen – Klimaeinflüsse – Anforderungen und Klassifizierung

Es wird zwischen sichtbaren Flächen der Kategorie A und B, halbverdeckten und verdeckten Bereichen unterschieden.[179] Folgende Merkmale sind dann in Abhängigkeit von der jeweiligen Erscheinungsklasse in der Detailbetrachtung nicht zulässig: sichtbare Ausbesserungen, Fehlstellen, Holzstrahlen, Bearbeitungsspuren, Keilzinkungen, auffällige oder offene Leim-/Klebstofffugen, Kern-/Splintholz, deutliche Farbunterschiede bei sichtbaren Flächen der Kategorie A sowie sichtbare bzw. offene Risse.

Außerdem sind folgende Merkmale der Oberflächenbehandlung in der Detailbetrachtung unzulässig: Kratzer und punktuelle Schäden, Beizen (Streifen und Pinselansätze), durch Öle klebende Oberflächen, Wolkenbildung, Läufer oder Orangenhaut bi Lacken, nicht einheitlicher Glanzgrad und sichtbare Farbtonabweichungen bei sichtbaren Flächen der Kategorie A sowie Verschmutzungen, die bei Montage oder Einbau entstanden sind z. B. durch Montageschaum.

6.13 Wärmedämm-Verbundsysteme

6.13.1 Allgemeine Hinweise

Neben der Verbesserung des Wärmeschutzes durch das Gesamtsystem sollen Oberflächenschichten eines Wärmedämm-Verbundsystems auch weitere technische Aufgaben erfüllen:

In mechanisch beanspruchten Bereichen von Wärmedämm-Verbundsystemen – z. B. im Sockelbereich neben Gehwegen oder an Hauseingängen – ist die Widerstandsfähigkeit bei Stoßbeanspruchung von Bedeutung. Nach ETAG 004 können Wärmedämm-Verbundsystemfassaden in unterschiedliche Nutzungskategorien der zu erwartenden Beanspruchungsgruppe für die Stoßfestigkeit eingeteilt werden. Ist die Wahrscheinlichkeit einer erhöhten mechanischen Beanspruchung gegeben, sollten nach DIN 55699 entsprechende Vorsorgemaßnahmen bei der Konzeption des Unterputzes getroffen werden, um Schäden am Wärmedämm-Verbundsystem zu vermeiden. Zu diesen zählen: eine zweite Unterputzlage mit Bewehrung/Armierung bzw. mit verstärktem Armierungsgewebe („Panzergewebe"), spezielle Putzsysteme, druckfeste Platten unter dem Unterputz, z. B. Putzträgerplatten, Verbundplatte oder Wandschutzplatten.

Eine ebenfalls erhöhte mechanische Beanspruchung kann auch – meist regional begrenzt – auftreten, wenn z. B. Spechte eine Wärmedämm-Verbundsystemfassade als Nistplatz beanspruchen. Im Voraus lässt sich das Risiko dieser Problematik nur durch Studium der Nachbarbebauung feststellen. Im Bedarfsfall können die zuvor beschriebenen Maßnahmen hier Abhilfe schaffen.

6.13.2 Risse in WDVS

Eine völlig rissefreie Oberfläche eines Wärmedämm-Verbundsystems ist mit vertretbarem Aufwand nicht bzw. nur bedingt herstellbar. Kunstharzgebundene (organische) Systeme weisen eine größere Rissüberbrückungseigenschaft auf als mineralische Systeme. Sie sind daher weniger rissanfällig

Die Folgen von ggf. vorhandenen Rissen hängen von unterschiedlichen Kriterien ab: Kann das eingedrungene Wasser im Riss weiter in das Gebäudeinnere gelangen? Bestehen Austrocknungsmöglichkeiten für die vorhandene Konstruktion? Die Faktoren, die diese Eigenschaften beeinflussen sind die Wasseraufnahmefähigkeit von Putz und Untergrund sowie die Dampfdichtigkeit des Putzes. Bei einem kapillarleitenden und diffusionsoffenen Putz können z. B. vereinzelte Haarrisse im 0,2 mm Bereich meist hingenommen werden, da über die Risse zwar eine verstärkte Wasseraufnahme erfolgt, das eingedrungene Wasser über die Kapillarität und Verdunstung auch schnell wieder austrocknen kann. Risse in wasserabweisend eingestellten Putzen oder Beschichtungen sind dann unproblematisch, wenn der darunter liegende Untergrund (z. B. hydrophobierte Mineralfaserplatten oder Hartschäume) nicht wasseraufnahmefähig ist. Wird das in den Riss eingedrungene Wasser z. B. über die aufklaffenden Fugen eines Wärmedämmstoffs im Untergrund fortgeleitet, so können erhebliche Durchfeuchtungen

[179] Richtlinie zur visuellen Beurteilungen , teil 3: Innentüren, Bundesverband Holz und Kunststoff, Bundesinnungsverband Tischler/Schreiner, Drechsler und Baufertigteilmonteure, Berlin, 2021

im Gebäudeinneren entstehen, auch wenn die Wasseraufnahme des Dämmstoffs selbst gering ist. Dann können ggf. auch Rissweiten um 0,2 mm nicht mehr hingenommen werden.

Bei Wärmedämm-Verbundsystemen kommt es an zwei Stellen häufig zum Streit über feine Risse: Diagonalrisse ausgehend von den Ecken der Bauwerksöffnungen und von den Stoßstellen der Sockelprofile: Die diagonal von den Ecken der Bauwerksöffnungen ausgehenden Risse sind darauf zurückzuführen, dass die Anfangsverformungen der Beschichtung zu Spannungsspitzen in den Ecken führen, die durch Diagonalarmierungen[180] verhindert werden sollen. Kurze Anrisse bis 0,2 mm bei Mineralfaserdämmung und 0,3 mm bei Polystyroldämmung[181] sind nicht fehlerhaft.

Grundsätzlich stellt sich bei Außenputzen nämlich die Frage, ob durch die Rissbildung die Schlagregenschutzfunktion des Putzes beeinträchtigt ist, und ob der Putz durch die Rissbildung einer verstärkten Verwitterung ausgesetzt wird. Diese Frage kann nicht generell beantwortet werden, sondern ist abhängig von den wasserabweisenden Eigenschaften des Putzes selbst und von der Art des Untergrundes. Bei einem kapillarleitenden und diffusionsoffenen Putz können z. B. vereinzelte Haarrisse im 0,2 mm Bereich meist hingenommen werden, da über die Risse zwar eine verstärkte Wasseraufnahme erfolgt, das eingedrungene Wasser über die Kapillarität und Verdunstung auch schnell wieder austrocknen kann. Risse in wasserabweisend eingestellten Putzen oder Beschichtungen sind dann unproblematisch, wenn der darunter liegende Untergrund (z. B. hydrophobierte Mineralfaserplatten oder Hartschäume) nicht wasseraufnahmefähig ist. Wird das in den Riss eingedrungene Wasser z. B. über die aufklaffenden Fugen eines Wärmedämmstoffs im Untergrund fortgeleitet, so können erhebliche Durchfeuchtungen im Gebäudeinneren entstehen, auch wenn die Wasseraufnahme des Dämmstoffs selbst gering ist. Dann können ggf. auch Rissweiten um 0,2 mm nicht mehr hingenommen werden.

Abbildung 170
Rissbildung im Sockelbereich eines Wärmedämm-Verbundsystems

Foto: AIBau

Abbildung 171
Rissbildung im Bereich des Putzabschlussprofils

Foto: AIBau

6.13.3 Abzeichnen von Dämmstoffdübeln

Ein typisches Problem der verputzten Wärmedämm-Verbundsysteme ist der sog. „Leopard-Effekt". Dieser ist darauf zurückzuführen, dass durch die eingebauten Dämmstoffdübel punktuelle Wärmebrücken hervorgerufen werden. Die in diesen Bereichen auftretenden – je nach Bauart der verwendeten Dübel – mehr oder weniger erhöhten Wärmeströme verursachen eine geringfügige Erwärmung der Fassade und somit eine raschere Verdunstung der auf der Oberfläche vorhandenen Feuchtigkeit verursachen. Algen nutzen zum Wachstum eher die auf der übrigen Fassadenoberfläche vorhandene Feuchte, so dass oberhalb der Dämmstoffdübel die typischen hellen Kreise entstehen.

[180] DIN 55699 Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW), 2017-08, Abschnitt 6.8 und Bild 1; BFS-Merkblatt Nr. 21 Technische Richtlinien für die Planung und Verarbeitung von WDVS, Abschnitt 4.2 und Abb. 5, Frankfurt 2012.

[181] Cziesielski, E.; Fechner, O.: Beurteilung von Rissen im Putz von Wärmedämmverbundsystemen aus technischer Sicht. In: Aachener Bausachverständigentage 2004.

Die Verfleckungen sind als rein optische Erscheinungen zu bewerten, die weder die Lebensdauer noch die Gebrauchstauglichkeit der Putzoberfläche herabsetzen.

Die weiteren grundsätzlichen Mechanismen, die zu Veralgungen von Fassaden führen sind in Kapitel 5.5 „ Verschmutzungen und Veralgungen" beschrieben.

Abbildung 172
Typisches Erscheinungsbild von sich abzeichnenden Dübeln

Foto: AIBau

Abbildung 173
Leopard-Effekt verursacht durch punktuelle Wärmebrücken aufgrund nicht versenkt eingebauter Dämmstoffdübel

Foto: AIBau

6.13.4 Sonstige Abweichungen (z. B. Dicke der Putzschicht)

Die technische Funktion des Schlagregenschutzes wird in erster Linie durch eine ausreichende Dicke des Unter- und Oberputzes gewährleistet. In der Verarbeitungsnorm für Wärmedämm-Verbundsysteme werden in den Abschnitten 6.8 und 6.10 typische Schichtdicken für Unter- und Oberputze angegeben.

Werden Unterputze bis zu 4 mm dick ausgeführt, sollte das notwendige Armierungsgewebe etwa mittig in die Putzschicht eingelegt werden. Ab 4 mm Schichtdicke erfolgt eine Verarbeitung des Gewebes in der oberen Hälfte der Unterputzschicht. Zur Rissvermeidung ist eine Überlappung der Gewebestöße von 10 cm notwendig.

Die Oberputze (Schlussbeschichtung) werden nach mineralischen und organischen Systemen unterschieden: Während mineralischen Systeme als Werktrockenmörtel geliefert und nach dünnlagigen (bis 5 mm) und dicklagigen Schichtdicken differenziert werden, werden organische Systeme in verarbeitungsfertiger Konsistenz geliefert und mit Schichtdicken bis 6 mm aufgetragen.

Da sich rissauslösende Spannungen mit zunehmender Schichtdicke reduzieren sollen diese Angaben zur Putzdicke eine möglichst rissfreie und widerstandsfähige Putzoberfläche gewährleisten, so dass Abweichungen zwar fehlerhaft sind, aber sich nur selten so gravierend auswirken können, dass ein Neuverputz gerechtfertigt wäre. Bewertungskriterien zur Klärung der Frage, ob die übliche Nutzungsdauer verringert oder der Instandhaltungsaufwand erhöht wird, sind im Kapitel 6.13.2 angegeben.

7 Mitwirkende

Autorinnen und Autoren

Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller

Dipl.-Ing. Ruth Abel

Dipl.-Ing. Géraldine Liebert

Dipl.-Ing. Silke Sous

Weitere Mitwirkende

Dipl.-Ing. Harold Neubrand

Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz

8 Kurzbiographien

Prof. Dipl.-Ing. Matthias Zöller
Honorarprofessor für Bauschadensfragen am KIT (Universität Karlsruhe), Architekt und ö. b. u. v. SV für Schäden an Gebäuden; Leitung der Aachener Bausachverständigentage und der Bauschadensforschung am AIBau; Mitarbeit in Fachgremien, die sich mit Regelwerken der Abdichtungstechniken, den Wassereinwirkungen im Baugrund und der Gebäudedränung beschäftigen; Autor von Fachveröffentlichungen und jeweils Mitherausgeber der "IBR Immobilien- & Baurecht", der „Baurechtlichen und -technischen Themensammlung" und des „Handbuchs für den BauSV"; Leitung des Fortbildungslehrgangs für die Vorbereitung zur öffentlichen Bestellung im Sachgebiet Schäden an Gebäuden, der vom Institut für Sachverständigenwesen (IfS) in Köln sowie dem AIBau veranstaltet wird

Dipl.-Ing. Ruth Abel
Architektin und wissenschaftliche Mitarbeiterin beim AIBau; praktische Bauschadensforschung sowie diverse Fachveröffentlichungen.

Dipl.-Ing. Géraldine Liebert
Architektin; seit 2001 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Büro von Prof. Dr.-Ing. Oswald und beim AIBau; seit 2009 s. a. SV f. Schall- und Wärmeschutz; seit 2017 DGNB Consultant; seit 2021 Lehrauftrag an der HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Hildesheim/Holzminden/Göttingen; seit 2021 Mitglied im NABau Solaranlagen auf/an Gebäuden; Referententätigkeit bei unterschiedlichen Fachveranstaltungen und Kongressen; diverse Fachveröffentlichungen.

Dipl.-Ing. Silke Sous
Architektin; seit 1997 wissenschaftliche Mitarbeiterin im Büro von Prof. Dr.-Ing. Oswald und später beim AIBau; seit 2009 s. a. SV f. Schall- und Wärmeschutz; seit 2018 Lehrauftrag an der HAWK Hochschule für angewandte Wissenschaft und Kunst, Hildesheim/Holzminden/Göttingen; seit 2018 ö. b. u. v. SV für Schäden an Gebäuden; seit 2020 Mitglied im NABau Innenraumabdichtung; Referententätigkeit u. a. bei Architekten- und Ingenieurkammern, IfS Institut für Sachverständigenwesen; diverse Fachveröffentlichungen.

Dipl.-Ing. Harold Neubrand
Beratender Ingenieur der Ingenieurkammer Baden-Württemberg; Baubiologe VDB - Baubiologe IBN; Sachverständiger für Lufthygiene und Schadstoffe; DGNB-Auditor; DGNB-Experte für Bau- und Schadstoffe; Fachingenieur für Energieeffizienz; Energieberater (BAFA); Gründungsmitglied des Berufsverbandes Deutscher Baubiologen (VDB); Gründungsmitglied der Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB); Mitglied der Deutschen Gesellschaft für Umwelt- und Humantoxikologie (DGUHT); und der Deutschen Gesellschaft für Holzforschung (DGfH).

Prof. Dipl.-Ing. Rainer Pohlenz
1972 Architekturdiplom RWTH Aachen
1972 Wiss. Mitarbeiter Baukonstruktion III - Prof. Schild, RWTH Aachen
1982 Partner eines Ingenieurbüros für Bauphysik, Aachen
1994 Prof. für Bauphysik und Baukonstruktion - HS Bochum (em.2011)
1994 Ö.b.v. Sachverständiger für Schallschutz im Hochbau
Leiter einer VMPA-anerkannten Schallmessstelle
Ausschussmitglied im Prüfungsgremium der Kammern
zur öffentlichen Bestellung

9 Literaturverzeichnis

Kapitel 1 bis 4

BGB – Bürgerliches Gesetzbuch in der Fassung der Bekanntmachung vom 2. Januar 2002 (BGBl. I S. 42, 2909; 2003 I S.738), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 14. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 72) geändert worden ist.

BGH-Urteil VII ZR 46/17 vom 22.02.2018. Zugriff https://juris.bundesgerichtshof.de [abgerufen am 30.08.2023].

Fahrplan für ein ressourcenschonendes Europa: veröffentlicht in der Mitteilung (KOM/2011/0571) der Kommission an das europäische Parlament, den Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen aus dem Jahr 2011. Zugriff https://eur-lex.europa.eu/legal-content [abgerufen am 30.08.2023].

Kreislaufwirtschaftsgesetz (KrWG): Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Bewirtschaftung von Abfällen – Gesetz zur Umsetzung der AbfRRL. In Kraft getreten am 01. Juni 2012. Zugriff https://www.bmuv.de/gesetz/kreislaufwirtschaftsgesetz [abgerufen am 30.08.2023].

Der europäische Grüne Deal: Erstmals veröffentlicht in der Mitteilung (COM(2019) 640 final) der Kommission an das europäische Parlament, den europäischen Rat, den europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen vom 11.12.2019. Zugriff https://eur-lex.europa.eu/legal-content [abgerufen am 30.08.2023].

DIN 1961:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen.

DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke. Alt: 2013-04

Oswald, R.; Abel, R: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Typische Erscheinungsbilder – Beurteilungskriterien – Grenzwerte. 3., vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage; Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2005.

Aurnhammer, H. E.: Verfahren zur Bestimmung von Wertminderungen bei (Bau-)Mängeln und (Bau-)Schäden. In: Aachener Bausachverständigentage 1978; Forum Verlag, Stuttgart; 1978.

Kapitel 5.1: Grundsätze zur Beurteilung von optischen Unregelmäßigkeiten bzw. Abweichungen

BSR-Richtlinie I – Betrachtungsweise zur gutachterlichen Beurteilung des Erscheinungsbildes von Fußbodenoberflächen. Hrsg.: Bundesverband für Raum und Ausstattung, Bonn; 10/1997.

Putzoberflächen im Innenbereich – Merkblatt 3 – Qualitätsstufen für abgezogene, geglättete, abgeriebene und gefilzte Putze. Hrsg.: Bundesverband der Gipsindustrie e. V., u. a.; 08/2021.

Betrachtungsabstand; zweiseitige Veröffentlichung des Bundesverbands der deutschen Ziegelindustrie. Zugriff https://www.ziegel.de/downloads [abgerufen am 30.08.2023].

Kalksandstein Planungshandbuch – Planung, Konstruktion, Ausführung. Hrsg.: Bundesverband Kalksandsteinindustrie e.V., Hannover; (7. Auflage) 05/2018.

Schulz, J.: Sichtbeton-Planung, Kommentar zu DIN 18217. Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden; 2006.

Kapitel 5.2 Maßtoleranzen

DIN 1045-1:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Planung, Bemessung und Konstruktion.

DIN 1054:2021-04 Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1.

DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke.

DIN 18332:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Naturwerksteinarbeiten.

DIN 18350:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Putz- und Stuckarbeiten.

DIN 18353:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Estricharbeiten.

DIN 18356:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Parkett- und Holzpflasterarbeiten.

DIN 18550-1:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 1: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-1:2016-09 für Außenputze mit Änderung A1:2022-11.

DIN 18550-2:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze mit Änderung A1:2022-11.

BSR-Richtlinie I – Betrachtungsweise zur gutachterlichen Beurteilung des Erscheinungsbildes von Fußbodenoberflächen. Hrsg.: Bundesverband für Raum und Ausstattung, Bonn; 10/1997.

Putzoberflächen im Innenbereich – Merkblatt 3 – Qualitätsstufen für abgezogene, geglättete, abgeriebene und gefilzte Putze. Hrsg.: Bundesverband der Gipsindustrie e. V., u. a.; 08/2021.

Drisch, L; Schürken, J.: Bewertung von Bergschäden und Setzungsschäden an Gebäuden. Hrsg.: Oppermann, Theodor; 1995.

Kapitel 5.3 Risse

DIN 1045:1972-01 (alt) Beton und Stahlbetonbau.

DIN 1045-1:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Planung, Bemessung und Konstruktion.

DIN 1045-2:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton.

DIN 18550-1:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 1: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-1:2016-09 für Außenputze mit Änderung A1:2022-11.

DIN 18550-2:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze mit Änderung A1:2022-11.

DIN EN 13914-1:2016-09 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 1: Außenputze.

DIN EN 13914-2:2016-09 Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen – Teil 2: Innenputze.

DIN EN 1992-1-1:2011-01 Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Regeln - Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke.

E DIN EN 1992-1-1:2021-10 (Entwurf) Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken - Teil 1-1: Allgemeine Regeln - Regeln für Hochbauten, Brücken und Ingenieurbauwerke.

Oswald, R.: Grundsätze der Rissbewertung. In: Aachener Bausachverständigentage 1991; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1991.

Oswald, R.: Bauschäden als zeitliches Problem. In: db Deutsche Bauzeitung; 01/1995.

Schnell, W.: Das Trocknungsverhalten von Estrichen. In: Aachener Bausachverständigentage 1994; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1994.

Schubert, P.: Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerksbauteilen. In: Mauerwerkskalender; Verlag Ernst und Sohn, Berlin; 1996 (S. 621 ff.).

Kapitel 5.4 Beschädigungen und Kapitel 5.5 Verschmutzungen und Veralgungen

Europäischen Biozidprodukte-Richtlinie: Richtlinie (98/8/EG) des europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Februar 1998 über das Inverkehrbringen von Biozid-Produkten mit letzten Änderungen vom 22.02.2013 und Berichtigungen vom 08.06.2002 sowie vom 14.03.2012.

DIN 18339:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Klempnerarbeiten.

Klempnerfachregeln: Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade. Hrsg.: Zentralverband Sanitär Heizung Klima(ZVSHK), Sankt Augustin; 03/2016.

ZVDH-Fachregel für Metallarbeiten im Dachdeckerhandwerk. Hrsg.: Zentralverband des deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH), Köln; 06/2017 mit Änderungen von 03/2020 und 11/2020.

Altbauinstandsetzung 5/6: Algen an Fassadenbaustoffen II – Ursachen, Schadensausmaß, Lösungsansätze. Hrsg.: Venzmer, H.; Sonderheft Dahlberg-Kolloquium HUSS-MEDIEN GmbH, Berlin; 2003.

Blaich, J.: Algen auf Fassaden. In: Aachener Bausachverständigentage 1998; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1998.

Günther, H.: Patina in der Geschichte der Kunst. In: Toyka, Rolf (Hrsg.): Patina. Hamburg; 1996.

Hofbauer, W. K.; Breuer, K.; Sedlbauer, K.: Algen, Flechten, Moose und Farne auf Fassaden. In der Zeitschrift: Bauphysik 6/2003; Verlag Ernst und Sohn, Berlin; (S. 383-396).

Künzel, H.: Algenbewuchs an Fassaden – eine Folge reiner Luft. In: Arconis 03/2000.

Motzke, G.: Algen- und Pilzbefall – ein rechtliches Zuordnungsproblem unter Berücksichtigung des neuen Sachmangelbegriffs der Schuldrechtsmodernisierung. In: BIS 2001/2003.

Oswald, R.: Schwachstellen – Veralgungen von Fassaden. In: db Deutsche Bauzeitung; 03/2004.

Oswald, R.: Schwachstellen – Die Beurteilung von Abdeckungen bei Fassadenverschmutzungen. In: db Deutsche Bauzeitung; 11/1996.

Oswald, R.: Schwachstellen – Fassadengestaltung, Verschmutzungen. In: db Deutsche Bauzeitung; 07/1992.

Oswald, R.: Fassadenverschmutzung, Ursachen und Beurteilung. In: Aachener Bausachverständigentage 1987; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1987.

Zimmermann, G.: Optische Beeinträchtigungen von Fassaden. In: DAB – Deutsches Architektenblatt 09/1993.

Kapitel 5.6 Feuchtigkeitserscheinungen im Gebäudeinneren

DIN 4108-3:2018-10 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.

E DIN 4108-3:2023-04 (Entwurf) Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz – Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.

DIN 18195-4:1983-08 Bauwerksabdichtungen – Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit – Bemessung und Ausführung.

DIN 18195-4:2000-08 Bauwerksabdichtungen – Abdichtungen gegen Bodenfeuchtigkeit – Bemessung und Ausführung.

DIN 18533-1:2017-07 Abdichtung von erdberührten Bauteilen – Teil 1: Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze.

DIN 18560-1:2021-02 Estriche im Bauwesen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Ausführung.

DIN EN ISO 13788:2013-05 Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinneren – Berechnungsverfahren.

BEB-Merkblatt: Hinweise für die Verlegung von Zementestrichen. Hrsg.: Bundesverband Estrich und Belag e. V. (BEB), Berlin; 05/2014.

BF-Merkblatt 003:2020-01 Leitfaden zur Verwendung von Dreifach-Isolierglas nach DIN EN 1279 Mehrscheiben-Isolierglas. Hrsg.: Bundesverband Flachglas e. V., Troisdorf; 2008 – Änderungsindex 4 – 01/2020.

DAfStb-Heft 555:2006 Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton. Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAsStb), Berlin; 2006.

DAfStb-Richtlinie – Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAsStb), Berlin; 12/2017.

DBV-Merkblatt: Merkblatt Hochwertige Nutzung von Untergeschossen – Bauphysik und Raumklima. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 2009.

EPLF-Technisches Merkblatt: Verlegung von Laminatfußböden; Hrsg.: Verband der europäischen Laminatbodenhersteller e. V., Bielefeld; 06/2022.

ZVDH-Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen. Hrsg.: Zentralverband des deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH), Köln; 12/2012.

ZVDH-Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen. Hrsg.: Zentralverband des deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH), Köln; 01/2010.

Deutscher Mieterbund: Wohnungsmängel und Mietminderung – mit Themen wie: Schimmel, Lärm, Heizung, Umweltgifte. Hrsg.: Deutscher Mieterbund e. V., Berlin; 2009.

Beddoe, R. E.; Schießl, P.: Wassertransport in WU-Beton – kein Problem! Untersuchungsergebnisse. In: Aachener Bausachverständigentage 2004; Vieweg + Sohn Verlag, Wiesbaden; 2005.

Jenisch, R.; Stohrer, M.: Tauwasserschäden. In: Schadenfreies Bauen; Hrsg.: Zimmermann, G.; Fraunhofer IRB Verlgag, Stuttgart; 1996 (S. 75 ff.).

Künzel, H.: Porenbetonbericht 1 + 2 – Feuchtigkeitsverhältnisse in Außenwänden und Flachdächern. Hrsg.: Bundesverband Porenbeton, Wiesbaden; 06/2001.

Lamers, R.: Wintergärten – Bauphysik und Schadenserfahrung. In: Aachener Bausachverständigentage 1993; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1993.

Oswald, R.: Baufeuchte. In: Aachener Bausachverständigentage 1994; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1994.

Oswald, R.: Schwachstellen – Neubauprobleme, Baufeuchte. In: db Deutsche Bauzeitung; 05/1992.

Oswald, R.: Praktische Erfahrungen bei hochwertig genutzten Räumen in WU-Betonbauwerken. In: Aachener Bausachverständigentage 2004; Vieweg + Sohn Verlag, Wiesbaden; 2005.

Kapitel 5.7 Geräusche

Europäischen Verordnung Nr. 305/2011 des europäischen Parlaments und des Rates vom 09.03.2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates mit letzten Änderungen vom 28.05.2014 und Berichtigungen vom 12.04.2013 sowie vom 08.04.2015.

Landesbauordnungen (LBO)/ Bauordnungen der Bundesländer.

DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau - Teil 1: Mindestanforderungen.

DIN 4109-5:2020-08 Schallschutz im Hochbau – Teil 5: Erhöhte Anforderungen.

OENORM EN ISO 140-18:2007-02 Akustik – Messung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 18: Messung des durch Regenfall auf Bauteile verursachten Schalls im Prüfstand.

VDI 4100:2012-10 Schallschutz im Hochbau – Wohnungen – Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz.

BGH-Urteil VII ZR 45/06 vom 14.06.2007. Zugriff https://juris.bundesgerichtshof.de [abgerufen am 30.08.2023].

BGH-Urteil VII ZR 54/07 vom 04.06.2009. Zugriff https://juris.bundesgerichtshof.de [abgerufen am 30.08.2023].

Rheinzink – Anwendung in der Architektur, Abschnitt II – 4.1.3 Regengeräusche, Düsseldorf 1993.

Kapitel 5.8 Gerüche

L. Buck und R. Axel: A novel multigene family may encode odorant receptors - a molecular basis for odor reception, Cell Nr. 65, 1991.

H. Hatt: Chemosensibilität, Geruch und Geschmack, Neurowissenschaft. Vom Molekül zur Kognition, 2001.

C. Prinz zu Waldeck und S. Frings: Die molekularen Grundlagen der Geruchswahrnehmung, Biologie in unserer Zeit Nr. 5, 2005.

H. Hatt: Dem Rätsel des Riechens auf der Spur - Grundlage der Duftwahrnehmung, Köln 2006.

H. Hatt und R. Dee: Das Maiglöckchen-Phänomen, Piper Verlag, 2008.

K.-C. Bergmann, J. Heinrich und H. Niemann: Aktueller Stand zur Verbreitung von Allergien in Deutschland, Positionspapier der Kommission Umweltmedizin am Robert Koch-Institut, Allergo J Int 2016; 25:6.

Umweltbundesamt: Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, 2013.

Umweltbundesamt: Leitfaden zur Vorbeugung, Erfassung und Sanierung von Schimmelbefall in Gebäuden, 2017.

DIN 68800-4:2020-12 Holzschutz – Teil 4: Bekämpfungsmaßnahmen gegen Holz zerstörende Pilze und Insekten und Sanierungsmaßnahmen.

Kapitel 5.9 Schadstoffe und Emissionen

Deutsches Institut für Bautechnik: Musterverwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (MVV TB), Ausgabe 2021/1.

Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens gefährlicher Stoffe, Zubereitungen und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung) vom 14.10.1993 und 13. Juni 2003.

Richtlinie 2002/95/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27.Januar 2003 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten.

Verordnung (EG) 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/ EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission.

Verordnung (EG) Nr. 1005/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. September 2009 über Stoffe, die zum Abbau der Ozonschicht führen (Neufassung).

Verordnung (EU) 350/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates.

Richtlinie 2011/65/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 8. Juni 2011 zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (Neufassung).

Verordnung über Verbote und Beschränkungen des Inverkehrbringens und über die Abgabe bestimmter Stoffe, Gemische und Erzeugnisse nach dem Chemikaliengesetz (Chemikalien-Verbotsverordnung - Neufassung) vom 20. Januar 2017.

Verordnung (EU) Nr. 2017/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Mai 2017 über Quecksilber und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1102/2008.

Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe (Neufassung).

Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen und zur Änderung der Verordnung (EU) 2019/2088.

Delegierte Verordnung (EU) 2021/2139 der Kommission vom 4. Juni 2021 zur Ergänzung der Verordnung (EU) 2020/852 des Europäischen Parlaments und des Rates durch Festlegung der technischen Bewertungskriterien, anhand deren bestimmt wird, unter welchen Bedingungen davon auszugehen ist, dass eine Wirtschaftstätigkeit einen wesentlichen Beitrag zum Klimaschutz oder zur Anpassung an den Klimawandel leistet, und anhand deren bestimmt wird, ob diese Wirtschaftstätigkeit erhebliche Beeinträchtigungen eines der übrigen Umweltziele vermeidet

Gesetz über die Bereitstellung von Produkten auf dem Markt ((Produktsicherheitsgesetz) vom 27.07.2021.

Anforderungen an die Innenraumluftqualität in Gebäuden: Gesundheitliche Bewertung der Emissionen von flüchtigen organischen Verbindungen (VVOC, VOC und SVOC) aus Bauprodukten, Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten AgBB – 2021.

Kapitel 6.1 Sichtbeton

DIN 1045-1:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Planung, Bemessung und Konstruktion.

DIN 1045-2:2023-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 2: Beton.

DIN 18217:1981-12 Betonflächen und Schalungshaut (Norm wurde ersatzlos zurückgezogen).

DAfStb-Richtlinie – Wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton (WU-Richtlinie). Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton e. V. (DAfStb), Berlin; 12/2017.

DBV-Merkblatt: Begrenzung der Rissbildungen im Stahlbeton und Spannbetonbau. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 05/2016.

DBV-Merkblatt: Sichtbeton. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 06/2015.

DBV-Heft Nr. 1:2000 Sichtbeton – Vorträge zur DBV-Arbeitstagung am 19. September 2000 in München. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 2000.

DBV-Heft Nr. 5:2002 Sichtbeton 2 – Vorträge zur DBV-Arbeitstagung am 13. März 2002 in Duisburg. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 2002.

DBV-Heft Nr. 29:2014 Sichtbeton im Team – Vom architektonischen Entwurf bis zur Abnahme. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 2014.

DBV-Heft Nr. 30 Band 2:2014-09: Typische Schäden im Stahlbetonbau II – Aber wer hat Schuld? – Band 2 - Sichtbeton und Fertigteile. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin; 09/2014.

DBV-Sachstandsbericht Sichtbetonkosmetik. Hrsg.: Deutscher Beton- und Bautechnik-Verein e. V. (DBV), Berlin;12/2016.

Merkblatt über Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton, Hrsg.: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB), Bonn; 5/2020.

Merkblatt über Betonfertigteile aus Architekturbeton, Hrsg.: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB), Bonn; 03/2020.

Merkblatt Nr. 1: Sichtbetonflächen von Fertigteilen aus Beton und Stahlbeton, Hrsg.: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB), Bonn; 05/2020.

Merkblatt Nr. 14: Checkliste für die Ausschreibung von Sichtbetonoberflächen bei Betonfertigteilen, Hrsg.: Fachvereinigung Deutscher Betonfertigteilbau e.V. (FDB), Bonn; 05/2020.

Zement-Merkblatt B8 Betontechnik: Nachbehandlung und Schutz des jungen Betons. Hrsg.: Verein Deutscher Zementwerke e. V. (VDZ), Düsseldorf; 04/2014.

Aßbrock, Olaf u. a.: Betonpraxis – Richtig Betonieren. Herausgeber: InformationsZentrum Beton GmbH u. a.; Verlag Bau u. Technik GmbH, Erkrath 1/2021.

Günther, H.: Patina in der Geschichte der Kunst. In: Toyka, Rolf (Hrsg.): Patina. Hamburg; 1996.

Huberty, J. M.: Fassaden in der Witterung. Beton-Verlag, Düsseldorf; 1983.

Klopfer, Heinz: Schäden an Sichtbetonflächen, aus der Reihe Schadenfreies Bauen. Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB-Verlag, Stuttgart; 1993.

Klose, N.: Alterung von Betonbauteilen. In: Betonwerk und Fertigteiltechnik, 9/1986.

Luley, H. u. a.: Instandsetzen von Stahlbetonoberflächen – Ein Leitfaden für den Auftraggeber. In: Schriftenreihe der Bauberatung Zement, Beton-Verlag, Düsseldorf; 7. Auflage 1997.

Müller, G.: Risse in Stahlbetonbauteilen, wann sind sie als Mangel zu beanstanden? In: Beton; 1/1982.

Oswald, R.: Überzogene Ansprüche In: db Deutsche Bauzeitung; 1/1992.

Schießl, P.: Risse in Stahlbetonbauteilen. In: Aachener Bausachverständigentage 1991; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1991.

Schießl, P.: Streitpunkte bei Parkdecks: Gefällegebung und Oberflächenschutz. In: Aachener Bausachverständigentage 2002; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin;2002.

Schminke, P.: Sichtbeton – Gewusst wie. In: Beton, 07/1990.

Schulz, Joachim: Handbuch Sichtbeton – Beurteilung und Abnahme. 2. Auflage, Verlag Bau und Technik, Erkrath; 2010.

Schulz, Joachim: Sichtbeton – Enttäuschung ist das Ergebnis falscher Erwartungen. Ernst & Sohn Verlag, Berlin; 2011.

Schulz Joachim: Sichtbeton – Von der Planung bis zur Mängelvermeidung. Verlag Springer Vieweg, Wiesbaden; 04/2022.

Rickert, J.: IGF Forschungsvorhaben 15876 N "Vermeidung von Farbunterschieden in Sichtbetonflächen: Mischungsstabilität und Transportphänomene". München 05/2011.

Lohaus, Ludger, u. a.: Die Kunst der Sichtbetontechnik, in: Betonoberflächen Beton- und Stahlbetonbau Speziel, Ernst und Sohn Verlag, Weinheim; 04/2017.

Motzko, Christoph, u. a.: Schalungen für den Sichtbeton, in: Betonoberflächen Beton- und Stahlbetonbau Speziel, Ernst und Sohn Verlag, Weinheim; 04/2017.

Fiala, Hannes: Verfärbungen von Sichtbetonoberflächen, in: Betonoberflächen Beton- und Stahlbetonbau Speziel, Ernst und Sohn Verlag, Weinheim, 04/2017.

Peck; Bosold; Bos: Technik des Sichtbetons – Praktische Hinweise zur Planung und Ausführung. 2. überarb. u. erweiterte Auflage; Verlag Bau + Technik., Wuppertal; 2016,

Ruhnau, R.: Stahlbetonfertigteile: nach Herstellung, Transport und Montage makellos? In: Aachener Bausachverständigentage 2018, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2018.

Zöller, M.: Zeitliche Veränderung des Aussehens; Umsetzbarkeit optischer Zielvorstellungen. In: Aachener Bausachverständigentage 2018, Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2018.

Kapitel 6.2 Sichtmauerwerk

DIN V 105-1:2002-06 Mauerziegel – Vollziegel und Hochlochziegel der Rohdichteklassen 1, 2 (Restnorm), teilweise ersetzt durch DIN EN 771-1.

DIN 105-4:2019-01 Mauerziegel – Teil 4: Keramikklinker.

DIN V 106-1:2003-02 Kalksandsteine – Voll-, Loch-, Block-, Hohlblock-, Plansteine, Planelemente, Fasensteine, Bauplatten, Formsteine (Restnorm), teilweise ersetzt durch DIN EN 771-2:2015-11.

DIN 1053-1:1996-11 Mauerwerk – Berechnung und Ausführung (teilweise ersetzt durch DIN EN 1996-1-1).

DIN EN 771-1:2015-11 Festlegungen für Mauersteine – Teil 1: Mauerziegel.

DIN EN 771-2:2015-11 Festlegungen für Mauersteine – Teil 2: Kalksandsteine.

E DIN EN 1996-1-1:2019-09 (Entwurf) Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten – Teil 1-1: Regeln für bewehrtes und unbewehrtes Mauerwerk (teilweise Ersatz für DIN 1053-1).

Merkblatt Verblendmauerwerk mit Werkmörtel. Hrsg.: Verband Dämmstoffe, Putz und Mörtel e. V., Duisburg; 01/2014.

Ausblühungen und Kalkauslaugungen – Ursachen – Vermeidung – Beseitigung. In: Informationsblätter der Ziegelbauberatung; 04/1996.

Kalksandstein – Planung Konstruktion Ausführung. Verlag Bau und Technik GmbH, Düsseldorf 7. Auflage; 2018.

Dialer, Ch.: Risseschäden, IRB-Verlag, Stuttgart 2016 (Neuauflage für 2022 geplant).

Franke, L.: Imprägnierungen und Beschichtungen auf Sichtmauerwerks- und Natursteinfassaden. In: Aachener Bausachverständigentage 1996; Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1996.

Klaas, H.; Schulz, K.: Schäden an Außenwänden aus Ziegel- und Kalksandstein-Verblendmauerwerk. IRB-Verlag, Stuttgart 2. Auflage; 2002.

Klaas, H.: Fugen und Risse in Verblendschalen und Bekleidungen. In: Aachener Bausachverständigentage 2004; Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden; 2005.

Oswald, R.: Schwachstellen – Produktinformation / Beispiel Rollschichten. In: db Deutsche Bauzeitung; 5/1990.

Pfefferkorn, W.: Rissschäden an Mauerwerk. Aus der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB-Verlag, Stuttgart; 1994.

Pfeifer u. a.: Mauerwerk Atlas. München; 2001.

Schubert, P.: Vermeiden von schädlichen Rissen in Mauerwerksbauteilen. In: Mauerwerksbaupraxis, Berlin; 3. Auflage 2014.

Tribius, V.: Erfahrungen aus der Sachverständigentätigkeit im Umgang mit Mauerwerksfugen. In: Wienerberger Mauerwerkskalender 2005.

Zimmermann, G.: Optische Beeinträchtigung von Fassaden. In: Deutsches Architektenblatt 9/1993.

Kapitel 6.3 Nassputze, Trockenputze und Beschichtungen

DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke.

DIN 18340:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Trockenbauarbeiten.

DIN 18350:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Putz- und Stuckarbeiten.

DIN 18550-1:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 1: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-1:2016-09 für Außenputze mit Änderung A1:2022-11.

DIN 18550-2:2018-01 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 2: Ergänzende Festlegungen zu DIN EN 13914-2:2016-09 für Innenputze mit Änderung A1:2022-11.

DIN 18558:1985-01 Kunstharzputze – Begriffe, Anforderungen, Ausführung .

DIN 55699:2017-08 Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW).

DIN EN 13914-1:2016-09 Planung, Zubereitung und Ausführung von Außen- und Innenputzen – Teil 1: Außenputze.

DIN EN 13914-2:2016-09 Planung, Zubereitung und Ausführung von Innen- und Außenputzen – Teil 2: Innenputze.

Leitlinien für das Verputzen von Mauerwerk, Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel, Berlin; 01/2019.

Merkblatt 9 – Beschichtungen auf mineralischen und pastösen Außenputz: Hrsg.: Bundesverband Farbe und Sachwertschutz, Frankfurt; 2019.

Merkblatt 19 – Risse in Außenputzen. Hrsg.: Bundesverband Farbe und Sachwertschutz, Frankfurt; 1997.

Merkblatt – Egalisationsanstriche auf Edelputz. Hrsg.: Verband für Dämmsysteme, Putz und Mörtel, Berlin; 04/2009.

Merkblatt 3 – Gipsplattenkonstruktionen, Fugen und Anschlüsse. Hrsg.: Bundesverband der Gipsindustrie, Darmstadt; 12/2013.

Merkblatt – Strukturierte Putzoberflächen – Visuelle Anforderungen. Hrsg.: Hauptverband Farbe, Gestaltung, Bautenschutz und Deutscher Stuckgewerbebund, Frankfurt/M.; 11/2017.

Merkblatt 2 – Verspachtelung von Gipsplatten – Oberflächengüten. Hrsg.: Industriegruppe Gipsplatten im Bundesverband der Gips- und Gipskartonplattenindustrie, Darmstadt; 11/2017.

Merkblatt 3 – Putzoberflächen im Innenbereich – Qualitätsstufen für abgezogene, glatte und gefilzte Putze. Hrsg.: Industriegruppe Gipsplatten im Bundesverband der Gips- und Gipskartonplattenindustrie, Darmstadt u. a.; 07/2021.

Bewertungstabelle des Baden-Württembergischen Stuckateurverbandes.

WTA-Merkblatt 2-4 – Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden. Hrsg.: Wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V., – Referat Oberflächentechnologie, 08/2014.

Aachener Bausachverständigentage 1989 – Mauerwerkswände und Putz, Hrsg.: AIBau, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1989.

Böhm, H.; Künzel, H.: Wie sind Putzrisse bei außenseitiger Wärmedämmung zu bewerten? In: IBP-Mitteilung 147; 14/1987.

Cziesielski, E.; Fechner, O.: Beurteilung von Rissen im Putz von Wärmedämmverbundsystemen aus technischer Sicht. In: Aachener Bausachverständigentage 2004; Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2005.

Künzel, H.: Die Bewertung von Putzrissen bei Wärmedämmverbundsystemen. In: Bautenschutz und Bausanierung, 06/1995.

Künzel, H.: Schäden an Fassadenputzen. In der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB-Verlag, Stuttgart; 1994.

Künzel, H.; Böhm, H.: Putzprofile für Wärmedämmputze – Sind Putzrisse an den Profilen zu vermeiden? In: IBP-Mitteilung 125, 13/1986.

Meyer, G.: Verhalten von großformatigem Mauerwerk aus bindemittelgebundenen Baustoffen. In: Aachener Bausachverständigentage 2010. Vieweg + Teubner Verlag, Wiesbaden; 2011.

Oswald, R.: Schwachstellen: Technische Mängel – Beurteilungsprobleme. In: db Deutsche Bauzeitung; 03/1995.

Oswald, R.: Schwachstellen: Qualitätsklassen bei Bauteilen: Innenputz. In: db Deutsche Bauzeitung; 07/2004.

Oswald, R.: Schwachstellen – Risse in verputztem Mauerwerk. In: db Deutsche Bauzeitung; 09/2005.

Stürmer, S.: Loch im Putz = alles neu? Instandsetzungen von kleinflächigen Beschädigungen in Putzen. In: Aachener Bausachverständigentage 2016. Springer Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2016.

Kapitel 6.4 Natursteinbeläge und -bekleidungen

DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke.

DIN 18330:2019-09 VOB-C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Maurerarbeiten.

DIN 18332:2019-09 VOB-C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Naturwerksteinarbeiten.

DIN 18333:2019-09 VOB-C Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Betonwerksteinarbeiten.

DIN 18516-1:2010-06 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 1: Anforderungen, Prüfgrundsätze.

DIN 18516-3:2021-05 Außenwandbekleidungen, hinterlüftet – Teil 3: Naturwerkstein, Anforderungen, Bemessung.

DIN EN 1469:2015-05 Natursteinprodukte – Bekleidungsplatten – Anforderungen.

DIN EN 12057:2015-05 Natursteinprodukte – Fliesen – Anforderungen.

DIN EN 12058:2015-05 Natursteinprodukte – Bodenplatten und Stufenbeläge – Anforderungen.

DIN EN 12326-1:2014-11 Schiefer und andere Natursteinprodukte für überlappende Dachdeckungen und Außenwandbekleidungen – Teil 1: Spezifikationen für Schiefer und carbonhaltige Schiefer.

Merkblatt (DNV) Bautechnische Informationen Naturwerkstein – 1.3 Massivstufen und Treppenbeläge – außen. Hrsg.: Deutsche Naturwerkstein-Verband e. V. (DNV) Ulm; 10/2022.

Merkblatt (DNV): Bautechnische Information Naturwerkstein – 1.5: Fassadenbekleidung. Deutsche Naturwerkstein-Verband e. V. (DNV), Ulm; 01/2022.

Merkblatt (DNV) Bautechnische Informationen Naturwerkstein – 4.1 Wissenswertes über Naturstein. Hrsg.: Deutsche Naturwerkstein-Verband e. V. (DNV) Ulm; 05/2011.

FVHF Leitlinie „Planung und Ausführung"– Planung und Ausführung von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden. Hrsg.: Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V. (FVHF), Berlin; 05/2017.

FVHF Leitlinie „Qualität und Beurteilung"- Beurteilungsmethodik und Toleranzen von Vorgehängten Hinterlüfteten Fassaden. Hrsg.: Fachverband Baustoffe und Bauteile für vorgehängte hinterlüftete Fassaden e. V (FVHF), Berlin; 01/2021.

Merkblatt – Fliesen, Platten, Natur- und Betonwerkstein auf Gussasphaltestrichen im Innenbereich – Spachtel und Ausgleichsarbeiten, Hrsg.: Sachverständigenkreis Euro-FEN, Schloss Raesfeld, 2003.

Merkblatt – Hinweise zur Beurteilung von Überzähnen. Hrsg.: Sachverständigenkreis Euro-FEN, Schloss Raesfeld 11/2010.

WTA Merkblatt 3-9-95-D – Bewertung von gereinigten Werkstein-Oberflächen. Hrsg.: Wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e. V. (WTA), Referat Natursteinrestaurierung, München; 7/1997.

Bautechnische Informationen (BTI). Hrsg.: Deutscher Naturwerkstein-Verband e. V. (DNV), Würzburg.

Bludau, H.; Ertl, R.; Weber, D.: Maßgerechtes Bauen. Toleranzen im Hochbau. Rudolf Müller Verlag, Köln; 5. Auflage 2002.

Ertl, Ralf: Toleranzen im Hochbau, Rudolf Müller Verlag, Köln, 4. Auflage 2021.

Ihle, M.: Risse in Betonwerkstein. In: Aachener Bausachverständigentage 2004, Vieweg & Sohn Verlag, Wiesbaden; 2005.

Liersch, K.-W.: Tauwasserschutz und Regenschutz von Außenwänden mit vorgehängten, hinterlüfteten Fassaden. In: FVHF Focus 3, ohne Datum.

Marx, H.-G. u. a. .: Schäden an Belägen und Bekleidungen aus Keramik, Natur- und Betonwerkstein. Stuttgart 2011.

Müller, F.: Hinweise für gesteinskundliche Beurteilung im Sachverständigengutachten, Seminarunterlage für Sachverständige für Naturwerksteinbearbeitung und Baukonstruktion, 11/1991.

Oswald, R.: Schwachstellen – Die Bedeutung von Abdeckungen bei Fassadenverschmutzungen. In: db Deutsche Bauzeitung; 11/1996.

Oswald, R.: Schwachstellen – Sinterspuren an Außentreppen. In: db Deutsche Bauzeitung; 11/2003.

Rhein, H.: Natursteinbeläge im Innenraum. In: Deutsches Architektenblatt 5/2001.

Sauder, M.; Schloenbach, R.: Schäden an Außenmauerwerk aus Naturstein, aus der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB-Verlag, Stuttgart; 2. Auflage 2013.

Stochsiefen, W.: Bodenbeläge aus Marmor und Kalksteinplatten – Ausbrüche, offene Adern und Mattstellen. In: Deutsches Architektenblatt; 6/1999.

Zimmermann, G.: Bodenbeläge aus Juramarmor – Platten, Ausblühungen, Abplatzungen und Aufwölbungen. In: Deutsches Architektenblatt; 3/1994.

Zimmermann, G.: Hinterlüftete Fassadenbekleidung aus Granitplatten – Gestörte Fassadenfunktion durch dunkle Streifen. In: Deutsches Architektenblatt; 11/1993.

Zimmermann, G.: Optische Beeinträchtigung von Fußböden. In: Deutsches Architektenblatt; 6/1996.

Zimmermann, G.: Schäden an Belägen und Bekleidungen mit Keramik- und Werksteinplatten aus der Reihe: Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB-Verlag, Stuttgart; 2001, ersetzt durch Marx, Hans-Günter, Himburg, Stefan: Schäden an Belägen und Bekleidungen mit Keramik, Natur- und Betonwerkstein aus der Reihe: Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Ralf Ruhnau, IRB-Verlag, Stuttgart; 2. Auflage 2011.

Zimmermann, G.: Schäden an Belägen und Bekleidungen in Naturstein. In: Deutsches Architektenblatt, 11/1990.

Zimmermann, C.: Schmutzfahnen und andere Fassadenschäden infolge fehlender Tropfkanten. In: Arconis 2; 1996.

Kapitel 6.5 Blechbekleidungen

Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen im Metallleichtbau. Hrsg.: Industrieverband für Bausysteme im Stahlleichtbau (IFBS), Düsseldorf; 07/2017.

Merkblatt 875 – Edelstahl rostfrei im Bauwesen: Technischer Leitfaden. Hrsg.: Informationsstelle Edelstahl Rostfrei (ISER); Düsseldorf; 6. Auflage 2017.

Richtlinie für die Planung und Ausführung von Dach-, Wand- und Deckenkonstruktionen aus Metallprofiltafeln (Stahlprofiltafeln / Aluminiumprofiltafeln). Hrsg.: Industrieverband zur Förderung des Bauens mit Stahlblech e. V. (IFBS), 07/2017.

Richtlinien für die Ausführung von Klempnerarbeiten an Dach und Fassade (Klempnerfachregeln). Hrsg.: Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVHSK), St. Augustin; 09/2016 mit Änderungen 10/2018.

Titanzink im Bauwesen. Hrsg.: Zinkberatung Ingenieurdienste GmbH, Düsseldorf; 10. Auflage 2002.

Hinweise für die optische Bewertung von Metalldächern und –Fassaden, Hrsg.: Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVHSK), St. Augustin; 06/2018.

Nutzungshinweise für Metalloberflächen. Hrsg.: Zentralverband Sanitär Heizung Klima (ZVHSK), St. Augustin; 01/2015.

Lubinski, F. u. a.: Schäden an Metallfassaden, aus der Reihe Schadenfreies Bauen. Hrsg.: Ralf Ruhnau, IRB Verlag, Stuttgart; 2010.

Kapitel 6.6 Fenster (Verglasung und Rahmen)

DIN EN 942:2007-06 Holz in Tischlerarbeiten – Allgemeine Sortierung nach der Holzqualität.

Gestalten mit Glas. Hrsg.: Interpane Glas Industrie AG, Lauenförde; 10. Auflage 2019.

Glashandbuch 2005. Hrsg.: Flachglas MarkenKreis GmbH, Gelsenkirchen; 2022.

Richtlinie zur Beurteilung der visuellen Qualität von Glas für das Bauwesen. Hrsg.: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks u. a., Hadamar; 03/2019.

Technische Richtlinie des Glaserhandwerks Nr. 9: Visuelle Prüf- und Bewertungsgrundsätze für Verglasungen am Bau, Düsseldorf; 2020.

Richtlinie zur visuellen Beurteilung einer fertigbehandelten Oberfläche bei Holzfenstern und -Außentüren. Hrsg.: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks u. a.; Hadamar 05/2009.

VFF Merkblatt AL.02 und ST.02: Visuelle Beurteilung von organisch beschichteten (lackierten) Oberflächen auf Aluminium bzw. Stahl. Hrsg.: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks u. a., Hadamar; 08/2016.

VFF Merkblatt KU.01: Visuelle Beurteilung von Oberflächen von Kunststofffenster- und-Türelementen. Hrsg.: Bundesinnungsverband des Glaserhandwerks u. a., Hadamar; 08/2016.

Klein, W.: Schäden an Fenstern. Aus der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB Verlag, Stuttgart 1994 wird derzeit überarbeitet, neu: Zimmermann, H.-H.: Schäden an Fenstern und Fensterwänden. Aus der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Ralf Ruhnau, Nabil Fouad, Silke Sous, IRB Verlag, Stuttgart; 2022.

Küffner, P.; Lummertzheim, O.: Schäden an Glasfassaden und -dächern. Aus der Reihe Schadenfreies Bauen, Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB Verlag, Stuttgart; 2000.

Wagner, E.: Glasschäden – Oberflächenbeschädigungen, Glasbrüche – Theorie und Praxis. Hofmann Karl GmbH + Co., Stuttgart; 5. Auflage 2020.

Kapitel 6.7 Flachdachkonstruktionen

DIN 18040-1:2010-10, Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude.

E DIN 18040-1: 2023-02 (Entwurf) Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude.

DIN 18040-2:2011-09 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen.

E DIN 18040-2:2023-02 (Entwurf) Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen.

DIN 18531:2017-07 Abdichtung von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen.

abc der Bitumenbahnen – Technische Regeln für die Planung und Ausführung von Abdichtungen mit Polymerbitumen- und Bitumenbahnen. Hrsg.: Industrieverband Bitumen-Dach- und Dichtungsbahnen e. V., 6. überarbeitete Auflage 2017, Frankfurt/Main; 2020.

Dachbegrünungsrichtlinien Richtlinie für die Planung, Bau und Instandhaltung von Dachbegrünungen – Dachbegrünungsrichtlinie. Hrsg.: Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e. V. (FLL), Bonn; 2018.

ZDB-Merkblatt Außenbeläge Belagskonstruktionen mit Fliesen und Platten außerhalb von Gebäuden. Hrsg.: Fachverband Deutsches Fliesengewerbe im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes (ZDB), Berlin; 8/2019.

ZVDH-Fachregel für Dächer mit Abdichtungen – Flachdachrichtlinie. Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V (ZVDH) u. a. Köln; 12/2016 (mit Änderungen 11/2017, 5/2019 und 03/2020).

Oswald, R.; Rojahn, H.: Schäden an genutzten Flachdächern. Aus der Reihe Schadenfreies Bauen. Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB Verlag, Stuttgart; 2005.

Oswald, R.: Pfützen – ein ewiger Streitpunkt? In: Aachener Bausachverständigentage 1997, Bauverlag Wiesbaden und Berlin; 1997.

Oswald, R.; Abel, R.; Wilmes, K.: Schadensfreie niveaugleiche Türschwellen. IRB Verlag, Stuttgart; 2011.

Kapitel 6.8 Steildachkonstruktionen

DIN 4108-3:2018-10 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Klimabedingter Feuchteschutz; Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung.

E DIN 4108-3:2023-04 (Entwurf) Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden - Teil 3: Klimabedingter Feuchteschutz - Anforderungen, Berechnungsverfahren und Hinweise für Planung und Ausführung

DIN 4108-7:2011-01 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden – Teil 7: Luftdichtheit von Gebäuden, Anforderungen, Planungs- und Ausführungsempfehlungen sowie –beispiele.

DIN V 18599-1:2018-09 Energetische Bewertung von Gebäuden – Berechnung des Nutz-, End- und Primärenergiebedarfs für Heizung, Kühlung, Lüftung, Trinkwarmwasser und Beleuchtung – Teil 1:; Allgemeine Bilanzierungsverfahren, Begriffe, Zonierung und Bewertung der Energieträger.

DIN 18340:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Trockenbauarbeiten.

DIN 18531-1:2017-07 Abdichtungen von Dächern sowie von Balkonen, Loggien und Laubengängen – Teil 1: Nicht genutzte und genutzte Dächer Anforderungen, Planungs- und Ausführungsgrundsätze.

DIN EN 490:2017-04 Dach- und Formsteine aus Beton für Dächer und Wandbekleidungen – Produktspezifikationen.

DIN EN 1304:2013-08 Dach- und Formziegel – Begriffe und Produktspezifikationen.

DIN EN ISO 9972:2018-12 Wärmetechnisches Verhalten von Gebäuden – Bestimmung der Luftdurchlässigkeit von Gebäuden – Differenzdruckverfahren.

Gesetz zur Einsparung von Energie und zur Nutzung erneuerbarer Energien zur Wärme und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz – GEG) v. 08.08.2020 mit Änderungen laut Änderungen vom 08.07.2022, lt. Drucksache 315/22 des Bundesrates.

Informationsschriften der Arbeitsgemeinschaft Ziegeldach. Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Ziegelindustrie e.V., Bonn.

Merkblatt Nr. 2 – Verspachtelung von Gipsplatten, Oberflächengüten. Hrsg.: Industriegruppe Gipsplatten im Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e. V., Berlin; 11/2017.

Merkblatt Nr. 3 – Fugen und Anschlüsse bei Gipsplatten- und Gipsfaserplattenkonstruktionen. Hrsg.: Industriegruppe Gipsplatten im Bundesverband der Gips- und Gipsbauplattenindustrie e. V., Berlin; 04/2022.

ZVDH-Fachregel für Dachdeckungen mit Dachziegeln und Dachsteinen. Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V (ZVDH), Köln; 12/2016.

ZVDH-Merkblatt für Unterdächer, Unterdeckungen und Unterspannungen. Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V (ZVDH), Köln; 1/2010.

ZVDH-Merkblatt – Wärmeschutz bei Dach und Wand. Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH), Köln; 08/2018. (Gelbdruck 07/2023).

ZVDH-Produktdatenblatt für Dachsteine, Hrsg.: Zentralverband des Deutschen Dachdeckerhandwerks e. V. (ZVDH), Köln; 04/2020.

Borsch-Laaks, R.: Diskussionsstand und Regelwerke zur Luftdichtheit von Dächern. In: Aachener Bausachverständigentage 1997; Bauverlag, Wiesbaden und Berli; 1997.

Künzel, H.: Dachdeckung und Dachbelüftung – Untersuchungsergebnisse und Folgerungen für die Praxis. IRB Verlag, Stuttgart; 1996.

Liersch, K.: Belüftete Dach- und Wandkonstruktionen Band 1 – 4. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin
Band 1: Vorhangfassaden – Bauphysikalische Grundlagen des Wärme- und Feuchteschutzes; 1981.
Band 2: Wände – Anwendungstechnische Grundlagen; 1984.
Band 3: Dächer – Bauphysikalische Grundlagen; 1986.
Band 4: Dächer – Anwendungstechnische Grundlagen; 1990.

Oswald, R.: Schwachstellen – Luftdichtheit von Anschlüssen. In: db Deutsche Bauzeitung; 9/1995.

Kapitel 6.9 Bodenbeläge und Betonböden

DIN 18356:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Parkett- und Holzpflasterarbeiten.

DIN EN 13489:2023-09 Holzfußböden und Parkett – Mehrschichtparkettelemente.

DIN EN 13489:2017-12 Holzfußböden und Parkett – Mehrschichtparkettelemente.

DIN 1045 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton.
Teil 1:2008-08 Bemessung und Konstruktion (alt).
Teil 1:2023-08 Bemessung und Konstruktion.
Teil 2:2023-08 Beton.
Teil 3:2023-08 Bauausführung.
Teil 4:2023-08 Betonfertigteile.
Teil 100:2017-09 Ziegeldecken.

DIN 18202:2019-07 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke.

DIN 18203-3: 2008-08 Toleranzen im Hochbau - Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen.

DIN 18333:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Betonwerksteinarbeiten.

DIN 18352:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Fliesen- und Plattenarbeiten.

DIN 18353:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Estricharbeiten.

DIN 18354:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Gussasphaltarbeiten.

DIN 18356:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Parkettarbeiten.

DIN 18365:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bodenbelagsarbeiten.

DIN 18040-1:2010-10, Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude.

E DIN 18040-1: 2023-02 (Entwurf) Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 1: Öffentlich zugängliche Gebäude.

DIN 18040-2:2011-09 Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen.

E DIN 18040-2:2023-02 (Entwurf) Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen – Teil 2: Wohnungen.

DIN 18540:2014-09 Abdichten von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen.

DIN 68100:07-2010 Toleranzsystem für Holzbe- und -verarbeitung – Begriffe, Toleranzreihen, Schwind- und Quellmaße.

DIN EN 438:2016-06 Dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL) – Platten auf Basis härtbarer Harze (Schichtpressstoffe) – Teil 1: Einleitung und allgemeine Informationen

DIN EN 438-2:2019-03 Dekorative Hochdruck-Schichtpressstoffplatten (HPL) - Platten auf Basis härtbarer Harze (Schichtpressstoffe) – Teil 2: Bestimmung der Eigenschaften

DIN EN 686:2019-08 Elastische Bodenbeläge - Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster mit Schaumrücken

DIN EN 687:2019-08 Elastische Bodenbeläge - Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster mit Korkmentrücken.

DIN EN 1995-1-1/NA:2013-01 Bemessung und Konstruktion von Holzbauwerken, Nationaler Anhang, Tabelle NA.7.

DIN EN 1995-1-1:2010-12 Eurocode 5 - Bemessung und Konstruktion von Holzbauten - Teil 1-1: Allgemeine Regeln und Regeln für den Hochbau.

DIN EN 13329:2021-11 Laminatböden – Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren.

DIN EN 13329:2023-03 (Entwurf) Laminatböden - Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren

DIN EN ISO 10874:2021-04 Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge - Klassifizierung (ISO 10874:2009 + Amd 1:2020); Deutsche Fassung EN ISO 10874:2012 + A1:2020 DIN EN 1264-4:2001-12 Fußboden-Heizung – Systeme und Komponenten, Installation.

BEB-Merkblatt – Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen, Verlegen von elastischen und textilen Bodenbelägen, Schichtstoffelementen (Laminat), Parkett und Holzpflaster und beheizte Fußbodenkonstruktionen. Hrsg.: Bundesverband Estrich und Belag e. V. (BEB), Troisdorf; 02/2002.

BEB-Merkblatt – Risse in zementgebundenen Industrieböden. Hrsg.: Bundesverband Estrich und Belag e. V. (BEB), Troisdorf; 5/2003.

Betonwerkstein Handbuch – Hinweise für Planung und Ausführung. Verlag Bau + Technik. Hrsg.: Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e. V. und Bundesfachgruppe Betonfertigteile und Betonwerkstein im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V. (ZDB), Düsseldorf; 2001.

BSR-Richtlinie 10/1997 zum Betrachtungsabstand bei Fußböden.

Bundesfachgruppe Betonfertigteile und Betonwerkstein im Zentralverband des Deutschen Baugewerbes e. V. (ZDB), Bonn; 01/1994.

DAfStb-Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Instandsetzungsrichtlinie). Hrsg.: Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin; 05/2020.

Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung, DGUV Regel 108-003 (ehem. BGR 181) – Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr. Hrsg.: Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften; 10/2003.

EPLF-Merkblatt Verlegen von Laminat-Fußbodenelementen. Hrsg.: Verband der europäischen Laminatfußbodenhersteller e. V. (EPLF), Bonn; 10/1997.

Fachinformation zum Thema beheizte Fußbodenkonstruktionen. Hrsg.: Bundesverband Flächenheizungen e. V. (BVF), Hagen; 02/2005.

Gelbe Richtlinien zur Beurteilung von Parkett, Holzpflasterfußböden. Aufgestellt vom Arbeitskreis der öffentlich bestellten und vereidigten Parkett- und Bodenlegersachverständigen beim Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik, Bonn 05/2002.

Leitfaden zur Minderwertermittlung von keramischen Fliesen-, Platten- und Mosaikarbeiten, Natur-, Betonwerkstein und Kunststeinarbeiten. Hrsg.: Fachverband Deutsches Fliesengewerbe, Berlin; 04/2003.

Merkblatt 1 des Sachverständigenkreises EURO-FEN Hinweise zur Beurteilung von Überzähnen. Schloss Raesfeld; 11/2010.

Parkett – Planungsgrundlagen. Hrsg.: Arbeitsgemeinschaft Holz e. V. in Zusammenarbeit mit dem Holzabsatzfonds, Absatzförderungsfonds der deutschen Forst- und Holzwirtschaft (ehem. Informationsdienst Holz), Bonn und Düsseldorf; 12/2001.

Parkett – ein gutes Stück Persönlichkeit. Hrsg.: Zentralverband Parkett und Fußbodentechnik, Bonn ohne Datum.

ZDB-Merkblatt Höhendifferenzen in Keramischen-, Betonwerkstein- und Naturwerksteinbekleidungen und Belägen. Hrsg.: Fachverband Fliesen und Naturstein im ZDB; 08/2019.

ZDB-Merkblatt Belagskonstruktionen mit keramischen Fliesen und Platten außerhalb von Gebäuden. Hrsg.: Fachverband Deutsches Fliesengewerbe im Zentralverband des deutsches Baugewerbes e. V. (ZDB), Berlin 08/2019.

ZDB-Merkblatt Betonwerksteinbeläge – Hinweise für Planung und Ausführung bei der Verlegung in Großräumen. Hrsg.: Bundesverband Deutsche Beton- und Fertigteilindustrie e.V.

ZDB-Merkblatt Keramische Fliesen und Platten, Naturwerkstein und Betonwerkstein auf zementgebundenen Fußbodenkonstruktionen mit Dämmschichten. Hrsg.: Fachverband Fliesen und Naturstein im Zentralverband des deutschen Baugewerbes (ZDB), Bonn 9/1995.

ZDB-Merkblatt – Beläge auf Zement- und Calciumsulfatestrichen. Hrsg.: Fachverband des deutschen Fliesengewerbes im Zentralverband des deutschen Baugewerbes (ZDB), Bonn; 11/2022.

ZDB-Merkblatt – Bewegungsfugen in Bekleidungen und Belägen aus Fliesen und Platten. Hrsg.: Fachverband Fliesen und Naturstein im Zentralverband des deutschen Baugewerbes (ZDB), Bonn 8/2019.

Aachener Bausachverständigentage 1994, Neubauprobleme – Feuchtigkeit und Wärmeschutz. Hrsg.: AIBau, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1994.

Aachener Bausachverständigentage 2000; Grenzen der Energieeinsparung – Probleme im Gebäudeinneren. Hrsg.: AIBau, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 2000.

Aachener Bausachverständigentage 2002; Decken und Wände aus Beton – Baupraktische Probleme und Bewertungsfragen. Hrsg.: AIBau, Vieweg Verlag, Braunschweig und Wiesbaden; 2002.

Aachener Bausachverständigentage 2004; Risse und Fugen in Wand und Boden. Hrsg.: AIBau, Vieweg Verlag, Wiesbaden; 2005.

Altmann, H.-D.; Hausmann, G. F.: Vorbereitung von Estrichen für Bodenbelagarbeiten – Calciumsulfatgebundene Fließestriche und Zementestriche im Vergleich. Wendelstein und Niedersachswerfen 9/1997; Bundesverband der deutschen Mörtelindustrie e. V. (BDM), Duisburg.

Baumann, O.: Warum bekommt das Parkett im Winter Risse? Hrsg.: Zentralverband Parkett und Fußbodentechnik, ohne Datum.

Frieling, G.: Haftung für Shading. In: RZ Raumausstatter Zeitschrift, 10/1993 (zu beziehen als Sonderdruck beim BSR, Kaiserstr. 41, 44135 Dortmund).

Gasser, G.; Timm, H.: Fußbodentechnik – Eine gewerkübergreifende Kommentierung für die Praxis der Estrich-, Fliesen-, Platten- und Bodenleger. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1989.

Hart, W.: Feuchteausgleich, Geschwindigkeit und Formveränderung. In: Boden – Wand – Decke, Heft 2/1994.

Lohmeyer, G.; Ebeling, K.: Betonböden im Industriebau. Hrsg.: Bundesverband der Deutschen Zementindustrie, Düsseldorf; 6. Auflage 1999.

Niemer, E. U.: Mit keramischen Fliesen und Platten planen und bauen. Material, Planung, Konstruktion, Verarbeitung. Köln; 1986.

Niemer, E. U.; Klingelhöfer, G.; Schütz, J.: Praxishandbuch Fliesen – Material, Planung, Konstruktion, Verarbeitung. Rudolf Müller Verlag, Köln; 2003.

Niemer, E. U.: Steinzeugfliesen als Bodenbelag – Unterschiedlicher Klang beim Beklopfen. In: DAB 12/1998, S. 1634 ff.

Oswald, R.: Schwachstellen – Erscheinungsbilder und Ursachen häufiger Bauschäden, Neubauprobleme – Baufeuchte. In: db Deutsche Bauzeitung; 05/1992.

Oswald, R.: Schwachstellen – Problemlösung durch Umbenennung? – Die Wartungsfuge. In: db Deutsche Bauzeitung; 11/1995.

Oswald, R.: Schwachstellen – Risse in Betonböden von Industriebauten. In: db Deutsche Bauzeitung; 01/2002.

Präkelt, W. H.: Bodenkonstruktionen mit Fliesen und Platten im Innenausbau. Rudolf Müller Verlag, Köln; 1996.

Rapp, A. O.; Sudhoff, B.: Schäden an Holzfußböden, aus der Reihe Schadenfreies Bauen. Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB Verlag, Stuttgart; 2003.

Rosenbaum, E.: Abschreibungs- und Wertminderungsleitsätze für elastische und textile Bodenbeläge sowie Parkett. Hrsg.: Institut für Fußbodentechnik, Koblenz; 2. Auflage 1985.

Rosenbaum, E.: Problemkreis Fußboden, Köln; 1985.

Scheewe, H.-J.: Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen, aus der Reihe Schadenfreies Bauen. Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB Verlag, Stuttgart; 2018.

Scheewe, H.-J.: Velour-Teppichböden – Optische Beeinträchtigung durch Shading. In: Deutsches Architektenblatt (DAB); 11/2000.

Schnell, W.: Das Trocknungsverfahren von Estrichen – Beurteilung und Schlussfolgerung für die Praxis. In: Aachener Bausachverständigentage 1994;. Hrsg.: AIBau, Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1994.

Schrepfer, T.: Schäden an Industrieböden, aus der Reihe Schadenfreies Bauen. Hrsg.: Günter Zimmermann, IRB Verlag, Stuttgart; 1993.

Kapitel 6.10 Beschichtungen (Anstriche)

Leitfaden zur juristischen/technischen Einordnung des optischen Mangels für Sachverständige (Leitfaden 01-03/2021) vom Bundesverband Farbe Gestaltung Bautenschutz

Leitfaden zur Beurteilung von Abweichungen bei Bauelementen aus Stahlblech. Hrsg.: Industrieverband für Bausysteme im Stahlleichtbau (IFBS), 11/2003.

Merkblatt Nr. 2 – Imprägnierungen und Beschichtungen auf Kalksandstein-Sichtmauerwerk. Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e. V., Frankfurt/Main 08/2003.

Merkblatt Nr. 18 – Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich. Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e. V., Frankfurt/Main 04/2022.

Merkblatt Nr. 25 – Richtlinien zur Beurteilung von Farbübereinstimmungen und Farbabweichungen (). Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e. V., Frankfurt/Main 08/2003.

VFF-Merkblatt AI.02: 2016-08 Visuelle Beurteilung von organisch beschichteten (lackierten) Oberflächen auf Aluminium. Hrsg.: Verband der Fenster und Fassadenhersteller e. V. (VFF), Frankfurt/Main.

VFF-Merkblatt ST.02: 2016-08 Visuelle Beurteilung von organisch beschichteten (lackierten) Oberflächen auf Stahl. Hrsg.: Verband der Fenster und Fassadenhersteller e. V. (VFF), Frankfurt/Main.

RAL-Farbkarten: RAL. Hrsg.: Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung, Bornheimer Straße 180, 53119 Bonn.

Richtlinie zur visuellen Beurteilung beschichteter Oberflächen (Richtlinie-Oberflächen – Rili-Ofl) des Arbeitskreises der Sachverständigen im bayerischen Maler- und Lackierhandwerk. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart; 2013.

Brasholz, A.: Anstrichschäden im Bild – Wechselwirkung zwischen Untergrund und Beschichtung. Fraunhofer IRB Verlag, Stuttgart; 1998.

Brasholz, A.: Bauteilbeschichtungen. Planung und Auswahl von Material und Methoden. Bauverlag, Wiesbaden u. Berlin, 1992.

Klopfer, H.: Anstrichschäden. Strukturen, Verhaltensweisen und Schadensformen von Anstrichen und Kunststoffbeschichtungen. Bauverlag, Wiesbaden und Berlin; 1976.

Kapitel 6.11 Holz

DIN 4074: Sortierung von Holz nach der Tragfähigkeit.
Teil 1:2012-06 Nadelschichtholz.
Teil 5: 2008-05 Laubschnittholz.

DIN 18203-3:2008-08 Toleranzen im Hochbau – Teil3: Bauteile aus Holz und Holzwerkstoffen.

DIN 18334:2016-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Zimmer- und Holzbauarbeiten.

DIN 18355:2019-09 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Tischlerarbeiten.

DIN 68365:2008-12 Schnittholz für Zimmerarbeiten – Sortierung nach dem Aussehen – Nadelholz.

DIN EN 927-1:2013-05 Beschichtungsstoffe – Beschichtungsstoffe und Beschichtungssysteme für Holz im Außenbereich – Teil 1: Einteilung und Auswahl.

DIN EN 942:2007-06 Holz in Tischlerarbeiten - Allgemeine Anforderungen.

DIN EN 1995-1-1 Bemessung und Konstruktion von Holzbauten.

DIN EN 13307-1:2007-01 Holzkanteln und Halbfertigprofile für nicht tragende Anwendungen – Teil 1: Anforderungen.

DIN EN 14081-1:2019-10 Holzbauwerke - Nach Festigkeit sortiertes Bauholz für tragende Zwecke mit rechteckigem Querschnitt.

Merkblatt Brettschichtholz (BS Holz). Hrsg.: Studiengemeinschaft Holzleimbau e. V., Wuppertal; 11/2022.

Merkblatt Nr. 18 – Beschichtungen auf Holz und Holzwerkstoffen im Außenbereich. Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e. V., Frankfurt/Main 04/2022.

BFS-Merkblatt Nr. 26 - Farbveränderung von Beschichtungen im Außenbereich. Hrsg.: Bundesausschuss Farbe und Sachwertschutz e. V., Frankfurt/Main 07/2023.

VFF-Merkblatt HO.02:2015-10– Auswahl der Holzqualität für Holzfenster und Haustüren. Hrsg.: Verband Fenster- und Fassaden, Gütegemeinschaft Fenster und Haustüren e. V., Frankfurt; 2015.

Informationsdienst Holz – Holzbauhandbuch, Reihe 4, Teil 1, Folge 1 – Holz als konstruktiver Baustoff. Hrsg.: Holzabsatzfonds, Bonn; 12/2008.

Frech, P.: Beurteilungskriterien für Rissbildungen bei Bauholz im konstruktiven Holzbau. In: Bauen mit Holz, 09/1987.

Kapitel 6.12 Innentüren

DIN 18101:2014-08 Türen – Türen für den Wohnungsbau – Türblattgrößen, Bandsitz und Schlosssitz – Gegenseitige Abhängigkeit der Maße.

DIN EN 12219:2000-06 Türen – Klimaeinflüsse – Anforderungen und Klassifizierung.

ift info TU-03/2 Verformung von Innentüren. Hrsg.: Informationszentrum Fenster und Fassaden, Rosenheim, 01/2012.

Richtlinie zu Toleranzen und Verformungen von Türen, LOBO Türen. Hrsg.: LOBO HOME GmbH, Wiefelstede; 04/2021.

Richtlinie zur visuellen Beurteilung von Tischler- und Schreinerarbeiten/Teil 3 – Innentüren. Hrsg.: Bundesverband Holz und Kunststoff u. a. 2/2021.

Müller, R.; Mayer, P.: Das Türenbuch – Fachwissen für Planung und Konstruktion, 3. Überarbeitete Auflage, IRB Verlag, Stuttgart 2022, hier sind in Tabelle 6.1 allgemeine technische Anforderungen an Türen im Wohnungsbau als Orientierungshilfe dargestellt.

Kapitel 6.13 Wärmedämm-Verbundsysteme

DIN 55699:2017-08 Anwendung und Verarbeitung von außenseitigen Wärmedämm-Verbundsystemen (WDVS) mit Dämmstoffen aus expandiertem Polystyrol-Hartschaum (EPS) oder Mineralwolle (MW).

DIN EN 12219:2000-06 Türen – Klimaeinflüsse – Anforderungen und Klassifizierung.

WTA-Merkblatt 2.13 „Wärmedämm-Verbundsysteme: Wartung, Instandsetzung, Verbesserung". Hrsg.: Wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., 09/2015.

WTA-Merkblatt 2.14 „Beurteilung und Instandsetzung gerissener Putze an Fassaden". Hrsg.: Wissenschaftlich-technische Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V., 08/2014.

BFS-Merkblatt 21 „Technische Richtlinie für die Verarbeitung von Wärmedämm-Verbundsystemen", Hrsg.: Bundesverband Farbe und Sachwertschutz e.V., 05/2012.

Böhm, H.; Künzel, H.: Wie sind Putzrisse bei außenseitiger Wärmedämmung zu bewerten? In: IBP-Mitteilung 147, 14/1987.

Cziesielski, E.; Fechner, O.: Beurteilung von Rissen im Putz von Wärmedämmverbundsystemen aus technischer Sicht. In: Aachener Bausachverständigentage 2004, Vieweg Verlag, Wiesbaden 2005.

Künzel, H.: Die Bewertung von Putzrissen bei Wärmedämmverbundsystemen. In: Bautenschutz und Bausanierung, 6/1995.

10 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 An diesem Gebäude wurden bei annähernd parallel zur Fassade fallendem Schlaglicht die optischen Wellenbildungen an den Schattengrenzen gerügt. 12

Abbildung 2 An den durch das Möbelstück abgedeckten Fliesen wurden Verfärbungen gerügt, die sich unter der Oberflächenversiegelung gebildet haben und deswegen nicht entfernt werden konnten. 12

Abbildung 3 An dieser Deckenbekleidung zeichneten sich die Dichtstofffüllungen der Fugen zwischen den Platten ab. 13

Abbildung 4 An dieser Wand in einem privaten Wohnhaus wurden Unebenheiten im Treppenbereich beanstandet, die im Schlaglicht nicht erkennbar, sondern nur durch Messungen feststellbar waren. 13

Abbildung 5 Zusammenhänge zwischen Mängeln, Fehlern und Schäden im Werkvertrag ohne Berücksichtigung von Schäden, die nicht auf Fehler beruhen und damit regelmäßig auch keine Mängel sind. 18

Abbildung 7 Zeitliche Entwicklung bei eingeschränkter oder fehlender Verwendungseignung 19

Abbildung 6 Zeitliche Entwicklung bei uneingeschränkter Verwendungseignung 19

Abbildung 9 Kausaler Zusammenhang eines Schadens mit der Eigenschaft des Werks (Keimtheorie) 20

Abbildung 8 Zeitliche Entwicklung bei gegebener, aber eingeschränkter Verwendungseignung 20

Abbildung 10 Schaden ohne kausalen Zusammenhang eines Schadens mit der Eigenschaft des Werks (Ausbleibende Keimtheorie) 20

Abbildung 11 Beziehungen zwischen den Vertragspartnern 24

Abbildung 12 Sobald eine vertragliche Größe unterschritten wird, liegen im Sinne des Gesetzes Mängel vor, auch wenn alle anderen Kriterien uneingeschränkt erreicht wurden (ausschließliche Negativbetrachtung). 25

Abbildung 13 Die in § 633 BGB genannten Merkmale lassen sich als verbleibende Werteigenschaften darstellen. 25

Abbildung 14 Bei Unterschreitung von einzelnen oder mehreren der vertraglichen Eigenschaften können die verbliebenen Werte zu einem Gesamtwert kumuliert und das Zurückbleiben der Summe als Minderwert festgestellt werden. 26

Abbildung 15 Matrix als Entscheidungshilfe beim Umgang mit Fehlern und Mängeln (nach Oswald, geändert Zöller; AIBau) 29

Abbildung 16 Putzfassade mit insbesondere im Streiflicht sich deutlich abzeichnenden Unebenheiten. 34

Abbildung 17 Objektiver Bewertungsmaßstab 35

Abbildung 18 Vertraglich- subjektiver Bewertungsmaßstab 35

Abbildung 19 Objektiver Bewertungsmaßstab Aufnahme des Naturwerksteinbelags aus einem mit starken Farbvariationen versehenen Kalkstein 37

Abbildung 20 Vertragsindividueller/Subjektiver Bewertungsmaßstab Aufnahme des vertraglich vereinbarten Natursteinmusters mit vergleichsweise gleichmäßiger Struktur ohne dunkele Streifen 38

Abbildung 21 Durch Wasser geschädigter Innenputz neben der Hauseingangstür. 40

Abbildung 22 Die Störwirkung optischer Mängel – hier von Ungleichmäßigkeiten an der Verblendschale – ist aus der gebrauchsüblichen Position eines Betrachters zu beurteilen. 60

Abbildung 23 Die dargestellte Abweichung am Betonsturz eines Dachfensters ist aus gebrauchsüblichem Abstand sichtbar, aber nicht auffällig störend. 60

Abbildung 24 Ist eine Streiflichtsituation – wie im vorliegenden Fall einer Natur-steininnenbekleidung – gebrauchsüblich, kann sie bei der optischen Beurteilung zu berücksichtigen sein. 61

Abbildung 25 Betrachtungsabstände für Ziegeldachdeckungen (Arbeitsgemein-schaft Ziegeldach, Bonn 2000), (H. Zanger) 61

Abbildung 26 „Buntes Mauerwerk" soll aus größerem Abstand eine einheitliche, lebhafte Oberfläche ergeben. Die Beurteilung des Erscheinungsbilds aus der Nähe ist nicht angemessen. 62

Abbildung 27 Der Fehler am Putz wiegt an einer Eingangstür schwerer als an einem nicht einsehbaren Kellerfenster. 62

Abbildung 28 Das Erscheinungsbild einer Innenwand aus Kalksandsteinsichtmauerwerk ist in einem Abstellraum üblicherweise von geringerer Bedeutung als in einem Aufenthaltsraum. 62

Abbildung 29 Messanordnung der Ebenheitsabweichungen nach DIN 18202 64

Abbildung 30 Praktische Messung der Ebenheit eines Fußbodens mit Richtscheit, Zollstock und Messkeil 64

Abbildung 31 Verblendschale einer als „künstliche Ruine" errichteten Einfamilienhausgruppe: Hier sind Ebenheitstoleranzen selbstverständlich anwendbar. 66

Abbildung 32 Auf geschliffenen Oberflächen wie Parkett sind 2 mm tiefe Dellen von 10 cm Ø optisch stark störend und leicht vermeidbar. 66

Abbildung 33 Erhebliche nicht hinnehmbare Fluchtabweichungen zwischen einem Betonwerksteinsockel und dem anschließenden Wärmedämm-Verbundsystem einer Straßenfassade. 66

Abbildung 34 Die Belichtungssituation dieses Treppenhauses stellt besondere Anforderungen an die Ebenheit des Innenwandputzes. Wenn Schlagschatten vermieden werden soll, müssen derartige Flächen gespachtelt und geschliffen werden. 66

Abbildung 35 Soll die Oberkante von Einbaumöbeln genau mit einer bestimmten Kante (hier Dekorfuge) eines Gebäudes abschließen, so müssen die Möbel Justiermöglichkeiten in der Größenordnung der zulässigen Grenzabmaße aufweisen. 67

Abbildung 36 Die leichte Welligkeit der Dachkante dieses Industriebaus ist nur bei fluchtendem Blick bemerkbar und kann daher nur als „kaum erkennbarer Fehler" bewertet werden. 67

Abbildung 37 Unvermeidliche Risse in Vollholz-Querschnitten 69

Abbildung 38 Eine gefährliche Ablösung des Deckenputzes kann sich zunächst durch eine „harmlose" Haarrissbildung ankündigen. 69

Abbildung 39 Zeitlicher Verlauf des Schwindens und Kriechens von unterschiedlich dicken Betonbauteilen (DIN 1045: 1972-01) 70

Abbildung 40 Rissbildung in nichttragender Innenwand auf weitgespannter Stahlbetondecke aufgrund Durchbiegung der Decke durch Schwinden und Kriechen nach dem Aufmauern der Trennwand 70

Abbildung 41 Typischer zeitlicher Verlauf der Belastung und Setzung verschiedener Bodenarten (nach Terzaghi) 72

Abbildung 42 Haarrisse in einem Außenputz, die nur nach Regen deutlich sichtbar sind, und die eine erhöhte Wasseraufnahme im Bereich der Risse zeigen. 73

Abbildung 43 Schmutzablagerungen im Verlauf feiner Risse sind die Folge der Wasseraufnahme des Risses und können die optische Störwirkung erheblich vergrößern. 73

Abbildung 44 Bemängelter Kratzer in einer Industriehallentür – solche Mängel müssen bei der Abnahme erfasst werden, da sonst der Verursacher nicht zugeordnet werden kann. 73

Abbildung 45 Ungleichmäßige Fassadenverschmutzung durch fehlende Fensterbankabdeckung 73

Abbildung 46 Falsche Abdeckung der Mauerkronen führt insbesondere auf verschmutzungsempfindlichen weißen Flächen zu sehr störenden Laufspuren. 74

Abbildung 47 Stark veralgte Fassadenfläche aus bruchrauem, geflammtem Granit. 75

Abbildung 48 Die Verschmutzungs- und Veralgungsgefahr, insbesondere schräger Fassadenoberflächen, kann z. B. durch innen entwässerte Fensterbänke vermindert werden. 75

Abbildung 49 Veralgung eines Wärmedämm-Verbundsystems; die Dübel sind besser wärmeleitfähig; an diesen Stellen ist die Taupunkttemperaturunterschreitung kürzer und daher das Algenwachstum behindert. 76

Abbildung 50 Stark veralgte Fassade aus verputztem Leichthochlochziegelmauerwerk in regenreicher Mittelgebirgslage, Zustand nach vierjähriger Standzeit. 76

Abbildung 51 Austrocknungsverlauf bei Neubauten; günstiger und ungünstiger Befeuchtungs- und Trocknungsverlauf am Beispiel von Mauerwerk aus bindemittelgebundenen Steinen. 78

Abbildung 52 Aufgewölbte Eichenholzdiele – Belag wurde zu früh bzw. ohne ausreichende dampfsperrende Zwischenlage auf eine Porenbetondecke verlegt. 78

Abbildung 53 Aufwölben eines unmittelbar auf einen frisch eingebauten Zementestrich verlegten Laminatfußbodens. 80

Abbildung 54 Schimmel in einem unmittelbar nach der Baufertigstellung in einem Kellerraum montierten Einbauschrank ohne Belüftungsmöglichkeiten. 80

Abbildung 55 Hinzunehmende Feuchtigkeit unter der Querschnittsabdichtung in einem unter geordnet genutzten Keller aus dem Jahr 1995 81

Abbildung 56 Zu bemängelnder Feuchtedurchtritt durch eine undichte Betonbodenplatte 81

Abbildung 57 Tauwasserbildung in einem unbeheizten Treppenraum 82

Abbildung 58 Tauwasser unter einer Überkopfverglasung 83

Abbildung 59 Tauwasser am Rand von Isolierglasscheiben ist in der Regel nicht zu beanstanden. 83

Abbildung 60 Wirkung der Schalldämmung (Pohlenz). 85

Abbildung 61 Schalungsrauer Sichtbeton 92

Abbildung 62 Sichtbeton mit sehr glatter Schalhaut 92

Abbildung 63 Nicht hinnehmbare erhebliche Farbabweichung an Betonierabschnitten einer Repräsentationsfläche aus gestocktem Basaltbeton 95

Abbildung 64 Zu bemängelnde Nestbildung auf einer Stahlbetondeckenstirnseite 95

Abbildung 65 Nicht mehr akzeptabler Oberflächenversatz zwischen zwei Betonierabschnitten von ca. 2 cm 96

Abbildung 66 Die neben den Schaltafelfugen zur Fehlerbeseitigung gespachtelte Sichtbetonfläche, wirkt optisch unbefriedigender als der nicht nachgebesserte Zustand ohne Spachtelung. 96

Abbildung 67 In der Regel hinnehmbare Rissbildung im Stahlbetonwandbauteil einer Tiefgarage ohne Abdichtungsfunktionen 97

Abbildung 68 Hinnehmbarer Haarriss in einer Fertigteilgaragenwand 97

Abbildung 69 Bei optisch sehr wichtigen, unmittelbar aus der Nähe betrachtbaren Sichtbetonflächen (Klasse SB4) sind die sonst zulässigen Rissbreiten nicht akzeptabel (hier: Positivbeispiel ohne störende Risse). 98

Abbildung 70 Riss im Verlauf einer überspachtelten Deckenelementfuge 99

Abbildung 71 Als Patina empfundener Moosbewuchs auf einer Sichtbetonkirche (Neviges) 99

Abbildung 72 Mit sehr ungleichmäßiger Fugenbreite gemauerte Verblendschale 100

Abbildung 73 Einschaliges Sichtmauerwerk mit fehlerhaftem Fugenbild 101

Abbildung 74 Kalksandsteinsichtmauerwerk in einer Fabrikhalle mit variierenden Fugenbreiten und ungleichmäßigen Überbindemaßen, dessen Minderwert durch eine Minderung ausgeglichen wurde. 101

Abbildung 75 Gut gemauertes Klinker-Sichtmauerwerk 102

Abbildung 76 Gut gemischtes, „buntes" Verblendmauerwerk mit lebhaftem Farbspiel 102

Abbildung 77 Stark störende Farbunterschiede einer repräsentativen Betonsteinfassade 103

Abbildung 78 Buntes Mauerwerk mit störender Musterbildung durch unzureichendes Mischen 103

Abbildung 79 Leichte, durch Abbürsten entfernbare Ausblühungen auf einer Verblendschale 103

Abbildung 80 Störende, zu bemängelnde Auslaugungen aus einem falsch zusammengesetzten Steinmaterial 103

Abbildung 81 Zu bemängelnde Ausblühungen und Auslaugungen unter Rollschichten 104

Abbildung 82 Zu bemängelnde Rostläufer aus dem Zuschlag der Betonsteine einer Verblendschale 104

Abbildung 83 Nicht fehlerhaftes Mauerwerk eines Kellernebenraums 105

Abbildung 84 Zweiseitig sichtbar bleibende Kalksandstein-Innenwand einer Produktionsanlage, leichte Kantenbeschädigungen sind unvermeidbar. 105

Abbildung 85 Zu bemängelnde Rissbildung aufgrund fehlender Dehnfuge im Verblendschalenmauerwerk 106

Abbildung 86 Nachbesserung einer gerissenen Verblendschale durch nachträglich eingebaute Dehnfugen. Die nachgemauerten Stellen bleiben sichtbar und wirken optisch beeinträchtigt. 106

Abbildung 87 Nicht fehlerhafte feine Craquelérissbildung in der Glasur eines Klinkers, bei dem die Rissbildung nach Abwischen von Staub nicht mehr erkennbar ist. 107

Abbildung 88 Bei hohen Anforderungen an die optische Qualität, hier in einer Gemäldegalerie, sollten zu Innenoberflächen genaue vertragliche Vereinbarungen getroffen werden. 108

Abbildung 89 Dieser feine, 0,1 mm breite Haarriss über der Lagerfuge einer tragenden Innenwand wäre nicht sichtbar, wenn der Standardputz (Q2) nicht nur lasierend gestrichen, sondern egalisiert beschichtet worden wäre. Solche Risse sind unvermeidbar. 109

Abbildung 90 Dieser 0,5 mm breite Riss in einem mineralischen Putz auf einem Wärmedämm-Verbundsystem ist als Mangel zu bewerten; an den Rissflanken setzt eine verstärkte Erosion ein. 109

Abbildung 91 Erhebliche Netzrissbildung in einem Kalkzementputz (falsches Festigkeitsgefälle zwischen Ober- und Unterputz) 111

Abbildung 92 Zu bemängelnder Anriss über dem Stoß des Sockelprofils eines Wärmedämm-Verbundsystems aufgrund fehlerhafter Stoßausbildung 111

Abbildung 93 Dieses Rissbild an einer Rollladenschürze übersteigt das tolerierbare Maß. 112

Abbildung 94 Zu bemängelnde Horizontal- und Diagonalrissbildung an der Fensterbankecke eines mineralischen Wärmedämm-Verbundsystems – es fehlt die Diagonalarmierung und die Dämmplattenfuge liegt falsch. 112

Abbildung 95 Weg der Feuchtigkeit hinter einem gerissenen Wärmedämm-Verbundsystem je nach Untergrundsituation; links: erhebliche Schäden durch möglichen Sickerweg des Wassers; rechts: geringe Schadensfolgen. 113

Abbildung 96 Bei dieser Putzfassade wären die relativ schmalen Risse besser nicht überspachtelt worden. Jetzt ist eine flächige Beschichtung der gesamten Fassade unausweichlich. 113

Abbildung 97 Nicht hinnehmbare Ebenheitstoleranzen einer Putzfläche 114

Abbildung 98 Bei ungünstiger Streiflichtsituation ist eine nicht deutlich sichtbare Welligkeit nur durch zusätzliche Spachtelarbeiten vermeidbar. Diese wurden hier nicht ausgeschrieben. 114

Abbildung 99 Nur kurzfristig bei Sonnenstreiflicht entstehende Schlagschatten sind nicht zu bemängeln – allerdings war im vorliegenden Fall zu fragen, ob das Streiflicht nicht schwerwiegende Verarbeitungsmängel sichtbar werden lässt. 115

Abbildung 100 Das hier dargestellte starke Absanden eines Kratzputzes ist zu bemängeln. 115

Abbildung 101 Zu bemängelnde Strukturunterschiede eines Münchner Rauputzes (die Arbeitsansätze in Höhe der Gerüstlagen sind erkennbar). 115

Abbildung 102 Zu bemängelnde, deutlich sichtbare Reibeansätze am Putz einer Deckenuntersicht 116

Abbildung 103 Noch akzeptabler Verschluss eines Gerüstankerlochs 116

Abbildung 104 Vermeidbare Verschmutzung – der Mangel ist durch Zuputzen der Tropfkante entstanden. 117

Abbildung 105 Zu bemängelnde Laufspuren durch Fensterbank mit ungeeigneter Tropfkante 117

Abbildung 106 Über den Grenzabmaßen liegende Abweichung in der Fugenbreite von Granitfassadenplatten (l > 600 mm). Da die Stelle nur vom Hubwagen aus einsehbar war und die technischen Funktionen nicht beeinträchtigt sind, liegt ein hinnehmbarer, geringer Mangel vor. 118

Abbildung 107 Nur 6 mm dicker Kalkzementputz auf Leichthochlochziegel führt zu Ablösungen und Rissen und ist selbstverständlich fehlerhaft. 118

Abbildung 108 Deutlich sichtbare Farbschwankungen an einer Natursteinfassade 121

Abbildung 109 Nicht hinnehmbare erhebliche Verfärbung eines Marmorfußbodens durch fehlerhafte Verlegung 122

Abbildung 110 Zu bemängelnde Verfärbung der Fugenränder eine Granitfassade (ungeeigneter Dichtstoff) 122

Abbildung 111 Durch Abdichtungsmängel eines Schwimmbades verursachte Granitverfärbung 122

Abbildung 112 Stark abgenutzter Natursteinbodenbelag in einem Eingangsbereich – mangelhafte Wahl eines nicht tausalzbeständigen Natursteins 122

Abbildung 113 Sinterspuren am Fuß der Außentreppe eines Repräsentationsgebäudes aufgrund mangelhafter Wasserführung unterhalb des Natursteinbelags 123

Abbildung 114 Stark unterschiedliche Veralgung durch unterschiedliche Oberflächenstruktur der geflammten Granitplatten 123

Abbildung 115 Starke Verschmutzungen und Veralgungen durch fehlende Mauerkro-nenabdeckung an einer Natursteinfassade 123

Abbildung 116 Schutz eines Natursteingesimses durch eine Blechabdeckung mit Tropfkante 123

Abbildung 117 Auffällige Unterschiede der Patinabildung einer fünf Jahre alten, unter breitem Dachrand, geschützt liegenden, nicht vorpatinierten Zinkblechabdeckung. 124

Abbildung 118 Handspuren an einer Dachrandverkleidung aus Zinkblech 124

Abbildung 119 Deutliche Beulenbildung in einer Zinkblechabdeckung 125

Abbildung 120 Die Welligkeit dieser Sandwichdeckschale eines Industriebaus ist nur bei Sonne und nur unter bestimmtem Blickwinkel erkennbar (Kniese). 125

Abbildung 121 Zulässige Toleranz am Paneelrand eines Industriebaus mit durch-schnittlichem optischem Anspruch 126

Abbildung 122 Fehlerhafte Verfärbungen durch nicht entfernte Metallspäne beim Befestigen einer Sonnenschutzanlage 126

Abbildung 123 Zu bemängelnde Verätzung durch ungünstige Wasserführung in einer Verblendschale. 128

Abbildung 124 Der hier dargestellte Riss ist als Mangel zu bewerten. Da er nicht bis zur Außenseite durchgeht und durch Auskitten praktisch kaum erkennbar verschlossen werden kann, wäre ein Fensteraustausch unverhältnismäßig. 128

Abbildung 125 Hinnehmbare Pfützenbildungen auf einer Dachabdichtung über Perlitgefälleschüttung 131

Abbildung 126 Auch solche Pfützen können hinnehmbar sein. 131

Abbildung 127 Starke Aussinterungen im Belag sind auf einen nicht mehr zeitgemä-ßen Aufbau aus Platten im Mörtelbett zurückzuführen. 131

Abbildung 128 Nicht hinnehmbare Blasenbildung 131

Abbildung 129 Schwellenloser Dachterrassenanschluss eines Wohnheims, der durch Dachüberstand und Entwässerungsrinne vor Wasserbeanspruchung geschützt ist. 138

Abbildung 130 Zu geringe Aufkantung einers stark bewitterten Anschlusses einer Dachterrasse an eine Verblendschale. 138

Abbildung 131 Fehlerfreies, lebhaftes Bild farblich unterschiedlicher, gut gemischter Dachziegel 139

Abbildung 132 Nicht fehlerhafte Reibespur 140

Abbildung 133 Nicht hinnehmbare Verschmutzung von Dachziegeln 141

Abbildung 134 Nicht hinnehmbare Rissbildung in Dachziegeln (der Rissverlauf ist mit Filzschreiber hervorgehoben) 141

Abbildung 135 Geringfügige Schäden in der Glasur – aber grobe Vermörtelungsmängel einer Ziegeleindeckung 141

Abbildung 136 Durch Wärmedämmung ausgefüllter Sparrenzwischenraum unter nicht diffusionsoffener Unterspannbahn – eine abschließende Bewertung erfordert detaillierte Einzelüberprüfungen. 141

Abbildung 137 Fehlstellen in der Dampf- und Luftsperre unter der Wärmedämmung stellen sowohl bei belüfteten wie bei unbelüfteten Steildachkonstruktionen grobe Mängel dar, die meist eine Nachbesserung benötigen. 142

Abbildung 138 Luftundichtigkeiten treten meist an den Wandanschlüssen auf – hier wurde provisorisch nachgedichtet. 142

Abbildung 139 Tauwasser unter der Eindeckung eines nicht luftdicht hergestellten Schwimmhallendaches 143

Abbildung 140 DIN 4108 Teil 7 stellt den Übergang zwischen der inneren Verkleidung der Dachkonstruktion und einem massiven Bauteil als offene Fuge dar. 143

Abbildung 141 Riss am Deckenanschluss ohne Luftundichtheitsfolge und bloßer Minderung des Erscheinungsbilds. 144

Abbildung 142 Riss in der Kante zwischen luftdichter Innenbekleidung und Wandflächen mit Luftundichtheitsfolge 144

Abbildung 143 Durch eine Schattennut berücksichtigter Abriss am Dach-/Wandanschluss 144

Abbildung 144 Geringe, nur bei Streiflicht sichtbare Welligkeit ist nicht zu bemängeln.. 145

Abbildung 145 Durch Ebenheitstoleranzen entstandene, die Nutzung erheblich beeinträchtigende Pfützenbildung auf dem Fliesenbelag einer Großküche. Dieser Mangel hätte durch ein stärkeres Gefälle vermieden werden können. 145

Abbildung 146 Geringes Aufklaffen der Parkettfugen ist nicht sicher vermeidbar und nicht zu bemängeln. 147

Abbildung 147 Nicht mehr hinnehmbare, 1 mm breite aufklaffende Parkettfuge 147

Abbildung 148 Zu bemängelnde Fugenaufklaffung in einem Buchenholzparkett 148

Abbildung 149 Eine bereichsweise aufklaffende Fertigparkettfuge deutet auf ein unsachgemäßes Reinigungsverfahren (zu nass gewischt) hin. 148

Abbildung 150 Kleinere Ausbesserungen (Kittstellen) sind nicht zu bemängeln. 149

Abbildung 151 Bei bestimmten Fliesenarten (hier Cotto-Fliesen) sind Unebenheiten in der Einzelfliese und daher Versprünge (Überzähne) an den Belagsfugen nicht immer vermeidbar. 150

Abbildung 152 Bei diesem glasierten feinkeramischen Fliesentyp sind Überzähne von fast 5 mm nicht akzeptabel. 150

Abbildung 153 Verwölbungsvorgang bei Belägen auf Zementestrich 151

Abbildung 154 Typische Rissbildung im Dichtstoff einer Randfuge 151

Abbildung 155 Risse im Belag in Folge von extremer Estrichplattenverwölbung sind selbstverständlich als schwerwiegender Schaden zu beseitigen – in solchen Fällen liegen in der Regel weitere, grobe Ausführungsfehler vor (z. B. erhebliche Unterschreitung der Estrichmindestdicke). 152

Abbildung 156 Wenn auch bei Wandfliesen aufgrund der geringen Belastung begrenzte Hohllagen nicht beanstandet werden sollten, ist der abgebildete Fall selbstverständlich indiskutabel. 152

Abbildung 157 Rissverlauf neben einer nicht ausreichend tief eingeschnittenen Scheinfuge eines Beton-Industriebodens 153

Abbildung 158 Zu bemängelnde Reparaturstellen im Betonboden einer Autowerkstatt 153

Abbildung 159 Zu bemängelnde, bei Gegenlicht auffällige Einsenkungen in der Oberfläche eines Linoleumbelags. Ursache war der zu hohe Feuchtegehalt der als Verlegeuntergrund verwendeten zementgebundenen Holzwerkstoffplatten. Der Belag wurde erneuert. 154

Abbildung 160 Ausgeprägter Shading-Effekt des Velour-Teppichbodens eines öffentlichen Gebäudes 154

Abbildung 161 Nicht hinnehmbare Farbabweichungen bei einer in Teilbereichen nachgestrichenen Blechfassadenbekleidung 155

Abbildung 162 Bei transparenten Lasuren muss mit kurzen Wartungsintervallen gerechnet werden. 155

Abbildung 163 Nicht hinzunehmende Farbablösung im dritten Jahr der Standzeit 156

Abbildung 164 Schwindrisse in Vollholzquerschnitten einer Innenwand im modernen Fachwerkbau 158

Abbildung 165 An optisch wichtigen Stellen (hier Vordach eines Hauseingangs) ist es ungünstig, frisch eingebautes Bauholz so anzustreichen, dass die nach dem Anstrich entstehenden Schwindrisse sehr deutlich hervortreten. 158

Abbildung 166 Fehlerhafte, die Standsicherheit beeinträchtigende Rissbildung an der Zangenkonstruktion eines Holzhauses. 159

Abbildung 167 Unzulässige Dübelung in einem Holzfensterrahmen 159

Abbildung 168 Luftspalt zwischen Türblatt und Fußbodenoberfläche 161

Abbildung 169 Anschlussfuge zwischen Türzarge und Türblatt 161

Abbildung 170 Rissbildung im Sockelbereich eines Wärmedämm-Verbundsystems 163

Abbildung 171 Rissbildung im Bereich des Putzabschlussprofils 163

Abbildung 172 Typisches Erscheinungsbild von sich abzeichnnenden Dübeln 164

Abbildung 173 Leopard-Effekt verursacht durch punktuelle Wärmebrücken aufgrund nicht versenkt eingebauter Dämmstoffdübel 164

11 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Objektiver Bewertungsmaßstab Abschätzung eines Minderwerts im tabellarischen Verfahren nach Aurnhammer/Kamphausen 37

Tabelle 2 Vertragsindividueller/Subjektiver Bewertungsmaßstab Abschätzung eines Minderwerts im tabellarischen Verfahren nach Aurnhammer/Kamphausen 38

Tabelle 3 Rechenbeispiel für die Ermittlung des Minderwerts m_i für das Fallbeispiel. 41

Tabelle 4 Rechenbeispiel für die Ermittlung des Minderwerts m_i für das Fallbeispiel in der Variante unter Einbeziehung von Ausstrahlungsfaktoren (rote Schriftfarbe); Zum Vergleich ist die Variante ohne Ausstrahlung in blauer Schriftfarbe dargestellt (s. Tabelle 3). 42

Tabelle 5 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei einer Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 2 - 4 cm 46

Tabelle 6 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei ausgebrochenem, ungenügend festem Fugenmörtel 48

Tabelle 7 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei einer Mauerwerksverfugung, Fugentiefe 1 cm 49

Tabelle 8 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei abgelösten Klinkerriemchen 51

Tabelle 9 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Abdeckungen und Ziegelsichtfassade darunter 52

Tabelle 10 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade an Fensterstürzen 55

Tabelle 11 Tabellarische Ermittlung der Wertkriterien der Ziegelsichtfassade bei strukturierter Mauerwerksoberfläche 57

Tabelle 12 Tabellarische Zusammenstellung der vorab abgeschätzten Minderungen 58

Tabelle 13 Wahrnehmung üblicher Geräusche aus Nachbarwohnungen und Zuordnung zu drei Schallschutzstufen 86

Tabelle 14 Zulässige Rissbreiten im Beton nach Korrosionsklasse (XC1 bis XC4 = Expositionsklassen für Korrosionsgefahr, ausgelöst durch Karbonatisierung) (nach DIN 1045:2023-08 und DIN EN 1992-1-1/NA:2013-04)) 99

Tabelle 15 Qualitätsklassen für Innenputze, nach einer Broschüre des Bundesverbandes der Gipsindustrie e. V. Industriegruppe Baugipse, Merkblatt 3 Putzoberflächen im Innenbereich 07/2021 110

Tabelle 16 Farbeindruck bei verschiedenen Außenputzarten nach Merkblatt Strukturierte Putzoberflächen – Visuelle Anforderungen. Hrsg.: Bundesverband Farbe, Gestaltung, Bautenschutz u. a., 11/2017 116

Tabelle 17 Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB); Stand: 24.02.2017 195

12 Anlagen

Tabelle 17
Nutzungsdauern von Bauteilen für Lebenszyklusanalysen nach Bewertungssystem Nachhaltiges Bauen (BNB); Stand: 24.02.2017

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Flachgründungen (Streifenfundament, Fundamentplatten), Tiefgründungen, Unterböden und Bodenplatten	≥ 50	0
Außenwände	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Tragende Außenwände (Mauerwerk-, Beton-, Holz-, Stahlbau-, Lehmbauwand und Form-steine mit Betonfüllung)	≥ 50	0
Außenstützen (Mauerwerk-, Beton-, Holz- und Stahlstützen)	≥ 50	0
Außentüren (Laubholz, Metall), Brandschutztüren, Sondertüren (Schallschutz-, Glastüren)	≥ 50	0
Fensterrahmen und Fensterflügel (Aluminium, Aluminium-Holz-Komposit, Aluminium-Kunststoff-Komposit, Laubholz behandelt, Stahl)	≥ 50	0
Standardtüren (Holzwerkstoff, Kunststoff), Fensterrahmen und Fensterflügel (Kunststoff, Nadelholz behandelt),	40	1
Rollläden	40	1
Standardtüren (Nadelholz)	35	1
Sondertüren (Schiebetüren, Rotationstüren), Beschläge (einfache Beschläge, Schiebebe-schläge)	30	1
Außenwände	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Verglasung (Sicherheits-Isolierglas, 3-Scheiben-Wärmeschutz-Isolierglas, 2-Scheiben-Wär-meschutz-Isolierglas, Brandschutz-Isolierglas, Schallschutz-Isolierglas, angriffhemmendes Isolierglas, Sonnenschutz-Isolierglas)	30	1
Beschläge (Drehkippbeschläge, Schwingflügelbeschläge, Hebedrehkippbeschläge), Tür-schlösser, Türanschlagdämpfer, Panikverschlüsse	25	1
Sondertüren (Automatiktüren), Türschließer, Dichtungsprofile	20	2

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Türantriebe	15	3
Dichtstoffe	12	4
Abdichtung und Dämmung erdberührt	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Abdichtungen erdberührt (Dichtungsbahnen, Konstruktionen aus wasserdurchlässigem Beton, Abdichtungsschutz aus Schutzmauern (Beton, Ziegel, Hartbrandklinker), Wärmedämmung erdberührter Bauteil : Perimeterdämmung Schaumglas)	≥ 50	0
Abdichtungen erdberührt, gegen druckendes Wasser (Bentonit, Dichtungsbahnen aus Bitumen, Spachtelmasse, Querschnittsabdichtung gegen aufsteigende Feuchtigkeit durch mechanische Injektion), Abdichtungen erdberührt (Abdichtungsschutz aus Hartschaumplatten Polystyrol, Noppenbahnen (Polyethylen Polypropylen), Wellplatten faserverstärkt auf Zementbasis), Wärmedämmung erdberührter Bauteile (Perimeterdämmung Extrudiertes Polystyrol)	40	1
Abdichtungen erdberührt, gegen nichtdrückendes Wasser (Beschichtungen, Anstriche, Abdichtungsschutz), aus Granulatmatten, Wellplatten)	30	1
Abdichtungen erdberührt (Vergelung, Schleierinjektion)	20	2
Beschichtungen / Oberflächenbehandlung	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Graffiti-Schutz: permanente Systeme (dickschichtig)	20	3
Außenanstriche, mineralischer Untergrund (Dispersionsfarbe, Dispersions-Silikatfarbe, Weißzementfarbe, Kunststoffbeschichtungen auf Beton, Silikonharzfarbe, Silikatfarbe, Polymerisatharzfarben, Imprägnierung auf Mauerwerk, Lasur)	15	3
Graffiti-Schutz: semipermanente Systeme (Hydrophobierung mit "Opferschicht")	10	4
Außenanstriche, mineralischer Untergrund (Kalkfarbe) und Holzschutzanstriche, außen (Holzlacke)	8	6
Holzschutzanstriche, außen (Holzlasuren)	4	12
Holzschutzanstriche, außen (Holzöle/-wachse)	2	24
Graffiti-Schutz (kurzfristige wirksame Produkte (auf Zuckerbasis))	1	49

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Außenwandbekleidungen	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Mauerwerk Bekleidungen (Klinker, Kalksandstein, Sichtbeton), Stein Bekleidung (Natur-stein, Kunststein, Betonsteinplatten, Faserzementplatten, Kunstharzstein, Ziegelplatten, keramische Fliesen und Platten, Feinsteinzeug, Steinzeug und Spaltplatten), Holzbeklei-dung (Holzschindeln), Metallbekleidungen (Zink, Kupfer, Aluminium eloxiert, Aluminium la-ckiert, Stahl nicht rostend) und Vorsatzschale hinterlüftet (Kupferblech und Aluminium-Ver-bundplatten)	≥ 50	0
Putz auf monolithischer Tragschicht (hochhydraulischer Kalkmörtel, Mörtel mit Putz- und Mauerbinder, Kalkzementmörtel, Zementmörtel mit Zusatz von Luftkalk, Zementmörtel, Luftkalkmörtel, Hydraulischer Kalkmörtel, Wasserkalkmörtel) und Vorsatzschale hinterlüf-tet (Zink, Stahl nicht rostend)	45	1
Putz auf monolitischer Tragschicht (Sanierputzsysteme, mineralische Leichtputzsysteme auf porosierter Tragschicht), Holzbekleidung (Nadelholz behandelt, Laubholz, Holzwerk-stoff-Systeme und Nadelholz unbehandelt), Metallbekleidungen (Stahl galvanisch verzinkt)	40	1
Außenwandbekleidungen	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50a
Putz auf monolithischer Tragschicht (Silikatputze, Silikonharzputze, Kunstharzputze), Putz auf Wärmedämmung (mineralische Putzsysteme, silikatische Putzsysteme, Kunstharz-putzsysteme, Silikonharzputzsysteme), Stein Bekleidungen (harte Belagsmaterialien auf Wärmedämmung und Verfugungsmassen), Holzbekleidung (Nadelholz unbehandelt) und Vorsatzschale hinterlüftet (korrosionsreduzierter Stahl, Stahl galvanisch verzinkt und be-schichtet)	30	1
Außenwandbekleidungen, Dämmung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Dämmschicht als Kerndämmung (Mineralwolledämmplatten, Polyurethandämmplatten, Polystyrol, Blähschiefergranulat, Blähglasgranulat, Blähtongranulat) und Dämmschicht hin-ter Vorsatzschale hinterlüftet (Mineralschaumplatten, Schaumglasplatten)	≥ 50	0
Wärmedämm-Verbundsystem (Mineralwolledämmplatten, Polystyroldämmplatten, Po-lyurethandämmplatten, Holzfaserdämmplatten, Holzwolleleichtbauplatten, Korkplatten)	40	1
Dämmschicht hinter Vorsatzschale (Vakuumdämmpaneele)	30	1
Wärmedämm-Verbundsystem transparent	20	2
Außenwandbekleidungen, sonstige	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Vorsatzschale, hinterlüftet (Glas), Vorsatzschale (Unterkonstruktion) und Bekleidung Dämmplatten (Mineralschaumdämmplatten, Calciumsilikatplatten)	≥ 50	0
Kunststoffstegplatten transparent (Acrylglasplatten), Wandbekleidungen (Kunststoff, Mehrschichtleichtbauplatten) und Vorsatzschale (Fugen- und Kompriband, Verfugung, Dehnungsfuge, Profil) Kunststoffstegplatten transparent (Acrylglasplatten), Wandbekleidungen (Kunststoff, Mehrschichtleichtbauplatten) und Vorsatzschale (Fugen- und Kompriband, Verfugung, Dehnungsfuge, Profil)	40	1
Außenwandbekleidungen, sonstige	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Kunststoffstegplatten transparent (Polycarbonatplatten), Vorsatzschale, hinterlüftet (faserverstärkte Harzkompositplatten)	30	1
Sonnenschutz	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Sonnenschutz, feststehend (Aluminium)	≥ 50	0
Jalousien (Kunststoff, Aluminium)	25	1
Markisen	15	3
Balkone	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
frei stehende Konstruktion (Mauerwerk, Stahlbeton, Stahl nicht rostend, Stahl feuerverzinkt (stückverzinkt), Aluminium beschichtet, Laubholz, Kunststoff-Komposit), Brüstung (Stahlgitterkonstruktion feuerverzinkt (stückverzinkt), Glas, Mauerwerk, Stahlbeton), Brüstungsbekleidung (aus Aluminiumplatten und Glasplatten)	≥ 50	0
frei stehende Konstruktion (Nadelholz, behandelt)	45	1
Brüstungsbekleidung aus Kunststoffplatten	40	1
Brüstung aus Holzkonstruktion	30	1
Innenwände	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Tragende Innenwände (Mauerwerks-, Beton-, Holzwand), Nichttragende Innenwände (Mauerwerks-, Beton-, Holzwand, Ständersysteme, Gips-Wandbauplatten) und Innenstützen (Mauerwerks-, Beton-, Holz, Stahlstützen)	≥ 50	0
Standardtüren (Holztüren, Holzwerkstofftüren, Aluminiumtüren, Kunststofftüren, Holzwerkstofftüren, Stahltüren und Stahltüren rostfrei), Sondertüren (Glastüren, Rauchschutztüren, Schallschutztüren), Brandschutztüren und Innenfenster (Rahmen und Flügel)	≥ 50	0
Sondertüren (Feuchtraumtüren)	40	1
Sondertüren (Schiebetüren, Rotationstüren) und Brandschutztore	30	1
Automatiktüren	20	2
Innentüre, -fenster und sonstiges	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Beschläge: einfache Beschläge, Fenster- und Türenverglasung (Einfachverglasung)	≥ 50	0
Fenster- und Türenverglasung (angriffhemmendes Isolierglas, Sicherheits-Isolierglas, Brandschutz-Isolierglas, Schallschutz-Isolierglas)	40	1
Dichtungsprofile, Türschließer, Türschlösser, Fensterschlösser, Beschläge (Schwingflügelbeschläge, Falttürbeschläge, Schiebebeschläge, Drehkippbeschläge, Hebedrehkippbeschläge)	30	1
Panikverschlüsse	25	1
Türanschlagdämpfer, Dichtstoffe	20	2
Türantriebe	15	3
Innenwandbekleidungen: Beschichtungen / Oberflächenbehandlung	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Innenanstriche (Lasur)	18	2
Innenanstriche (Nassabriebklasse 1)	15	3
Innenanstriche (Nassabriebklasse 2)	10	4
Innenanstriche (Nassabriebklasse ≥ 3)	5	9

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Innenwandbekleidungen	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Standard-Innenputze (Gipsputz, Anhydritputz, Kalkputz, Kalkgipsputz, Kalkzementputz, Kunstharzputz, Lehmputz), mineralische Deckputze (Zementputz, Trasskalkputz, Trasszementputz), Spezialputze (Akustikputz, Strahlenschutzputz), Putzprofile (Kunststoff, Stahl, Glasfaser), Putzträger (Stahldrahtnetz, Rippenstreckmetall, Kunststoffgewebe)	≥ 50	0
Bekleidungen (Holz, Holzwerkstoff und Mehrschichtleichtbauplatten, Aluminium, Stahl, Kupfer, Zink, Naturstein, Kunststein, keramische Fliesen und Platten, Feinsteinzeug, Steinzeug, Steingut und Spaltplatten, Glasmosaik), Bekleidungen (Gipskartonplatten, Gipskartonverbundplatten), Bekleidungen (Sonderkonstruktionen aus Glas), Spezial-Bekleidungen (Brandschutz, Schallschutz, Wärmeschutz (Innendämmung), feuchteresistente Bekleidungen), Treppengeländer (Handläufe aus Aluminium, Laubholz, Stahl)	≥ 50	0
Bekleidungen (PVC, PE, PP),	40	1
Sanitärtrennwände (Toilettentrennwände, Urinaltrennwände), Umkleidekabinen, Treppengeländer (Handläufe aus Kunststoff, Nadelholz)	30	1
Sanitärtrennwände: Duschtrennwände	25	1
Tapeten (Textil, Webstoff), Spezialputze (Sanierputz/-Systeme)	15	3
Tapeten (Papier, Kunststoff, Tapeten nicht überstreichbar, Tapeten überstreichbar)	10	4
Decken	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Betondecken (Vollbetondecke, STB-Hohlraumdecke, Porenbetondecke), Fertigteildecken (Gitterträgerdecke, Rippendecke), Metalldecken (Stahlverbunddecke, Stahlträgerdecke), Holzdecken (Massivholzdecke, Holzbalkendecke, Holz-Fertigteilelemente, Holz-Beton-Verbunddecke), Treppe (Tragkonstruktion aus Stahlbeton, Stahl, Holz, Aluminium)	≥ 50	0
Innenwandbekleidungen	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Standard-Innenputze (Gipsputz, Anhydritputz, Kalkputz, Kalkgipsputz, Kalkzementputz, Kunstharzputz, Lehmputz), mineralische Deckputze (Zementputz, Trasskalkputz, Trasszementputz), Spezialputze (Akustikputz, Strahlenschutzputz), Putzprofile (Kunststoff, Stahl, Glasfaser), Putzträger (Stahldrahtnetz, Rippenstreckmetall, Kunststoffgewebe)	≥ 50	0

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Bekleidungen (Holz, Holzwerkstoff und Mehrschichtleichtbauplatten, Aluminium, Stahl, Kupfer, Zink, Naturstein, Kunststein, keramische Fliesen und Platten, Feinsteinzeug, Steinzeug, Steingut und Spaltplatten, Glasmosaik), Bekleidungen (Gipskartonplatten, Gipskartonverbundplatten), Bekleidungen (Sonderkonstruktionen aus Glas), Spezial-Bekleidungen (Brandschutz, Schallschutz, Wärmeschutz (Innendämmung), feuchteresistente Bekleidungen), Treppengeländer (Handläufe aus Aluminium, Laubholz, Stahl)	≥ 50	0
Bekleidungen (PVC, PE, PP),	40	1
Sanitärtrennwände (Toilettentrennwände, Urinaltrennwände), Umkleidekabinen, Treppengeländer (Handläufe aus Kunststoff, Nadelholz)	30	1
Sanitärtrennwände: Duschtrennwände	25	1
Tapeten (Textil, Webstoff), Spezialputze (Sanierputz/-Systeme)	15	3
Tapeten (Papier, Kunststoff, Tapeten nicht überstreichbar, Tapeten überstreichbar)	10	4
Deckenkonstruktionen und -beläge	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Fließestriche (Zementestrich, Gussasphaltestrich, Anhydritestrich, Magnesiaestrich), Trockenestriche (Holzwerkstoffplatten, Gipsfaserplatten, Gipskartonplatten), Estriche als Verschleißboden, Trittschalldämmung, Fußbodendämmung, einschl. Dämmung der obersten Geschossdecke, Natursteinbeläge, Kunststeinbeläge, keramische Fliesen und Platten (Feinsteinzeug, Steinzeug, Steingut, Spaltplatten, Glasmosaik), Gussböden (Terrazzo), Vollholzparkett, Holzdielen, Holzpflaster	≥ 50	0
Doppelböden, Hohlraumböden, Doppelbodenstützen und Hohlraumbodenstützen (Stahl), Sockelleisten (Naturstein, Kunststein, Klinker, Keramik, Holz)	≥ 50	0
Schwingböden (Holz, Kunststoff)	45	1
Holz-Mehrschichtparkett	40	1
Gussböden (Kunstharz)	30	1
Linoleum, Laminat, PVC, Kunststoff-Parkett, Kork, Kautschuk, Sporthallenbeläge	20	2
Holzsbeschichtung für Bodenbeläge (Holzlacke, Holzversiegelungen)	15	3
Oberflächenbehandlung (Versiegelung)	12	4

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Oberflächenbehandlung (Beschichtung auf Kunststoffbasis), textile Beläge (Baumwolle, Wolle, Synthetikfaser, Sisal, Naturfasergemisch, Jute, Naturfasergemisch, Kokos)	10	4
Schmutzfangbeläge (Synthetikfaser, Kunststoff, Baumwolle, Sisal, Jute, Kokos), Oberflächenbehandlung (Beschichtung auf Wachs- oder Ölbasis)	8	6
Holzschutzanstriche für Bodenbeläge	4	12
Deckenkonstruktionen und -beläge	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Gipskartonbekleidungen, Metallbekleidungen (Aluminium, Stahl, Kupfer, Zink), Holzbekleidungen (Holz, Holzwerkstoff und Mehrschichtleichtbauplatten), Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung (Mineralfaserplatten, Kunststoffplatten, Glasplatten), Dämmung der Kellerdecke, Unterkonstruktionen Trockenbauprofile (Stahl, Holz), Geländer, Gitter, Roste, Leitern (Stahl, Aluminium, Holz, Holzwerkstoff, Gusseisen)	≥ 50	0
Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung (Brandschutz-Unterdecken, Akustikdecken, Akustikelemente, Akustikschaum, Schallabsorber)	40	1
Sonderkonstruktionen inkl. Befestigung (Lichtdecken)	25	1
Tapeten (überstreichbar)	20	2
Innenanstriche (Holzlasur)	18	2
Innenanstriche (Nassabriebklasse 1)	15	3
Innenanstriche (Nassabriebklasse 2)	10	4
Innenanstriche (Nassabriebklasse ≥ 3)	5	9
Dachkonstruktion und Dachfenster	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Tragkonstruktion (Schrägdach und Flachdach)	≥ 50	0
Dachflächenfenster (Rahmen: Aluminium, Kunststoff, Aluminium-Holz-Komposit, Aluminium-Kunststoff-Komposit)	≥ 50	0
Dachflächenfenster (Rahmen: Laubholz, behandelt), Dachausstiege und Luken (Stahl feuerverzinkt)	40	1

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Antriebe für Öffnungen (Handantrieb), Dachflächenfenster (Rahmen: Aluminium-Kunst-stoff-Komposit)	35	1
Dachausstiege und Luken aus Kunststoff	30	1
Antriebe für Öffnungen (elektrischer Antrieb) und Lichtkuppeln	25	1
Antriebe für Öffnungen (pneumatischer Antrieb) und Lichtbänder	20	2
Dachbeläge	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Dachdeckung (Schiefer, Ziegel, Beton, Faserzement, Zink, Kupferblech, Aluminium, Stahl nicht rostend, Holzschindeln), Metallbanddeckungen (Stahl nicht rostend, Kupfer, Aluminiumblech), Dämmschicht als Auf- und Zwischensparrendämmung (Schaumglasplatten, Mineralwollplatten, extrudierte Polystyrolplatten, expandierte Polystyrolplatten, Polyurethanplatten, Faserplatten aus Holz, Hanf, Zellulose)	≥ 50	0
Attikaabdeckungen (Naturstein, Kunststein, Betonfertigteil, Betonsteinplatten, keramische Fliesen und Platten, Feinsteinzeug, Steinzeug, Spaltplatten, Kupfer, Aluminium, Stahl nicht rostend, Zink)	≥ 50	0
Dachrinnen, Regenfallrohre und Dachabläufe (Stahl nicht rostend, Kupfer, Zink, Aluminium)	≥ 50	0
Deckungen (Stahl galvanisch verzinkt und beschichtet), Metallbanddeckungen (Stahlblech galvanisch verzinkt und beschichtet)	45	1
Deckungen (Stahl galvanisch verzinkt), Metallbanddeckungen (Stahlblech galvanisch verzinkt), Attikaabdeckungen (Faserzement), Dachrinnen, Regenfallrohre, Dachabläufe (Stahl galvanisch verzinkt und beschichtet)	40	1
Abdichtungsbahnen (Bitumenbahnen unterhalb der Dämmung, Bitumenbahnen, Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen oberhalb Dämmung mit schwerer Schutzschicht), Abdichtmassen (Asphaltmastix, Flüssigabdichtung, Gussasphalt oberhalb Dämmung mit schwerer Schutzschicht), Schwere Schutzschicht (Bekiesung, Verlegeplatten, Intensive Begrünung), Deckungen (Glas, Reet), Attikaabdeckungen (Stahl galvanisch verzinkt), Dachrinnen, Regenfallrohre und Dachabläufe (Stahl galvanisch verzinkt)	30	1
Deckungen (Bitumenschindeln, Bitumen-Wellplatten)	25	2

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Abdichtungsbahnen (Bitumenbahnen, Elastomerbahnen, Kunststoffbahnen oberhalb Dämmung mit leichter Schutzschicht), Abdichtmassen (Asphaltmastix, Flüssigabdichtung, Gussasphalt oberhalb Dämmung mit leichter Schutzschicht, Flüssigabdichtung oberhalb Dämmung ohne Schutzschicht), Dachrinnen, Regenfallrohre und Dachabläufe (Kunststoff)	20	2
Leichte Schutzschicht (Besplitterung vor Ort, werkseitige Bestreuung)	15	3
Beschichtungen (Metallanstrich)	12	4
Deckenbekleidungen und sonstiges	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Unterdach (Bitumen-Holzfaserplatten), Zwischen-, Auf- und Untersparrendämmung (Mineralwolle, Polystyrol, Polyurethan, Blähgranult, nachwachsende Dämmstoffe (z. B. Holzdämmstoffe, Zellulose, Kork, Leichtlehmmischung, Flachs, Wiesengras, Hanf))	≥ 50	0
Eingangsüberdachung (Stahlbaukonstruktion, Stahl-Glas-Konstruktion, Stahlbetonkonstruktion, Spannbetonkonstruktion, Holzkonstruktion (bekleidet)), Hofüberdachung (Stahl-Glas-Konstruktionen), Geländer, Gitter, Roste, Leitern (Stahl feuerverzinkt, Stahl nicht rostend), Absturzsicherung, Trittstufen, Laufflächen, Laub- und Schneefangvorrichtungen, Blitzschutzanlagen (Stahl feuerverzinkt, Stahl nicht rostend)	≥ 50	0
Geländer, Gitter, Roste, Leitern (Aluminium, Laubholz behandelt)	45	1
Eingangsüberdachung (Holzkonstruktion (unbekleidet), Holz-Glas-Konstruktionen, Glaskonstruktion (tragend)), Hofüberdachung (Holz-Glas-Konstruktionen, Seilnetzkonstruktionen)	40	1
Unterdach (Imprägnierte Faserplatten aus Holz, Hanf, Zellulose, dampfdiffusionsoffene Kunststofffolien), Geländer, Gitter, Roste, Leitern (Laubholz unbehandelt, Nadelholz behandelt, Holzwerkstoff beschichtet),	30	1
Dachbe- und Dachentlüftung (Stahl galvanisch verzinkt) und Entlüftungsrohre (Kunststoff)	25	1
Geländer, Gitter, Roste, Leitern (Nadelholz unbehandelt)	20	2
Hofüberdachung (Textile Konstruktionen)	8	6
Allgemeine Baukonstruktive Einbauten	**Lebenser-wartung [a]**	**Ersatz in 50 a**
Möblierungssysteme (Bibliotheken, Schutzräume), Regale (Stahl, Aluminium, Holzwerkstoff, Kunststoff)	40	1

Gründung	Lebenser-wartung [a]	Ersatz in 50 a
Möblierungssysteme (Büros, Laboratorien), Schrankmöbel (Stahl, Stahl nicht rostend, Aluminium, Holzwerkstoff, Kunststoff, Holz)	30	1
Möblierungssysteme (Kontrollräume, Leitstellen)	25	1
Möblierungssysteme (Schulungsräume, Schulen), Garderobeneinrichtungen (Stahl, Stahl nicht rostend, Messing, Holz, Aluminium)	20	2
Garderobeneinrichtungen (Kunststoff), Möblierungssysteme (Kantinen, Rechenzentren)	15	3
Möblierungssysteme (Bildschirmarbeitsplätze, Konferenzräume)	10	4

Quelle: BBSR (Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung im Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung (BBR))