

22

# SCHÄDENFREIES BAUEN

Herausgegeben von Ralf Ruhnau  
Begründet von Günter Zimmermann

## Wolfram Steinhäuser

# Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen

## 2., vollständig neu bearbeitete Auflage

Fraunhofer IRB Verlag

Wolfram Steinhäuser

## **Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen**



## **Schadenfreies Bauen**

Herausgegeben von Dr.-Ing. Ralf Ruhnau  
Begründet von Professor Günter Zimmermann

Band 22

# **Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen**

Von  
Wolfram Steinhäuser

2., vollständig neu bearbeitete Auflage

Fraunhofer IRB Verlag

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek:  
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen  
Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über [www.dnb.de](http://www.dnb.de) abrufbar.

ISSN: 2367-2048  
ISBN (Print): 978-3-7388-0000-5  
ISBN (E-Book): 978-3-7388-0001-2

Lektorat: Claudia Neuwald-Burg  
Redaktion: Annemarie Klepacci  
Herstellung: Gabriele Wicker  
Umschlaggestaltung: Martin Kjer  
Satz: Manuela Gantner – Punkt, STRICH.  
Druck: Offizin Scheufele Druck und Medien GmbH & Co. KG, Stuttgart

Die hier zitierten Normen sind mit Erlaubnis des DIN Deutsches Institut für Normung e. V.  
wiedergegeben. Maßgebend für das Anwenden einer Norm ist deren Fassung mit dem neuesten  
Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10787 Berlin, erhältlich ist.

Alle Rechte vorbehalten.  
Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die  
über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung  
des Fraunhofer IRB Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen,  
Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.  
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht  
zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-  
Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften.  
Sollte in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z. B. DIN,  
VDI, VDE) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert werden, kann der Verlag keine Gewähr für  
Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen. Es empfiehlt sich, gegebenenfalls für die  
eigenen Arbeiten die vollständigen Vorschriften oder Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung  
hinzuzuziehen.

© by Fraunhofer IRB Verlag, 2018  
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB  
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart  
Telefon +49 711 970-25 00  
Telefax +49 711 970-25 08  
irb@irb.fraunhofer.de  
[www.baufachinformation.de](http://www.baufachinformation.de)

# Fachbuchreihe Schadenfreies Bauen

Bücher über Bauschäden erfordern anders als klassische Baufachbücher eine spezielle Darstellung der Konstruktionen unter dem Gesichtspunkt der Bauschäden und ihrer Vermeidung. Solche Darstellungen sind für den Planer wichtige Hinweise, etwa vergleichbar mit Verkehrsschildern, die den Autofahrer vor Gefahrstellen im Straßenverkehr warnen.

Die Fachbuchreihe SCHADENFREIES BAUEN stellt in vielen Einzelbänden zu bestimmten Bauteilen oder Problemstellungen das gesamte Gebiet der Bauschäden dar. Erfahrene Bausachverständige beschreiben den Stand der Technik zum jeweiligen Thema, zeigen anhand von Schadensfällen typische Fehler auf, die bei der Planung und Ausführung auftreten können, und geben abschließend Hinweise zu deren Sanierung und Vermeidung.

Für die tägliche Arbeit bietet darüber hinaus die Volltextdatenbank SCHADIS die Möglichkeit, die gesamte Fachbuchreihe online als elektronische Bibliothek zu nutzen. Die Suchfunktionen der Datenbank ermöglichen den raschen Zugriff auf relevante Buchkapitel und Abbildungen zu jeder Fragestellung ([www.irb.fraunhofer.de/schadis](http://www.irb.fraunhofer.de/schadis)).

## Der Herausgeber der Reihe

Dr.-Ing. Ralf Ruhnau ist öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für Betontechnologie, insbesondere für Feuchteschäden und Korrosionsschutz, außerdem ö. b. u. v. Sachverständiger für Schäden an Gebäuden. Als Partner der Ingenieurgemeinschaft CRP GmbH, Berlin, und in Fachvorträgen befasst er sich vor allem mit Bausubstanzbeurteilungen sowie bauphysikalischer Beratung für Neubau und Sanierungsvorhaben. Seit 2016 ist er Präsident der Baukammer Berlin. Er war mehrere Jahre als Mitherausgeber der Reihe aktiv und betreut sie seit 2008 alleinverantwortlich.

## Der Begründer der Reihe

Professor Günter Zimmermann (†) war von 1968 bis 1997 ö. b. u. v. Sachverständiger für Baumängel und Bauschäden im Hochbau. Er zeichnete 33 Jahre für die BAUSCHÄDEN-SAMMLUNG im Deutschen Architektenblatt verantwortlich. 1992 rief er mit dem Fraunhofer IRB Verlag die Reihe SCHADENFREIES BAUEN ins Leben, die er anschließend mehr als 15 Jahre als Herausgeber betreute. Er ist der Fachwelt durch seine Gutachten, Vortrags- und Seminartätigkeiten und durch viele Veröffentlichungen bekannt.

## Vorwort des Herausgebers zur zweiten Auflage

Bodenbeläge, ob in der privaten Wohnung oder im Büro, sind eine Visitenkarte des Raumes, ständig präsent und im Blick des Nutzers. Schon kleine Abweichungen vom gewünschten Sollzustand führen häufig zu Streitigkeiten zwischen Bauherrn, Planern und Ausführenden. Allein schon die Frage zu klären, ob überhaupt ein Mangel oder ein Schaden vorliegt, setzt die genaue Kenntnis von Sollvorgaben im Regelwerk und ein hohes Maß an Praxiserfahrung voraus. Die Ursachensuche im Spannungsfeld zwischen Untergrundbeschaffenheit, Verlegefehlern oder ungeeigneter Materialwahl erfordert nicht nur umfassendes Wissen über die Bodenbeläge an sich, sondern ebenso über die Einflüsse von Estrichuntergründen, Feuchteinwirkungen oder auch Emissionen aus den Baustoffen.

Der neue Autor des Bandes 22 SCHÄDEN AN ELASTISCHEN UND TEXTILEN BODENBELÄGEN, Wolfram Steinhäuser, deckt genau dieses breite Spektrum an Wissen und Erfahrung ab und hat es dankenswerterweise übernommen, dieses in der vorliegenden zweiten, völlig neu bearbeiteten Auflage dem Leser zur Verfügung zu stellen. Damit ist die erste Auflage von Hans-Joachim Scheewe nicht nur überarbeitet, sondern umfangreich ergänzt und erweitert worden.

Wolfram Steinhäuser hat mit diesem Buch ein hervorragendes Kompendium verfasst, um Schäden und Mängel der Bodenbelagsbranche zu erkennen und zu beurteilen. Darüber hinaus gibt er dem Leser fundierte Hinweise zur Schadensvermeidung. Damit sind Planer, Ausführende und Sachverständige gleichermaßen angesprochen. Ich danke Herrn Steinhäuser für dieses Werk und wünsche den Lesern maximalen Erkenntnisgewinn.

Berlin im April 2018

Ralf Ruhnau

# Vorwort des Autors

Im Herbst 2016 habe ich die Aufgabe übernommen, das Buch von Hans-Joachim Scheewe **SCHÄDEN AN ELASTISCHEN UND TEXTILEN BODENBELÄGEN** zu überarbeiten und auf den neusten technischen Stand zu bringen. Dabei ist mir aufgefallen, dass sich vieles verändert hat, aber auch einiges ohne Weiteres übernommen werden kann. Herr Scheewe hat zahlreiche Fußbodenprobleme theoretisch bearbeitet, besonders hilfreich sind aber die vielen Beispiele aus der Baupraxis, die auch heute noch ihre Gültigkeit haben und von denen einige übernommen wurden.

In diesem Buch werden Schäden und Mängel aus der Bodenlegerpraxis sowie deren Ursachen vorgestellt, wie sie tagtäglich auf Baustellen und bei Kunden anzutreffen sind. Das betrifft Schäden und Mängel an Untergründen, Schäden durch Feuchteinwirkung, durch ungenügende Untergrundvorbereitung, durch Verlegefehler, durch unzureichende Rutschhemmung, durch Fehler bei der Verlegung von elektrisch leitfähigen und antistatischen Bodenbelägen sowie durch falsche Reinigung und Pflege. Aber auch Mängel an den Bodenbelägen selbst sind zu beachten. Einen besonderen Schwerpunkt stellen die Gerüche und Emissionen aus dem Fußboden dar. Hier ist die Sensibilität aller Beteiligten besonders hoch. Diese Aufzählung erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Auf den Rechtsbegriff des Mangels wird in den folgenden Ausführungen nicht eingegangen, das ist Sache der Juristen und Gerichte. In der Baupraxis ist ein Gewerk frei von Sachmängeln, wenn es die vereinbarte Beschaffenheit besitzt. In der Regel werden vertraglich bindende Abmachungen über Art, Güte oder Qualität des herzustellenden Gewerks getroffen. Weicht das vom Auftragnehmer hergestellte Gewerk von dem vertraglich Geschuldeten negativ ab, dann ist das Gewerk mangelhaft. Hier taucht dann häufig die Frage nach der Hinnehmbarkeit kleinerer Mängel auf. Mit dem Bauherrn kommt es dann nicht selten zu Streitigkeiten darüber, welche Unregelmäßigkeiten dieser hinnehmen muss. Deshalb ist es erforderlich, zulässige Grenzwerte im Gewerk Bodenbelagarbeiten festzulegen, die vom Bauherrn zu akzeptieren sind. Dazu soll in diesem Buch beispielhaft eingegangen werden, wobei manche Grenzwerte auch unter Sachverständigen und Fachleuten umstritten sind. Hier muss dann letztendlich das Gericht entscheiden. Bei Unregelmäßigkeiten geht es in erster Linie auch im Bodenbelagsgewerk um optische Beeinträchtigungen. Über optische Beeinträchtigungen lässt sich immer streiten. Wann das Erscheinungsbild des verlegten Bodenbelages völlig mangelfrei ist, das ist im wahrsten Sinne des Wortes manchmal reinste

**Ansichtsache.** Erhöhte optische Ansprüche sollten ausdrücklich vertraglich vereinbart werden.

Der Bodenleger muss seine Leistungen auf einem Untergrund ausführen, das betrifft den Boden- und auch den Wandbereich, an dem er die Sockelleisten befestigen muss. Häufig gehen die Meinungen der Sachverständigen weit auseinander, wenn es um das Wissen über Untergründe und die Prüf- und Hinweispflichten geht. Das zeigen zahlreiche Gerichtsurteile. Bei den Neuuntergründen ist diese Problematik nicht ganz so dramatisch. Hier kann man jedem Sachverständigen empfehlen, beim Bauherrn, Architekten, Bauleiter oder am besten gleich beim Estrichleger nachzufragen, welcher Estrich tatsächlich eingebaut wurde. Die Betonung liegt hier auf tatsächlich eingebaut. Es gab und gibt immer wieder Baustellen, wo beispielsweise Zementestrich in der Ausschreibung steht und tatsächlich ein Schnellestrich eingebaut wurde. Besonders problematisch sind mineralische Sonderstriche, denn anhand von Farbe, Körnung, Textur, Ebenheit oder Fugenbild kann der Sachverständige unmöglich erkennen, welcher Estrich tatsächlich eingebaut wurde und was er bei der Verlegung auf diesen Untergrunde besonders zu beachten ist. Altuntergründe sind häufig besonders problematisch. Deshalb heißt es im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [18]: »Um einen alten Untergrund richtig zu bewerten, muss bauseits eine Dokumentation der vorhandenen Schichten vorgelegt bzw. eine umfangreiche Analyse veranlasst werden. Dafür hat der Auftraggeber Sorge zu tragen. Die Tragfähigkeit des zu belegenden Untergrundes ist durch den Auftraggeber oder Planer neu zu bewerten, nicht nur bei Nutzungsänderung. Alte und genutzte Bodenbeläge sowie Rückstände von Klebstoffen und Spachtelmassenschichten sind als Verlegeuntergrund immer problematisch und oft Ursache späterer Schäden. Zur Vermeidung möglicher Risiken müssen diese beseitigt werden. Wenn in Ausnahmefällen eine Verlegung auf diesen alten Untergründen erfolgen soll, entsteht ein hohes Risiko. Eine konkrete Ausschreibung und Beauftragung ist erforderlich. Durch evtl. auftretende chemische Wechselwirkungen zwischen Altuntergrund und Neuaufbau können Geruchsbelästigungen entstehen. Zudem kann es zu Problemen im Haftverbund zwischen den aufzubringenden Materialien oder Abweichungen von den angegebenen technischen Parametern (Eindruckverhalten, Brandverhalten etc.) kommen. Das Haftungsrisiko für Bodenbelagsarbeiten, die auf Anordnung des Auftraggebers auf verbleibenden Restschichten (z. B. alte Klebstoffreste) ausgeführt werden, liegt nicht beim Auftragnehmer.« Diese Ausagen sind zwar vollkommen richtig und nur zu begrüßen, aber leider nur theoretischer Natur. Bauherrn und Planer verzichten schon aus Kostengründen auf umfangreiche Analysen und auf die Überprüfung der Tragfähigkeit des Altuntergrundes. Hier herrscht die Meinung vor, der Altuntergrund habe die vergangenen 50 Jahre funktioniert, warum solle er nicht auch die nächsten Jahrzehnte schadensfrei überstehen. In den meisten Fällen geht das auch gut, Aber wenn es zum Schadensfall

aufgrund von Problemen mit dem Altuntergrund kommt, kann es teilweise sehr teuer werden. Im Schadensfall und bei Reklamationen müssen dann die Sachverständigen eine umfangreiche Analyse der vorhandenen Schichten durchführen und die Tragfähigkeit sowie die Geruchsbelästigung bewerten.

Dieses Buch zeigt nicht nur mögliche Schäden und Mängel in der Bodenbelagsbranche auf, es will auch vor diesen Schäden und Mängeln warnen und Hinweise zur Vermeidung geben. Was ist zu beachten, damit Schäden und Mängel erst gar nicht entstehen! Vorbeugen ist bekanntlich besser als heilen. Dieses Buch will aber auch Sachverständigen helfen, die Ursachen der Schäden und Mängel etwas leichter zu finden. In der Baupraxis ist es doch häufig so, dass vor allem die Sachverständigen Sherlock Holmes spielen müssen, um mit einer sehr intensiven Detektivarbeit die wahren Schadensursachen herauszufinden. Eine Vollständigkeit der möglichen Schäden und Mängel kann von diesem Buch aber nicht erwartet werden. Es gibt auch keine Patentrezepte, nach denen Schäden beseitigt werden können. Jeder Schadensfall muss für sich bearbeitet und analysiert werden. Anschließend sind die notwendigen Maßnahmen zur Schadensbeseitigung festzulegen. Eine Auflistung der Schadensbeseitigungsmaßnahmen ist deshalb in diesem Buch nicht möglich.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Übersicht über elastische und textile Bodenbeläge</b>	15
1.1	Einleitung	15
1.2	Klassifizierung elastischer, textiler und Laminat-Bodenbeläge nach DIN EN ISO 10874 (früher EN 685)	16
1.3	DIN EN 14041 – Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Wesentliche Eigenschaften	17
1.4	Elastische Bodenbeläge	24
1.5	Textile Bodenbeläge	36
1.6	Genormte Begriffe	41
1.7	Technische Regeln für elastische und textile Bodenbeläge	41
<b>2</b>	<b>Schäden und Mängel an Untergründen</b>	43
2.1	Verantwortlichkeiten	43
2.2	Prüf- und Hinweispflichten	43
2.3	Festigkeit und Tragfähigkeit	45
2.4	Dauertrockenheit	49
2.5	Saugfähigkeit	54
2.6	Schwinden	59
2.7	Oberflächenfestigkeit	60
2.8	Verunreinigte Oberflächen	68
2.9	Probleme mit geglätteten Betondecken	70
2.10	Maßtoleranzen und Ebenheiten	71
2.11	Anschlusshöhen von Fussböden	76
2.12	Fugen, Risse, Einbrüche, Fehlstellen	79
2.13	Treppen	98
2.14	Verlegeunterlagen	104
2.15	Korrosionsschäden an Heizungsrohren	105

<b>3</b>	<b>Schäden durch Feuchteeinwirkung</b>	109
3.1	Belegreife und Feuchtemessung	109
3.1.1	Mineralischen Estriche und Betonuntergründe	109
3.1.2	Sonderestriche	114
3.1.3	Heizestriche	117
3.1.4	Wände	122
3.1.5	Holzuntergründe	124
3.1.6	Trockenestriche, Span- und OSB-Platten	125
3.2	Feuchteschäden – Ursachen und Auswirkungen	125
3.2.1	Häufigste Ursachen für Feuchteschäden	126
3.2.2	Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Untergründe	128
3.2.3	Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Verlegewerkstoffe und Oberbeläge	128
3.3	Richtige Untergrundtrocknung	129
<b>4</b>	<b>Schäden durch ungenügende Vorbereitung des Untergrundes</b>	133
4.1	Mechanische Untergrundvorbereitung	133
4.2	Schäden durch mangelhafte Untergrundvorbereitung	134
4.2.1	Oberflächenbehandlungs- und Pflegemittel	134
4.2.2	Restklebstoffe und Restspachtelmassen	134
4.2.3	Alte Bodenbeläge	140
4.2.4	Dielenböden	140
4.2.5	Holzwerkstoffplatten	143
4.3	Fehler beim Grundieren der Untergründe	148
4.3.1	Grundierungen und Vorstriche	148
4.3.2	Dispersionsvorstriche	149
4.3.3	Lösemittelvorstriche	151
4.3.4	Reaktionsharzvorstriche	152
4.4	Fehler beim Spachteln mit mineralischen Spachtelmassen	155
4.4.1	Anwendung und Verarbeitung mineralischer Spachtelmassen	155
4.4.2	Klumpenbildung in der Spachtelmasse	158
4.4.3	Überwässerung der Spachtelmasse	160
4.5	Abplatzen der Spachtelmasse vom Untergrund – zehn vermeidbare Schadensursachen	161

<b>5</b>	<b>Schäden aufgrund von Verlegefehlern</b>	165
5.1	Beurteilen von Verlegefehlern	165
5.2	Verlegefehler allgemein	165
5.3	Verlegefehler bei textilen Bodenbelägen	166
5.4	Verlegefehler bei Nadelvliesbelägen	172
5.5	Verlegefehler bei Linoleumbelägen	176
5.6	Verlegefehler bei Kautschukbelägen	179
5.7	Verlegefehler bei Korkbelägen	181
5.8	Verlegefehler bei PVC-/CV-Belägen	182
5.9	Typische Schadensfälle bei PVC-Designbelägen	186
5.10	Blasen und Beulen in elastischen Bodenbelägen	195
5.11	Schäden durch falsche Klebstoffauswahl und falsche Verarbeitung der Klebstoffe	202
5.12	Schäden an Sockelleisten	206
<b>6</b>	<b>Fehler bei der Reinigung und Pflege von Bodenbelägen</b>	211
6.1	Schadenskompendium	212
<b>7</b>	<b>Mängel an Bodenbelägen</b>	219
7.1	Grundlagen für die Auswahl	219
7.1.1	Elastische Bodenbeläge	220
7.1.2	Textile Beläge	222
7.1.3	Mängel durch falsche Auswahl	224
7.2	Maßabweichungen	225
7.2.1	Verlegetechnisch relevante Toleranzen für elastische Bodenbeläge	225
7.2.2	Verlegetechnisch relevante Toleranzen für textile Bodenbeläge	229
7.3	Musterverzüge	230
7.4	Shading	233
7.5	Farbveränderungen und Farbabweichungen	235
7.5.1	Farbechtheit	236
7.5.2	Farbabweichung und Farbtonabweichung	242
7.6	Chemikalienbeständigkeit	246
7.7	Vergilbungen	248

<b>8</b>	<b>Gerüche und Emissionen aus dem Fußboden</b>	251
8.1	Geruchsbelästigungen	251
8.2	Grundlegende Hinweise zu Gerüchen und Emissionen	252
8.3	Hinweise zur Feststellung und Bewertung von Gerüchen	253
8.4	Auslösefaktoren für Gerüche	255
8.5	Gerüche aus Verlegewerkstoffen und Bodenbelägen	261
8.6	Absperren von Gerüchen aus Untergründen	269
<b>9</b>	<b>Unzureichende Rutschhemmung/Gleitwiderstand</b>	273
9.1	Vorschriften	273
9.2	Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr	274
9.3	Anforderungen in Sporthallen	277
9.4	Nassbelastete Barfußbereiche	277
<b>10</b>	<b>Schäden bei elektrisch leitfähigen und anistatischen Bodenbelägen</b>	279
10.1	Gefährdungspotenzial	279
10.2	Begriffe und allgemeine Hinweise	280
10.3	Ableitfähige Verlegesysteme	281
10.4	Schadensbeispiele	283
<b>11</b>	<b>Bewertung von Mängeln und Schäden von Bodenbelägen</b>	287
<b>12</b>	<b>Literaturdokumentation</b>	291
12.1	Technische Regeln	291
12.2	Fachliteratur	295
12.3	Normenverzeichnis – Stand Mai 2018	295
12.4	Literaturverzeichnis	298
	<b>Stichwortverzeichnis</b>	303

# 1 Übersicht über elastische und textile Bodenbeläge

## 1.1 Einleitung

Mit der Bezeichnung elastische und textile Bodenbeläge fasst man alle vorgefertigten Bodenbeläge zusammen, die entweder in Bahnen oder Platten angeboten werden und die in erster Linie dazu dienen, Böden von Wand zu Wand zu bekleiden. Abgepasste Teppiche oder Bodenbeläge aus anderen Materialien, die einzeln oder kleinformatig verwendet werden und nicht dazu dienen, Räume vollständig auszulegen, zählen nicht zu dieser Art Bodenbeläge und werden in diesem Buch nicht berücksichtigt.

In den Normen DIN ISO 2424 [1] und DIN EN 12466 [2] sind für textile bzw. elastische Bodenbeläge international vereinbarte Begriffe fixiert. Im Warenverkehr als auch bei Ausschreibungen sollten diese Begriffe verwendet werden, um Missverständnissen vorzubeugen. Den deutschen Begriffen sind in der DIN EN 12466 [2] die jeweiligen englischen und französischen Begriffe gegenübergestellt. In der DIN ISO 2424 werden die deutschen Begriffen den englischen gegenübergestellt. In der DIN EN 923 sind die Definitionen und Bezeichnungen für Klebstoffe zusammengefasst.

Für das Verlegen von elastischen und textilen Bodenbelägen gilt die ATV DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [3]. Sie gilt für die Verlegung von elastischen Bodenbelägen in Bahnen, Planken und Platten, wie:

- Linoleum,
- Bodenbelägen aus Polyvinylchlorid (PVC),
- Bodenbeläge aus Polyurethan,
- Bodenbeläge aus Natur- und Synthesekautschuk,
- Bodenbeläge aus Presskork,
- Bodenbeläge auf Basis synthetischer Thermoplaste,
- Bodenbeläge mit besonderen Eigenschaften,
- sowie andere.

Weiterhin gilt die ATV DIN 18365 [3] für die Verlegung von Schichtstoff-Elementen mit üblicher Klick- oder Nut-/Feder-Verbindung, auch als mehrschichtige modulare Fußbodenelemente bezeichnet, wie:

- Laminatböden,
- Fußbodenpaneele für lose/schwimmende Verlegung, beispielsweise mit Linoleum- oder Korkoberschicht,
- sowie andere.

Außerdem gilt sie für die Verlegung von textilen Bodenbelägen in Bahnen Fliesen, Planken und Platten, wie:

- Polteppiche, beispielsweise gewebt oder getuftet,
- Nadelvlies-Bodenbeläge,
- Kugelgarn-Bodenbeläge,
- Polvlies-Bodenbeläge,
- Flachteppiche,
- und andere.

Die Normen, Merkblätter, Hinweisblätter, Herstellerrichtlinien und Regelwerke für Untergründe, Bodenbeläge und Verlegewerkstoffe haben zwischenzeitlich einen Umfang erreicht, der für Sachverständige, Planer, Architekten, Verarbeiter aber auch Bauherrn und Verbraucher schwer überschaubar ist, vor allem auch deshalb, weil diese Unterlagen ständiger Bearbeitung und Veränderungen unterliegen. Bodenbeläge werden beispielsweise in so vielen Varianten angeboten, dass Erfahrungen und Spezialkenntnisse selbst für Fachleute schwer auf dem neusten Stand zu halten sind. Eine umfangreiche Normung und eine Kennzeichnungspflicht nach gesetzlichen Vorgaben sind deshalb unabdingbar.

## 1.2 Klassifizierung elastischer, textiler und Laminat-Bodenbeläge nach DIN EN ISO 10874 (früher EN 685)

DIN EN ISO 10874 [4] legt ein Klassifizierungssystem auf der Basis der Spezifikationen der jeweiligen Bodenbeläge fest. Diese Klassifizierung beinhaltet praktische Anforderungen an Verwendungsbereiche und Nutzungsintensität. Sie ist an die Anforderungen gebunden, die in den zutreffenden internationa-  
nalen Normen für jede Art von Bodenbelägen festgelegt sind. Diese internationale Norm gibt Herstellern, Sachverständigen, Planern, Architekten, Verarbeitern, Bauherrn und Verbrauchern einen Leitfaden, der diese in die Lage versetzt, die jeweils geeignete Klasse von Bodenbelägen für den vor-

gesehenen Verwendungsbereich oder für spezielle Räume festzulegen. In der DIN ISO 10874 wird das Klassifizierungssystem erläutert. Die Klassifizierung wurde nach Wohnbereich, gewerblichem Bereich und leichtindustriellem Bereich vorgenommen. Für jeden dieser Bereiche hat man Klassen im Hinblick auf die Nutzungsintensität festgelegt. Die Klassen werden in Ziffern und Piktogrammen dargestellt. So gelten beispielsweise für den Wohnbereich die Klassen 21–23, für den gewerblichen Bereich die Klassen 31–34 und für den leichtindustriellen Bereich die Klassen 41–43. Zu diesen Klassen sind bestimmte Räume zugeordnet. Die Hersteller der Bodenbeläge stufen ihre Produkte entsprechend diesen Klassen ein. Die Auswahl und die Vorgabe des Bodenbelages durch den Bauherrn, Auftraggeber, Planer, Architekt und Verarbeiter muss den Anforderungen an die jeweiligen Räumlichkeiten und den Beanspruchungsklassen entsprechen. Es muss also ein Bodenbelag ausgewählt werden, der beispielsweise für den Raum der Klasse 33 ebenfalls in Klasse 33 oder höher eingestuft ist. Der Planer kann aber auch entscheiden, ob eine niedrigere Klasse als die für den Verwendungsbereich empfohlene geeignet ist. Außer der Nutzungsintensität sind natürlich auch andere Eigenschaften der Produktspezifikationen zu beachten. Bodenbeläge sind auch nur dann für die jeweiligen Einsatzbereiche geeignet, wenn eine abgestimmte Reinigung und Pflege, eine entsprechende Farbgebung und eine genügende Anzahl von Sauberlaufzonen gewährleistet ist. Unbedingt zu beachten ist auch die Tatsache, dass die Klassifierungsklassen keine Aussagen zu mechanisch verursachten Gebrauchsspuren zulassen. Die Norm bietet den Vorteil des einheitlichen Produktvergleichs auf dem europäischen Markt. Außerdem entfallen Nachprüfungen und Klassifizierungen in Importländern sowie Verschleierungstaktiken für Produkte, die der Klassifizierung nicht standhalten.

### 1.3 DIN EN 14041 – Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Wesentliche Eigenschaften

Diese Norm [5] legt die Anforderungen an die wesentlichen Produkteigenschaften von Bodenbelägen fest für:

- elastische Bodenbeläge, hergestellt aus Kunststoff, Linoleum, Kork oder Gummi, außer lose liegenden Matten,
- textile Bodenbeläge, außer lose liegende Matten und abgepasste Teppiche,
- modulare, mehrlagige, schwimmende Bodenpaneele mit einem mechanischen Schließsystem.

Diese Norm reproduziert die Anlage(n) zur Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit vom/von Produkte(n), zu welchen das Produkt

eingereicht werden muss. Die Produkte sind für den Einsatz als Bodenbeläge innerhalb eines Gebäudes nach den Angaben des Herstellers bestimmt. Dieses Dokument legt die Anforderungen im Hinblick auf Gesundheit, Sicherheit und Energieeinsparung fest.

Nach den Bestimmungen der Europäischen Kommission zählen elastische und textile Bodenbeläge nach der harmonisierten Norm EN 14041 zu den Bauprodukten. Für Bauprodukte gilt die europäische Bauproduktenverordnung (BauPVO, Verordnung EU 305/2011), die seit dem 01.07.2013 in Kraft ist. Der Rat der Europäischen Union und das Europäische Parlament haben auf Vorschlag der Europäischen Kommission am 9. März 2011 eine neue Verordnung zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten erlassen. Diese Verordnung ersetzt seit Juli 2013 die Bauproduktenrichtlinie (89/106/EWG). Diese Verordnung verlangt von Bauprodukten, dass diese einige **Wesentliche Anforderungen** erfüllen. Die Erfüllung dieser Anforderungen muss durch eine Komformitätsbescheinigung des jeweiligen Herstellers attestiert sein. Durch das Anbringen der CE-Kennzeichnung (CE = Certified Europe) auf dem Produkt, auf einem angebrachten Etikett, auf der Verpackung oder auf den kommerziellen Begleitpapieren wird die Erfüllung dieser Anforderungen bestätigt. Mit dem Anbringen der CE-Kennzeichnung bestätigt der jeweilige Hersteller nur die Erfüllung der harmonisierten Norm in Bezug auf die **Wesentlichen Anforderungen** im Zustand der Auslieferung. Die CE-Kennzeichnung muss also angebracht sein, bevor das Produkt in den Markt kommt. Das CE-Kennzeichen ist kein Prüf- oder Qualitätskennzeichen, sondern ein vom Hersteller anzubringendes Verwaltungszeichen, das die Freiverkehrsfähigkeit des Bauproduktes im Europäischen Binnenmarkt zum Ausdruck bringt. Es sagt auch nichts über die übrigen Eigenschaften der Bodenbeläge aus. Ohne CE-Kennzeichnung dürfen elastische und textile Bodenbeläge nicht in den Staaten der EU vertrieben werden (Verkaufs- und Handelsverbot). Ausgenommen von dieser Regelung sind abgepasste Teppiche, Matten und Läufer. Bodenbeläge nach EN 14041 müssen in den Mitgliedsstaaten des Europäischen Wirtschaftsraums (EU und EFTA-Staaten mit Ausnahme der Schweiz) eine CE-Kennzeichnung tragen.

Zu den **Wesentlichen Anforderungen** an Bodenbeläge macht die Leistungserklärung bzw. CE-Kennzeichnung Angaben zu folgenden grundlegenden Eigenschaften:

- Brandverhalten,
- Gefährliche Stoffe (Gehalt an Pentachlorphenol (PCP) / Emission von Formaldehyd),
- Wasserdichtigkeit,
- Gleitwiderstand (Rutschhemmung),

- Elektrisches Verhalten (statische Elektrizität, Antistatik),
- Wärmeleitfähigkeit,
- Schallschutz.

## Brandverhalten

Die brandschutztechnische Einstufung von Bauteilen und Baustoffen erfolgt nach DIN EN 13501-1 KLASIFIZIERUNG VON BAUPRODUKTEN UND BAUARTEN ZU IHREM BRANDVERHALTEN [6]. Diese Norm ist das europäische Pendant zur Klassifizierung von Baustoffen nach DIN 4102 [7]. In der DIN EN 13501-1 werden sieben europäische Baustoffklassen unterschieden: A1, A2, B, C, D, E und F. Eine weitere Unterteilung erfolgt nach den Brandnebenerscheinungen wie Rauchentwicklung (s = smoke, Klassen s1, s2, und s3) oder dem brennenden Abtropfen/Abfallen (d = droplets, Klassen d0, d1 und d2) von Baustoffen. Bodenbeläge sind in besondere Klassen (fl = floorings) unterteilt.

Klassifizierung des Brandverhaltens von Bodenbelägen – Beispiele:

- Nicht brennbar
  - A1 (nach DIN EN 13501-1) bzw. A1 (nach DIN 4102-1)
  - A2 – s1 d0 (nach DIN EN 13501-1 bzw. A2 (nach DIN 4102-1)
- Schwer entflammbar
  - B, C – s1 d0 oder A2, B, C – s2 d0 (nach DIN EN 13501-1) bzw.
  - B1 (nach DIN 4102-1)
- Normal entflammbar
  - D – s1 d0 oder D – s2 d0 oder D – s3 d0 (nach DIN EN 13501-1) bzw.
  - B2 (nach DIN 4102-1)
- Leicht entflammbar
  - F (nach DIN EN 13501-1) bzw. B3 (nach DIN 4102-1)

Die Brandschutzauglichkeit von Bodenbelägen wird von anerkannten, unabhängigen Stellen, wie beispielsweise Materialprüfungsämtern, geprüft. Die internationalen Prüfmethoden sind in DIN EN ISO 9239-1 – RADIANT PANEL TEST [8] und DIN EN 11925-2 – KLEINBRENNERTEST [9] erfasst. Anhand der Prüfergebnisse werden die Bauprodukte eingestuft. Wenn Brandklassen gefordert sind, müssen diese vom Planer angegeben werden. Die Klassifizierung von Bauteilen anhand von Brandversuchen erfolgt in den sogenannten Feuerwiderstandsgruppen: F30, F60, F90, F120 und F180. Die Feuerwiderstandsgruppen geben die Zeittdauer in Minuten an, die das Bauteil beim Brandversuch Widerstand leistet. In diesem Zusammenhang werden Fußbodenkonstruktionen als Bestandteil von Decken betrachtet.

Elastische und textile Bodenbeläge gehören zu den brennbaren Baustoffen. Das Verhalten im Brandfall ist eine wesentliche und sicherheitsrelevante Eigenschaft, die für Bodenbeläge in der CE-Kennzeichnung erfasst wird. Entscheidend für den vorbeugenden Brandschutz ist es, in welchen Bereichen der Bodenbelag verlegt werden soll.

In Deutschland wird für den privaten Wohnbereich in der Regel die Baustoffklasse (umgangssprachlich auch Brandklasse genannt) Efl, (B3 nach DIN 4102-1 leicht entflammbar) gefordert. Diese Eignung kann einmal durch die Materialzusammensetzung und die Konstruktion, zum anderen durch den sogenannten Kleinbrennertest nach EN ISO 11925-2 PRÜFUNG ZUM BRANDVERHALTEN – ENTZÜNDBARKEIT VON PRODUKTEN BEI DIREKTER FLAMMEINWIRKUNG [9] nachgewiesen werden. Hier wird die Entzündbarkeit eines Bodenbelages festgestellt. Textile Bodenbeläge für den Wohnbereich enthalten in der Regel keine Flammenschutzmittel, da diese Beläge aufgrund ihrer Materialzusammensetzung und Gestaltung von Haus aus normal entflammbar sind. Somit erfüllen sie die Mindestanforderungen hinsichtlich des Brandverhaltens von Bauprodukten. Der Einsatz von Flammenschutzmitteln kann dann erforderlich sein, wenn höhere brandschutztechnische Anforderungen an Teppichböden oder Nadelvliesbeläge gestellt werden. Hier handelt es sich dann um schwerentflammable textile Bodenbeläge, die nach der europäischen Norm EN 13501-1 [6] als Cfl-s1 oder Bfl-s1 eingestuft sind.

Im Objektbereich (öffentliche Gebäude, Theater, Hotels, Kinos usw.) werden häufig höhere Anforderungen an das Brandverhalten gestellt. In der Regel wird hier die Baustoffklasse Cfl-s1 (B1 nach DIN 4102 schwer entflammbar) gefordert. Diese Eigenschaft eines Bodenbelages kann durch eine Klassifizierung gemäß EN 13501-1 KLASIFIZIERUNG VON BAUPRODUKTEN UND BAUARTEN ZU IHREM BRANDVERHALTEN [6] nachgewiesen werden.

In Aufenthaltsräumen mit erhöhten brandschutztechnischen Anforderungen ist eine Klassifizierung des Bodenbelages nicht ausreichend, hier muss eine bauaufsichtliche Zulassung für das Bauprodukt vorliegen. Diese Zulassung wird vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) nach entsprechender Begutachtung und Prüfung vergeben. Im Rahmen dieser Zulassung wird nicht nur eine Erstprüfung durchgeführt, es werden auch die Produkte und Unternehmen, die die Bodenbeläge produzieren, regelmäßig überwacht. Diese Überwachung führen Prüf-, Überwachungs- und Zertifizierungsstellen durch.

Unterlagen unter Bodenbelägen werden das Brandverhalten der Beläge verändern. Deshalb muss die Brandschutzauglichkeit im Verbund von Unterlage und Bodenbelag geprüft werden.

## Gehalt an Pentachlorphenol (PCP)

Grundsätzlich darf Pentachlorphenol in Deutschland in keinem Bodenbelag enthalten sein. Früher war es noch so. War in Bodenbelägen PCP enthalten, der nicht im Produktionsprozess zugesetzt wurde oder Bestandteil von Rohstoffen ist, musste das vom Hersteller deklariert werden. Diese Festlegung wurde gänzlich gestrichen.

## Emission von Formaldehyd

Formaldehyd kann durch Emissionsprüfungen nachgewiesen werden. In geringen Mengen kann es als Verunreinigung aus der Umwelt (natürlichen Ursprungs), als Reaktionsprodukt während der Produktion oder als Bestandteil der Rezeptur des Produkts enthalten sein. Bodenbeläge, die Formaldehyd enthalten, das bei der Produktion entsteht oder zugegeben wird, müssen geprüft werden. Nach Prüfung gem. ENV 717-1 [10] oder ENV 717-2 [10] werden formaldehydhaltige Bodenbeläge den Klassen E1 (ENV 717-1  $\leq 0,13 \text{ mg/m}^3$  und ENV 717-2  $\leq 3,5 \text{ mg/m}^2\text{h}$ -geringere Emission) oder E2 (ENV 717-1  $> 0,13 \text{ mg/m}^3$  und der ENV 717-2  $> 3,5 < 8,0 \text{ mg/m}^2\text{h}$ -höhere Emission) zugeordnet. Diese Prüfungsanforderung gilt nicht für Bodenbeläge, denen während der Herstellung oder der anschließenden Verarbeitung keine formaldehydhaltigen Materialien zugesetzt wurden. Solche Produkte brauchen nicht eingestuft werden, können jedoch ohne Prüfung als E1 eingestuft werden. Diese Prüfungsanforderungen gelten nur für Bodenbeläge, denen formaldehydhaltige Materialien während des Herstellungsprozesses zugesetzt wurden.

## Wasserdichtigkeit

In manchen Gegenden Europas wird in bestimmten Fällen Wasserdichtigkeit des verlegten elastischen Bodenbelags verlangt. Besonders in Skandinavien werden Duschen in Sanitärräumen mit im Boden integrierten Abläufen und ohne Duschwanne gestaltet. Der elastische Bodenbelag wird an den Wänden hochgezogen, sodass der ganze Raum eine Wanne bildet. Diese Räume sind als **besonderer Nassraum** definiert. Besondere Nassräume sind Badezimmer mit freistehenden Badewannen, Duschräume ohne Trennwände oder Räume, in denen der Gebrauch von Wasser erwartet werden kann. Die hier eingesetzten elastischen Bodenbeläge müssen die Anforderungen nach DIN EN 13553 [79] erfüllen.

## Gleitwiderstand

Die Oberfläche von Bodenbelägen muss so beschaffen sein, dass sie für den vorgesehenen Verwendungszweck ausreichend gleitsicher ist. Da es sich hier um eine sicherheitsrelevante Eigenschaft handelt, ist die Angabe des Gleitwiderstandes auch Gegenstand der CE-Kennzeichnung. Textile Bodenbeläge bieten die höchste Trittsicherheit. Ein Ausgleiten auf einem Teppichboden ist kaum möglich. Die Prüfung erfolgt an den Bodenbelägen im Auslieferungszustand, das heißt sauber und trocken. Für Bodenbeläge, die als rutschhemmend eingestuft sind oder für die ein Gleitwiderstand beansprucht wird, muss der Gleitreibungskoeffizient bestimmt werden. Der Gleitreibungskoeffizient soll im trockenen Auslieferungszustand nach DIN EN 13893 [11] geprüft werden. Der Gleitreibungskoeffizient muss  $\geq 0,30$  betragen und wird als technische Klasse DS deklariert. Bodenbeläge, für die kein Gleitwiderstand gefordert wird, müssen als technische Klasse NPD deklariert werden. Werden Bodenbeläge nach anderen Richtlinien rutschhemmend bewertet, muss der Gleitreibungskoeffizient zusätzlich nach DIN 51130 [12] oder DIN 51131 [13] nachgewiesen werden.

Werden an die Gleitsicherheit erhöhte Anforderungen gestellt, sind hierfür Bodenbeläge nach DIN EN 13845 ELASTISCHE BODENBELÄGE – POLYVINYLCHLORID-BODENBELÄGE MIT PARTIKELBASIERTEN ERHÖHTEN GLEITWIDERSTAND – SPEZIFIKATION [14] einzusetzen.

Elastische Bodenbeläge werden nach der Verlegung und in der laufenden Unterhaltsreinigung mit Pflegemitteln beschichtet. Dadurch können die Gleiteigenschaften der Bodenbeläge erheblich verändert werden. Deshalb muss die Kontrolle der Gleitsicherheit an Ort und Stelle erfolgen. Die Verantwortung für die Gleitsicherheit der so behandelten Bodenbeläge hat der Halter der Gebäude.

## Elektrisches Verhalten (statische Elektrizität, Antistatik)

Das elektrische Verhalten im Auslieferungszustand lässt sich in drei Punkten zusammenfassen:

- Antistatische Bodenbeläge nach DIN EN 1815 [15]. Die gemessene Körperspannung darf 2,0 kV nicht überschreiten.
- Elektrostatisch ableitende Bodenbeläge nach DIN EN 1081 [16]. Der gemessene Durchgangswiderstand darf  $10^9$  Ohm nicht überschreiten.
- Elektrisch leitfähige Bodenbeläge nach DIN EN 1081 [16]. Der gemessene Durchgangswiderstand darf  $10^6$  Ohm nicht überschreiten.

## Wärmeleitfähigkeit

Die Temperatur im Fußbodenbereich beeinflusst aufgrund des Dauerkontaktes entscheidend die Behaglichkeit der Menschen in einem Raum. Voraussetzung für die Behaglichkeit in einem Raum ist eine Lufttemperatur von 20 °C bei gleichzeitiger Bodenoberflächentemperatur zwischen 20 und 25 °C. Zahlreiche Experten sind der Meinung, dass die Bodentemperatur mit 24 °C beim Betreten mit Schuhen und beim Betreten ohne Schuhe mit 27 bis 29 °C ideal ist. Um diese Temperaturen herzustellen bzw. beizubehalten ist neben der Heizung (auch neben der Fußbodenheizung) eine ausreichend bemessene Wärmedämmung der Fußbodenkonstruktion gegenüber Kalträumen bzw. dem Untergrund erforderlich.

Bemessen werden hier der Wärmedurchlasswiderstand und die Wärmeleitfähigkeit. Der Wärmedurchlasswiderstand kennzeichnet den Widerstand, den das Bauteil gegenüber dem Wärmeabfluss leistet. Die Wärmeleitfähigkeit beschreibt den Wärmefluss durch eine ein Meter dicke Baustoffschicht bei 1 K Temperaturdifferenz. Es gilt der Grundsatz, je kleiner die Wärmeleitzahl, desto besser ist der Dämmwert. Für Bodenbeläge, die auf Fußbodenheizungen verlegt werden, ist entweder die Wärmeleitfähigkeit oder der Wärmedurchlasswiderstand nachzuweisen. Bei diesen Bodenbelägen sollte der Wärmedurchlasswiderstand einen Wert von  $0,15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  nicht überschreiten.

Textile Beläge werden meistens als wärmer empfunden, im Gegensatz beispielsweise zu keramischen Belägen oder Steinböden, deren glatte Oberfläche von vielen Menschen als kühl bezeichnet wird. Durch textile Beläge wird die thermische Behaglichkeit verbessert, da die Füße weniger Wärmeableitung erfahren und auch die Netto-Wärmeabstrahlung vom Körper zum Teppichboden geringer ist, da – bedingt durch die Faserstruktur – nur geringe speicherfähige Massen an der Oberfläche des textilen Bodens vorhanden sind. Der Wärmeabfluss zu kühleren Bereichen kann abhängig von der Teppichbodendicke erheblich gemindert werden.

## Schallschutz

Die Anforderungen an den Schallschutz im Hochbau sind in der DIN 4109 [17] festgelegt. Sie gelten unter anderem auch für vollständige Deckenkonsstruktionen einschließlich Fußböden und Unterdecken. Ziel des Schallschutzes ist es, Menschen vor unzumutbaren Belästigungen durch Schallübertragung zu schützen. Auch wenn die Anforderungen aus der DIN 4109 erfüllt werden, bedeutet das jedoch nicht, dass beispielsweise Lärm von außen oder aus der Nachbarwohnung nicht mehr wahrgenommen wird.

Entscheidend für den Lärmpegel in einem Raum ist vor allem auch die Art des Bodenbelages. Bodenbeläge mit hoher Oberflächenhärte und Steifigkeit übertragen besonders gut Trittschallgeräusche. Weich gepolsterte Bodenbeläge wie Teppichböden lassen Trittschallgeräusche nicht bzw. nur im geringen Maße entstehen. Der eingesetzte Bodenbelag hat also großen Einfluss auf den Trittschallpegel sowohl im Raum des Entstehens als auch in benachbarten Räumen. Die Körperschallminderung von Bodenbelägen wird durch das Trittschallverbesserungsmaß angegeben. Hier haben Teppichböden eindeutig einen Vorteil gegenüber glatten Belägen. Teppichböden können je nach Qualität und Ausstattung ein Trittschallverbesserungsmaß von 20 dB bis 40 dB erreichen, während glatte Beläge (Laminat, Linoleum, PVC-Beläge) in der Regel nur Werte von 5 dB bis 20 dB erzielen. Deshalb können beispielsweise in Mehrfamilienhäusern die geforderten Trittschallverbesserungsmaße nur durch Baumaßnahmen wie schwimmenden Estrich erreicht werden. Mit Teppichböden lassen sich Trittschallverbesserungsmaße von 20 dB erreichen, die keine zusätzlichen Störwirkungen in Nachbarräumen erwarten lassen. Dies ist sogar ohne schwimmende Estriche durch Konstruktionen wie Teppichböden auf Rohdecke oder Teppichboden auf Rohdecke mit Verbundestrich bzw. Estrich auf Trennlage erreichbar. Neben der Trittschallminderung kommt der Schallabsorption von Bodenbelägen eine Bedeutung bei der Minimierung von Lärm zu. Hier haben die textilen Bodenbeläge Vorteile gegenüber allen anderen Belägen. Teppichböden stellen einen porösen Schallabsorber dar, der auch den Nachhalleffekt verringert.

Da Tritt- und Luftschall besonders im Geschossbau zu den störenden Begleiterscheinungen gehören, werden in erster Linie in der Sanierung/Renovierung häufig Entkopplungssysteme eingesetzt, die den Trittschall mindern. Diese Entkopplungssysteme werden zwischen Oberbelag und dem tragfähigen Untergrund eingebaut. Entkopplungssysteme werden in unterschiedlichen Materialien und variierenden Strukturen wie Matten und Vliesten hergestellt. Sie werden lose verlegt oder fest mit dem Untergrund verklebt. Entkopplungssysteme gelten als Sonderkonstruktionen, für die es zur Zeit keine Regelwerke gibt. Hier sind die Aussagen der Hersteller maßgebend.

## 1.4 Elastische Bodenbeläge

Zu den elastischen Bodenbelägen gehören sehr unterschiedliche Ausführungen und Materialien, wie beispielsweise PVC (Polyvinylchlorid, homogen und heterogen), CV (Cushioned Vinyls), PU (Polyurethan), PO (Polyolefin), Linoleum, Kork sowie Gummi-/Kautschukbeläge. Auch Laminat zählt zur Gruppe der Elastischen Bodenbeläge. Die maßgebliche Norm ist die DIN EN 12466

ELASTISCHE BODENBELÄGE – BEGRIFFE [2]. Durch werkseitige Oberflächenausrüstungen werden elastische Bodenbeläge bereits vor, während und nach der Verlegung geschützt. Es werden die Gebrauchseigenschaften verbessert, die Kosten für Reinigung und Pflege verringert und die Werterhaltung insgesamt gesteigert.

## PVC-Bodenbeläge

Diese Bodenbeläge bestehen hauptsächlich aus Polyvinylchlorid, einem thermoplastischen Kunststoff, der zu 43 % aus Kohlen- und Wasserstoff von Erdölprodukten und zu 57 % aus dem Kochsalzbestandteil Chlor besteht. Durch den Zusatz von Weichmachern erhält das harte und spröde Ausgangsmaterial seine weichen Eigenschaften. Durch den Zusatz von Additiven und Füllstoffen werden spezifische Eigenschaften erzielt, wie beispielsweise die Beständigkeit gegen Licht- und Witterungseinflüsse.

Hergestellt werden PVC-Bodenbeläge mit und ohne Trägerschicht, geschäumt und kalandriert (gewalzt), als ein oder mehrschichtige Bahn, Fliesen oder Platten. Als Trägermaterial kommen beispielsweise Jute, Polyestervlies, Glasfaservlies, Kork oder Schaumstoffe zur Anwendung. Zum Oberflächenschutz erhalten diese Beläge häufig eine Beschichtung wie zum Beispiel Polyurethan. Ganz allgemein kann man PVC-Bodenbeläge einteilen in

- homogene PVC-Beläge (eine oder mehrere Schichten gleichen Materials),
- heterogene PVC-Beläge (mindestens zwei Schichten unterschiedlichen Materials),
- Verbundbeläge (heterogene Beläge mit zusätzlicher Trägerschicht),
- CV-Beläge oder Cushioned Vinyls (geschäumte PVC-Beläge mit strukturierter Oberfläche).

PVC-Böden werden auch als Klicksystem angeboten. Hier handelt es sich um Fußbodenpaneelle mit einer Oberschicht aus Vinyl. Die Trägerplatte besteht in der Regel aus einer Hartfaserplatte (HDF) und einer Schicht mit Kork für die Schalldämmung. Die Paneele werden unverklebt mittels Nut und Feder schwimmend verlegt.

Die wichtigsten Eigenschaften der PVC-Beläge sind vor allem die hohe mechanische und chemische Beständigkeit und die vielfältige Produktpalette. Weiterhin lassen sich diese Beläge leicht verlegen, sind wasserfest, trittsicher und antistatisch, widerstandsfähig gegenüber Korrosion sowie kostengünstig und langlebig. PVC lässt sich sehr gut einfärben. Deshalb besitzen PVC-Beläge ein breites Spektrum an Farben, Texturen, Mustern und Effekten. Alle Farben und Formen Dessins und Materialien sind miteinander kombinierbar, sodass sich sehr individuelle Bodenbeläge herstellen lassen. PVC-Beläge besitzen

aufgrund ihrer hoch verdichteten Oberfläche ein sehr gutes Abriebverhalten. In der Regel gelten diese Beläge als schwer entflammbar. Das bedeutet aber nicht, dass sie zigarettenenglutbeständig oder nicht brennbar sind. Diese Beläge können wiederaufbereitet und zur Verarbeitung neuer Produkte mit eingesetzt werden. Aufgrund dieser Vielfalt eignen sich die PVC-Beläge im privaten als auch im öffentlichen und im gewerblichen Bereich. Da sie sehr strapazierfähig sind und sich relativ gut reinigen lassen, werden sie oft in höher beanspruchten Räumen eingesetzt, wie in Kaufhäusern, Krankenhäusern, Laboren, OPs und Reinräumen. Gerade im Hinblick auf die Strapazierfähigkeit ist eine zuverlässige Klassifizierung von besonderer Bedeutung.

Vor der Verlegung sind die PVC-Beläge zu akklimatisieren, damit sie sich den erforderlichen raumklimatischen Verhältnissen anpassen können. Diese Beläge werden in der Regel auf die belegreifen Untergründe geklebt. Der einzusetzende Klebstoff hängt von der Belagsart und der zu erwartenden Beanspruchung ab. PVC-Beläge werden mit Dispersions-, Kontakt-, Pulver- und Reaktionsharzklebern sowie Trockenklebern geklebt und können thermisch verschweißt werden.

### **Designbeläge (LVT-Beläge – Luxury Vinyl Tile)**

Der klassische Designbelag ist ein heterogener, mehrschichtiger PVC-Belag. Der international gebräuchliche Begriff für Designbodenbeläge ist LVT (engl. Luxury vinyl tile). PVC-Designbeläge werden in erster Linie als einzelne Planken und Fliesen hergestellt. Diese Beläge werden hauptsächlich fest auf den Untergrund verklebt (Bild 1). Neben diesen klassischen Designbelägen zur festen Verklebung werden auch selbstklebende und selbstliegende Beläge angeboten. Designbeläge hat man früher hauptsächlich in Kaufhäusern eingesetzt. Heute findet man PVC-Designbeläge in erster Linie im privaten wie auch im gewerblichen Bereich. Verantwortlich für die sehr positive Entwicklung ist der technische Fortschritt bei den gestalterischen Möglichkeiten seit Einführung des Digitaldrucks. Der Trend bei diesen Belägen geht zu stärkeren Nutzschichten, immer besseren Holz- und Steinimitaten sowie zu längeren, breiteren und individuelleren Planken und Fliesen. Vorteilhaft ist auch die geringe Schichtdicke. Weiterhin sind diese Beläge widerstands- und strapazierfähig wie ein klassischer PVC-Belag und in der Regel mit einer werkseitigen Oberflächenausrüstung versehen.



**Bild 1** ■ PVC-Designbeläge im Objektbereich

In der Praxis werden die PVC-Designbeläge in der Mehrheit mit einem geeigneten Dispersionskleber im Nass-, Kontakt- und Haftklebeverfahren vollflächig geklebt verlegt. Es werden aber auch Reaktionsharzkleber, Trockenklebstoffe und sogenannte Rollkleber/Rollfixierungen eingesetzt. LVT-Beläge werden aus optischen Gründen nicht verschweißt. Das Fugenbild ist ein gewünschter Effekt. In hygienerelevanten Bereich ist das allerdings planerisch zu beachten.

### CV-Beläge (Cushioned Vinyls)

Geschäumte Bodenbeläge aus PVC mit strukturierter Oberfläche bezeichnet man als CV-Beläge. Bei diesen Belägen besteht die Rücken- oder Zwischenschicht zu 40–45 % aus PVC, das nach einem vorgegebenen Muster reliefartig aufgeschäumt und mit oberseitig aufgedruckten Dekor versehen wird. Die CV-Beläge bestehen weiterhin zu 15–20 % aus Weichmacher, zu 35–40 % aus Füllstoffen sowie zu 2–5 % aus Pigmenten, Stabilisatoren und Additiven. Die Herstellung geschieht im Streichverfahren auf einem Trägermaterial, beispielsweise auf Polyestervlies. Dann folgen mehrere Streichvorgänge in einem Gelierkanal bei etwa 150 °C. Anschließend wird die transparente und hochabriebfeste Nutzschicht aus PVC aufgetragen.

CV-Beläge haben eine Reihe von vorteilhaften Eigenschaften. So sind sie feuchtigkeitsbeständig, weich, fußwarm, relativ pflegeleicht und dämpfen den Trittschall. Aufgrund dieser Eigenschaften werden diese Beläge besonders vorwiegend im Wohnbereich, Küchen und auch Bädern verlegt. Allerdings werden auch für den Objektbereich geeignete Beläge hergestellt. Spitzige Gegenstände können den verlegten CV-Belag beschädigen, Stühle und Tische mit Gummifüßen können Flecken hinterlassen. Verlegte CV-Beläge sind

empfindlich gegen gewachste Möbelfüße, hohe Punktlasten, Scheuerpulver, Lösungsmittel, Lacke auf Lösemittelbasis sowie Hitze. CV-Beläge werden in der Regel mit geeigneten Dispersionsklebern geklebt.

### **Polyolefin-Bodenbeläge (PO-Beläge)**

PO-Beläge bestehen aus Polyolefinen, Kreide, Kaolin, Pigmenten und Additiven. Diese Produkte werden entsprechend der geforderten Eigenschaften der Fertigware zu einer formbaren Masse gemischt und mittels Walzen zu einem einschichtigen Belag oder zu Folien bei einer mehrschichtigen Ausführung verarbeitet. Zum Schutz der Belagoberfläche wird eine Beschichtung auf der Basis von Acryl oder Polyurethan aufgebracht. PO-Beläge sind in Bahnen und Platten konfektioniert.

Bodenbeläge aus Polyolefinen haben eine hohe mechanische und chemische Beständigkeit, sind unempfindlich gegen Flecken, geruchsneutral, recycelbar, schwer entflammbar, permanent antistatisch bei normaler Luftfeuchtigkeit, physiologisch unbedenklich und aufgrund des geringen Wärmedurchlasswiderstandes für Fußbodenheizungen geeignet. Außerdem sind thermische Nahtkantenabdichtungen möglich. Nachteilig vor allem bei der Verlegung der Beläge sind das Quellen bei Feuchtigkeitszufuhr (z.B. durch den Dispersionskleber), die hohen Maßänderungen bei Wärmebelastung und die schlechte Klebbarkeit. So muss beispielsweise die Erwärmung des Belages durch Sonneneinstrahlung solange vermieden werden, bis der Klebstoff eine ausreichende Klebkraft entwickelt hat. Insgesamt betrachtet ist der Polyolefinbelag ein anspruchsvolles Produkt, das besonderes Können und viel Sorgfalt bei der Verarbeitung erfordert.

Diese Bodenbeläge eignen sich für den Wohn- und Objektbereich und können auch in Feuchträumen verlegt werden. Aufgrund ihrer Strapazier- und Reinigungsfähigkeit werden sie vor allem in Räumen mit hoher Nutzungs frequenz und hohen Hygieneansprüchen eingesetzt.

### **Polyurethan-Bodenbeläge**

Unter dem Begriff Polyurethan-Bodenbeläge versteht man homogene und heterogene Bodenbeläge mit duroplastischen Eigenschaften. Ein homogener Bodenbelag aus Polyurethan besteht aus einer oder mehreren Schicht(en) gleicher Zusammensetzung aus Polyurethan. Ein heterogener Bodenbelag aus Polyurethan besteht aus einer Nutzschicht und anderen kompakten Schichten aus Polyurethan, die sich in Zusammensetzung und Design unterscheiden und Dekor- und Stabilisierungseinlagen enthalten können.

Die Herstellung dieser Beläge erfolgt über eine Polyadditionsreaktion unter Zuführung von petrochemischen oder biologisch gewonnenen Polyolen und Isocyanaten. Als Füllstoff wird vorzugsweise Kreide verwendet. Bodenbeläge aus Polyurethan werden im sogenannten Streichverfahren hergestellt. Geliefert werden diese Beläge als Bahnenware, Fliesen und Planken.

Diese Beläge werden für Flächen mit intensiver Nutzung und hohen Anforderungen an die Strapazierfähigkeit eingesetzt, wie beispielsweise in Schulen, Gewerberäumen, Ladengeschäften und Kaufhäusern. Aufgrund der dichten und reinigungsfreundlichen Oberfläche sowie der Möglichkeit der thermischen Nahtkantenabdichtung werden diese Beläge gern in medizinischen Bereichen mit hohen Anforderungen an Hygiene und Prophylaxe eingebaut. Dank der guten Chemikalienbeständigkeit werden diese Beläge auch in Laboren verlegt. Besonders hervorzuheben sind die duroplastischen und dauerelastischen Eigenschaften, das bedeutet, nahezu 100 % Wiederholungsvermögen nach Belastung und nahezu keine bleibenden Materialveränderungen unter thermischen und klimatischen Einflüssen. Weiterhin sind diese Beläge unter anderem resistent gegen Verbrennungen der Oberfläche durch Schuhe oder Räder, geruchsneutral, schwer entflammbar, antistatisch, rutschhemmend, feuchtigkeitsresistent und verfügen über eine hohe Dimensionsstabilität.

## **Linoleum**

Die wesentlichen Bestandteile des heute hergestellten Linoleums sind Leinöl, Holzmehl, Kalkstein, Jute und Harz. In einem Oxidationsprozess entsteht aus dem Leinöl Linoxyn, der durch Zugabe von Harzen und Trockenstoffen eine elastische Masse bildet, den Linoleumzement. Der wird zu einem Strang gezogen, in Portionen geschnitten und bis zur weiteren Verarbeitung gelagert. Im nächsten Arbeitsgang wird der Linoleumzement mit Korkmehl, Holzmehl, Kalksteinmehl und Farbpigmenten verknnetet. Die feinkrümelige, homogene Linoleummasse wird der gewünschten Farbgebung und Dessimierung entsprechend vorbereitet und über große Kalander auf Juteträger gepresst. Vom Kalander wird das Rohlinoleum direkt in die Reife- bzw. Trockenkammern transportiert. Eine wochenlange Wärmebehandlung verleiht dem Belag die erforderliche Festigkeit. Die Linoleumbahnen werden in endlosen Schlaufen in die ca. 20 m hohen Reifekammern eingehängt, wo sie je nach Belagsdicke unter Zufuhr von Warmluft zwei bis vier Wochen lang reifen. Der Linoleumbelag wird üblicherweise werksseitig in der Oberfläche mit einer Acryldispersion beschichtet. Dieses Oberflächenfinish, das die Poren schließt, schützt vor Bauverschmutzungen und Verkratzungen. Ohne dieses Finish wäre der Belag schmutzempfindlich und schwierig zu reinigen (Bild 2, 3).



**Bild 2** ■ Schnitt durch einen Linoleumbelag. An der Unterseite ist das Trägermaterial aus Jutegewebe erkennbar.



**Bild 3** ■ Linoleum-Sportboden

Linoleum hat eine Reihe von positiven Eigenschaften. Linoleum ist schwer entflammbar, resistent gegen Zigaretten, beständig gegen Öle und Fette, rutschhemmend, stuhlrollengeeignet, treppengeeignet, antistatisch, für Fußbodenheizungen geeignet, strapazierfähig, fußwarm, hygienisch und antibakteriell (durch das Bindemittel Linoxyn). Besonders hervorzuheben ist seine Langlebigkeit. Linoleumbeläge haben einen typischen Eigengeruch, der in der Regel bei einem ausreichenden Luftaustausch nach drei Wochen abgeklungen ist. Ist das nicht der Fall, können Feuchtigkeit, unsachgemäße Behandlung falsche Reinigung und Pflege mit ungeeigneten Mitteln die Ursache sein. Linoleum kann aufgrund seiner Zusammensetzung von stark alkalischen Mitteln (Laugen) angegriffen, verfärbt oder sogar zerstört werden. Deshalb darf Linoleum nicht mit Reinigungsmitteln behandelt werden, die einen pH-Wert von 9 überschreiten, wie beispielsweise Schmierseife. Das Verhalten bei Einwirkung von Säuren und Laugen ist bei Dauereinwirkung nicht beständig. Linoleum ist für Feuchträume nicht geeignet. Unter Reifeschleier versteht man die teilweise deutliche Farbveränderung des Linoleumbelages durch Lichteinwirkung. Der Reifeschleier entsteht durch die natürliche Eigenschaft des Leinöls während des Reifeprozesses. Diese Dunkelvergilbung verschwindet bei Sonnenlichteinstrahlung innerhalb weniger Tage. Bei energiearmem Kunstlicht und in

Jahreszeiten mit weniger Sonnenlicht dauert dieser Vorgang länger. Muster müssen vorbelichtet sein. In Kollektionsmappen unter Lichtabschluss kann sich die Dunkelvergilbung wieder einstellen. Das sollte bei der Farbauswahl eines Linoleumbelages berücksichtigt werden.

Linoleum wird standardmäßig in vier Stärken hergestellt: 2,0 mm, 2,5 mm, 3,2 mm und 4,0 mm. Im Wohnbereich können sämtliche Produkttypen in allen Mustern, Farben und Dicken verlegt werden, eine Dicke von 2,0 mm und 2,5 mm ist hier völlig ausreichend. Im Büro- und Verwaltungsbereich empfiehlt sich 2,5 mm oder besser 3,2 mm dickes Linoleum. Das gilt auch für Krankenhäuser, Schulen, Altenheime, Kaufhäuser, Boutiquen, Kantinen und Restaurants. Werden an den Fußboden extrem technische Anforderungen gestellt, was vor allem den Abrieb betrifft, sollte 4,0 mm dickes Linoleum verlegt werden, beispielsweise in Lagerräumen, Fertigungsbetrieben, Druckereien oder Tanzböden. Nicht verlegt werden sollten Linoleumbeläge im Freien, in Nassräumen, in Kellern und Garagen, also überall da, wo mit permanenter Feuchtigkeit zu rechnen ist. Sonderanfertigungen von Linoleumbelägen nach individuellen Wünschen, wie Sonderdicken, Sonderbreiten und Sonderformate sind möglich. Außerdem werden besondere Akustikbeläge angeboten, die den Trittschallschutz verbessern. Hier handelt es sich beispielsweise um Verbundbeläge mit einer Korkment-Unterlage sowie 4 mm dicke Akustikbeläge, die aus 2,5 mm dicken Linoleum mit einem 1,5 mm dicken PU-Schaumrücken bestehen. Weiterhin sind Sportböden sowohl als punkt- als auch als flächenelastische Böden verfügbar. Eine weitere Sonderform ist der Linoleum-Fertigboden. Er besteht aus Fertigelementen, die analog zum Fertigparkett dreischichtig aufgebaut sind. Die Paneele werden als Dielen oder Quadrate zugeschnitten und sind rundum mit Nut und Feder versehen, sodass sie schwimmend verlegt werden können.

Zusammenfassend gibt es folgende Lieferformen:

- Linoleum nach EN 548 in Bahnen und Platten,
- Linoleum mit Schaumrücken nach EN 686 in Rollen,
- Linoleum mit Korkmentrücken nach EN 687 in Rollen,
- Korklinoleum nach EN 688 in Rollen,
- Linoleum nach EN ISO 24011 in Planken und Fliesen.

Durch eine gewisse Wasseraufnahme und aufgrund des unterseitigen Jutegewebes tritt während der Klebung mit einem Dispersionskleber bereits eine Dimensionsänderung ein. In der Verlegepraxis ist es deshalb üblich, die Bahnen auf Fuge (Postkartendicke 0,5 mm) zu verlegen, um den Breitenwachstum des Linoleums Rechnung zu tragen. Linoleum schrumpft in der Länge und wächst in der Breite. Der Nahtschnitt sollte leicht schräg angesetzt werden, sodass die Fuge im unteren Bereich etwas breiter ist und so Raum für die

Ausdehnung bleibt. Nach dem Auftrag des Klebstoffes werden die Bahnen in das nasse Klebstoffbett geschoben. Die Kopfenden sind zuvor gegen zu walken. Vor allem im Nahtbereich ist auf eine gute Benetzung zu achten. Das Abdichten der Nähte mit Schmelzdraht (Verfugen) empfiehlt sich bei häufiger Nassreinigung, ansonsten würde sich das Linoleum verziehen und wellig werden. Grundsätzlich darf das Abdichten erst nach dem vollständigen Abbinden des Klebstoffes erfolgen.

## Kork

Korkprodukte werden aus der Rinde der Korkesche hergestellt. Die Korkplatten werden vor der Weiterverarbeitung sortiert und ca. 6 Monate getrocknet. Der Großteil dieser Platten gelangt in die Korkstopfenproduktion. Die Reste verarbeitet die Korkindustrie unter anderen zu Presskorkplatten und Fußbodenbelägen. Für die Bodenbeläge wird der Verschnitt in einem ersten Arbeitsgang gemahlen oder geschrotet, anschließend unter Zugaben von Bindemitteln wie Naturharzen unter großem Druck gepresst. Dann wird der gepresste Kork geschnitten, geschliffen, bzw. auf einen Holzwerkstoffträger geklebt und oberflächenbehandelt.

Grundsätzlich werden drei Arten von Kork-Bodenbelägen unterschieden: Kork-Fliesen (auch Kork-Parkett genannte), Kork-Fertigfußböden (auch Kork-Fertigparkett genannt) und Korkmosaik. Der sogenannte Rollkork wird als Unterlagsbahn für andere Belagsarten verwendet und ist kein Oberbelag. Er wirkt trittschalldämmend, elastisch und stabil.

Ein Naturkorkboden besteht aus reinem Kork. Er enthält keine Kunstrarze als Bindemittel, ist nicht furniert und hat keine fabrikmäßigen Farbbeschichtungen oder Versiegelungen. Er wird nur gewachst. Der Naturkorkboden ist elastisch, rutschfest, trittschalldämmend, fußwarm, hygienisch und strapazierfähig.

Der Bauherr kann heute bei Korkböden grundsätzlich zwischen den Behandlungen naturbelassen, geölt, gewachst, eingefärbt, versiegelt oder transparent wählen. Auch beim Dessen steht dem Bauherr eine Vielzahl von Möglichkeiten zur Verfügung. Korkbeläge werden überwiegend im privaten Wohnbereich eingesetzt. In der Regel wird der Belag fest auf den Untergrund geklebt oder als Kork-Parkett schwimmend, geklickt verlegt.

## Gummi- oder Kautschukbeläge

Die Begriffe Kautschuk-, Gummi- oder Elastomerbelag bezeichnen alle drei ein und denselben Belag. Bei der Herstellung werden in der Regel Synthes-

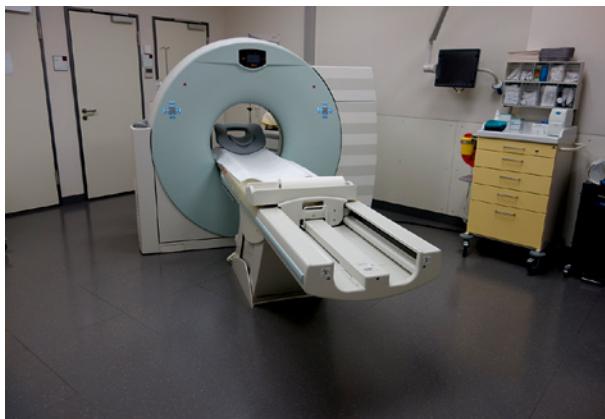
kautschuk oder Naturkautschuk mit Füllstoffen (z. B. Kreide, Kaolin, Ruß), Farbpigmenten, Vulkanisierungsmittel und Weichmacher angereichert. Diese Mischung wird unter Druck und Wärme über Kalander zu Bahnen gezogen. Anschließend werden diese Bahnen je nach Bedarf doubliert (das bedeutet, zur Stabilisierung mit einem elastischen Material hinterklebt) oder in Formen zu Platten gebacken. Nach der Formgebung folgt die Vulkanisation. Durch die Vulkanisation erhält der Belag seine elastomeren (formfeste, aber elastische) Eigenschaften.

Kautschukbeläge werden als Bahnen, Fliesen bzw. Platten und Formteile, wie Formtreppen und Abschlussprofile, hergestellt. Es gibt sie in homogener oder heterogener Ausführung, wobei die Oberfläche glatt oder strukturiert (geraut, gerillt, geriffelt) sein kann. Die Unterschicht kann aus Schaumstoff oder Kork ausgeführt sein. Eine Vielzahl von Oberflächendesigns steht zur Verfügung. Besonders bekannt und verbreitet ist die Ausführung der Oberfläche mit Noppen. Neben glatten Oberflächen gibt es auch Nutzschichten kornartiger oder schieferähnlicher Profilierung und eine Struktur, die eine Bearbeitung der Oberfläche mit Hammerschlägen vermuten lässt und auch so bezeichnet wird. Die üblichen Dicken der Beläge liegen zwischen 1,8 mm und 4 mm. Für Kautschukbeläge gibt es zahlreiches Zubehör, wie Sockelleisten, Hohlkehlpprofile, Abschlussprofile und Wandschutzleisten. Für die Verlegung von Kautschukformtreppen bieten die Hersteller ein komplettes Zubehör an.

Elastomerbeläge besitzen eine hohe Strapazierfähigkeit, sind als schwer entflammbar und weitgehend zigarettenlutbeständig eingestuft. Kurzzeitige Einwirkungen von verdünnten Säuren oder Laugen, von Lösemitteln, Ölen und Fetten führen zu keiner Beschädigung der Oberfläche. Aufgrund dieser Eigenschaften und der hohen Widerstandsfähigkeit werden Kautschukbeläge für stark frequentierte Verkehrsflächen in Bahnhofshallen, auf Bahnsteigen, in Flughäfen, Fabrikationshallen, Sportstätten, Schulen, Altersheimen, Krankenhäusern, Kindergärten, Büros, Labors sowie in Bussen, Bahnen und Schiffen usw. eingesetzt. Weiterhin gibt es Kunststoffbeläge in denen Kautschukgranulat (EPDM) eingesetzt wird. In Verbindung mit Polyurethan-Bindemitteln ergeben sich fließfähige Massen, die vorrangig als Sportböden zum Einsatz kommen. Außerdem werden Kautschukbeläge mit speziellen Brandschutzqualitäten hergestellt. Diese Beläge besitzen hohe brandhemmende Eigenschaften und eine extrem niedrige Flammenausbreitung. Aus diesen Gründen eignen sich diese Beläge für erhöhte Brandschutzanforderungen und sind deshalb mit Ausnahmegenehmigung in Bereichen einsetzbar, in denen nicht brennbare Stoffe gefordert werden.

Bahnenware wird in der Regel mit einem Dispersionsklebstoff auf saugfähige Untergründe geklebt. Kautschuk-Plattenbeläge werden auch mit Polyure-

thanreaktionsharzkleber verlegt, besonders bei hoher mechanischer Beanspruchung. Da diese Beläge in erster Linie im Objektbereich eingesetzt werden, ist zu empfehlen, im Falle einer Erstverlegung oder bei problematischen Untergründen und Baustellenbedingungen den Anwendungstechniker des jeweiligen Herstellers einzuschalten. Nach den Verlegearbeiten können die Fugen zwischen den Bahnen und Fliesen gegen von oben eindringende Feuchtigkeit (Putzwasser, Pflegemittel) abgedichtet werden. Bei glatten Belägen ist eine thermische Abdichtung mit einem farblich auf den Belag abgestimmten Schmelzdraht (Thermoschnur) möglich. Bei profilierten Gummibelägen steht hierfür eine farblich abgestimmte Zwei-Komponentenmasse zur Verfügung. Diese Vorgehensweise wird vor allem in Bereichen praktiziert, in denen spezielle Hygieneanforderungen gestellt werden (Bild 4).



**Bild 4** ■ Kautschukbelag im Objektbereich

### Laminatböden

Laminatböden bestehen wie Fertigparkett aus Nut- und Federelementen, die in der Regel dreischichtig aufgebaut sind. Die Dekor-Deckschicht (Overlay) besteht aus einer oder mehreren Lagen eines faserhaltigen Materials (meistens Papier). Diese Schichten werden mit einem wärmehärtbaren Kunstharz verpresst. Die Trägerplatte besteht in der Regel aus einer Spanplatte oder mitteldichten oder hochdichten Faserplatte (MDF/HDF). Die Gegenzugschicht besteht aus einem Furnier oder einer weiteren harzverpressten Schicht und dient zur zusätzlichen Stabilisierung der Laminat-Elemente. Neuste Entwicklungen beinhalten Dekor- bzw. Digitaldruck-Verfahren, bei denen direkt auf spezielle Trägerplatten gedruckt wird. Durch UV-Deckschichten werden Laminatböden strapazierfähig und abriebfest.

Laminatböden werden in unterschiedlichen Qualitäten hergestellt. Zahlreiche Hersteller machen nur Angaben über die Beständigkeit gegen Abrieb. Der Abrieb wird in einem genormten Verfahren (Traber-Test) mittels eines Reibrades festgestellt und anschließend das Laminat klassifiziert. Alle anderen Eigenschaften, wie beispielsweise Widerstand gegen Zigarettenenglut, Beständigkeit gegen Druck und Stoßbeanspruchung, Fleckenempfindlichkeit, Stuhrolleneignung, Lichtechnik, Maßhaltigkeit, Dickenquellung bei Feuchtigkeit usw. sollten beim Hersteller abgefragt werden. Laminat wird vorrangig im Wohnbereich verlegt. Bei der Verlegung in anderen Bereichen ist die Freigabe durch den Laminathersteller erforderlich.

Ursprünglich wurden Laminatbeläge für die schwimmende Verlegung entwickelt. Diese Beläge können schwimmend auf Dämmunterlage mit Nut-Feder-Verleimung, schwimmend auf Dämmunterlage mit leimloser Nut-Feder-Arretierung verlegt oder vollflächig mit Nut-Feder-Verleimung verklebt werden. Die leimlose Verlegung erfolgt in Klicksystemen, bei denen die einzelnen Paneele zusammengesteckt werden und dann einrasten.

## Erkennen und Unterscheiden von verlegten elastischen Belägen

Das visuelle Erkennen und Unterscheiden von verlegten elastischen Bodenbelägen fällt selbst versierten Fachleuten schwer, denn die Mustervielfalt und die Vielfalt bei der Oberflächengestaltung sind mannigfaltig und täuschend. Auch über das Design kann der Sachverständige unmöglich den im Raum verlegten Bodenbelag erkennen.

Um den verlegten Fußbodenbelag dennoch bestimmen zu können, gibt es den sogenannten Büroklammertest. Bei diesem Test wird eine aufgebogene Büroklammer mit einem Feuerzeug glühend erhitzt und an einer unauffälligen Stelle in den Bodenbelag gedrückt. Anschließend wird das Verhalten des Belages beim Eindrücken der glühenden Büroklammer beobachtet. Anhand der folgenden Punkte kann festgestellt werden, um welchen Belag es sich handelt: wie sieht die Einstichstelle aus, wie verhalten sich die Belagsrückstände in der Gasflamme, wie riechen die aufsteigenden Dämpfe und wie die erhitzten Rückstände. Nach dem Eindrücken der glühenden Büroklammer zeigen die jeweiligen Bodenbeläge folgendes Verhalten:

**PVC-Belag:** Der Belag schmilzt an der Oberfläche und es entsteht ein Loch. Am Rand des Loches bildet sich eine Wulst aus und aus dem Loch lassen sich im heißen Zustand Fäden ziehen. Diese Fäden brennen rufend ab. Die Dämpfe riechen stechend nach Chlor.

**Linoleumbelag:** Dieser Belag schmilzt nicht, aber auch hier entsteht ein Loch, es bildet sich jedoch keine Wulst. Das Loch kann man mit den Fingerspitzen

fühlen. Es entsteht ein intensiver Brandgeruch und man riecht deutlich das Leinöl.

**Polyolefinbelag:** Der Belag verhält sich ähnlich wie ein PVC-Belag. Auch hier lassen sich Fäden ziehen, die allerdings wenig rußend abbrennen. Die Dämpfe riechen angenehm nach Wachs.

**Elastomerbelag:** Hier ist das gleiche Verhalten wie beim Linoleumbelag festzustellen. Die Rückstände brennen rußend ab und riechen nach Gummi.

## 1.5 Textile Bodenbeläge

Nach DIN ISO 2424 [1] werden textile Bodenbeläge als ein Produkt mit einer Nutzschicht aus textilen Faserstoffen definiert, die in der Regel zum Belegen des Fußbodens eingesetzt werden. Die weiche und elastische Nutzschicht entlastet die Gelenke und die Muskulatur. Die Polschicht passt sich jeder Bewegung des Fußes an und sorgt so für eine angenehme und gleichmäßige, den Rücken schonende Verteilung des Körpergewichtes. Dieser von jedem subjektiv anders empfundene Komfort wird in den europaweit gültigen Normen auf der Basis nachvollziehbarer Kennwerte berechnet und in Klassen eingeteilt. Die Berechnungsgrundlage bilden die Menge und die Dicke des verwendeten Polmaterials sowie die Anzahl der Noppen oder Schlingen. Den gefühlten Komfort beim Begehen teilt man in messbare Komfort Klassen (LC = Luxury Class) ein:

- Polteppiche LC 1 bis LC 5,
- Polvliese LC 1 bis LC 4,
- Nadelvliese LC 1.

In Abhängigkeit von der jeweiligen Komfortklasse kann vereinfachend von folgender Trittschallverbesserung ausgegangen werden:

- LC 1:  $\geq 10$  dB,
- LC 2:  $\geq 20$  dB,
- Ab LC 3:  $\geq 25$  dB.

**Tabelle 1** ■ Die Einteilung erfolgt nach dem Flächengewicht der Nutzschicht, die Einstufung textiler Bodenbeläge erfolgt nach DIN EN 1307.

Komfortklasse	Bezeichnung	Flächengewicht der Nutzschicht
LC 1	einfach	$\leq 400 \text{ g/m}^2$
LC 2	gut	$> 400 \text{ g/m}^2$
		$< 600 \text{ g/m}^2$
LC 3	hoch	$> 600 \text{ g/m}^2$
		$< 800 \text{ g/m}^2$
LC 4	luxuriös	$> 800 \text{ g/m}^2$
		$< 1000 \text{ g/m}^2$
LC 5	prestige	$> 1000 \text{ g/m}^2$

Die Einstufung textiler Bodenbeläge in Verwendungsbereiche gemäß DIN EN ISO 10874 [4] erfolgt nach den Ergebnissen der sogenannten Vettermann-Trommelprüfung. Das TFI in Aachen entwickelt zurzeit ein neues Prüfverfahren zur Klassifizierung textiler Bodenbeläge auf einer Trägerplatte. Eine sichere Einstufung dieser trendigen textilen Belagsvariante soll verlässliche Aussagen zur Strapazierfähigkeit und Nutzungsdauer ermöglichen. Die Prüfmethode und ein entsprechendes Einstufungssystem sollen im Jahr 2018 vorliegen.

## Konfektion

**Teppichboden:** Ein Teppichboden ist ein textiler Bodenbelag, der den Raum vollständig bedeckt und in der Regel verklebt, selten verspannt ist.

**Teppich:** Ein Teppich ist ein textiler Bodenbelag von begrenzter Form. Dazu gehören abgepasste Teppiche, Brücken, Vorleger und Läufer.

**Teppichfliese:** Bei Teppichfliesen handelt es sich um textile Beläge in einer festgelegten Form, die als zusammengesetzte Module den Fußboden eines Raumes bedecken.

## Art der Oberflächenkonstruktion

Aufgrund der verschiedenen Herstellungstechniken werden zwei- und dreidimensionale textile Bodenbeläge unterschieden. Zweidimensionale Beläge besitzen keine Polschicht, hier ist die Trägerschicht gleichzeitig die Nutzschicht. Zu diesen Teppichböden gehören Nadelvliese und Flachgewebe, auch als Flachteppiche bezeichnet. Diese Beläge sind meistens robust und pflege-

leicht und mit oder ohne Rückenausrüstung hergestellt. Das Kennzeichen der dreidimensionalen Teppichböden ist deren Polschicht. Ein textiler Bodenbelag mit Pol besteht aus einer textilen Nutzschicht aus Fasern oder Garnen, die auf einer Trägerschicht aufgebracht sind. Die Garnschicht der Oberfläche ist der Pol, der auch Flor genannt wird. Eine Polschicht besitzen gewebte und getuftete Teppiche, Wirkteppiche, Klebpolteppiche und befolkete Teppichböden. Die Polschicht kann hoch oder niedrig, dicht oder offen, schlingenartig (Schlingenpol) oder geschnitten (Schnittpol) sein oder aus einer Kombination der beiden letztgenannten Möglichkeiten bestehen.

Dreidimensionale textile Beläge sind im Vergleich zu den zweidimensionalen Belägen in der Regel weicher, elastischer und voluminöser. Aufgrund der Vielzahl unterschiedlich konstruierter Garne gibt es unzählige weitere Möglichkeiten der Oberflächenstruktur (Bild 5, 6, 7, 8, 9).

## **Material der Nutzschicht**

Die Eigenschaften eines textilen Bodenbelages hängen entscheidend von den verwendeten Fasern bzw. Garnen ab. Die Kombinationsmöglichkeiten der Materialien im Zusammenhang mit den Herstellungsverfahren sind so vielseitig, dass deren Darstellung ein ganzes Fachbuch füllen würde. Auch deshalb wurden die Prüfverfahren standardisiert und ein einheitliches Kennzeichnungssystem eingeführt. Teppichböden bestehen aus Fasern und Garnen, die sich in zwei Hauptgruppen zusammenfassen lassen. Die Chemiefasern bestehen aus natürlichen (Zellulosefasern, beispielsweise Viskose) oder synthetischen Polymeren (Polyamid, Polypropylen, Polyacryl, Polyester). Die Naturfasern werden eingeteilt in pflanzliche und tierische Fasern. Für die Herstellung von textilen Belägen aus pflanzlichen Fasern werden überwiegend Kokos, Sisal und Jute verwendet, seltener Hanf, Baumwolle, Leinen oder Seegras. Als tierische Fasermaterialien werden Schafwolle, Ziegenhaar und Seide eingesetzt.

## **Herstellung**

Die wichtigsten Herstellungsverfahren für textile Bodenbeläge sind die Webtechnik, die Tuftingtechnik, die Vliestechnik, die Kugelgarntechnik, die Flocktechnik und die Klebpoltechnik.

## Gebrauchseigenschaften und Einsatzgebiete

Im Allgemeinen sind textile Beläge fußwarm, sie haben in der Regel eine gute Schalldämmung und Wärmeisolierung, sie besitzen einen guten Gleitwiderstand und somit auch eine hohe Rutsch- und Trittsicherheit. Die Beanspruchungsklasse gibt Auskunft über die Strapazierfähigkeit eines Belages. Eine niedrige Einstufung bedeutet eine höhere Strapazierfähigkeit. Die Zusatzeignungen geben Auskunft darüber, wie sich die Beläge bei der Beanspruchung von Stuhlrollen, auf Treppen und Fußbodenheizungen verhalten. Bei den Zusatzeignungen sind weiterhin die Antistatik sowie die Schnittkantenfestigkeit noch von Bedeutung.

Von der Nutzungsart der Räume hängt es ab, welcher Belag einzusetzen ist. Grundsätzlich wird zwischen Privat- und Objektbereich unterschieden. Durch die Verschleißprüfung werden die Verwendungsbereiche und die Nutzungsintensität festgelegt. Mittels der Verschleißprüfung werden die Strapazierfähigkeit und die Aussehensveränderung ermittelt. Sie bildet die Grundlage für die Einstufung des geprüften Teppichs in fünf Beanspruchungsklassen. Anhand dieser Beanspruchungsklassen kann der Bauherr, Planer und Nutzer die richtige Auswahl für den einzusetzenden textilen Bodenbelag treffen. Spezielle textile Bodenbeläge kommen im Sportbereich, Pflegebereich (Sanatorien, Krankenhäuser, Alten- und Pflegeheime), im Verkehr (Zug, Schiff, Flugzeug, Kraftfahrzeuge), aber auch im Bürobereich (Doppelböden) und Industriebau zum Einsatz.

Textile Bodenbeläge lassen sich auf verschiedene Weise verlegen. Entscheidend für die Art der Verlegung sind einmal der Bodenbelag selbst, sowie die vorgesehene Nutzung und die Beanspruchung. Im Vordergrund bei der Verlegung steht nach wie vor das vollflächige Kleben, aber auch alternative Verlegesysteme wie das Kletten, Tacken, Fixieren haben inzwischen einen gewissen Stellenwert erreicht. Das Verspannen wird in Deutschland kaum noch angewandt.

Zur Steigerung des Geltungsnutzens wird standardmäßig das passende Zubehör angeboten. Das sind vor allem Sockelleisten, Abschluss- oder Einfassprofile für den Übergang zwischen Räumen sowie Profile zum Kantenschutz für Treppen oder Stufenmatten. Sauberlaufmatten dienen im Eingangsbereich von Büros, Firmen und öffentlichen Einrichtung dazu, durch Begehen den Straßenschmutz von den Schuhen abzubürsten.

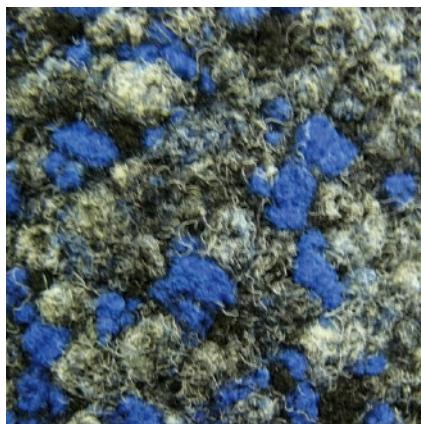


**Bild 5** ■ Belag mit Pol auf Trägermaterial



**Bild 6** ■ Velours entsteht durch Aufschneiden der Schlinge.

**Bild 7** ■ Schlinge



**Bild 8** ■ Belag ohne Pol (hier Pflanzenfasern gewebt)

**Bild 9** ■ Kugelgarntechnik

## 1.6 Genormte Begriffe

Für Bodenbeläge gibt es eine Reihe von Begriffen, die in Normen definiert sind und die im Umgang mit Bodenbelägen verwendet werden sollten. Die Begriffe sind für elastische Bodenbeläge in DIN EN 12466 [2], für textile Bodenbeläge in DIN ISO 2424 [1] zusammengefasst. Fachleuten und Sachverständigen werden empfohlen, beide Normen bei ihren Arbeiten, insbesondere im Schrifttum, zu berücksichtigen. Die bisher für textile Bodenbeläge gültige Begriffsnorm DIN 61151 wurde durch DIN ISO 2424 ersetzt.

## 1.7 Technische Regeln für elastische und textile Bodenbeläge

Zu den technischen Regeln gehören Normen, Merkblätter sowie die Hinweise und Richtlinien der Belag- und Verlegewerkstoffhersteller. Für die Kennzeichnung und Anforderungen an elastische und textile Bodenbeläge gelten insbesondere die Produktspezifikationen (Normen). Die Merkblätter sowie Hinweise und Richtlinien der Belag- und Verlegewerkstoffhersteller beziehen sich hauptsächlich auf Maßnahmen bei der Verlegung von Bodenbelägen oder auf besondere Anforderungen.

Maßgebend für die Ausführung von Bodenbelagarbeiten ist die DIN 18365, Ausgabe 2016-09 – VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen Teil C: Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Bodenbelagarbeiten [3]. Diese Norm beinhaltet die allgemeinen technischen Vertragsbedingungen, die für Bodenbelagarbeiten bezüglich der Baustoffe, der Ausführung, der Haupt- und der Nebenleistungen sowie der Abrechnung gelten. Diese Norm gilt für das Verlegen von Bodenbelägen in Bahnen und Platten aus Linoleum, Kunststoff, Elastomer, Textilien und Kork sowie für das Verlegen von mehrschichtigen Elementen. Die ATV DIN 18365 wurden vom Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen redaktionell überarbeitet, die Verweisungen auf VOB/A sowie die Normenverweisungen wurden aktualisiert.

Besondere Schwerpunkte bei den Änderungen gegenüber der bisherigen Norm sind die Anpassungen bei den Hinweisen für das Aufstellen der Leistungsbeschreibung, die Aktualisierung der Verweise auf die neuen Bodenbelagsnormen sowie die Neustrukturierung der Abrechnung. Die neuen Angaben zu Ebenheitsanforderungen tragen den aktuellen Entwicklungen bei den elastischen Bodenbelägen Rechnung. Die Änderungen zur Belegreif-Feuchte von Untergründen sind unter den Fachleuten strittig. Bei Beden-

kenanmeldungen muss jetzt beispielsweise als Neuerung der NICHT GENÜGEND TROCKENE UNTERGRUND nach Normenreihe DIN 18560 angeführt werden.

Da zahlreiche Bodenleger auch Parkettarbeiten ausführen, sind für die Bodenleger die folgenden Ausführungen wichtig und interessant. Die **ATV DIN 18356 PARKETT UND HOLZPFLASTERARBEITEN** wurde vom Deutschen Vergabe- und Vertragsausschuss für Bauleistungen fachtechnisch überarbeitet. **ATV DIN 18356 PARKETTARBEITEN** und **ATV DIN 18367 HOLZPFLASTERARBEITEN** wurden in der neuen **ATV DIN 18356:2016-09 PARKETT UND HOLZPFLASTERARBEITEN** zusammengefasst. In der neuen DIN wurden unter anderem die Verweisungen auf die VOB/A aktualisiert, Abschnitt 5 ABRECHNUNG überarbeitet und die Normenverweisungen aktualisiert.

Nicht alle Anwendungs- und Anforderungsrichtlinien lassen sich in Normen erfassen. Deshalb gibt es eine Reihe von Technischen Regeln, die in Merkblättern und Richtlinien veröffentlicht sind. Diese gelten in der Regel als Stand der Technik und sind deshalb unbedingt zu beachten. Die Merkblätter werden in Deutschland in der Parkett- und Bodenbelagsbranche von der TKB (Technischen Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe) sowie dem BEB (Bundesverband Estrich und Belag) erarbeitet und veröffentlicht. Die Richtlinien und technischen Unterlagen der Belags- und Verlegewerkstoffhersteller betreffen vor allem die Verlegung der Beläge, aber auch die technischen Eigenschaften und Besonderheiten, die stets zu beachten und zu berücksichtigen sind.

## 2 Schäden und Mängel an Untergründen

### 2.1 Verantwortlichkeiten

Die Verlegung von Bodenbelägen auf mineralische Estriche, Gussasphalt-estrichen, Holzdielen, Trockenestrichen, Span- und OSB-Platten gehört zum Standardprogramm eines jeden Verarbeiters. Diese Untergründe sind am häufigsten auf Baustellen anzutreffen, doch das Spektrum an Untergründen, auf denen Bodenbeläge verlegt werden sollen, ist noch wesentlich vielfältiger.

Grundsätzlich muss jeder alte wie auch jeder neue Untergrund für die Ausführung der Bodenbelagarbeiten gemäß DIN 18365:2016-09 BODENBELAGARBEITEN eben, dauertrocken, sauber, rissfrei, frei von Trennmitteln, zug- und druckfest sein [3]. Jeder Auftraggeber (Bauherr) hat dem Auftragnehmer (Bodenleger) den Untergrund so zur Verfügung zu stellen, dass der Auftragnehmer seine Werkleistung mangelfrei erbringen kann. Jeder Auftragnehmer für Bodenbelagarbeiten ist allerdings verpflichtet, mit der im Verkehr üblichen Sorgfalt und unter Beachtung der allgemein anerkannten Regeln des Fachs sowie des Standes der Technik, den Untergrund auf seine Belegerife zu überprüfen. Weist der Untergrund Mängel auf oder sind aufgrund der gewählten Fußbodenkonstruktion Schäden zu erwarten, muss der Auftragnehmer schriftlich Bedenken geltend machen.

### 2.2 Prüf- und Hinweispflichten

Die Prüfpflichten für die Bodenleger werden ausführlich im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 behandelt [18]. Danach wird vom Auftragnehmer gefordert, dass er dem Auftraggeber etwaige Bedenken hinsichtlich der vorgesehenen Art der Ausführung (auch wegen der Sicherung gegen Unfallgefahren), der Güte der vom Auftragnehmer gelieferten Baustoffe oder der Leistung anderer Unternehmer unverzüglich, möglichst vor Beginn der Arbeiten, schriftlich mitteilen muss. Dabei bleibt der Auftraggeber weiterhin für seine Angaben, Anordnungen und Lieferungen verantwortlich.

Bedenken des Auftragnehmers können insbesondere sein:

- größere Winkel- und Ebenheitsabweichungen des Untergrundes als nach DIN 18202 TOLERANZEN IM HOCHBAU – BAUWERKE zulässig,
- Risse im Untergrund,

- nicht ausreichend trockener Untergrund nach (DIN 18560) nicht ausreichend feste, zu poröse und zu raue Oberfläche des Untergrundes,
- verunreinigte Oberfläche des Untergrundes, z. B. durch Öl, Wachs, Farb-, Mörtel- und Gipsreste,
- unrichtige Höhenlage der Oberfläche des Untergrundes im Verhältnis zur Höhenlage angrenzender Fläche und anschließender Bauteile,
- ungeeignete Temperatur des Untergrundes,
- ungeeignetes Raumklima,
- fehlende Markierung von Messstellen bei beheizten Fußbodenkonstruktionen,
- fehlendes Aufheizprotokoll bei beheizten Fußbodenkonstruktionen,
- fehlender Überstand des Randdämmstreifens.

Wichtig ist hier der Ausdruck »insbesondere«. Dazu heißt es in Kommentar und Erläuterungen VOB DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [20]:

*»Der Ausdruck **insbesondere** besagt, dass die aufgeführten Mängel des Untergrundes nur als Beispiele zu bewerten sind und dass die Verpflichtung des Auftragnehmers auch für andere, hier nicht aufgeführte Mängel gilt (z. B. das Vorhandensein spezieller, für den Auftragnehmer erkennbaren, Trennschichten auf der Oberfläche des Untergrundes, Ausblühungen etc.). Der Auftragnehmer ist zu einer Prüfung des Untergrundes im Rahmen der vorstehend angeführten Beispiele verpflichtet. Die Prüfungen müssen vom Bodenleger mit dem ihm zur Verfügung stehenden gewerblichen Mitteln und Geräten durchgeführt werden. Dabei ist es wichtig, dass der Auftraggeber in der Leistungsbeschreibung die vorhandene Art des Untergrundes eindeutig angibt, damit sich der Auftragnehmer auf seine diesbezüglichen Sorgfarts- und Prüfpflichten einstellen kann.«*

Bei Neubauprojekten ist diese Forderung in der Regel kein Problem. Bei Altuntergründen, besonders bei Privatkundschaft, ist eine solche Forderung illusorisch. Hier erwartet der Auftraggeber, dass der Bodenleger feststellen kann, welcher Untergrund vorhanden ist, und wie er vorzugehen hat. Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [18] werden die genannten Prüfpflichten ebenfalls relativiert, hier heißt es: »Ggf. sind zusätzlich weitere darüber hinaus gehende Prüfungen notwendig, um eine schadensfreie Verarbeitung zu gewährleisten. (z. B. Prüfung der Wände auf Feuchtigkeit zur schadensfreien Befestigung von Sockelleistungssystemen). Zur eigenen Absicherung sollte der Auftragnehmer eine schriftliche Dokumentation der Prüfungen fertigen. Der Auftragnehmer hat die schriftliche Dokumentation der Prüfungen 10 Jahre aufzubewahren « Das ist vollkommen richtig, aber welcher Bodenleger macht das schon! In der Baupraxis kann man schon zufrieden sein, wenn der Bodenleger ein Feuchtemessprotokoll angefertigt hat.

In DIN 18365:2016-09 BODENBELAGARBEITEN [3] wird unter anderem gefordert, dass in der Leistungsbeschreibung Angaben zur Art und Ausbildung von Bewegungsfugen gemacht werden. Dieser Forderung wird von den Planern in der Regel nicht nachgekommen. Deshalb ist es die Pflicht des Bodenlegers beim Planer nachzufragen, wie vorzugehen ist, wenn keine Angaben in der Leistungsbeschreibung gemacht werden. Es ist höchst fahrlässig, wenn der Bodenleger auf eigene Faust die Art und Ausbildung der Bewegungsfugen festlegt und ausführt. Deshalb heißt es auch im BEB-Merkblatt HINWEISE FÜR FUGEN IN ESTRICHEN TEIL 2 [21]: »Vom Bauwerksplaner ist nach DIN 18560-2 und DIN 18560-4 sowie nach der Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen ein Fugenplan zu erstellen, aus dem Art und Anordnung der Fugen zu entnehmen sind. Der Fugenplan ist als Bestandteil der Leistungsbeschreibung dem Ausführenden vorzulegen. Die endgültige Lage der Fugen ist vor der Ausführung durch den Bauwerksplaner in Abstimmung mit allen Beteiligten vor Ort, z. B. in Form eines Koordinierungsgesprächs, festzulegen.«

Im unmittelbaren Zusammenhang mit den Prüfpflichten steht der Begriff der Belegreife. Unter Belegreife eines Untergrundes versteht man den Zustand eines Untergrundes, der für eine dauerhafte, schadens- und mangelfreie Verlegung/Klebung eines Oberbelages geeignet ist. Sie beinhaltet die Mängelfreiheit eines Untergrundes im Sinne der genannten Prüfpflichten, aber auch Eigenschaften des zu belegenden Untergrundes, wie:

- Festigkeit/Tragfähigkeit,
- Dauertrockenheit,
- Saugfähigkeit,
- Schwinden,
- Probleme mit der Untergrundoberfläche,
- Fugenausbildung.

Das Feststellen von Mängeln bei diesen Untergrundeigenschaften betrifft in erster Linie die Sachverständigen. Wenn der Bodenleger Mängel am Untergrund feststellt, die sich negativ auf die Ausführung seiner Arbeiten auswirken werden, muss er sofort seiner Hinweispflicht nachkommen und beim Bauherrn Bedenken anmelden und die Beseitigung dieser Mängel einfordern.

## 2.3 Festigkeit und Tragfähigkeit

Im Kommentar und den Erläuterungen zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [20] wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass alle verlegreifen Untergründe für Bodenbelagarbeiten in ihrer Festigkeit und Tragfähigkeit den einschlägigen DIN-Bestimmungen entsprechen müssen. Der Auftragnehmer für Boden-

belagarbeiten kann davon ausgehen, dass die Untergründe die Anforderungen im Hinblick auf Festigkeit und Belastbarkeit voll und ganz erfüllen. Prüfungen auf Druck- und Biegezugfestigkeit beispielsweise sind keine handwerksüblichen Prüfungen. Deshalb haben die Bodenleger nicht die Pflicht, solche Prüfungen vorzunehmen oder durchführen zu lassen. Werden solche Prüfungen erforderlich, muss der Bauherr, der Auftraggeber oder der Architekt diese Prüfungen an dafür autorisierte Einrichtungen bzw. Sachverständige in Auftrag geben.

Bei neu eingebauten Estrichen muss und kann der Bodenleger davon ausgehen, dass diese Untergründe mit den erforderlichen Festigkeiten eingebaut sind und somit über die notwendige Tragfähigkeit verfügen. Ein immer wiederkehrendes Thema bei der Sanierung von Altuntergründen ist, dass deren mechanischen Eigenschaften in der Regel nie überprüft werden. Dabei altern Estriche und verlieren ihre Festigkeit und Tragfähigkeit. Bei zahlreichen alten Estrichen wären zwingend Bestätigungsprüfungen im Hinblick auf Druck- und Biegezugfestigkeit erforderlich. Die meisten Architekten sehen das nicht so eng. Sie sind der Meinung, dass ein Estrich, der die vergangenen 50 Jahre überstanden hat, wohl auch die Gewährleistungsfrist überstehen wird. Es wird häufig vergessen, dass Prüfungen auf Druck- und Biegezugfestigkeit sowie Haftzugprüfungen keine handwerksüblichen Prüfungen sind, welche vom Bodenleger vorzunehmen oder zu veranlassen sind. Bodenleger sind im Rahmen ihrer Prüfungs- und Hinweispflicht lediglich gehalten, die Oberflächenfestigkeit der Untergründe daraufhin zu prüfen und zu beurteilen, ob die von Ihnen aufzubringenden Verlegewerkstoffe eine feste Verbindung mit dem Untergrund eingehen. Durch die Untergrundvorbereitung und die Verlegewerkstoffe wird die Estrichkonstruktion (Lastverteilungsschicht) nur nach bestem Wissen und Gewissen verlegreif hergestellt. Der Bodenleger kann deshalb für Bruchzonen unterhalb der von ihm eingesetzten Verlegewerkstoffe keine Haftung übernehmen, es sei denn, er war auch als Planer tätig. Er kann lediglich Proben aus dem Altestrich herausstemmen und den Estrich gemeinsam mit dem Bauherrn, dem Architekten, dem Bauleiter oder auch einem Sachverständigen visuell begutachten und unverbindliche Hinweise geben. Der Bauherr muss dann entscheiden, ob er den alten Estrich entfernen und durch einen neuen ersetzen lässt, oder ob er das Risiko eingeht und die Verlegung der Oberbeläge auf dem problematischen Altestrich verlangt (Bild 10).



**Bild 10** ■ Dieser Schlackeestrich ist nicht mehr tragfähig, wie augenscheinlich zu erkennen ist

Die Dicke eines jeden Estrichs ist ein ganz entscheidender Faktor im Hinblick auf die Tragfähigkeit. Der Bodenleger muss die Estrichdicke bei mineralischen Estrichen lediglich bei der CM-Prüfung im Prüfloch messen. Wenn er feststellt, dass erhebliche Minder- oder Mehrdicken vorhanden sind, muss er beim Bauherrn Bedenken anmelden. Erhebliche Minderdicken beeinträchtigen die Tragfähigkeit eines Estrichs und Mehrdicken verursachen bei neu eingebauten Estrichen längere Trocknungszeiten.

### Bituminöser Untergrund täuschte ausreichende Tragfähigkeit vor

#### Schadensbild

In einem Sanierungsobjekt im Kellergeschoß war ein bituminöser Untergrund direkt auf eine Betonbodenplatte aufgebracht. Da es sich hier um eine erdberührte Fußbodenkonstruktion handelte, sollte der bituminöse Untergrund offensichtlich die Feuchtigkeit aus dem angrenzenden Erdreich absperrnen. Der bituminöse Untergrund, der in der Oberfläche wie ein Gussasphalt aussah, diente gleichzeitig als Nutzschicht. Da der Bauherr das Kellergeschoß hochwertiger vermieten wollte, sollten auf die gesamte Fläche im Kellergeschoß PVC-Designbeläge verlegt werden. Aus Sicherheitsgründen wurde mit einer Reaktionsharzgrundierung grundiert und 2–5 mm dick zementär gespachtelt. Schon drei Tage später war die Spachtelmasse vollflächig gerissen. Der Sachverständige öffnete den Fußboden bis Oberkante Betonbodenplatte. Der bituminöse Untergrund lag hohl und war ebenfalls gerissen. Die Spachtelmasse war fest mit ihm verbunden, während er sich leicht vom darunter befindlichen Betonuntergrund ablösen ließ. Der bituminöse Untergrund war eine 12–16 mm dicke grobporige Schicht, die eher einem Walzasphalt oder bituminösem Sonderestrich als einem Gussasphalt entsprach. Guss-

asphaltestriche haben in der Regel ein nahezu porenlloses Gefüge und eine gleichmäßige Kornverteilung, ähnlich der des Zementestrichs. Lediglich die Oberfläche dieses schwarzen Untergrundes entsprach dem Aussehen eines Gussasphaltestrichs. Deshalb stand auch in der Ausschreibung des Bauherrn, dass die Bodenbelagsarbeiten im Kellergeschoß auf einen Gussasphalt auszuführen seien.

## Schadensursache und Regeln

Risse sind immer darin begründet, dass in den Untergründen durch von außen einwirkende Kräfte Zugspannungen entstehen. Erreichen diese Spannungen die Materialfestigkeit im Sinne der Bruchspannung, kommt es zu Rissen. Der schwer zu definierende bituminöse Untergrund war hier offensichtlich nicht in der Lage, die Trocknungsspannungen aus der zementären Spachtelmasse schadensfrei aufzunehmen. Dieser Untergrund besaß nicht die erforderliche Härteklafe, die bei allen schwarzen Untergründen gefordert wird, auf denen Bodenbeläge verlegt werden. Gesunde Gussasphaltestriche nehmen problemlos die Trocknungsspannungen aus zementären Spachtelmassen mit einer Spachtelmassendicke bis 5 mm auf. Die Gussasphaltestriche sind in der Regel 3 cm dick, wenn sie einlagig eingebaut werden, beim zweilagigen Einbau beträgt die Dicke mindestens 2 cm pro Schicht. Der vorgefundene bituminöse Untergrund war nur einlagig 12 bis 16 mm dick. Diese Dicken sind für schwarze Untergründe eindeutig zu gering und haben die Tragfähigkeit zusätzlich negativ beeinflusst. Wo dieser bituminöse Untergrund einzuordnen ist, hätte nur im Labor ermittelt werden können (Bild 11), was vom Bauherrn nicht gewünscht war. Der Bodenleger muss und kann die Härteklafe schwarzer Untergründe nicht ermitteln. Diese Prüfungen sind keine handwerksgerechten Prüfungen und können nur in dafür autorisierten Laboren durchgeführt werden. Somit können Bodenleger auch nicht bewerten, ob der vorhandene Untergrund im Hinblick auf Härteklafe sowie Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit den Nutzungsanforderungen entspricht. Im BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU (2014) [26] heißt es im Punkt 1.2 – Besondere Hinweise für den Planer/Architekt: »Der tatsächliche Aufbau ist sowohl im Neubau, als auch bei Renovierungen zu dokumentieren und dem Bodenleger rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten mitzuteilen. Die Angaben zum Fußbodenauflauf, insbesondere hinsichtlich der verwendeten Stoffe bzw. Bindemittel müssen vorliegen.«



**Bild 11** ■ Der bituminöse Untergrund war von der Betonbodenplatte vollflächig abgeplatzt. Die Spachtelmasse war fest mit dem bituminösen Untergrund verbunden.

### Schadensbeseitigung

Der alte, bituminöse, grobporige Untergrund wurde bis Oberkante Betonuntergrund vollständig entfernt. Die Einbauhöhen erlaubten den Einbau eines neuen, 3 cm dicken, abgequarzten Gussasphaltestrichs. Der Gussasphalt estrich bot mit einem  $S_d$ -Wert (Waserdampfdiffusionsäquivalente Luftschichtdicke) von ca. 1500 m bei erdberührten Fußbodenkonstruktionen die größte Sicherheit, mit dem Vorteil, dass bereits am nächsten Tag mit den Bodenbelagsarbeiten begonnen werden konnte, da der Bauherr unter Zeitdruck stand.

## 2.4 Dauertrockenheit

Grundsätzlich muss man zwischen der Untergrundfeuchte unmittelbar vor der Ausführung der Bodenbelagarbeiten und der Dauertrockenheit eines Untergrundes unterscheiden. Für die Prüfung der Untergrundfeuchte vor der Verlegung der Oberbeläge ist der Bodenleger verantwortlich. Für die Dauertrockenheit eines Untergrundes ist der Bauherr bzw. sein Planer, der Architekt, der Bauleiter und im Neubau der Estrichleger verantwortlich. Dazu die folgenden Beispiele aus der Baupraxis.

## Planung und Einbau von Trennlagen auf neu eingebaute Betonuntergründe unter schwimmenden Estrichen

### Schadensbild

In einem einwandfrei verlegten PVC-Belag in einem neu errichteten Mehrfamilienhaus kam es ca. drei Monate nach der Ausführung der Bodenbelagsarbeiten in der Heizperiode zu Blasen- und Beulenbildung. Der Bodenleger sollte diesen Mangel erklären, war sich aber keiner Schuld bewusst. Deshalb wurde ein Sachverständiger eingeschaltet.

### Schadensursache

Der Sachverständige öffnete die gesamte Fußbodenkonstruktion und stellte fest, dass sich auf der neu eingebauten Stahlbetondecke unter dem schwimmenden Zementestrich keine Absperrfolie befand. Es fehlte damit eine Dampfbremse. Diese wäre nötig gewesen, weil bedingt durch die hohe Restfeuchte in dem jungen Betonuntergrund ein Dampfdruckgefälle vom Betonuntergrund weg und hin zu den angrenzenden Räumen vorlag. Besonders bei sehr dampfdichten Oberbelägen führt dieser Dampfdruck zu Blasen- und Beulenbildungen und Ablösungen. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn sich beispielsweise unterhalb der neuen Stahlbetondecke Heizleitungen oder andere Wärmeerzeuger befinden. Planer oder Estrichleger müssen deshalb bei neuen Betonuntergründen den Einbau von zwei Lagen PE-Folie der Dicke 0,2 mm oder einer einlagigen PVC-Folie der Dicke 0,5 mm unmittelbar auf den neuen Betonuntergrund vorsehen. Wird darauf verzichtet, kann es zu den in diesem Beispiel beobachteten Schäden am Oberbelag und der gesamten Fußbodenkonstruktion kommen.

Für den hier vorliegenden Schaden ist der Bodenleger nicht verantwortlich. Es ist nicht seine Aufgabe das Vorhandensein von Trennfolien auf der Stahlbetondecke zu prüfen. Im BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU (2014)[26] heißt es: »*Die Prüfpflicht des Bodenlegers erstreckt sich auf den Untergrund (Lastverteilschicht z. B. Estrich) und nicht auf darunterliegende Schichten (z. B. Trennlagen/Dämmenschichten und/oder Abdichtungen).*«

### Schadensbeseitigung

Um den Schaden so gering wie möglich zu halten, wurde zwischen den beteiligten Parteien vereinbart, vorerst die vorhandenen Blasen und Beulen durch Aufschneiden und Unterkleben bzw. Unterspritzen zu beseitigen. Wenn die Blasen und Beulenbildung vollständig abgeklungen ist, sollen dann Zimmer

für Zimmer neue PVC-Beläge verlegt werden. Falls bei der Spachtelmasse ebenfalls Feuchteschäden auftreten sollten, müssen auch die Grundierung und die Spachtelmasse erneuert werden.

## Schadensvermeidung

Diese Schäden lassen sich nur durch den fachgerechten Einbau der geeigneten Dampfbremsen unmittelbar auf den Betonuntergrund vermeiden. Trotzdem streiten sich Planer und Estrichleger häufig über die Notwendigkeit dieser Dampfbremsen und nicht selten verzichten die Estrichleger auf den Einbau von Trennlagen. Dieser Verzicht ist aber nur dann erfolgreich, wenn über einen langen Zeitraum ein sehr geringes Dampfdruckgefälle vorliegt oder sehr dampfdiffusionsoffene, textile Beläge verlegt werden, wie beispielsweise Nadelvliesbeläge. Aber bei dem hier aufgezeigten Schaden dürfte allen Beteiligten klar sein, dass das Risiko für Fußbodenschäden sehr hoch ist, wenn auf Dampfbremsen verzichtet wird.

## Erdberührte Fußbodenkonstruktionen

Die Abdichtung erdberührter Bauteile ist in DIN 18533 geregelt. Sie ist bauteilbezogen in Abhängigkeit von der Art und der Intensität der Feuchtebeanspruchung zu bemessen. Bei der Planung von Bodenbelagsarbeiten auf erdberührten Untergründen sind drei Raumnutzungsklassen, drei Rissklassen und Rissüberbrückungsklassen sowie sechs Wassereinwirkungsklassen zu beachten. Für erdberührte Betonbodenplatten sind die folgenden Wassereinwirkungsklassen von Bedeutung:

- W1-E: Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser,
- W1.1-E: Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden,
- W1.2-E: Bodenfeuchte und nichtdrückendes Wasser bei Bodenplatten und erdberührten Wänden mit Dränung,
- W2-E: Drückendes Wasser,
- W2.1-E: Mäßige Einwirkung von drückendem Wasser kleiner gleich 3 m Eintauchtiefe,
- W2.2-E: Hohe Einwirkung von drückendem Wasser größer 3 m Eintauchtiefe.

Die Wahl der einzusetzenden Abdichtungsart ist im Wesentlichen abhängig von der Angriffsart des Wassers, von der Nutzung des Bauwerks, der Bodenart, der Geländeform und dem Bemessungswasserstand am jeweiligen Gebäudestandort. In einem Neubau ist es in der Regel so, dass die Bodenleger im Hinblick auf Dauertrockenheit nichts befürchten müssen. In der Sanie-

rung und Renovierung sieht das ganz anders aus, da hier meistens kein Planer eingeschaltet wird und der Bodenleger die Planung übernimmt. Bei alten erdberührten Fußbodenkonstruktionen sind in aller Regel die Abdichtungen gegen Feuchte aus dem angrenzenden Erdreich defekt oder nicht vorhanden. Um eine Dauertrockenheit für die Ausführung der Bodenbelagarbeiten zu erzielen, sind verschiedene Aspekte zu beachten. Die Absperrung eines feuchtigkeitsunempfindlichen und frostfreien Untergrundes mit einer geeigneten dampfbremenden Sperrgrundierung ist nur für die Wassereinwirkungsklasse W1.1-E Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser möglich. Für die Wassereinwirkungsklasse W2-E drückendes Wasser sind zwingend geeignete Abdichtungen nach den Angaben der Abdichtungshersteller in die Fußbodenkonstruktion einzubauen Außerdem muss der  $S_d$ -Wert (Wasser dampfdiffusionsäquivalente Luftsichtdicke) der einzusetzenden Sperrgrundierung höher sein als die Summe der  $S_d$ -Werte aus den Verlegewerkstoffen und dem Oberbelag. Das bedeutet, dass Oberbeläge mit einem hohen  $S_d$ -Wert auch Absperrungen mit einem hohen  $S_d$ -Wert erfordern. Epoxidharzgrundierungen haben beispielsweise in der Regel einen  $S_d$ -Wert von ca. 65. Wird auf die Epoxidharzgrundierung 2 mm dick gespachtelt und ein 2 mm dicker PVC-Belag geklebt, beträgt die Summe aus den  $S_d$ -Werten Spachtelung plus Kleber plus PVC-Belag gleich 42. Somit wird beim Lastfall Bodenfeuchte und nicht stauendes Sickerwasser kein Feuchteschaden am PVC-Belag und den Verlegewerkstoffen entstehen. Die Dampfbremse (hier die Sperrgrundierung) sorgt dafür, dass der Wasserdampf nicht schneller und intensiver auf die Verlegewerkstoffe und die Bodenbeläge einströmt, als er durch die Verlegewerkstoffe und die Bodenbeläge hindurch diffundieren kann. Unter dieser Prämisse werden Feuchteschäden an der Fußbodenkonstruktion vermieden. Bei der  $S_d$ -Wert-Planung muss unbedingt der Verlegewerkstoffhersteller einbezogen werden. Er muss angeben, wie groß der  $S_d$ -Wert seiner Absperrgrundierungen ist. Planungsbeispiele werden im BEB-Merkblatt HINWEISE ZUM EINSATZ ALTERNATIVER ABDICHTUNGEN UNTER ESTRICHEN [24] eingehend erläutert.

Die niedrigviskosen Reaktionsharzgrundierungen sollten folgende Spezifikationen aufweisen:

- hoher Diffusionskoeffizient,
- kapillarbrechend,
- alkalibeständig,
- Verarbeitung in zwei Arbeitsgängen über Kreuz.

## Schaden durch fehlende Sperrgrundierung bei Wirkungsklasse

### W1.1 Bodenfeuchte und nicht drückendes Wasser

#### Schadensbild

In einem älteren Einfamilienhaus wurde im Kellergeschoß auf eine erdbehrte Betonbodenplatte mit Verbundzementestrich ein CV-Belag verlegt. Nach ca. sechs Monaten entstanden im CV-Belag Blasen und Beulen, der Belag löste sich teilweise von der Spachtelmasse ab und die zementäre Spachtelmasse war weich und krümelig.

#### Schadensursache

Aus den Abrechnungsunterlagen des Bodenlegers ging hervor, dass er den Verbundzementestrich mit einer üblichen Dispersionsgrundierung grundiert hatte, anschließend wurde der Untergrund mit einer zementgebundenen Spachtelmasse ausgeglichen. Auf den so vorbereiteten Untergrund wurde der CV-Belag mit einem Dispersionskleber geklebt. Der Bodenleger hatte diesen Systemaufbau selbst festgelegt. Die gewählte Untergrundvorbereitung war jedoch nicht ausreichend, um die aus dem Untergrund aufsteigende Feuchte auf ein ungefährliches Maß abzusperren. Aufgrund einer falschen Bewertung der Feuchtebelastung wurde eine unzureichende Untergrundvorbehandlung gewählt, was zu dem angetroffenen Schadensbild führte. Um die aus dem Untergrund aufsteigende Feuchte auf ein ungefährliches Maß abzusperren, hätte auf den Zementverbundestrich eine Sperrgrundierung mit einem  $S_d$ -Wert von ca. 60 aufgebracht werden müssen, mit den erforderlichen Spezifikationen, wie alkalibeständig, kapillarbrechend, hoher Diffusions-Koeffizient und Verarbeitung in zwei Arbeitsgängen über Kreuz.

#### Schadensbeseitigung

Der CV-Belag und die Verlegewerkstoffe wurden restlos entfernt. Auf den Zementverbundestrich wurde eine der Feuchtebelastung angepasste und mit dem Verlegewerkstoffhersteller abgestimmte Reaktionsharzgrundierung aufgebracht. Anschließend wurde zementär gespachtelt und mit einem Dispersionskleber ein neuer CV-Belag geklebt.

#### Wasserdampfdiffusion aus den unteren Räumen

Wasserdampf bewegt sich immer in Richtung des Dampfdruckgefälles. Sind in Räumen beispielsweise durch Klimaanlagen, Wäschereien, Bäder oder Heizungsanlagen hohe Feuchtigkeiten und somit hohe Wasserdampfdrücke

vorhanden, so wandert der Wasserdampf durch die Decke in Richtung des darauf liegenden Oberbelags. Ist der Bodenbelag dampfdicht, kommt es zu den Feuchteschäden, wie sie in Kapitel 3.3.3 – Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Verlegewerkstoffe und Oberbeläge – aufgezeigt werden. In der Regel wird dann eine Neuverlegung des Oberbelages erforderlich. Allerdings muss vor der Verlegung des neuen Bodenbelages die Feuchtezufuhr von unten durch das Anbringen einer Dampfsperre unter der Decke verhindert werden, beispielsweise durch das Kleben einer Aluminiumfolie. Der Einsatz einer dampfbremenden Spachtelung auf der Decke hat hier meistens keinen Erfolg, da bei der Befeuchtung aus den unteren Räumen ständig Feuchte nachgeschoben wird.

## 2.5 Saugfähigkeit

Als Saugfähigkeit bezeichnet man im Allgemeinen die Eigenschaft von festen Stoffen, innerhalb eines bestimmten Zeitraums und in unterschiedlichen Mengen Flüssigkeiten aufzunehmen. Die Saugfähigkeit der verschiedenen Untergründe bzw. ihre Berücksichtigung beim Aufbau der nachfolgenden Spachtel- und Klebearbeiten hat einen enormen Einfluss auf die Stabilität der Bodenbelagsarbeiten. Werden vom Verarbeiter beispielsweise hohe Saugfähigkeiten und unterschiedlich stark saugende Teilflächen des Untergrundes nicht beachtet, kann es einerseits zu gravierenden Fußbodenschäden und zu erheblichen Zusatzkosten kommen.

In der Fußbodenbranche spielt die Porosität, also die tatsächlich vorhandenen Hohlräume in einem festen Stoff, eine ganz wesentliche Rolle. Die Porosität ist eine dimensionslose Messgröße, die das Verhältnis von Hohlraumvolumen zum Gesamtvolumen eines Stoffes oder Stoffgemisches darstellt. Porosität und Rauigkeit bestimmen in der Regel die Saugfähigkeit eines Untergrundes. Mineralische Untergründe haben je nach Zusammensetzung und Beschaffenheit, abhängig vom Kapillarsystem und Materialgefüge, unterschiedliches Saugverhalten über den gesamten Estrichquerschnitt.

Die Saugfähigkeit von Untergründen kann durch das Benetzen mit Wasser geprüft werden. Wenn das Wasser abperlt, ist ein nicht oder nur schwach saugfähiger Untergrund vorhanden. Stark saugfähige Untergründe zeigen eine rasche Wasseraufnahme. Dabei verfärbt sich die Oberfläche schnell dunkel. Bei dieser Prüfung zeigen sich auch Krakelee-Risse und Netzrisse. In der Fußbodenbranche sind Prüfungen auf Saugfähigkeiten durchaus üblich. Hier ist zu beachten, was in den technischen Merkblättern der Verlegewerkstoffhersteller steht. Von einem namhaften Verlegewerkstoffhersteller wird beispielsweise gefordert, vor dem Auftrag der absperrenden Reaktionsharzgrundierung eine

Wassertropfenprobe durchzuführen (Bild 12). Die aufgebrachten Wassertropfen müssen direkt eingesogen werden. Ansonsten muss ein intensiver Reinigungsschliff durchgeführt werden, um eine ausreichende und gleichmäßige Saugfähigkeit des mineralischen Untergrundes sicherzustellen. Saugfähig sind in der Fußbodenbranche vor allem die mineralischen Untergründe.

## Reaktionsharzgrundierung auf einem DDR-Fließanhydritestrich

### Schadensbild

In einem neu errichteten Hotelkomplex war 1990 ein DDR-Fließanhydritestrich eingebaut worden. Eine Bodenlegerfirma aus den alten Bundesländern erhielt den Auftrag über die Ausführung der Bodenbelagsarbeiten in diesem Hotelkomplex. Da der Bodenleger Bedenken gegen diesen Untergrund hatte, hat er den Einsatz einer abgequarzten Epoxidharzgrundierung vorgeschlagen. Obwohl dadurch erhebliche Mehrkosten entstanden, stimmte der Bauherr diesem Vorschlag zu. Zwei Etagen wurden vorerst mit der abgequarzten Epoxidharzgrundierung behandelt. Am dritten Tag stellte man fest, dass in allen Räumen der Quarzsand lose auf dem Anhydritestrich auflag, die Epoxidharzgrundierung war verschwunden.

### Schadensursache und Vermeidung

Der frisch eingebaute DDR-Fließanhydritestrich war extrem saugfähig, sodass die Epoxidharzgrundierung vollständig von diesem Untergrund aufgesogen wurde. Der Bodenleger hätte vor Beginn seiner Arbeiten Probeflächen anlegen müssen, nur so können hohe Saugfähigkeiten festgestellt werden. Bodenleger müssen immer Bedenken anmelden, wenn die Oberflächen der Untergründe zu porös und zu rau sind. Das bedeutet, dass diese Untergründe stark saugfähig bzw. auch unterschiedlich stark saugfähig sind.

### Schadensbeseitigung

Der DDR-Fließanhydritestrich wurde ein zweites Mal mit der Epoxidharzgrundierung grundiert und abgequarzt. Erst jetzt funktionierte die Grundierung, der Untergrund war offensichtlich durch den ersten Epoxidharzauftrag vollständig gesättigt.



**Bild 12** ■ Wassertropfenprobe an drei verschiedenen Untergründen

## Dispersionsgrundierung auf einem DDR-Anhydritestrich

### Schadensbild

In Wohnungsbauten der ehemaligen DDR bestehen ca. 70 % aller Untergründe aus Anhydritestrich. Die Saugfähigkeit dieser Untergründe ist sehr unterschiedlich, sie kann von Raum zu Raum mal sehr hoch und dann wieder sehr niedrig sein. Das bedeutet für den Bodenleger ein hohes Risiko. In Räumen mit hoher Saugfähigkeit wird die Dispersionsgrundierung und sogar das Anmachwasser aus der Spachtelmasse begierig aufgesogen. Die Folge ist dann Vernarbung der Spachtelmasseoberfläche, im Extremfall das Abplatzen der Spachtelmasse vom Anhydritestrich.

### Schadensursache und Vermeidung

Schadensursache ist in solchen Fällen eindeutig die hohe Saugfähigkeit des Anhydritestrichs. Wenn das Wasser aus der Grundierung und das Anmachwasser aus der mineralischen Spachtelmasse schnell vom Estrich aufgesogen wird, fehlt dieses Wasser für die physikalischen und chemischen Prozesse, die bekanntlich für ein ordnungsgemäßes Abbinden der Verlegewerkstoffe verantwortlich sind. Einen solchen Schaden kann man nur durch das Anlegen von Probeflächen verhindern. Die DDR-Anhydritestriche müssen manchmal zwei oder sogar dreimal mit einer Dispersionsgrundierung grundiert werden, um die Saugfähigkeit in den Griff zu bekommen.

## Schadensbeseitigung

Die vernarbenen Spachtelmasseoberflächen werden mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und anschließend neu überspachtelt. Die Bereiche mit abgeplatzter Spachtelmasse sind ebenfalls neu zu grundieren (manchmal sogar zweimal) und neu zu spachteln. Hohe Saugfähigkeiten von Untergründen erfordern immer einen erheblichen Mehrverbrauch an Grundierung, Spachtelmasse und Klebstoff, als im Angebot vorgesehen. Deshalb wird von den Verlegewerkstoffherstellern immer wieder gefordert, Probeflächen anzulegen und so den tatsächlichen Verbrauch an Verlegewerkstoffen auf der Baustelle zu ermitteln. Der Mehrverbrauch ist dem Auftraggeber vor der Ausführung der Bodenbelagarbeiten anzuzeigen. Häufig ist ein mehrmaliges Grundieren des Untergrundes erforderlich, um Schäden an den nachfolgenden Arbeiten zu verhindern. Die Wassertropfenprobe ist besonders bei neu eingebauten Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließestrichen sinnvoll. Bei diesen Estrichen reichern sich häufig an der Estrichoberfläche Fließmittel in Form einer harten und dichten Schale an. Diese unzutreffender Weise auch gerne als Sinterschichten bezeichneten Schalen sind sehr dicht, der Wassertropfen bleibt auf der Estrichoberfläche stehen und dringt nicht ein. Es entsteht also eine nahezu dichte und nicht saugfähige Oberfläche. Um auch diese Oberflächen mit einer Dispersionsgrundierung vorstreichen zu können, muss diese harte Schale entfernt werden.

Betonuntergründe sind in der Regel durch Kugelstrahlen und anschließendes Absaugen mit einem Industriesauger vorzubehandeln (Bild 13). Durch das Kugelstrahlen werden einerseits alle Nachbehandlungsmittel sowie haftungsmindernde Schichten auf den Betonoberflächen entfernt und andererseits die erforderliche vergrößerte, griffige und saugfähige Oberflächenstruktur für die Anbindung der Verlegewerkstoffe geschaffen. Durch das Kugelstrahlen werden alle Poren an der Betonoberfläche geöffnet. Das ist zwingend notwendig, wenn beispielsweise Reaktionsharzgrundierung zur Absperrung der Restfeuchte aufgetragen werden soll, die nach dem Prinzip der Porenfüllung, d. h. des vollständigen Porenschlusses aller Betonporen in der Betonoberfläche, funktioniert.

Vor allem Dispersionsgrundierungen regulieren und vermindern u. a. die Saugfähigkeit von Untergründen. Deshalb sind Untergründe nach TKB-Merkblatt 9 TECHNISCHE BESCHREIBUNG UND VERARBEITUNG VON BODENSPACHTELMASSEN Stand April 2008 grundsätzlich zu grundieren [25].



**Bild 13** ■ Kugelstrahlen einer Betonoberfläche

Alle mineralischen Spachtelmassen – zementäre Spachtelmassen und Gipsspachtelmassen – stellen saugfähige Untergründe dar. Dispersionsspachtelmassen werden als halbsaugfähige Untergründe bezeichnet. Reaktionsharzspachtelmassen besitzen keine Saugfähigkeit. Mit mineralischen Spachtelmassen wird neben der Ebenheit die richtig definierte Saugfähigkeit des Untergrundes erzielt. Durch die Spachtelung der Fußbodenkonstruktion mit einer mineralischen Spachtelmasse wird ein gleichmäßig saugender Untergrund über die gesamte Fußbodenfläche geschaffen. Das ist besonders beim Einsatz von Dispersionsklebstoffen notwendig, da die mineralische Spachtelmasse einen Teil des Wassers aus dem Dispersionsklebstoff nach dem Prinzip eines Löschblattes aufnimmt. Somit kann der Klebstoff gleichmäßig und gesteuert abbinden und sich in der Spachtelmasse ausreichend fest verkrallen. Die Saugfähigkeit der mineralischen Spachtelung hängt unmittelbar von deren Dicke ab. Im TKB-Merkblatt 9 werden im Punkt 4.4.3 Mindestschichtdicke deshalb die erforderlichen Schichtdicken im Hinblick auf die Saugfähigkeit und Stuhlrolleneignung vorgegeben [25]. Auf dichten Untergründen wie beispielsweise Gussasphalt sollte die Schichtdicke mindestens 1,5 mm betragen. Beim Einsatz von Dispersionsklebern zwischen dichten Belag und dichtem Untergrund muss eine Schichtdicke von mindestens 2 mm realisiert werden. Maßgebend sind hier aber die Aussagen der Verlegewerkstoffhersteller in deren technischen Merkblättern.

Im BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU Stand März 2014 [26] heißt es im Abschnitt 3.2 Spachtelmassen: »Für den Einsatz von Dispersionsklebstoffen ist eine gleichmäßig saugfähige Schicht erforderlich. Eine optimale Saugfähigkeit wird nur bei einer Mindestdicke von >2 mm erreicht, bevorzugt durch Räkeln. Spachtelmassen in einer mittleren Schichtdicke >10 mm sind auf einer abgesandeten Reaktionsharz-Grundierung auszuführen.«

Wird eine zu geringer Schichtdicke beispielsweise auf dichtem Untergrund und unter dichtem Belag eingebaut, verzögert sich das Abbinden und Trocknen von wasserbasierten Dispersionsklebstoffen in nachteiliger Weise, bzw. wird überhaupt verhindert. Vorsicht auch bei überwässerten Spachtelmassen. Sie sind alles andere als ein gleichmäßig saugender Untergrund. Die auf der Oberfläche solcher Spachtelmassen ausgeschwemmten Bestandteile bilden einen Film, der die Saugfähigkeit herabsetzt oder sogar völlig unterbindet und so die erforderliche Anbindung des Bodenbelages an die Spachtelmasse erschwert bzw. verhindert. In den meisten Fällen lässt es sich nicht vermeiden, die überwässerten Spachtelmassen mechanisch zu entfernen und eine neue Spachtelung auszuführen.

## 2.6 Schwinden

Unter Schwinden versteht man die Volumenänderung (Verkürzung) eines Estrichs, die durch die Austrocknung sowie durch das Abbinden des Bindemittels entsteht. Das Schwinden des Estrichs ist abhängig von der Bindemittelart, der Estrichzusammensetzung, der Estrichverdichtung und dem Baustellenklima. Auch die Nachbehandlung und die Estrichdicke wirken sich auf die Größe und Intensität der Schwindverformung aus.

Das Schwinden von Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließestrichen ist im Vergleich zu Zementestrichen geringer. Zum Zeitpunkt der Belegreife muss der Schwindprozess des Estrichs, besonders des Zementestrichs sowie des Sonderestrichs, soweit abgeschlossen sein, dass die folgenden Mängel ausgeschlossen werden können:

- An den Estrichflanken der verharzten Scheinfugen und Risse kommt es zu Abrissen zwischen dem ausgehärteten Reaktionsharz und dem Estrich. In einem solchen Fall ist die Schwindspannung größer als die Haftung des Reaktionsharzes an den Estrichflanken.
- Die Estriche reißen, besonders intensiv im Bereich der verharzten Scheinfugen und verharzten Risse. In einem solchen Fall ist die Schwindspannung größer als die innere Festigkeit der Estriche.

### Scheinfugen wurden zu früh verharzt

#### Schadensbild

In einem fachgerecht verlegten PVC-Belag traten ca. zwei Monate nach der Verlegung längliche Blasen auf (sogenannte Würmchenbildung Bild 14).



**Bild 14** ■ Würmchenbildung im PVC-Belag

### Schadensursache

Die Scheinfugen im neu eingebauten Zementestrich wurden aus Zeitgründen zu früh verharzt. Der Zementestrich hatte noch nicht seine Belegreife erreicht, war also noch nicht ausreichend trocken. Durch das materialtypische Schwinden des Zementestrichs kam es zu Abrissen im Zementestrich unmittelbar neben den zu früh verharzten Scheinfugen. Diese Risse zeichneten sich im PVC-Belag als Würmchenbildung ab.

### Schadensbeseitigung

Der PVC-Belag und die Verlegewerkstoffe mussten in den betroffenen Räumen restlos entfernt werden. Die neu entstandenen Risse wurden nachträglich verharzt. Anschließend wurde neu grundiert, gespachtelt und ein neuer PVC-Belag verlegt.

## 2.7 Oberflächenfestigkeit

Im Kommentar und Erläuterungen zur VOB DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2010 [20] heißt es im Abschnitt Nicht genügend feste Oberfläche des Untergrundes: »Nicht ausreichend feste Oberflächen verhindern eine dauerhafte Verbindung mit den Spachtel- und Ausgleichsmassen, dem Kleber und dem Bodenbelag. Derartige Oberflächen bedürfen einer besonderen Vorbehandlung. Die Art der Vorbehandlung (z. B. Schleifen, Absaugen, Voranstrich) und des Vorbehandlungsmaterials (Voranstrich) ist von der Estrichart und dem Grad der nicht ausreichenden Oberflächenfestigkeit abhängig. Auch auf so genannten „wundgelaufenen Stellen“ kann

nicht ohne weiteres die Verarbeitung der Bodenbeläge erfolgen. Dadurch notwendige (besondere) Voranstriche zur Erzielung einer guten Haftfestigkeit von Spachtel- und Ausgleichsmassen auf der Untergrundoberfläche gehören nicht zu den Nebenleistungen des Auftragnehmers; dabei handelt es sich um eine Besondere Leistung.

Nach DIN 18560 Teil 1, Estriche im Bauwesen, Begriffe, allgemeine Anforderungen, Prüfungen' muss der Estrich eine für den Verwendungszweck ausreichende Oberflächenfestigkeit aufweisen.«

Zur Feststellung der Oberflächenfestigkeit mineralischer Neu- und Altestriche stehen folgende Prüfmöglichkeiten zur Verfügung:

- Visuelle Prüfung,
- Gitterritzprüfung,
- Drahtbürstenprüfung,
- Hammerschlagprüfung,
- Klebeprobe mit dem Oberbelag,
- Oberflächen- bzw. Haft-Zugfestigkeitsprüfung nach BEB-MERKBLATT 11/2004 [27]. Bei dieser Prüfung handelt es sich um keine Regelprüfung, da sie keine handwerksgerechte Prüfungsart für den Verarbeiter darstellt. Parkett- und Bodenleger müssen diese Prüfungen nicht durchführen.

## Visuelle Prüfung

Bei allen Prüfungen der Oberflächenfestigkeit ist zu bedenken, dass diese Prüfungen stichprobenartig erfolgen. Es ist unzumutbar, jeden Quadratmeter des mineralischen Estrichs auf Oberflächenfestigkeit zu prüfen. Hier ist Erfahrung gefragt. Der Verarbeiter sollte aber in jedem Fall im Vorfeld alle Räume ablaufen und eine visuelle Kontrolle durchführen. Anhand dieser visuellen Prüfung lassen sich absandende, abmehlende und weiche Estrichoberflächen erkennen, aber auch Sinterschichten, Kalkhäutchen und Verunreinigungen feststellen.

## Gitterritzprüfung

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18] heißt es dazu: »Die Festigkeit der Oberfläche ist durch eine Gitterritzprüfung zu beurteilen. Dieses ist die Regelprüfung. Zur Durchführung der Gitterritzprüfung sind ausreichende Sachkunde und ein entsprechendes Ritzgerät erforderlich, damit ein aussagekräftiges Ergebnis erreicht werden kann. Dabei erfolgt die Prüfung mit einer federgelagerten gehärteten Stahlnadel. Die Federspannung wird entsprechend der Gebrauchseinweisung eingestellt. Dann wird das Ritzgerät über eine geschlitzte Schablone gezogen, sodass ein rautenförmiges Musterbild entsteht.«



**Bild 15** ■ Gitterritzprobe an einem alten Anhydritestrich

Die Gitterritzprüfung stellt eine vom Prüfenden nahezu unbeeinflussbare Prüfung dar (Bild 15).

Sachverständige verwenden in Gutachten zur Bewertung der Oberflächenfestigkeit häufig eine Viererskalierung der Messergebnisse. Der Buchstabe G klassifiziert die Messungen wie folgt:

- G 1: Nahezu keine messtechnisch erfassbare Ritzspurentiefe oder Ausbrüche an den Ritzspurkreuzungen. Die Oberflächenfestigkeit des mineralischen Estrichs ist nicht zu beanstanden.
- G 2: Geringfügige Ritzspurentiefe und minimale Ausbrüche des Prüfuntergrundes im Bereich der Ritzspurkreuzungen. Auch hier gibt es in der Regel keinen Grund zur Beanstandung der Oberflächenfestigkeit.
- G 3: Anhand vorliegender Erfahrungswerte, bezogen auf den Prüfuntergrund, noch übliche Ritzspurtiefen und vertretbare Ausbrüche der Oberfläche an den Ritzspurkreuzungen. Hier sollten gegebenenfalls Maßnahmen zur Verfestigung der Oberfläche ausgeführt werden, besonders bei höherer Belastung des Fußbodens.
- G 4: Erhebliche Ritzspurtiefen und Ausbrüche des Prüfuntergrundes an der Oberfläche im Bereich der Ritzspurkreuzungen. Hier sind in jedem Fall Maßnahmen zur Verfestigung der Estrichoberfläche auszuführen.

### Drahtbürstenprüfung

Auf der Oberfläche des mineralischen Estrichs werden mit einer üblichen Drahtbürste gleichmäßige Bewegungsabläufe bei gleichbleibendem Kraftaufwand ausgeführt. Beurteilt werden dann die aus der Oberfläche heraus gebürsteten Inhaltsstoffe aus dem mineralischen Estrich bezüglich der Menge sowie die Eindringtiefe der Drahtbürste in den Untergrund (Bild 16). Auch

hier erfolgt eine Viererskalierung, der Buchstabe D klassifiziert die Messergebnisse wie folgt:

- D 1: Nahezu keine Substanzen aus der Oberfläche herauslösbar. An der Oberflächenfestigkeit gibt es nichts zu beanstanden.
- D 2: In geringfügigem Umfang waren Substanzen in Form von Bindemittelanhäufungen /Weichzonen aus der Oberfläche des Untergrundes entfernt. Bei diesem Prüfbild handelt es sich um eine übliche Oberflächenfestigkeit.
- D 3: Im Vergleich zu D 2 wurden in größerem Umfang Substanzen aus der Oberfläche herausgelöst. Hier sollten gegebenenfalls Maßnahmen zur Verfestigung der Oberfläche ausgeführt werden, besonders bei höherer Belastung der Fußbodenkonstruktion.
- D 4: Es wurden erhebliche Weichzonen, Ablösungen und absandende Bereiche in Form von Bindemittelanhäufungen, Sedimentationschichten usw. festgestellt. In solchen Fällen müssen zwingend Maßnahmen zur Verfestigung der Estrichoberfläche ergriffen werden.

## Hammerschlagprüfungen

Im Rahmen dieser Prüfung wird zumeist ein 500 Gramm schwerer Hammer in einem Winkel von 60 Grad ohne Kraftaufwand auf die Estrichoberfläche aufgeschlagen. Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2017 [18] ist noch eine andere Vorgehensweise beschrieben: »Der Hammerschlag erfolgt mit ca. 30 mm breiten Meißel etwa im 90 Grad-Winkel auf 3 Seiten als quadratische Feldbegrenzung auf die Estrichoberfläche. Danach wird etwa im 45 Grad- bis 60 Grad-Winkel die Prüffläche mittels Meißel leicht abgeschlagen und ggf. bewertet. Der Prüfende sollte ein Sachkundiger sein. Die Prüfung ist bestanden, wenn keine nennenswerten Abplatzungen vorliegen. Die Prüfung ist nicht bestanden, wenn harte Schalen vorhanden sind und diese als Stück ausbrechen. Darunter finden sich in aller Regel pudrige, weiche Substanzen.«

Von Sachverständigen werden die Hammerschlagprüfungen wie folgt klassifiziert:

- K: Keine harten Schalen oder Abplatzungen, also keine Verfestigungsmaßnahmen notwendig.
- A 1: Geringfügige unbedeutende Abplatzungen aus der oberen Estrichrandzone, auch hier normalerweise keine Verfestigungsmaßnahmen erforderlich.
- A 2: Deutliche Abplatzungen einer harten Schale oder auch aus der oberen Estrichrandzone. Hier sind zwingend Maßnahmen zur Verfestigung erforderlich.



**Bild 16** ■ Absandende Oberfläche nach der Drahtbürstenprüfung

## **Belagablösung aufgrund nicht ausreichender Oberflächenfestigkeit des Zementestrichs**

### **Schadensbild**

Ein Linoleumbelag hatte sich in größeren Flächen vom neu eingebauten Zementestrich abgelöst. An der Rückseite des Belages hing fest verankert die komplette Spachtelschicht. An der Unterseite der Spachtelmasse befanden sich lose Inhaltsstoffe des Zementestrichs, teilweise eine pudrige Schicht (Bild 17).

### **Schadensursache**

Die Estrichoberfläche war nicht fachgerecht aufbereitet worden. Zum Zeitpunkt der Bodenbelagsarbeiten befanden sich noch lose Zementestrich-inhaltsstoffe auf der Estrichoberfläche, die der Bodenleger hätte mechanisch beseitigen müssen. Diese losen Materialen bilden eine Trennschicht zwischen Spachtelmasse und Zementestrich.

### **Schadensbeseitigung**

Der Linoleumbelag und die Verlegewerkstoffe wurden restlos entfernt. Der Zementestrich wurde mechanisch so vorbereitet, dass sich keine losen Inhaltsstoffe mehr auf der Estrichoberfläche befanden. Die Estrichoberfläche wurde mit einem Industriesauger abgesaugt. Anschließend wurde neu gründiert, gespachtelt und ein neuer Linoleumbelag verlegt.



**Bild 17** ■ Spachtelmasseablösung aufgrund zu geringer Oberflächenfestigkeiten

### Klebeprobe mit dem Oberbelag

Eine Klebeprobe kann mit einem Bodenbelag durchgeführt werden. Die Bodenbelagsprobe ist nach der vorgegebenen Ausführung zu verkleben und nach der Aushärtung senkrecht mit einer Federwaage abzuziehen. Diese Möglichkeit erfordert viel Erfahrung.

### Möglichkeiten zur Erzielung der erforderlichen Oberflächenfestigkeit

Grundsätzlich müssen alle kritischen und labilen Estrichoberflächen bzw. oberen Estrichrandzonen mechanisch entfernt werden. Das kann mittels abtragender Verfahren wie Kehren, Bürsten, Schleifen, Fräsen und Kugelstrahlen erfolgen. Anschließend sind die so behandelten Untergründe mit einem Industriesauger abzusaugen. Auf der Baustelle muss dann vor Ort beurteilt werden, ob und welche Reaktionsharzgrundierungen eingesetzt werden sollen, um der Oberfläche des Estrichs die erforderliche Festigkeit zu verleihen.

Bei den neu eingebauten mineralischen Estrichen sind vor allem zwei Untergründe auffällig, die immer wieder zu Diskussionen auf der Baustelle führen: neu eingebaute Zementestriche und Calciumsulfatfließestriche.

Neu eingebaute Zementestriche können beispielsweise eine Zementleimschicht besitzen, die nur eine geringe Anbindung zum gesunden Zementestrich besitzt. Diese Zementleimschichten müssen in jedem Fall mechanisch entfernt werden (Bild 18).

Über die Oberflächenfestigkeit/Oberflächenbeschaffenheit von Calciumsulfatfließestriche wird am häufigsten auf der Baustelle diskutiert und gestritten (Bild 19, Bild 20). In den Technischen Merkblättern der Hersteller/Lieferanten

der Calciumsulfatfließestriche ist in der Regel zu lesen, dass auf den von ihnen gelieferten Estrichen lediglich ein Sauberschliff erforderlich ist. Entscheidend ist aber der Zustand und die Qualität des konkret auf der Baustelle eingebauten Calciumsulfatfließestrichs. Deshalb heißt es im Merkblatt 4 BEURTEILUNG UND BEHANDLUNG DER OBERFLÄCHE VON CALCIUMSULFATFLIESSESTRICHEN, herausgegeben von der Industriegruppe Estrichstoffe im Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Berlin und des Industrieverbandes WerkMörtel e.V. Duisburg, Stand 12/2011 [28]: *»Es entspricht den allgemein anerkannten Regeln der Technik, dass Fließestriche angeschliffen werden. Auf das Anschleifen kann jedoch verzichtet werden, wenn der Fließestrich eine für den Verwendungszweck ausreichende Oberfläche aufweist. Die Prüfung und Beurteilung der Estrichoberfläche vor der Belagsverlegung anhand der gewöhnlichen Prüfungen wie z. B. Gitterritz-, Hammerschlag-, Benetzungsprüfung ist, wie bei allen anderen Estrichen, unerlässlich.«* In diesem Merkblatt sind alle Mängel, die Prüfung und Beurteilung sowie die Behandlungsmaßnahmen der Oberfläche von Calciumsulfatfließestrichen deutlich aufgezeigt. Ergänzend dazu noch der folgende Auszug aus dem Merkblatt BEURTEILUNG UND BEHANDLUNG DER OBERFLÄCHE VON CALCIUMSULAT-FLIESSESTRICHEN herausgegeben vom Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg, Stand August 2008 [29]: *»Bei der Trocknung wird durch Kapillartransport Wasser an die Oberfläche transportiert. Die eventuell darin gelösten Stoffe (z. B. Kalk, Additive) können sich an der Estrichoberfläche ablagern und bilden dann eine sogenannte ‚Sinterschicht‘. Solche Sinterschichten entstehen in der Regel in den ersten Tagen nach der Estrichverlegung. Sie sind nur Bruchteile von Millimetern dick und erscheinen matt bis glänzend. Das Vorhandensein einer solchen Schicht ist visuell bzw. mittels Gitterritzprüfung, in Zweifelsfällen mit der Oberflächenfestigkeitsprüfung, festzustellen. Sinterschichten sind materialbedingt und können auch bei einwandfrei hergestellten Fließestrichen auftreten. Sie können das Haftvermögen zwischen Estrich und Belag vermindern und sind daher durch Abschaben oder Anschleifen zu entfernen.«*



**Bild 18** ■ Zementestrich mit einer Zementleimschicht und pickelartiger Oberfläche



**Bild 19** ■ Calciumsulfatfließestrich, teilweise mit einer Sinterschicht



**Bild 20** ■ Fachgerecht eingebauter Calciumsulfatfließestrich

## 2.8 Verunreinigte Oberflächen

Häufiger Streitpunkt auf der Baustelle sind verschmutzte, teilweise extrem verschmutzte Estrichoberflächen. Deshalb sind die Ausführungen im Kommentar und Erläuterungen VOB DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2010 [20] so wichtig, hier heißt es im Absatz Verunreinigte Oberfläche des Untergrundes, z. B. durch Öl, Wachs, Lacke, Farreste: »Grundsätzlich sind solche Verschmutzungen auf der Oberfläche des Untergrundes deshalb unzulässig, weil sie eine einwandfreie Haftung (Arretierung) der hierauf zu verarbeitenden Materialien, mithin die gesamte Bodenbelagsarbeit, nachteilig beeinflussen. Dies trifft auch für Lack- und Farreste zu, die leider allzu oft in den Bauvorhaben, weil Malerarbeiten auf ungeschützten Estrichoberflächen ausgeführt werden, anzutreffen sind. Der Behauptung, solche Lack- und Farreste würden sich mit Vorstrichmaterialien, Spachtel- und Ausgleichsmassenschichten verbinden, kann – der vorliegenden Erfahrung zufolge – nicht entsprochen werden. In jedem Falle muss bei solchen oder ähnlichen Verschmutzungen der Auftragnehmer für die Bodenbelagsarbeiten beim Auftraggeber schriftlich Bedenken geltend machen. Der Auftragnehmer selbst darf damit rechnen, dass er einen Untergrund vorfindet, den er lediglich mit dem Besen und/oder Staubsauger säubern kann, bevor er mit seinen Untergrundvorbereitungsarbeiten beginnt. Sollen Reinigungsarbeiten am Untergrund durch den Auftragnehmer der Bodenbelagsarbeiten durchgeführt werden, ist dies eine Besondere Leistung und dem Auftragnehmer gesondert zu vergüten. Die Vergütung hierfür sollte vor der Ausführung der Arbeiten vom Auftragnehmer dem Auftraggeber angezeigt werden, um diesbezüglich spätere Differenzen zu vermeiden. Bei mechanischer Reinigung der Untergrundoberfläche ist diese danach abzusaugen. Insoweit fällt auch die Beseitigung von Bauschutt, der sich auf der Oberfläche des Untergrundes befindet, nicht in den Arbeitsbereich des Bodenlegers. Sind die Untergrundoberflächen nicht für die Verlegung der Bodenbeläge freigestellt (aufgeräumt) und ist Bauschutt auf denselben vorhanden, dann ist dies dem Auftraggeber vom Auftragnehmer unverzüglich schriftlich anzugeben.« Im Streitfall kann diese Passage als Referenz herangezogen werden.

Extrem problematisch sind Verschmutzungen durch beispielsweise Öl, Wachs und Lacke, da diese Stoffe hydrophob sind (Bild 21). Sie stoßen die Verlegewerkstoffe ab und es kommt zur Ablösung der Verlegewerkstoffe und der Oberbeläge. Deshalb müssen diese Verunreinigung zwingend komplett entfernt werden.

Dieselverunreinigung des Calciumsulfatfließestrichs wurde vom Bodenleger übersehen.



**Bild 21** ■ Verunreinigungen des Untergrundes durch Öl, Wachs, Lacke wirken hydrophob

## Blasen im PVC-Belag

### Schadensbild

In drei Räumen hatte sich der PVC-Belag in Teilstücken in Form von extrem intensiven Blasen vom Untergrund abgelöst. An der Unterseite der Blasen war die Spachtelmasse fest mit dem Belag verbunden. Der Untergrund war ein neu eingebauter Calciumsulfatfließestrich.

### Schadensursache

Es wurde festgestellt, dass sich im Bereich der Blasen im Calciumsulfatstrich Dieselflecken befanden. Nach eingehender »Detektivarbeit« wurde ermittelt, dass über den Estrich Dieselfässer gerollt worden waren, die nicht dicht waren und deshalb in bestimmten Abständen Diesel in den Estrich eindrang. Die dunklen Dieselstellen im Estrich waren auch nach dem Entfernen des Belages noch erkennbar. Außerdem war ein typischer Dieselgeruch wahrnehmbar. Hier hätte der Bodenleger den Bauleiter im Vorfeld fragen müssen, woher die dunklen Flecken kommen.

### Schadensbeseitigung

Der PVC-Belag und die Verlegewerkstoffe wurden in den drei Räumen komplett entfernt. Außerdem wurde der mit Diesel durchsetzte Estrich komplett entfernt. Die dadurch entstandenen Fehlstellen wurden mit einem Epoxidharzmörtel geschlossen. Dann wurde grundiert, gespachtelt und ein neuer PVC-Belag verlegt.

## 2.9 Probleme mit geglätteten Betondecken

Die Herstellung von Betondecken und Betonbodenplatten erfolgt in der Regel nach zwei Herstellungsverfahren, die bei der Verlegung von Oberbelägen erhebliche Probleme verursachen können: Die flügelgeglätteten und die Vakuum-Betondecken bzw. Betonbodenplatten. Die Ebenheit dieser Untergründe ist ausgezeichnet, deren Oberfläche jedoch außerordentlich dicht und fest, die Saugfähigkeit ist gering. Aufgrund dieser Oberflächeneigenschaften kann keine ausreichende Verbindung zwischen den Verlegewerkstoffen und der Oberfläche dieser Betonuntergründe entstehen. Die dichte Oberfläche wirkt abweisend. Die Verarbeitung von Verlegewerkstoffen erfordert eine gewisse Saugfähigkeit des Untergrundes, wie bereits in Kapitel 2.5 aufgezeigt. Diese Saugfähigkeit ist bei diesen Betonuntergründen nicht vorhanden. Deshalb werden sich die Verlegewerkstoffe und die Oberbeläge durch mechanische Beanspruchung wieder vom Untergrund ablösen, da die erforderliche dauerhaft kraftschlüssige Verbindung zwischen Verlegewerkstoffen, Oberbelag und Untergrund nicht erreicht werden kann.

Hier hilft nur die Vorbehandlung der Untergründe durch das Kugelstrahlverfahren (Bild 22). Bei dieser Oberflächenbehandlung werden mit hoher Geschwindigkeit Stahlkugeln auf die Oberfläche geschleudert. Dadurch findet ein dem Sandstrahlen ähnlicher Effekt der Oberflächenaufrauung statt. Diese Behandlung der Oberfläche ist die einzige richtige Vorbehandlung von flügelgeglätteten oder Vakuum-Betonuntergründen zur Verlegung von Bodenbelägen. Versuche, eine solche Vorbehandlung durch Anschleifen zu erzielen, schlagen fehl. Die Oberflächen sind zu hart, um von irgendeinem Schleifmittel angegriffen werden zu können. Es tritt allenfalls ein die Situation noch verschlimmernder Poliereffekt auf. Auf die durch Kugelstrahlen vorbehandelten Betonuntergründe können problemlos Bodenbelagarbeiten ausgeführt werden. Allerdings ist unbedingt die Feuchteproblematik bei der Verlegung von Oberbelägen auf neuen Betonuntergründen zu beachten, wie sie in Kapitel 3.2.1 Schäden durch Feuchteinwirkung – Mineralische Estriche und Betonuntergründe beschrieben wird. Die Verlegung von Oberbelägen direkt auf neu eingebaute Betonuntergründe kommt relativ häufig vor, wobei die hier aufgezeigte Oberflächen- und Feuchteproblematik von den Planern gern ignoriert wird und teilweise zu Diskussionen zwischen Bodenlegern und Planern führt. Deshalb sind diese Hinweise wichtig, besonders bei der immer häufiger eingebauten Betonkernaktivierung.



**Bild 22** ■ Vorbereitung eines geglätteten Betonuntergrunds mittels Kugelstrahlen

## 2.10 Maßtoleranzen und Ebenheiten

Bei der Bewertung der Oberflächenbeschaffenheit von Untergründen, auf die Bodenbelägen zu verlegen sind, geht es vor allem um Maßtoleranzen und Ebenheiten. Die Ebenheit des Untergrundes wird in der Regel durch eine Sichtprüfung in aufrechtstehender Haltung beurteilt. Lediglich bei auffälligen Stellen sind stichprobenweise Messungen im Hinblick auf die Einhaltung von Maßtoleranzen durchzuführen. Übrigens sind Randverformungen bis 5 mm bei beheizten und unbeheizten Zementestrichen bindemittelbedingt unvermeidbar. Diese Randverformungen sind keine Unebenheiten im Sinne der DIN 18202 [30] und deshalb separat zu bewerten.

Diese Vorgehensweise gilt auch für fertig verlegte Bodenbeläge. Zu Streitigkeiten kommt es meistens dann, wenn die Maßtoleranzen in grober Weise nicht eingehalten werden und optische Beeinträchtigungen auftreten, beispielsweise Oberflächenunterschiede im Streiflicht sichtbar werden, wenn sich Kellenschläge, Belagseindrücke, Pickel und andere Einschlüsse im Bodenbelag abzeichnen. Da es hier sehr oft zu Auseinandersetzungen kommt, haben sich die zuständigen Fachleute und Sachverständige sehr eindeutig in den einschlägigen technischen Unterlagen geäußert. Im Merkblatt TOLERANZEN IM HOCHBAU NACH DIN 18201 UND DIN 18202 Stand August 2000, Herausgeber ZDB und Dt. Bauindustrie [31] heißt es: »*Bauteile, deren Maßabweichungen die technische Funktion oder die optische Gestaltung des Bauwerkes nicht beeinträchtigen, sollen kein Anlass für Auseinandersetzungen sein, nur weil die Genauigkeit nicht ganz der Norm entspricht.*«

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2017 Abschnitt 3.2 Maßtoleranzen ist dazu Folgendes ausgeführt [18]: »Auch bei der Verlegung der Bodenbeläge auf einen Untergrund, der innerhalb der Grenzwerte für Ebenheitsabweichungen nach DIN 18202 liegt, werden in der Praxis nicht vermeidbare Oberflächen-Unterschiede bei Streiflicht sichtbar sein. Dies ist bei textilen Belägen weniger oder gar nicht der Fall, bei elastischen Bodenbelägen je nach Glanz – Hochglanzwirkung – eher möglich. Dem Normtext entsprechend sind derartige Sachverhalte kein Grund zur Mängelrige. Es empfiehlt sich deshalb – auch im Hinblick auf die optische Rutschsicherheit von Bodenbelägen –, elastische und glatte Beläge möglichst nicht hochglänzend einzupflegen. Für den Bodenbelag sind die in der Tabelle 3, Zeile 3, (DIN 18202) für Ebenheitsabweichungen festgelegten Grenzwerte maßgeblich. In der Leistungsbeschreibung des Auftraggebers ausdrücklich geforderte, erhöhte Anforderungen sind nach Zeile 4 der Tabelle 3 zu regeln.«

Wenn der Bauherr oder der Auftraggeber die Einhaltung der Winkel- und Ebenheitstoleranzen in der Sanierung fordert, ist das für gewöhnlich mit einem hohen Kostenaufwand verbunden (Bild 23, 24, 25). Deshalb ist es auch vernünftigerweise Praxis in der Sanierung geworden, augenscheinlich ebene Fußbodenflächen herzustellen, mit deren Winkel- und Ebenheitstoleranzen der Bauherr oder der Auftraggeber und der Nutzer oder der Mieter leben können. Diese Vorgehensweise muss der Bodenleger immer im Vorfeld mit dem Bauherrn oder dem Auftraggeber abstimmen.

Bei Unregelmäßigkeiten in der Ebenheit geht es meistens um optische Beeinträchtigungen. Über optische Beeinträchtigungen lässt sich, wie bereits gesagt, immer trefflich streiten. Wann das optische Erscheinungsbild des verlegten Bodenbelages völlig mangelfrei ist, das ist im wahrsten Sinne des Wortes manchmal reinste Ansichtssache.

Kellenschläge, pickelartige Oberflächen, Eindrücke oder Einschlüsse im Bodenbelag, auch wenn sie nicht die Nutzungs- und Gebrauchseigenschaften des Bodenbelages beeinträchtigen und auch keinen schnelleren oder höheren Verschleiß des Bodenbelages verursachen, sind in der Regel keine vom Bauherrn oder dem Auftraggeber hinzunehmende Unregelmäßigkeiten.

## Schadensbild Kellenschläge in PVC Designbelägen

Sichtbare Kellenschläge entstehen beispielsweise:

- Wenn nicht grundiert wurde.
- Wenn die Spachtelmasse in zu geringer Auftragsstärke aufgebracht wurde, beispielsweise durch eine sogenannte Kratzspachtelung mit einer Auftragsstärke unter einem Millimeter.
- Beim Einsatz von Spachtelmassen mit schlechten Verlaufseigenschaften.



**Bild 23** ■ Altuntergründe sind problematisch, wenn die erforderlichen Ebenheitstoleranzen erzielt werden sollen.



**Bild 24** ■ Alte Betonuntergründe erfordern zur Erzielung der Ebenheiten häufig zusätzlich einen Höhenausgleich.



**Bild 25** ■ Auf besonders kritischen Untergründen werden gern Trockenestriche eingebaut, um die gewünschten Ebenheiten zu erzielen.

- Durch falsches Anröhren von Spachtelmassen.
- Durch nicht fachgerechtes Spachteln mit der Glätkelle. (Es gibt unter den Fachleuten den geflügelten Begriff: »Wer nicht mit der Kelle spachteln kann, nimmt den Rakel.«)

Im FACHBUCH FÜR BODENLEGER, das Heinz Brehm 2004 für den Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik herausgegeben hat, ist Folgendes ausgeführt [32]: »Die fertig angerührte Spachtelmasse wird mit der Spachtelkelle oder einer gezahnten Rakel aufgetragen. Bei hochglänzenden, elastischen Bodenbelägen, unter denen man im Gegenlicht jede Unebenheit sehen kann, zum Beispiel bei langen Fluren mit einem Fenster am Ende, sollte die Spachtelmasse immer mit einem Rakel aufgetragen und zusätzlich mit einer Stachelwalze zur Entlüftung abgerollt werden.« Beim Rakeln und dem anschließenden Entlüften mit einer Stachelwalze lassen sich bei allen hochwertigen mineralischen Spachtelmassen sichtbare Kellenschläge vermeiden. Die modernen und hochwertigen Spachtelmassen haben als Additive sogenannte Superverflüssiger, sodass diese Spachtelmassen immer einen Superverlauf garantieren. Der Bodenleger sollte allerdings bei seiner Kalkulation bedenken, dass bei dieser Vorgehensweise Schichtdicken von mindestens 2 mm erforderlich sind. Bei der Verlegung von PVC-Designbelägen ist das Rakeln normalerweise unverzichtbar.

## Grundlagen und Schadensbeseitigung

Die optischen Beeinträchtigungen durch Kellenschläge sind besonders bei hochwertigen Bodenbelägen wie beispielsweise PVC-Designbelägen problematisch. Kommt es zu Beanstandungen und Streitigkeiten bei Kellenschlägen in der fertigen Fußbodenoberfläche, zitieren die Bodenleger gern die Aussagen aus der DIN 18202 [30]. Nach Auffassung der meisten Sachverständigen können sich die Handwerker aus Reklamationen von sichtbaren Kellenschlägen nicht mit dem Hinweis auf die DIN 18202 [30] herausreden. Nach Meinung der Sachverständigen ist das Erstellen von Fußbodenflächen mit einer topf-ebenen Oberfläche ohne jegliche Kellenschläge keine spezielle Leistung, sondern gehört zum Standard der Fußbodentechnik. Sichtbare Kellenschläge in elastischen und textilen Bodenbelägen werden von den Sachverständigen als handwerkliche Fehler bewertet, den der Bodenleger nicht mit dem Hinweis auf Streiflicht oder andere Einflussfaktoren entschuldigen kann. Demzufolge können sichtbare Kellenschläge zu einer sehr teuren Reklamation werden. In einem solchen Fall bleibt dem Bodenleger nichts weiter übrig, als den Bodenbelag restlos zu entfernen und eine fachgerechte Neuverlegung durchzuführen. Sichtbare Kellenschläge unter einem teuren Designbelag wird heute kein Bauherr oder Auftraggeber als **Hinzunehmende Unregelmäßigkeit** akzeptieren. Außerdem entlastet das Rakeln durch die stehende

Arbeitshaltung die Knie und den Rücken und ist im Vergleich zur Glättkelle die schnellere Verarbeitungstechnik.

In der BSR-Richtlinie BETRACHTUNGSWEISE ZUR GUTACHTLICHEN BEURTEILUNG DES ERSCHEINUNGSBILDES VON FUSSBODENOBERFLÄCHEN [33] heißt es unter anderem: »Grundsätzlich wird das Schadensbild aufrecht stehend betrachtet. Die Beurteilung ist bei üblicher Möblierung vorzunehmen. (...) Werden Unebenheiten/Unregelmäßigkeiten aus einer Blickrichtung sichtbar, müssen diese zwecks Verifizierung der Beanstandungswürdigkeit aus einer weiteren, veränderten Blickrichtung gleichermaßen erkennbar sein. (...) Ein Fußboden ist kein Möbelstück; er ist ein Gebrauchsgegenstand, der in aller Regel täglich beansprucht und belastet wird. Anforderungen an die Oberfläche, wie solche an ein Möbelstück gestellt werden, scheiden daher aus. Die Beurteilung der Oberfläche des Fußbodens geschieht in aufrechtstehender Haltung. Beobachtungen oder Abfühlen der Fußbodenoberfläche in kniender oder gebückter Haltung scheiden für die Beurteilung aus. Auch Schräglicht-Beleuchtungen und Lichtbrechungseffekte dürfen für eine Beurteilung nicht herangezogen werden, da diese Methoden der Zweckbestimmung eines Fußbodens völlig widersprechen.«

In der Veröffentlichung von Oswald/Abel über HINZUNEHMENDE UNREGELMÄSSIGKEITEN BEI GEBAÜDEN des Aachener Institutes für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik [34] ist u. a. folgendes ausgeführt: »Bei optischen Beeinträchtigungen geht es um die Frage, welche Störwirkungen Farbabweichungen, Verschmutzungen, Unebenheiten, kleinere Beschädigungen usw. auf einen Betrachter haben. Es gilt als Grundsatz, dass derartige Beeinträchtigungen unter gebrauchsüblichen Bedingungen zu beurteilen sind, d. h. die Beurteilung erfolgt aus einem Betrachtungszustand und z. B. unter Beleuchtungsbedingungen, die bei späterer Nutzung üblich sind. Unebenheiten eines Fußbodens oder einer Wandfläche sind nur dann bei Streiflicht zu beurteilen, wenn eine derartige Beleuchtungssituation gebrauchsüblich ist. Es ist also z. B. abzulehnen, die Unebenheiten durch Streiflicht eines Scheinwerfers bei der Beurteilung hervorzuheben, wenn eine solche Beleuchtung völlig ungewöhnlich ist und bei tatsächlichem Gebrauch nicht vorkommt.«

Die Einhaltung der Toleranzen nach DIN 18202 TOLERANZEN IM HOCHBAU [30] ist Grundvoraussetzung für die fachgerechte Ausführung der Leistung des Bodenlegers, es sei denn, er hat mit seinem Bauherrn oder Auftraggeber etwas anderes vereinbart. Die Einhaltung dieser Toleranzen stellt heutzutage für den Bodenleger kein Problem mehr dar. Allerdings führen die optischen Beeinträchtigungen erfahrungsgemäß immer zu Reklamationen.

## 2.11 Anschlusshöhen von Fussböden

Jeder Bodenleger muss vor der Ausführung seiner Arbeiten die Höhenlage des Untergrundes im Verhältnis zur Höhenlage anschließender Bauteile prüfen. Der Verarbeiter muss die Höhenlage des Untergrundes, auf dem er den Bodenbelag appliziert, daraufhin überprüfen, ob nach der Verlegung des Bodenbelages keine Höhendifferenzen zwischen den angrenzenden Bauwerksteilen bestehen, beispielsweise zwischen Räumen und Fluren oder Räumen und Bädern. Er muss also prüfen, ob ein höhengleicher Anschluss an Türzargen oder benachbarte Fußböden möglich ist. Um das zu beurteilen, ist die DIN 18202 TOLERANZEN IM HOCHBAU [30] nicht geeignet.

Liegt der Untergrund für die Ausführung der Bodenbelagarbeiten zu tief oder zu hoch, muss der Auftragnehmer Bedenken anmelden. Für das Ausgleichen der unrichtigen Höhenlage des Untergrundes ist der Bodenleger eigentlich nicht zuständig. Die Verarbeiter werden aber häufig mit dem höhengleichen Anarbeiten der Untergründe beauftragt. Das erfordert in der Regel zusätzlichen Aufwand, wie beispielsweise das Erstellen eines Höhenausgleichs mit einem geeigneten Dickschichtausgleich oder einer geeigneten Spachtelmasse sowie Frä- und Schleifarbeiten. Speziell im Bereich von Brandschutztüren und Schallschutztüren werden erhöhte Anforderungen an die auszuführende Höhenlage gestellt.

Nach den statistischen Erhebungen der Unfallversicherungsträger liegen Stolper-, Rutsch- und Sturzunfälle seit Jahren an der Spitze des Unfallgeschehens. Nach der ARBEITSSTÄTTENVERORDNUNG ZUR UMSETZUNG DER EG-EINZELRICHTLINIE, ARBEITSSCHUTZ sowie den berufsgenossenschaftlichen Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit, BGR Nr. 181 [35] dürfen Fußböden keine Stolperstellen aufweisen. Nach § 8 Abs. 1 der Arbeitsstättenverordnung müssen die Fußböden eben ausgeführt sein. Als Stolperstellen gelten hier im Allgemeinen Höhenunterschiede von mehr als vier Millimeter. Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2017 [18] wird allerdings darauf hingewiesen, dass Höhenversätze bis 2 mm an Profilen und Einbauten häufig nicht vermeidbar sind und dass diese Grenzwerte nur für ausdrücklich festgelegte Bereiche gelten sollten. Weiter heißt es hier: *»Für den allgemeinen Gebrauch lassen sich keine Grenzwerte für Stolperstellen festlegen, da individuelle Einflüsse eine große Rolle spielen.«*

Wie reagiert ein Gericht auf einen Schadensfall, der auf eine Stolperstelle zurückzuführen ist? Sachverständige sollten sich am Maximalwert von 4 mm orientieren.

## Zu hoher Absatz zwischen Badfliesen und CV-Belag im Flur

### Schadensbild

In einem Einfamilienhaus hatte der Bodenleger im Flur einen CV-Belag verlegt. Der Flur grenzte unmittelbar an das Bad an. Der Absatz zwischen den Fußbodenfliesen im Bad und Oberkante CV-Belag betrug 12 mm. Dieser Absatz war dem Bauherrn zu groß, deshalb reklamierte er.

### Schadensursache und Regeln

Der Bodenleger hätte hier den Bauherrn im Vorfeld darüber informieren müssen, dass der Absatz zwischen den Fußböden von Flur und Bad 12 mm betragen wird. Der Bauherr hätte dann zu diesem Absatz sein Einverständnis erteilen müssen, da ein maximaler Absatz von 4 mm gängige Praxis ist.

### Schadensbeseitigung

Der Bodenleger hat den CV-Belag im Grenzbereich zum Bad entfernt, eine auslaufende Schräge angespachtelt und den Belag neu verlegt. Der Bauherr war mit dieser Anschrägung einverstanden.

Einen besonderen Schwerpunkt bei den Anschlusshöhen stellt das barrierefreie Bauen dar. Darunter wird verstanden, dass Wohnungen, Gebäude und öffentliche bauliche Anlagen so zu planen und zu bauen sind, dass sie von allen Menschen, auch mit einer Behinderung, möglichst ohne fremde Hilfe und ohne jegliche Einschränkung genutzt werden können (Bild 26). Die Grundlagen und die Anforderungen des barrierefreien Bauens sind in der DIN 18040 Teil 1 bis Teil 3 [36] zusammengefasst. Der Sachverständige muss wissen, welcher maximale Höhenunterschied zwischen den angrenzenden Fußböden beim barrierefreien Bauen zulässig ist. Dazu drei Angaben aus der Fachliteratur. Im Kommentar und Erläuterungen VOB DIN 18365 BODENBELAG-ARBEITEN Stand 2010 [20] ist ein maximaler Höhenunterschied von 2 mm für das behindertengerechte Bauen angegeben, der als allgemeine Maximalgrenze angesehen werden sollte. Gemäß Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAG-ARBEITEN Stand 2017 [18] ist für behindertengerechtes Bauen eine maximale Höhendifferenz von 1,5 mm zulässig. Die 0,5 mm Differenz zwischen diesen beiden Angaben könnte man als Spitzfindigkeit ansehen, die wohl auf der Baustelle schwer nachzuweisen sein dürfte. In der DIN 18040-2 ABSATZ TÜREN UND FENSTER [36] wird ausgeführt, dass untere Türanschläge und Schwellen nicht zulässig sind, es sei denn, sie sind technisch nicht vermeidbar. In einem solchen Fall dürfen sie nicht höher als 2 cm sein. Weiterhin wird in der DIN 18040-2 [36] BARRIEREFREIES BAUEN – PLANUNGSUNTERLAGEN gefordert, dass

Bäder und Duschen stufenlos begehbar sein müssen (Bild 27). Auch Aufzüge müssen beispielsweise durch Kinderwagen, Rollstühle und Krankentragen stufenlos benutzbar sein.

Problematisch und reklamationsträchtig sind häufig Türschwellen, wenn Bodenbeläge unmittelbar an Bäder, Nassräume, Eingangstüren, Eingangsbereiche, Dachterrassen, Laubengänge, Balkone u.ä. angrenzen. Wenn sich in diesen Bereichen aufgrund eines Feuchteeintritts plötzlich die Bodenbeläge ablösen, muss sich in den meisten Fällen zu diesen Schäden der Bodenleger rechtfertigen. Da interessiert nicht, dass der übrige Raum fachgerecht und in hoher Qualität verlegt wurde.

Die häufigsten Ursachen für diese Schäden sind:

- Die Abdichtungsstoffe wurden fehlerhaft verwendet und nicht richtig verarbeitet. Die Folge ist dann häufig die Hinterläufigkeit des Abdichtungsrandes am Schwellenprofil.
- Die Anschlusshöhen wurden zu gering ausgeführt und die An- und Abschlüsse fehlerhaft ausgebildet.
- Es wurden unzureichende Maßnahmen zur Reduzierung der Wasserbeanspruchung realisiert, beispielsweise auf Vordächer oder sonstige Überdachungen verzichtet.
- Die beteiligten Gewerke wurden mangelhaft koordiniert.
- Es wurden ungeeignete Türelemente für den Anschluss von Abdichtungen eingebaut.
- In Nassräumen wurden Abläufe und Gefälle nicht fachgerecht ausgeführt.
- Abdichtungen im Verbund bei direkt beanspruchten feuchtigkeitsempfindlichen Untergründen, wie Calciumsulfatestrichen, Gipswerkstoffen, Holzwerkstoffen, Holz. Hier sind Abdichtungen im Verbund nicht zugelassen. Diese Untergründe sind bahnenförmig abzudichten.
- Planungsfehler. Beispielsweise sollten Türschwellen nicht mit Spritzwasser beansprucht sein, und Duschen sollten möglichst weit entfernt von der Tür angeordnet werden. Den Wasserübertritt von Nassräumen kann man durch eine Türspaltdichtung minimieren.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass alle Abdichtungsregeln hervorheben, dass barrierefreie Übergänge Sonderkonstruktionen sind, die eine Koordination zwischen Planern und Ausführenden sowie besondere Maßnahmen erforderlich machen.



**Bild 26** ■ Bei Rolltreppen müssen die Anschlusshöhen stufenlos passen.



**Bild 27** ■ Gleiche Fußbodenhöhen in Flur, Bad und Dusche sind für Menschen mit Behinderung und ältere Menschen besonders wichtig.

## 2.12 Fugen, Risse, Einbrüche, Fehlstellen

In der Fugenproblematik steckt eine gewisse Brisanz, die vor allem im Schadensfall sehr unangenehme Folgen haben kann. Planer, Architekten oder Bauleiter sind häufig der Meinung, dass die Anordnung und Ausbildung der Fugen Sache des Estrich- und Bodenlegers seien. Dabei sind bei der Planung von Fugen Bedingungen und Einflussfaktoren in der gesamten Fußbodenkonstruktion zu beachten, die Estrich- und Bodenleger in der Regel nicht einschätzen können.

So werden Fugenbewegungen durch temperaturbedingte Längenänderung, Schwingungen, Vibrationen, Setzungen, sowie das Quellen und Schwinden von Baustoffen bedingt. Weiterhin gleichen Fugen Toleranzen zwischen den Belagsstoffen aus. Deshalb heißt es im BEB-Merkblatt HINWEISE FÜR FUGEN IN

ESTRICHEN Teil 2 FUGEN IN ESTRICHEN UND HEIZESTRICHEN AUF TRENN- UND DÄMM-SCHICHTEN NACH DIN 18560-2 und DIN 18560-4 Stand November 2015 [21] sowie in der DIN 18560 Teil 2 ESTRICHE IM BAUWESEN; ESTRICHE UND HEIZESTRICHEN AUF DÄMMSCHICHTEN (SCHWIMMENDE ESTRICHE) [37]: »Der Bauwerksplaner muss einen Fugenplan erstellen, aus dem die Anordnung und die Art der Fugen eindeutig zu entnehmen ist. Der Fugenplan ist dem Ausführenden als Bestandteil der Leistungsbeschreibung zu übergeben. Die endgültige Lage der Fugen ist vor der Ausführung durch den Planer in Abstimmung mit allen Beteiligten vor Ort festzulegen.«

Der Planer muss bei der Fugenplanung die Nutzung des Fußbodens, eventuelle Besonderheiten sowie ästhetische Gesichtspunkte berücksichtigen. Belag, Estrich und Heizung müssen aufeinander abgestimmt sein. Bei der Fugenplanung sollte beachtet werden, dass nur so viele Fugen wie unbedingt nötig und so wenig wie möglich eingebaut werden. In der Baupraxis sind Fugenpläne eine absolute Rarität. Die Forderung nach dem Erstellen eines Fugenplans ist leider nur graue Theorie.

In der Fußbodenbranche sind die nachfolgenden fünf Fugenarten bekannt:

- Arbeitsfugen,
- Scheinfugen,
- Bewegungsfugen,
- Bauwerksfugen,
- Randfugen.

## Arbeitsfugen

Arbeitsfugen werden bei einer Arbeitsunterbrechung, am Ende eines Arbeitstages und am Rand eines Feldes ausgeführt. Sie sind wie Scheinfugen fachgerecht kraftschlüssig festzusetzen.

## Scheinfugen

Scheinfugen dienen zur Aufnahme von Längenänderungen infolge des Estrichschwindens. Scheinfugen sind Sollrissbereiche, auch als Sollbruchstelle bezeichnet, die wilde und unregelmäßige Schwindrisse in der Estrichfläche verhindern und so ein leichteres Arbeiten beim kraftschlüssigen Verharzen ermöglichen. Scheinfugen sind also dort anzulegen, wo ansonsten unkontrollierte Risse durch das Schwinden entstehen würden. Das ist beispielsweise der Fall:

- bei Flächeneinschnürungen (Türdurchgängen),
- bei Flächenvorsprüngen (L-Formen),
- bei Aussparungen (Abläufen),

- an Stützen, Säulen,
- zur Unterteilung schmaler Flächen mit ungünstigem Seitenverhältnis,
- zur Teilung großer Flächen, beispielsweise bei Zementestrichen auf Trenn- bzw. Dämmsschichten.

Die Festlegung der Scheinfugen wird häufig von den Estrichlegern in eigener Regie ausgeführt. Sicherer ist aber auf jeden Fall die Einbeziehung des Planers und des Estrichlieferanten. Scheinfugen dürfen erst nach dem Erreichen der Belegreife des Estrichs kraftschlüssig verharzt werden (Bild 28, Bild 29).

## Bewegungsfugen

Bewegungsfugen trennen den gesamten Estrichquerschnitt von der Oberkante des Estrichs bis auf den tragenden Untergrund oder bis auf die Abdeckung der Dämmsschicht. Bewegungsfugen müssen Längenänderungen (Dehnung und Stauchung), also Verformungen bzw. Bewegungen des Estrichs beispielsweise durch Schwinden, Temperatureinwirkung oder Belastung sowohl in waagerechter als auch in senkrechter Richtung ermöglichen. Fußbodenbewegungsfugen dürfen auf keinen Fall allein vom Verarbeiter ohne Fugenplan angeordnet werden.

Gerade Fußbodenbewegungsfugen müssen genau auf den Verwendungszweck hinsichtlich der Lage, der Breite, der Verfüllung und der Ausbildung in einen Oberbelag abgestimmt und geplant werden. Wenn laute Flurbereiche von schutzbedürftigen Arbeits- oder Schlafräumen (Hotels, Krankenhäuser, Altenheime) schalltechnisch entkoppelt werden müssen, kann das über Bewegungsfugen realisiert werden (Bild 30, Bild 32).

## Verharzte Bewegungsfugen verursachten Trittschallübertragung

### Schadensbild

In einem Hotelneubau störte den Inhaber, dass der Trittschall aus den Fluren intensiv in die Hotelzimmer übertragen wurde. Ein Sachverständiger führte Messungen durch und bestätigte diesen Mangel bei der Trittschallübertragung.

### Schadensursache

Der Bodenleger hatte eigenmächtig ohne Abstimmung mit dem Bauherrn und dem Architekt die Bewegungsfugen zwischen den Fluren und Zimmern kraftschlüssig verharzt. Dadurch wurde der Trittschall aus den Fluren direkt in die Hotelzimmer übertragen.



**Bild 28** ■ Hier muss die Scheinfuge vor dem Verharzen fachgerecht geöffnet werden.



**Bild 29** ■ Die Scheinfugen und Risse wurden hier nicht fachgerecht kraftschlüssig verharzt.



**Bild 30** ■ Zwischen dem Anhydritestrich und dem Gussasphaltestrich ist eine Bewegungsfuge anzutreffen. Das ist bei dieser Ausführung nicht möglich. Der Estrichleger muss hier nacharbeiten, eine fachgerechte Bewegungsfuge ausbilden.



**Bild 31** ▪ Die Bewegungsfuge wurde zementär überspachtelt, deshalb kam es zur Ablösung der Spachtelmasse in diesem Bereich.



**Bild 32** ▪ Bei Altestrichen muss häufig der Planer die Unterscheidung treffen, was als Bewegungsfuge und was als Scheinfuge auszubilden ist.

## Schadensbeseitigung und Regeln

Der Bodenleger musste nachträglich die Bewegungsfugen zwischen den Fluren und Zimmern öffnen und mit geeigneten Fugenprofilen so schließen, dass eine Trittschallübertragung ausgeschlossen oder zumindest entscheidend reduziert wird. Wenn man solche Reklamationen ausschließen will, muss der Bodenleger den Fugenplan einfordern, der vom Architekt und Bauherrn bestätigt sein muss.

Bewegungsfugen in Fußböden über Bauwerksfugen im Baukörper müssen in allen Schichten deckungsgleich und in gleicher Breite angeordnet werden. Bei Estrichen auf Trenn- und Dämmsschicht müssen in Bereichen mit großen Temperaturänderungen (Sonneneinstrahlung, Heizestriche) die Estrichfeldgrößen auf die zu erwartenden Längenänderungen abgestimmt sein.

## Bewegungsfuge wurde zementär überspachtelt

### Schadensbild

In einem sehr großen Raum kam es zu der im Bild 31 gezeigten in Aufwölbung des Belages in der Raummitte. Die Spachtelmasse hatte sich abgelöst.

### Schadensursache

Der Bodenleger hatte die Bewegungsfuge einfach ignoriert und überspachtelt.

### Schadensbeseitigung

Der Bodenleger hat im Bereich der Bewegungsfuge den Belag geöffnet, die Spachtelmasse aus der Bewegungsfuge entfernt, neu grundiert und so gespachtelt, dass die Bewegungsfuge frei blieb. Anschließend setzte er ein geeignetes Fugenprofil ein.

Aus der Baupraxis einige allgemeine Hinweise und Faustregeln zur Planung und Ausführung von Bewegungsfugen:

- Da Belag und Estrich gemeinsam die Fugenanordnung bestimmen, muss der Planer von oben nach unten planen.
- Bei der Verlegung von elastischen und textilen Belägen gibt es keine allgemeinen Festlegungen zur Feldgröße.
- Bei sehr großen Estrichfeldern ohne Fußbodenbewegungsfugen, die mit elastischen und textilen Belägen belegt werden, geht das Risiko gegen Null, wenn die Fläche gleichmäßig thermisch belastet wird und die Randfuge auf die maximale Ausdehnung in ihrer Breite abgestimmt ist.
- Es muss unbedingt geprüft werden, wie mit den Fugen in den Türbereichen zu verfahren ist. Der Planer muss entscheiden, ob diese Fugen kraftschlüssig geschlossen werden oder erhalten bleiben und in den Oberbelag zu übernehmen sind. Nur wenn diese Fugen erhalten bleiben, ist eine schall- und wärmetechnische Entkoppelung zwischen den angrenzenden Räumen möglich.

Fußbodenbewegungsfugen im Heizestrich, die in den Oberbelag übernommen werden müssen, sind beispielsweise anzutragen zwischen

- vom Planer festzulegenden Estrichfeldern,
- unterschiedlich regelbaren Heizkreisen,
- zwischen beheizten und unbeheizten Estrichteilflächen sowie
- zwischen mineralischen Untergründen und Gussasphalt.

Fußbodenbewegungsfugen sind mit geeigneten Fußbodenprofilen in den Oberbelag zu übernehmen oder mit Fugenmassen zu schließen (Bild 33).

Fugenprofile für Bewegungsfugen in Estrichen müssen nach [21]:

- »fluchtgerecht und leicht einzubauen sein,
- ausreichend biegesteif sein,
- die zu erwartende Bewegung horizontal und vertikal aufnehmen können,
- die zu erwartende Kantenpressung aufnehmen können,
- mit dem Estrich dauerhaft sicher verbunden werden können,
- die Bewegungsfuge durchdringenden Rohrleitungen bzw. Rohrhülsen fest umschließen, um Mörtelbrücken zu vermeiden.«

Weiterhin ist bei der Planung des Einbaus von Fugenprofilen zu beachten, dass sie bei schwimmenden Estrichen nicht mit der Rohdecke verbunden werden, um Schallbrücken und Einspannungen zu vermeiden. Außerdem muss das Fugenprofil auf die Dicke des Estrichs abgestimmt sein. Bei der Auswahl des Profils ist der Bodenbelag zu berücksichtigen.

## Fugenmassen

Werden Bewegungsfugen mit Fugenmassen geschlossen, müssen diese elastoplastisches Verhalten aufweisen. Das sind Materialien, die bei Dehnung, Stauchung oder Scherung ein gutes Rückstellvermögen aufweisen. Aus technischer Sicht sind mit Fugenmassen geschlossene Fugen grundsätzlich wartungsbedürftig.



**Bild 33** ■ Fachgerecht ausgeführtes Fugenprofil unter dem Türblatt

Beim Einbau der Fugenmassen ist Folgendes zu beachten [21]:

- »Fugenflanken müssen fest, sauber, trocken sein und sollten mit einem Primer vorbehandelt werden
- Verfugungstiefe sollte 0,8 bis 1,0 mal der Fugenbreite betragen, jedoch nicht mehr als 15 mm und nicht weniger als 8 mm
- Dreiflankenhaftung der Fugenmasse ist auszuschließen
- Fugenmasse muss durch Abstellmaterial gegen Absacken gesichert werden
- mit Fugenmassen geschlossene Fugen sind in der Regel nicht dauerhaft flüssigkeitsdicht und stellen somit keine Abdichtung dar.«

Verlangt der Bauherr das Überlegen der mit einer elastoplastischen Fugenmasse verschlossenen Bewegungsfuge mit einem Oberbelag, beispielsweise aus optischen Gründen, kann es auch hier zur Würmchenbildung kommen, die auf jeden Fall eine Reklamation zur Folge hat.

Werden Fußbodenbewegungsfugen nicht oder falsch angeordnet, nicht fachgerecht ausgebildet oder sogar kraftschlüssig geschlossen, können u. a. folgende Schäden und Mängel auftreten:

- Schäden an der Fußbodenheizung,
- Risse und Schüsselungen im Estrich,
- Ablösung der Spachtelmasse und des Oberbelages,
- Blasen und Beulen sowie die sogenannte Würmchenbildung im Oberbelag,
- Stippnähte und Stolperstellen im Oberbelag.
- Im Extremfall kann es zur Zerstörung der Fußbodenheizung und des Estriches kommen. Die Folge wären der Rückbau und die Erneuerung der gesamten Fußbodenkonstruktion, verbunden mit Nutzungs- und Verdienstausfall.

### Zwei Sonderfälle bei der Ausbildung von Bewegungsfugen

Fußbodenbewegungsfugen sind zwingend erforderlich, wenn Untergründe und Werkstoffe mit unterschiedlichen thermischen und hygrischen (feuchtigkeitsbedingten) Ausdehnungskoeffizienten mit unterschiedlicher Stabilität und Schwingungsverhalten unmittelbar aneinandergrenzen. Das ist beispielsweise der Fall, wenn folgende Untergründe unmittelbar aneinandergrenzen:

- Doppelböden an Hohlraumböden,
- Trockenestriche aus Holz oder Gips an mineralische Untergründe,
- Spanplatten und OSB-Platten an mineralische Untergründe,
- Dielung an mineralische Untergründe,
- Gussasphalt an mineralische Untergründe.

Der Grenzbereich zwischen diesen Untergründen ist als Fußbodenbewegungsfuge auszubilden und mit geeigneten Fußbodenprofilen in den Oberbelag zu übernehmen. Wird auf diese Bewegungsfuge verzichtet, kann es zu Aufwölbungen, Verformungen und Ablösungen im Oberbelag kommen.

Es ist Stand der Technik, dass zwischen Treppenläufen, beispielsweise aus Stahlbeton und Stahlbeton-Treppenpodesten Bewegungsfugen angeordnet werden müssen (Bild 34). Diese Fugen dürfen auf keinen Fall kraftschlüssig verharzt werden. Gründe sind einerseits das unterschiedliche Ausdehnungsverhalten der beiden Bauteile und das **Schwingen** der Treppenläufe beim Begehen und der Nutzung. Würden diese Bewegungsfugen kraftschlüssig verharzt, käme es zwangsläufig zu Abrissen im Bereich dieser Fugen, sei es im Beton als Kohäsionsabriss oder als Adhäsionsabriss zwischen dem Beton und dem Reaktionsharz. Diese Bewegungsfugen müssen mit elastoplastischen Fugenmassen geschlossen werden. Die Ausbildung dieser Fugen sollte mit dem Hersteller dieser Fugenmassen abgestimmt werden.

## Bauwerksfugen

Bauwerksfugen verlaufen durch alle tragenden und nicht tragenden Bauteile des Baukörpers und zwar durch alle Schichten (Bild 35). Sie müssen im Estrich und im Oberbelag deckungsgleich an der gleichen Stelle und in gleicher Breite, Art und Form übernommen werden. Bei der Ausbildung dieser Fugen mit geeigneten Profilen oder Fugenmassen muss in jedem Fall der Planer das letzte Wort haben, denn hier kann es bei der falschen Ausbildung auch zu statischen Problemen und somit zu beträchtlichen Gebäudeschäden kommen.



**Bild 34** ■ Bewegungsfuge zwischen Stahlbeton-Treppenlauf und Stahlbeton-Treppenpodest



**Bild 35** ■ Diese alte Bauwerksfuge darf nicht kraftschlüssig geschlossen werden, da der Untergrund aus in den Stahlbeton verankerten perforierten Stahlplatten besteht

## Randfugen

Die Randfugen verhindern die Übertragung von Trittschall und Schwingungen in die Fußbodenkonstruktion und ermöglichen horizontale Bewegungen des Estrichs.

Werden Randfugen nicht fachgerecht ausgebildet, kann Trittschall in andere Bauteile übertragen werden und es kann aufgrund des eingeschränkten Bewegungsstrebens des Estrichs zu Rissbildungen kommen. Randfugen müssen durch geeignete Randdämmstreifen bis auf den tragenden Untergrund bzw. bis zur Unterkante der obersten Dämmsschicht ausgebildet werden und brauchen nicht im Fugenplan berücksichtigt werden. In der Regel sind Randdämmstreifen in den Randfugen 5 bis 10 mm dick. Bei beheizten Fußbodenkonstruktionen sollte die Dicke von Randdämmstreifen 10 mm nicht unterschreiten. Die Dicke ist so zu bemessen, dass nach dem Erhärten des Estrichs eine Zusammendrückbarkeit von mindestens 5 mm in horizontaler Richtung gegenüber sämtlichen angrenzenden und die Fußbodenkonstruktion durchdringenden Bauteilen ermöglicht wird.

Randdämmstreifen sind erst nach Fertigstellung des Fußbodenbelages sowie bei elastischen und textilen Belägen erst nach der Erhärtung der Spachtelmasse abzuschneiden. Dadurch wird verhindert, dass Spachtelmasse in die Randfuge eindringen kann. Der Sachverständige muss eingebaute Randdämmstreifen, und hier besonders den Überstand über die Estrichoberfläche, mittels Zollstock prüfen. Bei folgenden Mängeln muss reklamiert werden:

- bei fehlenden Randdämmstreifen,
- wenn die Randdämmstreifen, besonders in den Ecken, nicht dicht am Estrich und den aufgehenden Bauteilen anliegen (Bild 36),

- wenn kein ausreichender Überstand der Randdämmstreifen vorhanden ist. Der Überstand sollte ca. 10 mm betragen. Wenn Randdämmstreifen beim Tapezieren stören, sind sie so abzuschneiden, dass noch Überstände mindestens in Belagsdicke verbleiben (Bild 37, Bild 38).

## Randdämmstreifen lagen nicht bündig an den aufgehenden Bauteilen an Schadensbild

In einem großen neuen Wohnungsbau, in dem ein neuer Calciumsulfatfließestrich eingebaut war, verlegte der Bodenleger in einer Musterwohnung PVC-Designplanken. Der bauleitende Architekt stellte bei der Abnahme fest, dass die Planken in einigen Wandbereichen, aber besonders in den Ecken schräg nach unten hingen.

## Schadensursache

Die abgeschnittenen Randstreifen standen in den betroffenen Bereichen teilweise bis 2 cm von den aufgehenden Wänden ab. Dadurch hatten die PVC-Designplanken hier keinen festen Untergrund und hingen nach unten.

## Schadensbeseitigung

Der Estrichleger musste sämtliche Stellen nacharbeiten, in denen die Randdämmstreifen nicht bündig oder unmittelbar dicht an allen aufgehenden Bauteilen anlagen. Der Bodenleger musste in diesen Bereichen die PVC-Designplanken nacharbeiten.

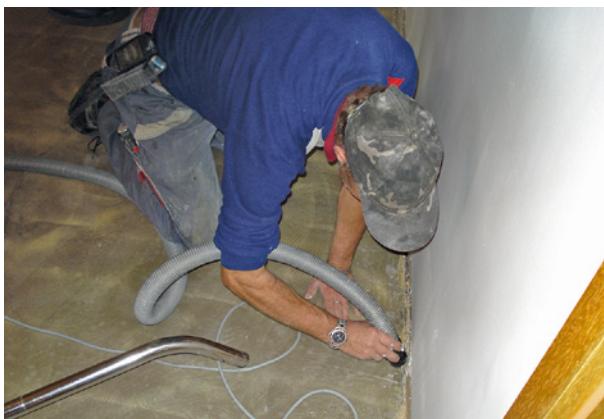
Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2017 heißt es dazu im Absatz 3.1.1 [18]: *»Damit die schalldämmende Funktion und die Aufnahme der thermischen Längenänderung eines schwimmenden Estrichs nicht eingeschränkt wird, dürfen Randfugen durch Verschmutzung (z. B. Mörtelreste) oder Spachtelmassen nicht überbrückt werden. Der überstehende Randstreifen darf keinesfalls vor dem Spachteln abgeschnitten werden! Ggf. muss ein neuer Randstreifen, auch im Altbau, eingebaut oder ergänzt werden. Dieses, wie auch das Abschneiden der Randdämmstreifen ist grundsätzlich eine extra zu vergütende Leistung.«*



**Bild 36** ■ Nicht fachgerecht ausgebildeter Randdämmstreifen



**Bild 37** ■ Im Bereich des Randdämmstreifens muss der Estrichleger nacharbeiten.



**Bild 38** ■ Die Randfugen sind intensiv zu säubern, besonders bei Altgestrichen.

In der Baupraxis treten vor allem die folgenden Probleme bei der Fugenausbildung immer wieder auf:

- Scheinfugen werden fehlerhaft ausgeführt und nicht fachgerecht verharzt sowie zu wenig Scheinfugen vorgesehen, was zu einer wilden Rissbildung führt.
- Spachtelmasse, Mörtel oder andere Verschmutzungen sind in die Randfugen eingedrungen. Dadurch wird das Längenänderungsbestreben des Estrichs behindert und der Trittschallschutz beeinträchtigt.
- Die Randdämmstreifen wurden generell nicht fachgerecht eingebaut oder zu früh abgeschnitten.
- In den Belag wurden die Bewegungsfugen aus dem Estrich entweder nicht oder nicht deckungsgleich in den Belag übernommen (Folgen: Rissbildungen und die berühmte Würmchenbildung).

## Risse in Estrichen

Grundsätzlich müssen alle Risse in schwimmenden Estrichen und Estrichen auf Trennlage vor der Verlegung des Oberbelages immer kraftschlüssig verharzt werden. Unabhängig von der Rissbreite werden Risse als Mangel eingestuft, da sie den Oberbelag im Hinblick auf Optik, Dauerhaftigkeit und Gebrauchstauglichkeit negativ beeinflussen. Werden die Risse nicht fachgerecht kraftschlüssig geschlossen, beispielsweise nur mit Spachtelmasse ausgefüllt, kommt es zur Ablösung der Spachtelmasse und später zur Ablösung des Oberbelages.

Bei ständiger Nutzung (wallender Beanspruchung) kommt es zu Dehnungen und so zu Aufwölbungen entlang der Risse. Diesen Effekt bezeichnet man bekanntlich als Wurmfalten oder Würmchenbildung im Oberbelag. Die Beseitigung der Wurmfalten im Oberbelag ist in der Regel mit einer Neuverlegung und somit mit großem Aufwand verbunden.

Die entscheidende Ursache für alle Rissarten liegt darin begründet, dass in den Estrichen durch materialbedingte Vorgänge (beispielsweise Schwinden, thermisch bedingte Kontraktionen) und von außen einwirkende Kräfte Zugspannungen entstehen. Erreichen diese Spannungen die Materialfestigkeit im Sinne der Bruchspannung, kommt es zum Versagen der Estrichfestigkeit in Form von Rissen.

Das dauerhaft kraftschlüssige Verschließen von Rissen kann durch Vergießen, Verdübeln, Vernieten oder Verdrahten erfolgen. Bei Verbundestrichen kommt das Verpressen hinzu. Die gängigste Art Risse kraftschlüssig zu schließen ist das Vergießen in Verbindung mit dem Verdrahten. In vielen Fällen reicht das Vergießen der Risse mit geeigneten Reaktionsharzmaterialien völlig aus, um

eine fachgerechte Sanierung zu erzielen, vorausgesetzt es sind keine Höhenversätze zu erwarten, der Estrich hat seine Belegreife erreicht und es wird entsprechend fachgerecht gearbeitet. Damit das Reaktionsharz in ausreichender Menge eindringen kann, sollten die Risse zusätzlich aufgeschnitten werden. Das Aufschneiden kann mit einer Fugenfräse mit exakter Tiefenregulierung aber auch mit einem Winkelschleifer erfolgen. Ein einfaches Aufkratzen der Risse beispielsweise mit einem spitzen Gegenstand ist nicht ausreichend.

### **Risse wurden nicht fachgerecht kraftschlüssig verharzt**

#### **Schadensbild**

Die länglichen Blasen beeinträchtigen nicht nur das Aussehen des CV-Belages, sie stellen auch erhebliche Stolperstellen mit einer Unfallgefahr dar (siehe auch Bild 29).

#### **Schadensursache**

In den Räumen, in denen dieser Mangel auftrat, wurden die CV-Beläge entfernt. Dabei wurde festgestellt, dass es im Bereich der verharzten Risse zu diesen Blasen kam. Die Risse wurden geöffnet. Nahezu alle Risse waren nur ca. 0,5 bis 1 cm tief mit dem Winkelschleifer eingeschnitten und sehr oberflächlich verharzt. Dadurch konnten sich die aneinander grenzenden Estrichhälften des schwimmenden Zementestrichs bewegen, waren also nicht ausreichend kraftschlüssig miteinander verbunden und verursachten so die Würmchenbildung.

#### **Schadensbeseitigung**

In den betroffenen Räumen wurden der CV-Belag und die Verlegewerkstoffe komplett entfernt. Die Risse wurden fachgerecht neu verharzt. Dann wurde erneut grundiert, gespachtelt und ein neuer CV-Belag verlegt.

Die Reaktionsharze sind entsprechend den Herstellervorschriften sorgfältig zu mischen. Mischfehler und Nichtbeachten des Raumklimas führen zur Nichterhärtung des Materials und verhindern so den kraftschlüssigen Verbund.

Wichtig ist die Herstellung eines Haftverbundes zur nachfolgenden Spachtelmasse. Das kann durch zwei Möglichkeiten erfolgen. Das noch frische Reaktionsharz wird mit feuertrockenem Quarzsand abgestreut oder auf das ausgehärtete Reaktionsharz wird eine geeignete Grundierung aufgetragen.

Zur Anwendung von Sanier- bzw. Estrichklammern – auch als Wellenverbinder bezeichnet – die folgenden Hinweise: Grundsätzlich gibt es keine technische Regel des Fachs, die zwingend die Verwendung von Sanier- bzw. Estrichklammern vorschreibt. Sie dienen vor allem dazu, vertikale Kräfte im Bereich der Rissflanken aufzunehmen. Nur im konkreten Einzelfall muss auf der Baustelle entschieden werden, ob solche Kräfte auftreten und daher entsprechende Maßnahmen notwendig sind.

Bei Verbundestrichen und Estrichen auf Trennlage, die direkt auf einem stabilen Untergrund aufliegen bzw. von diesem nur durch eine dünne Trennschicht getrennt sind, ist in der Regel nicht mit Höhenversätzen im Bereich der Risse zu rechnen. Hier macht der Einsatz von Sanier- bzw. Estrichklammern keinen Sinn.

Bei schwimmenden Estrichen oder Estrichen auf einer Holzdielung muss mit Höhenversätzen gerechnet werden, wenn eine hohe Belastung auftritt und die Estrichauflage (Dämmschicht) nachgiebig ist. Hier ist dann in jedem Fall der Einsatz von Sanier- bzw. Estrichklammern angebracht. Aufgrund der Erfahrungen aus der Praxis kann man feststellen, dass man mit dem Einsatz von Sanier- bzw. Estrichklammern im Zweifelsfall auf der sicheren Seite ist, auch wenn sie nicht zwingend vorgeschrieben sind.

Für eine fachgerechte Sanierung von Rissen ist zwingend ein belegreifer Estrich und ein dauerhaft kraftschlüssiger Verschluss des Risses erforderlich. Wenn Risse in Estrichen fachgerecht verschlossen wurden, dann gelten diese Estriche in Bezug auf Risse als mangelfrei (Bild 39, Bild 40).



**Bild 39** ■ Risse in einem neu eingebauten Zementestrich



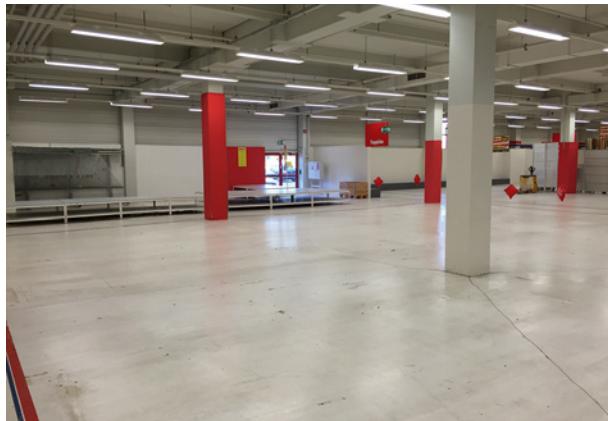
**Bild 40** ■ Kraftschlüssig verharzte Risse

## Risse in Betonuntergründen

Betonuntergründe, auf denen Oberbeläge direkt appliziert werden, werden als Betonbodenplatten und Betondecken ohne Estriche hergestellt. Die Betonbodenplatten und die Betondecken können auch als beheizte Fußbodenkonstruktion ausgebildet sein, in einem solchen Fall spricht man von der sogenannten Betonkernaktivierung. Bei beheizten wie auch bei unbeheizten Betonuntergründen entstehen Risse vorzugsweise durch Temperaturänderungen und Schwinden.

Die Instandsetzung von Rissen in Betonuntergründen erfolgt durch Tränkung oder Injektion eines Füllmaterials direkt in den Riss. Häufig ist hier ein gewisser Nachschnitt erforderlich, um die erforderliche Rissbreite und Risstiefe zu erzielen. Der Kerbschnitt sollte ein Drittel bis ein Viertel der Plattendicke betragen. Anhand der baupraktischen Erfahrungen ist der Einsatz von Epoxidharz zum kraftschlüssigen Schließen von Rissen in Betonuntergründen zu empfehlen. Risse sollten auch hier wie bei den Estrichen fachgerecht geschlossen werden, um die Würmchenbildung im Bodenbelag oder gar die Ablösung von Bodenbelägen zu vermeiden (Bild 41, Bild 42).

Der Einsatz von Sanier- oder Estrichklammern ist hier üblicherweise nicht erforderlich. Betonbodenplatten liegen auf einem stabilen Untergrund auf und Stahlbetondecken schwingen nur so, dass in der Regel nicht mit Höhenversätzen im Bereich der Risse zu rechnen ist. Wenn sich Planer und Handwerker unsicher über die Vorgehensweise beim Schließen von Rissen in Betonuntergründen sind, sollte ein Fachmann im Vorfeld hinzugezogen werden.



**Bild 41** ■ Risse in einer neu eingebauten Betonbodenplatte



**Bild 42** ■ Risse in einem alten Betonuntergrund

## Einbrüche und Fehlstellen

Einbrüche in Estrichen, besonders in Altestrichen, entstehen immer dann, wenn durch hohe Nutzlasten in Form von Einzellasten eine Estrichplatte auf einer weichen Unterlage durchgestanzt wird, vorausgesetzt, die Druck- und Scherkräfte aus dieser Belastung erreichen bzw. übersteigen die Materialfestigkeit. Estriche zerfallen in diesen Bereichen in verschiedenen großen Schollen. Eingebrochene Bereiche müssen ausgebaut und die dadurch entstandenen Fehlstellen fachgerecht und ausreichend tragfähig geschlossen werden.

Fehlstellen im Altestrich entstehen auch, wenn beispielweise in der Sanierung Zwischenwände entfernt werden, die ja in der Regel bis Oberkante Betondecke beseitigt werden (Bild 45, Bild 46). Weitere Fehlstellen treten immer dann auf, wenn nachträglich in Altestrichen oder auch in neu eingebaute Estriche (z. B. wegen Planänderungen) Kanäle ausgeschnitten werden, um

verschiedenste Ver- und Entsorgungsleitungen, wie beispielsweise Wasserleitungen, Heizungsrohre, Elektroleitungen, Steuerungskabel usw. zu verlegen. Zwischen der Oberkante der Ver- bzw. Entsorgungsleitungen und der Oberkante des Estrichs steht dann für das Füllmaterial nur eine sehr geringe Einbauhöhe zur Verfügung. Häufig beträgt diese Höhendifferenz nur 10 bis 20 mm. In einem solchen Fall wird die Tragfähigkeit des Untergrundes problematisch. Der Verarbeiter muss hier zwingend Bedenken anmelden (Bild 44).

## **Epoxidharzmörtel zum provisorischen Schließen von Fehlstellen**

### **Schadensbild**

In einen alten Zementestrich wurden breite Schlitze eingearbeitet und in diese Schlitze dicke Elektrokabel verlegt. Die Schlitze wurden mit einem normalen Zementestrich geschlossen. Der Altestrich und der neu eingebaute Estrich wurden grundiert, gespachtelt und ein PVC-Belag verlegt. Nach ca. 4 Monaten zeichneten sich im PVC-Belag Spachtelmassen- und Estrichschollen im Bereich dieser geschlossenen Schlitze ab.

### **Schadensursache**

Die betroffenen Stellen wurden geöffnet. Die Höhendifferenz zwischen Oberkante Estrich und Oberkante Elektrokabel betrug ca. 1 bis 2 cm, das heißt, der Zementestrich war hier nur 1 bis 2 cm dick. Bei einer solchen Dicke ist ein normaler Zementestrich nicht ausreichend tragfähig. Estrich und Spachtelmassen wurden durch die Nutzung über dem Elektrokabel in Schollen zerlegt, die sich dann im PVC-Belag abzeichneten (Bild 44).

### **Sanierung**

Der Bauherr wollte die Elektrokabel nicht tiefer verlegen. Der Bodenleger hat dann folgende provisorische Lösung ohne Gewährleistung realisiert: Der Estrich über den Elektrokabeln wurde entfernt und durch einen Epoxidharzmörtel ersetzt. Anschließend erfolgte die Neuverlegung des Belages. Der Bodenleger hat schriftlich Bedenken gegen diese Art der Ausführung angemeldet. Bisher funktioniert dieses Provisorium.



**Bild 43** ■ In Altestrich nachträglich eingebaute Warmwasserheizung



**Bild 44** ■ Zum fachgerechten Schließen dieser Fehlstelle reichen die vorhandenen 2 cm Einbauhöhe nicht aus.

Im Zusammenhang mit dieser Problematik steht die nachträgliche Ausführung von Warmwasser-Fußbodenheizungen in Altestrichen. Hier werden in Altestrichen breite Schlitze eingearbeitet, in die Heizungsrohre verlegt werden (Bild 43). Die Schlitze werden dann meistens mit einem Epoxidharzmörtel geschlossen. Auf diese Untergründe wird gespachtelt und werden Beläge verlegt. Diese Art der Ausführung widerspricht allen Regeln der Technik, vor allem, weil sie die Tragfähigkeit des Altestrichs erheblich beeinträchtigt. Wenn Bodenleger hier tätig werden, müssen sie zwingend Bedenken anmelden und die Gewährleistung ablehnen.

Fehlstellen treten auch in den Randbereichen bei allen aufgehenden und hindurchführenden Bauteilen auf, wenn die Randdämmstreifen nicht fachgerecht eingebaut sind, beispielsweise nicht unmittelbar an allen aufgehenden und hindurchführenden Bauteilen fest anliegen. Dann muss hier nachgearbeitet werden.



**Bild 45** ■ Im Bereich des Randdämmstreifens muss der Estrichleger nacharbeiten.



**Bild 46** ■ Breite und flache Fehlstellen sollten mit einem Epoxidharzmörtel geschlossen werden.

Zum Schließen der Fehlstellen werden in der Regel aus Zeitgründen Schnellestriche oder Epoxidharzmörtel verwendet. Epoxidharzmörtel haben eine Reihe von Vorteilen. Sie lassen sich leicht herstellen und sehr gut glätten. Sie sind sehr variabel und lassen sich nahezu überall einsetzen. Sie erreichen normalerweise bereits einen Tag nach dem Einbau ihre Belegreife, sehr hohe Festigkeiten und Tragfähigkeiten.

## 2.13 Treppen

Die Gestaltung von Treppen wird vornehmlich durch das Bauordnungsrecht der Bundesländer geregelt. Eine Zusammenfassung aller baulichen Regelungen für die Treppenausbildung bieten die INFORMATIONEN FÜR TREPPEN (BGI/GUV-I 561) [38]. Das Bauordnungsrecht der Länder wird durch betriebsbe-

zogene Regelungen des Arbeitsstättenrechts des Bundesministeriums für Arbeit und Soziales ergänzt. Diese Regelungen sind in den letzten Jahren verschärft worden, da Sturzunfälle durch Ausrutschen, Stolpern oder Fehltreten auf Treppen eine Spitzenposition im Unfallgeschehen einnehmen.

Die hauptsächlichsten Unfallursachen aufgrund baulicher Mängel lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

- Ungleichmäßige Steigung von Stufe zu Stufe (Störung des Gangrhythmus),
- zu geringe Auftrittsfläche der Stufen,
- unzureichende Rutschhemmung der Auftrittsfläche,
- ungeeignete Treppenkantenprofile,
- schlechte Erkennbarkeit der Stufen,
- fehlende oder falsch angebrachte Handläufe.

Dazu die folgenden Erläuterungen:

**Stufenabmessungen:** Für ein sicheres Gehen auf Treppen sind ausreichend große, ebene und tragende Auftrittsflächen in gleichmäßigen, mit dem Schrittmaß übereinstimmenden Abständen zwingende Voraussetzung. Als Beziehung zwischen Schrittänge, Auftritt und Steigung gilt für Treppen die Schrittmaßformel:

$$\text{Auftritt} + 2 \cdot \text{Steigung} = 62 \text{ cm} \pm 3 \text{ cm}.$$

Die Schrittmaßformel ist sicherheitstechnisch anwendbar, wenn Auftritte zwischen 32 cm und 26 cm sowie Steigungen zwischen 14 cm und 19 cm gewährleistet sind. Wenn an den bestehenden Treppen unterschiedliche Steigungen und Aufritte festgestellt werden, müssen diese Unterschiede durch Baumaßnahmen ausgeglichen werden.

**Rutschgefahr:** Grundsätzlich müssen die Auftrittsoberflächen rutschhemmend sein. Die Klassifizierung und Bewertung der Rutschgefahr von Treppen hat gemäß der Regel FUSSBÖDEN IN ARBEITSRÄUMEN UND ARBEITSBEREICHEN MIT RUTSCHGEFAHR (BGR/GUV-R 181) [35] zu erfolgen. Die Auftrittsflächen sollten in Gebäuden mindestens einer Rutschhemmung der Bewertungsgruppe R 9 aufweisen. In Bereichen, in denen aufgrund der Nutzung mit gleitfördernden Stoffen zu rechnen ist (beispielsweise Öle, Fette, Nässe, Stäube, Abfälle), sind je nach Art und Menge des Stoffes höhere Bewertungsgruppen (R 10 bis R 13) erforderlich. Die rutschhemmende Wirkung der Auftrittsflächen darf durch die Reinigung und Pflege nicht beeinträchtigt werden. Deshalb sollten beispielsweise spezielle Pflegemaßnahmen oder Feuchtreinigung von Treppen, die bis zum vollständigen Abtrocknen Glättebildung verursachen können, außerhalb der Hauptnutzungszeiten ausgeführt werden. Falls das nicht mög-

lich ist, muss auf die Glättebildung hingewiesen werden. Aber auch unser Schuhwerk hat hier eine große Bedeutung. Nähere Informationen enthält das Merkblatt **Sichere Schuhe im Einzelhandel (M 90)**.

**Treppenkantenprofile:** Beschädigte Treppenkantenprofile müssen unverzüglich gegen neue ausgetauscht werden. Dabei sind die Kantenprofile grundsätzlich bündig mit der Stufenoberfläche zu verlegen. Gerundete Stufenvorderkanten sollten Ausrundungen mit Radien  $> 2$  mm und  $< 10$  mm besitzen, um Stürze infolge eines Hängenbleibens der Schuhsohle an der Kante oder das Abrutschen von der Kante zu verhindern. Kleinere Kanten können aufgrund ihrer Scharfkantigkeit zum Hängenbleiben mit der Schuhsohle und somit zu schweren Verletzungen im Falle eines Sturzes führen. Bei größeren Kantenradien hingegen geht in der Regel die Ebenheit im Kantenbereich, aber auch die Stufenkontur verloren. Dadurch kann das Stufenraster schlechter erkannt und ertastet werden. Ausrundungen der Stufenvorderkanten sind beispielsweise bei Verwendung textiler Bodenbeläge auf Treppen sinnvoll, um die Kantenpressung und damit den Verschleiß des Belages an der Stufenvorderkante zu minimieren. Grundsätzlich gilt, ausgetretene und beschädigte Stufenkanten sowie unebene Auftritte sind so instand zu setzen, dass ein sicherheitstechnisch unbedenklicher Zustand der Treppe gewährleistet ist.

**Erkennbarkeit der Stufen:** Eine gute Erkennbarkeit von Stufen ist von entscheidender Bedeutung für die Sicherheit von Treppen. Besonders die Wahrnehmung der Stufenkanten ist unbedingt erforderlich, um ein Stolpern, Abrutschen und Umknicken an der Stufenkante zu vermeiden. Folgende Möglichkeiten werden dazu eingesetzt:

- farblich unterschiedliche Gestaltung von Tritt- und Setzstufe,
- die Stufenkante kontrastreich vom Stufenbelag absetzen,
- farblich angesetzte Kantenprofile (besonders bei elastischen Bodenbelägen).

Werden diese Maßnahmen schon in der Planungsphase berücksichtigt, werden weder erhöhte Kosten verursacht, noch repräsentative Gestaltungswünsche verhindert.

## **Untergrundvorbehandlung**

Bei der Verlegung von elastischen und textilen Bodenbelägen auf Treppen sind die verschiedensten Untergründe anzutreffen, beispielsweise Holz (Bild 47), Stahlbeton, verschiedenste Estriche, Stahl, Naturstein, keramische Fliesen, Bodenklinkerplatten, Betonwerkstein usw. Folgende grundsätzlichen Hinweise zur fachgerechten Untergrundvorbehandlung: Der Untergrundvorbehandlung kommt bei der Treppensanierung und -renovierung eine große Bedeutung zu. So müssen alte Farb- und Lackschichten, Bohnerwachs sowie

auch alte Klebe- und Spachtelmassenreste restlos entfernt werden. Andernfalls lösen sich Spachtelmassen und Bodenbeläge vom Untergrund ab, bzw. es kommt zu farblichen Veränderungen in den Bodenbelägen. Auch alle Reinigungs- und Pflegemittel müssen restlos entfernt werden. Stahltreppen müssen **materialgerecht** gereinigt werden, d. h. Verschmutzungen und Rost sind mechanisch zu entfernen, alle Trennmittel (Öle, Fette usw.) sind mit einem Kunstharzverdünner zu beseitigen.

Grundsätzlich müssen die Grundierungen und Spachtelmassen auf die jeweiligen Untergründe abgestimmt sein. Auf Holztreppen und mineralischen Untergründen werden in der Regel Dispersionsvorstriche eingesetzt. Bei besonders kritischen Untergründen können aber auch Reaktionsharzgrundierungen erforderlich werden. Die Spachtelmassenauswahl hängt vor allem vom Untergrund, der Größe der Unebenheiten, der Art des Oberbelages und der Nutzung und Belastung der Treppe ab. Bei den Spachtelmassen kommen in der Regel sogenannte Renovierausgleiche oder Reparaturfeinspachtelmassen zum Einsatz. Aus Gründen der Verarbeitbarkeit und schnellerer Aushärtezeiten werden auf Tritt- und Setzstufen standfeste Spachtelmassen eingesetzt. Größere Unebenheiten können mit geeigneten Trockenestrichen ausgeglichen werden, die auf den Untergrund verklebt oder verschraubt werden.

Stark ausgetretene Treppenstufen beeinträchtigen nicht nur den optischen Gesamteindruck einer Treppe, sie können auch eine erhebliche Unfallgefahr darstellen. Hier hat es sich bewährt, an der Stufenkante ein geeignetes Metallprofil einzubauen, das in eine Spachtelmasse einzuarbeiten ist (Bild 48). Dadurch wird die Stabilität der hoch beanspruchten Treppenkante erhöht und ein gerader Kantenverlauf erreicht. Das Metallprofil muss über die gesamte Länge satt in die Spachtelmasse eingearbeitet sein, um Hohlstellen zu verhindern. Denn gerade Hohlstellen in der Spachtelmasse verursachen Ablösungen und Schäden an der sanierten Treppe.

Vor der Verlegung von Bodenbelägen auf Treppen mit ausgebrochenen und defekten Treppenkanten sind ebenfalls geeignete Treppenwinkel aus Metall/ Stahl auf die Treppenkanten vor den Spachtelarbeiten zu montieren. Diese Treppenwinkel können nach Ausführung der Spachtelarbeiten direkt mit Bodenbelag überlegt werden oder bleiben bei entsprechendem Design sichtbar. Bei Holztreppen werden diese Treppenwinkel in der Regel angeschraubt. Bei Steintreppen werden diese Treppenwinkel in der Regel mit einem Reaktionsharz angeklebt.

Die Treppenwinkel sind bis zur Erhärtung des Reaktionsharzes mit Senkkopfschrauben in der Steintreppe zu arretieren, um ein Verrutschen der Treppenwinkel zu verhindern. Diese Treppenwinkel verleihen den Treppenkanten die notwendige Stabilität, da gerade die Treppenkanten am stärksten belastet

werden. Ausbesserungen mit zementären Produkten brechen deshalb nach kurzer Zeit wieder aus, weil sowohl die Haftung dieser Ausbesserungen am Untergrund in den Ausbruchstellen als auch deren innere Festigkeiten nicht ausreichend sind, um die Belastungen in den Treppenkanten schadensfrei auszuhalten. Auch Ausbesserungen mit Reaktionsharzprodukten können problematisch sein. Die größte Sicherheit bieten immer Treppenwinkel aus Metall bzw. Stahl (Bild 48, Bild 49). Die Hersteller von Kautschukformtreppen weisen darauf hin, dass die vorderen Kanten der Treppenstufen gerade sein und der Form des Profils entsprechen müssen. Gerundete oder wellige Kanten verhindern ein vollflächiges Aufliegen der Formtreppe an der Treppenkante – der bekanntlich am stärksten beanspruchten Stelle. Durch das Federn an der Treppenkante wird das Element überdehnt und es entstehen Schäden an der Klebung und an der Formtreppe. Ausgebrochene oder nicht rechtwinklig verlaufende Kanten müssen mit geeigneten Reparaturwinkeln begradigt und gespachtelt werden.

Bei neu eingebauten Stahlbetontreppen ist mit dem Verlegewerkstoffhersteller und dem Belagshersteller im Vorfeld abzustimmen, ob Sperrgrundierungen auf die Treppenläufe aufzubringen sind, um eventuell aufsteigende Feuchte aus dem Beton abzusperren. Im Normalfall ist das nicht erforderlich, da die Treppen bei entsprechender Luftzirkulation auch sehr gut nach unten austrocknen. Deshalb wird in der Baupraxis in den meisten Fällen auf eine aufwendige Feuchteprüfung der Stahlbetontreppen verzichtet. Diese Feuchteprüfungen erübrigen sich bei bestimmten Sperrgrundierungen sowieso.

Bei elastisch gelagerten Treppenläufen, beispielsweise Stahlbetontreppenläufen, müssen die Bewegungsfugen zwischen Treppenläufen und Podesten mittels einer dauerelastischen Fugenmasse in den Oberbelag übernommen werden.

## **Bodenbelag auf der Holztreppe verfärbte sich braun-gelblich**

### **Schadensbild**

Auf eine alte, stark gebohnerte Holztreppe wurde ein neuer PVC-Belag ohne Grundierung und Spachtelung direkt auf die Treppenstufen geklebt. Nach ca. vier Monaten verfärbte sich der PVC-Belag braun-gelblich. Diese Verfärbung reklamierte der Bauherr .



**Bild 47** ▪ Holztreppen sind besonders aufwendig in der Renovierung/ Sanierung.



**Bild 48** ▪ Metallprofile an den Treppenkanten erhöhen deren Stabilität.



**Bild 49** ▪ Fachgerecht gespachtelte Treppenstufen vor der Belagsverlegung

## Schadensursache

Der Bodenleger hatte den Untergrund Holztreppe sehr oberflächlich behandelt. Nach dem Entfernen des verfärbten PVC-Belages waren noch deutlich intensive Bohnerwachsspuren auf den Treppenstufen sichtbar. Das Bohnerwachs war durch den Klebstoff und den PVC-Belag migriert und hat daurch die Verfärbung verursacht. Das Bohnerwachs hätte vollständig entfernt werden müssen.

## Schadensbeseitigung

Der verfärbte PVC-Belag wurde vollständig ausgebaut. Das Bohnerwachs wurde ebenfall vollständig mechanisch entfernt. Sicherheitshalber wurde dann mit einer Reaktionsharzgrundierung grundiert, zementär gespachtelt und ein neuer PVC-Belag geklebt (Bild 50).



**Bild 50** ▪ Eine perfekt sanierte Treppe nach den Wünschen des Bauherrn

## 2.14 Verlegeunterlagen

Verlegeunterlagen verbessern den Schallschutz und die Wärmedämmung, sie gleichen punktuelle Unebenheiten im Untergrund aus, schützen gegen Restfeuchte sowie aufsteigende Feuchte aus dem Untergrund und optimieren die Funktionalität des gesamten Fußbodens. Trittschallminderung, Gehschallreduzierung und Fußbodenheizungseignung kommen dem Endkunden direkt zu Gute. Verlegeunterlagen schützen den Oberboden und verlängern somit die Lebensdauer des Fußbodens. Sie erhöhen den Gehkomfort und das Wohlfühlempfinden des Nutzers.

Verlegeunterlagen der neuen Generation bestehen aus vernetzten PE-Schaum, Biopolymerschäumen oder Gummi-Kork-Granulatmischungen. Der Verband der mehrschichtig modularen Fußbodenbeläge (MMFA) und der Verband der Europäischen Laminatfußbodenhersteller (EPLF) haben in technischen Merkblättern Mindestanforderungen an Verlegeunterlagen jeweils abhängig vom Belagtyp festgelegt. Bei der Auswahl der Verlegeunterlage spielen der spezielle Anwendungsbereich und der gewählte Fußbodenbelag eine entscheidende Rolle. Die Unterlagen selbst unterscheiden sich in Dicke und Dichte, in Zusammendrückbarkeit und Material, in Gewicht und Rückstellkraft und beziehen ihre große Bedeutung aus der immer größeren Menge schwimmend verlegter Fußböden. Beim Einsatz von Verlegeunterlagen besteht die Gefahr darin, dass dem Endkunden Versprechungen gemacht werden, die das Technische Merkblatt zwar suggeriert, aber beim konkreten Einbau auf der Baustelle nicht gehalten werden. Beispielsweise erzielen auch die besten schwimmend verlegten Unterlagen nicht die gleiche Geräuschreduzierung wie die fest arretierten. Sachverständige müssen bei der Bearbeitung und Beurteilung von Reklamationen zwangsläufig immer den Hersteller einbinden.

## 2.15 Korrosionsschäden an Heizungsrohren

Grundsätzlich dürfen Verlegewerkstoffe nicht in Kontakt mit allen aufgehenden Bauteilen kommen, dazu gehören auch die Heizungsrohre von Warmwasserheizungen. Deshalb muss der Bodenleger vor Beginn seiner Arbeiten den Überstand der Randdämmstreifen von ca. 10 mm überprüfen. Wenn sie bereits vor den Spachtelarbeiten abgeschnitten wurden, wird zwangsläufig die Spachtelmasse zwischen Isolierummantelung und Heizungsrohr laufen.

### Schadensbild

In einem größeren neu errichteten Bürogebäude kam es einige Monate nach der Ausführung der Bodenbelagsarbeiten im Bereich der Heizungsrohre und der Heizkörper zu Blasen und Beulenbildung im PVC-Belag. An der Unterseite der Stahlbetondecke wurden Wassertropfen festgestellt. Außerdem war es zu Korrosionserscheinungen an den Heizungsrohren gekommen.

### Schadensursache und Verantwortlichkeit

Ein Bausachverständiger öffnete die gesamte Fußbodenkonstruktion in den betroffenen Bereichen. Es wurde folgendes festgestellt:

- An den Heizungsrohren haftete fest verbunden die zementäre Spachtelmasse bis zu den Rohrwinkeln bzw. den gebogenen Rohrteilen.
- Die Heizungsrohre waren korrodiert, es zeigte sich Lochfrass, bevorzugt an den Rohrwinkeln bzw. gebogenen Rohrteilen (Bild 51, 53, 54). Durch die Löcher im Heizungsrohr war Wasser in die Fußbodenkonstruktion gelangt und hatte den sichtbaren Schaden verursacht. Aber warum waren die Heizungsrohre korrodiert? Offensichtlich war die Isolierummantelung um die Heizungsrohre bündig mit Oberkante Estrich abgeschnitten worden. Dadurch konnte bei den Spachtelarbeiten die Spachtelmasse zwischen Isolierummantelung und Heizungsrohr laufen (Bild 52). Für diesen Mangel ist eindeutig der Bodenleger verantwortlich. Er hätte fordern müssen, dass diese Isolierummantelung mindestens 10 mm über Oberkante Estrich ausgebildet wird, um so das Eindringen von Spachtelmasse zwischen Isolierummantelung und Heizungsrohr zu verhindern.

Der Sachverständige stellte fest, dass es sich hier in erster Linie um Planungsfehler, aber auch um Ausführungsfehler des Heizungsbauers handelte. Die Begründung lautet wie folgt:

- Es wurde fehlerhaftes Rohrmaterial eingebaut, das keinen ausreichenden Korrosionsschutz besaß.
- Galvanische Verzinkung bietet nur einen Transport- und Lagerschutz. Rosstet beispielsweise ein galvanisch verzinktes Stahlrohr durch den Kontakt mit einer mineralischen Spachtelmasse, dann ist das Rosten die Folge eines mangelhaften Korrosionsschutzes des Stahlrohrs.
- Verantwortlich war weiterhin der falsche Einsatz von Rohrmanschetten
- Korrosionsschäden können auch durch Kontakt des Rohrmaterials mit korrosiv wirkenden Reinigungsmitteln verursacht werden. Das konnte hier nur vermutet, aber nicht nachgewiesen werden.

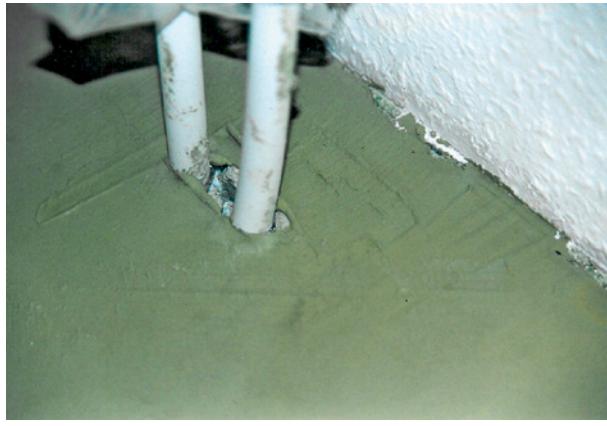
Der Planer hätte geeignetes Rohrmaterial ausschreiben müssen, das den Belastungen durch korrosive Einflüsse standhält, beispielsweise nichtrostenden Stahl oder Kupfer. Der Planer hätte weiterhin durch konstruktive Maßnahmen dafür sorgen müssen, dass der Kontakt zu korrosionsfördernden Materialien verhindert wird, beispielsweise durch geeignete Dichtmanschetten.

Der Heizungsbauer als Fachkundiger hätte die aufgezeigten Planungsfehler erkennen und Bedenken anmelden müssen. Da er nur galvanisch verzinktes Stahlrohr eingebaut hatte, ist auch er für diese Reklamation mitverantwortlich.

Doch auch der Bodenleger setzt sich den Vorwurf des fahrlässigen Handels aus: Wenn er die Spachtelmasse zwischen Isolierummantelung und Heizungsrohr laufen lässt, wird der Trittschallschutz beeinträchtigt.



**Bild 51** ■ Korrodiertes Heizungsrohr



**Bild 52** ■ Die Isolierummantelung wurde bündig mit Oberkante Estrich abgeschnitten.

In der Folge ist die Spachtelmasse zwischen Isolierummantelung und Heizungsrohr gelaufen.



**Bild 53** ■ Im Bereich der korrodierten Heizungsrohre wurde der Estrich von einem Sachverständigen geöffnet.



**Bild 54** ■ Stark korrodier-tes Heizungsrohr

### Schadensbeseitigung

Der Bodenbelag, die Verlegewerkstoffe, der Estrich, die Dämmung, die Isolierummantelung und die eingedrungene Spachtelmasse wurden entfernt. Die Heizungsrohre wurden ausgebaut und durch neue, geeignete Rohre ersetzt. Die durch diese Vorgehensweise entstandenen Fehlstellen wurden fachgerecht geschlossen und ein neuer Bodenbelag in den betroffenen Räumen verlegt.

Der Bauherr hatte den Bodenleger aufgefordert, die Spachtelmasse an den Heizungsrohren zu entfernen. Eine solche Forderung ist wirtschaftlich nicht vertretbar, da die eingedrungene Spachtelmasse im Zuge der Erneuerung der verrosteten Heizungsrohre ohnehin mit entfernt wird. Die Juristen sprechen in einem solchen Fall von den sogenannten Sowieso-Leistungen bzw. Sowieso-Kosten.

Übrigens ist es mit sehr geringem Kostenaufwand möglich, den Austritt des Heizungsvorlaufs und des Heizungsrücklaufs aus dem Estrich zu verhindern. Die Heizungsindustrie bietet vorgefertigte Montagesätze an, die in die Wand eingelassen werden. Dort werden auf dem Fußboden der Vor- und Rücklauf angeschlossen. Im Anschluss daran kommen der Vor- und Rücklauf aus der Wand heraus. Das spart Reinigungskosten bei der täglichen Bodenbelagsunterhaltung und führt auch dazu, dass die Spachtelmasse nicht in Kontakt mit dem Vor- und Rücklauf kommt.

# 3 Schäden durch Feuchteeinwirkung

## 3.1 Belegreife und Feuchtemessung

Bodenbeläge können nur auf einem belegreifen Untergrund schadensfrei verlegt werden. Die Belegreife eines mineralischen Untergrundes ist dann erreicht, wenn diese Untergründe Feuchtegehalte erreicht haben, die nach den allgemeinen Erfahrungen keine Feuchteschäden an Bodenbelägen verursachen. Die Feuchtwerte für die Belegreife sind höher als die der Ausgleichsfeuchte. Hierfür sind zwei Gründe verantwortlich. Zum einen ändert sich die Ausgleichsfeuchte mit der relativen Luftfeuchte, zum anderen wären zu lange Trocknungszeiten zum Erreichen der Ausgleichsfeuchte erforderlich. Die Ausgleichsfeuchte ist bekanntlich der Feuchtegehalt eines mineralischen Untergrundes, der sich im Gleichgewicht mit der relativen Luftfeuchte einstellt. Die Belegreife darf man allerdings nicht nur auf die Restfeuchtigkeit eingrenzen. Entscheidend sind auch eine ausreichende Festigkeit und ein ausreichender Schwindungsabbau.

### 3.1.1 Mineralischen Estriche und Betonuntergründen

Die Grenzwerte für die Belegreife von mineralischen Estrichen und Betonuntergründen sind u. a. in den folgenden Merkblättern vorgegeben:

- BEB-Merkblatt CM-MESSUNG Ausgabe Januar 2007 [39]
- BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU, VERLEGEN VON ELASTISCHEN UND TEXTILEN BODENBELÄGEN, LAMINAT, MEHR-SCHICHTIG MODULAREN FUSSBODENBELÄGEN, HOLZFUSSBÖDEN UND HOLZPFLASTER, BEHEIZTE UND UNBEHEIZTE FUSSBODENKONSTRUKTIONEN Stand März 2014 [26]
- TKB-Merkblatt 16 ANERKANNTEN REGELN DER TECHNIK BEI DER CM-MESSUNG Stand März 2016 [40]
- Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18].

Sie betragen konkret im Einzelnen:

Calciumsulfatestrich beheizt 0,3 CM-%; unbeheizt 0,5 CM-%

Zementestrich beheizt 1,8 CM-%; unbeheizt 2,0 CM-%

Die überarbeitete Estrichnorm DIN 18560-1 trat ab November 2015 in Kraft. In diese Norm wurde unter anderem die CM-Messung des Restfeuchtegehalts zur Bewertung der Belegreife mineralischer Estriche neu aufgenommen. Ebenso wurde der Grenzwert für beheizte Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließ-

estrichen neu festgelegt, er beträgt laut dieser Norm wie bei unbeheizten Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließestrichen  $\leq 0,5$  CM-%. Diese Festlegung wurde durch die Technische Kommission Bauklebstoffe (TKB) im Industrieverband Klebstoffe e.V.: Düsseldorf in ihrem neusten TKB-Merkblatt 16 ANERKANNTE REGELN DER TECHNIK BEI DER CM-MESSUNG Stand März 2016 [40] mit folgender Begründung wieder aufgehoben: »*Da für diesen erhöhten Belegreif-Richtwert von 0,5 CM-% für beheizte Calciumsulfatestriche keine Daten, Begründungen oder Publikationen vorliegen, wird im vorliegenden Merkblatt am bisherigen Richtwert von 0,3 CM-% festgehalten, der sich in der Praxis über viele Jahre als sinnvoll und verlässlich erwiesen hat. Eine Anhebung des Richtwertes auf 0,5 CM-%, was einer Erhöhung um 67 % entspricht, würde zwar die Trockenzeit des Estrichs bis zum Belegreiffe feuchte-Richtwert verkürzen, würde aber auch für den Verleger des Bodenbelags und damit auch für den Bauherrn das Risiko eines Feuchteschadens signifikant erhöhen.«*

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 wird am Grenzwert von 0,5 CM-% für beheizte Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließestrichen festgehalten. Ein Dilemma für Sachverständige und Bodenleger: Welcher Grenzwert ist maßgebend, 0,3 CM-% oder 0,5 CM-%? Deshalb an dieser Stelle der Hinweis, den Grenzwert für die Belegreife des beheizten Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließestrichs sollte man sich sicherheitshalber vom Hersteller oder vom Lieferanten des Estrichs vorgeben lassen.

Zu Magnesia- und Steinholzestrichen wird im BEB-Merkblatt CM-MESSUNG Ausgabe Januar 2007 Folgendes ausgeführt [39]: »*Die Belegreife von Magnesiaestrichen beträgt je nach Anteil der organischen Bestandteile im Industriebereich 1,0–3,5 CM-%. Erfahrungswerte sind bei den Herstellern anzufragen. Steinholzestrichen sind Magnesiaestrichen mit hohem Holzgehalt. Sie können deshalb sehr unterschiedliche Ausgleichsfeuchte haben. Gemessen wurden CM-Werte von 2,5–10 CM-%. Die Erfahrungswerte sind bei dem jeweiligen Hersteller zu erfragen.*« Da Magnesia- und Steinholzestrichen in erster Linie in der Sanierung oder Renovierung anzutreffen sind, können Erfahrungswerte für die Belegreife kaum noch beim Hersteller dieser Estriche erfragt werden. Hier kann eine Feuchteprüfung durchaus problematisch werden. Deshalb ist diese Aussage eigentlich nur graue Theorie (Bild 55).



**Bild 55** ▪ Bei welchen Feuchtegehalt sind diese alten Steinholzestriche belegreif? Hier geht der Bodenleger immer ein Risiko ein.

Grundsätzlich muss der Feuchtegehalt von Betondecken und Betonbodenplatten mittels der Darr-Methode ermittelt und in Masse-% angegeben werden. Im Merkblatt TKB-8 BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN FÜR BODENBELAG- UND PARKETTARBEITEN Stand Juni 2004 [41] wird für Stahlbeton ein Grenzfeuchtegehalt für die Belegreife von 3,0 bis 3,5 CM-% vorgegeben. Diese Vorgaben für die Belegreife von Beton stehen im Widerspruch zur Aussage, dass der Feuchtegehalt von Betondecken nicht mit einem gewerbeüblichen Messgerät (CM-Gerät) ermittelt werden kann, sondern nur nach der Darr-Methode. Somit ist die Vorgabe zur Belegreife von unbeheiztem Beton von 3,0 bis 3,5 CM-% völlig wertlos und unsinnig.

In der Fachliteratur findet man zur Belegreife von Betonuntergründen ansonsten keine konkreten Angaben. Man findet lediglich den Hinweis, dass bei der Planung von Fußbodenkonstruktionen die Restbaufeuchte des Betons besonders berücksichtigt werden muss. Auf Betondecken mit und ohne Verbundestrich sowie auf Betonbodenplatten werden recht häufig Bodenbeläge verlegt. Deshalb wird im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Ausgabe 2017 [18] zu diesen Untergründen Folgendes gesagt: »Bei Betondecken mit und ohne Verbundestrich ist eine aussagefähige Messung des Feuchtegehaltes mit gewerbeüblichen Messgeräten nicht möglich. Die in den oberen Zonen des Untergründes gemessenen Werte lassen keinen Rückschluss auf die Feuchte der Betondecke im restlichen Querschnitt zu. Da bei Betondecken mit und ohne Verbundestrich Austrocknungszeiten von einem Jahr und mehr erforderlich werden, sind durch die verbliebene Feuchte in solchen Untergründen Mängel oder Schäden an darauf verlegten Bodenbelägen aller Art nicht auszuschließen. Der Auftraggeber hat deshalb durch geeignete planerische Maßnahmen dafür zu sorgen, dass Feuchte aus dem Untergrund den Klebstoff und Bodenbelag nicht beeinträchtigt.«

Im TKB-Merkblatt 8 BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN FÜR BODENBELAG- UND PARKETTARBEITEN Stand April 2015 [83] wird für Beton keine Prüfmethode zur baustellengerechten Feuchteprüfung und auch kein Grenzwert für die Belegreife des Betons vorgegeben. Man geht hier offensichtlich davon aus, dass aufgrund der langen Beton-Trocknungszeit bei neu eingebauten Betonuntergründen immer eine dampfbremsende Sperrgrundierung auf die Betonoberfläche appliziert wird, wenn auf den neuen Betonuntergrund direkt Bodenbeläge oder Parkett verlegt werden. Weiterhin heißt es in diesem Merkblatt:

- »Beton trocknet infolge der größeren Dicke und des dichteren Gefüges deutlich langsamer als Zementestrich. Dies kann mehrere Jahre dauern.
- Lang andauerndes Schwinden.
- Die Oberfläche muss in der Regel schichtabtragend (z. B. Fräsen oder Kugelstrahlen) vorbehandelt werden.
- Gefahr nachstoßender Feuchte. Daher wird empfohlen Betonuntergründe mit einer geeigneten dampfdiffusionsbremsenden Grundierung zu versehen.«

Betonbauteile sind bekanntlich die am langsamsten austrocknenden Bauteile eines Bauwerks. Nach Klopfer [42] haben beispielsweise Betonplatten mit einer Plattendicke von 20 cm bei beidseitiger Austrocknung eine Austrocknungsdauer von 1,5 Jahren, bei einseitiger Austrocknung (erdberührten Betonbodenplatten) eine Austrocknungsdauer von vier Jahren. Die Ermittlung der Feuchte von Betonuntergründen ist aufgrund der langen Trocknungszeiten von ein und mehreren Jahren auch uninteressant. Diese langen Trocknungszeiten will und kann kein Bauherr oder Auftraggeber abwarten, um auf diesen Untergründen schadensfrei Parkett- und Bodenbelagsarbeiten ausführen zu können. Deshalb ist es auch Stand der Technik, Dampfbremsen aus Reaktionsharzen auf neue Betonuntergründe zu applizieren und so eine sofortige und schadensfreie Verlegung von Bodenbelägen und Parkett zu ermöglichen. Die dampfbremenden Reaktionsharze verringern die vom Betonuntergrund abgegebenen Wasserdampfmengen auf ein unschädliches Maß, sodass keine Feuchteschäden am Oberbelag entstehen. Diese Vorgehensweise erfordert in der Regel keine Feuchtemessungen an den Betonuntergründen.

Wie sieht es aber aus, wenn Parkett- und Bodenbeläge auf Betonuntergründe verlegt werden sollen, die beispielsweise älter als vier Jahre sind? Der Bauherr und sein Architekt könnten hier gegen den Einsatz von Reaktionsharzgrundierungen Protest einlegen und das sicher mit Recht. Solche trockenen Untergründe kann man durchaus mit geeigneten Dispersionsgrundierungen grundieren, das ist wesentlich preiswerter. Trotzdem muss aber vor der Verlegung der Oberbeläge der Feuchtegehalt des Betonuntergrundes ermittelt werden. Wie bereits gesagt, die CM-Prüfung ist nicht möglich, bei Beton funktioniert

nur die Darr-Prüfung. Die Darr-Prüfung bei Beton ist kein Problem. Das Problem ist aber, bei wieviel Masse-Prozent ist der Betonuntergrund belegreif! Dazu sind in der gesamten Fachliteratur keine Angaben zu finden. Deshalb die folgende Überlegung. Man könnte den erforderlichen Grenzwert für die Belegreife für Beton mithilfe der Korrelation bei Zementestrichen zwischen Darr-Wert und CM-Wert abschätzen:

Darr-% = CM-% + 1,5, also 3,0 CM-%

(Gemäß TKB-Merkblatt 8, Stand 2004 [41]) + 1,5 = ca. 4,5 Masse-%

Grob geschätzt ist die Belegreife eines Betons demnach erreicht, wenn dessen Feuchtegehalt kleiner gleich 4,5 Masse-% beträgt. Das ist aber eine völlig unverbindliche Überlegung.

Aufgrund der Vielzahl von verschiedenen Untergründen, auf denen Bodenbelagsarbeiten ausgeführt werden, sind die Risiken und Grauzonen im Hinblick auf die Feuchteprüfung und die Belegreife dieser Untergründe nicht zu unterschätzen. Beispielsweise findet man für Hartstoffestriche, Kunstharzestriche, Beton mit Zusatzmitteln, Leichtbeton, Porenbeton Reaktionsharzbeton, Schaumbeton, Walzbeton, Betonkernaktivierung, Textilbeton in der Fachliteratur keine Grenzfeuchtegehalte für die Belegreife.

Vor Gericht anerkannte Verfahren zur Prüfung des Feuchtegehaltes von mineralischen Untergründen sind das CM-Gerät (Bild 56) und die Darrprüfung. Die Feuchtwerte werden bei der Prüfung mit dem CM-Gerät in CM-% bei der Darrprüfung in Masse-% angegeben. Die Darr-Methode ist übrigens keine handwerksübliche Prüfung und muss deshalb nicht vom Handwerker ausgeführt werden. Diese Prüfung kann nur von Sachverständigen und dafür autorisierten Einrichtungen erfolgen.



## Bild 56 ■ CM-Messgerat

Zur Feuchtemessung von mineralischen Untergründen werden zahlreiche Messgeräte angeboten. Die Messgeräte funktionieren beispielsweise nach dem elektrischen Widerstandsprinzip, dem Prinzip der kapazitiven Messung oder der Messung der relativen Luftfeuchte in einem Bohrloch. Die KRL-Prüfmethode (Messung der korrespondierenden relativen Luftfeuchte) sowie Feuchtemessungen mit DNS-Denzel-Messgeräten werden von einigen Sachverständigen als Alternative zur CM-Messung angesehen. Im BEB-Merkblatt CM-MESSUNG Ausgabe Januar 2007 [39] wird dazu Folgendes ausgeführt: »Demnach ist die CM-Methode für das ausführende Gewerk bewährt und die Messmethode zur Bestimmung der Belegerife von Calciumsulfat-, Magnesia- und Zementestrichen. Andere Messmethoden dienen trotz anderslautenden Aussagen einiger Gerätehersteller bei Calciumsulfat- und Zementestrichen ausschließlich zur Vorprüfung und zur Eingrenzung feuchter Flächen. Trotz Jahrzehntelanger Bewährung der CM-Methode gibt es in der Praxis immer wieder Diskussionen, die die Messmethode wegen der möglichen Abweichungen in Frage stellen. Eine sorgfältige Prüfung setzt eine möglichst gleichmäßige Probenahme über den gesamten Estrichquerschnitt voraus. Die nach der Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen bei Estrichen unter Parkett traditionsgemäß praktizierte Probenahme im mittleren bis unteren Bereich weicht davon ab.«

Die Vorgehensweise bei der Messung des Feuchtegehaltes nach der CM-Messmethode ist ausführlich in folgenden Unterlagen beschrieben:

- DIN 18560-4:2012-06 ESTRICHE IM BAUWESEN TEIL 4 ESTRICHE AUF TRENNSCHICHT [43]
- BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU, VERLEGEN VON ELASTISCHEN UND TEXTILEN BODENBELÄGEN, LAMINAT, MEHRSCHEITIG MODULAREN FUSSBODENBELÄGEN, HOLZFUSSBÖDEN UND HOLZPFLASTER, BEHEIZTE UND UNBEHEIZTE FUSSBODENKONSTRUKTIONEN Stand März 2014 [26].
- Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017

### 3.1.2 Sonderestriche

Im Bauwesen werden immer häufiger sogenannte Sonderestriche eingebaut, die über Normen weder erfasst noch geregelt sind. Dazu gehören beispielsweise:

- Trocknungsbeschleunigte Estrate auf Zement- und Calciumsulfatbasis,
- Schnellestrate, hergestellt mit speziellen Bindemitteln,
- Acrylatestrate (Bio-Estrate),
- Leichtestriche auf Basis von Perlit, Blähton und Bims,
- Monokornestriche,
- gebundene Ausgleichsschüttungen.

Landläufig wird in der Baupraxis vor allem über Schnellestriche gesprochen (Bild 57). Fälschlicherweise wird vielfach davon ausgegangen, dass auf diesem, vor allem mineralischen Estrich, schon nach kürzester Zeit Bodenbeläge schadensfrei verlegt werden können [57].

Die Technische Kommission Bauklebstoffe hat die Problematik erkannt und deshalb im August 2015 das TKB-Merkblatt 14 mit dem Titel **SCHNELLZEMENT-ESTRICH UND ZEMENTESTRICH MIT ESTRICHZUSATZMITTELN** [45] veröffentlicht. Für Schnellzemente und Schnellzement-Estriche gibt es keine eigenständige Norm, hier gelten die Anforderungen nach DIN 18560 [37]. Diese Norm beinhaltet jedoch keine Regelungen zur Belegreife.

Verlegearbeiten auf mineralischen Schnellestrichen, die mit Wasser angemacht werden, setzen einen bestimmten Grenzfeuchtegehalt voraus. Erst nach dem Erreichen bzw. Unterschreiten dieses Grenzfeuchtegehaltes können auf einen Schnellestrich Oberbeläge verlegt werden, ohne dass die bekannten Mängel und Schäden aufgrund zu hoher Untergrundfeuchte auftreten werden. In der Technischen Information des BEB zur CM-MESSUNG – Stand 01/2007 [39] heißt es: »*Schnellestriche und mit trocknungsbeschleunigenden Zusatzmitteln hergestellte Estriche sind Sonderestriche, die auch mit der CM-Methode gemessen werden können. Allerdings gibt es keine allgemeinverbindlichen Grenzwerte. Die Vorgabe, wann solch ein Sonderestrich gefahrlos belegt werden kann, muss über den Hersteller des „Schnell“-Bindemittels bzw. des Zusatzmittels erfolgen. Ein aussagefähiges Prüfzeugnis des Herstellers sollte vertraglich eingebunden werden.*« Bisher war es so:

- Bei jedem Sonderestrich musste der Feuchtegehalt mit dem CM-Gerät ermittelt werden. Die für die Belegreife maßgebenden Messungen mussten unmittelbar vor der Verlegung der Oberbeläge erfolgen.



**Bild 57** ■ Normaler Zementestrich oder Schnellzementestrich? Optisch gibt es keine Unterscheidungsmerkmale, hier muss der Sachverständige den Estrichleger oder Bauherrn fragen, welcher Estrich tatsächlich eingebaut wurde.

- Die zulässigen Grenzfeuchtegehalte mussten für beheizte und unbeheizte Sonderstriche grundsätzlich vom Bauherrn, Planer oder Estrichleger dem Sachverständigen und Bodenleger vorgegeben werden. Die zulässigen CM-Werte stehen in der Regel in den Technischen Merkblättern bzw. in den Technischen Informationen der Sonderstriche. Wenn nicht, musste der Bauherr, Planer oder Estrichleger dem Sachverständigen und dem Bodenleger die zulässigen Grenzfeuchtegehalte für den jeweiligen unbeheizten oder beheizten Sonderstrich schriftlich mitteilen.
- Der Bauherr/Planer/Estrichleger hatte dem Sachverständigen und Bodenleger vorzugeben, wie mit dem CM-Gerät gemessen werden muss:
  1. wieviel Prüfgut einzuwiegen ist und
  2. nach welcher Zeit ist der Manometerdruck und somit der Feuchtegehalt am CM-Gerät abgelesen werden soll.

Diese Angaben stehen in der Regel in den Technischen Merkblättern bzw. in den Technischen Informationen der Sonderstriche. Offensichtlich hat es bei dieser Vorgehensweise häufig Probleme gegeben. Die Estrichleger, aber auch die Bauherrn, Planer und Bauleiter waren hier wenig kooperativ. Deshalb gibt es seit 2014 ein Protokoll zur Dokumentation der CM-Messung gemäß der Arbeitsanweisung des Bundesverband Estrich und Belag [46] in dem Folgendes steht: »*Sonderstriche – die rechtsverbindliche Freigabe der Belegreife ist dem Bodenleger vom Bauherrn zu übergeben.*«

Bei beheizten Sonderstrichen muss in jedem Fall das Funktionsheizen durchgeführt werden. Es dient dem Heizungsbauer als Nachweis für die mangelfreie Erstellung seines Gewerkes. Ob ein Belegreifheizen erforderlich ist, wie beispielsweise bei den normalen mineralischen Heizestrichen, muss beim Hersteller des Sonder-Heizestrichs erfragt werden. Es gibt Hersteller, die bei ihrem Sonder-Heizestrich auf ein Belegreifheizen verzichten. Andere Hersteller bestehen auf einem Belegreifheizen, in der Regel genau nach ihren Vorgaben. Diese Hersteller bestehen auf dem von ihnen vorgegebenen Aufheizprotokoll.

## Der richtige Zeitpunkt für die Belegreife von Schnellbauestrich

### Schadensbild

In einem größerem Bürogebäude wurde ein zementärer Schnellbauestrich eingebaut. Da sich das gesamte Baugeschehen verzögerte, konnte erst vier Wochen nach dem Einbau des Schnellbauestrichs mit den Bodenbelagsarbeiten begonnen werden. Der Bodenleger hat mit dem CM-Gerät den Feuchtegehalt ermittelt. Anhand des vom Estrichhersteller vorgegebenen Belegreifwertes war der Schnellbauestrich nicht ausreichend trocken, um darauf

schadensfrei Linoleumbeläge verlegen zu können. Der Architekt erteilte dem Estrichleger eine Mängelanzeige, da dieser in seinen technischen Unterlagen die Belegreife des Estrichs bereits nach zwei Tagen zugesagt hatte und der Architekt jetzt unter Zeitdruck stand.

## Schadensursache

Der Architekt hatte folgenden Hinweis in den technischen Unterlagen des Estrichherstellers übersehen. Die schnelle Belegreife des Schnellbauestrichs gilt nur bis zum achten Tag nach dem Estricheinbau. Ab dem neunten Tag kann es zu einer Wiederauffeuchtung des Schnellbauestrichs kommen. Durch diese Wiederauffeuchtung des Estrichs kann sich die Erzielung der Belegreife sogar um die doppelte Zeit verzögern. Der Schnellbauestrich in diesem Bürogebäude hatte sich wieder aufgefetzt und war somit nicht sofort belegreif.

## Schadensbeseitigung

Der Architekt entschied sich für den Auftrag einer Reaktionsharzgrundierung anstelle der geplanten Dispersionsgrundierung, um eine sofortige Belegreife des Estrichs zu erreichen. Eine Zwangstrocknung schied aus Zeitgründen aus.

### 3.1.3 Heizestriche

Bei der Raumheizung hat in den letzten Jahrzehnten die Fußbodenheizung erheblich an Bedeutung gewonnen. Fast jedes zweite Ein- und Zweifamilienhaus wird mit einer Fußbodenheizung ausgestattet. Aufgrund ihrer Vorteile werden immer häufiger auch in Büros, Schulen, Kindergärten, Ladengeschäften, Museen, Kirchen, Sport- und Industriehallen Fußbodenheizungen eingebaut.

Im Wesentlichen werden zwei Arten von Fußbodenheizungen unterschieden, die Warmwasser-Fußbodenheizungen und die Elektro-Fußbodenheizungen. Beheizte Fußbodenkonstruktionen müssen immer auf einen dafür geeigneten tragenden Untergrund eingebaut werden, wie beispielsweise Beton- und Holzbalkendecken. Die Estrichkonstruktion besteht aus einer Estrichplatte, die auch Lastverteilschicht genannt wird. Bei der Warmwasser-Fußbodenheizung wird die Lastverteilschicht durch die Wärmezufuhr mittels warmen Wassers beheizt. Die Heizrohre können aus Kunststoff, Kunststoff-Aluminium-Verbundwerkstoff oder Kupfer bestehen und sind entweder in oder unter der Estrichplatte installiert. Bei der Bauart A und C sind die Heizrohre innerhalb des Estrichs und bei Bauart B unterhalb des Estrichs in der Dämmung angeordnet.

Bei der Elektro-Fußbodenheizung wird die Lastverteilschicht durch elektrische Heizleitungen oder Heizfolien erwärmt. Die elektrischen Heizleitungen oder Heizfolien sind in der Regel in die Estrichplatte eingebettet.

Bei der Fußbodenheizung ist der Estrich nicht nur Lastverteilschicht, sondern auch die **Wärmeverteilschicht**. Folgende Estriche werden in der Regel als Heizesträfe geplant und eingebaut:

- Zementestriche/Zementfließestriche,
- Calciumsulfatestriche/Calciumsulfatfließestriche,
- Schnellbaustriche,
- Dünnestriche,
- Gussasphaltestriche,
- Trockenestriche.

Zur Herstellung von beheizten Fußbodenkonstruktionen sowie für die Verlegung von Oberbelägen auf beheizte Fußbodenkonstruktionen gibt es eine Vielzahl von Richtlinien und Merkblättern. Auch die Herstellerangaben sind zu beachten. Die wichtigsten sind:

- Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen – Ausgabe Februar 2005 [47]
- Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in bestehenden Gebäuden – Ausgabe Januar 2009 [48]
- Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in Neubauten – Ausgabe Mai 2011 [49]

## Mineralische Heizesträfe – Funktionsheizen/Belegreifheizen

Das Funktionsheizen und Belegreifheizen sind vom Heizungsbauer auszuführen. Das Belegreifheizen sollte sofort im Anschluss an das Funktionsheizen ausgeführt werden. Nach dem Funktionsheizen ist der Zementestrich mindestens 28 Tage, der Calciumsulfatestrich mindestens 14 Tage alt (Bild 58). Für das Belegreifheizen ist bei Estrichdicken bis 70 mm eine Zeitspanne von mindestens 14 Tagen erforderlich, bei Estrichdicken über 70 mm entsprechend längere Zeiträume. Auf Calciumsulfatestrichen können dann in aller Regel erst nach 28 Tagen, auf Zementestrichen erst nach 42 Tagen nach dem Estricheinbau Oberbeläge verlegt werden. Oberbeläge auf beheizten Fußbodenkonstruktionen dürfen grundsätzlich erst nach dem Belegreifheizen des Estriches und nach Vorlage des Aufheizprotokolles verlegt werden, es sei denn, bei Sonder-Heizesträichen machen die Hersteller andere Angaben. Gemäß den Fachinformationen SCHNITTSTELLENKOORDINATION BEI BEHEIZTEN FUSSBODENKONSTRUKTIONEN Ausgabe Februar 2005 [47] sowie SCHNITTSTELLENKOORDINATION BEI FLÄCHENHEIZUNGS- UND FLÄCHENKÜHLUNGSSYSTEMEN IN NEUBAUTEN Stand Mai 2011

[49] ist deshalb vor der Ausführung der Bodenbelagarbeiten das Funktions- und Belegreifheizen durchzuführen.

### Belegreife/Markierung von Messstellen/CM-Messung

Der Bodenleger muss den Feuchtegehalt des mineralischen Heizestrichs mit dem CM-Gerät prüfen. Zur Ermittlung des Feuchtegehaltes des beheizten mineralischen Estrichs müssen im Heizestrich Messstellen markiert sein. Bei Heizestrichen muss mindestens eine Messstelle pro Raum markiert sein. Bei größeren Räumen ( $>50 \text{ m}^2$ ) entsprechend mehr. Bei größeren Flächen müssen je  $200 \text{ m}^2$  drei Messungen vorgenommen werden. Sind keine Messstellen vorhanden, kann der Bodenleger auch keine CM-Messung durchführen, da er ohne ausgewiesene Messstellen das Heizungssystem beschädigen wird. In den gewerkeübergreifenden Fachinformationen: SCHNITTSTELLENKOORDINATION BEI BEHEIZTEN FUSSBODENKONSTRUKTIONEN vom Februar 2005 [47] sowie SCHNITTSTELLENKOORDINATION BEI FLÄCHENHEIZUNGS- UND FLÄCHENKÜHLSYSTEMEN IN NEUBAUTEN Stand Mai 2011 [49] ist eindeutig geregelt: Die Anordnung der Messstellen erfolgt durch den Heizungsplaner, der sie im Plan einträgt. Für die Markierung der Messstellen auf der Baustelle ist der Estrichleger zuständig (Bild 59).



**Bild 58** ■ Beheizter Calciumsulfatestrich



**Bild 59** ■ Fachgerechte Markierung einer Messstelle im Heizestrich

## Keine markierten Messpunkte im Calciumsulfatfließ-Heizestrich

### Schadensbild

In einem neu errichteten Einfamilienhaus wurde ein Calciumsulfatfließ-Heizestrich eingebaut. Dabei hatte der Estrichleger den Einbau der Messstellen für die CM-Messung vergessen. Grundsätzlich gilt: Ohne Messmarken keine Feuchtemessung und ohne CM-Messung keine Belagsverlegung.

### Schadensbeseitigung

Die genaue Lage der Heizungsrohre konnte mit Hilfe der Thermografie (Infrarotverfahren) festgestellt werden. Dadurch konnten Messpunkte für die CM-Messung festgelegt werden, ohne dass die Heizungsrohre bei der Entnahme des Prüfgutes beschädigt werden.

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18] Abschnitt Feuchtemessung ist ausgeführt: »*Damit die Anzahl der markierten Messstellen ausreicht, werden ggf. vor der erneuten CM-Messung Folienzwischenprüfungen empfohlen. Ausreichende Trockenheit ist näherungsweise erreicht, wenn sich bei max. Vorlauftemperatur unter einer aufgelegten und an den Rändern mit Klebeband abgeklebten, ca. 50 × 50 cm großen PE-Folie innerhalb von 24 Stunden keine Feuchtespuren zeigen. Die Folienzwischenprüfung ersetzt in keinem Fall die CM-Messung. Die Folienzwischenprüfungen und die weiteren CM-Messungen sind besondere Leistungen, die dem Bodenleger extra zu vergüten sind. Nur die 1. CM-Messung ist vom Bodenleger als Nebenleistung zu erbringen.*«

## Dünnestriche

Beheizte Dünnestriche werden als spezielle Systeme in Form von Warmwasser- oder Elektrofußbodenheizung von zahlreichen Herstellern angeboten. Diese Estriche sind in der Regel als Verbundkonstruktionen einzubauen, der Dünnestrich wird hier direkt auf den Untergrund als Ausgleichsschicht aufgebracht. Die dünnsschichtigen mineralisch oder organisch gebundenen Mörtel entsprechen nicht den Mindestnenndicken der DIN 18560 ESTRICHE IM BAUWESEN [37]. Sie werden vor allem im Sanierungs- und Renovierungsbereich eingebaut und entsprechen trotzdem dem Stand der Technik. Hier werden Aufbauhöhen von weniger als 10 mm erzielt. Die Estrichmörtel sind in der Regel auf der Basis von Zement oder Calciumsulfat aufgebaut. Die Anbieter dieser Mörtel müssen die als Dünnestrich geeignete Verwendung nachweisen.

Als Vorteile der dünnsschichtigen Heizsysteme werden von den Herstellern folgende Argumente angeführt:

- geringer Materialeinsatz,
- geringe Aufbauhöhen,
- reduzierte Aufheizzeit,
- deutlich niedrigere Betriebstemperaturen.

## Gussasphaltestriche

Beim Einsatz von Gussasphalt werden nur Fußbodenheizsysteme nach Bauart A eingebaut, d. h. die Kupferrohre sind direkt in den Gussasphalt eingebettet. Bei beheizten Gussasphaltestrichen ist lediglich das Funktionsheizen auszuführen, ein Belegreifheizen ist hier nicht erforderlich.

## Trockenestriche

Bei Fußbodenkonstruktionen in Trockenbauweise kommen für gewöhnlich Heizsysteme nach Bauart B zum Einsatz (Bild 60). Auch hier ist nur das Funktionsheizen durchzuführen, das Belegreifheizen ist nicht notwendig. Diese Konstruktionen zeichnen sich durch geringe Flächengewichte, niedrige Aufbauhöhen und alle Vorteile des Trockenbaus aus. Alle namhaften Hersteller von beheizten Trockenestrichen machen eindeutige Vorgaben darüber, wie auf ihrem Trockenestrich Oberbeläge zu verlegen sind und was besonders zu beachten ist. So werden beispielsweise Aussagen darüber gemacht, welche Oberbeläge auf den beizten Trockenestrich verlegt werden dürfen, wann und wo Bewegungsfugen anzutragen sind, welche Vorlauftemperatur nicht überschritten werden darf und ob überhaupt Elektrofußbodenheizungen verlegt werden dürfen.



**Bild 60** ■ Beheizter  
CREATON-Estrichziegel-  
Untergrund

### 3.1.4 Wände

Ein Schadensbeispiel aus der Fachpresse [50]. Kunststoffummantelte Fußbodenleisten wurden auf einen mineralischen Putzuntergrund angebracht, der offensichtlich nicht ausreichend trocken war. Es kam zu Verformungen und Ablösungen der Fußbodenleisten. Der Auftragnehmer für Bodenbelagarbeiten wurde durch das OLG Köln zur Mängelbeseitigung aufgefordert, obwohl der Auftragnehmer unter Hinweis auf die DIN 18365 einwand, dass er nur den Boden und nicht auch die Wände auf Restfeuchtigkeit überprüfen müsse. Das OLG Köln begründet das Urteil vom 8. Februar 2006-11 U 93/04 wie folgt: »Der Auftragnehmer haftet, weil er die ihm obliegenden Prüf- und Hinweispflichten aus § 4 Nr. 3 VOB/B verletzt hat. Richtig ist zwar, dass die DIN 18365 in Abschnitt 3.1.1 eine Prüfpflicht hinsichtlich der Wandflächen nicht ausdrücklich vorsieht. Der Umfang der Prüfpflicht wird durch die DIN aber nicht abschließend, sondern nur beispielhaft umschrieben. Für alle Faktoren, die sich unmittelbar auf die Qualität der Werkleistung auswirken können, obliegt dem Werkunternehmer in vollem Umfang die Prüfpflicht.«

Aus bautechnischer Sicht sind folgende Fragen offen, da es hierfür keine verbindlichen Richtlinien, Vorgaben oder Merkblätter für die Bewertung der Belegreife von Wanduntergründen gibt:

- Wie ist der Feuchtegehalt dieser Untergründe zu ermitteln?
- Wie tief muss der Auftragnehmer die Wandfeuchte messen?
- Welchen Feuchtegehalt müssen die verschiedenen mineralischen Wanduntergründe besitzen, um die erforderliche Belegreife zu gewährleisten?

Die Sachverständigen messen in der Regel die Wandfeuchten mit Messgeräten, die nach dem elektrischen Widerstandsmessverfahren funktionieren (Bild 61).



**Bild 61** ■ Messung der Wandfeuchte mittels elektrischen Widerstandsverfahren

Laborspezifische Analyseverfahren bieten gemeinsam mit Darr-Prüfungen bei der Feststellung der Wandfeuchte zwar die größte Sicherheit, kommen aber nur zur Anwendung, wenn es beispielsweise um Auseinandersetzungen mit hohem Streitwert geht.

Bei den in Deutschland üblichen Innenputzen kann man davon ausgehen, dass ca. 95 % aller Neuputze aus Maschinengipsputz bestehen. Auf diesen Neuputzen können in der Regel ca. 4–6 Wochen nach der Ausführung der Putzarbeiten die Tapezierarbeiten ausgeführt und die Sockelleisten angebracht werden. Nach den Erfahrungen eines namhaften Herstellers des Maschinengipsputzes sind bei Feuchtigkeitswerten des Gipsputzes von unter einem Masse-% keine Schäden beim Anbringen der Sockelleisten zu erwarten. Dieser Wert hat jedoch keinen allgemein verbindlichen Charakter. Nach den Angaben dieses Herstellers können die Feuchtwerte der Gipsputze auch mit dem CM-Gerät ermittelt werden, in gleicher Weise wie die Messungen mit dem CM-Gerät bei Calciumsulfatstrichen.

Aufgehende, nicht verputzte, neue Betonwände werden normalerweise verspachtelt oder verbleiben als sogenannter Sichtbeton. An diesen Wänden sind ebenfalls Sockelleisten anzubringen. Auch wenn diese Wände nach beiden Seiten austrocknen können, beträgt die Trocknungszeit des Betons häufig ein Jahr und länger. Wie bei Betondecken auch, ist eine aussagefähige Messung des Feuchtegehaltes mit gewerbeüblichen Messgeräten (CM-Gerät) bei Betonwänden nicht möglich. Feuchtemessungen können nur mittels der Darr-Methode ausgeführt werden. Werden auf diese jungen Betonwände Sockelleisten angebracht, können Mängel und Schäden an den Sockelleisten, wie etwa Aufwölbungen oder Ablösungen, nicht ausgeschlossen werden. Der Auftraggeber muss deshalb durch geeignete planerische Maßnahmen dafür sorgen, dass die Feuchte aus den Betonwänden den Klebstoff und die

Sockelleisten nicht beeinträchtigt. Das ist unter anderem mit geeigneten Reaktionsharzgrundierungen möglich.

### 3.1.5 Holzuntergründe

Auf Dielenböden lassen sich im Normalfall schadensfrei Bodenbeläge verlegen. Voraussetzung ist jedoch, dass bestimmte Grundregeln beachtet werden, siehe dazu auch Abschnitt 4.2.4 Dielenböden. Das häufigste Versäumnis ist die Messung der Feuchte der Dielung vor den Verlegearbeiten.

#### Die Feuchte der Dielung wurde vor der Belagsverlegung nicht gemessen

##### Schadensbild

Im Rahmen der Sanierung eines Schulgebäudes wurde in zahlreichen Räumen die alte Dielung entfernt und durch eine neue ersetzt. Die Dielung wurde mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und mit einer Gipsspatelmasse gespachtelt. Anschließend wurde ein Linoleumbelag geklebt. Bereits zwei Monate nach den Bodenbelagsarbeiten lösten sich in allen Räumen, in denen auf den neu eingebauten Dielenboden Bodenbelagsarbeiten ausgeführt wurden, der Linoleumbelag und die Spachtelmasse vom Dielenboden ab (Bild 62). Die Spachtelmassenschollen zeichneten sich deutlich im Linoleumbelag ab.

##### Schadensursache

Die neu eingebauten Dielen wurden mittels eines Holzfeuchtemeßgerätes nach dem elektrischen Widerstandsprinzip auf ihren Feuchtegehalt überprüft. Dabei wurden Holzfeuchten von bis zu 20 Masse% festgestellt. In geschlos-



**Bild 62** ■ Die Gipsspatelmasse hat sich aufgrund der zu hohen Feuchte des neu eingebauten Dielenbodens vom Untergrund abgelöst.

senen beheizten Räumen sollte die Holzausgleichsfeuchte gemäß DIN 1052-1 [84] und DIN 68100 [85]  $9 \pm 3$  Masse% betragen. Aufgrund der Trocknungsspannungen der neuen Dielung erfolgte der Abriss der Spachtelmasse vom Untergrund. Da nahezu die gesamte Spachtelmasse vom Dielenboden abgerissen war, übertrafen die Trocknungsspannungen des Holzes die Haftzugfestigkeit der Grundierung und der Spachtelmasse bei weitem.

### Schadensbeseitigung

Der neu verlegte Linoleumbelag und die Verlegewerkstoffe wurden vollständig entfernt. Nach dem Trocknen der neuen Dielen wurde erneut grundiert, gespachtelt und ein neuer Linoleumbelag verlegt.

#### 3.1.6 Trockenestriche, Span- und OSB-Platten

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Ausgabe Januar 2017 [18] heißt es zur Feuchtemessung an Spanplatten und Fertigteilstrichen: »*Andere Untergründe, z. B. Holzwerkstoffverlegeplatten, einige Fertigteilstriche usw. sind mit gewerkeüblichen Methoden nicht prüfbar und erfordern evtl. weitere bauseitig zu veranlassende Prüfungen.*« Eine Feuchteprüfung nach der CM-Methode ist also nicht möglich. Das bedeutet, wegen der fehlenden Möglichkeit einer vor Ort handwerklich durchzuführenden Feuchtemessung von Spanplatten, OSB-Platten, Fertigteilstrichen usw. wird empfohlen, im Zweifel stets eine Überprüfung nach der Darr-Methode vornehmen zu lassen.

### 3.2 Feuchteschäden – Ursachen und Auswirkungen

Die Ermittlung von Feuchteschäden erfordert von den Sachverständigen nicht selten aufwendige Detektivarbeit. Deshalb sollen im folgenden Abschnitt die häufigsten Ursachen für Feuchteschäden benannt werden, um diese Arbeit etwas zu erleichtern. Diese Aufzählung erhebt aber keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

### 3.2.1 Häufigste Ursachen für Feuchteschäden

Jeder Sachverständige muss damit rechnen, dass Feuchtigkeit auch nachträglich in den Untergrund eingedrungen sein kann. Hier einige Beispiele:

- unentdeckte Leckagen und Rohrbrüche,
- Leckagen in der Gebäudehülle, beispielsweise durch nicht fachgerecht geschlossene Fugen in der Fassade,
- Folie, die längere Zeit auf dem Estrich lag und eine Austrocknung an dieser Stelle verhindert hat,
- Wasserschäden, die gern vertuscht werden,
- fehlende Dampfbremse (Folien) unter neu eingebauten schwimmenden Estrichen bzw. Estrichen auf Trennlage auf neu eingebauten Betonuntergründen.

Zu beachten ist auch Wasser, das Gewerke nach dem Estrichleger und vor dem Bodenleger partiell in den Untergrund eingebracht haben könnten:

- Der Fliesenleger hat seinen Mörtel direkt auf dem Estrich angemacht.
- Der Fliesenleger hat beim Schneiden der Fliesen das Kühlwasser direkt in den Untergrund laufen lassen.
- Beim Betonschneiden von Türen und Fenstern in Betonwände konnte das Kühlwasser in den Untergrund eindringen.
- Eintrag von Kühlwasser bei Betonschneidearbeiten (Bild 63)
- Die Maurer haben ihr Wasserfass überlaufen lassen, sodass der Untergrund ungehindert auffeuchten konnte.
- Die Maler sind beim Ablösen der Tapete sehr großzügig mit Wasser umgegangen, das in die Randbereiche des Untergrundes eindringen konnte.



**Bild 63** ■ Nachträglich eingedrungene Feuchtigkeit in den Untergrund durch das Kühlwasser des Betonschneiders

- Nachträglich kann auch Feuchte in den neu eingebauten Estrich durch die sogenannte **Wiederauffeuchtung** eingedrungen sein. Estriche können beispielsweise nur dann austrocknen, wenn die Temperatur des Estrichs  $3\text{ }^{\circ}\text{C}$  über dem Taupunkt der Raumluft liegt und gleichzeitig eine Luftbewegung vorhanden ist. Bei der Unterschreitung des Taupunktes scheidet die kühle Luft Wasser auf der Estrichoberfläche aus und feuchtet so den Estrich bei andauernden Tauwasserniederschlag wieder auf. Dieses Phänomen wird häufig von Architekten, Bauleitern aber auch Bodenlegern bestritten, ist aber wissenschaftlich eindeutig nachgewiesen.

## Blasenbildung im Bereich von Türen und Durchgängen

### Schadensbild

Im Rahmen der Sanierung eines größeren Verwaltungsgebäudes wurden auf einem alten Anhydritestrich Linoleumbeläge verlegt. In der Heizperiode entstanden im Linoleumbelag Blasen und Beulen, in den Bereichen, wo neue Innentüren und neue Wanddurchgänge eingebaut worden waren.

### Schadensursache

Für den Einbau der neuen Innentüren und der Wanddurchgänge hatte eine Firma mit einem Betonschneidgerät Öffnungen in die Betonwände geschnitten. Beim Betonschneiden werden die Schneidblätter intensiv mit Wasser gekühlt. Dieses Kühlwasser hatte die Firma in großen Mengen in den Fußboden einlaufen lassen. Der sehr trockene Anhydritestrich und die darunter befindliche Rundlochdeckenplatte hatten das Kühlwasser begierig aufgesaugt. Das in den Estrich eingedrungene Wasser war deshalb zum Zeitpunkt der Bodenbelagsarbeiten nicht mehr feststellbar. In der Heizperiode entstand in diesen Bereichen aufgrund der großen Wassermengen ein Wasserdampfdruck, der die Blasen und Beulen verursacht hat. Ein Elektriker hatte den Schaden beim Bohren von Löchern für die Lampenmontage festgestellt. Er berichtete, dass bei diesen Arbeiten das Wasser eimerweise aus der Rundlochdeckenplatte gelaufen war.

### Schadensbeseitigung

Der Bodenbelag und die Verlegewerkstoffe in den betroffenen Bereichen wurden entfernt. Das Wasser aus den Rundlochdeckenplatten wurde nach der »Elektrikermethode« durch Anbohren entfernt. Der Estrich und die Rundlochdeckenplatten wurden zwangsgetrocknet. Anschließend wurde neu grundiert, gespachtelt und ein neuer Linoleumbelag in den betroffenen Bereichen verlegt.

### 3.2.2 Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Untergründe

Zementestriche und Betonuntergründe sind feuchtigkeitsunempfindlich. Bei permanenter Durchfeuchtung werden an diesen Untergründen keine Feuchteschäden entstehen. Calciumsulfat-/Calciumsulfatfließestriche, Magnesia- und Steinholzestriche dagegen sind empfindlich gegen ständig einwirkende Feuchtigkeit. Sie werden weich, verlieren ihre Tragfähigkeit und Festigkeit, es kann zu Materialeinbrüchen und Geruchsbelästigungen kommen. Trockenestriche (bis auf zementgebundene), Span- und OSB-Platten vertragen ebenfalls keine ständige Durchfeuchtung. Die Platten verformen sich und zeichnen sich dann im Oberbelag ab bzw. es lösen sich die Verlegewerkstoffe und Oberbeläge vom Untergrund ab.

Bei einer permanenten Durchfeuchtung der Dämmung im schwimmenden Estrich wird der Dämmstoff nachsacken und seine Dämmwirkung beeinträchtigt. Im Extremfall kann es zu Geruchsbelästigungen und Schimmelbildung kommen.

### 3.2.3 Auswirkungen von Feuchtigkeit auf Verlegewerkstoffe und Oberbeläge

Durch eine permanent einwirkende Feuchte treten an nahezu allen Werkstoffen im Fußboden Schäden auf: Vorstriche quellen und werden vom Untergrund abgelöst, Spachtelmassen erweichen, werden labil, sind nicht mehr ausreichend tragfähig und lösen sich vom Untergrund ab. Besonders in den elastischen Belägen kommt es durch den Dampfdruck des aufsteigenden Wassers zu Blasen- und Beulenbildung. In allen Oberbelägen können Verfärbungen auftreten. Außerdem können Dispersionsklebstoffe verseifen. Dieser Vorgang ist mit dem Verlust der Klebkraft verbunden, woraus wiederum folgende Mängel und Schäden resultieren:

- Ablösung der Bodenbeläge
- Blasen und Beulen in den Oberbelägen
- Stippnähte in den Bodenbelägen verbunden mit Stolper- und Unfallgefahr
- Penetrante Geruchsemissionen in die Raumluft, sodass der Aufenthalt für Personen in den betroffenen Räumen nicht mehr zumutbar ist.

Durch diese Feuchteschäden werden der Gebrauchsnutzen (Nutzen) und der Geltungsnutzen (Aussehen) der Bodenbeläge beeinträchtigt bzw. aufgehoben. Die Folgen sind gravierend. Es kann das Ausräumen und wieder Einräumen des gesamten Inventars notwendig werden. Damit verbunden kommt es zu Nutzungsausfall oder Produktionsausfall. Sehr häufig wird die Erneuerung des Untergrundes, der Verlegewerkstoffe und der Oberbeläge erforderlich.

### 3.3 Richtige Untergrundtrocknung

Es gibt keine verbindlichen Angaben darüber, nach welcher Zeit ein neu eingebauter mineralischer Estrich belegreif ist. Architekten und Bauleiter planen häufig mit den berühmten 28 Tagen und liegen damit in den meisten Fällen daneben. Die 28 Tage sind eine Festlegung über den Zeitpunkt zur Prüfung der Nennfestigkeit des Estrichs. Mit der Belegreife hat diese Faustformel nichts zu tun. Im Wesentlichen sind drei Faktoren für die Austrocknungsgeschwindigkeit von mineralischen Untergründen verantwortlich:

- Materialspezifischen Eigenschaften, wie beispielsweise Art des Bindemittels, Bindemittelanteil, Art und Sieblinie des Zuschlagstoffes, Wasser-Feststoff-Verhältnis, Porengehalt sowie Größe und Form der Poren.
- Die Schichtdicke - ein 70 mm dicker mineralischer Untergrund braucht länger zum Trocknen als ein 40 mm dicker Untergrund. Kritisch sind große Estrichdicken bei Calciumsulfatfliesestrichen. Hier sind Fachleute der Meinung, dass diese Estriche bei einer Dicke von 40 bis 60 mm im ungünstigsten Fall länger als drei Monate zum Trocknen brauchen und ab einer Schichtdicke von 90 mm nie die erforderliche Belegreife erzielt wird.
- Klimatischen Verhältnisse, vor allem maßgebend sind die Raumtemperatur, die Luftfeuchtigkeit und die Luftaustauschgeschwindigkeit. Bei hoher relativer Luftfeuchtigkeit werden die Austrocknungszeiten ganz entscheidend verlängert.

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18] heißt es dazu: »Das Wasseraufnahmevermögen der Luft ist temperaturabhängig. So kann z. B. Luft bei 30 °C ca. die dreifache Wassermenge aufnehmen als bei 10 GradC. Deshalb ist es bei niedrigen Temperaturen und lang anhaltendem regnerischen Wetter sinnvoll, die Trocknung durch Beheizen der Räume und Stoßbelüftung zu unterstützen. Idealerweise sollten tagsüber mindestens fünfmal alle Fenster und Türen für mindesten 10 Minuten geöffnet werden. Anschließend sind die Türen und Fenster wieder zu schließen. Entgegen der weitverbreiteten Ansicht trocknet der Estrich im Winter sehr gut, wenn die Räume beheizt sind. Die durch Luftwechsel einströmende Kaltluft, die im beheizten Innenraum erwärmt wird, kann erheblich mehr Feuchtigkeit aufnehmen. Bei der Stoßlüftung wird diese Feuchtigkeit relativ schnell abgeführt. Im Hochsommer dagegen herrschen gelegentlich relative Luftfeuchten nahe 90 %, sodass die schon warme, feuchte Luft kaum mehr Wasser aufnehmen kann. In kühlen Innenräumen kann es dagegen zur Kondensation und damit zur Wiederauffeuchtung des evtl. schon trockenen Estrichs kommen.«

Für die Schaffung der geeigneten raumklimatischen Verhältnisse zur Trocknung des Estrichs ist der Auftraggeber verantwortlich. Auch das ist häufig ein Streitpunkt auf der Baustelle.

Es gibt mehrere Möglichkeiten, dem mineralischen Untergrund Feuchtigkeit zu entziehen und so die Belegreife zu erreichen. Die natürliche Methode über das Lüften bzw. das Heizen und Lüften ist in der Regel die kostengünstigste Variante. Aufgrund der klimatischen Gegebenheiten in unseren Breitengraden ist es jedoch nicht möglich, mit dieser Methode schnell und planbar zu trocknen.

Als wirtschaftliche Alternative steht die sogenannte Zwangstrocknung, auch als technische Trocknung bezeichnet, zur Verfügung. Durch eine Zwangstrocknung kann man relativ genau die Belegreife des mineralischen Estrichs vorhersagen, vorausgesetzt, es wird fachgerecht gearbeitet. Ein positiver Nebeneffekt dieser Trocknung ist die Tatsache, dass nicht nur der Estrich sondern auch der gesamte Baukörper getrocknet wird. Calciumsulfatfließestriche lassen sich bereits unmittelbar nach dem Einbau, Zementestriche nach ca. sechs bis sieben Tagen Abbindedauer zwangstrocknen.

Auf den Baustellen kommen in erster Linie Kondenstrockner und Adsorptionstrockner (Bild 64) zum Einsatz. Die Vorteile des Kondenstrockners sind einmal die hohe Entfeuchtungsleistung (bis zu 125 Liter in 24 Stunden je Gerät) sowie der niedrigere Energieverbrauch im Vergleich zum Adsorptionstrockner. Außerdem wird mit der Kondenstrocknung eine schonende Austrocknung erzielt, da der Grad der Trocknung eingestellt werden kann, sodass empfindliche Materialien nicht zu stark getrocknet werden. Kondensationstrockner sind erste Wahl bei der Trocknung massiver Bauteile und zur Erzeugung von trockener Luft, die dann mit Pumpen oder Ventilatoren durch Hohlräume gezogen wird. Kondensationstrockner werden vor allem in Neubauten zur Verkürzung der natürlichen Trocknungszeit eingesetzt.

Der Vorteil des Adsorptionstrockners ist die höhere Effizienz bei extrem niedrigen Temperaturen. Nachteilig ist der hohe Energieverbrauch. Sinnvoll ist der Einsatz von Adsorptionstrocknern bei der Trocknung von Deckenkonstruktionen, Dämmmaterialien unter schwimmenden Estrichen sowie zur Trocknung von feuchten Kabelkanälen und feuchten Installationsschächten. Wenn die Wärme- und/oder Trittschalldämmung in einem Fußboden komplett durchnässt ist, also sehr viel Wasser unter den Estrich gelaufen ist, ist ein saugendes System mit Wasserabscheider zu installieren.

Durch ein Gebläse wird die Luftzirkulation in den Räumen erhöht. Dadurch wird die natürliche Trocknung beschleunigt, da eine schnellere Feuchtigkeitsaufnahme als ohne Luftzirkulation gewährleistet ist. Diese Trocknungsmöglichkeit wird vor allem bei Verbundestrichen und Estrichen auf Trennlage eingesetzt.

Die Zwangstrocknung kann keine Wunder vollbringen. Aber sie kann Bauabläufe um Wochen, ja Monate verkürzen. Bei allen Zwangstrocknungen sind die Wahl des richtigen Trocknungsgerätes sowie der richtige Aufbau der Trocknungsanlage von ganz entscheidender Bedeutung für den Trocknungserfolg. Soll eine Saug- oder Drucktrocknung, oder eine Trocknung von oben oder von unten oder über benachbarte Räume erfolgen? Professionelle Zwangstrocknungen sollten deshalb von Fachfirmen ausgeführt werden, die über langjährige Erfahrungen verfügen. Eben schnell mal ein Gebläse aufstellen, damit ist es in der Regel nicht getan.



**Bild 64** ■ Adsorptions-trockner (Foto: Corroventa Avfuktning AB)



## 4 Schäden durch ungenügende Vorbereitung des Untergrundes

### 4.1 Mechanische Untergrundvorbereitung

Der Vorbereitung des Untergrundes kommt bei der Verlegung von Bodenbelägen eine besondere Bedeutung zu. Nur durch eine fachgerechte Vorbereitung des Untergrundes kann der erforderliche feste Haftverbund zwischen Untergrundoberfläche, Verlegewerkstoffen und Bodenbelägen gewährleistet werden. Grundsätzlich müssen alle Trennschichten (alte Pflegemittel) und labile Zonen (Staub, Sand, Sinterschichten) vom Untergrund entfernt werden. Da nach jeder mechanischen Untergrundvorbehandlung Staub auf dem Untergrund zurückbleibt, müssen die Untergründe gründlich mit einem Industriesauger abgesaugt werden (Bild 65). Der Reststaub ist mit einer geeigneten Grundierung zu binden.

Die mechanische Untergrundvorbehandlung wird durch Kehren, Bürsten, Schleifen, Fräsen und Kugelstrahlen ausgeführt. Beim Kehren wird lose aufliegender Schmutz, Staub und Sand mit einem Besen entfernt. Beim Bürsten wird etwas fester anhaftender Schmutz entfernt, der sich durch Kehren nicht entfernen lässt.

Man unterscheidet bei der Untergrundvorbereitung zwischen Anschleifen und Abschleifen. Mineralische Untergründe sollten grundsätzlich angeschliffen werden, um beispielsweise Schmutz, Sinterschichten und aus der Oberfläche hervortretende Zuschlagstoffe zu entfernen. Durch das Abschleifen



**Bild 65** ■ Nach der Untergrundvorbehandlung ist der Untergrund mit einem Industriesauger abzusaugen.

werden Trennschichten und labile Estrichrandzonen entfernt. Zur Verbesserung der Schleifwirkung kann auf die Untergrundoberfläche Quarzsand der Körnung von ca. 0,3–0,7 mm eingestreut werden. Dickere Trennschichten sind durch Fräsen zu beseitigen. Durch das Fräsen wird der Untergrund in der Regel sehr stark aufgeraut, was einen höheren Verlegewerkstoffverbrauch zur Folge haben kann. Auch nach dem Kugelstrahlen liegt ein rauer Untergrund vor. Dadurch kann sich der Verbrauch an Verlegewerkstoffen ebenfalls erhöhen. In erster Linie werden flügelgeglättete Betonuntergründe sowie Vakuum-Betondecken kugelgestrahlt.

## 4.2 Schäden durch mangelhafte Untergrundvorbereitung

### 4.2.1 Oberflächenbehandlungs- und Pflegemittel

Oberflächenbehandlungs- und Pflegemittel befinden sich beispielsweise auf keramischen Fußbodenfliesen, Nutzestrichen, alten elastischen Bodenbelägen, Parkett, Beschichtungen, Terrazzo- und Natursteinuntergründen. Ihre negative Wirkung bei der Ausführung von Bodenbelagarbeiten auf diesen Untergründen wird häufig unterschätzt. Werden diese Mittel nicht restlos entfernt, liegen sie als Trennmittel auf der Untergrundoberfläche und verhindern so die erforderliche Haftung der Verlegewerkstoffe und Oberbeläge am Untergrund. Außerdem können sie zu Verfärbungen in den Oberbelägen und zu Geruchsbelästigungen führen. Keramische Fußbodenfliesen beispielsweise sind grundsätzlich mit einem Grundreiniger in Verbindung mit einem schwarzen Pad maschinell zu reinigen. Zur Erhöhung der Oberflächenrauigkeit ist die Fliesenoberfläche mit Schleifpapier mittlerer Körnung anzuschleifen.

### 4.2.2 Restklebstoffe und Restspachtelmassen

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2017 [18] heißt es:

*»Um einen Altuntergrund richtig zu bewerten, muss bauseits eine Dokumentation der vorhandenen Schichten vorgelegt bzw. eine umfangreiche Analyse veranlasst werden. Dafür hat der Auftraggeber Sorge zu tragen.*

*Die Tragfähigkeit des zu belegenden Untergrundes ist durch den Auftraggeber oder Planer neu zu bewerten, nicht nur bei Nutzungsänderung.*

*Alte und genutzte Bodenbeläge sowie Rückstände von Klebstoffen und Spachtelmassenschichten sind als Verlegeuntergrund immer problematisch und oft Ursache späterer Schäden. Zur Vermeidung möglicher Risiken müssen diese beseitigt werden.*

Wenn in Ausnahmefällen eine Verlegung auf diesen alten Untergründen erfolgen soll, entsteht ein hohes Risiko. Eine konkrete Ausschreibung und Beauftragung ist erforderlich.

Durch evtl. auftretende chemische Wechselwirkungen zwischen Altuntergrund und Neuauflbau können Geruchsbelästigungen entstehen. Zudem kann es zu Problemen im Haftverbund zwischen den aufzubringenden Materialien oder Abweichungen von den angegebenen technischen Parametern (Eindruckverhalten, Brandverhalten etc.) kommen.

Das Haftungsrisiko für Bodenbelagsarbeiten, die auf Anordnung des Auftraggebers auf verbleibende Restschichten (z. B. alte Klebstoffreste) ausgeführt werden, liegt nicht beim Auftragnehmer.«

Diese Forderungen im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN sind voll und ganz zu unterstützen, aber sie sind leider nur theoretischer Natur. Dokumentationen der vorliegenden Schichten sowie umfangreiche Analysen bei Altuntergründen werden so gut wie nie vorgelegt. Das Hauptproblem bei den Altuntergründen sind die alten Klebstoffsichten und Spachtelmassenreste. Mit der heute zur Verfügung stehenden Technik können alte Klebstoffsichten und Restspachtelmassen nahezu restlos entfernt werden.

Die Kehrseite dieser Medaille ist die Festigkeit der Altestriche. Als Ergebnis des mechanischen Beseitigens der alten Kleber und Spachtelmassen können die Altestriche in der oberen Estrichrandzone labil, oder sogar über den gesamten Estrichquerschnitt zerstört werden. Die Verarbeiter müssen hier nicht selten Kompromisse eingehen, denn der alte Estrich muss nach den Vorstellungen des Bauherrn, des Auftraggebers oder des Architekten die nächsten Jahrzehnte schadensfrei überstehen.

## Geruchsbelästigung durch chemische Wechselwirkung zwischen Sulfitablaugekleber und Dispersionskleber

### Schadensbild

In einem Planungsbüro wurde ein neuer Kugelgarnbelag verlegt. Nach ca. zwei Wochen setzte eine intensive Geruchsbelästigung ein, die vom Bauherrn reklamiert wurde.

### Schadensursache

Der Bodenleger hatte den Altuntergrund plangeschliffen. Der alte Sulfitablaugekleber wurde ebenfalls nur plangeschliffen und war so über die gesamte Untergrundfläche noch relativ intensiv verteilt. Auf diesen Untergrund

klebte der Bodenleger direkt mit einem Dispersionskleber den Kugelgarnbelag. Dabei war es zu einer chemischen Wechselwirkung zwischen dem Sulfitablaugekleber und dem Dispersionskleber gekommen, in deren Folge die intensive Geruchsbelästigung entstand.

## Schadensbeseitigung

Der Kugelgarnbelag und die Klebstoffe mussten vollständig entfernt werden. Da es meistens nicht gelingt, die Altkleber restlos zu entfernen, wurde sicherheitshalber mit einer Reaktionsharzgrundierung grundiert und so der alte Kleber abgesperrt. Anschließend wurde gespachtelt und ein neuer Kugelgarnbelag verlegt.

Lassen sich die alten Kleber und Spachtelmassen nicht vollständig entfernen und müssen auf diesen Untergründen Bodenbelagarbeiten ausgeführt werden, sind folgende Hinweise unbedingt zu beachten:

- Oberbeläge dürfen nicht mit einem neuen Klebstoff direkt auf alte Klebstoffreste geklebt werden. Die Folgen sind in der Regel: Geruchsbelästigungen, Ausdünstungen, durch Wassereinschluss auftretende Blasen und Beulen sowie keine dauerhafte Stuhlrolleneignung.
- Alte Klebstoff- und Spachtelmassenschichten sowie labile Estrichrandzonen, die nicht fest mit dem Untergrund verbunden sind, müssen unbedingt mechanisch entfernt werden (Bild 68).
- Alte Klebstoffe müssen gründlich angeschliffen und abgesaugt werden, nur dann können die für diese Art der Verlegung geeigneten Grundierungen und Spachtelmassen ausreichend fest darauf haften.
- Je dünner die alten Klebstoffsichten sind, umso sicherer ist der Systemaufbau. Dickere Klebstoffsichten vergrößern das Restrisiko beim Überspachteln, besonders mit zementären Spachtelmassen.
- Um einen saugfähigen Untergrund für die Neuverlegung zu erzielen sowie Blasen und Beulenbildung zu verhindern, müssen die Altkleber mindestens 2 mm dick überspachtelt werden. Die Spachteldicke darf aber 5 mm nicht überschreiten. Ansonsten kann es aufgrund der Trockungsspannungen der Spachtelmasse zu Ablösungen in der Schwachstelle alter Klebstoff kommen. Allerdings loben einige Spachtelmassenhersteller für ihre Gipsspachtelmassen eine maximale Spachtelmassendicke von 10 mm aus.
- Größtmögliche Sicherheit bietet die Entkopplung des Altuntergrundes mit dem Altkleber vom Neubelag durch den Einbau geeigneter Entkopplungsbahnen oder Entkopplungsschichten.
- Wenn der Fußboden besonderen Beanspruchungen ausgesetzt wird, wie beispielsweise Gabelstapler, Gabelhubwagen, sind grundsätzlich die Alt-

kleber zu entfernen. Mehr als Stuhlrollenbelastung, wie beispielsweise in Büros üblich, hält ein Systemaufbau auf Altkleberresten dauerhaft nicht aus.

Bei der Überarbeitung von Altkleberresten muss man wissen, um welchen Kleber es sich handelt und welche speziellen Vorgehensweisen erforderlich sind (Bild 69). Deshalb die nachfolgenden Hinweise, wenn in der Sanierung oder Renovierung Altkleberreste angetroffen werden.

### **Sulfitablaugekleber**

Diese Kleber haben eine dunkelbraune bis hellbraune, gelbliche Färbung, besitzen eine harte Oberfläche und meistens ist keine Zahnung mehr erkennbar (Bild 66). Sie sind wasserlöslich, bei Kontakt mit Wasser entsteht sofort eine braun/gelbliche Verfärbung des Wassers. Sulfitablaugekleber sind vorrangig unter alten Linoleumbelägen sowie in den neuen Bundesländern unter den alten Debolonbelägen anzutreffen. Sie sind gesundheitlich bedenklich und entwickeln mit Dispersionsvorstrichen Geruchsbelästigungen. Diese Kleber müssen entweder vollständig mechanisch entfernt oder mit wasserfreien Reaktionsharzgrundierungen überarbeitet werden.

### **Dispersionsklebstoffe**

Diese Klebstoffe haben üblicherweise eine helle bis mittelbraune Färbung, besitzen eine zähelastische Klebefuge und beim Anfeuchten mit Wasser beginnt der Kleber nach ca. 15 Minuten aufzuweichen. Beim Anzünden entsteht ein brenzlicher Geruch. Zumeist wird das weitestgehende Entfernen dieser Kleber durch ein intensives Abschleifen erreicht. Zur Verbesserung der Schleifwirkung kann auf die Untergrundoberfläche Quarzsand der Körnung von ca. 0,3–0,8 mm eingestreut werden.

### **Polyurethansklebstoffe**

Diese Kleber besitzen eine hellbraune, graue oder gelbliche Färbung und eine extrem harte Klebefuge. Hier ist häufig ein hoher mechanischer Aufwand erforderlich, beispielsweise durch intensives Abschleifen oder Abfräsen.

### **Kunstharzklebstoffe**

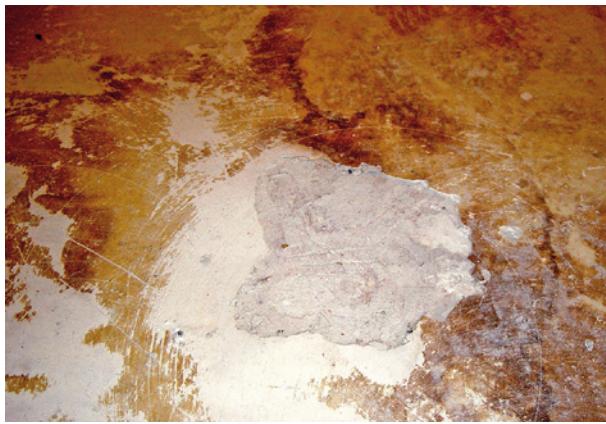
Diese Kleber haben eine hell- bis dunkelbraune Färbung, besitzen feste, teilweise spröde Oberflächen sowie eine kristalline Struktur. Beim Kratztest mit einem Schraubenzieher sind feine Kristalle erkennbar. Auch hier ist ein relativ hoher mechanischer Aufwand notwendig.

## Neoprenklebstoffe

Bei diesen Klebern ist keine Zahnung erkennbar, sie werden nicht fest und sind nicht spröde. Wegen des sogenannten Kaugummieffekts ist häufig ein aufwendiges Abschaben und anschließend ein intensives Abschleifen erforderlich.

## Bitumen- bzw. Teerkleber

Bitumen- bzw. Teerkleber kann man leicht an der schwarzen Farbe erkennen. Unterschieden werden weiche und harte Bitumenkleber. Die harte Version dieses Klebers kann mit geeigneten Grundierungen und Spachtelmassen überarbeitet werden, die weichen Bitumenkleber müssen vollständig entfernt werden. Bevor man diese Kleber entfernt, muss überprüft werden, ob der vorgefundene schwarze Klebstoff PAK (polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe) enthält (Bild 67). Da PAK-haltige Kleber gesundheitsschädliche Wirkungen haben, müssen sie aufwändig entsorgt werden. Das dürfen nur sachkundige Firmen gemäß der Handlungsanweisung der Berufsgenossenschaft der Bauwirtschaft. Die Bitumenkleber, mit denen in der DDR Oberbeläge geklebt wurden, enthalten in der Regel kein PAK, da diese Kleber aus Braunkohle bzw. Erdöl hergestellt wurden.



**Bild 66** ▪ Wenn Sulfit-ablaugekleber fest mit dem Untergrund verbunden sind, können sie mit Reaktionsharzgrundierungen überarbeitet werden.



**Bild 67** ▪ PAK-haltige Kleber müssen aufwändig entfernt werden, können aber auch mit Reaktionsharzgrundierungen abgesperrt werden.



**Bild 68** ▪ Durch das Einstreuen von Quarzsand auf den Untergrund lassen sich alte Klebstoffreste besser entfernen.



**Bild 69** ▪ Häufig lassen sich Altkleber optisch nicht identifizieren.

### 4.2.3 Alte Bodenbeläge

Die Verlegung eines neuen Bodenbelages auf einen vorhandenen Altbelag ist keine DIN-gerechte Verlegung. Trotzdem wird sie häufig von Bauherrn, dem Auftraggeber oder dem Architekten gefordert. Für gewöhnlich funktioniert die Klebung eines neuen Belages auf einen Altbelag. Wechselwirkungen zwischen dem neuen Belag, dem Altbelag und dem Klebstoff können jedoch nicht ausgeschlossen werden. Diese Wechselwirkungen können beispielsweise in Form von Geruchsbelästigungen, offenen Nähten, farblichen Veränderungen und im Extremfall von Belagsablösungen auftreten. Bei elastischen Belägen wird sich in jedem Fall das Eindruckverhalten bzw. das Rückstellvermögen ändern. Das kann bedeuten, dass sichtbare Eindrücke aufgrund von Belastungen im neuen elastischen Belag auf Dauer erhalten bleiben.

### 4.2.4 Dielenböden

Dielenböden können nach fachgerechter Untergrundvorbehandlung grundiert und gespachtelt werden. Anschließend ist die Klebung eines Bodenbelages problemlos möglich. Dieser Aufbau wird seit Jahrzehnten erfolgreich praktiziert.

#### Die Schüsselung der Dielen zeichnete sich im PVC-Belag ab

##### Schadensbild

In Büroräumen wurde im Rahmen der Gebäudesanierung auf einen alten Dielenboden grundiert, zementär gespachtelt und PVC-Belag verlegt. Nach ca. einem halben Jahr zeichnete sich im PVC-Belag deutlich der Dielenuntergrund in Form einer konvexen Aufwölbung ab. Die Spachtelmasse und der PVC-Belag waren fest mit dem Dielenuntergrund verbunden, es gab keine Ablösungen und keine Blasen und Beulen (Bild 70).

##### Schadensursache

Ursache für das Abzeichnen der Dielen im Bodenbelag ist das sogenannte Schüsseln der Dielen. Unter Schüsseln der Dielen versteht man die Schwund- bzw. Quellformen des Holzes durch Feuchtigkeitsaufnahme bzw. -abgabe. Die Schüsselungen lassen sich nur verhindern, wenn der Dielenuntergrund fachgerecht hinterlüftet wird. Dadurch herrschen im Hohlraum unter der Dielung die gleichen raumklimatischen Bedingungen wie in den betreffenden Räumlichkeiten.



**Bild 70** ■ Geschüsselte Dielen zeichnen sich im elastischen Belag ab.

## Schadensbeseitigung

Im Extremfall müssen die Verlegewerkstoffe und der Oberbelag entfernt werden und nach dem Rückgang der Dielenschüsselung ist eine neue fachgerechte Neuverlegung der Oberbeläge auszuführen. Häufig einigen sich Bauherr und Bodenleger auf eine nachträglich eingebaute Hinterlüftung. Dazu werden in einem Abstand von ca. 10 cm unmittelbar vor die Sockelleisten Löcher mit 10 mm Durchmesser gebohrt. Über diese Löcher werden Schutzsiebe eingebaut, um das Eindringen von Schmutz zu verhindern. Aus optischen Gründen werden diese jedoch häufig nicht installiert. Bei der nachträglichen Hinterlüftung geht jedoch in der Regel die Schüsselung nicht vollständig zurück. Darauf hat der Bodenleger den Bauherrn hinzuweisen.

Zur Vermeidung von Reklamationen sollten folgende grundsätzliche Hinweise bei der Verlegung von Oberbelägen auf Dielen unbedingt beachtet werden:

- Unmittelbar vor Beginn der Ausführung der Bodenbelagarbeiten muss die Holzfeuchte der Dielen überprüft werden. Die Holzfeuchte muss in geschlossenen, beheizten Räumen unmittelbar vor der Verlegung  $9 \pm 3$  Ma-% betragen.
- Die Dielen müssen in Nut und Feder verlegt sein.

Der Dielenuntergrund ist intensiv und fachgerecht vorzubereiten. Das bedeutet, kaputte, morsche und faule Dielenbretter sind zu entfernen und durch neue Dielung zu ersetzen, die Dielung ist nachzuschrauben und sollte intensiv abgeschliffen werden, um so alle Trennmittel (Farben, Beschichtungen) sowie Verunreinigungen (Bohnerwachs) zu entfernen.

Anschießend sind die Dielen mit einem Industriesauger abzusaugen.

Holzdielenuntergründe sind fachgerecht zu hinterlüften (Bild 71). Die Hinterlüftung kann beispielsweise hergestellt werden, indem vor den Spachtelarbeiten 10 mm dicke Randstreifen an den aufgehenden Wänden aufgestellt werden, die nach dem Erhärten der Spachtelmasse zu entfernen sind. In diesen umlaufenden Randstreifen (in denen sich keine Spachtelmasse befinden) sind in einem Abstand von ca. 6–10 cm Löcher mit einem Durchmesser von ca. 6–8 mm durch die Dielen zu bohren. Überdies müssen in jedem Fall Sockelleisten mit Hinterlüftung eingebaut werden.

## **Knarrgeräusche in einem Dielenboden**

### **Schadensbild**

In einer Wohnung wurde der Dielenboden grundiert, gespachtelt und ein Teppichboden verlegt. Da zum Zeitpunkt der Belagsverlegung Knarrgeräusche auftraten, wurden die Dielen intensiv nachgeschraubt und so die Knarrgeräusche beseitigt. Nach ca. einem Jahr traten beim Begehen des Fußbodens besonders im Wohnzimmer deutlich hörbare, teilweise laute Knarrgeräusche auf.

### **Ursachen und Grundlagen**

Knarrgeräusche entstehen, wenn beim Begehen die Dielung kaum merklich verformt wird. Diese leichte Verformung bewirkt, dass sich Nut und Feder aneinander reiben. Diese Reibung verursacht das hörbare Knarrgeräusch. Gefördert wird sie durch das nachträgliche Trocknen der Dielung, da sich dadurch der Abstand zwischen Nut und Feder vergrößert. Es existieren keine fachlichen Regeln, Merkblätter oder DIN-Normen, die das Ausmaß der Zulässigkeit von Knarrgeräuschen bei Dielenböden beschreiben. Sie treten besonders bei alten genagelten Dielenböden öfters auf, aber auch bei neu verschraubten Dielenböden können sie sich nach geraumer Zeit wieder bemerkbar machen. Vereinzelt auftretende Knarrgeräusche werden nicht als Mangel eingestuft. Wenn Sachverständige das Knarren der Dielen bewerten sollen, müssen sie die handwerkliche Leistung, die Konstruktionsart, das Alter des Bodens, die Anzahl der knarrenden Stellen und die Lautstärke berücksichtigen.



**Bild 71** ■ Dielenböden müssen bei der Verlegung mit Oberbelag hinterlüftet werden.

## Schadensbeseitigung

Ein probates Mittel zur Beseitigung der Knarrgeräusche war neben dem intensiven Verschrauben das Verfüllen der Dielenfugen mit einem Neoprenkleber. Dadurch wurden Nut und Feder fest verklebt und so Knarrgeräusche nahezu ausgeschlossen.

### 4.2.5 Holzwerkstoffplatten

Holzwerkstoffplatten ist der Oberbegriff für OSB- und Spanplatten. OSB-Platten werden aus langen, schlanken Spänen (strands) hergestellt, die der OSB-Platte ihr charakteristisches Aussehen verleihen. Die Einteilung der OSB-Platten entsprechend ihrer Festigkeit und Feuchtebeständigkeit erfolgt nach DIN EN 300 [51] und DIN EN 13986 [52]. Bei der Verlegung von Bodenbelägen und Parkett sind ausschließlich OSB/2 bis OSB/4 zu verwenden. OSB/2 sind allerdings seit 2014 nicht mehr im Verkauf. Die OSB/3-Platten sind für tragende Zwecke im Feuchtebereich geeignet, die OSB/4-Platten sind hochbelastbare Platten für tragende Zwecke im Feuchtebereich vorgesehen. Spanplatten, oft auch als Flachpressplatten bezeichnet, bestehen aus unterschiedlich großen beleimten Holzspänen und werden mittels Wärme und Druck hergestellt. Die Einteilung der Spanplatten entsprechend ihrer Festigkeit und Feuchtebeständigkeit erfolgt nach DIN EN 312-1 [53] und DIN EN 13986 [52] (früher V 20, V 100 und V 100 G). Werden Bodenbelags- und Parkettarbeiten auf Spanplatten ausgeführt, müssen die Spanplatten den Festigkeitsklassen P4 bis P7 entsprechen. Spanplatten der Festigkeitsklasse P6 und P7 sind besonders hoch belastbar.

Bei der Verlegung von Bodenbelägen auf Holzwerkstoffplatten sind unbedingt die Hinweise der Hersteller der Holzwerkstoffplatten, der Verlegewerkstoffhersteller sowie die Erläuterungen im TKB-Merkblatt 10 HOLZWERKSTOFFPLATTEN ALS VERLEGEUNTERGRUND Stand September 2009 [54] zu beachten. Im Reklamationsfall mit Holzwerkstoffplatten sind die Prüf- und Hinweispflichten der Bodenleger besonders strittig. Selbst unter Sachverständigen gehen die Meinungen darüber, was der Bodenleger wissen, beachten und prüfen muss, weit auseinander.

### **Falsche Befestigung von OSB-Platten auf einem Dielenboden**

#### **Schadensbild**

Bei der Sanierung eines großen alten Schulgebäudes wurden auf die vorhandenen Dielenböden OSB-Platten aufgebracht. Die OSB-Platten wurden mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und einer Gipsspatelmasse gespachtelt. Anschließend wurde ein PVC-Belag geklebt. Schon zwei Monate nach der Inbetriebnahme des Schulgebäudes kam es zu Blasen und Beulenbildungen, die immer intensiver wurden.

#### **Schadensursache**

In einem Klassenraum wurden der PVC-Belag und die Verlegewerkstoffe entfernt. Zum Vorschein kamen die Nägel, mit denen die OSB Platten auf die Holzbalkendecke genagelt wurden. Nahezu alle Nägel hatten einen 2 bis 5 mm großen Überstand über die Oberkante der OSB-Platten (Bild 72, Bild 73). Die Nägel hatten sich durch die Schwingungen der Holzbalkendecke nach oben aus den OSB-Platten gezogen. Die überstehenden Nägel lösten dann die Spachtelmasse und den PVC-Belag ab. Nach den Vorgaben des OSB-Plattenherstellers hätten die OSB-Platten fest mit der Holzbalkendecke mit den vom Hersteller vorgegebenen Schrauben und Schraubenabständen befestigt werden müssen.

#### **Schadensbeseitigung**

Nach dem Entfernen der PVC-Beläge und der Verlegewerkstoffe wurden die OSB-Platten fachgerecht nach den Vorgaben des OSB-Plattenherstellers auf die Holzbalkendecke geschraubt. Sicherheitshalber wurde mit einer abgequarzten Reaktionsharzgrundierung grundiert und mit einer Gipsspatelmasse gespachtelt. Anschließend wurde ein neuer PVC-Belag geklebt.



**Bild 72** ■ Die OSB-Platten wurden gegen die Empfehlung des Herstellers auf den Dielenboden genagelt.



**Bild 73** ■ Die Nägel haben sich aufgrund der Bewegung der Holzbalkendecke aus den OSB-Platten gelöst.

Bei der Schadensbewertung und Ursachenfindung sind von den Sachverständigen bei diesen Untergründen folgende Schwerpunkte besonders zu beachten:

- Bei verlegten Spanplattenböden ist zu prüfen, ob die Fugen zwischen den Spanplatten offen sind. Alle offenen Fugen sollten mit wasserfreien Reaktionsharzen geschlossen werden. In die nicht geschlossenen Fugen und nicht imprägnierten Flanken kann Wasser aus der Dispersionsgrundierung

eindringen und die Spanplatten in den Fugenbereichen zum Aufquellen und konkaven Aufstellungen veranlassen. Diese Fugenbereiche zeichnen sich dann als Plattenstöße im Oberbelag ab.

- Die Überstände im Stoßbereich von Spanplatten und OSB-Platten sind vor der Verlegung von elastischen Bodenbelägen durch Abschleifen zu beseitigen, um das Abzeichnen der Plattenstöße im Oberbelag zu verhindern.
- Die Oberfläche von Spanplatten und OSB-Platten müssen frei von haftungsmindernden Schichten sein. Hier sind die Hinweise zur Art der verwendeten Oberflächenbehandlung des Plattenherstellers und die daraus resultierenden konkreten Oberflächenvorbereitungen zu beachten (Contiface-Oberflächen).
- Holzwerkstoffplatten müssen eine Mindestdicke besitzen, um eine schadensfreie Ausführung der Bodenbelagarbeiten zu gewährleisten. Die Plattendicke hängt ab von der Verlegeart, dem Auflagerabstand und den zu erwartenden Belastungen. Sie ist vom Planer festzulegen.
- Wie stark darf ein Fußboden aus Holzwerkstoffplatten beim Begehen schwingen? Diese Beurteilung ist immer subjektiv und nicht selten umstritten. Es gibt Aussagen von Verarbeitern, aber auch von Planern, nach denen diese Verlegeuntergründe durchaus auch intensiv schwingen dürfen, das wäre in den skandinavischen Ländern Gang und Gäbe. Nur in Deutschland sei man immer so pingelig. Auf diese Meinungen sollte man sich eher nicht verlassen. Grundsätzlich müssen auch Verlegeuntergründe aus Holzwerkstoffplatten eben und fest sein, wobei sich sehr geringe Schwingungen manchmal nicht vermeiden lassen. Allerdings muss der Bodenleger sofort Bedenken anmelden, wenn sich der Verlegeuntergrund aus Holzwerkstoffplatten relativ stark durchbiegt, denn es wird dadurch zu einer Dehnung bzw. Stauchung des Oberbelages verbunden mit einer Blasenbildung im Belag kommen.
- Wenn der Bodenleger vor Beginn seiner Arbeiten beim Begehen des Verlegeuntergrundes aus Holzwerkstoffplatten Knarrgeräusche feststellt, muss er sofort beim Bauherrn schriftlich Bedenken anmelden. Durch die Ausführung der Bodenbelagarbeiten werden diese Geräusche nicht beseitigt. Der Bauherr muss dann dafür sorgen, dass diese Knarrgeräusche bereits im Vorfeld abgestellt werden. Knarrgeräusche entstehen beispielsweise, wenn die Balkenabstände zu groß sind und die Holzwerkstoffplatten durch eine Nagelung auf den Untergrund befestigt wurden.
- Nut-Feder-Verbindungen in den Holzwerkstoffplatten müssen bei der schwimmenden Verlegung verleimt sein. Andernfalls kann es zum Abzeichnen der Holzwerkstoffplatten im Oberbelag sowie zur Falten- und Beulenbildung kommen. Die Verantwortung für die sachgerechte Ausführung der Verbindungen liegt beim Verleger der Holzwerkstoffplatten. Eine nachträgliche Prüfung durch den Bodenleger ist nicht möglich.

- Holzwerkstoffplatten sollten in vorgegebenen Abständen mit OSB- und Spanplattenschrauben auf dem Untergrund befestigt sein. Für den richtigen Einbau der Befestigungsmittel ist der Verleger der Platten verantwortlich. Kann und muss der Bodenleger den Einbau der richtigen Befestigungsmittel und deren richtigen Abstand prüfen? Anhand der Schraubenköpfe kann man grob sehen, mit was die Platten auf dem Untergrund befestigt wurden. Es ist aber unzumutbar, dass der Bodenleger überprüft, welche Befestigungsmittel in welchen Abstand über die gesamten Flächen verwendet wurden.
- Holzwerkstoffplatten sollten im Versatz verlegt sein. Der Versatz sollte ca. 1/3 der Plattenlänge betragen. Häufig wird auch ein Fugenversatz von 30 cm bis 40 cm verlangt. Kreuzfugen müssen vermieden werden, da diese sich später im Oberbelag abzeichnen können und in der Verlegeeinheit nicht genügend Stabilität bieten. Diesen Versatz muss der Bodenleger prüfen. Wird er nicht eingehalten, muss der Verleger der Platten nacharbeiten.
- Holzwerkstoffplatten müssen bei der schwimmenden Verlegung auf mineralischen Estrichen mit einer dampfbremsenden Folie vor möglicher aufsteigender Untergrundfeuchte geschützt werden. Geeignet sind beispielsweise 0,2 mm dicke Polyäthylenfolien, die unter die Platten zu verlegen sind und im Stoßbereich überlappt oder verklebt und an den Rändern hochgezogen werden. Das Hochziehen der Folie im Randbereich sollte 10 cm betragen. Sie ist somit für den Bodenleger sichtbar und kann von ihm kontrolliert werden. Bei besonders kritischen Räumen kann eine etwa 1,2 mm dicke PVC-Folie zweckmäßig sein.

Bei der Verlegung von PVC-, CV-Design-, Elastomer- und Gummibelägen, also bei allen elastischen Belägen, sollte grundsätzlich grundiert und gespachtelt werden, beispielsweise um durchzeichnende Stoßfugen zu vermeiden. Zur flächigen Spachtelung sollten ausschließlich spannungsarme Spachtelmassen verwendet werden, wie Calciumsulfat-, Reaktionsharz- und Dispersionsspachtelmassen. Reaktionsharzgrundierungen bieten immer die größte Sicherheit, da die Oberflächen besonders bei OSB-Platten kritisch sein können.

Werden Holzwerkstoffplatten einer sehr intensiven Wärmebelastung ausgesetzt, kommt es zur Fugenbildung zwischen diesen Platten. In deren Folge entstehen Blasen und Beulen im Belag, im Extremfall zerreißen die dabei entstehenden Spannungskräfte die Spachtelmasse und den Oberbelag (Bild 74).

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18] heißt es: »Andere Untergründe, z. B. Holzwerkstoffverlegeplatten, einige Fertigteil-estriche usw. sind mit gewerbeüblichen Methoden nicht prüfbar und erfordern evtl. weitere bauseitig zu veranlassende Prüfungen.«



**Bild 74** ■ Bei extremer Wärmebelastung, in diesem Fall von unten, kommt es zur Fugenbildung zwischen Holzwerkstoffplatten. Als Folge platzt die Spachtelmasse in diesem Bereich ab und im Oberbelag entstehen Blasen und Beulen.

## 4.3 Fehler beim Grundieren der Untergründe

### 4.3.1 Grundierungen und Vorstriche

Gemäß Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18] müssen sich alle Vorstriche, Spachtel- und Ausgleichsmassen fest und dauerhaft mit dem Untergrund verbinden. Sie dürfen den Untergrund, den Klebstoff und den Bodenbelag nicht nachteilig beeinflussen und müssen für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet sein. Weiterhin wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass Grundierungen bzw. Vorstriche zur Untergrundvorbereitung und zur Verlegung von Oberbelägen notwendig sind. Sie müssen so beschaffen sein, dass sie auf den Untergrundoberflächen keine Ausblühungen hervorrufen, die zu einer Trennschicht zwischen Untergrundoberfläche und den Verlegewerkstoffen und so zu Schäden oder Mängeln am Oberbelag führen.

Vorstriche/Grundierungen können eingesetzt werden:

- zur Reduzierung der Saugfähigkeit des Untergrundes,
- zur Bindung von Reststaub,
- zum Schutz des Untergrundes gegen Feuchtigkeit aus den Verlegewerkstoffen,
- zur Verbesserung der Benetzung,
- als Haftbrücke, vor allem auf dichten und glatten Untergründen.

Spezielle Vorstriche oder Grundierungen dienen auch zur Absperrung von Oberflächen- und Untergrundfeuchten sowie zur Verfestigung der obersten Estrichrandzone.

Vorstriche werden eingeteilt in:

- Dispersionsvorstriche,
- Lösemittelvorstriche,
- Reaktionsharzvorstriche.

Im TKB-Merkblatt 9 TECHNISCHE BESCHREIBUNG UND VERARBEITUNG VON BODENSPACHTELMASSEN Stand April 2008 [25] wird unmissverständlich gefordert, dass Untergründe grundsätzlich zu grundieren sind und dass das Grundieren eine Besondere Leistung darstellt. Spachtelmassen, die keine Grundierung benötigen, müssen vom Hersteller besonders ausgewiesen sein.

### 4.3.2 Dispersionsvorstriche

Dispersionsvorstriche werden auf saugfähigen Untergründen vor allem zur Regulierung der Saugfähigkeit eingesetzt. Auf nicht saugfähigen Untergründen dienen sie als Haftvermittler und sind deshalb hier filmbildend eingestellt. In beiden Fällen entwickeln die Dispersionsvorstriche ihre bautechnischen Eigenschaften durch das Entweichen des Lösemittels Wasser in die Raumluft. Ein Teil der Wasseraufnahme erfolgt bei saugfähigen Untergründen durch den mineralischen Estrich.

#### Verzicht auf das Grundieren eines Sonderzementestrichs

##### Schadensbild

In einem Bauvorhaben war ein Sonderzementestrich eingebaut. Dieser Untergrund wurde ohne Grundierung zementär gespachtelt, da nach Meinung des Herstellers auf seinem Produkt keine Grundierung erforderlich sei. Bereits drei Tage nach den Spachtelarbeiten platzte die Spachtelmasse großflächig ab.

##### Schadensursache

Der Sonderzementestrich war extrem saugfähig und sog deshalb das Anmachwasser in den Untergrund auf. Der Spachtelmasse fehlte dadurch das Wasser zum Abbinden.

##### Schadensbeseitigung

Die Spachtelmasse wurde vollständig entfernt. Anschließend wurde sicherheitshalber zweimal mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und erneut gespachtelt.

Von der Luftfeuchtigkeit und der Raumtemperatur hängt es ab, wie schnell bzw. wie langsam das Wasser aus dem Dispersionsvorstrich in die Raumluft entweichen kann. Mit steigender Temperatur und sinkender Luftfeuchtigkeit wird die Trocknungszeit verkürzt, bei entgegengesetzten Klimaveränderungen und nicht saugfähigen Untergründen entsprechend verlängert. Trocknet der Dispersionsvorstrich zu schnell, kann die Saugfähigkeit mineralischer Estriche nicht mehr reguliert werden. Das Anmachwasser aus der Spachtelmasse schlägt in den saugfähigen Untergrund weg und steht somit nicht mehr als Verlaufsmittel und zur Auskristallisation der Inhaltsstoffe zur Verfügung. Das trifft übrigens auch auf zu stark verdünnte Dispersionsvorstriche zu. Die negativen Folgen sind:

- Die Spachtelmassen haben nach der Durchtrocknung Kellenschläge und Verlaufsstörungen in der Oberfläche.
- Die Spachtelmassen zeigen verstärkt Absandungen und offene Poren. Sie weisen häufig wesentlich geringere Endfestigkeiten auf.
- Zu stark abgetrocknete, aber auch noch zu feuchte Dispersionsvorstriche erreichen nicht bzw. nicht im vollen Umfang die bautechnisch zugesicherten Eigenschaften wie beispielsweise die Regulierung der Saugfähigkeit, die Bindung restlicher Staubmengen, die Verbesserung der Benetzung sowie die Erhöhung der Verbundfestigkeit.

Die vom Hersteller vorgegebene Trocknungszeit von filmbildenden Dispersionsgrundierungen ist besonders auf dichten Untergründen und alten Klebstoffresten einzuhalten, damit sich ein stabiler Haftfilm ausbilden kann, der den festen Verbund zwischen Untergrund und Spachtelmasse gewährleistet. Liegt die Filmbildung der Grundierung und damit die Wasser- und Alkalibeständigkeit des Haftfilmes zum Zeitpunkt der Spachtelarbeiten noch nicht vor, wird die Grundierung aufgelöst und es kommt zur Abplatzung der Spachtelmasse.

## **Mischungsverhältnis und Auftragsmenge**

Dispersionsgrundierungen werden in der Regel als Konzentrate hergestellt. Diese Konzentrate sind gemäß den Herstellerangaben für die verschiedenen Untergründe in einem bestimmten Verhältnis mit Wasser zu verdünnen. Auch die Auftragsmenge richtet sich nach den Herstellerangaben. Dicke Lammfellwalzen bringen häufig zu viel Material auf den Untergrund, kurzflorige Walzen sind hier besser. Werden Dispersionsgrundierungen zu dick und falsch verdünnt auf den Untergrund aufgetragen, kommt es zu Pfützenbildungen. Beim Trocknen der so aufgetragenen Grundierung bildet sich oberflächlich auf dem Dispersionsvorstrich ein Häutchen, das die durchgehende Trocknung der Grundierung verhindert. Sie bleibt unter dieser Haut weich und elastisch.

Durch die Trocknungsspannungen der Spachtelmasse kommt es zum Kohäsionsbruch innerhalb der Grundierung.

Wenn ein poröser Untergrund nur unzureichend grundiert wird, tritt aus den offenen Estrichporen Luft aus. Diese Luft diffundiert in und durch die aufgetragene Spachtelmasse und führt zur Blasen- und Narbenbildung. Dieser Mangel kann nur durch ein zweites Grundieren und Spachteln beseitigt werden. Poröse Untergründe müssen immer ausreichend grundiert werden, notfalls sogar zweimal oder dreimal. Die Grundierung muss dann vollständig durchtrocknen.

### **Einsatz auf wasserlöslichen Klebstoffschichten**

Werden wasserlösliche Klebstoffschichten, wie beispielsweise Sulfitablaugekleber, mit Dispersionsvorstrichen grundiert, kommt es in der Regel zu Ablösungen und Rissbildungen der darauf aufgebrachten Spachtelmasse. Die wasserlösliche Klebstoffschicht wird durch den Wassereintrag aus dem Dispersionsvorstrich bzw. der Spachtelmasse angelöst. Um diesen Schaden zu verhindern gibt es zwei Möglichkeiten:

- Die wasserlösliche Klebstoffschicht wird restlos mechanisch entfernt.
- Wasserlösliche Klebstoffschichten werden mit einer wasser- und lösemittelfreien Reaktionsharzgrundierung abgesperrt, wobei diese Grundierungen die wasserlöslichen Klebstoffschichten vollständig einschließen müssen.

### **4.3.3 Lösemittelvorstriche**

Lösemittelvorstriche werden auf Basis von Polychloropren mit einem hohen Anteil an explosiven Lösemitteln hergestellt. Sie entwickeln ihre bautechnischen Eigenschaften durch die Verdunstung dieser Lösemittel. Diese Vorstriche sind Filmbildner und dienen als Haftbrücke vor allem auf nichtsaugenden Untergründen, wie Terrazzo, Keramik, Steinfliesen, Magnesit- und Steinholzestrichen. Nach den TECHNISCHEN REGELN FÜR GEFAHRENSTOFFE -TRGS 610- [56] sind alle Handwerker gehalten, den Einsatz von lösemittelhaltigen Vorstrichen und Klebstoffen auf ihre technische Notwendigkeit zu überprüfen und nach Möglichkeit zu vermeiden, d. h. durch lösemittelfreie Produkte zu ersetzen. Daher spielen diese Vorstriche in der Fußbodentechnik heute keine Rolle mehr.

#### 4.3.4 Reaktionsharzvorstriche

Reaktionsharzvorstriche werden im Bodenbereich vorrangig für hohe Beanspruchungen, zur Verfestigung der Estrichoberflächen, als Haftbrücke für kritische Untergründe und als Dampfdiffusionsbremse eingesetzt. Sie werden als Dispersionen oder lösemittelfreie Flüssigharze angeboten. Man unterscheidet ein- und zweikomponentige Reaktionsharzvorstriche. Einkomponentige Reaktionsharze entwickeln ihre Festigkeiten durch Reaktion mit der Feuchte aus der Raumluft und der Spachtelmasse. Zweikomponentige Reaktionsharzvorstriche müssen nach Herstellerangaben gemischt werden und entwickeln ihre bautechnischen Eigenschaften durch die chemische Reaktion der Bestandteile Harz und Härter.

Um Fehler und spätere Mängel zu vermeiden, sollte folgendes beachtet werden:

- Die Hersteller liefern die beiden Komponenten des Reaktionsharzes im richtigen Verhältnis in abgestimmten Gebinden. Eine vollständige homogene Durchmischung in den Randzonen und im Bodenbereich der Gebinde ist schwierig. Deshalb sollte ein Umleeren in ein zweites, sauberes Gebinde erfolgen. In einem neuen Mischvorgang wird das unvermischt Material aus den Randbereichen eingemischt. So können Mischfehler wirkungsvoll vermieden werden. Es empfiehlt sich übrigens, immer komplette Gebinde zu verarbeiten. Soll eine Teilentnahme erfolgen, muss das richtige Verhältnis durch Abwiegen der einzelnen Komponenten eingestellt werden.
- Nach dem Anmischen muss die Mischung sofort verarbeitet werden. Dadurch wird beispielsweise eine Erhitzung oder sogar Überhitzung der Mischung vermieden (Bild 76).
- Einkomponentige Polyurethangrundierungen dürfen nur sehr dünn und gleichmäßig aufgetragen werden. Je nach Einsatz sind zwei oder mehrere Aufträge erforderlich. Jeder Auftrag muss vor dem nächsten Auftrag vollständig durchgehärtet sein. Werden einkomponentige Polyurethangrundierungen zu dick aufgetragen, kommt es bedingt durch die Entstehung von Kohlendioxid zum Aufschäumen und zur Blasenbildung innerhalb der Grundierung. Dadurch verliert diese Grundierung ihre Festigkeit, muss vom Untergrund vollständig entfernt und erneuert werden.
- Generell muss nach dem Grundieren mit einer Reaktionsharzgrundierung die Direktverklebung von Bodenbelägen je nach Herstellerangaben in einer bestimmten Zeit erfolgen. In der Regel liegt die vorgegebene Zeit zwischen 24 und 48 Stunden. Werden diese Zeiten überschritten, kommt es zu Haftungsproblemen oder Störungen der darauf eingesetzten Reaktionsharzklebstoffe, verbunden mit Belagablösungen vom Untergrund. Vor der schadensfreien Direktklebung von Bodenbelägen nach einer 48-stündigen

Reaktionszeit der Grundierung ist die ausgehärtete Reaktionsharzgrundierung mit einer schwarzen Padscheibe oder einer feinen Körnung anzuschleifen und anschließend mit einem Industriesauger absaugen.

- Als Haftbrücke zur Spachtelmasse werden zum Abstreuen frisch aufgetragener Epoxidharzgrundierungen feuertrockener Quarzsand der Körnungen zwischen 0,6–1,2 mm (Bild 75) sowie bei frisch aufgetragenen Polyurethangrundierungen feinere Körnungen im Bereich von 0,3–0,8 mm verwendet. Durch die Verwendung eines feineren Quarzsandes versinkt dieser in der Reaktionsharzgrundierung und kann so keine Verbundhaftung zur Spachtelmasse herstellen. Reaktionsharzgrundierungen sind im Überschuss bis zur vollständigen Sättigung abzusanden. Der Quarzsandverbrauch liegt bei ca. 2 bis 3 kg pro m<sup>2</sup>. Der nicht fest im Reaktionsharz verankerte Quarzsand ist nach der Durchhärtung der Grundierung mit einem Industriesauger abzusaugen. Wird zu wenig Quarzsand eingestreut, kann ebenfalls keine ausreichende Verbundhaftung zur Spachtelmasse hergestellt werden.
- Um eine Feuchtesperre auf feuchtigkeitsunempfindlichen Untergründen zu erreichen muss die Grundierung in einer bestimmten Mindestmenge aufgetragen werden. Nur dann wird eine geschlossene, kapillarbrechende Schicht ausgebildet. Weiterhin ist wichtig zu beachten, dass beim ersten Auftrag kein Quarzsand eingestreut wird, um zu gewährleisten, dass eine geschlossene Reaktionsharzsenschicht vorliegt. Nur wenn diese Voraussetzungen erfüllt sind, werden keine Schäden aufgrund von Feuchtigkeitseinwirkung aus dem Untergrund auftreten.



**Bild 75** ■ Auftragen einer Epoxidharzgrundierung, die in den frischen Auftrag abgequarzt wird.



**Bild 76** ■ Auftragen einer porenfüllenden Reaktionsharzgrundierung

Durch die chemische Reaktion haben diese Vorstriche nur eine begrenzte Verarbeitungszeit. Die Verarbeitungstemperaturen auf der Baustelle spielen eine ganz entscheidende Rolle. Die Verarbeitungszeiten in den technischen Merkblättern beziehen sich auf die Normtemperatur von 20 °C. Bei höheren Temperaturen wird die Verarbeitungszeit erheblich verkürzt, da diese Vorstriche chemisch exotherm reagieren. Das bedeutet, die Reaktionsharzvorstriche entwickeln bei der chemischen Reaktion zusätzlich Wärme und reagieren mit zunehmender Temperatur immer schneller. Werden die vorgegebenen Verarbeitungszeiten überschritten, können die Reaktionsharzvorstriche die erwartete Wirkung nicht erzielen. Deshalb müssen diese Vorstriche besonders im Sommer bis zur Verarbeitung kühl gelagert werden. Bei Reaktionsharzvorstrichen finden bei Raumluft- und Bodentemperaturen unter 10 °C meist keine chemischen Reaktionen mehr statt. Der Vorstrich liegt dann als klebriger, leicht abziehbarer Film auf dem Untergrund und entwickelt nicht die erwarteten bautechnischen Eigenschaften. Auf diesen klebrigen Vorstrichfilm darf auf keinen Fall gespachtelt oder geklebt werden, da dieser eine Trennschicht zwischen Untergrund und der Spachtelmasse bzw. dem Oberbelag bildet, die die erforderliche Anbindung an den Untergrund verhindert. Besonders im Winter, aber auch im Sommer sind die Reaktionsharze so zu temperieren, dass die chemische Reaktion zwischen Harz und Härter sowie Grundierung und Umgebungsfeuchte ablaufen kann.

Einkomponentige Polyurethangrundierungen härten beispielsweise durch die Reaktion mit Wasser aus der Umgebung unter Bildung von gasförmigem Kohlendioxid aus. Dadurch muss bei diesen Grundierungen zwingend ein Mindestfeuchtegehalt der Luft von ca. 40 % (relative Luftfeuchte) vorhanden sein. Ansonsten gelten auch hier die gleichen Rahmenbedingungen beim Raumklima wie bei den zweikomponentigen Reaktionsharzvorstrichen.

Epoxidharzgrundierungen aus Flüssigharzen werden häufig zur Verfestigung von Untergrundoberflächen eingesetzt. Eine Verfestigung kann vor allem bei staubenden und wundgelaufenen Estrichen erreicht werden. Verfestigungen der oberen Estrichrandzonen können durch diese Vorstriche nicht bzw. nur sehr begrenzt erreicht werden, da diese Grundierungen in der Regel maximal 1 mm tief in den Untergrund eindringen. Bei unzureichenden Festigkeiten dieser Estrichrandzonen hilft dann in der Regel nur eine intensive mechanische Untergrundvorbehandlung.

### **Fehler beim Anrühren der Reaktionsharzgrundierung**

#### **Schadensbild**

Auf einen neuen Zementestrich wurde zur Feuchteabsperrung eine Reaktionsharzgrundierung aufgebracht. Der Bodenleger bemängelte, dass die Grundierung nicht aushärten würde, sondern nur aus einem klebrigen Film bestehe.

#### **Schadensursache**

Der Bodenleger hatte das Harz und den Härter nicht vermischt, sondern nur das Harz auf den Zementestrich aufgetragen. Das Harz bildete den klebrigen Film.

#### **Schadensbeseitigung**

Das klebrige Harz wurde vollständig entfernt und die Reaktionsharzgrundierung nach Herstellervorschrift fachgerecht aufgetragen.

## **4.4 Fehler beim Spachteln mit mineralischen Spachtelmassen**

### **4.4.1 Anwendung und Verarbeitung mineralischer Spachtelmassen**

Grundsätzlich steht und fällt eine fachgerechte Ausführung von Bodenbelagsarbeiten mit der Vorbereitung des Untergrundes und den verwendeten Grundierungen und Spachtelmassen. Die richtige Auswahl, vor allem aber die bestimmungsgemäße Handhabung und Verarbeitung der eingesetzten Produkte sind Garanten für die schadensfreie Ausführung der Oberbelagsarbeiten. Im TKB-Merkblatt 9 Stand April 2008 [25] sowie in den Technischen

Merkblättern der Verlegewerkstoffhersteller werden sehr ausführlich die Anwendung und die Verarbeitung der Spachtelmassen beschrieben.

Im TKB-Merkblatt 9 TECHNISCHE BESCHREIBUNG UND VERARBEITUNG VON BODENSPACHTELMASSEN Stand April 2008 [25] heißt es u. a.:

#### »Absatz 3. Zweck der Spachtelmassen

*Selbstverlaufende Spachtelmassen dienen typischerweise zum großflächigen Spachteln, Ausgleichen und Nivellieren von Rohoberflächen (Neu- und Altuntergründen) oder zur Vergleichmäßigung der Saugfähigkeit des Untergrundes vor der Verwendung von wässrigen Dispersionsklebstoffen.*

*Standfeste Spachtelmassen dienen zum Anspachteln, zum Erstellen von Gefälleflächen, zum Ausgleichen grober Unebenheiten sowie zum Füllen und Reparieren von Löchern, Rissen und Schadstellen.*

*Mit Spachtelmassen können im Schichtaufbau eines Fußbodens u. a. folgende Eigenschaften der damit behandelten Rohoberfläche gezielt beeinflusst werden:*

- *Gleichmäßigkeit,*
- *Ebenheit,*
- *Saugfähigkeit,*
- *Festigkeit,*
- *Hafthfähigkeit.*

*Die Spachtelschicht wird damit für den Boden-, Parkett- und Fliesenleger zur wichtigen Schnittstelle zu bauseits vorliegenden Rohoberflächen.«*

#### »Absatz 4.4.3 Mindestschichtdicke

*Vollflächig aufgebrachte Spachtelschichten müssen je nach Untergrund und Anforderung an jeder Stelle folgende Mindestschichtdicken aufweisen:*

- *zur Eignung für Stuhlrollen nach DIN EN 12529: 1,0 mm*
- *bei dichten Untergründen (z. B. Gussasphalt): 1,5 mm*
- *für Dispersionsklebstoffe zwischen dichtem Belag und dichtem Untergrund: 2,0 mm*

*Beim Einhalten der Mindestschichtdicke sind die Ebenheitstoleranzen entsprechend DIN 18202 zu berücksichtigen.*

*Ein Unterschreiten der Mindestschichtdicken kann bei nutzungsgerechter Belastung zur Zerstörung der Spachtelschicht führen.*

*Die Wasseraufnahmekapazität einer Spachtelschicht hängt direkt von deren Dicke ab. Bei zu geringer Schichtdicke, z. B. auf dichtem Untergrund und unter dichtem Belag, kann das Abbinden und Trocknen von wasserbasierten Dispersionsklebstoffen in nachteiliger Weise verzögert bzw. überhaupt verhindert werden.«*

Die Erfahrungen aus der Praxis haben gezeigt, dass auf nicht saugfähigen Untergründen, wie beispielsweise Gussasphalt oder Reaktionsharzgrundierungen, eine mindestens 3 mm dicke Spachtelung die größte Sicherheit bietet. Bei der Verlegung von Kautschukbelägen auf nicht saugfähigen Untergründen sollte grundsätzlich 3 mm dick gespachtelt werden.

## **Eine Spachtelung hätte einen großen Belagsschaden verhindert**

### **Schadensbild**

Im Rahmen der Sanierung eines alten Hotels waren Teppichböden verlegt worden. Bereits nach zwei Monaten begannen sich gelb-braune Verfärbungen in den Teppichböden abzuzeichnen. Diesen optischen Mangel hat der Bauherr reklamiert.

### **Schadensursache**

Auf dem alten Anhydritestrich befanden sich nach dem Entfernen des Altbelages intensive Sulfitablaugekleberreste. Da der Anhydritestrich sehr plan-eben war, hat der Bodenleger den Untergrund nur angeschliffen und mit einem Industriesauger abgesaugt. Die Sulfitablaugekleberreste wurden durch das Anschleifen auf der Estrichoberfläche verteilt und verschmiert, aber nicht beseitigt. Auf den so vorbereiteten Untergrund wurden ohne Grundierung und Spachtelung die neuen Teppichböden mit einem Dispersionskleber geklebt. Die Teppichböden werden in Hotels in der Regel intensiv nass gereinigt. Das war in diesem Hotel auch der Fall. Da der Sulfitablaugekleber weder durch eine Grundierung noch durch eine Spachtelung abgesperrt worden war, konnte das Reinigungswasser aus den Reinigungsmaschinen den wasserlöslichen Sulfitablaugekleber anlösen und durch die Saugwirkung der Reinigungsmaschinen in die Teppichböden nach oben gezogen werden, wodurch die Verfärbung entstand.

### **Schadensbeseitigung**

Der Teppichboden und der Dispersionskleber wurden vollständig entfernt. Anschließend wurde der Anhydritestrich intensiv abgeschliffen. Da nicht alle Kleberreste vollständig entfernt werden konnten, wurde der gesamte Anhydritestrich durch den Auftrag einer Reaktionsharzgrundierung abgesperrt. Anschließend wurde mit einer Gipsspachtelmasse gespachtelt und neue Teppichböden verklebt.

Bodenbeläge, insbesondere elastische Bodenbeläge, erfordern zur Erreichung einer guten Benetzung der Rückseite das Einlegen des Belages ins nasse Klebstoffbett. Auf diese Weise wird eine relativ große Menge Feuchtigkeit unterhalb des Belages eingeschlossen. Durch längere Einwirkung des eingeschlossenen Wassers auf die Estrichrandzone, speziell bei Calciumsulfatestrichen, gipsgebundenen Trockenestrichen, Span- und OSB-Platten, kann es zur Beeinträchtigung der Untergrunderoberfläche und damit zu Ablöseeffekten des Bodenbelages kommen. Das wird durch den Feuchtepuffer Spachtelmasse verhindert, von dem die Restfeuchte aus dem erhärtenden Dispersionsklebstoff schadensfrei aufgenommen wird. Durch eine 2 mm dicke Spachtelung wird im Gegensatz zu zahlreichen Estrichoberflächen ein gleichmäßig saugfähiger Untergrund erzielt. In diesem können sich die geeigneten Dispersionskleber auch gleichmäßig sehr gut verkrallen und somit eine dauerhaft sichere, vollflächige Festigkeit der Verklebung gewährleisten. Deshalb heißt es auch im BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU Stand März 2014 [26]: »Für den Einsatz von Dispersionsklebstoffen ist eine gleichmäßig saugfähige Schicht erforderlich. Eine optimale Saugfähigkeit wird nur bei einer Mindestschichtdicke von > 2 mm erreicht, bevorzugt durch Rakeln.« Die 2 mm dicke Spachtelung garantiert weiterhin die erforderliche Stuhlrolleneignung des Systems Vorstrich/Schichtmasse/Kleber/Bodenbelag für Stuhlrollen gemäß DIN EN 12529 [57]. Das Spachteln verbessert in jedem Fall sowohl die Ebenheit als auch die Festigkeit der Estrichoberfläche.

#### **4.4.2 Klumpenbildung in der Spachtelmasse**

Kleinere Pickel und Klümpchen unter einem verlegten Oberbelag beeinträchtigen nicht die Nutzungs- und Gebrauchseigenschaften der Bodenbelags-ebene und führen erfahrungsgemäß auch nicht zu einem schnelleren oder höheren Verschleiß des Bodenbelages. Wird trotzdem auf einen pickelartigen Spachtelmassenuntergrund Bodenbelag verlegt, entsteht auf jeden Fall eine optische Beeinträchtigung. Je nach Größe, Art und Anzahl dieser Unregelmäßigkeiten wird die optische Beeinträchtigung von Sachverständigen unterschiedlich bewertet. Das letzte Wort hat aber auch hier der Bauherrn bzw. der Auftraggeber.

#### **Pickelartige Spachtelmassenoberfläche**

##### **Schadensbild**

Nach der Ausführung der Spachtelarbeiten hatte die Spachtelmasse eine pickelartige Oberfläche. Außerdem traten sichtbare Klümpchen in der Spachtelmassenoberfläche auf. Der Bodenleger war der Meinung, dass irgendetwas

mit der Spachtelmasse nicht stimmte. Die Chargen-Nummer wurde überprüft, doch die Spachtelmasse war ohne Beanstandung.

## Schadensursache

Zu Klumpenbildungen in einer mineralischen Spachtelmasse kann es aus folgenden Gründen kommen, die sich aber problemlos vermeiden lassen:

- Da mineralische Spachtelmassen grundsätzlich dauer trocken zu lagern sind, kommt es immer dann zur Klumpenbildung, wenn die Spachtelmassensäcke zu feucht, zu lange feucht gelagert wurden bzw. nachträglich Feuchtigkeit in die Spachtelmassensäcke eingedrungen ist.
- Es wurde eine falsche Bauart des Rührers eingesetzt. Mineralische Spachtelmassen bilden im Kontakt mit Wasser schnell Klumpen. Um die Klumpen schnell und gründlich zu zerteilen, ist ein Rührer mit hoher Scherkraft notwendig. Der Rührer muss steil stehende Mischflügel besitzen, um die Klumpen in Form einer Verwirbelung wirksam zu zerteilen. Empfehlenswert sind kraftvolle Rührgeräte mit einem dreiflügeligem Hochleistungsrührer.
- Die Spachtelmasse wurde nicht fachgerecht angerührt. Herstellerabhängig werden beispielsweise unterschiedliche Anrührzeiten empfohlen. Manche Hersteller geben sogar eine definierte Reifezeit nach dem Anrühren vor. Werden diese Vorgaben nicht beachtet, besteht die Gefahr, dass die Inhaltsstoffe der trockenen Spachtelmasse nicht ausreichend aufgeschlossen werden. Das ist besonders bei zu kurzen Rührzeiten der Fall. Die Folgen sind dann fast immer sichtbare Pickel oder Klümpchen auf der gespachtelten Oberfläche. Folgende Vorgehensweise hat sich in der Baupraxis besonders bewährt, um Klümpchen und Pickel zu vermeiden: Die mineralische Spachtelmasse wird unter voller Leistung ca. 2 Minuten lang gerührt. Anschließend ist eine Rührpause von ca. einer halben Minute einzulegen. Die Masse ist dann noch einmal kurz aufzurühren und danach sofort zu verarbeiten.
- Die Reihenfolge der Zugabe von Wasser und mineralischer Spachtelmasse wurde nicht eingehalten. Zuerst ist das Wasser in den Anrührkübel zu geben und erst dann das Spachtelmassenpulver. Wird in umgekehrter Reihenfolge gearbeitet, wird das trockene Spachtelmassenpulver häufig nicht vollständig benetzt. Die sich bildenden Klumpen und Anhaftungen lösen sich nicht mehr auf. Man muss dann mit einer deutlich längeren Mischzeit rechnen, um wenigstens eine einigermaßen homogene Mischung zu erzielen.
- Das Anrührgefäß und der Rühreinsatz wurden nicht gereinigt. Das Anrührgefäß und der Rühreinsatz müssen immer, auch zwischendurch oder während mehreren Rührvorgängen, von anhaftenden, bereits erhärteten

Spachtelmassenresten gesäubert werden. Die angetrockneten Materialrückstände bilden in der Mischung die unerwünschten ausgehärteten Klümpchen, die auch eine Weiterverarbeitung des Materials beeinträchtigen. Es kann zur schnellen Andickung der Mischungen kommen, mit dem Ergebnis, dass die Spachtelmasse dann schlecht verläuft. Der verschmutzte Rührer ist beispielsweise in einen Eimer mit Bürsten und ausreichend Wasser zu geben und kurz zu starten. Die Bürsten streifen alle Rückstände ab, der Rührer ist vollständig gereinigt und bereit für den nächsten Einsatz.

## **Schadensbeseitigung**

Zumeist können die Pickel und Klümpchen durch Abschleifen und anschließendes Absaugen mit einem Industriesauger beseitigt werden. Im Extremfall muss grundiert und eine zweite Spachtelung aufgetragen werden.

### **4.4.3 Überwässeung der Spachtelmasse**

Eigentlich weiß jeder Verarbeiter, dass beim Anmachen der Spachtelmasse die Wassermenge genau nach Herstellerangaben zu dosieren ist. Trotzdem wird das Wasser häufig beim Anmischen von Spachtelmassen **nach Gefühl** dosiert. Der Handwerker verlässt sich auf den optischen Eindruck beim Anrühren und die Trichterbildung im Gebinde, die sich durch den rotierenden Rührquirl ergibt.

Dabei hat es sich herumgesprochen, dass die heutigen, hochvergüteten Spachtelmassen deutlich empfindlicher gegenüber irgendwelchen »Wasserspielen« sind, als dass früher der Fall war. Durch Überwässeungen soll ein besserer Verlauf und damit weniger Arbeitsaufwand erreicht werden. Fakt ist aber, dass sich der Verlauf einer mineralischen Spachtelmasse durch mehr Wasser nicht wesentlich verändert.

## **Anmachwasserschicht auf der Spachtelmassenoberfläche**

### **Schadensbild**

Bei der Ausführung von Spachtelarbeiten stand auf der Spachtelmassenoberfläche eine 1 mm dicke Anmachwasserschicht. Außerdem waren weiße, leicht gelblich bis beige Schlieren und Schleier sichtbar. Die Spachtelmasse war weich und instabil. Der Bodenleger war der Meinung, die Qualität der Spachtelmasse sei mangelhaft. Deshalb reklamierte er beim Spachtelmassenhersteller. Anhand der Chargenüberprüfung wurde festgestellt, dass die Spachtelmasse ohne Beanstandung war.

## Schadensursache

Mineralische Spachtelmassen bestehen aus einer Vielzahl unterschiedlich feiner und schwerer Bestandteile, wie Zement, Sand, Dispersionspulver und Zusatzstoffen, die für den Verlauf, die Entschäumung und die verzögerte oder beschleunigte Aushärtung verantwortlich sind. Diese Komponenten müssen nach der Zugabe der vorgegebenen Wassermenge in einem exakt abgestimmten Gleichgewicht vorliegen. Wird dieses Gleichgewicht durch zu viel Wasser gestört, sacken alle schweren Inhaltsstoffe wie Sand, Zement, Gips usw. nach unten ab. Alle leichten Inhaltsstoffe, wie beispielsweise Kunststoffe, schwimmen auf und werden als weiße, leicht gelbliche bis beige Schlieren und Schleier sichtbar. Die Folgen sind dann, dass die Spachtelmasse an der Oberfläche instabil und weich ist, im Querschnitt Sedimentationen und Trennungsprozesse sichtbar sind, die erforderliche Endfestigkeit nicht erreicht wird und Trocknung und Glanzzeit wesentlich beeinträchtigt werden. Übrigens werden diese hier aufgezeigten Schäden an der Spachtelmasse durch zu niedrige Temperaturen und hohe Luftfeuchtigkeiten entscheidend begünstigt. Das überschüssige Anmachwasser, das nicht kristallin gebunden wird, kann nicht ausreichend verdunsten und der Abbindeprozess wird gestört.

## Schadensbeseitigung

Die durch Überwässerung entstandenen Schäden an den Spachtelmassen werden meist durch mechanisches Entfernen der labilen, weichen Oberfläche beseitigt. Im Extremfall kann das komplette Entfernen der Spachtelmasse beispielsweise durch Schleifen oder Fräsen erforderlich werden. Diese Schäden lassen sich nur durch die exakte Einhaltung der vom Spachtelmassenhersteller vorgegebenen Wassermenge vermeiden.

## 4.5 Abplatzen der Spachtelmasse vom Untergrund – zehn vermeidbare Schadensursachen

Das Abplatzen einer mineralischen Spachtelmasse vom Untergrund hat mehrere Ursachen und ist in erster Linie auf Verarbeitungsfehler zurückzuführen.

Die zehn wichtigsten Ursachen für das Abplatzen der Spachtelmasse vom Untergrund sind nachfolgend zusammengestellt. Meistens ist das Schadensbild oberflächlich betrachtet gleich, erst bei näherer Betrachtung kann der Sachverständige die ausschlaggebende Ursache feststellen.

## Zehn vermeidbare Schadensursachen

- ungenügende Untergrundvorbereitung (Bild 77),
- kritische Estrichrandzonen (Bild 78),
- Verzicht auf das Grundieren des Untergrunds,
- nicht fachgerechte Verarbeitung der Grundierung,
- Nichtbeachten der Trocknungszeiten von Grundierungen sowie der Erhärtingsfristen verfestigender und absperrender Reaktionsharzsysteme,
- Nichtbeachten der Verarbeitungsvorschriften von mineralischen Spachtelmassen,
- Nichtbeachten der Anwendungsbereiche von mineralischen Spachtelmassen,
- Nichtbeachten der maximalen Spachteldicken von mineralischen Spachtelmassen bei besonders kritischen Untergründen (beispielsweise mit Restklebestoffen behaftete Untergründe) sowie bei Spanplatten, OSB-Platten, Tropfenestrichen und bei den sogenannten schwarzen Untergründen (Bild 79),
- Nichtbeachten der fachgerechten Nachbehandlung von frisch gespachtelten Flächen,
- Überspachteln von Bewegungs- und Randfugen sowie von nicht kraftschlüssig geschlossenen Schein- und Arbeitsfugen.



**Bild 77** ■ Abplatzen der Spachtelmasse aufgrund von Reststäuben



**Bild 78** ■ Fräsen einer kritischen Estrichrandzone



**Bild 79** ■ Hier wurde beim Überspachteln des kritischen Untergrundes die Schichtdicke von fünf Millimetern überschritten. Die Spachtelmasse platzte ab und hängt fest verbunden am Oberbelag.

Werden Grundierungen oder Spachtelmassen bis an die Grenzen ausgereizt, treten in den meisten Fällen Schäden auf. In zahlreichen Fällen entsteht der Schaden aber erst dann, wenn der Oberbelag bereits verlegt ist und der Fußboden genutzt wird. Nachfolgend ein Beispiel:

### Falsche Grundierung unter einem Dickschichtausgleich

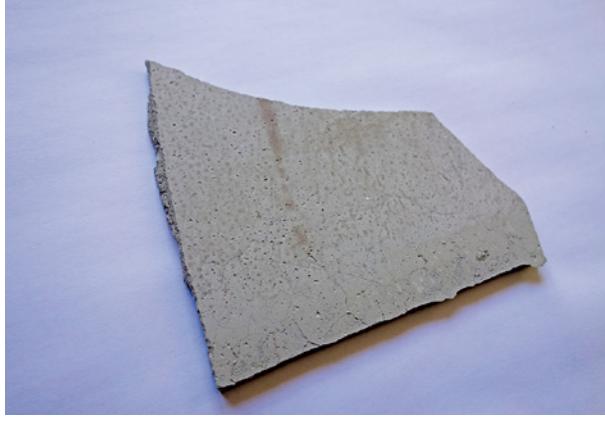
#### Schadensbild

In einem neu erbauten Einfamilienhaus zeichneten sich im Wohnzimmer ca. zwei Monate nach der Belagsverlegung im PVC-Designbelag abgeplatzte Spachtelmassenschollen ab. Der Bauherr reklamiert diesen Mangel.

## Schadensursache

Auf dem neu eingebauten beheizten Zementestrich hatte der Bodenleger mit einer Dispersionsgrundierung grundiert, mit einer geeigneten zementären Spachtelmasse einen Höhen- und Ebenheitsausgleich von 12 bis 15 mm erstellt und darauf einen PVC-Designbelag verlegt. Durch die Trocknungsspannungen und zusätzlich durch die Spannungen aus dem beheizten Zementestrich war der zementäre Eben- und Höhenausgleich vom Estrich abgeplatzt (Bild 80). Der Bodenleger hätte hier mit einer abgequarzten Reaktionsharzgrundierung grundieren müssen. Nur in einer solchen Grundierung kann sich eine Spachtelmasse mit einer Dicke größer 10 mm ausreichend fest verkrallen. Die Trocknungsspannungen werden von dieser Grundierung schadensfrei aufgenommen.

Im BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU Stand März 2014 [26] heißt es deshalb: »*Spachtelmassen in einer mittleren Schichtdicke >10 mm sind auf einer abgesandten Reaktionsharzgrundierung auszuführen*«. Mit diesem Hinweis wurden die zahlreichen negativen Auswirkungen bei Spachtelarbeiten >10 mm ausgewertet und berücksichtigt.



**Bild 80** ▀ Abgeplatzter Höhen- und Ebenheitsausgleich infolge falscher Grundierung

## 5 Schäden aufgrund von Verlegefehlern

### 5.1 Beurteilen von Verlegefehlern

Die häufigsten Ursachen für Schäden und Mängel an verlegten Bodenbelägen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- falscher Umgang mit Bodenbelägen sowie falsche Handhabung,
- Nichtbeachtung von handwerklichen Regeln,
- handwerkliche Unzulänglichkeiten und nachlässiges Vorgehen bei der Verlegung.

Handwerkliche Unfähigkeit oder Unkenntnis müssen jedoch nicht immer die Ursache sein. Die Bodenleger müssen oft aus Kostengründen auf die erforderliche und teilweise zeitaufwändige Sorgfalt bei der Verlegung verzichten. Trotzdem muss es oberstes Gebot sein, eine handwerklich einwandfreie Arbeit abzuliefern und so dem Bauherrn keinen Grund zur Beanstandung zu liefern.

Sachverständige orientieren sich bei der Beurteilung von Verlegefehlern an den geltenden Richtlinien und Merkblättern. Die unterschiedlichen Verlegeanleitungen der vielen verschiedenen Hersteller und deren spezielle Hinweise sind unbedingt zu beachten.

Neben den Verlegeanleitungen maßgebend sind vor allem die folgenden Unterlagen:

- BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN IM ALT- UND NEUBAU Stand März 2014 [26]
- Merkblatt TKB-8 BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN FÜR BODENBELAG- UND PARKETTARBEITEN Stand Juni 2004 [41]
- Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18]

### 5.2 Verlegefehler allgemein

Die folgenden drei Grundsätze gelten für alle Bodenbeläge. Für den Sachverständigen ist im Nachhinein mehr oder weniger schwer nachvollziehbar, ob sie eingehalten wurden:

- Jeder Bodenbelag ist vor der Verlegung auf eventuelle Fehler und Charaktergleichheit zu überprüfen. Fehler bei der Maßhaltigkeit und Farbunter-

- schiede führen zu Fugen und Versätzen sowie unterschiedlichen Schattierungen, Glanzgraden und Farbdifferenzen innerhalb der Bodenbelagsfläche.
- Die Vorbehandlung eines Bodenbelages beginnt mit der richtigen Lagerung. Die richtige Lagertemperatur liegt zwischen 10 °C und maximal 30 °C. Elastische Bodenbeläge in Bahnen werden beispielsweise bei niedrigen Temperaturen brüchig und können so beim Transport Schaden nehmen. Bei hohen Temperaturen werden diese Beläge weich. Dadurch kommt es zu Verformungen, die sich während der Verlegung als Randwellen störend auswirken können. Die Lagertemperaturen dürfen nicht mit den Verlege-temperaturen verwechselt werden.
  - Das Raumklima spielt beim Austrocknen der mineralischen Estriche, beim Grundieren und Spachteln sowie beim Verlegen und Kleben der Bodenbeläge eine große Rolle. Es ist bei der Handhabung der Bodenbeläge und der richtigen Wirksamkeit der Verlegewerkstoffe von entscheidender Bedeutung. Durch Nichteinhaltung des erforderlichen Raumklimas werden Maßänderungen des Bodenbelages, verbunden mit Fugen und Stippungen auftreten. Die Arretierung des Bodenbelages auf dem Untergrund kann nur noch ungenügend erfolgen. Bodenbeläge müssen vor der Verlegung grundsätzlich ausreichend akklimatisiert werden. Hier sind die Herstellerangaben zu beachten. Wenn beispielsweise ein Bodenbelag mit zu geringer Materialtemperatur verlegt wird, passt sich dieser im verlegten Zustand der Raumtemperatur an. Mit der Erwärmung ändert sich auch die Dimension des Belages, er wächst. Die Materialspannungen im Bodenbelag führen dann zu Spitznähten. Linoleumbahnen sind beispielsweise lose aufzurollen und stehend an das Raumklima anzugeleichen.

## 5.3 Verlegefehler bei textilen Bodenbelägen

Verlegefehler bei der Verlegung von textilen Bodenbelägen sind vielfältig. Deshalb können in den folgenden Ausführungen nur einige wesentliche Mängel beschrieben werden. Sachverständige werden häufig gefragt, welche Unregelmäßigkeiten die Bauherrn oder die Auftraggeber hinnehmen müssen. Nach Oswald und Abel **HINZUNEHMENDE UNREGELMÄSSIGKEITEN BEI GEBÄUDEN** [58] sind das:

- beschädigte Stellen des Schaumrückens ohne Auswirkung auf den Oberbelag, vereinzelte und unauffällige Druckstellen,
- Nahtstellen bei Velour und Schlingenware,
- unauffällige Musterverschiebungen an Nahtbereichen bei kleingemusterten Teppichböden,
- Anschlusshöhen des Belages bis zu 1 mm,

- Oberflächenschattierungen,
- geringfügige Farbunterschiede innerhalb einer Bahn,
- schrumpfungsbedingt offenen Nähte von wenigen Zehntel-Millimeter Breite,
- sichtbare Musterverzüge.

## Musterverzüge

### Schadensbild

Bei der Verlegung eines Teppichbodens in einem Bankgebäude im Schalterbereich wurden zur Abnahme Musterverzüge festgestellt. Diese wurden vom Auftraggeber reklamiert. Der Bodenleger hatte ihn jedoch im Vorfeld darauf hingewiesen, dass eventuell Musterverzüge auftreten können.

### Schadensursache

Bei der Verlegung von textilen Bodenbelägen muss sich der Verleger frühzeitig beim Bauherrn darüber informieren, welche Belagsqualität verlegt werden soll. Nur dann können Rapporte richtig berücksichtigt werden und anfallende Verschnitte, Fehlmaße sowie der höhere Zeitaufwand für die Verlegung gemusterter Teppichböden im Angebot berücksichtigt werden. Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Janaur 2017 [18] ist Folgendes ausgeführt: *»Bei der Herstellung textiler Bodenbeläge lassen sich Musterverzüge nicht immer vermeiden. Musterverzüge sind immer vor der Verarbeitung zu erkennen. Ausnahme: Abweichungen des Musterrapports (Längung/Musterversatz) sind jedoch nur anhand zweier nebeneinandergelegter Bahnen erkennbar. Toleranzen für Musterverzüge bei Anlieferung sind für textile Bodenbeläge in DIN 14159 [64] definiert. Sie können jedoch durch sach- und fachgerechte Verarbeitung unter Einsatz geeigneter Werkzeuge (z. B. Doppelkopfspanner) weitgehend angeglichen (ausgespannt) werden. Man ist früher davon ausgegangen, dass Musterverzüge vom Bodenleger komplett ausgespannt werden können. Das ist jedoch unter Berücksichtigung heutiger Bodenbelagskonstruktionen und Verlegewerkstoffe nicht immer möglich. Nach der Verarbeitung verbleibende geringfügige Verzüge im Rahmen der Toleranzen gelten als hinzunehmende Unregelmäßigkeiten (Bauforschungsberichte des Bundesministers für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau; Leitfaden über hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Neubauten; F 229 Fraunhofer IRB Verlag). Dort sind sinngemäß folgende Hinweise enthalten: Der Auftragnehmer muss vor der Verlegung von gemusterten textilen Bodenbelägen dem Auftraggeber auf möglicherweise nach der Verlegung bleibende/ hinzunehmende Musterabweichungen hinweisen.«*

## Schadensbeseitigung

Da der Bodenleger den Bauherrn bereits im Vorfeld über mögliche Musterverzüge informiert hatte, wurde die geforderte Neuverlegung abgewendet. Der Bodenleger gewährte dem Auftraggeber im Gegenzug einen Rabatt auf die Verlegeleistung.

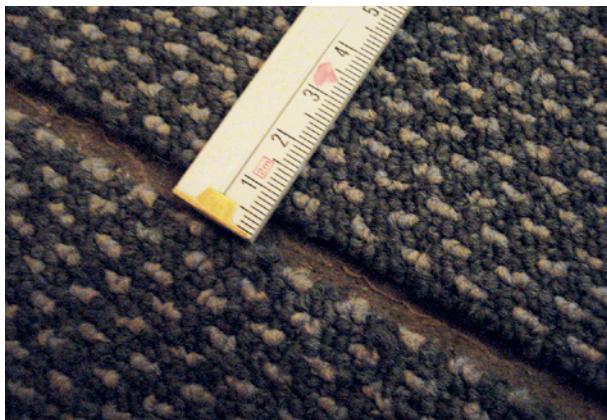
## Geringer Klebstoffauftrag und zu spätes Einlegen des Teppichbodens

### Schadensbild

Nach der Verlegung eines gewebten Teppichbodens entstanden leichte Blasen und Beulen sowie offene Nähte. Beides wurde vom Bauherrn reklamiert.

### Grundlagen und Schadensursache

Blasen und Beulen sowie offene Nähte bei Teppichböden sind in erster Linie auf unzureichenden Klebstoffauftrag, zu spätes Einlegen ins Kleberbett oder unzureichendes Anwalzen zurückzuführen (Bild 81). Die Klebstoffverbindung ist dann nicht ausreichend fest, um den Teppichboden bei Beanspruchungen oder klimabedingten Maßänderungen am Untergrund fest zu arretieren. Die erforderliche Klebstoffmenge ist abhängig von der Rückenausstattung und der Struktur des Textilbelages. Bei groben Rückenstrukturen, wie beispielsweise Kokos, Sisal oder bei gewebten Teppichböden und Vliesrücken, muss der Kleber mit einer groben Zahnleiste aufgetragen werden. Nur durch die große Klebstoffmenge ist die ausreichende Benetzung der Belagsrückseite gewährleistet. Vor jeder Verlegung muss der Bodenleger prüfen, ob die gewählte Zahnleiste die erforderliche Auftragsmenge garantiert. Der Teppichboden ist entsprechend seiner Konstruktion rechtzeitig ins Kleberbett einzufügen.



**Bild 81** ■ Fugenbildung im textilen Bodenbelag aufgrund nicht ausreichenden Klebstoffauftrages und Einsatz ungeeigneter Werkzeuge

legen. Die richtige Ablüftezeit ist hier zu beachten. Nur dichte Beläge benötigen abgelüftete Kleber. Gewebte Teppichböden sollten möglichst früh eingelegt werden, damit der Kleber die grobe Rückenstruktur ausreichend benetzen kann. Das Anwalzen darf auf keinen Fall vergessen werden, wobei die Nahtbereiche noch einmal sorgfältig nachgewalzt werden sollten.

Der Bodenleger sollte sich stets vergewissern, welche warentypischen Reaktionen in Abhängigkeit von der Belagsart zu erwarten sind. Die Nahtbildung bei einer Webware nach der Verlegung kann beispielsweise durch zu viel Kleber verursacht worden sein. Dispersionsklebstoffe geben ihr Wasser an den Belag ab, gleichzeitig reagiert der Kleber stark verzögert. Bei der Webware kommt die warentypische Eigenschaft **Schrumpfen** voll zum Tragen und es entsteht die reklamationswürdige Nahtbildung. Gewebte Teppichböden schrumpfen auch nach einem halben Jahr nach der Verlegung, wenn sie in ein bereits abgelüftetes Kleberbett eingelegt wurden oder zu wenig Kleber eingesetzt wurde.

Der Bodenleger hatte zu wenig Klebstoff aufgetragen und zu spät ins Kleberbett eingelegt. Auf ein sorgfältiges Nachwalzen der Nahtbereiche hatte er verzichtet.

## **Schadensbeseitigung und allgemeine Hinweise zu unsauberem und unansehnlichem Nahtbereichen**

Die Blasen und Beulen wurden mit Kleber unterspritzt und beschwert. In die teilweise zu offenen Nähte wurden nachträglich Teppichstreifen eingesetzt.

Wenn bei der Verlegung von Teppichböden die Produktionskanten nicht beschnitten werden, können unsaubere Nahtbereiche entstehen, die für gewöhnlich sofort nach der Verlegung beanstandet werden. Um saubere Nähte zu erhalten, müssen die Produktionskanten getufteter Teppichböden ca. 3 bis 4 cm beschnitten werden. Bei Schlingenware sind die Bahnenkanten mit einem Florgassenschneider durch die Florgasse zu bearbeiten. Bei Velours ist ein Beschneiden mit dem Florgassenschneider ebenfalls möglich. Bei versetzt getufteten und sehr dichten Veloursqualitäten sind die Bahnenkanten mit einem Teppichmesser mit Hakenklinge zu schneiden. Dabei ist eine lange Anlegeschiene einzusetzen.

Offene und unansehnliche Nahtbilder, nicht den Regeln der Technik entsprechende Nähte entstehen immer dann, wenn der Verleger ungeeignete Werkzeuge einsetzt. Sicherer arbeiten Verleger beispielsweise, wenn sie zum Beschneiden einer Schlingenware einen hochwertigen Nahtschneider einsetzen und für die Behebung von Rapportdifferenzen einen Nahtspanner verwenden. Bei Schlingenware werden durch den Doppelnahtschnitt oft

unnötig Schlingen angeschnitten. Das führt zu einem unschönen Nahtbild und zur Beschädigung des seitlichen Verbundes. Die Schlingen lösen sich während der Nutzung allmählich heraus. Ein Doppelnahtschnitt bei tuftgemusterten Teppichböden mit kleinen Mustern führt in der Regel zu einem fischgrätähnlichen Nahtbild. Deshalb muss hier mit einem geeigneten Werkzeug in der Noppengasse geschnitten werden. Den richtigen Umgang mit Spezialwerkzeugen und speziellen Besonderheiten bei der Teppichverlegung kann der Verleger nur in einem Verlegeseminar erlernen.

Überlappende Schnitte werden gerade bei Teppichböden und Nadelvliesbelägen sehr oft im Klebebett ausgeführt. Wenn der unten liegende Belagsabschnitt nach dem Schnitt entfernt wird, nimmt dieser einen großen Teil des Klebers mit. In diesem Bereich ist dann keine fachgerechte Klebung mehr möglich, es kommt zu Hohlliegen im Nahtbereich und stellenweise zu geöffneten Nähten. Deshalb sollten alle Nähte geschnitten werden, bevor der Teppichboden mit dem Kleber in Berührung kommt. Erst nachdem alle Nähte richtig ausgeführt wurden, ist mit der Klebung zu beginnen und zwar von der Türnaht an einer zentralen Stelle in die Räume hinein.

Beim Schneiden flachgewebter Teppichböden, beispielsweise Sisal- und Kokosbelägen oder synthetischem Flachgewebe fransen bzw. brechen die polgebenden Fasern aus. Auch nach der vollflächigen Klebung lösen sich vereinzelt Fasern während der Nutzung. Je nach Herstellungsverfahren erfordern Flachgewebe unterschiedliche Verlegetechniken. Der Verleger muss deshalb hier nach der Verlegeanleitung des Herstellers arbeiten. Es gibt beispielsweise Beläge, die im Kantenbereich nur gestoßen werden dürfen, bei anderen wurden die Webkanten durch Wärmebehandlung verschmolzen. Manche Flachgewebe sind durch Latex oder andere Rückenbeschichtungen verfestigt, sodass die Bahnenkanten bei der Verlegung geschnitten werden müssen.

## Deutliche Verzahnungen bei Teppichfliesen

### Schadensbild

In einem großen Büroraum wurden Teppichbodenfliesen verlegt. Im Fugenverlauf der Teppichbodenfliesen ließen sich deutliche Verzahnungen erkennen. Diese optische Beeinträchtigung reklamierte der Auftraggeber.

### Schadensursache

Dieser Mangel kann vermeiden werden, wenn mit der Fliesenverlegung an einem Schnurschlag in der Raummitte begonnen wird. Beim Verlegen aus der Raummitte fallen die Flächenachsen geringer aus, sodass auch mögliche

Verzahnungen deutlich verringert werden. Das hatte der Bodenleger nicht beachtet.

### **Schadensbeseitigung**

Der Bodenleger musste die Teppichbodenfliesen in diesem Bürraum neu verlegen.

### **Dunkle Randbereiche im hellen Teppichboden**

#### **Schadensbild**

In einem neu errichteten Einfamilienhaus wurde auf eine Fußbodenheizung im Wohnzimmer ein heller Teppichboden verlegt. Nach der ersten Heizperiode zeichneten sich dunkle Randbereiche im hellen Teppichboden ab. Dieser optische Mangel wurde vom Hauseigentümer reklamiert.

#### **Schadensursache**

Auf Fußbodenheizungen können sich nach der ersten Heizperiode dunkle Randbereiche in hellen Teppichböden abzeichnen. Beim Heizen werden durch den Kamineffekt im Randbereich Schmutzpartikel aus der Fußbodenkonstruktion nach oben gedrückt. Dadurch entstehen im Sockelbereich schwarze Ränder. In der Altbausanierung kann dieser Effekt ebenfalls auftreten. Um diesen Effekt zu vermeiden sind die Estrichrandfugen vor der Verlegung des Teppichbodens dauerelastisch abzudichten. Es dürfen aber keine starren Dichtmaterialien verwendet werden, da es sonst zu Schallbrücken kommt. Zusätzliche Sicherheit bieten PVC-Träger-Sockelleisten, die unter hohem Druck in den Flor des Teppichbodens gedrückt werden.

### **Schadensbeseitigung**

Der Bodenleger musste die Randbereiche durch eine dauerelastische Abdichtung nacharbeiten. Trotz intensivster Reinigungsbemühungen konnten die dunklen Randbereiche nicht vollständig beseitigt werden.

### **Rutschhemmende Verlegung der Teppichfliesen funktionierte nicht**

#### **Schadensbild**

In zwei größeren Räumen wurden auf einen Doppelboden selbstliegende Teppichfliesen rutschhemmend verlegt. Der Bauherr wollte nach geraumer Zeit

den Doppelboden an zwei Stellen öffnen, um Elektrokabel im Doppelboden zu verlegen. Dazu musste er an den betreffenden Stellen die Teppichfliesen aufnehmen. Der Bodenleger hatte ihm versprochen, dass sich die Teppichfliesen durch die rutschhemmende Verlegung sehr leicht und ohne Probleme vom Doppelboden entfernen und die aufgenommen Teppichfliesen nach dem Schließen des Doppelbodens wieder mit einer rutschhemmenden Fixierung verlegen ließen. Das funktionierte jedoch nicht. Die Teppichfliesen konnten nur mit großer Mühe mit einer Reißklaue vom Doppelboden entfernt werden. Außerdem waren anschließend die Teppichfliesen unbrauchbar und mussten entsorgt werden.

### **Schadensursache**

Bei Fixierungen und sogenannten Antirutsch-Systemen werden die Teppichfliesen sehr oft ins nasse, viel zu dick aufgetragene Klebstoffbett eingelegt und nicht selten auch noch angewalzt. Dadurch entsteht die eigentlich ungewollte feste Verbindung des Belages zum Untergrund. Die Teppichfliesen ließen sich beim Entfernen nur schwer aufnehmen, obwohl man ja eigentlich genau das Gegenteil erreichen wollte. Antirutsch-Systeme dürfen nur sehr dünn aufgetragen werden, am besten geeignet ist eine Schaumstoffrolle. Vor dem Einlegen des Belages ist der Kleber ausreichend lange abzulüften, bis die Kleberfarbe von weiß auf farblotransparent umschlägt.

### **Schadensbeseitigung**

Die Teppichfliesen und der Klebstoff mussten vollständig entfernt werden. Anschließend wurden neue Teppichfliesen fachgerecht rutschhemmend fixiert.

## **5.4 Verlegefehler bei Nadelvliesbelägen**

Qualitativ hochwertige Nadelvliesbeläge sind besonders starr und störrisch. Man unterscheidet zwei Nadelvliesarten: die Zweischichtausführung – die Nutzschicht besteht hier im Regelfall aus Polyamidfasern – und die Einschichtausführung, die aus einer Mischung aus Polyamidfasern und Polypropylenfasern besteht. Polyamidfasern reagieren auf Feuchtigkeit mit Volumen- und Flächenänderungen. Diese Veränderungen sind warentypisch und unvermeidlich. Sie können dazu führen, dass sich Nahtfugen nach der Verlegung öffnen (Bild 82). Man vermeidet das, indem man die Volumen- und Flächenänderungen durch einen geeigneten Klebstoff auf das Verhalten des

Unterbodens bei Klimaänderungen angleicht. Der Klebstoff sollte eine gute Anfangshaftung und eine längere offene Zeit haben. Den Klebstoff entsprechend den raumklimatischen Bedingungen ablüften lassen und bei ausreichender Oberflächenklebrigkei t einlegen. Es ist unbedingt darauf zu achten, dass der Nadelvliesbelag rechtzeitig ins Klebstoffbett eingelegt wird, besser etwas zu früh als zu spät. Nach dem Einlegen in das Klebstoffbett muss der Nadelvliesbelag angewalzt oder angerieben werden. Diesen Vorgang sollte man gegen Ende der offenen Zeit des Klebstoffs wiederholen. Bei dieser Vorgehensweise werden Stippnähte verhindert. Wird allerdings zu viel Druck beim Anreiben ausgeübt, nimmt der Belag den gesamten Kleber auf und die Klebkraft geht verloren. Der Nadelvliesbelag ist in einem solchen Fall nicht kraftschlüssig mit dem Untergrund verbunden und die Stippnähte bleiben erhalten. Das Anwalzen mit einer Lino-Walze ist meistens ausreichend. Beim Anreiben ist ein gerundetes Hartholzbrett zu verwenden.



**Bild 82** ■ Fugen im Nadelvliesbelag

Bei den meisten Nadelvliesqualitäten ist eine gestürzte Verlegung der Bahnen vorgeschrieben. Bei einer gestürzten Verlegung wird jede zweite Bahn um 180 Grad gedreht verlegt. Dadurch werden Farbunterschiede zwischen den einzelnen Bahnen ausgeglichen. Die richtige Verlegerichtung ist an den Pfeilen unter dem Belag erkennbar. Werden diese Nadelvliesbahnen nicht gestürzt verlegt, kann man häufig deutlich unterschiedliche Farbintensitäten erkennen. Um Farbabweichungen zu verhindern, können die Belagshersteller auch vorschreiben, die Nadelvlies-Bodenbeläge in aufsteigender oder absteigender Folge der Rollennummern zu verlegen. Bei Farbabweichungen, die ein bestimmtes Maß (großer Graumaßstab <3) überschreiten, ist beim Hersteller zu reklamieren.

## Weißbruch in den Nahtbereichen

### Schadensbild

In einem einwandfrei verlegten Nadelvliesbelag wurden in den Nahtbereichen helle, glänzende Stellen vom Mieter als optischer Mangel reklamiert.

### Schadensursache

Die Nähte von Nadelvliesbelägen werden nach dem Einlegen ins Klebstoffbett häufig mit einem sogenannten Anreibehammer angerieben, um eine möglichst gute Haftung zum Untergrund zu erreichen. Der Klebstoff ist meistens noch zu nass, sodass die Anzugskraft sehr gering ist, die Kanten sich hoch stellen und trotzdem wird weiter angerieben. Dabei entsteht Reibungshitze, die auf die Appretur einwirkt und den sogenannten Weißbruch in den Fasern verursacht. Der Imprägnierungsfilm wird gebrochen und optisch zeigen sich an den betroffenen Nahtbereichen helle, glänzende Stellen (Weißbruch). Es handelt sich hier um einen rein optischen Mangel, da die Fasern im Belag an sich nicht geschädigt werden.

### Schadensbeseitigung

Im Laufe der Zeit passt sich der Weißbruch durch das Verfüllen der Haarrisse mit Schmutz und Feuchtigkeit farblich der übrigen Belagsfläche an. Dieser Vorgang kann durch das Auftragen eines Antistatikums auf die betroffenen Nahtbereiche zeitlich verkürzt werden. Noch schneller kann man den Weißbruch beseitigen, in dem der Imprägnierungsfilm mit einem geeigneten Lösemittel angelöst wird. Das Lösemittel ist durch Abtupfen aufzutragen, dabei verschmelzen die Haarrisse. Es sollte ein wenig geruchsintensives Lösemittel mit einem geringen Gefährdungspotential zur Anwendung kommen.

## Das Gesamtbild störende Y-Nähte

### Schadensbild

In den Nähten eines Nadelvliesbelages zeigten sich im oberen Bereich der ansonsten dicht ausgeführten Nähte geringe Vertiefungen, die sich deutlich als optische Beeinträchtigungen, sogenannte Y-Nähte, darstellten. Diesen optischen Mangel reklamierte der Mieter der Büroräume.

## Schadensursache und Schadensbeseitigung

Diese Y-Nähte kann man durch einen beiderseitigen Nahtschnitt der Nadelvliesbahnen (Doppelnahtschnitt) mit einem Randabschnittstreifen in dem vom Hersteller geforderten Umfang vermeiden. Es kann durchaus sinnvoll sein, einen darüber hinausgehenden Beschnitt der Bahnenkanten durchzuführen. Auch hier sind die sogenannten Doppelschnitte mit dem Verlegemesser ausschließlich im trockenen Zustand vorzunehmen, also vor dem Klebstoffauftrag. Wurde der Belag in das frische Klebstoffbett eingelegt und die Nähte im Klebstoffbett geschnitten, kommt es zur einseitigen Belagsablösung. Nach dem Doppelschnitt im Kleberbett wird der überschüssige Belag entfernt und nimmt so einen Teil des Klebers vom Untergrund mit. Anschließend wird die Belagskante von der obenliegenden Bahn eingelegt. An dieser Nahtseite fehlt aber die erforderliche Klebermenge, die für eine fachgerechte Klebung notwendig wäre. Nadelvliesbeläge, aber auch Linoleum, Designbeläge, Kork, Kautschuk, PVC und CV können nur mit dem Linocut im eingelegten Klebstoffbett geschnitten werden, ohne dass vom aufgetragenen Klebstoff etwas entfernt wird.

## Aufhellung dunkler Nadelvliesbeläge

### Schadensbild

Bei einer größeren Baumaßnahme wurde festgestellt, dass sich besonders die dunklen Nadelvliesbeläge aufhellen. Der Auftraggeber beschwerte sich über diese Farbabweichungen der verlegten Beläge und verlangte die Beseitigung der unterschiedlichen Farbstellungen.

## Schadensursache und Schadensbeseitigung

Bei den heutigen Baumaßnahmen ist es leider öfter üblich, dass die Nadelvliesbeläge in Teilbereichen von Raumseinheiten zeitlich versetzt verlegt werden. Wenn dann in diesen Bereichen oder in benachbarten Gebäudeteilen Bauarbeiten mit einem hohen Staubanfall durchgeführt werden, hellen besonders dunkle Nadelvliesbeläge deutlich auf. Man versuchte diese Aufhellung, durch intensive Reinigungsmaßnahmen zu beseitigen.

Um diesen Mangel von vornherein gar nicht erst aufkommen zu lassen, gibt es zwei Möglichkeiten:

- Man sollte die Bodenbelagarbeiten ablehnen, wenn noch Baumaßnahmen mit einem hohen Staubanfall anstehen.
- Die gefährdeten Bereiche sind möglichst staubfrei abzudecken oder die betreffenden Räume sind zu verschließen.

## 5.5 Verlegefehler bei Linoleumbelägen

Bei Linoleumbelägen werden häufig Farbunterschiede zwischen den einzelnen Linoleumbahnen reklamiert. Diese Farbunterschiede entstehen, wenn Linoleumbeläge nicht zeitgleich in den jeweiligen Raumseinheiten verlegt werden. Diese Farbunterschiede bezeichnet man als Reifeschleier. Der Reifeschleier entsteht, wenn beispielsweise die Belagsarbeiten zum Wochenende unterbrochen werden. Der als Rolle gelagerte Belag wird nicht so intensiv dem Licht ausgesetzt wie der bereits verlegte Belag. Der zweite Teil der Belagsarbeiten kann trotzdem durchgeführt werden, nach einiger Zeit erfolgt eine Farbanpassung durch die gleiche Lichteinwirkung.

Wenn die einzelnen Bahnen nach der Linoleumverlegung abwechselnd glänzend und matt wahrgenommen werden, ist das ein optischer Mangel, den die meisten Auftraggeber nicht oder nur bedingt akzeptieren. Deshalb ist bei der Linoleumverlegung unbedingt darauf zu achten, dass die Bahnen immer richtungsgleich zu verlegen sind (Bild 83). Das Oberflächenfinish wird werkseitig maschinell in einer Walzentechnik aufgetragen. Dadurch kommt es bei einer gestürzten Verlegung zu unterschiedlichen Lichtbrechungen, die einzelnen Bahnen erscheinen abwechselnd glänzend und matt.

Um Aufstippungen und Abplatzungen im Nahtbereich zu vermeiden, müssen generell beide Werkskanten bei einem Linoleumboden mit einem geeigneten Nahtkantenschneider entfernt werden. Unter Verwendung von Nahtanreißern muss das Abschneiden entgegengesetzt der Anreißrichtung erfolgen. Der Nahtschnitt im Klebstoffbett ist mit ca. 0,5 mm Luft zwischen den Bahnen durchzuführen. Anschließend ist mit einer Nahtwalze anzuwalzen.



**Bild 83** ■ Bei der Linoleumverlegung ist darauf zu achten, dass die Bahnen richtungsgleich zu verlegen sind.

Abplatzungen in der Oberfläche von Linoleumbelägen können auf folgende Ursachen zurückzuführen sein. Die Fabrikationskanten wurden nicht beschnitten, auf dem Belag wurden zu harte Möbelgleiter, scharfe Kanten oder falsche Stuhlrollen eingesetzt. Möglich ist auch eine fehlende Versiegelung sowie die falsche Reinigung oder Pflege.

## Schneiden von Belagsnähten im Klebstoffbett

### Schadensbild

Im Bereich der Nähte wurden Ablösungen in den Linoleumbelagsbahnen reklamiert.

### Schadensursache und Schadensbeseitigung

Beim Schneiden von Belagsnähten im Klebstoffbett ist ein geeignetes Werkzeug zu verwenden, wie beispielsweise Anreißer oder Linocut. Die zu beschneidende Bahn liegt dabei auf der zweiten Bahn, dadurch kommt der abgeschnittene Streifen nicht mit dem Klebstoff in Berührung. So werden Ablösungen des Linoleumbelages im Bereich der Nähte verhindert. Der Bodenleger musste in diesem Fall die Ablösungen nachkleben, anwalzen und teilweise beschweren.

## Linoleumbahnen in den Kopfbereichen

### Schadensbild

An den Kopfseiten der verlegten Linoleumbahnen kam es in den Randbereichen zur Blasenbildung

### Schadensursache und Schadensbeseitigung

Grundsätzlich müssen die Linoleumbahnen in den Kopfbereichen ins Klebstoffbett eingewalzt werden, um die Rückseite des Linoleums in diesen Bereichen ausreichend mit Klebstoff zu benetzen. Anschließend müssen diese Bereiche nach dem Anziehen des Klebers nochmal nachgewalzt werden. So werden Blasen in den Randbereichen auf den Kopfseiten der Bahnen vermieden. Der Bodenleger musste hier durch Nachkleben und Nachwalzen die Blasen beseitigen. Im Extremfall hätte die Linoleumbahn erneuert werden müssen.

## **Eingefallene und verschmutzte Linoleumfugen**

### **Schadensbild**

Die Schweißschnur in den Fugen war eingefallen und stark verschmutzt. An den Verfugungen neben den Nähten traten vereinzelt dunkle Stellen auf.

### **Schadensursache und Vermeidung**

Im Gegensatz zur thermischen Verschweißung von PVC erfolgt die Verfugung der Linoleumbahnen nur in Form einer Heißverklebung. Der Linoleumbelag muss nicht zwingend auf die gleiche Temperatur wie der Schmelzdraht gebracht werden. Die Temperatur beim Verfugen beträgt je nach Hersteller zwischen 350 °C bis 420 °C und darf nicht überschritten werden. Die vereinzelt aufgetretenen dunklen Stellen waren auf das Verbrennen des Linoleumbelages bei der Verfugung des Linoleumbelages zurückzuführen. Verbrennungen kann man mit einer Probeverfugung vermeiden. Erfolgt die Verfugung mit zu hoher Temperatur, zu langsam oder zu dicht am Belag, werden die Belagsoberfläche oder das Werksfinish verbrannt. An den Verfugungen entstehen neben den Nähten dunkle Stellen. Der überstehende Teil der Schweiß- bzw. Thermoschnur muss zuerst im warmen Zustand mittels eines Schweißnahtschlittens und anschließend nach dem Erkalten oberflächenbündig mit einem Viertelmondmesserr abgestoßen werden. So wird ein Einfallen der Schweiß- oder Thermoschnur vermieden und deren extremes Anschmutzen im Zuge der Nutzung verhindert.

### **Schadensbeseitigung**

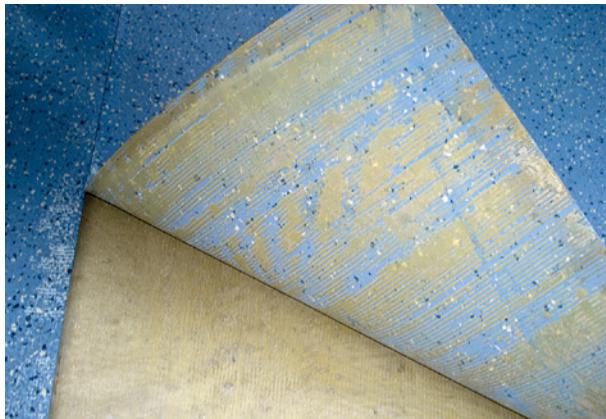
Die Schweißschnur wurde in den eingefallenen Bereichen entfernt und fachgerecht erneuert. Die Verbrennungen ließen sich ähnlich wie die Reparatur von Löchern in Linoleumbelägen nahezu restlos beseitigen. Diese Möglichkeit wird ausführlich von den Linoleumherstellern beschrieben.

Wenn der Schmelzdraht nach relativ kurzer Nutzungsdauer einseitig abreißt bzw. sich vom Belag trennt, können mehrere Faktoren für diesen Schaden ursächlich sein. Typisch für dieses Schadensbild sind ein zu tiefes Fräsen der Fuge, die falsche Temperatureinstellung des Schweißgerätes, eine falsche Einstellung der Fugenfräse und eine falsche Arbeitsgeschwindigkeit. Die Herstellerangaben des Linoleumbelages sind hier unbedingt zu beachten. Eine Fugenfräse mit automatischer Tiefenregulierung bietet die größte Sicherheit.

## 5.6 Verlegefehler bei Kautschukbelägen

Am häufigsten werden bei der Verlegung von Kautschukbelägen Spitznähte und Fugenbildungen reklamiert. Zu Spitznaht- und Fugenbildungen kommt es in Kautschukbelägen, wenn die zu verlegenden Beläge nicht oder nicht genügend akklimatisiert wurden oder starke Temperaturschwankungen in der Abbindephase des Klebstoffes auftreten. Die noch zu kalten Kautschukfliesen dehnen sich beispielsweise im anziehenden Klebstoffbett langsam aus und erzeugen einen Pressdruck. Die Beläge sind durch vorheriges Auslegen dem Raumklima anzupassen. Die **Ausliegezeit** sollte sicherheitshalber beim Hersteller erfragt werden. Das unerwartete Ein- und Ausschalten der Heizung sowie die direkte Sonneneinstrahlung auf die frisch verlegten Beläge sollte vermieden werden. Generell sollte man bei Klebstoffarbeiten an Fensterfronten besonderes Augenmerk auf die Ablüftezeit des Dispersionsklebers richten (Bild 84). In den Fensterbereichen lüften die Dispersionskleber durch die Wärmestrahlung wesentlich schneller ab als auf der übrigen Fläche. Die Ablüftezeit ist dann oft in den Fensterbereichen überschritten und es kommt nur zu einer leichten Anhaftung des Kautschukbelages an den Untergrund, die sich bei raumklimatischen Veränderungen sehr schnell löst. Die Folge ist dann schon kurze Zeit nach der Verlegung eine erhebliche Blasen- und Beulenbildung im Fensterbereich.

Im Allgemeinen müssen bei Kautschukbelägen die Nähte mit einem geeigneten Nahtschneider oder einer Trapezklinge entsprechend den Angaben der Hersteller geschnitten werden. Werden die Nähte entlang der unteren Bahnenkante geschnitten (sogenannter Unterkantenschnitt), treten ebenfalls stellenweise Spitznahtbildungen auf. Die Belagskanten sind entsprechend der Verlegeanleitung des Belagherstellers trocken zu schneiden. Ansonsten ist keine ausreichende Klebung in den Nahtbereichen möglich. Bei den hier beschriebenen Mängeln muss der Bodenleger nacharbeiten, beispielsweise durch Nachkleben und nachträgliche Verfugung mit einer Thermoschnur.



**Bild 84** ▪ In den Fensterbereichen wurde die Ablüftezeit des Dispersionsklebers überschritten. Die Kautschukfliesen hatten dadurch keine ausreichende Haftung zur Spachtelmasse.

## Ablösung der Thermoschnur in den Fugen

### Schadensbild

Die Thermoschnur hatte sich in den Fugen zwischen den Kautschukbelägen abgelöst.

### Schadensursache und Schadensbeseitigung

Ursache dieses Schadens ist vermutlich, dass zu schnell verfugt wurde. Somit wurden der Schmelzdraht und der Belag zu gering erwärmt oder es wurde bei Belägen mit Schaumunterteil beim Auffräsen in den Schaumunterteil gefräst. Dadurch kam es zu einer ungenügenden Flankenhaftung und somit zu einer Ablösung der Thermoschnur. Um den Mangel zu beheben wurde die alte Thermoschnur entfernt und eine neue wurde fachgerecht eingebaut.

## Sandkörner und Kellenschläge zeichnen sich in der Belagsoberfläche ab

### Schadensbild

In der Oberfläche der Kautschukbelagsbahnen zeichneten sich deutlich Sandkörner und Kellenschläge ab, die vom Auftraggeber reklamiert wurden.

### Schadensursache

Gerade bei Kautschukbelägen zeichnet sich jeder Kellenschlag, jede Unebenheit, jede Verschmutzung und jedes Sandkorn in der Belagsoberfläche ab. Sandkörner können nach der Verlegung auch nicht mehr durch einen

Schlag mit dem Hammer zertrümmert werden, dafür ist der Belag zu weich. Die Oberflächenoptik wird dadurch entscheidend beeinträchtigt, was vor allem bei unifarbigem und hochglänzend eingepflegten Belägen meistens zur Mängelrügen führt. Kellenschläge sind nach Meinung der Sachverständigen kein Kavalierdelikt mehr. Deshalb muss unter Kautschukbelägen immer ausreichend dick gespachtelt werden, üblicherweise mindestens 3 mm dick. Von namhaften Kautschukherstellern wird die 3 mm dicke Spachtelung zwingend gefordert. Die gespachtelte Fläche sollte unmittelbar vor der Verlegung mit einer feinen Körnung überschliffen und anschließend mit einem Industrie- sauger abgesaugt werden.

### **Schadensbeseitigung**

Der verlegte Kautschukbelag musste vollflächig entfernt werden. Die vorhandene Spachtelmasse wurde geschliffen und anschließend abgesaugt. Der so vorbereitete Untergrund wurde mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und anschließend 3 mm dick zementär gespachtelt. Auf dieser Spachtelung wurden die 2 mm dicken Kautschukbahnen mit einem geeigneten Dispersionskleber geklebt.

## **5.7 Verlegefehler bei Korkbelägen**

Die häufigsten Mängel bei der Verlegung von Korkbelägen sind auf den Einsatz nicht geeigneter Klebstoffe, auf ungeeignetes Werkzeug sowie auf Nichtbeachten des erforderlichen Raumklimas vor, während und nach der Korkverlegung zurückzuführen.

Außerdem müssen bei der Verlegung der Korkplatten die Platten aus mehreren Paketen untereinander gemischt werden, ansonsten entstehen blockweise Farb- und Strukturunterschiede und das Verlegebild ist nicht harmonisch. Zu allen aufgehenden Bauteilen (Wände, Heizleitungen, Türen) muss ein ausreichender Randabstand eingehalten werden, andernfalls drückt sich der Korkboden hier nach oben.

### **Aufstellen der Ecken und Kanten bei der Korkfliesenverlegung**

#### **Schadensbild**

Bereits während der Verlegung der Korkplatten stellten sich Ecken und Kanten auf und ließen sich nicht mehr herunterdrücken.

## Schadensursache

Der Bodenleger muss die vom Korkbodenhersteller empfohlenen Kleber einsetzen. Beim Einsatz nicht geeigneter Klebstoffe kommt es unweigerlich zur Ablösung der Korkplatten. Bei der Verarbeitung von Dispersionskontakteklebstoffen muss man solange ablüften lassen, bis der Kleber transparent durchgetrocknet ist. Dann hat sich im Klebstoff die erforderliche Kontaktklebrigkei und Festigkeit eingestellt. Erfolgt das Einlegen der Korkplatten zu einem zu frühen Zeitpunkt, stellen sich die Ecken und Kanten der Korkplatten bereits während der Verlegung auf. In der Nassphase besitzen die Dispersionskontakteklebstoffe so gut wie keine Kontaktklebrigkei. Die Eigenspannungen der Korkplatten können vom Klebstoff nicht aufgenommen werden, es kommt zum beschriebenen Schadensbild.

## Schadensbeseitigung

Sämtliche Korkplatten sowie der verwendete Klebstoff mussten vollständig entfernt werden. Es erfolgte eine Neuverlegung der Korkplatten mit einem vom Hersteller empfohlenen Dispersionskleber.

## 5.8 Verlegefehler bei PVC-/CV-Belägen

Zahlreiche Schäden, die bei der Verlegung von PVC-/CV-Belägen entstehen, werden durch falsche Lagerung, durch nicht richtige Klimatisierung, durch nicht chargengleiche Verarbeitung, durch das fehlende Anwalzen der Beläge, durch das nicht fachgerechte Verschweißen, aber auch durch die zu frühe Nutzung der verlegten Beläge verursacht.

PVC-Bodenbeläge sind stehend zu lagern, um Beschädigungen in der Belagsoberfläche zu verhindern. Werden PVC-Bodenbeläge liegend übereinander gestapelt, werden die untersten Rollen massiv beschädigt. Die Eindrücke und Quetschungen in den untersten Bahnen verlaufen quer zur Laufrichtung der Bahnen. Diese Abdrücke werden als Querschläge bezeichnet. Je nach Intensität dieser Querschläge sind in der Regel die ersten fünf bis zehn Meter des Bodenbelages nicht mehr zu verwenden. Bevor jedoch entschieden wird, was vom PVC-Belag nicht mehr verwendet werden kann, ist der PVC-Belag mindestens 24 Stunden bei einer Temperatur von mindestens 18° auszulegen. Kleine Eindrücke können sich eventuell zurückbilden.

Elastische Bodenbeläge müssen vor der Verklebung ausreichend akklimatisiert werden. Die einzelnen Bahnen sind nach dem Zuschnitt locker aufzurollen und bei geeignetem Raumklima (18°C Lufttemperatur, 55 bis 75 % relative

Luftfeuchte) mindestens 24 Stunden in dem zu verlegenden Raum lagern zu lassen. Sind die Beläge kälter als die Umgebungstemperatur am Verlegeort, können Stippnähte entstehen, wenn sie wärmer sind, ist mit Fugenbildung im Nahtbereich zu rechnen.

Bei PVC-Verbund- oder bei CV-Belägen erfolgt die Dessimierung durch einen Druckvorgang. Beim Drucken können zwischen rechter und linker Belagseite geringfügige Farbunterschiede auftreten. Diese werden erst sichtbar, wenn die einzelnen Bahnen aneinander gelegt werden. Ungünstige Lichtverhältnisse können die Farbunterschiede noch verstärken. Diese Farbunterschiede kann man durch die sogenannte gestürzte Verlegung vermeiden. Die Beläge müssen bei der Anlieferung geprüft, nach Rollennummern vorsortiert und chargengleich verarbeitet werden. Die Rollen sind fortlaufend entsprechend den Rollen-Etikettensymbolen zu verlegen.

Bei der Verlegung von elastischen Bodenbelägen reicht ein Anreiben des Belages nach dem Einlegen ins Klebstoffbett beispielsweise mit Korkbrett oder anderer Anreibehilfen nicht aus, um die Klebstoffriefen ausreichend flachzudrücken. Bei dieser Vorgehensweise wird außerdem kein gleichmäßiger Druck auf die Oberfläche ausgeübt. Der Belag liegt auf den Klebstoffriefen wie auf elastischen Stelzen und weist dadurch während der Nutzung ein hohes, sichtbares Eindruckverhalten auf. Deshalb müssen elastische Beläge unmittelbar nach dem Anreiben immer im Kreuzgang angewalzt werden.

## **Wischwasser drang in die offenen Nähte zwischen den Belagsbahnen ein**

### **Schadensbild**

Einige Zeit nach der Verlegung des PVC-Belages stellten sich die Nahtkanten auf. Diesen optischen Mangel reklamierte der Bauherr. Außerdem bildeten die aufgestellten Nahtbereiche eine Stolpergefahr.

### **Schadensursache**

Ablöseerscheinungen und Nahtöffnungen können bei PVC-Belägen entstehen, wenn die Nähte nicht abgedichtet werden. Wischwasser dringt in die Nähte ein und löst den Klebstoff an. Die Belagskanten stellen sich auf, das stört nicht nur den optischen Eindruck, sondern führt auch zu Stolpergefahr. Das kann nur durch das Verschweißen der Nähte im PVC-Belag verhindert werden. Das Verschweißen darf erst erfolgen, wenn der Klebstoff eine ausreichende Festigkeit erreicht hat. Das ist im Normalfall nach 24 Stunden der Fall. Sowohl beim thermischen Verschweißen als auch bei der Kaltverschweißung werden immer wieder Fehler gemacht, die zu Beanstandungen führen. Durch den

Einsatz des richtigen Werkzeuges werden nicht nur die Arbeiten erleichtert, es wird auch eine langfristige Qualität der Verschweißung ermöglicht.

So garantiert beispielsweise der Einsatz von Schweißautomaten im Gegensatz zum Handschweißen eine sehr gute Qualität und ein dreimal schnelleres Arbeiten. Ideal ist ein Schweißwerkzeug, das ein Display besitzt. Hier kann der Schweißprozess optimal kontrolliert und gesteuert werden. Aber auch mit dem Schweißautomaten können Fehler gemacht werden. Werden beispielsweise Temperatur, Geschwindigkeit und Druck falsch eingestellt, können sich der Schweißdraht und der Belag verfärben, in der Fuge verbrennen, und die Fuge öffnen, sodass Feuchtigkeit eindringen und den Klebstoff und den Untergrund beeinträchtigen kann. Falls der Schweißdraht in der Fuge nicht richtig haftet, können der falsche Schweißdraht, die falsche Schweißdrahtdicke oder das falschgewählte Profil die Ursache sein.

Bei PUR-beschichtetem PVC-Belag ist die richtige Wahl der Schweißdüse entscheidend. Wird keine Schmalschlitzdüse verwendet, verfärbt sich der PUR-Belag oder verbrennt in der Fuge. Außerdem wird das Anschmutzverhalten verstärkt. Die Schweißschnur haftet nicht richtig, es kommt zu Blasen- und Beulenbildung sowie Belagsschrumpfung. Die Ursachen sind hier für gewöhnlich zu tief bzw. zu breit gefräste Fugen oder ein zu frühes Verschweißen. Werden die Schweißnähte nicht flachbündig abgestoßen oder fallen unter die Belagsoberfläche ein, kommt es immer wieder zu Verschmutzungen der Schweißnähte trotz intensiver Reinigung. Die Kaltverschweißung ist nach der Klebebandmethode durchzuführen, ansonsten kann sich auf der Belagsoberfläche ein transparenter Kaltschweißmittelfilm bilden. Dieser Film beeinträchtigt das Aussehen, löst sich mit der Zeit durch die Reinigung des Bodens ab und der Schmutz lagert sich darunter ab. Durch den Kalt-schweißmittelfilm kann es zur Beeinträchtigung der PUR-Beschichtung des PVC-Belages kommen. Durch falsche Klebebänder kann sich der Glanzgrad des PVC-Belages ändern und zu einem optischen Mangel führen.

Übrigens entstehen bei elastischen Belägen Höhenversätze der Nahtkanten (Überzahnungen) und Stippnähte auch dann immer dann, wenn der Nahtschnitt im Kleberbett erfolgte. Deshalb sind die Nahtschnitte immer vor dem Klebstoffauftrag durchzuführen und dabei die untere Lage nicht ganz durchzuschneiden. Hier sollte mit Lineal und Trapezmesser oder mit einem entsprechenden Nahtschneider gearbeitet werden. Den Beschnitt der unteren Lage sollte mit dem Hakenmesser entfernt und dann der Kleber auftragen werden.

## Schadensbeseitigung

Sämtliche Nähte zwischen den Belagsbahnen wurden nachgeklebt und mit einem geeigneten Schweißdraht fachgerecht abgedichtet.

## Dauerhafte Eindrücke und Klebstoffverpressungen zeichnen sich in der Belagsoberfläche ab

### Schadensbild

Im PVC-Belag zeichneten sich dauerhafte Eindrücke sowie Klebstoffverpressungen in der Belagsoberfläche ab. Diesen optischen Mangel reklamierte der Mieter.

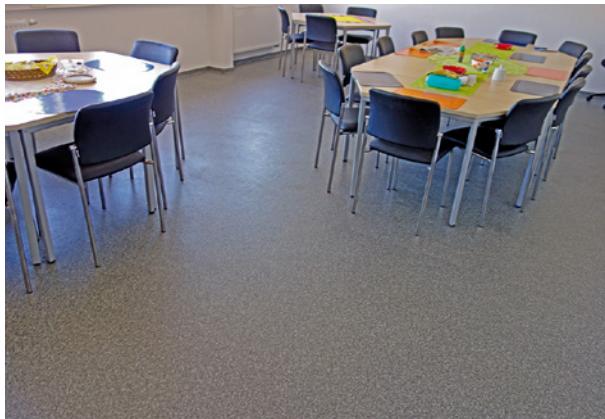
### Schadensursache

Prinzipiell darf die Nutzung des Belages erst nach Ablauf der vom Klebstoffhersteller vorgegebenen Aushärtezeit des Klebstoffes beginnen. Die Möbelgleiter- und Aufstandsflächen müssen auf den Bodenbelag und die Verlegeworkstoffe abgestimmt sein, ebenso wie Belag und Verlegung auf die späteren Nutzungsanforderungen. Durch zu frühe Nutzung, punktuelle Belastungen und Überbelastung kann es zu Klebstoffverquetschungen kommen, die sich im Belag als dauerhafte Eindrücke abzeichnen. Wenn der frisch verlegte Belag im Bereich der Möbelfüße verschoben wird, entstehen hier bleibende Stauchblasen.

Bei der sogenannten Haftklebung wird der Bodenbelag vergleichsweise spät ins Klebstoffbett eingelegt, dabei besteht die Gefahr, dass der richtige Zeitpunkt verpasst wird und das Einlegen zu spät erfolgt. Die Folgen sind Klebstoffverpressungen durch Fuß- und Kniebelastungen, die sich nicht mehr auswalzen lassen. Diese Verpressungen zeichnen sich dann sichtbar in der Belagsoberfläche ab. Der Bodenleger muss hier die richtige Ablüftezeit einhalten, die Klebstoffriefen müssen sich aber immer noch flachdrücken lassen. Den Belag muss er nach dem Einlegen, anreiben und zusätzlich anwalzen.

## Schadensbeseitigung

Der Belag und der Klebstoff wurden vollständig entfernt. Anschließend wurde die vorhandene Spachtelmasse mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und zementär gespachtelt. Der neue PVC-Belag wurde mit einem Dispersionskleber fachgerecht verklebt (Bild 85).



**Bild 85** ▪ Aufstandsflächen und Möbelgleiter müssen auf den Bodenbelag und die Verlegewerkstoffe abgestimmt sein.

## 5.9 Typische Schadensfälle bei PVC-Designbelägen

Der klassische Designbelag ist ein heterogener, mehrschichtiger PVC-Belag. Der international gebräuchliche Begriff für Designbodenbeläge ist LVT (engl. Luxury Vinyl Tile). PVC-Designbeläge werden in erster Linie als einzelne Planken und Fliesen hergestellt. Diese Beläge werden hauptsächlich fest auf den Untergrund verklebt. Neben diesen klassischen Designbelägen zur festen Verklebung werden auch selbstklebende und selbstliegende Beläge angeboten, vor allem in Bau- und Heimwerkermärkten. Designbeläge wurden früher hauptsächlich in Kaufhäusern eingesetzt. Heute findet man PVC-Designbeläge in erster Linie im privaten wie auch im gewerblichen Bereich. Verantwortlich für diese Entwicklung ist der technische Fortschritt bei den gestalterischen Möglichkeiten seit Einführung des Digitaldrucks. Der Trend bei diesen Belägen geht zu stärkeren Nutzschichten, immer besseren Holz- und Steinimitaten sowie zu längeren, breiteren und individuelleren Planken und Fliesen.

### Klebung der PVC-Designbeläge

In der Praxis werden die PVC-Designbeläge in der Mehrheit mit dem klassischen Dispersionskleber im Nass-, Kontakt- und Haftklebeverfahren vollflächig geklebt verlegt. Es werden aber auch Reaktionsharzkleber, Trockenklebstoffe und sogenannte Rollkleber/Rollfixierungen eingesetzt. Bei der Beurteilung und Bewertung von Schadensfällen bei PVC-Designbelägen spielt die Kenntnis vom Einsatz des gewählten Klebers eine ganz entscheidende

Rolle. Hier muss jeder Sachverständige unbedingt beim Bodenleger, dem Bauleiter oder dem Architekten nachfragen.

Beim Einsatz von Dispersionsklebstoffen existieren am Markt sehr unterschiedliche Herstellerempfehlungen. Nahezu alle Klebstoffhersteller empfehlen für die vollflächige Klebung der PVC-Designbeläge sogenannte Nassbettklebstoffe.

Um einen gleichmäßig saugenden Untergrund für dieses Klebstoffsystem zu erzielen, muss der Untergrund mindestens 2 mm, besser 3 mm dick, mit einer mineralischen Spachtelmasse gespachtelt sein. Die Vorteile von Nassbettklebstoffen bestehen darin, dass einerseits eine gute Benetzung der Belagsrückseite mit Klebstoff im frischen Zustand erreicht wird und andererseits keine sogenannte Klebstoffriefe stehen bleibt, welche später beispielsweise zu einem erhöhten Resteindruckverhalten im Belag führen kann.

Entscheidend ist, dass die Dispersionskleber eine ausreichend harte Kleberfuge ausbilden können, um Belagsbewegungen aufzufangen und so die PVC-Designbeläge fest auf dem Untergrund zu arretieren. Nahezu jeder namhafte Klebstoffhersteller hat entsprechende Spezialprodukte im Angebot. Eine zu weiche Kleberfuge kann Bewegungen/Dimensionsänderungen aus dem PVC-Designbelag nicht auffangen, was zu Fugenbildungen und Nahtaufstippungen (Kaugummieffekt) führen kann. Ein- und zweikomponentige Reaktionsharzkleber entwickeln zumeist eine sehr harte Klebstofffuge mit sehr hoher Klebkraft. Deshalb sollen PVC-Designbeläge in Bereichen mit hoher Wärme- und Kältebelastung (beispielsweise Wintergärten, Schaufenster, fußbodennahe Fensterfronten) mit Reaktionsharzklebern geklebt werden.

Trockenklebstoffe werden vom Hersteller gebrauchsfertig als beidseitig selbstklebende Bahnen und Bänder in Rollen unterschiedlicher Länge und Breite geliefert. Der große Vorteil der Trockenkleber als Haftklebstoff besteht darin, dass sie keine Ablüfte-, Abbinde- und Trocknungszeiten benötigen. Diese Methode hat sich vor allem bei Intarsienverlegungen bewährt. Allerdings ist nicht jeder Trockenkleber geeignet. Sowohl der Verleger als auch der Sachverständige sollten sich immer die schriftliche Herstellerfreigabe vorlegen lassen.

Die sogenannten Rollkleber sind Rollfixierungen auf Dispersionsbasis. Vorteile dieser Rollkleber sind ihr geringer Verbrauch, ihre lange Einlegezeit, ihr ergonomisches, körperschonendes Auftragsverhalten, die sofortige Belastbarkeit der verlegten Flächen und die leichte Ablösbarkeit nach dem Entfernen des Belages. Diese Fixierung ist allerdings bei Objekten mit direkter Sonneninstrahlung, Fußbodenheizung und direktem Wassereinfluss aufgrund ihrer geringeren Klebkraft (Fixierung) ungeeignet.

## Fugenbildung und Stippnähte zwischen den PVC-Designplanken

Diese Problematik steht sehr häufig im Mittelpunkt bei Mängelrügen an Bodenbelagsflächen, die mit PVC-Designbodenbelägen ausgeführt wurden.

Jeder Bauherr wird erwarten, dass unmittelbar nach der Verlegung im Rahmen der rechtsverbindlichen zivilrechtlichen Abnahme die Design-Bodenbelagsfläche ohne Fugenbildung und Stippnähte vorliegt, ansonsten würde sicher keine Abnahme erfolgen. Der Bauherr muss davon ausgehen, dass bei einer fachgerechten Verlegung auch später keine überproportional breiten Fugen entstehen, die nicht nur das Gesamtbild hinsichtlich des Geltungsnutzens erheblich beeinträchtigen, sondern auch die Werterhaltung und die Wertschöpfung nachteilig beeinflussen. Da es aber immer wieder zu Fugenbildungen und Stippnähten aufgrund unterschiedlichster Ursachen kommen kann, sollte sich der Auftragnehmer für Bodenbelagarbeiten durch die uneingeschränkte, nachweisbare Aufklärung gegenüber dem Bauherrn absichern (Bild 86).

Dem Bauherrn ist bekannt zu machen, dass PVC-Designbeläge im Zuge des Gebrauchs Dimensionsänderungen erfahren können, das bedeutet, sie schrumpfen oder wachsen. Diese Maßänderungen können auch im fachgerecht geklebten Zustand nicht ausgeschlossen werden. Nach den heutigen Gerichtsentscheidungen werden besonders dann Fugen in der PVC-Designbelagsfläche gerügt, wenn der Bodenleger auf übliche und mögliche Maßänderungen und deren Folgen nicht hingewiesen hat.



**Bild 86** □ Diese Stippnähte wird kein Nutzer akzeptieren.

## Fugen zwischen verlegten PVC-Designbelägen

### Schadensbild

In einer Wohnung wurden PVC-Designbeläge auf eine 3 mm dicke zementäre Spachtelung geklebt. Nach ca. drei Monaten traten zwischen den PVC-Designplanken Fugen von 0,8 bis 1 mm Breite auf. Der Bauherr reklamierte diese optische Beeinträchtigung.

### Grundlagen und Schadensursache

Es gibt keine Norm, keinerlei verbindliche Vorgaben, wie groß die Fugenbreite zwischen den PVC-Designplanken sein darf, um als hinzunehmende Unregelmäßigkeit zu gelten.

Nach EN 434 ELASTISCHE BODENBELÄGE – BESTIMMUNG DER MASSÄNDERUNG UND SCHÜSSELUNG NACH WÄRMEEINWIRKUNG [59] ist für PVC-Beläge (unverschweißt) eine Maßänderung von 0,25 % zulässig, das sind 2,5 mm pro Meter Belag. Bei einer PVC-Designplatte mit einer Standardlänge von ca. 91 cm ergeben sich daraus mehr als 2 mm, eine für den Bauherrn nicht mehr hinnehmbare Fugenbreite und damit ein echter Mangel, nicht nur in hygienisch sensiblen Bereichen.

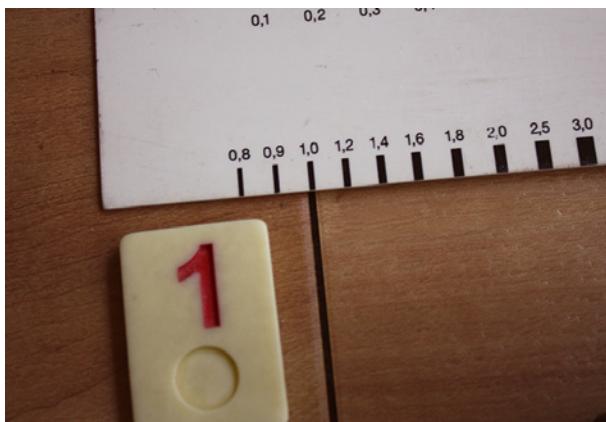
Von zahlreichen Sachverständigen werden Fugenbreiten bis 0,5 mm als hinzunehmende Unregelmäßigkeit akzeptiert. Den normativen Vorgaben entsprechend, dürfen Platten und Fliesen hinsichtlich der Rechtwinkligkeit und Geradheit der Kanten Abweichungen haben, die zwangsläufig, wenn sie kumulieren, Fugen von ca. 0,5 mm Breite unvermeidbar erscheinen lassen. Über Fugenbreiten bis 0,7 mm kann man noch diskutieren, hier bestimmt der Endverbraucher, ob er diese Fugenbreite noch akzeptiert. Bei Fugenbreiten über 0,8 mm verlangen die Sachverständigen üblicherweise eine Neuverlegung oder einen Kompromiss, der meistens eine Wertminderung zur Folge hat.

Bei der optischen Beurteilung von Fugenbreiten ist unbedingt zu beachten, dass Fugen zwischen den Designbelägen bei hellen Oberflächendekoren deutlicher ins Auge fallen als bei dunkleren Farbgebungen. Grund hierfür ist die Tatsache, dass sich der abgesetzte Schmutz in den Fugen mit der Zeit immer dunkler abzeichnet und somit der Kontrast zu den hellen Oberflächendekoren wesentlich größer ist.

Ursache für die in Bild 87, 88, 89 dokumentierte Fugenbildung waren ein zu geringer Klebstoffauftrag, das Nichtbeachten der Ablüftezeit und das fehlende Anwalzen. Die Benetzung der Belagsrückseiten der PVC-Designplatten war größtenteils mangelhaft.



**Bild 87** ■ Fugenbreiten bis 0,5 mm in PVC-Designbelägen gelten als hinnehmbare Unregelmäßigkeiten.



**Bild 88** ■ Fugenbreiten von 1,0 mm in PVC-Designplanken wird kein Bauherr hinnehmen.



**Bild 89** ■ Fugenbreiten von 10 mm deuten auf Material- und Kleberprobleme hin.

## Schadensbeseitigung

Der Mieter verlangte eine komplette Neuverlegung der Wohnung. Die PVC-Designplanken und der Dispersionskleber mussten vollständig entfernt werden.

Anschließend wurde auf die vorhandene Spachtelung mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und 2 mm dick gespachtelt. Der Klebung der neuen PVC-Designplanken erfolgte mit dem vom Verlegewerkstoffhersteller empfohlenen Dispersionsklebstoff.

## Ebenheit und Kellenschläge

Die Einhaltung der Grenzwerte von Ebenheitsabweichungen, wie sie in der DIN 18202 TOLERANZEN IM HOCHBAU – BAUWERKE [30] gefordert werden, stellt heutzutage für den Bodenleger keine besondere Herausforderung mehr dar. Hier gibt es zumeist die wenigsten Beanstandungen. Ebenheitsprobleme sind in der Baupraxis eher selten. Bei sichtbaren Kellenschlägen kommt es häufig zu Auseinandersetzungen zwischen den Bauherrn und den Bodenlegern.

## Kellenschläge in PVC-Designbelägen

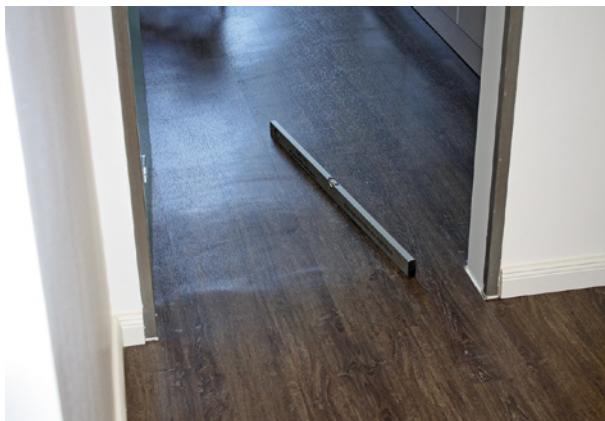
### Schadensbild

In einem Wohnzimmer zeichneten sich sehr deutlich Kellenschläge im neu verlegten PVC-Designbelag ab. Der Bauherr reklamierte diesen optischen Mangel.

## Grundlagen und Schadensursache

Nach Auffassung der meisten Sachverständigen können sich die Handwerker aus Reklamationen von sichtbaren Kellenschlägen nicht mit dem Hinweis auf die DIN 18202 [30] oder die BSR-Richtlinie 1 und 2 [33] herausreden. Nach deren Meinung ist das Erstellen von Fußbodenflächen mit einer ebenen Oberfläche ohne jegliche Kellenschläge keine spezielle Leistung, sondern gehört zum Standard der Fußbodentechnik. Sichtbare Kellenschläge in elastischen und textilen Bodenbelägen werden von den Sachverständigen als handwerklicher Fehler bewertet, den der Bodenleger nicht mit dem Hinweis auf Streiflicht oder andere Einflussfaktoren entschuldigen kann (Bild 90).

In dem betroffenen Wohnzimmer hatte der Bodenleger nur eine Kratzspachtelung vorgenommen, da er den neu eingebauten Zementestrich als ausreichend glatt für die Belagsverlegung erachtete.



**Bild 90** ■ Kellenschläge werden von Bauherrn nicht akzeptiert.

## Schadensbeseitigung

Der Bauherr verlangte eine komplette Neuverlegung in dem Wohnzimmer. Die PVC-Designplanken und der Dispersionskleber wurden vollständig entfernt.

Anschließend wurde auf die vorhandene Spachtelung mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und 3 mm dick zementär gespachtelt bzw. gerakelt. Die Klebung der neuen PVC-Designplanken erfolgte mit dem vom Verlegewerkstoffhersteller empfohlenen Dispersionsklebstoff.

## Beschädigte und zerkratzte Oberflächen sowie Verfärbungen

Bei beschädigten und zerkratzten Oberflächen geht es immer um zwei Streitpunkte: wurde die Belagsoberfläche zu stark und falsch strapaziert oder ist die Belagsqualität mangelhaft. Der Sachverständige muss hier nicht selten Detektivarbeit leisten und wenn die Streitparteien es wünschen, Laborprüfungen veranlassen.

Zu beschädigten und zerkratzten Oberflächen bei PVC-Designbelägen kann es beispielsweise aus folgenden Gründen kommen:

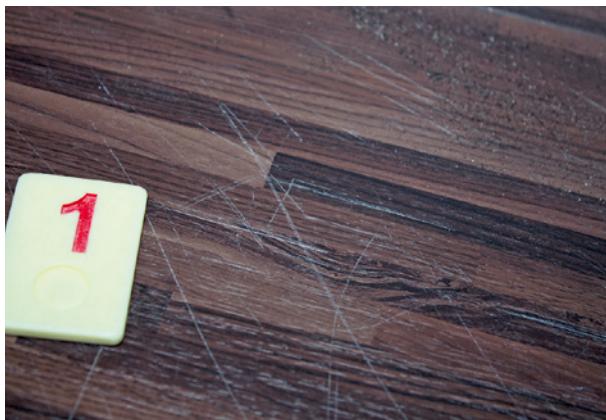
- Unsachgemäße Benutzung, wenn schwere Möbel nicht angehoben, sondern geschoben werden, oder wenn unter Stuhl- und Tischbeinen Filzgleiter bzw. weiche Stuhlrollen (Typ W) fehlen.
- Schmutz unter Stuhl- und Möbelgleitern. Um dem entgegenzuwirken funktionieren hier sehr gut Gleiter aus PTFE (Teflon), da sich in diesem Material kein Schmutz festsetzen kann. Die Belagshersteller geben dazu kompetente Auskunft.

- Unsachgemäße Reinigung und Pflege, wenn nicht das richtige und vom Hersteller empfohlenen Reinigungs- und Pflegemittel eingesetzt wird. Grundsätzlich können die meisten Beläge mit einem für Polyurethan geeigneten Reiniger bearbeitet werden, da dieser über einen pH-Wert zwischen 7 und 9 verfügt und keine Wachse, Chemikalien oder Lösungsmittel enthält, die den Bodenbelag zersetzen oder Schadstoffe herauslösen können, meist ist aber auch ein Neutralreiniger ausreichend.
- Empfindlichkeit der Oberfläche der PVC-Planken, besonders bei preiswerten Belägen. Es werden von einigen Herstellern Reiniger angeboten, die schnell und effizient Kratzer retuschieren sollen. Hier sollte man sich auf jeden Fall die Arbeitsanweisung übergeben lassen.
- Reaktionen mit Chemikalien aller Art, wie Lösungsmittel, Medikamente, Desinfektionsmittel, Haarfärbemittel, Teer, Fette, Öle, Tinte aus Kugelschreibern oder Filzstiften usw. Sie können zu bleibenden Verfärbungen führen. Auch bestimmte Gummiarten können bei längerer Einwirkung durch Migration Verfärbungen verursachen, die nicht mehr entfernbare sind.
- Zu viel Reiniger im Wischwasser kann Schlieren und einen hässlichen Grauschleier erzeugen. PVC-Reiniger bilden beim Eintrocknen einen Schutzfilm, der kleine Kratzer in der obersten Schicht wieder versiegelt. Beim Putzvorgang muss genügend Restfeuchte zurückbleiben, damit sich ein schmutzabweisender Pflegefilm bilden kann. Der Belag darf nicht trocken nachgewischt werden. Für Zwischendurch ist wegen der glatten und nahezu porenenfreien Oberfläche ein Kehren oder Absaugen oder ein kurzes Durchwischen mit klarem Wasser völlig ausreichend. Eine Grundreinigung mit speziellen PVC-Reinigungsmitteln ist bei normaler Nutzung im Grunde nur alle 2–3 Wochen erforderlich.
- Bei Designbelägen in Friseursalons, Krankenhäusern, Ausstellungsräumen von Zweiradgeschäften und Autohäusern kann es zu farblichen Veränderungen in der Belagsoberfläche kommen. Durch zusätzliche Einpflege mit einem flecken- und verfärbungsresistenten Siegelsystems können solche Mängel vermieden werden.

## Zerkratzte Oberfläche eines Designbelages

### Schadensbild

In einem Wohnzimmer reklamierte der Mieter die zerkratzte Oberfläche des neu verlegten PVC-Designbelages beim Bodenleger (Bild 91).



**Bild 91** ■ Extrem zerkratzte Belagsoberflächen lassen sich nicht retuschieren und haben unterschiedliche Ursachen.

## Schadensursache

Der Mieter war neu eingezogen. Das Wohnzimmer hatte der Mieter mit alten, schweren, rustikalen Möbeln eingerichtet. Diese Möbel hatte er offensichtlich an den gewünschten Standort geschoben. Unter seinen rustikalen Stuhlbeinen fehlten die erforderlichen Filzgleiter.

## Schadensbeseitigung

Der eingeschaltete Sachverständige gab dem Mieter die Schuld für die zerkratzte Belagsoberfläche. Die vollständige Erneuerung wäre zu Lasten des Mieters gegangen. Der Mieter wollte die Kratzer selbst mit einem PVC-Reiniger versiegeln.

## Knarrgeräusche, Knistergeräusche, Schmatzgeräusche bei üblicher Begehfrequenz von Designbodenbelagsflächen

### Schadensbild

In Büroräumen wurden PVC-Designbeläge verlegt. In Teilbereichen kam es zu Knarr- und Schmatzgeräuschen beim Betreten einzelner Planken. Das wurde vom Bauherrn reklamiert.

## Schadensursache

Die Knarr- und Schmatzgeräusche sind vor allem auf größere Unebenheiten im Untergrund, falsche Klebstoffauswahl und Fehler bei der Belagsverlegung zurückzuführen.

## Schadensbeseitigung

Der Bodenleger hat die PVC-Designplanken, bei denen diese Geräusche auftreten, durch eine fachgerechte Verlegung ausgetauscht.

## 5.10 Blasen und Beulen in elastischen Bodenbelägen

Blasen und Beulen sind die häufigsten Schäden bei der Verlegung von elastischen Bodenbelägen. Die Begriffe werden von den Fachleuten unterschiedlich interpretiert, auch wenn die Erscheinungsbilder eindeutig sind. Wenn sich der Belag durch Feuchtigkeit verformt, spricht man von Beulen. Sie sind großflächiger als Blasen und in aller Regel länglich. Bei Blasen löst sich der Belag in Handtellergröße vom Untergrund ab. Da bei Blasen- und Beulenbildung in vielen Fällen Feuchtigkeit im Spiel ist, werden fast immer beide Begriffe gleichzeitig verwendet (Bild 92). Für diese Schäden in elastischen Bodenbelägen ist aber eine Vielzahl von Ursachen möglich, oft kommen mehrere Faktoren zusammen.

### Bodenbelag wurde zu früh ins Klebstoffbett eingelegt

#### Schadensbild

Im PVC-Belag kam es in der Oberfläche zu kleinen Blasen unmittelbar nach der Belagsverlegung. Der Bodenleger reklamierte beim Hersteller des Klebstoffs.



**Bild 92** ■ Blasen und Beulen im elastischen Belag durch zu hohe Untergrundfeuchte.

## Schadensursache

Legt der Bodenleger den Bodenbelag zu früh ein, enthält der Dispersionsklebstoff noch zu viel Feuchtigkeit, die unter dem Belag eingeschlossen wird. Das führt bei der Verlegung von elastischen Belägen zu oberflächigen kleinen Blasen. Diese Blasenbildung kann der Bodenleger durch das Feststellen der richtigen Ablüfzezeit und die Einhaltung der erforderlichen Spachtelmassendicke (siehe Abschnitt: Die Spachtelmassendicke wurde nicht ausreichend dick dimensioniert) vermeiden.

**Faustregel:** Zeichnen sich nach längerer Zeit lange, in die Breite gehende Beulen ab, ist das in der Regel ein Anhaltspunkt von nachschiebender Feuchtigkeit aus dem Untergrund. Treten oberflächig kleinen Blasen direkt nach der Verlegung auf, wurde der Belag meistens zu früh ins Klebstoffbett eingelegt.

## Schadensbeseitigung

Da der Bodenleger 2 bis 3 mm dick gespachtelt hatte, konnte er die Blasenbildung durch intensives Nachwalzen beseitigen.

## Der Bodenbelag wurde zu spät ins Klebstoffbett eingelegt

### Schadensbild

Im Bereich der Stuhlrollen wölbte sich der PVC-Belag auf. An den Stuhlrollen lag es nicht, da sie dem Typ W (weich) entsprachen.

## Schadensursache

Wenn die Ablüfzezeit bei Dispersionsklebstoffen überschritten wird, kommt es in der Regel nur zu einer Haftklebung, bei der die Rückseite des Bodenbelages häufig nicht ausreichend benetzt ist (Bild 93). Der Dispersionsklebstoff hat bereits eine hartelastische Riefe gebildet und wird durch punktuelle Belastungen zerdrückt. Besonders bei höherer mechanischer Beanspruchung, beispielsweise im Bereich von Stuhlrollen, wölbt sich der Belag auf und es kommt zur Blasenbildung.

Die Ablüfzezeit ist nach dem Klebstoffauftrag so lang wie nötig, aber auch so kurz wie möglich zu wählen (Tackphase). Die Klebstoffriefen müssen sich in jedem Fall noch flachdrücken lassen. Beim probeweisen Zurücknehmen einzelner Belagsbahnen ist die richtige Einlegezeit erreicht, wenn eine vollständige Benetzung der Belagsrückseite und ein Fadenzug erkennbar sind.



**Bild 93** ▪ Die PVC-Designplanken wurden im Randbereich zu spät eingeleget, daher die Ablösungen mit den Beulen im Belag.

Ein negativer Effekt tritt auch dann auf, wenn der Klebstoffeinsatz zu gering war, beispielsweise aufgrund abgenutzter Zahnleisten beim Klebstoffauftrag.

### Schadensbeseitigung

Der Belag im Bereich der Stuhlrollen musste vollständig entfernt werden. Dazu wurde der alte Klebstoff entfernt und mit dem gleichen Dispersionskleber der neue PVC-Belag geklebt.

## Falsche Verlegung von elastischen Belägen auf nicht saugfähigen Untergründen

### Schadensbild

Ein Linoleumbelag wurde mit einem normalen Dispersionskleber auf eine vorhandene planebene, sehr dichte Beschichtung in einem Büroraum geklebt. Es kam zur intensiven Blasen- und Beulenbildung.

### Schadensursache

Für die Klebung von Linoleumbelägen auf dichte Untergründe sind geeignete Dispersionskleber mit wasserbindender Zusatzkomponente entsprechend den Vorgaben des Klebstoffherstellers einzusetzen. Dadurch wird das Wasser im Kleber chemisch gebunden und Blasen- und Beulenbildung verhindert. Der Schaden war auf den Einsatz eines normalen Dispersionsklebers zurückzuführen, der nur auf einen saugfähigen Untergrund funktioniert.

## Schadensbeseitigung

Der beschädigte Belag wurde vollständig entfernt. Anschließend wurde gründiert und gespachtelt. Der neue Linoleumbelag konnte nun mit einem normalen Dispersionskleber geklebt werden.

## Die Spachtelmassendicke wurde nicht ausreichend dick dimensioniert

### Schadensbild

Auf einen Gussasphaltestrich wurde eine Kratzspachtelung durchgeführt und anschließend mit einem Dispersionskleber ein CV-Belag geklebt. Unmittelbar nach der Belagsverlegung kam es zu Blasen- und Beulenbildung.

### Schadensursache

Spachtelmassenschichten dienen bei der Klebung mit Dispersionsklebern als Feuchtigkeitspuffer, d. h. sie nehmen eine bestimmte Wassermenge aus dem Dispersionsklebstoff schadensfrei auf. Zu dünn gespachtelte Flächen sind dazu nicht in der Lage. In einem solchen Fall wird zu viel Feuchtigkeit unter dem Belag eingeschlossen, es kommt zur Blasen- und Beulenbildung. Besonders bei der Belagsverlegung auf nicht saugfähigen Untergründen, wie beispielsweise Gussasphalt und Epoxidharzgrundierungen, muss die Spachtelmassenschicht ausreichend dick dimensioniert sein. Im TKB-MERKBLATT 9 TECHNISCHE BESCHREIBUNG UND VERARBEITUNG VON BODENSPACTELMASSEN Stand April 2008 sind im Absatz 4.4.3 die erforderlichen Mindestschichtdicken je nach Untergrund und Anforderung an jeder Stelle des Untergrundes vorgegeben [25].

## Schadensbeseitigung

Der CV-Belag musste restlos entfernt werden. Sicherheitshalber wurde mit einer abgequarzten Reaktionsharzgrundierung grundiert und 3 mm dick zementär gespachtelt. Der neue CV-Belag wurde mit einem Dispersionskleber geklebt.

## Beschädigtes Klebstoffbett beim Zurückschlagen des Bodenbelages

### Schadensbild

Nach dem Abschluss der Bodenbelagarbeiten war im PVC-Belag eine wurmbzw. krampfaderähnliche, linienartige Erhebung des Bodenbelages quer zur

Verlegerichtung in der Raummitte zu erkennen, die Sachverständige und Bodenleger auch als längliche Blase bezeichnen.

### **Schadensursache**

Hier wurden nach der Klebung der ersten Bahnenhälften die zweiten Bahnenhälften bis zum Klebstoffeinsatz zurückgeschlagen. Dabei wurde der abgebundene Dispersionsklebstoff im Nahtbereich unter den ersten Bahnhälften aufgerissen und so das Klebstoffbett beschädigt. Der Bodenleger hatte nicht beachtet, dass die einzustreichenden Flächen nicht zu groß bemessen werden dürfen.

### **Schadensbeseitigung**

Der Bauherr war einverstanden, dass der PVC-Belag nur im Bereich der länglichen Blase entfernt werden musste. Es wurde ein gleiches Belagsstück eingesetzt und die Fugen verschweißt.

### **Doppelter Klebstoffauftrag im Bereich der Umschlagstelle bei der Verlegung des Bodenbelages**

#### **Schadensbild**

In einem besonders glänzend eingepflegten PVC-Belag konnte man gegen das Streiflicht eine wurmartige Unebenheit (Beule) erkennen, die mittig quer zur Verlegerichtung über die Breite des Raumes verlief.

#### **Schadensursache**

Hier kam es im Bereich der Umschlagstelle bei der Verlegung des Belages in der ersten Raumhälfte mit dem der zweiten Raumhälfte zu einem doppelten Klebstoffauftrag. Vor der Verlegung von elastischen Belägen ist es sinnvoll, einen Markierungsstrich über die gesamte Breite des Raumes zu ziehen. Der Dispersionsklebstoff ist dann in der ersten Raumhälfte genau bis zur Markierung aufzutragen, der Belag einzulegen und umzuschlagen. Der Klebstoffauftrag ist anschließend in der zweiten Raumhälfte bis an die Markierung aufzutragen und dann der Belag einzulegen. Diese fachgerechte Vorgehensweise wurde hier nicht realisiert.

## Schadensbeseitigung

Der Bauherr war einverstanden, dass der PVC-Belag nur im Bereich der wurmartigen Unebenheit entfernt werden musste. Es wurde ein gleiches Belagsstück eingesetzt und die Fugen zwischen den Belagsbahnen verschweißt. Im Extremfall muss bei einem solchen Schadensbild der gesamte Belag erneuert werden.

### **Die Scheinfugen im Estrich wurden nicht oder nur unzureichend fachgerecht verharzt und abgequarzt**

#### **Schadensbild**

Im Linoleumbelag zeichneten sich in einem Krankenhausflur längliche Blasen ab, die auch als Wurmfalten oder Würmchenbildung bezeichnet werden. Die Nutzer reklamierten diesen Mangel.

#### **Schadensursache**

Die Scheinfugen in einem schwimmenden Zementestrich wurden nicht fachgerecht verharzt. Das Reaktionsharz wurde nur 3 bis 5 mm tief in die Scheinfugen eingebracht und es wurde nicht abgequarzt. In einem solchen Fall bewegen sich die einzelnen Estrichplatten gegeneinander, bedingt durch die mechanische Belastung. Die Folgen waren zunächst die Ablösung der Spachtelmasse im Fugenbereich und anschließend die Ablösung des Belages. Durch die mechanische Bewegung des Bodenbelages bei anhaltender Nutzung (wallender Beanspruchung) kam es zu Dehnungen und anschließend zu Aufwölbungen entlang der nicht fachgerecht verharzten Fugen. Es entstanden längliche Blasen im Belag, die als Wurmfalten oder Würmchenbildungen bezeichnet werden. Ein solcher Schaden tritt auch dann auf, wenn die Bewegungsfugen im Estrich mit Spachtelmasse verfüllt und anschließend mit Bodenbelag überlegt werden, also nicht fachgerecht mit Fugenprofilen oder elastoplastischen Fugenmassen ausgebildet werden

## Schadensbeseitigung

Der Bauherr war einverstanden, dass der Linoleumbelag nur im Bereich der länglichen Blasen entfernt werden musste. Die Fugen wurden mit einem Winkelschleifer neu aufgeschnitten und 30 mm tief fachgerecht verharzt und abgequarzt. Die Spachtelmasse wurde ausgebessert, anschließend ein gleiches Belagsstück eingesetzt und die Fugen zwischen den Belagsbahnen mit einem Schmelzdraht abgedichtet.

## **Einsatz falsch ausgewählter oder falsch eingesetzter Stuhlrollen und Aufstandsflächen**

### **Schadensbild**

In einem Großraumbüro waren fachgerecht auf einen alten Zementestrich PVC-Designplanken verlegt worden. Im Bereich der Stuhlrollen zeichneten sich nach einem Jahr sehr deutlich Blasen und Beulen sowie Ablösungen in dem PVC-Designbelag ab.

### **Schadensursache**

Für jeden Bodenbelag müssen immer die richtigen Stuhlrollen gemäß DIN EN 12529 [57] zum Einsatz kommen. Diese Norm unterscheidet vier Typen von Stuhl- bzw. Möbelrollen, wobei die Typen H und W die wichtigsten darstellen. Für textile Bodenbeläge sind ausschließlich Rollen des Typs H zu verwenden, die eine harte Lauffläche aufweisen. Für den Einsatz auf elastischen Belägen werden grundsätzlich Stuhlrollen des Typs W (weich – Rollen sind zweifarbig) empfohlen. Durch die weiche Rollfläche findet eine Druckverteilung statt und ein Bodenbelagsschaden wird verhindert. Harte Stuhlrollen, die für textile Bodenbeläge empfohlen werden, haben keine druckverteilenden Eigenschaften, das heißt, die auftretenden dynamischen Kräfte werden direkt und ungebremst auf den Bodenbelag gebracht. Durch das Drehen und Walken der falschen Stuhlrollen kam es im Großraumbüro zu Blasenbildung und zur Ablösung der PVC-Designplanken.

### **Schadensbeseitigung**

Die PVC-Designplanken sowie der Klebstoff mussten komplett entfernt werden. Anschließend wurde grundiert, zementär gespachtelt und neue PVC-Designplanken verlegt. Die Stuhlrollen des Typs H wurden durch neue Stuhlrollen des Typs W ersetzt.

### **Das Klebstoffbett trocknet unmittelbar nach dem Klebstoffauftrag ungleichmäßig ab**

Diese Blasen- und Beulenbildung ist aufgrund des ungleichmäßigen Trocknens des Klebstoffbettes besonders tückisch, da Sachverständige die Schadensursache nur mit intensiver Detektivarbeit aufklären können. Die Trocknungsphase des Klebstoffauftrages ist in bestimmten Bereichen weit fortgeschritten, während in anderen Bereichen der Dispersionsklebstoff noch nass ist. Der Bodenbelag baut an den bereits abgetrockneten Stellen nicht die erforder-

liche Haftung zum Untergrund auf. Die Folgen sind Blasen und Beulen sowie Ablösungen des Belages. Für diese Schäden sind vor allem drei Ursachen zu nennen.

Ungleichmäßig saugende Spachtelmassenrandzonen können durch intensive Schleifgänge entstehen. Die polierten Bereiche sind schwach saugend, die nicht polierten Abschnitte dagegen sind saugend. In den schwach saugenden Bereichen braucht der Klebstoffauftrag länger zum Trocknen als in den saugenden Abschnitten. Durch den fachgerechten Einbau der Spachtelmassen mittels Rakel und Stachelwalze können die unterschiedlichen Saugfähigkeiten vermieden werden. Ein nachträgliches Schleifen ist dann meist nicht notwendig.

Durch Wärmeeinwirkung beispielsweise in Fensterräumen lüften die Dispersionsklebstoffe schneller ab als auf der übrigen Fläche. So entsteht hier eine kurzzeitige leichte Haftung der Beläge. Bei raumklimatischen Veränderungen kann so eine Blasenbildung entstehen, im Extremfall lösen sich die Beläge in diesen Bereichen wieder vom Untergrund ab. Bei intensiver Sonneneinstrahlung können diese Schäden nur durch das Abdunkeln der Fensterfronten vermieden werden.

Die Oberflächentemperatur muss bei Fußbodenheizungen gemäß Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [18] zwischen 18 °C und 22 °C betragen. Beim Überschreiten dieser Temperaturen und ungleichmäßigen Oberflächentemperaturen während, vor als auch nach den Bodenbelagarbeiten können ebenfalls die genannten Schäden eintreten.

## 5.11 Schäden durch falsche Klebstoffauswahl und falsche Verarbeitung der Klebstoffe

Zahlreiche Schadensfälle sind auf die Missachtung der Empfehlungen der Klebstoff- und Bodenbelagshersteller zurückzuführen. Die Eignung eines Klebers für einen Bodenbelag richtet sich vor allem nach der Beschaffenheit und Rückenaustrittung des Bodenbelages. Dementsprechend gibt es verschiedene Klebstoffe für PVC-/CV-Beläge, Kautschukbeläge, Linoleum, Kork, Polyolefinbeläge und textile Bodenbeläge. Weiterhin sind bei der Wahl des Klebstoffes die klimatischen Bedingungen, Besonderheiten des Untergrundes und die örtlichen Gegebenheiten zu berücksichtigen. Die Wahl des falschen Klebstoffes kann zu erheblichen Mängeln vor allem der Gebrauchstauglichkeit des Fußbodens führen. Im Punkt 5.10 Blasen und Beulen in elastischen

Bodenbelägen werden einige wesentlichsten Fehler bei der Verarbeitung von Klebstoffen aufgezeigt.

Die folgenden Beschreibungen und Definitionen zum Thema Kleben von Bodenbelägen sollen den Beteiligten zur Orientierung dienen.

## **Vollflächige feste Verklebung**

Bei der vollflächigen, festen Klebung müssen die eingesetzten Klebstoffe eine feste und dauerhafte Verbindung zwischen den Bodenbelägen und dem Fußbodenuntergrund gewährleisten. Die vollflächig verklebten Bodenbeläge können später im Allgemeinen nur mit (teilweise großem) mechanischem Aufwand vom Untergrund abgelöst werden. Die mechanische Ablösung der Beläge hat in nahezu allen Fällen deren Unbrauchbarkeit zur Folge. Sowohl die Spachtelmassen als auch die oberen Randzonen des Untergrundes werden dabei häufig stark beschädigt, sodass die Herstellung einer neuen verlegereifen Unterlage (neue Spachtelung) für die Neuverlegung der Bodenbeläge zwingend notwendig wird. Es ist ein Fehler, nach dem mechanischen Entfernen des Altbelages nicht zu Grundieren und zu Spachteln.

## **Fixierung**

Im Sinne der Erläuterungen zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [20] stellt das Fixieren von Bodenbelägen, aber auch das Klettern, Tackern oder mechanische Befestigen von Bodenbelägen keine fach- und sachgerechte Klebung dar. Deshalb ist zwischen Bauherrn oder Auftraggeber und Bodenleger die jeweilige Verlegemethode zu vereinbaren. Eine Fixierung sollte grundsätzlich den Anspruch erfüllen, dass ein fixierter Bodenbelag ohne größeren Aufwand wieder leicht vom Untergrund entfernt werden kann. Weiterhin sollte sie gewährleisten, dass beim Entfernen des Bodenbelages der Untergrund nicht beschädigt wird. Praktisch ist das leider nicht realistisch, weshalb der Bodenleger den Bauherrn darauf hinweisen muss, dass eine Fixierung nicht die selben technischen Anforderungen erfüllt, wie ein Klebstoff. Das weitaus größere Problem sind aber die Rückstände der Fixierung, die nach dem Entfernen des Bodenbelages auf dem Untergrund verbleiben und sich meist nur aufwändig entfernen lassen. In vielen Fällen lassen sie sich nicht vollständig beseitigen oder der Untergrund wird hierdurch beschädigt, zum Beispiel durch farbliche Veränderungen. Deshalb sollte im Vorfeld über mögliche Schäden und Risiken gesprochen werden. Bei der Fixierung bleibt der Untergrund (weitestgehend) erhalten, ist aber nur wieder für eine erneute Fixierung eines neuen Bodenbelages geeignet. Der alte, mechanisch entfernte Bodenbelag wird zerstört und unbrauchbar. Viele Bauherrn, aber auch Mieter glauben, man könne den

alten, entfernten Belag in einem anderen Zimmer wieder verlegen. Das ist nicht möglich, es sei denn, der Mieter legt keinen Wert auf Qualität. Beim Einsatz von Fixierungen bei textilen Bodenbelägen kann es im Nahtkantenbereich zu hochstehenden Kanten durch Eigenspannungen des Bodenbelages oder zu Fugenbildungen durch Verzüge der textilen Belagsbahnen kommen.

### **Fixierung ließ sich nicht vom CV-Belag entfernen**

#### **Schadensbild**

In einem Wohnzimmer wurde auf einen vorhandenen CV-Belag mit einer Nutzschicht von 0,25 mm mit Zustimmung des Vermieters ein Teppichboden fixiert. Nach neun Jahren waren die Mieter ausgezogen. Der Vermieter verlangte die Wiederherstellung des alten Zustandes, also des vor neun Jahren vorhandenen CV-Belages. Das gelang jedoch nicht, da sich die Reste der Fixierung sich nur zum Teil entfernen ließen.

#### **Schadensursache und Schadensregulierung**

Die Fixierung hatte sich fest im dem CV-Belag verkrallt, sodass eine restlose Beseitigung nicht möglich war. Der Vermieter wurde darüber aufgeklärt, dass der vorhandene CV-Belag nur als Untergrund für die erneute Fixierung eines Oberbelages weiter verwendet werden kann. Daufhin verlangte der Vermieter die Neuverlegung des PVC-Belages zu Lasten des Mieters. Nach dem Merkblatt »Leitfaden zur Ermittlung von Zeitwerten und Wertminderung von Bodenbelägen« [78] hat ein CV-Belag mit einer Nutzschicht bis 0,25 mm eine Nutzungsdauer von 5 bis 15 Jahren. Der theoretische Zeitwert lag demnach bei ca. 25 %. Der Vermieter hat deshalb auf eine Neuverlegung des CV-Belages zu Lasten des Mieters verzichtet und den alten CV-Belag für eine erneute Fixierung für den neuen Mieter freigegeben.

#### **Rutschhemmende Verlegung**

Alternativ zur vollflächigen festen Verklebung und zur Fixierung gibt es die sogenannte **rutschhemmende Verlegung**: Bei der rutschhemmenden Verlegung werden geeignete Teppichfliesen mit einem speziellen Rutschhemmer so auf den Untergrund verlegt, dass die Teppichfliesen jederzeit leicht vom Untergrund entfernt werden können. Der **Rutschhemmer** bildet auf dem verlegereifen Untergrund einen stumpfen Klebefilm aus, der ein seitliches Verschieben der Teppichfliesen verhindert. Der verlegereife Untergrund bleibt vollständig erhalten, ist aber nach dem Entfernen der Teppichfliesen mit dem **Rutschhemmer** verschmutzt. Je nach Rückenkonstruktion der Teppichfliesen

kann der Belagsrücken bei der Wiederaufnahme beschädigt werden und es können Rückstände auf dem Untergrund zurückbleiben.

Sollen geeignete Teppichfliesen rutschhemmend verlegt werden, muss der Planer oder der Architekt in der Ausschreibung ausdrücklich darauf hinweisen (im Ausschreibungstexte muss **wiederaufnehmbare Fixierung** stehen). Bei dieser Art der Verlegung darf der Rutschhemmer nicht zu dick aufgetragen werden und die vorgeschriebene Einlegezeit ist unbedingt einzuhalten. Andernfalls werden die Teppichfliesen fest auf den Untergrund arretiert und der gewünschte Effekt der Rutschhemmung und somit der leichten Entferbarkeit der Teppichfliesen ist nicht mehr gewährleistet.

Die Teppichfliesen mit verdichtetem Filzrücken, textiler Rückseite,vlieskaschierter Schwerbeschichtung (Bitumen, Polyolefin), oder glattem Rücken (PVC-Schwerbeschichtung) werden in erster Linie auf Doppelbodenkonstruktionen mit einem Rutschhemmer verlegt. Diese Teppichfliesen werden auch als SL-Teppichfliesen (selbst liegende) bezeichnet.

## **Teppichfliesen quietschten beim Betreten des Fußbodens**

### **Schadensbild**

SL-Teppichfliesen wurden mit einem Rutschhemmer auf einen Doppelboden verlegt. Nach ca. zwei Monaten traten an einigen Stellen unangenehme Quietschgeräusche auf. Dieser akustische Mangel wurde von den Nutzern reklamiert.

### **Schadensursache**

Bei der Verlegung der SL-Teppichfliesen auf Doppelböden mit einem Rutschhemmer sind die Fugen zwischen den Platten des Doppelbodens so abzukleben, dass kein Rutschhemmer in die Fugen läuft. Gelangt der Rutschhemmer in die Fugen zwischen den Platten, kommt es früher oder später zu unangenehmen Quietschgeräuschen. Die Ursache dafür ist, dass der Rutschhemmer nicht durchhärtet, sondern immer weich bleibt. Durch das Befahren oder Belauen des Doppelbodens reibt sich der Rutschhemmer an den Flanken der Platten und erzeugt so diese Geräusche. Die Fugen brauchen nicht abgeklebt zu werden, wenn man den Rutschhemmer so aufträgt, dass er nicht in die Fugen läuft.

## Schadensbeseitigung

In den betroffenen Bereichen wurden die SL-Fliesen aufgenommen sowie die Platten aus dem Doppelboden entfernt. In die dadurch entstandenen Fehlstellen im Doppelboden wurden neue Platten eingesetzt. Anschließend wurden die ausgebauten SL-Fliesen mit einem geeigneten Rutschhemmer erneut so arretiert, dass kein Rutschhemmer in die Fugen zwischen den Platten laufen konnte.

**Bei einer losen Verlegung des textilen Bodenbelages sind Beulen und Blasen nicht zu vermeiden.**

## Schadensbild

In einem größeren Wohnzimmer wurde ein Teppichboden mit textilem Rücken lose verlegt. Der Nutzer reklamierte Blasen und Beulen im Gehbereich.

## Schadensursache und Schadensbeseitigung

In den Gehbereichen, aber auch durch Luftfeuchtwechsel und durch Witterungseinflüsse können Blasen und Beulen durch Spannungen und Walkbewegungen im lose verlegten Belag entstehen. Wenn der Bauherr oder der Mieter diese Verlegeart wünscht, muss der Bodenleger ihn auf diese mögliche Blasen- und Beulenbildung hinweisen. Dieser Mangel lässt sich nur durch eine nachträgliche Arretierung des textilen Bodenbelages in den kritischen Bereichen am verlegereifen Untergrund verhindern, beispielsweise mit einem Trockenkleber. Das kann auch für die lose Verlegung von elastischen Belägen zutreffen, die in der Baupraxis relativ wenig praktiziert wird.

## 5.12 Schäden an Sockelleisten

Schäden an Sockelleisten sind eher die Ausnahme (Bild 94, Bild 95). Treten sie aber ein, müssen diese Schäden mit teilweise erheblichem Aufwand beseitigt werden. Die Sockelleisten müssen häufig erneuert, die Möbel verschoben und nicht selten muss sogar in diesen Bereichen der Wandputz nachgebessert werden. Besonders ärgerlich sind solche Reklamationen dann, wenn beispielsweise die Ursache für auftretende Wandfeuchten nicht festgestellt werden kann.



**Bild 94** ■ Fachgerecht eingebaute Hohlkehlsockelleiste



**Bild 95** ■ An dieser Sockelleiste muss nachgearbeitet werden.

Um eine fachgerechte Befestigung der Sockelleisten zu ermöglichen, müssen die zulässigen Ebenheitstoleranzen der Estrich- und Wandbereiche mindestens der Zeile 3 bzw. Zeile 6, Tabelle 3, nach DIN 18202 [30] entsprechen. Je nach Steifigkeit der Sockelleisten kann trotzdem ein Abstand zwischen den Sockelleisten und dem Bodenbelag sowie der Wand entstehen. Deshalb müssen bei starren Sockelsystemen besonders vom Gewerk **Wandputzarbeiten** entsprechende Vorgaben gefordert werden. Liegt der Abstand zwischen Sockelleisten und Bodenbelag bzw. Wand innerhalb der zulässigen Ebenheitstoleranzen, kann diesbezüglich jede Mängelrüge abgewiesen werden.

## Fugen zwischen Sockelleisten und Bodenbelag

### Schadensbild

In einem neu errichteten Einfamilienhaus wurden im großen Wohnzimmer PVC-Designbeläge auf einen schwimmenden Zementestrich verlegt. Dekorative Holzsockelleisten wurden an die Wände durch Schrauben befestigt. Nach ca. drei Monaten reklamierte der Bauherr eine Fuge von 4 bis 5 mm zwischen Oberkante Belag und Unterkante Holzsockelleiste.

### Schadensursache und Grundlagen

Bei schwimmenden Zementestrichen sind Randverformungen bindemittelbedingt unvermeidbar, da sich diese Estriche bei der Trocknung und Aushärtung verformen. Besonders kritisch sind beschleunigte Estrichsysteme und Heiz-Zementestrichen. Die Randverformungen sind bei der Beurteilung der Ebenheitstoleranzen zu berücksichtigen. Diese Randverformungen führen zu sichtbaren Absenkungen bei Türdurchgängen (Zargen) und Wandanschlüssen mit Sockelleisten. In Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand Januar 2017 [18] heißt es dazu: »*Es ist bei üblichen Estrichdicken und VOB-gerechter Nachbehandlung mit folgenden Randverformungen zu rechnen:*

- *Absenkung durch Teilflächenbelastung der Dämmsschicht beim Austrocknen des Estrichs*
- *Bleibender Randverformung nach oben nach Trocknung*
- *Absenkung durch Verkehrslast*
- *Kriechen des Dämmstoffes unter Dauerbelastung*

*Mit zunehmender Trocknung geht die Verformung bis auf eine bleibende Restverformung zurück. Restverformungen bis 5 mm sind nicht zu beanstanden.«*

Das bedeutet, der Bauherr muss einen Abstand oder eine Fuge von 5 mm zwischen Oberkante Bodenbelag und Unterkante Sockelleiste als materialbedingte Unregelmäßigkeit hinnehmen.

Die Ablösung von Sockelleisten ist vorrangig auf Verlegefehler aber auch auf zu hohe Wandfeuchten (siehe Abschnitt 3.2.4 Wände) zurückzuführen.

## Ablösung der Teppichsockelleiste

### Schadensbild

Die Teppichsockelleiste im Wohnzimmer eines Einfamilienhauses löste sich nach der Komplettrenovierung von der Wand ab.

### Schadensursache und Schadensbeseitigung

Der Bodenleger hatte die Teppichsockelleisten auf die Tapeten geklebt, die selbst nicht ausreichend fest auf den Wandputz geklebt waren. Durch das Gewicht der Sockelleiste hatte sich die Tapete mit dieser zusammen vom Wandputz gelöst. Die Tapete hätte hier bis Oberkante Sockelleiste abgeschnitten werden müssen, nur dann wäre eine fachgerechte Klebung möglich gewesen. Der Bodenleger musste zu seinen Lasten die Tapete nachträglich im Bereich der Sockelleiste entfernen und die Sockelleiste erneut kleben.

Die folgenden drei Verlegefehler müssen von Sachverständigen beurteilt werden:

Geschraubte und gedübelte Klemmsockelleisten haben größere Spalten zum Boden und stehen teilweise sehr weit von der Wand ab. Hier sind normalerweise die Abstände der Dübelbefestigung zu groß. Bei der Montage von Klemmsockelleisten ist ein Abstand der Dübelhalter von ca. 20 bis 40 cm erforderlich.

In Gebäuden mit großen Klimaschwankungen müssen Linoleum-Belagstreifen in Sockelleisten mit Kontaktklebstoff geklebt werden. Werden diese Belagstreifen nur mit Klebeband in die Sockelleisten geklebt, wird es aufgrund der Belagsspannungen infolge von Temperatur- und Luftfeuchtewechsel zu Belagsablösungen kommen.

Rollsockelleisten aus Kautschuk müssen in den Eckbereichen rückseitig angeritzt werden, um die Eigenspannungen abzubauen. Wird dieser Arbeitsgang versäumt, lösen sich die Rollsockelleisten aus Kautschuk im Bereich der Außenecken später ab.



## 6 Fehler bei der Reinigung und Pflege von Bodenbelägen

Die fach- und sachgerechte Reinigung und Pflege von Bodenbelägen ist ein entscheidender Faktor für die Optik, die Hygiene, die Lebensdauer und die Werterhaltung von Bodenbelägen. Die Wahl eines Bodenbelages hat einen entscheidenden Einfluss auf den Reinigungs- und Pflegeaufwand und somit auch auf die Wirtschaftlichkeit. Entscheidend sind die Berücksichtigung technischer und optischer Faktoren der Bodenbeläge sowie der vorgesehene Verwendungszweck. Um Schäden an den Bodenbelägen durch eine falsche Reinigung und Pflege zu vermeiden, müssen die Angaben und Empfehlungen der Hersteller der Bodenbeläge und der Reinigungs- und Pflegemittelhersteller beachtet werden. Aus diesem Grund hat der Bodenleger die Reinigungs- und Pflegeanleitung gemäß DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [1] an seinen Auftraggeber, den Bauherrn oder den Nutzer zu übergeben. Die Reinigungs- und Pflegeanleitung muss zu einem möglichst frühen Zeitpunkt übergeben werden, beispielsweise im Zusammenhang mit der Belagsauswahl oder der Auftragsbestätigung. Zu diesem Zeitpunkt weiß dann der Auftraggeber, der Bauherr oder der Nutzer bereits, welcher Reinigungs- und Pflegeaufwand auf ihn zukommt und kann deshalb womöglich noch einen anderen Belag auswählen. Die Übergabe der Reinigungs- und Pflegeanleitung mit der Rechnungslegung könnte schon zu spät sein und hat in zahlreichen Fällen zu Problemen und Rechtsstreitigkeiten geführt. Ein Großteil der elastischen Bodenbeläge, besonders der PVC-Beläge, werden mit mannigfaltigen Oberflächenvergütungen geliefert. Deshalb muss der Bodenleger hier immer die aktuellen Reinigungs- und Pflegeanleitungen von den Herstellern anfordern. Häufig sind in diesen Unterlagen zusätzlich vorbeugende Maßnahmen und Hinweise für besondere Nutzungsbedingungen enthalten.

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN Stand 2010 [19] heißt es: *»Reinigungs- und Pflegeanleitungen bzw. -empfehlungen der Belaghersteller oder Hersteller der Oberflächenbehandlungsstoffe bei Korkbelägen etc. sind dem Auftraggeber mit der Auftragsbestätigung, jedoch spätestens unmittelbar vor der Verlegung zu übergeben. Bodenbelagarbeiten beinhalten keine Reinigungs- und Pflegemaßnahmen, diese sind keine Nebenleistungen im Sinne dieser Norm. Bodenbeläge werden im Allgemeinen besenrein übergeben. Es ist Sache des Auftraggebers /Nutzers entsprechend den jeweils gültigen Vorgaben des Belagherstellers den Bodenbelag so zu Pflegen oder Pflegen zu lassen, dass er in jeder Hinsicht dem vorgegebenen Zweck nach Aussehen, Nutzung und Beanspruchung entspricht. Aufgrund der vielen unterschiedlichen werkseitigen Oberflächenbehandlungen von Bodenbelägen ist es zwingend notwendig*

*dem Nutzer die für den eingebauten Bodenbelag gültige Reinigungsempfehlung des Herstellers nachweislich zu übergeben. Durch die Reinigungsmaßnahmen darf der Bodenbelag nicht beschädigt und die Verlegung sowie der Untergrund nicht nachteilig beeinträchtigt werden.«*

Unter Reinigung wird die Beseitigung von Kontakt- und Aerosolschmutz sowie Flecken, also Maßnahmen im Hinblick auf Sauberkeit und Hygiene verstanden. Pflege bedeutet in der Regel eine Beschichtung mit porenlösem, schmutzabweisendem Material, das seidenmatt oder hochglänzend sein kann. Dabei müssen die Reinigungs- und Pflegemittel nicht getrennte Produkte sein, bestimmte Erzeugnisse ermöglichen Reinigung und Pflege in einem Arbeitsgang.

Gemäß Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [19] unterscheidet man für die Reinigung und Pflege von neu eingebauten Bodenbelägen zwischen

- Bauend-/Bauschlussreinigung,
- Basispflege (Einflege, Erstpflege, Beschichtung),
- Unterhaltsreinigung,
- Zwischenreinigung,
- Grundreinigung.

## 6.1 Schadenskompendium

Die hier aufgeführten Schadensbeispiele müssen von Sachverständigen aus der Bodenbelagsbranche häufig bearbeitet werden, betreffen aber für gewöhnlich die Bodenleger nur indirekt. Da hierfür ein umfangreiches Fachwissen erforderlich ist, haben sich spezielle Sachverständige für die Reinigung und Pflege auf diese Problematik spezialisiert. Mit dem folgenden Beispiel werden Sachverständige aus der Bodenbelagsbranche aber immer wieder konfrontiert:

### Stark verschmutzter PVC-Belag

#### Schadensbild

In einer Schule wurde ein neuer PVC-Belag verlegt. Die Schule reklamierte ca. sechs Monate nach der Verlegung die starke Verschmutzung des PVC-Belages.

## Schadensursache

Der Sachverständige hat mit einem Grundreiniger ca. 4 m<sup>2</sup> des verschmutzten PVC-Belages beispielhaft gereinigt. Nach dieser Grundreinigung sah der PVC-Bodenbelag in diesen 4 m<sup>2</sup> aus wie unmittelbar nach der Verlegung. Die Reinigungsfirma hatte offensichtlich nicht fachgerecht und mit falschen Mitteln gearbeitet. Bei der Kontrolle der eingesetzten Reinigungs- und Pflegemittel wurde diese Annahme bestätigt. Der Bodenleger hatte die Reinigungs- und Pflegeanleitung mit schriftlichen Nachweis an den Auftragneber übergeben.

## Schadensbeseitigung

Die Reinigungsfirma hat zu ihren Lasten den Belag grundgereinigt und ab sofort nur noch alle vom Belaghersteller vorgegebenen Reinigungs- und Pflegemittel eingesetzt.

## Kompendium der Fehler bei Reinigung und Pflege

Die folgende Auflistung basiert auf den jahrelangen Erfahrungen zahlreicher Sachverständiger:

- Die Bodenbelagsflächen sehen insgesamt ungepflegt aus und es besteht ein erhöhter Reinigungsaufwand, wenn der Bodenbelag nicht unmittelbar nach der Verlegung bauschlussgereinigt und fachgerecht eingepflegt wurde. Das ist auch der Fall, wenn der Bodenbelag nicht vor Verschmutzungen und Beschädigungen geschützt wurde, der Baustellenverkehr noch teilweise direkt über den neu verlegten Belag abgelaufen ist. Elastische Beläge können mit Folien abgedeckt werden, wenn darauf steife Platten wie beispielsweise Hartfaserplatten gelegt werden. Textile Bodenbeläge lassen sich am besten durch Vliesbahnen schützen.
- Ungeeignete Reinigungs- und Pflegemittel können die Belagsoberfläche angreifen und zu Weichmacherwanderungen führen. Dadurch können beispielsweise auch an jahrelang schadensfrei liegenden PVC-Beläge plötzlich Schrumpfungerscheinungen auftreten, trotz thermischer Verschweißung öffnen sich dann die Nahtbereiche zwischen den PVC-Bahnen oder der PVC-Plattenware.
- Grundsätzlich ist nur mit Unterhaltsreinigern und Grundreinigern zu arbeiten, die für die jeweiligen Bodenbelagsqualitäten vom pH-Wert her geeignet sind. Beim Einsatz von zu stark alkalischen oder zu stark alkoholhaltigen Reinigungsmitteln kann es beispielsweise nach der Grundreinigung eines Linoleum- oder Kautschukbelages zu flächigen Verfärbungen kommen.
- Häufig werden sogenannte Mikro-Kratzer auf PU-Vergütungen reklamiert. Diese Kratzer entstehen durch den Eintrag von Sand und Schmutz unter

dem Schuhwerk. In die feinen Kratzer setzt sich Kontaktschmutz, der sich im Laufe der Zeit dunkel färbt. Dieser Schaden kann durch Sauberlaufzonen verhindert werden. Eine Schmutzfangzone sollte in der Regel 4,5 m lang sein (Bild 96).

- Durch die Grundreinigung müssen bei elastischen Neubelägen alle produktionsbedingten Rückstände und Trennmittel, bei vorhandenen elastischen Belägen der alte Pflegefilm vollständig entfernt werden. Wird das nicht erreicht, wird die Belagsoberfläche fleckig und hat besonders im Randbereich glänzende Stellen. Es entsteht keine einheitlich benetzte Oberfläche und der Pflegefilm zieht sich in Nestern und Pfützen zusammen.
- Nach jeder Grundreinigung und vor jeder neuen Beschichtung muss die grundgereinigte Fläche eines PVC-Bodenbelages ohne werkseitige Vergrütung mit klaren Wasser neutralisiert und anschließend maschinell abgesaugt werden. Dadurch werden Fettrückstände und Rückstände vom Grundreiniger entfernt. Bleiben Rückstände auf der Belagsoberfläche, verhindern diese eine optimale Benetzung des Bodenbelages, die neu aufgetragene Beschichtung perlt nach dem Auftrag von der Oberfläche ab. Erst auf einer fachgerecht vorbereiteten Oberfläche ist eine optimale Benetzung gewährleistet.
- Alkalische Grundreiniger sowie die Spülflotte können in die nicht abgedichteten Fugen eines Fliesen-Kautschukbelages gelangen und hier zu einer chemischen Reaktion mit dem Klebstoff führen. Der Klebstoff verseift und kann den Belag nicht mehr in den Kantenbereichen halten. Dadurch entstehen schon kurz nach der Einpflege Stippnähte. Deshalb sollte hier die chemische Grundreinigung mit möglichst neutralen Reinigern ausgeführt und die Fläche nicht »überflutet« werden, um das das Eindringen des Wassers, des Reinigers oder des Pflegemittels in die Fugen zumindest weitestgehend zu vermeiden. Die Schmutzflotte sollte rasch von der Belagsoberfläche aufgenommen werden, am besten durch absaugen und trocken wischen.
- Bei Linoleumbelägen ist die Grundreinigung, Einpflege und Unterhaltsreinigung ausschließlich nur mit für Linoleum ausgelobten Produkten durchzuführen. Die geeigneten Mittel dürfen einen pH-Wert von maximal 9 besitzen. Wird beispielsweise auf einen Linoleumbelag ein Grundreiniger mit zu hoher Alkalität aufgetragen, wird das Oberflächenfinish des Belages angegriffen und es entsteht eine Abpuderung auf der Belagsoberfläche. In der Regel ist eine nasschemische Reinigung bei einem neu verlegten Linoleumbelag nicht notwendig. Wird trotzdem eine Grundreinigung durchgeführt, ist ein gründliches Neutralisieren der gereinigten Fläche unabdingbar. Durch die Verwendung von stark alkalischen oder alkoholhaltigen Unterhalts- bzw. Grundreinigern kommt es zur Bildung von Leinölseifen.

Die Folge ist die Freisetzung von Carbonsäuren, die zu einer Geruchsbelästigung (Fischgeruch) führen kann.

- Wenn auf elastischen Bodenbelägen eine Gelbverfärbung sichtbar wird, handelt es sich hier um das sogenannte Produktionsgilb, oder die Beläge wurden mit einem zu alkalischen Grundreiniger (pH-Wert > 12) gereinigt, oder der Grundreiniger ist in Bereichen mit starker Sonneneinstrahlung bereits vor der Neutralisation abgetrocknet. Das Produktionsgilb verschwindet üblicherweise je nach Intensität der UV-Strahlung nach einer gewissen Zeit für immer. Deshalb ist der Grundreiniger nach Herstellerangaben zu verwenden, beziehungsweise die Bereiche mit starker Sonneneinstrahlung sind während der Einwirkzeit feucht zu halten.
- Bei der Dosierung des Wischpflegemittels sind die Herstellerangaben genau zu beachten. Wird beispielsweise das Wischpflegemittel regelmäßig überdosiert, kann man auf der Oberfläche des elastischen Belages deutlich Wisch- und Trittspuren erkennen und die Belagsoberfläche zeigt sich immer schmieriger und rutschiger. Die klebrige Schicht auf der Oberfläche wirkt auf den Schmutz wie ein Magnet und vom Nutzer wird zu Recht das hohe Anschmutzverhalten des Bodenbelages beanstandet.
- Die Einflegeschicht ist in einem gleichmäßigen Film ohne Pfützenbildung und ohne Wischspuren aufzubringen. Dabei sind die empfohlenen Auftragsgeräte einzusetzen. Andernfalls kommt es zu Pfützen- und Schlierenbildung und die Belagsoberfläche verliert ihr einheitliches Bild.
- Designbeläge können auf Dauer auch dann ohne Zwischenreinigung sauber gehalten werden, wenn sie durch zweistufiges Wischen unter Verwendung eines Doppelfahr-Eimers behandelt werden. Mit einem Baumwollmopp ist die Reinigungsflotte in einem Teilbereich vorzulegen. Die Reinigungsanteile können in der Zeit, in der der Mopp ausgewaschen und ausgepresst wird, den Schmutz lösen. Durch Nachwischen wird der gelöste Schmutz entfernt. Da Baumwolle Feuchtigkeit aufnehmen und transportieren kann, sollten Reinigungsmopps aus Baumwolle denen aus Kunstfasern vorgezogen werden. Bei dieser Vorgehensweise werden wolkige und in den Vertiefungen der Oberflächenprägung auftretende Schmutzeinlagerungen in den Designbelägen vermieden.
- Wird ein textiler Bodenbelag nach einer Nassreinigung zu früh begangen, kann der dadurch eingetragene Schmutz sofort wieder an den Fasern haften. Der Bodenbelag schmutzt relativ schnell wieder an und es bilden sich sogenannten Laufstraßen. Deshalb sind textile Bodenbeläge nach einer Nassreinigung erst vollständig abtrocknen zu lassen, bevor sie wieder begangen werden. Es kann sinnvoll sein, nach einer nassen Teppichreinigung den textilen Belag mit einem Teppichschutzprodukt zu imprägnieren. Bei einer Nassreinigung sollte der Teppichboden auf keinen Fall völlig durchnässt werden. Beim völligen Durchnässen kann es zur Wellen- und

Beulenbildung im textilen Belag kommen, beispielsweise, wenn der Teppichklebstoff angelöst wurde. Bei wasserempfindlichen Verlegungen ist eine Trockenreinigung als Alternative zu wählen.

- Grundsätzlich dürfen Teppichböden nur dann mit einer Pulverreinigung gereinigt werden, wenn sie auch dafür geeignet sind. Andernfalls wird die Faser verfilzt und beschädigt. Dieser Schaden wird noch dadurch intensiviert, wenn im Bürstenreinigungsgesetz nicht die für den Teppichboden geeigneten Bürsten eingebaut waren.
- Wenn der Floor eines Teppichbodens stellenweise zu hart geworden ist, kann das mehrere Ursachen haben. Der Teppichboden wurde mit einer Shampooierung zu intensiv bearbeitet, das Reinigungskonzentrat oder die Shampooierflüssigkeit wurde zu stark dosiert und die Fußbodenheizung wurde bei der Nassreinigung nicht abgestellt. Bei der Shampooierung ist immer auf eine geeignete Bürste und ein geeignetes Gerät sowie die richtige Verdünnung des Reinigungskonzentrates zu achten. Bei jeder Nassreinigung ist darauf zu achten, dass die Fußbodenheizung rechtzeitig abgestellt wird und nach der Nassreinigung der Bodenbelag weitestgehend abgetrocknet ist, bevor die Fußbodenheizung wieder angestellt wird.
- Auf einen geeigneten Untergrund fixierte textile Bodenbeläge sollten grundsätzlich nicht nass oder feucht gereinigt werden. Eine Haftfixierung kann einen durch Feuchteeinfluss schrumpfenden Teppich nicht in Form halten, es bilden sich dann deutlich sichtbare Fugen zwischen den einzelnen Bahnen. Nur wenn eine Freigabe vom Belaghersteller vorliegt, darf beispielsweise eine Sprüh-Extraktionsreinigung durchgeführt werden. Das Hauptärgernis bei fixierten Teppichböden auf vorhandenen PVC-Belägen besteht immer dann, wenn der PVC-Belag nach dem Entfernen des Teppichbodens wieder nutzbar gemacht werden soll. Die Fixierung lässt sich selbst nach längerer Einwirkzeit mit einem geeigneten Reinigungsmittel nicht oder nicht vollständig entfernen. Durch die Wechselwirkung mit den Weichmachern aus dem PVC-Belag wurde die Reemulgierbarkeit der Fixierung entscheidend eingeschränkt. Um diese Wechselwirkung abzumindern, muss der vorhandene PVC-Belag mit einer Hartversiegelung eingepflegt werden, bevor eine Fixierung des Teppichbodens durchgeführt wird.
- Zu den größten Ärgernissen kommt es immer dann, wenn in den Bodenbelägen Verfärbungen und Fleckenbildungen auftreten. Für diese Reklamationen gibt es mehrere Ursachen. In einem Autohaus oder in einem Fahrradgeschäft zeigen sich auf neu verlegten Kunststoffbelägen häufig dunkelbraune Verfärbungen. Gummiräder hinterlassen auf dem Kunststoffbelag farbliche Veränderungen in Form von Profilspuren. Diese entstehen durch Farbmigration und lassen sich für gewöhnlich nicht mehr entfernen. Der Bodenleger hat bezüglich dieser warentypischen Eigenschaft eine Hinweispflicht gegenüber dem Bauherrn und dem Nutzer. Der Bauherr oder

- der Nutzer können durch geeignete Unterlagen im Standbereich der Räder, beispielsweise durch Metall- oder Plexiglasschoner, diese Verfärbungen verhindern. Zum Färben von Haaren werden Oxydationsmittel und Nichtoxydationsmittel eingesetzt. Wenn diese Substanzen in einem Friseursalon auf den elastischen Bodenbelag tropfen und nicht sofort entfernt werden, kann es zur Fleckenbildung kommen. Diese Schäden können durch eine zusätzliche Einpflege des Belages mit einem flecken- und verfärbungsresistenten PU-Siegelsystem vermieden werden. Hand- und Sprühdesinfektionsmittel werden in Arztpraxen und Krankenhäusern verwendet. Durch Heruntertropfen von Handdesinfektionsmitteln können auf dem Bodenbelag weiße Flecken entstehen. Durch die feine Vernebelung von Sprühdesinfektionsmitteln kann es zu einer Klebrigkeits- und starken Anschmutzung kommen. Der Pflegefilm wird in beiden Fällen angegriffen und dauerhaft beschädigt. Um das zu verhindern, sind geeignete permanente Versiegelungen einzusetzen, die besonders gegen diese Beanspruchung beständig sind. Bei PVC-Belägen muss hier grundsätzlich eine desinfektionsmittelbeständige Polymerdispersion eingesetzt werden.
- Flecken auf textilen Bodenbelägen sollten immer relativ zeitnah entfernt werden. Die Fleckenentferner sind prinzipiell an einem Reststück des textilen Belages oder an unauffälligen Stellen zu testen, um die Farbechtheit des Belages festzustellen und so Verfärbungen zu vermeiden. Bei der Fleckenentfernung (Detachur) sind stark saugfähige Tücher zu verwenden, außerdem darauf zu achten, dass ein Fleck immer von außen nach innen – möglichst durch Tupfen – behandelt wird. Unkontrolliertes Reiben auf dem Fleck, ob kreisförmig oder hin und her, führt meist nicht zur Beseitigung, sondern zur Vergrößerung. Der Fleckenentferner sollte nach der Behandlung immer mit lauwarmen Wasser aus der Faser entfernt werden. Die Hinweise des Herstellers des Fleckenentferners sind zwingend zu beachten.



**Bild 96** ■ Durch Sauberlaufzonen lässt sich im Objektbereich viel Ärger bei der Reinigungsproblematik verhindern.



# 7 Mängel an Bodenbelägen

## 7.1 Grundlagen für die Auswahl

Bodenbeläge müssen nach dem vorgesehenen Verwendungszweck ausgewählt werden. Der Zweck und die Beanspruchung der fertigen Verlegeleistung und somit auch des Bodenbelags ist vom Bauherrn in Abstimmung mit seinem Planer anzugeben. Die daraus resultierende Beanspruchungsklasse des Bodenbelages ist auszuweisen. Gemäß DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN [3] müssen in der Leistungsbeschreibung auch die besonderen Anforderungen an die Bodenbeläge enthalten sein. Dabei handelt es sich unter anderem um hohe mechanische, thermische und chemische Einwirkungen, aber auch um erhöhte optische Anforderungen. Natürlich spielen auch die Ansprüche an das Ambiente eine wichtige Rolle, wie beispielsweise das Einfügen des Bodenbelages in ein architektonisches Gesamtarrangement. Detaillierte Angaben müssen auch zu den sogenannten Zusatzeignungen wie Stuhlrolleneignung, Brandverhalten, Treppeneignung, Feuchtraumeignung, elektrische Ableitfähigkeit usw. gemacht werden. So ist beispielsweise bei den gewählten Stuhl- und Möbelgleitern auf deren Eignung für den jeweiligen Bodenbelag zu achten. Der Bauherr sollte auch bereits im Vorfeld darüber aufgeklärt werden, welchen Reinigungs- und Pflegeaufwand der gewünschte Bodenbelag erfordert. Für manche Bauherrn war der Reinigungs- und Pflegeaufwand ein Grund dafür, sich für einen anderen als den gewünschten Bodenbelag zu entscheiden, besonders im gewerblichen Objektbereich. Je umfangreicher und detaillierter die Angaben im Hinblick auf die Anforderungen für die Auswahl des gewünschten Bodenbelages sind, umso geringer sind im Normalfall die späteren Reklamationen und Enttäuschungen. Bauherr, Planer und Bodenleger stehen hier gemeinsam in der Verantwortung. Sie müssen vergleichen, ob die Eigenschaften des gewählten und gewünschten Bodenbelages den Anforderungen in den jeweiligen Räumlichkeiten gerecht werden, das heißt, ob der Bodenbelag auch tatsächlich für die vorgesehene Verwendung und Nutzung ausreichend ist. Nicht selten muss hier ein Kompromiss gefunden werden, den idealen Bodenbelag, der auch noch kostengünstig ist, gibt es nicht. Entscheidend sind hier die Aussagen und Hinweise der Belagshersteller. Sie machen beispielsweise Aussagen über die kennzeichnenden Merkmale, die bauphysikalischen Eigenschaften, die Umwelteigenschaften, Allergiker-eignung und vieles weitere.

### 7.1.1 Elastische Bodenbeläge

Für elastische Bodenbeläge werden Räumlichkeiten nach DIN EN ISO 10874 [4] (früher EN 685) klassifiziert, die sich in den Anforderungen an die Bodenbeläge widerspiegeln. Eine Besonderheit ist bei PVC-Belägen zu beachten. Nutzschichten können hier sehr unterschiedliche Verschleißeigenschaften haben. Europäische Normen unterschieden diese bisher nach der Prüfung des Verschleißwiderstandes nach

- EN 660 Teil 1: Verfahren Stuttgart, Kriterium: Abnutzungstiefe in mm,
- EN 660 Teil 2: Verfahren Frick Taber, Kriterium: Volumenverlust in mm<sup>3</sup>.

Der sogenannte Frick-Taber-Test lieferte jedoch keine reproduzierbaren Ergebnisse und litt laut dem Fachverband der Hersteller elastischer Beläge e.V. (FEB) unter Präzisionsproblemen. Deshalb wurde eine neue Methode zur Bestimmung der Abriebfestigkeit von elastischen Bodenbelägen erarbeitet. Das Ziel war hier die Ermittlung genauer und reproduzierbarer Angaben zur Bestimmung der Abnutzung eines elastischen Bodenbelages. Da ein homogener Belag hinsichtlich der täglichen Nutzung und Beanspruchung andere Qualitätskriterien in der Zusammensetzung des Belages erfüllen muss als ein heterogener Belag, wurden zwei neue Normen eingeführt:

- DIN EN ISO 10581:2014-02 ELASTISCHE BODENBELÄGE – HOMOGENE POLY(VINYLCHLORID)-BODENBELÄGE – SPEZIFIKATION (ISO 10581:2011); DEUTSCHE FASSUNG EN ISO 10581:2013,

**Tabelle 2** ■ Typ-Klassen für homogene PVC-Beläge nach EN 10581 [61]

Typ	Bindemittelgehalt
I	≥55 %
II	≥35 % bis 55 %
III	≥25 % bis <35 %

- DIN EN ISO 10582: 2018-04 ELASTISCHE BODENBELÄGE – HETEROGENE POLY(VINYLCHLORID)-BODENBELÄGE – SPEZIFIKATIONEN (ISO 10582:2017); DEUTSCHE FASSUNG EN ISO 10582:2018.

**Tabelle 3** ■ Typ-Klassen für heterogene PVC-Beläge nach EN 10582 [62]

Typ	Anteil Bindemittel in der Nutzschicht
I	>80 % Massegehalt
II	>30 % Massegehalt

Die Grundlage zur Bewertung für beide Normen ist also der Masseanteil von Bindemitteln bei der Produktzusammensetzung. Dieser Anteil ist entscheidend für viele qualitative Eigenschaften von PVC-Belägen und besteht aus Polyvinylchlorid, Harz, Weichmachern und Stabilisatoren. Typ I steht für den höchsten Gehalt an Bindemitteln und somit für das beste Verschleißverhalten. Seit Februar 2014 – nach einer 30-monatigen Übergangsfrist – wurde die EN 649 vollständig durch die EN ISO 10581 und EN ISO 10582 ersetzt. Deshalb dürfen bei der Bewertung und Nutzung der Verschleißklasse von PVC-Belägen nur noch die Typ-Angaben der neuen Normen verwendet werden.

Andere Typen elastischer Beläge werden nicht nach ihrem Verschleißwiderstand klassifiziert, weil es keine gravierenden Unterschiede in der Verschleißfestigkeit gibt. Linoleum wird nach der Gesamtdicke klassifiziert. Kautschuk-Bodenbeläge werden je nach Aufbau den Kriterien homogen oder heterogen, nach Gesamtdicke oder Nutzschichtdicke klassifiziert, Kork-Bodenbeläge nach dem Raumgewicht des Korks. Für alle elastischen Bodenbeläge gilt, dass sie beispielsweise für alle Räume der Klasse 32 geeignet sind, wenn sie die Anforderungen an Klasse 32 erfüllen.

## Beispiel

Für einen Bürraum wird ein Kunststoff-Bodenbelag gewünscht. Nach DIN EN ISO 10874 [4] ist ein Bürraum als Einzelbüro mit normaler Beanspruchung der Klasse 32 zugeordnet. Gewählt wird ein homogener PVC-Belag, ausgeschrieben wird ein Bodenbelag Klasse 32. Damit sind alle Anforderungen an den Bodenbelag beschrieben. Das schließt ein, dass ein solcher Bodenbelag stuhlrollengeeignet ist und die Nähte verschweißt werden können. Weitere Zusatzeignungen müssen festgelegt werden, wie beispielsweise die Beständigkeit gegen bestimmte Chemikalien. Für das Leistungsverzeichnis genügt somit folgender Text:

- Bodenbelag aus PVC, homogen nach DIN EN ISO 10874, Klasse 32,
- Verschleißklasse Typ 1,
- Baustoffklasse nach DIN 4102 B 1 bzw. Europäische Klasse Cfl,
- Beständig gegen Desinfektionsmittel,
- Farbe.

Der Hinweis auf die europäische Spezifikation DIN EN ISO 10874 [4] schließt auch ein, dass der Bodenbelag die allgemeinen Grundanforderungen wie Toleranzen der Dicke, Lichtheit, Maßbeständigkeit, Eindruckverhalten usw. einhält.

### 7.1.2 Textile Beläge

Die Auswahl der textilen Bodenbeläge hängt im Wesentlichen von der Nutzungsart der jeweiligen Räumlichkeiten ab, allerdings auch in Abstimmung mit der sonstigen Raumausstattung nach Struktur, Farbe, Kosten, Haltbarkeit, Elastizität, Druckfestigkeit, Trittsicherheit sowie der erforderlichen Reinigung und Pflege. Außer den optischen Eigenschaften müssen textile Beläge auch ganz speziellen Anforderungen genügen, wie beispielsweise Antistatik-, Stuhlrollen-, Treppen- oder Feuchtraumeignung, weshalb sie auch in EDV-Räumen, Sportstätten und sogar im Außenbereich eingesetzt werden können.

Bei der Nutzungsart wird grundsätzlich zwischen Privatbereich und Objektbereich unterschieden. Zum Objektbereich gehören unter anderen alle geschäftlich genutzten Räume. Über die möglichen Verwendungsbereiche und die Nutzungsintensität gibt die Verschleißprüfung Auskunft. Bei dieser Prüfung wird die Aussehensveränderung und die Strapazierfähigkeit ermittelt. Der Verschleißwiderstand eines textilen Belages hängt u. a. von der Faserart, der Konstruktion und dem Polschichtgewicht ab. Diese Prüfung stellt die Grundlage für die Einstufung des geprüften textilen Belages in fünf Beanspruchungsklassen 21, 22, 22+/31, 32 und 33 dar, die Bauherrn, Planern und Bodenlegern die Auswahl erleichtern sollen. Die Beanspruchungsklassen sind feststellbar an einer zweistelligen Ziffer in dem jeweiligen Piktogramm. Dabei unterscheidet die erste Ziffer zwischen Wohn- (2) und Objektbereich (3). Bodenbeläge für den Privatbereich werden den Klasse 21 und 22 zugeordnet, während in den Klassen 32 und 33 die Objektbeläge aufgeführt sind.

Die empfohlenen Einsatzbereiche und die Nutzungsintensität werden wie folgt gegliedert:

- Haus 21: gering (Schlafzimmer),
- Haus 22: mittel (Schlaf-, Gäste-, Ess- und Wohnzimmer),
- Haus 22+: stark (Stark beanspruchte Wohnzimmer, Diele/Eingangsbereich, Arbeits- und Kinderzimmer, Hotelzimmer sowie alle übrigen Wohnräume),
- Haus 32: intensiv (Büro, Kanzlei, Verkaufsraum, Restaurant, Konferenzraum sowie alle Wohnräume),
- Haus 33: stark (Besonders beanspruchte Büros, Restaurant, Veranstaltungsflächen, Warenhaus, Empfangs- und Schalterraum sowie alle Wohn- und weniger beanspruchte Geschäftsräume).

Bei den Beanspruchungsklassen gibt es noch die Klassen 41 bis 43, die ausschließlich für Beläge im Industriebereich mit sehr intensiver bzw. extremer Beanspruchung gelten.

Die Bezeichnungen Strapazierwert und Komfortwert entsprechen nicht mehr den aktuellen Normen. Es sind die Bezeichnungen Beanspruchungsklasse und Komfortklasse anzuwenden.

Gemäß DIN EN 1307 [63] werden textile Bodenbeläge in fünf Komfortklassen LC 1 bis LC 5 eingeteilt (LC = Luxury Class). Diese Einteilung erfolgt nach dem Flächengewicht ihrer Nutzschicht.

Die schallschluckende Wirkung der textilen Bodenbeläge hat einen positiven Einfluss auf die Trittschalldämmung. In Abhängigkeit von der jeweiligen Komfortklasse kann nach DIN EN 1307 Anhang D [63] vereinfachend von folgender Trittschallverbesserung ausgegangen werden:

- LC 1:  $\geq 10$  dB,
- LC 2:  $\geq 20$  dB,
- ab LC 3:  $\geq 25$  dB.

Neben der Trittschallverbesserung werden textile Beläge bekanntlich wegen des angenehmen warmen Gefühls beim Betreten, bedingt durch die geringe Wärmeleitfähigkeit, geschätzt.

### Beispiel für einen Ausschreibungstext

Textiler Bodenbelag für den gewerblichen Bereich

Beanspruchungsklasse	gewerblich – stark 33
Komfortklasse	LC 1 einfach
Herstellungsart	gewebt
Art der Nutzschicht	Schlinge
Material der Polnutzschicht	100 % Polyamid
Grundgewebe	PES/PP
Rückenausrüstung	Appretur
Gesamtgewicht	ca. 1 490 g/m <sup>2</sup>
Gesamtdicke	ca. 4,1 mm
Polschichtgewicht	ca. 275 g/m <sup>2</sup>
Poleinsatzgewicht	ca. 480 g/m <sup>2</sup>
Polschichtdicke	ca. 1,7 mm
Pol-Rohdichte	ca. 0,16 g/cm <sup>2</sup>
Noppenzahl	ca. 120 000 /m <sup>2</sup>
Trittschallverbesserungsmaß	ca. 20 dB
Brennverhalten	Cfl-s1 (B 1) verklebt
Wärmedurchlasswiderstand	$\leq 0,10$ m <sup>2</sup> K/W
Lichtechtheit	$\geq 5$
Wasserechtheit	$\geq 4$
Stuhlrollengeignet	ja

Antistatisch	ja
Fußbodenheizungsgeeignet	ja
Treppeignung	ja

Der textile Bodenbelag muss alle umweltrelevanten Anforderungen erfüllen.

### 7.1.3 Mängel durch falsche Auswahl

#### Wahl einer falschen Klasse

Es liegt auf der Hand, dass falsch eingesetzte Bodenbeläge, die den Anforderungen der jeweiligen Beanspruchungsklasse nicht genügen, zu vorzeitigen Schäden führen können. Werden Bodenbeläge für einen bestimmten Verwendungszweck nicht den Anforderungen entsprechend ausgeschrieben oder angeboten, so haftet derjenige, der für die Ausschreibung oder das Angebot verantwortlich ist, so als wäre vom Hersteller eine mangelhafte Ware geliefert worden. Der Sachverständige wird sich im Schadensfall damit auseinandersetzen müssen, ob der verlegte Bodenbelag für den jeweiligen Verwendungszweck geeignet ist und die gestellten Anforderungen tatsächlich erfüllt. Wenn das nicht der Fall ist, muss untersucht werden, wer für diese Abweichung verantwortlich ist. Planungsfehler werden nicht nur von Planern und Architekten begangen, auch Bodenleger planen und beraten falsch. Besonders im Privatbereich übernehmen Bodenleger häufig die Rolle des Planers und tragen somit die volle Verantwortung für die erbrachte Bauleistung.

#### Farben und Musterungen

Ein nicht seltener Anlass zu Beanstandungen beruht auf der Wahl ungeeigneter Farbstellungen und Musterungen.

#### Schadensbild

In einer großen Eingangshalle eines Bankgebäudes wurde ein sehr heller, grauer Teppichboden verlegt. Der Nutzer beanstandete die schnelle und extreme Anschmutzung des Teppichbodens.

#### Schadensursache und Schadensverhütung

Einer der Hauptfehler bei der Planung von Bodenbelägen ist die Verwendung heller Bodenbeläge in Eingangsbereichen. Auch wenn Schmutzfangmatten ausgelegt werden, sind zu helle Bodenbeläge bei direktem Schmutzeintrag von außen oder von angrenzenden Räumen ein ständiges Ärgernis, weil

sie einfach nicht sauber zu halten sind. Stark schmutzanfällig sind textile Bodenbeläge, die zwar einen gedeckten Gesamteindruck machen, die in der Musterung aber kleine weiße Anteile haben. In Eingangsbereichen sollten Bodenbeläge verlegt werden, die eher eine dunklere, gedeckte Farbe und keine auffällige Musterung haben.

Musterungen spielen auch eine Rolle, wenn es bei textilen Bodenbelägen um Laufstraßen geht. Insbesondere kleine Musterungen können durch Faserverlagerung unscharf werden und bei dem Bodenbelag eine starke Aussehensveränderung herbeiführen.

## 7.2 Maßabweichungen

Maßabweichungen im Sinne der Normen sind entweder Abweichungen von den in Normen festgelegten Sollmaßen oder von den vom Hersteller als Richtwert angegebenen Nennmaßen. Für die wesentlichen Maße gibt es zulässige Toleranzen.

### 7.2.1 Verlegetechnisch relevante Toleranzen für elastische Bodenbeläge

In den folgenden Abschnitten werden Toleranzen für elastische Bodenbeläge behandelt, insbesondere solche, die sich auf ihre Maßhaltigkeit beziehen. Dazu gehören Abmessungen, Geradheit von Kanten, Rechtwinkeligkeit und anderes, was für die Verlegung der Bodenbeläge von Bedeutung ist. Bei der Planung, Verlegung und bei der Beurteilung einer Belagsverlegung muss in Betracht gezogen werden, dass es diese Toleranzen gibt.

#### Dickentoleranzen

Für die Dicke der Bodenbeläge werden vom Hersteller Nenndicken in Millimeter angegeben. Von dieser Nenndicke sind Abweichungen erlaubt. Nach der jeweiligen Prüfnorm werden von einer Anfertigung (Charge) Proben gezogen und untersucht. Aus der Dickenmessung der einzelnen Prüfkörper – bei Bahnen erfolgen zum Beispiel 10 Messungen – wird der Mittelwert der Ist-Dicke errechnet. Der Mittelwert darf, je nach Bodenbelag, zwischen  $-0,10/+0,13$  mm und  $\pm 0,20$  mm vom Nennwert abweichen. Einzelwerte einer Messreihe dürfen noch weiter abweichen.

Bei der Verlegung gleicher Bahnen oder Platten aus einer Charge (Anfertigung) führt das zu keinen besonderen Problemen, wenn nach den Regeln des Fachs

verlegt wird, die besagen, dass grundsätzlich Rollen in der Folge der Rollennummern, Platten in der Folge der Kartonnummern entweder auf- oder absteigend verlegt werden müssen. Das gilt auch für den Fall, dass die Nummernfolge unterbrochen ist. Der Hintergrund dafür ist, dass bei der Fabrikation keine plötzlichen Dickensprünge auftreten können. Über längere Abstände – immerhin kann eine Charge weit über 1000 m lang sein – kann die Dicke jedoch im Rahmen der Toleranzen auch innerhalb einer einzigen Anfertigung schwanken. Bei Beachtung dieser Grundsätze sollte es zwischen Bahnen oder Platten nach der Verlegung keine Höhenunterschiede bzw. Überzahnungen geben, die innerhalb der vollen Spannweite der Plus- und Minustoleranzen liegen. Überzahnungen von beispielsweise 0,25 mm bei homogenen PVC-Bodenbelägen sollten nicht vorkommen. Dagegen wäre eine Überzahnung von bis zu etwa 0,15 mm im Rahmen der technischen Möglichkeiten nicht zu beanstanden.

Wenn Bodenbeläge verschiedener Farben aneinandergelegt werden sollen, zum Beispiel wenn Friese eingearbeitet, verschiedenfarbige Flächen angelegt oder verschiedenfarbige Platten kombiniert werden sollen, so ist davon auszugehen, dass diese aus verschiedenen Anfertigungen stammen. Bei solchen Verlegungen muss mit Überzahnungen gerechnet werden, die die volle Bandbreite der Toleranz umfassen. Bei Nahtabdichtungen können solche Überzahnungen – theoretisch wären bis zu 0,5 mm möglich – Schwierigkeiten beim Abstoßen der Schmelz- oder Schweißdrähte bereiten.

Wenn Bodenbeläge aus verschiedenen Anfertigungen aneinander verlegt werden sollen, muss das bei der Bestellung ausdrücklich vermerkt und Chargen mit geringen Dickenunterschieden müssen ausgewählt werden.

### **Toleranzen für die Geradheit der Kanten und Rechtwinkeligkeit von Platten**

Die Geradheit von Kanten wird danach beurteilt, inwieweit diese von einer geraden Stahlkante abweicht. Die zu prüfende Platte wird in einem genau rechtwinkligen Stahlwinkel an einem Schenkel angelegt. Mit einer Fühlerlehre wird der größte Abstand zwischen der Stahlkante und der Plattenkante gemessen. Bei konkaver Plattenkante liegen die Enden der Platte an der Stahlkante an, bei konvexer Plattenkante besteht ein Spalt zwischen den Plattencken und der Stahlkante. Daneben gibt es auch die Möglichkeit, dass die Plattenkante wellenförmig von der Geraden abweicht. Der größte Abstand zwischen der Platte und der Stahlkante wird mit der Fühlerlehre gemessen. Die zulässigen Toleranzen sind für alle Formen der Abweichung gleich.

Die gemessenen Abweichungen müssen im Verhältnis zur Plattengröße beurteilt werden. Von diesen sind somit auch die unterschiedlichen Toleran-

zen abhängig. Bei PVC-Bodenbelägen mit einer Kantenlänge von >400 mm beträgt die zulässige Abweichung  $\geq 0,35$  mm. Im ungünstigsten Fall können zwei Platten dieser Abweichung nebeneinanderliegen. Die Fugenbreite würde dann 0,7 mm betragen. Berücksichtigt man, dass Platten nicht absolut dicht gestoßen werden können, muss davon ausgegangen werden, dass sogar Fugen  $>0,7$  mm auftreten können. Solche Fugen treten üblicherweise vereinzelt auf und sind als warentypische Eigenschaften nicht zu beanstanden.

Die Rechtwinkeligkeit von Platten wird nach dem gleichen Prinzip gemessen. Eine Kante der Platte wird genau an einen Schenkel des Stahlwinkels angelegt. Nun wird der Abstand zwischen der zweiten Plattenkante und dem Schenkel des Winkels gemessen. Die zulässigen Toleranzen sind die gleichen wie für die Geradheit der Plattenkanten. Auch durch Abweichungen von der Rechtwinkeligkeit können Fugen zwischen den Platten entstehen.

Fugen zwischen den Platten sind unvermeidbar. Wenn sie nicht wesentlich über der doppelten Toleranz der Platten bei Anlieferung liegen, sind sie nicht zu beanstanden.

## Toleranzen für Kantenlängen

Für die Plattengrößen werden vom Hersteller Nennmaße angegeben. Die zulässigen Toleranzen beziehen sich auf diese Nennmaße. Kantenlängen von Platten können bei Kunststoff-Bodenbelägen bis zu 0,5 mm, bei Kork sogar bis 1,0 mm vom Nennmaß abweichen. Die Folge dieser Abweichung ist, dass bei der Verlegung nicht immer genaue Kreuzfugen eingehalten werden können. An den Eckstößen ergeben sich Versätze. Sie können auch durch Unebenheiten im Untergrund verursacht werden. Der Bodenbelag schmiegt sich den Unebenheiten an und wird praktisch verkürzt. Die Abweichungen der Kantenlänge können sich bei der Verlegung von Platten auch addieren, wenn die Platten in Reihen verlegt werden.

In der Verlegepraxis wird das Risiko der Versätze durch Maßnahmen bei der Verlegung vermindert. Grundsätzlich sollen Platten nicht in Reihen aneinandergelegt werden. Nach dem Einmessen des Schnittpunktes im Raum werden die Platten stufenförmig verlegt. Zusätzlich können sie durch Drehen um 90 Grad im Schachbrettmuster verlegt werden. Da Platten oft in beiden Ausdehnungen unterschiedliche Abweichungen vom Nennmaß haben, kann dies durch eine solche Verlegeweise ausgeglichen werden. Die Verlegung im Schachbrettmuster ist jedoch aus optischen Gründen nicht immer erwünscht. Die Akzeptanz dieser Verlegung unterliegt auch modischen Schwankungen. Der Bodenleger wird auch im Rahmen der Möglichkeiten durch bewusste

Bildung von kleinen Fugen und unter Umständen durch Nachschneiden einzelner Platten dafür sorgen, dass keine allzu auffallenden Versätze auftreten.

Versätze an Kreuzfugen von Platten sind aufgrund zulässiger Toleranzen nicht völlig vermeidbar. Sie sind bis zu einem sich aus den Toleranzen ergebenden Maß nicht zu beanstanden.

### **Maßänderung durch Wärmeeinwirkung**

Elastische Bodenbeläge, insbesondere kalandrierte (in Walzwerken hergestellte) Bodenbeläge beinhalten sogenannte eingefrorene Spannungen. Diese Spannungen sind vergleichbar mit einem Gummiband, dass gestreckt und im gestreckten Zustand unterkühlt wird. Das Gummiband wird starr und behält seinen gestreckten Zustand bei. Wird das Gummiband wieder erwärmt, kehrt es zu seiner ursprünglichen Länge zurück; es entspannt sich.

Ähnlich verhält es sich mit den eingefrorenen Spannungen im Bodenbelag. Zur Prüfung werden Proben unter festgelegten Bedingungen erwärmt und deren Maßänderung wird gemessen. Die Produktspezifikationen erlauben bis zu 0,4 % Maßänderung. Man geht erfahrungsgemäß davon aus, dass bei solchen Maßänderungen nach der Verlegung keine störenden Fugen entstehen. Geringfügig sichtbare Fugen sind jedoch nicht auszuschließen.

Die allgemeinen Anforderungen und materialspezifischen Toleranzen bei elastischen Bodenbelägen sind in folgenden Normen zusammengefasst:

- DIN EN ISO 10581:2014-02 Elastische Bodenbeläge – Homogene Polyvinylchlorid-Bodenbeläge – Spezifikation,
- DIN EN ISO 10582:2018-04 Elastische Bodenbeläge – Heterogene Polyvinylchlorid-Bodenbeläge – Spezifikation,
- DIN EN 651:2011-05 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge mit einer Schaumstoffschicht – Spezifikation,
- DIN EN ISO 24011:2012-04 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster,
- DIN EN 687:2011-07 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster mit Korkmentrücken,
- DIN EN 686:2011-07 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster mit Schaumrücken,
- DIN EN 16511:2014-08 Paneele für schwimmende Verlegung – Halbstarre, mehrlagige, modulare Fußbodenbeläge (MMF) mit abriebbeständiger Decklage,
- DIN EN 13329:2009-01 Laminatböden – Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplastischer, wärmehärtbarer Harze – Spezifikation, Anforderungen und Prüfverfahren,

- DIN EN 16776:2016-09 Elastische Bodenbeläge – Heterogene Polyurethan-Bodenbeläge,
- DIN EN 12199:2010-11 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für homogene und heterogene profilierte Elastomer-Bodenbeläge,
- DIN EN 1816:2010-11 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für homogene und heterogene ebene Elastomer-Bodenbeläge mit Schaumstoffbeschichtung,
- DIN EN 1817:2010-11 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für homogene und heterogene ebene Elastomer-Bodenbeläge.

## 7.2.2 Verlegetechnisch relevante Toleranzen für textile Bodenbeläge

Die DIN EN 14159:2015-03 TEXTILE BODENBELÄGE [64] legt die größten zulässigen Abweichungen in den Maßen und die größten zulässigen Musterverzüge von abgepassten Bodenbelägen, Läufern, Fliesen und Bahnenware fest. Fixmaße sind zwischen Belaghersteller und Käufer zu vereinbaren und dürfen nicht unterschritten werden. Eine besonders große Rolle spielen bei textilen Bodenbelägen Toleranzen für Maßabweichungen (Musterverzüge) bei gemusterten Teppichböden.

Aufgrund der zulässigen Toleranzen bei textilen Bodenbelägen, bezogen auf die Nennmaße, kann die Lieferbreite um 1 % (max. jedoch 3 cm) unterschritten werden. Deshalb muss immer davon ausgegangen werden, dass die Bahnenbreite nach dem Nahtschnitt deutlich unterschritten wird. Die Bestellung von textilen Bodenbelägen muss nach Fixmaßen erfolgen, wenn die Verlegung aufgrund von Raumgrößen oder Verlegeplänen mit Fixmaßen vorgesehen ist. Sicherheitshalber sollte deshalb ein Längenzuschlag eingeplant werden. Der Belaghersteller sollte diesen Längenzuschlag schriftlich bestätigen. So ist dann in der Regel gewährleistet, dass keine Unterschreitung der Nennbreite/Nennlänge erfolgt. Bei der Verlegung von Fliesen ist darauf zu achten, dass Fliesen innerhalb einer Lieferung um  $\pm 0,2\%$  voneinander abweichen dürfen. Bedingt durch Rapportbreite bei Individualmusterung von textilen Bodenbelägen kann es zu erheblichen Breitenunterschreitungen kommen. Deshalb ist die musterbedingte Bahnenbreite unbedingt anzugeben. Toleranzen gelten dann für die zugesagte Nennbreite.

## 7.3 Musterverzüge

Bei der Farbgestaltung von Bodenbelägen unterscheidet man zwischen einfarbigen (uni), mehrfarbig ungemusterten (melierten) und gemusterten Bodenbelägen. Im letzteren Fall unterscheidet man insbesondere bei elastischen Bodenbelägen zwischen längs orientierten Mustern (Streifen oder Jaspierung) und richtungsfreien Mustern.

Die Musterungstechnik für Bodenbeläge hat zu einer Vielfalt interessanter und modischer Akzente auf unseren Böden geführt. Durch die neuen Drucktechniken sind alle nur erdenklichen Muster, bis hin zu Logos und Bildern, möglich. Diese Vielfalt führt allerdings auch zu Risiken bei der Verlegung solcher Bodenbeläge. Sind Muster so gestaltet, dass sie sich über Länge und Breite der Bahn in immer gleichen Raster wiederholen, spricht man von einem Rapport. Für jedes derartige Muster muss der Hersteller die Rapportlänge und Rapportbreite angeben. Diese Angaben sind zwingend notwendig für die Berechnung des Bedarfs. Die Bodenbeläge sind mustergleich zu verlegen. Das bedeutet, dass der Bodenleger beim Zuschnitt der Bahnen für einen Raum am Anfang der Folgebahnen so viel Material wegschneiden muss, bis das Muster mit dem der vorhergehenden Bahn übereinstimmt. Da Rapporte unter Umständen einen Meter lang oder Breit sein können, fällt dabei ein hoher Verschnitt an, der bei der Kalkulation und Bestellung berücksichtigt werden muss. Bereits in der Planung muss der Rapport einer Ware berücksichtigt werden, wenn unliebsame Effekte bei Anschlüssen an andere Räume oder im Gesamtbild eines Raumes vermieden werden sollen. Die Erstellung von Verlegeplänen bei Bauvorhaben mit mehreren Räumen ist deshalb unabdingbar.

Elastische Bodenbeläge sind im Allgemeinen in den Rapportmaßen konstant, das heißt, es gibt über die Länge einer Bahn kaum Abweichungen. Ganz anders ist es bei textilen Bodenbelägen. Textile Bodenbeläge sind in sich wesentlich instabiler als elastische Bodenbeläge. In der Fertigung durchlaufen sie nach der Mustergebung weitere Herstellungsstufen, bei denen es Verzüge geben kann. Es gibt Vorrichtungen in der Produktion, mit deren Hilfe solche Verzüge ausgeglichen werden können. Dennoch kommt es vor, dass Fertigware Musterverzüge aufweist. Hierbei handelt es sich um Rapportabweichungen, die innerhalb einer Bahn oder zwischen nebeneinanderliegenden Bahnen auftreten. Deshalb empfiehlt sich bei gemusterter Ware stets der Rollenbezug, um möglicherweise durch entsprechenden Zuschnitt passende Bahnen nebeneinander zu legen. Bei Fixmaßen ist das kaum möglich. Es ist zwingend notwendig, gemusterte Bodenbeläge in Bezug auf Verzüge vor der Verlegung und vor dem endgültigen Zuschnitt zu kontrollieren.

Bis zu einem gewissen Grad lassen sich Musterverzüge durch handwerkliche Maßnahmen ausspannen. Die Möglichkeit des Ausspannens hängt von der Beschaffenheit der Ware ab. Gewebte Bodenbeläge mit Latexierung und getuftete Bodenbeläge mit textilem Zweitücken setzen dem Ausspannen großen Widerstand entgegen. Man kann davon ausgehen, dass ein Bodenleger Verzüge solcher Waren bis zu 0,35 %, das heißt 3,5 cm auf 10 m völlig ausspannen kann. Geht man davon aus, dass die Bahnen mittig passend aneinandergelegt werden, sind nach jeder Seite über 5 m Länge ca. 1,7 cm auszuspannen. Teppichböden mit dickem Planschaum (über 2 mm) lassen sich ohne Beschädigung des Rückens nur wenig ausspannen. Wiederaufnehmbare Teppichbahnen, Platinen oder Teppichfliesen können hinsichtlich des Musterrapportes nicht ausgespannt werden.

Die DIN EN 14159 TEXTILE BODENBELÄGE legt die größten zulässigen Abweichungen in den Maßen und die größten zulässigen Musterverzüge von abgepassten Bodenbelägen, Läufern, Fliesen und Bahnenware fest [64]. Für elastische Bodenbeläge liegen keine normativen Anforderungen hinsichtlich der Musterabweichungen vor. Die nach der Verlegung des textilen Bodenbelages verbleibenden geringfügigen Verzüge im Rahmen dieser Toleranzen gelten als vom Bauherrn hinzunehmende Unregelmäßigkeiten. Allerdings muss der Bodenleger vor der Verlegung von gemusterten textilen Bodenbelägen den Bauherrn oder den Auftraggeber auf möglicherweise nach der Verlegung bleibende Musterverzüge hinweisen und ihm erklären, dass diese Musterabweichungen als hinzunehmende Unregelmäßigkeiten gelten.

## Reißverschlussfehler

### Schadensbild

In einem großen Büraum waren deutliche Musterabweichungen bei einem klein gemusterten Textilboden sichtbar. Der Vermieter reklamierte diesen optischen Mangel.

### Schadensursache und Schadensbewertung

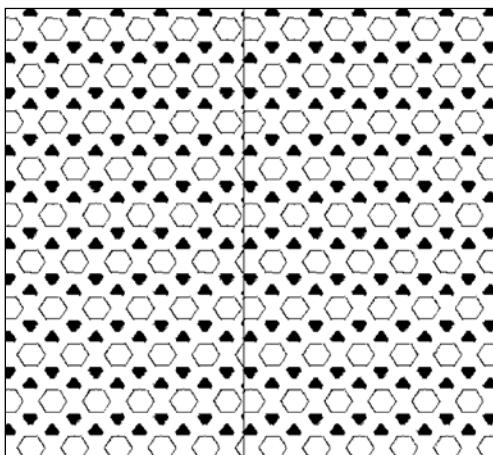
Eine besondere Form der Musterabweichung tritt bei klein gemusterten Bodenbelägen auf. Gemeint sind Muster, die jeweils nur wenige Millimeter groß sind. Solche Muster werden gewebt oder in sogenannter Cross-Over-Technik getuftet. Eine Besonderheit beim Verlegen besteht darin, dass bei solchen Waren, insbesondere den getufteten, kein Nahtschnitt in der Polgasse oder exakt entlang des Musters gelingt. Die Folge ist, dass im Verlauf der Naht abwechselnd Bereiche auftreten, in denen gleichartige Teile des Musters

aufeinandertreffen. Den dadurch optisch in Erscheinung tretende Effekt nennt man Reißverschlusseffekt.

Nach Auffassung des Sachverständigen hat diese Form der Musterabweichung den Geltungsnutzen des verlegten textilen Bodenbelages beeinträchtigt. An dererseits ist eine Naht die Fügestelle zweier Teile. Die Naht ist sichtbar. Deshalb gilt die Reißverschlussbildung als warentypische Eigenschaft (Bild 97). Es kommt auf den Grad der Störung und auf den Akzeptanzwillen des Nutzers an. Rechtstreitigkeiten enden hier in der Regel mit einem Vergleich. Hinsichtlich der warentypischen Eigenschaften besteht allerdings Aufklärungspflicht. Der Bodenleger hat sich zu bemühen, den Reißverschlusseffekt so gering wie möglich zu halten. Der Bauherr oder Auftraggeber muss bei klein gemusterten Belägen, bei denen man nicht von einem Rapport sprechen kann, Abweichungen im Nahtbereich akzeptieren. Bei vermeidbar starker Ausbildung dieses Effekts sind Wertminderungen angezeigt. Eine Wandlung der Verlegeleistung kommt bei solchen Musterabweichungen nicht in Betracht.

### Zusammenfassende Grundsätze

- Der Gebrauchsnutzen des textilen Bodenbelages wird durch Musterverzüge nicht beeinträchtigt.
- Durch Musterverzüge wird lediglich der Geltungsnutzen (optische Beeinträchtigung) beeinflusst. Allerdings berechtigen geringfügige Überschreitungen im Allgemeinen nicht zur Wandlung.
- Sachverständige, aber auch die streitenden Parteien, führen eine Beurteilung und Bewertung der Musterverzüge vor Ort durch. Wenn die zulässigen Toleranzen bei den Musterabweichungen nicht eingehalten werden, wird üblicherweise eine angemessene Wertminderung vereinbart.



**Bild 97** ■ Reißverschlusseffekt

- Eine Ausnahme bilden querverlegte Kleinflächen, Bahnenlängen unter 3 m in Fluren und kleine Raumeinheiten. Da hier ein Ausspannen der Beläge nur bedingt oder nicht möglich ist, können die Toleranzen nach der Verlegung nicht immer erreicht werden.
- Ein Musterversatz darf nur dann toleriert werden, wenn in der Mitte der Bahnenlänge (quer zur Verlegerichtung) eine Übereinstimmung vorhanden ist. Der Bodenleger ist verpflichtet, Musterabweichungen auszuspannen. In Wandbereichen ist das allerdings nicht immer möglich. Die größte zulässige Abweichung gilt nur innerhalb eines Abstandes von 1 m von der Wand.

## 7.4 Shading

Shading kommt aus dem Englischen und bedeutet Schattierung. Dieses besondere Phänomen tritt meist bei Velours-Teppichböden auf, unabhängig von deren Qualität. Das verwendete Polmaterial spielt dabei keine Rolle, denn Naturfasern wie beispielsweise Wolle, Seide, Kokos sind gleichermaßen betroffen wie Synthesefasern aus Polyamid und Polypropylen. Es handelt sich hier um Fleckenbildungen, die aussehen, als wäre der Bodenbelag stellenweise nass (Bild 98, Bild 99). Die Flecken erscheinen aus einer Blickrichtung heller, aus entgegengesetzter Blickrichtung dunkler als die Umgebungsfläche. Shading tritt kleinflächig und großflächig auf. Das Erstaunliche an diesem Phänomen ist, dass selbst Nähte und Trennschienen überschritten werden, und das Shading selbst dann auftritt, wenn völlig unterschiedliche Veloure nebeneinander verlegt werden. Gegenüber dem nicht befallenen Polmaterial fühlen sich geschädigte Stellen etwas härter bzw. stumpfer an. Der Flor macht einen verklebten Eindruck, die einzelnen Fasern sind manchmal nicht mehr so klar erkennbar. Außerdem kann das Aufrichtvermögen gestört sein. Ob es sich um Shading handelt, kann mit dem Weberkamm geprüft werden. Man fährt mit dem Weberkamm über die Randbildung des Shading-Fleckens einmal von rechts nach links und einmal von links nach rechts. Genau an der Außenbegrenzung des Shadingfleckes ändert sich die Pollage. Durch diese Bestimmung ist ein eindeutiges Zuordnen von Shading möglich.

### Schadensbild

In einem Velours-Teppichboden traten Fleckenbildungen auf, die aussahen, als wäre der Bodenbelag an diesen Stellen nass. Die Fleckenbildung wurde mit einem Weberkamm überprüft und Shading festgestellt.



**Bild 98** ■ Polveränderungen in der Zone der stärksten Frequentierung



**Bild 99** ■ Ende der Veränderung innerhalb des Laufwegs

### Schadensursache, Grundlagen, Schadensbeseitigung

Bis heute ist nicht bekannt, was diesen Schaden verursacht. Als Schadensursachen scheiden Reinigung und Pflege des Velours aus, da Shading schon kurz nach der Verlegung (nach ca. zwei bis vier Wochen) auftreten kann. Die Herstellungsverfahren und die Art der Verlegung haben ebenfalls keinen Einfluss auf die Shadingbildung. Anhand von Praxisversuchen in Wohnhäusern und öffentlichen Gebäuden konnte nachgewiesen werden, dass dem Verlegeort und der mechanischen Beanspruchung eine maßgebliche Bedeutung bei der Entstehung von Shading zukommt. Im Gegensatz zu den üblichen Trittschattierungen sind die bleibenden Schattierungen durch Shading weder durch Bürsten und Staubsaugen noch durch andere Reinigungsverfahren wieder zu entfernen. Deshalb bleiben nur zwei Möglichkeiten – den Schaden hinzunehmen oder einen neuen Belag verlegen. Allerdings sollte man bedenken, dass nur beim Austausch des vorhandenen Velourbelages durch einen

neuen Velourbelag an gleicher Stelle dieses Phänomen erneut auftreten kann, da es produktions- und verlegetechnisch nicht beeinflussbar ist. Man hat anhand von Praxisversuchen festgestellt, dass die betroffenen Stellen gegenüber der übrigen Fläche keinem vorzeitigen Verschließ unterliegen. Das bedeutet, dass Shading das Gebrauchsverhalten hinsichtlich der Haltbarkeit nicht nachteilig verändert. Shading stellt eine optische Beeinträchtigung dar, mindert aber nicht den Gebrauchsnutzen.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass Shading als Mangel anerkannt wird. Der Verkäufer oder Verleger ist verpflichtet, den Käufer oder Auftraggeber auf die Möglichkeit dieses gelegentlich auftretenden Mangels hinzuweisen. Nur wenn dieser Hinweispflicht (am besten schriftlich) nachweislich nachgekommen wurde und der Besteller auf der Lieferung eines Velours nachweislich bestand, ist der Verkäufer oder Verleger haftungsfrei. Allgemeine Hinweise, Plakate in den Verkaufsräumen oder Aufkleber genügen diesem Nachweis nicht. Nur wenn es ausdrücklich zu einer zwischen Lieferanten und Besteller getroffenen Vereinbarung kommt, das heißt der Käufer oder Auftraggeber (schriftlich) bestätigt, dass er über das Shadingphänomen unterrichtet wurde, ist der Nachweis für einen wirksamen Ausschluss von Gewährleistungsansprüchen erbracht. Die zahlreichen Gerichtsurteile zu Streitfällen um warentypische Eigenschaften zeigen: Bei nicht erfolgter bzw. nicht nachweisbarer Aufklärung, wird der Verkäufer oder Verarbeiter regelmäßig zum Schadensersatz verurteilt. Je nach Art und Umfang der Lieferung bzw. Verlegeleistung können die Ersatzansprüche erhebliche Summen erreichen.

## 7.5 Farbveränderungen und Farbabweichungen

Bodenbeläge können durch äußere Einflüsse ihre Farbe verändern. Solche Veränderungen können sich darin äußern, dass die Farbe umschlägt, beispielsweise von braun nach grün. Wesentlich häufiger tritt der Fall ein, dass die Farbe ausbleicht. Der Bodenbelag wird dann heller. Farbabweichungen zwischen Bahnen und Platten sind Unterschiede, die sich in der Praxis in Form von Farbtonunterschieden zeigen. Es können beispielsweise Unterschiede in der Helligkeit der Farbe auftreten. Farbtonunterschiede entstehen auch, wenn die Farbabmischungen in der Produktion nicht genau übereinstimmen. Solche Unterschiede machen sich darin bemerkbar, dass eine Bahn einen stärkeren Einschlag nach rot, grün oder blau usw. aufweist als die andere. Farbtonunterschiede können bei textilen Bodenbelägen (selten bei elastischen) auch nur scheinbar vorhanden sein. Die Farbe ist nicht anders, sie scheint nur infolge unterschiedlicher Pollage und der damit verbundenen unterschiedlichen Lichtbrechung verschieden zu sein.

### 7.5.1 Farbechtheit

Unter Farbechtheit versteht man bei Bodenbelägen die Widerstandsfähigkeit von Färbungen gegenüber verschiedenen Einflüssen von außen, die beispielsweise bei der Nutzung und in der Produktion einwirken. Bei elastischen Bodenbelägen ist in erster Linie die Lichtechnheit für den Gebrauchsnutzen von Bedeutung. Bei textilen Bodenbelägen ist zusätzlich die Wasserechtheit eine wichtige Eigenschaft: Anforderungen an diese Eigenschaften werden in den DIN EN-Spezifikationen für die jeweiligen Bodenbeläge festgelegt.

#### Lichtechnheit

Die Lichtechnheit eines Bodenbelages beschreibt die Widerstandsfähigkeit einer Farbe gegen die Einwirkung von Licht ohne direkten Einfluss der Bewitterung. Eine vollständige Lichtechnheit gibt es nicht, daher bleicht jeder Bodenbelag unter direkter oder indirekter Einwirkung von Licht aus, der eine mehr, der andere weniger.

Zur Messung der Lichtechnheit werden Blaumaßstäbe und Graumaßstäbe eingesetzt. Ein Lichtechnheitsmaßstab ist die Wollskala, auch Blaumaßstab genannt. Hier wird die Messprobe des zu prüfenden Materials zusammen mit einem Lichtechnheitsmaßstab (Wollskala mit acht unterschiedlich blau gefärbten Wollgewebestreifen) dem Licht eines Lichtechnheitsprüfgerätes ausgesetzt. In der Regel wird hier eine Xenon Hochdrucklampe als Strahlungsquelle verwendet. Das Licht dieser Lampe ist dem Tageslicht sehr ähnlich. Die Lichtechnheit stellt man fest, indem die Veränderung der belichteten Probe mit der Wollskala verglichen wird. Als Lichtechnheit wird dann die Stufe angegeben, bei der ein deutlicher (bis Stufe 6) beziehungsweise gerade erkennbar (Stufe 7 und 8) Unterschied zu sehen ist. In etwa verdoppelt sich mit jeder Stufe die Zeit, in der die Probe dem Licht ausgesetzt werden kann, ohne dass sie sich verändert. In der praktischen Anwendung wird zwischen Lichtechnheit 7 und 8 nicht mehr unterschieden. Die Lichtechnheitsstufen nach dem Blaumaßstab (auch Blauwollskala genannt) sind wie folgt festgelegt:

- Lichtechnheit 8: hervorragend (höchst lichtbeständig),
- Lichtechnheit 7: vorzüglich (hoch lichtbeständig),
- Lichtechnheit 6: sehr gut (lichtbeständig),
- Lichtechnheit 5: gut (lichtbeständig),
- Lichtechnheit 4: ziemlich gut (bedingt lichtbeständig),
- Lichtechnheit 3: mäßig (gering lichtbeständig),
- Lichtechnheit 2: gering (lichtunbeständig),
- Lichtechnheit 1: sehr gering (lichtunbeständig).

Die Einstufung in diese Skala kann sowohl visuell als auch messtechnisch erfolgen. Bei der visuellen Bewertung wird der Wollstreifen solange bestrahlt, bis man eine deutliche farbliche Veränderung gegenüber dem unbestrahlten Streifen erkennen kann. Das gilt vor allem für die Stufen 1 bis 6. Bei den Stufen 7 und 8 ist der Farbunterschied gerade noch erkennbar. Bei der messtechnischen Bewertung ist zwischen der Messung der Bestrahlung und der Farbmessung zu unterscheiden. Die Bestrahlungsmessung wird automatisch bei der Durchführung des Tests mittels eines Strahlungsmessgerätes im Wellenlängenbereich zwischen 300–400 nm über die gesamte Bestrahlungszeit durchgeführt. Die Farbmessung erfolgt mit einem Spektralfotometer.

Textile Bodenbeläge müssen einen Lichtechtheitsgrad  $\geq 5$  erreichen. Ausgenommen sind textile Bodenbeläge in Pastelltönen, für die ein Lichtechtheitsgrad  $\geq 4$  erreicht werden muss.

Erfüllt ein Teppichboden diese Anforderung nicht, kann der Kunde den Austausch verlangen.

Elastische Bodenbeläge einschließlich Laminatböden müssen den Lichtechtheitsgrad  $\geq 6$  erreichen. Ausgenommen sind alle Arten von Korkbelägen, auch solche mit transparenter Nutzschicht. Kork ist von Natur aus nicht lichtecht. Er bleicht unter Lichteinwirkung aus und wird unter Lichtabschluss dunkler. Ähnlich sind Bodenbeläge mit einem Holzfurnier unterhalb der Nutzschicht, da auch Holz nicht lichtecht ist.

Wenn die Anforderung an die Lichtechtheit erfüllt ist, heißt das nicht, dass es keinerlei Farbveränderungen eines Bodenbelages während seiner Nutzungszeit geben darf. Es wird, je nach Lichtintensität, solche Veränderungen geben. Wenn Zweifel an der Lichtechtheit eines Bodenbelages bestehen, muss eine Prüfung an einer Probe des Belages erfolgen. Die Probenahme erfolgt zweckmäßigigerweise an einer Stelle ohne Lichteinfall, beispielsweise unter einem Schrank.

## Reifeschleier bei Linoleumbelägen

### Schadensbild

Der Auftraggeber bemängelte nach der Neuverlegung des Linoleumbelages in einem Bürogebäude die Farbabweichung von der Musterprobe.

### Schadensursache und Grundlagen

Eine Besonderheit ist bei der Beurteilung der Lichtechtheit von Linoleum zu beachten (Bild 100). Hier weichen die Musterproben regelmäßig von der ge-

lieferten Ware ab. Grund hierfür ist der sogenannte Reifeschleier, der je nach Grundfarbe unterschiedlich ausfallen kann. Der Reifeschleier entsteht bei der Reifung des Linoleums durch die Bildung sogenannter chromophorer Gruppen. Diese Farbgruppen sind lichtempfindlich und bilden sich bei Belichtung zurück. Die Linoleumfarbe hat zunächst einen leichten Gelbstich, der sich je nach Farbe unterschiedlich auswirkt und der auch unterschiedlich intensiv sein kann. Unter Belichtung erhält der Bodenbelag dann nach einiger Zeit seine Originalfarbe. Ist bei der Belichtung ein Teil des Linoleums abgedeckt, entsteht ein Kontrast zwischen belichtetem und unbelichtetem Teil, der zur Vermutung einer unzureichenden Lichtechnikheit führt. Umgekehrt kann das Linoleum dunkler werden, wenn es nach der Belichtung beispielsweise durch einen Teppich abgedeckt wird. Dieser Sachverhalt muss bei der Prüfung der Lichtechnikheit bei Linoleumbelägen berücksichtigt werden. Zur Beurteilung der Farbe muss der Reifeschleier durch Belichten vorher abgebaut werden. Die Farbabweichung ist bei Linoleumbelägen nicht zu beanstanden, wenn sich diese unter UV-Lichteinflüssen zurückbildet.

Farbabweichungen werden ausschließlich mit dem großen Graumaßstab (EN 20105-A02 [80] in den Abmessungen  $2 \cdot (15 \text{ cm} \cdot 10 \text{ cm})$  beurteilt. Beim Einsatz des kleinen Graumaßstabes können die Farbunterschiede nur orientierend beurteilt und bewertet werden. Der Graumaßstab besteht aus 5 unterschiedlichen Abstufungen von Grautönen (1 bis 5). Jede der Stufen hat ein Feld in Standardgrau sowie ein Feld mit einem helleren Grau. In der Stufe 5 besteht zwischen den Grautönen kein Unterschied. Bei Stufe 4 besteht die geringste, bei Stufe 1 die stärkste Abweichung. Die Abweichung ist umso stärker, je niedriger die Stufe des Graumaßstabes ist. Die Bewertung muss mit Angaben in halben Stufen erfolgen.

Die Bewertung von Farbabweichungen durch farbmetrische Messgeräte ist nicht praxisgerecht und deshalb hierfür nicht geeignet. Der Grund ist, dass die verlegten Bodenbeläge unter üblicher Nutzung ausschließlich durch das menschliche Auge wahrgenommen werden. Bei der Messung sind jeweils zwei Stufen des Graumaßstabes so auf den Boden zu legen, dass auch der dunklere Teil auf dem dunkler erscheinenden Bodenbelag liegt. Die zu beurteilende Fläche muss also so abgedeckt werden, dass eine identische Fläche zum Beurteilungsfeld des großen Graumaßstabes entsteht. Dann ist die Stufe des Graumaßstabes festzustellen, die dem Farbunterschied zwischen den Bodenbelägen am besten entspricht. Die Beurteilung muss in aufrecht stehender Haltung (entspricht den üblichen Nutzungsbedingungen) möglichst bei Tageslicht und ohne direkte Sonneneinstrahlung durchgeführt werden. Wenn in den Räumen überwiegend künstliche Beleuchtung anzutreffen ist, muss die Beurteilung auch unter diesen Lichtverhältnissen vorgenommen werden. Die Farbabweichung ist in den Stufen des Graumaßstabes anzugeben.



**Bild 100** ■ Beurteilung der Farbtonabweichung zwischen den Bahnen eines Linoleum-Bodenbelages

Folgende produktionsbedingte und somit unvermeidbare Farbabweichungen sind zu tolerieren:

- Chargengleiche Anfertigung innerhalb einer Raumeinheit  $\geq 4$ ,
- Zwischen zwei Anfertigungen (Muster und gelieferte Ware oder 2 Chargen)  $\geq 3/4$ ,
- Zwischen Sonderanfertigungen/Labormuster und gelieferter Ware  $\geq 3$ .

Die Beurteilung und Bewertung einer Farbabweichung ist auf die Raumeinheit begrenzt. Die Raumeinheit endet grundsätzlich in der Tür unter dem Türblatt, es sei denn, es wurde etwas anderes vereinbart, beispielsweise bei Glastüren, Schiebtüren oder flexiblen Wänden. Wenn im Streitfall die Farbabweichungen außerhalb der genannten Toleranzen liegen, wird der Sachverständige normalerweise eine angemessene Wertminderung ansetzen. Allerdings kann der Sachverständige eine Neuverlegung in Erwägung ziehen, wenn bei textilen Bodenbelägen Farbabweichungen aufgrund unerlaubten Stürzens einer Belagsbahn innerhalb einer Raumeinheit die Gebrauchstauglichkeit beeinträchtigen.

Bei der Beurteilung und Bewertung der Beeinträchtigung im Hinblick auf eine Farbabweichung hat der Sachverständige folgende Schwerpunkte zu berücksichtigen:

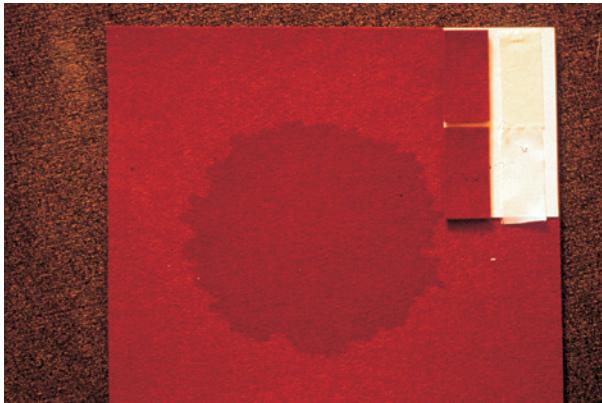
- Erkennbarkeit der Farbabweichung mit bzw. nach der Möblierung des Raumes,
- in welchen Räumen bzw. Bereichen ist die Farbabweichung anzutreffen, beispielsweise in einem Eingangsbereich,
- Nutzung der Räume, handelt es sich um repräsentative oder untergeordnete Räume, spielt die Optik in den betreffenden Räumen eine große oder eine untergeordnete Rolle, usw.

Besonders repräsentative Bodenbelagsflächen kann der Sachverständige aber auch in einem geringen Rahmen anders bewerten.

### **Wasserechtheit**

Bei der Prüfung auf Wasserechtheit wird die Widerstandsfähigkeit der Farbe gegen eine kurzzeitige Einwirkung von Wasser festgestellt und benotet (Bild 101). Die Wasserechtheit textiler Bodenbeläge ist in zweierlei Hinsicht von Bedeutung: Sie soll störende Farbveränderungen am Bodenbelag selbst ausschließen und verhindern, dass Farbstoffe bei Nässe auf andere Textilien übergehen (abfärben). Letzteres spielt nur dort eine Rolle, wo textile Bodenbeläge bestimmungsgemäß nass werden können. Das ist beispielsweise bei Badezimmerteppichen und Badezimmersgarnituren der Fall. Bei solchen Bodenbelägen wird die Wasserechtheit nach dem Grad des Anblutens von weißen Baumwollgeweben bewertet. Bei anderen textilen Bodenbelägen wird nur die Farbveränderung am Bodenbelag selbst beurteilt. Bei gemusterten Bodenbelägen gehört dazu auch der eventuelle Farbübergang (anbluten) zwischen benachbarten Musterfarben.

Die Prüfung erfolgt unter genormten Bedingungen in der Weise, dass Teppichproben mit einem weißen Baumwollgewebe abgedeckt und zusammen in tensidhaltiges destilliertes Wasser gelegt werden. Nach der vorgeschriebenen



**Bild 101** ■ Prüfung der Wasserfleckenempfindlichkeit und Wasserechtheit

Einlagerungszeit werden die Proben getrocknet und beurteilt. Zur Beurteilung wird mit Hilfe des Graumaßstabs der Kontrast zwischen neuem und angefärbtem Gewebe bzw. zwischen beanspruchter und unbeanspruchter Teppichprobe ermittelt.

Nach DIN EN 1307 [63] werden Anforderungen nur hinsichtlich der Veränderungen der Teppichprobe gestellt. Bei ungemusterten Teppichböden muss der Kontrast zwischen der unbehandelten und der behandelten Probe geringer als Stufe 3–4 des Graumaßstabs, bei gemusterten Teppichböden und Teppichböden mit Farbeffekten muss der Kontrast zwischen den Proben geringer als Stufe 4 des Graumaßstabs sein.

## **Wasserfleckenempfindlichkeit**

Eine besondere Art der Wasserechtheit ist die Wasserfleckenempfindlichkeit. Das ist die Neigung textiler Bodenbeläge, sich allein durch die Einwirkung von destilliertem Wasser zu verfärben.

Die Prüfung der Wasserfleckenempfindlichkeit ist keine genormte Prüfung. Sie wurde entwickelt, um hauptsächlich innerbetriebliche Färbungen von Teppichböden in der Entwicklungsphase zu prüfen. Zur Prüfung werden 50 ml destilliertes Wasser auf eine Fläche von ca. 10 cm<sup>2</sup> ausgegossen. Nach dem Abtrocknen wird mit Hilfe des Graumaßstabs der Kontrast zwischen der ursprünglichen und der beanspruchten Fläche bestimmt.

Die Prüfung ist nicht für bereits verlegte Teppichböden geeignet. Auch Proben, die unkontrolliert irgendwo abgelegt waren und angeschmutzt oder verstaubt sein können, sind für die Beurteilung nach dieser Prüfung ungeeignet. Schmutzpartikel können das Ergebnis der Prüfung beeinflussen.

Für die Prüfung der Wasserfleckenempfindlichkeit gibt es keine Anforderung. Ein Kontrast der Stufe 4 des Graumaßstabs sollte jedoch nicht überschritten werden.

## **Reibechtheit**

Mit der Reibechtheit wird die Abgabe von Farbstoffen durch mechanische Beanspruchung beurteilt. Dazu wird die Oberseite des Teppichbodens unter genormten Bedingungen mit einem weißen Baumwollgewebe gerieben. Danach wird mit Hilfe des Graumaßstabs der Kontrast zwischen dem angefärbten und dem unverfärbten Teil des Gewebes ermittelt. Die Prüfung wird trocken und nass durchgeführt. Das Prüfgerät bietet zwei Kombinationen der Prüfbedingungen durch zwei alternative Größen des Zapfens: einen für Polgewebe; einen für unifarbane Gewebe oder großflächige Drucke.

Die Reibechtheit muss trocken besser als Stufe 3 bis 4 des Graumaßstabs, nass besser als Stufe 3 des Graumaßstabs sein. Teppiche, die für Feuchträume vorgesehen sind, müssen trocken und nass eine Reibechtheit von  $\geq 4$  besitzen.

### 7.5.2 Farbabweichung und Farbtonabweichung

Farbabweichungen können ihre Ursache in Farbveränderungen haben oder sind während oder nach der Verlegung von Bodenbelägen vorhanden. Bei Linoleum können Farbabweichungen zwischen Bahnen durch unterschiedliche Intensität des Reifeschleiers auftreten. In einem solchen Fall sind die Farbabweichungen nur vorübergehend vorhanden. Bei Linoleum sollte im Falle solcher Farbabweichungen eine Belichtungsprüfung durchgeführt werden. Wenn noch Resteindrücke der Bahnen vorhanden sind, reicht es aus, Proben davon für wenige Stunden ans Sonnenlicht zu legen. Andernfalls sieht man auch nach einer mehrstündigen Belichtung, beispielsweise mit einem Halogenstrahler, einen Rückgang des Reifeschleiers.

#### Scheinbarer Farbtonunterschied

Die Farbwirkung textiler Bodenbeläge ist erheblich von der Lage der Fasern abhängig. Bereits geringe Unterschiede in der Florneigung bewirken Unterschiede in der Farberscheinung. Beim Wickeln der Bodenbelagsbahnen kann es über die Breite der Bahn zu unterschiedlichen Druckspannungen in der Rolle kommen. Dementsprechend wird der Pol des Teppichbodens mehr oder weniger verformt. Er behält diese Verformung auch noch einige Zeit nach der Verlegung bei. So äußert sich die beschriebene Farbwirkung.

Wenn sicher ist, dass die Verlegerichtung und die Rollenfolge eingehalten wurden und keine Schnittkante als Ursache in Frage kommt, sollte der Möglichkeit einer Florverlagerung nachgegangen werden. Diese Untersuchung ist nicht ganz einfach und bedarf einiger Erfahrung. Mit einer großflächigen Lupe muss die Florlage der Bahnen sorgfältig untersucht werden. Sind Unterschiede erkennbar, wird der Teppichboden auf einer begrenzten Fläche mit einer mittelharten Bürste sorgfältig aufgebürstet. Man wird den Farbunterschied nicht vollständig beseitigen können. Ist jedoch eine Verringerung des Kontrasts zu erzielen, handelt es sich um einen scheinbaren Farbtonunterschied. Durch die laufende Reinigung mit einem Bürstsauger wird sich die Florlage angleichen und der Kontrast zwischen den Bahnen verringern oder sich eventuell sogar auflösen.

## Ursachen für Farbtonunterschiede

Bei der Verlegung von Bodenbelägen muss bedacht werden, dass zwischen Chargen, die zwangsläufig zu verschiedenen Zeiten gefertigt wurden, Farbtonunterschiede bestehen können. Chargen von Bodenbelägen können eine Lauflänge von weit über 1000 m haben. Es ist naheliegend, dass die Rohstoffmischung für solche Mengen auch bei automatischer Dosierung nicht völlig schwankungsfrei erfolgen kann. Hersteller geben auf den Verpackungen die Chargennummer und Rollennummer an. Bei Platten werden die Kartons fortlaufend nummeriert.

Deshalb gilt als anerkannte Regel des Fachs, dass grundsätzlich in einem Raum keine Bodenbeläge aus unterschiedlichen Chargen (Anfertigungen) verlegt werden dürfen. Weiterhin gilt, dass Rollen stets in auf- und absteigender Reihenfolge der Rollennummern (bei Platten Kartonnummern) aufeinander folgen müssen. Dieser Grundsatz gilt auch, wenn die Reihenfolge unterbrochen ist.

Farbtonunterschiede zwischen Bahnen können auch vorkommen, wenn Bahnen geteilt werden, um die letzte Bahn einzupassen. Vielfach werden dazu aus Gründen der Verschnittoptimierung Reste einer bereits zuvor in einem anderen Raum geteilten Bahn verwendet. Dabei können sehr leicht weit auseinanderliegende Rollennummern zum Einsatz kommen.

Bei textilen Bodenbelägen kommt es, insbesondere in kontinuierlich arbeitenden Färbanlagen, zu sogenannten Farbabläufen. Hier handelt es sich um geringe Farbunterschiede zwischen Bahnenrändern und Bahnenmitte. Diese Unterschiede sind an einer einzelnen Bahn praktisch nicht erkennbar. Sie stören meist auch nicht, wenn Bahnenkanten aneinandergelagert werden. Wird eine volle Bahn in einem Raum durch eine geteilte Bahn ergänzt und kommt dabei eine Schnittkante an die Außenkante der vorherigen Bahn, sind Farbtonunterschiede nicht auszuschließen. Deshalb gilt die Regel: nur gleichartige Kanten aneinanderlegen.

Farbtonunterschiede können auch auftreten, wenn Bahnen gestürzt verlegt werden. Alle kontinuierlich hergestellten Bodenbeläge haben eine Fabrikationsrichtung. Diese wirkt sich bei den meisten elastischen Bodenbelägen praktisch nicht aus, sie kann aber auch bei solchen Produkten zu Farbtonunterschieden führen, wenn die Herstellungsrichtung bei der Verlegung nicht beachtet wird. Bei bedruckten Bodenbelägen kann es sogar vorkommen, dass musterungsbedingt die Bahnen gestürzt verlegt werden müssen. Solche Bodenbeläge werden vom Hersteller entsprechend gekennzeichnet.

## Farbunterschiede durch gestürzt verlegte textile Bahnen

### Schadensbild

In einem Großraumbüro traten im Textilbelag zwischen den vereinzelten Bahnen große Farbunterschiede auf, die der Auftraggeber reklamierte.

### Schadensursachen und Grundlagen

Bei textilen Bodenbelägen ist die Farbabweichung besonders stark von der Produktionsrichtung abhängig. Die im Großraumbüro gestürzt verlegten Bahnen führten zu erheblichen Farbtonunterschieden. Eine gestürzt verlegte Textilbahn ist deshalb ein gravierender Verarbeitungsfehler. Die Produktionsrichtung (Polrichtung) ist bei textilen Bodenbelägen recht einfach festzustellen. Man lässt einen Gegenstand (z. B. Hammerstiel oder Meterstock) auf den Bodenbelag kippen. Der Gegenstand wird sich in Richtung der Florlage fortbewegen.

Das Risiko von Farbtonunterschieden zwischen Bahnen lässt sich zumindest erheblich vermindern, wenn bei der Verlegung der Grundsatz befolgt wird, zuerst alle Bahnen im Raum auslegen, die Farbwirkung zu beurteilen und dann erst mit dem Zuschnitt und der Klebung zu beginnen. Damit können zumindest Farbtonunterschiede vermieden werden, die später zu Recht zu beanstanden wären. Sind trotz Beachtung der fachlichen Regeln Farbtonunterschiede vorhanden, müssen Bedenken angemeldet werden und im Vorfeld eine Einigung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer, möglicherweise unter Einbeziehung des Herstellers, herbeigeführt werden.

### Schadensbeseitigung

Auftraggeber und Auftragnehmer einigten sich auf einen (erheblichen) Preisnachlass.

### Prüfung von Farbtonunterschieden

Farbtonunterschiede zwischen Bodenbelagsbahnen werden mit dem großen Graumaßstab beurteilt. Dieser besteht aus etwa DIN A4 großen Tafeln mit je einer der fünf Graustufen 1 bis 5 und Zwischenstufen 1–2/2–3 und 3–4, im Kontrast zu einer grauen Standardfarbe. Stufe 1 zeigt einen starken, Stufe 5 keinen Kontrast. Zur Bewertung werden die kontrastierenden Bahnen mit einem Rahmen in gleicher Größe wie der Graumaßstab abgedeckt, sodass jeweils eine Hälfte des Rahmens einer Bahn sichtbar ist. Der Kontrast zwischen diesen Bahnausschnitten wird mit den Stufen des Graumaßstabs

verglichen. Die Beurteilung erfolgt in Augenhöhe aus mehreren Richtungen. Die Bewertung durch mehrere Personen erhöht die Sicherheit der Beurteilung.

Bei der Beurteilung von Farbtonunterschieden ist die wahre Ursache, das heißt die Verschuldensfrage, meist nicht zu klären. Der Beurteilende wird sich auf die Feststellung beschränken müssen, dass ein Farbtonunterschied vorhanden ist. Der Bodenleger wird kaum zugeben, Chargen gemischt oder die Reihenfolge nicht eingehalten zu haben. Nur Indizien sprechen für solche Sachverhalte. Die technische Ursache lässt sich durch mikroskopische Untersuchungen eher aufklären. Wenn beispielsweise der Anteil eingestreuter Farbanteile von Bahn zu Bahn unterschiedlich ist, muss sich daraus zwangsläufig ein Farbtonunterschied ergeben. Dieser Unterschied kann in der Fertigung aber nicht von einer Bahnenlänge zur anderen auftreten. Hier liegt der Verdacht sehr nahe, dass doch die Reihenfolge der Rollen nicht eingehalten wurde. Lediglich bei unzulässigerweise gestürzt verlegten Bahnen textiler Bodenbeläge ist die Verschuldensfrage eindeutig zu klären.

## Bewertung einer Farbtonabweichung

Bei der Bewertung von Fehlern an Bodenbelägen ist grundsätzlich zu unterscheiden, ob es sich um eine Minderung des Gebrauchsnutzens (Nutzens) oder des Geltungsnutzens (Aussehen) handelt. Bodenbeläge sind, von besonderen Fällen abgesehen, der Innenbaustoff, der am stärksten Verschleiß und Anschmutzung unterliegt. Deshalb herrscht unter Bodenfachleuten die gängige Meinung, dass Bodenbeläge in erster Linie gebrauchstüchtig sein sollten. Der Geltungsnutzen spielt, je nach Geltungswert des Raumes, eine geringere Rolle. Bei einer Wertminderung aufgrund von Farbtonabweichungen muss deshalb zwischen der Beeinträchtigung des Gebrauchsnutzens und der Beeinträchtigung des Geltungsnutzens unterschieden werden. Dabei ist die Nutzung der betroffenen Räume zu berücksichtigen. Repräsentative Räume, wie Eingangsbereiche von Hotels, Banken, Firmen sind anders zu bewerten als Arbeitsbereiche wie beispielsweise Bürobereiche und Umkleideräume. In Wohnbereichen sind aber inzwischen die Ansprüche besonders hoch geworden. Hier wird häufig der Geltungsnutzen höher eingestuft als der Gebrauchsnutzen. Deshalb betreffen Reklamationen von Farbtonabweichungen vorrangig auch den Wohnbereich.

Nach den Ausführungen in den Erläuterungen zur DIN 18365 BODENBELAG-ARBEITEN Stand 2017 [18] ist bei Farbungleichheit innerhalb von Räumen festzustellen, ob sie geringfügig ist. Unzulässigkeit ist nur dann gegeben, wenn das Gesamtbild des Bodenbelages erheblich beeinträchtigt ist. Bewertet werden muss immer jede Raumeinheit für sich. Die Raumeinheit endet unter dem Türblatt der geschlossenen Tür. Bei der Verlegung von großen Flächen

ist es aus zwei Gründen nicht immer möglich den gleichen Farbton einzuhalten. Hier kann der Farbton von Fabrikationscharge zu Fabrikationscharge geringfügig differieren. Manchmal reichen die maximalen Produktionsgrößen von Bodenbelägen nicht aus und es müssen mehrere Anfertigungen/Chargen nebeneinander verlegt werden. Das sollte im Vorfeld mit dem Bauherrn abgestimmt werden. Bei der Feststellung, ob eine erhebliche Beeinträchtigung vorliegt, ist die Möblierung eines Raumes zu berücksichtigen, das heißt es ist zu prüfen, ob die Farbabweichung auch nach der Möblierung noch so im Blickfeld liegt, dass sie das Gesamtbild erheblich beeinträchtigt. Weiterhin ist, wie bereits gesagt, die Nutzung der Räume zu berücksichtigen. Repräsentative Flächen sind anders zu bewerten als Arbeitsbereiche. Eine Farbtonabweichung der Graumaßstufe 4 ist geringfügig und wird deshalb in den seltensten Fällen beanstandet. Bei der Stufe 3 besteht Ermessensspielraum. Im Buch von Prof. Dr.-Ing. Oswald HINZUNEHMENDE UNREGELMÄSSIGKEITEN BEI GEBÄUDEN [58] werden als Beispiel geringfügige Farbunterschiede innerhalb einer Bahn als vom Bauherrn oder dem Nutzer hinzunehmende Unregelmäßigkeit genannt. Da Farbunterschiede innerhalb einer Bahn kaum vorstellbar sind, kann davon ausgegangen werden, dass damit sinngemäß auch Farbunterschiede unterschiedlicher Bahnen gemeint sind.

Im Wohnbereich ist es schwierig, die Nutzer mittels Graumaßstab von einer zulässigen Farbtonabweichung zu überzeugen, da das subjektive Empfinden und die persönlichen Vorstellungen sehr unterschiedlich sind. Die Sachverständigen befinden sich hier nicht selten in einer Zwickmühle. Denn bei der Frage, ob die Farbtonunterschiede als hinnehmbare Unregelmäßigkeiten einzustufen sind bzw. noch als hinnehmbare Unregelmäßigkeiten akzeptiert werden, gehen die Meinungen häufig (weit) auseinander. Bei diesem Streit eine Einigung herbeizuführen ist manchmal eine Frage des guten Willens. Im Allgemeinen wird das Problem nur durch eine Kanzelregelung gelöst. Auseinandersetzungen, die in einem Rechtstreit enden, betreffen in erster Linie größere Objekte.

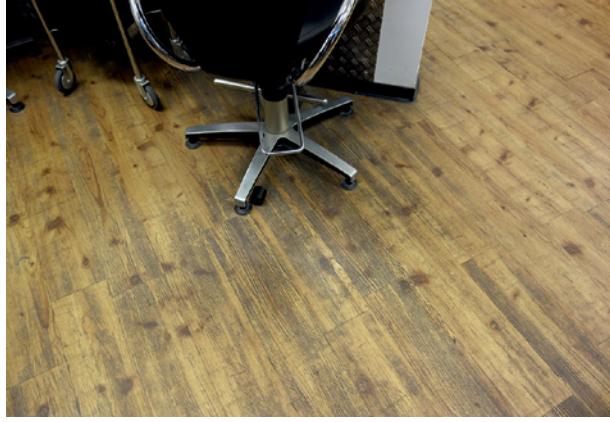
## 7.6 Chemikalienbeständigkeit

Eine weitere Anforderung an Bodenbeläge, die aber nicht generell gestellt wird, ist die Chemikalienbeständigkeit. Bei dieser Anforderung geht es nur bedingt um eine Farbechtheit. Natürlich gibt es Chemikalien, die die Färbung eines Bodenbelages verändern können. Meistens geht es bei der Chemikalienbeständigkeit um die Widerstandsfähigkeit eines Bodenbelages gegen Substanzen, die das Material unmittelbar angreifen und verändern bzw. schädigen können.

Die Chemikalienbeständigkeit beschreibt die Resistenz von Bodenbelägen gegen Chemikalien aller Art. Sie spielt im Wesentlichen nur bei elastischen Bodenbelägen eine Rolle. Die internationale Norm DIN EN ISO 26987 ELASTISCHE BODENBELÄGE-BESTIMMUNG DER FLECKENEMPFINDLICHKEIT UND CHEMIKALIENBESTÄNDIGKEIT [65] legt ein Verfahren zur Bestimmung der Beständigkeit eines elastischen Bodenbelages gegen die Einwirkung von chemischen Stoffen fest. Eine Auflistung von Chemikalien, deren Wirkung geprüft werden sollte, wäre immer unvollständig. Jeder Belaghersteller gibt üblicherweise eine Liste mit Chemikalien heraus, mit denen der Bodenbelag geprüft wurde. Diese beschränken sich meist auf eine mehr oder weniger große Anzahl von gebräuchlichen Säuren und Laugen, Fetten und Lösemitteln. Andere Chemikalien müssen zur Prüfung zwischen dem Auftraggeber und dem Auftragnehmer vereinbart werden. Für Krankenhausbereiche ist es beispielsweise üblich, die Beständigkeit gegen zugelassene Desinfektionsmittel nachzuweisen.

Die meisten Reklamationen wegen mangelnder Chemikalienbeständigkeit werden durch die Einwirkung färbender Substanzen verursacht. Typische Vertreter solcher Substanzen sind Jod oder jodhaltige Desinfektionsmittel und Haarfärbemittel. So treten dann auch Reklamationen typischerweise in Arztpraxen und Frisörsalons auf (Bild 102). Es gibt keine elastischen Bodenbeläge, die grundsätzlich gegen diese Einwirkungen resistent sind. Dennoch sind die Reklamationen, bezogen auf die Masse der Arztpraxen und Frisörsalons, Einzelfälle. In mehreren Frisörsalons ergab eine Umfrage, warum in den meisten Fällen die Bodenbeläge sauber und nur in Einzelfällen Verfleckungen auftreten, folgende Ergebnisse:

- Alle Bodenbeläge waren in der Regel fleckenfrei.
- Die Betreiber kannten alle die Gefahr der Verfleckungen durch Farbtropfen.



**Bild 102** ■ Befleckter Bodenbelag in einem Frisörsalon

- Dementsprechend wurde einvernehmlich ausgesagt, dass man mit der Farbe äußerst vorsichtig umgehe. Wenn bei langem Haar die Gefahr des Abtropfens besteht, wird der Bodenbelag vorübergehend abgedeckt.
- Wenn in Ausnahmefällen dennoch Farbe auf den Bodenbelag gelangt, wird diese sofort entfernt. Etwaige Spuren werden mit Scheuermitteln nachbehandelt. Wasserstoffperoxid und Nagellackentferner wurden ebenfalls als Hilfsmittel genannt, um Flecke zu behandeln. Diese Mittel sind allerdings mit größter Vorsicht anzuwenden.
- In den Merkblättern namhafter Reinigungsmittelhersteller wird darauf hingewiesen, dass färbende Präparate nicht auf den Bodenbelag tropfen sollten.

## 7.7 Vergilbungen

Häufiger Anlass zu Reklamationen, besonders bei PVC-Bodenbelägen, sind Vergilbungen. Sie treten als scharf begrenzte Flächen oder auch als Gehstraßen oder Flächen mit allmählichem Übergang zur übrigen Fläche auf. Vergilbungen sind keine Verschmutzungen, sondern Aussehensveränderungen durch Einwanderung von Fremdstoffen (Bild 103).

PVC-Bodenbeläge, insbesondere solche mit gering gefüllter und deshalb transparenter Nutzschicht, neigen zur Vergilbung durch äußere Einflüsse. Laboruntersuchungen mit Nachstellungen von Vergilbungen haben ergeben, dass beispielsweise die Alterungsschutzmittel aus den Gummisohlen von Schuhen mit der Nutzschicht des PVC-Bodenbelages reagieren und so Verfärbungen entstanden. Bei Alterungsschutzmitteln handelt es sich um Antioxidantien. Stark färbend sind überwiegend aminische Produkte. Nach der Kontaktierung mit diesen Mitteln tritt die Vergilbung meist nicht unmittelbar, sondern erst in Verbindung mit Lichteinwirkung auf. Deshalb kommt es vor, dass zum Beispiel irgendwo eine Kontaktierung und Einwanderung stattgefunden hat und erst längere Zeit nach der Entfernung des betreffenden Gegenstands Flecken auftreten. Daran, dass dort etwas gelegen oder gestanden hat, wird man sich dann kaum noch erinnern. Typische Beispiele sind auch die Abbildungen von Autoreifenprofilen in Ausstellungsräumen, wo die Fahrzeuge längere Zeit auf einem Platz gestanden haben.

Als häufige Ursache wurden auch Einschleppungen bituminöser Stoffe beobachtet. Solche Fälle traten beispielsweise dann auf, wenn in der Nähe von Gebäuden Gehwege mit Bitumen hergestellt wurden. Noch lange Zeit nach deren Herstellung entstanden in Verkaufsräumen, Restaurants usw. gelbliche Gehstraßen, die ihre größte Intensität im Eingangsbereich hatten. Verschiedentlich wurden Vergilbungen in Küchen festgestellt, in der Regel im Bereich

des Herdes und der Spüle. Kochfette konnten hier als Verursacher ausgemacht werden. Verfärbungen werden auch durch Mineralöle verursacht. In Nachstellversuchen wurde nachgewiesen, dass auch Tabakrauch zu starken Vergilbungen führt. Der Rauch einer einzigen Zigarette, eingezogen in einem Behälter von ca. 5 Liter Volumen, in dem die Probe lag, führte zu einer zitronengelben Verfärbung eines Bodenbelags. Da der Tabakrauch sich im Raum verteilt, treten diese Vergilbungen langsam und großflächig auf und werden meist nicht erkannt und nicht beanstandet. Sie werden oft erst dann deutlich, wenn ein Möbelstück oder ein Teppich entfernt wird.

Je weniger ein PVC-Belag gefüllt und je heller dessen Farbstellung ist, desto stärker tritt die Erscheinung der Vergilbung auf. CV-Bodenbeläge mit transparenter Nutzschicht und heller Musterung sind am stärksten betroffen. Räume, in denen in besonderem Maße mit zu Vergilbung führenden Einflüssen gerechnet werden muss, sollten mit höher gefüllten Bodenbelägen in gedeckter Farbe ausgelegt werden. Jeder Sachverständige sollte bedenken, dass es sich bei Vergilbungen nicht um entfernbare Verschmutzungen handelt, sondern um Einwanderungen von Substanzen in den PVC-Bodenbelag. Anhand von Praxisbeispielen wurden nachgewiesen, dass weder mit einer intensiven Grundreinigung noch einer anschließende Einpflege signifikante Veränderungen in den verfärbten Stellen erreicht wurden. Deshalb gibt es nur zwei Alternativen, entweder man lebt mit der Vergilbung oder der Belag wird ausgetauscht bzw. erneuert. Bei der Klärung der Schuldfrage spielt sicher die Hinweispflicht eine große Rolle.



**Bild 103** ■ Verfärbung auf einem Fußbodenbelag, verursacht durch eine zusammengefaltete Luftmatratze unter einem Bett



# 8      Gerüche und Emissionen aus dem Fußboden

## 8.1    Geruchsbelästigungen

Neben der Feuchteproblematik sind Geruchsbeanstandungen die häufigsten Anlässe von Reklamationen in der Fußbodenbranche. Bei den Auseinandersetzungen um Gerüche stehen leider vor allem Emotionen und nicht die Fakten im Mittelpunkt. Bei nahezu allen Geruchsreklamationen vermuten Bauherrn und Nutzer, dass die Ursache für die auftretenden Gerüche den neu verlegten Bodenbelägen und den Verlegewerkstoffen zuzuordnen ist. Die Hersteller des Bodenbelages und der Verlegewerkstoffe sind dann gleichzeitig Angeklagter und Gutachter. Man erwartet von ihnen die Aufklärung der Geruchsursache unabhängig davon, ob sie verantwortlich gemacht werden können oder nicht. Die Erwartungshaltung der Bauherrn, der Planer oder der Architekten und Vermieter lautet dann häufig, den neu verlegten Oberbelag und die Verlegewerkstoffe entfernen und eine Neuverlegung durchführen, auch wenn die Ursache nicht geklärt ist. Die vorschnelle Schlussfolgerung, dass Emissionen aus den Oberbelägen oder den Verlegewerkstoffen zu Geruchsbelästigungen führen, ist eindeutig abzulehnen.

Geruchsreklamationen sind immer problematisch, weil Gerüche unterschiedlich wahrgenommen und beurteilt werden. Jede Geruchswahrnehmung ist subjektiv und individuell verschieden. Die Ursachenfindung ist stark erschwert, weil Gerüche messtechnisch schlecht erfassbar sind. Neugerüche von Bodenbelägen und Verlegewerkstoffen gelten nicht als Geruchsbeanstandung. Richtiges Lüften beseitigt im Normalfall die Neugerüche innerhalb kürzester Zeit. Es kann davon ausgegangen werden, dass Verlegewerkstoffe und Bodenbeläge heutzutage einen höheren Standard und deshalb weniger Emissions- und Geruchsverhalten aufweisen, als das früher der Fall war.

Das flüchtige organische Substanzen (VOC) und Gerüche, die aus Bauprodukten ausgasen, der Gesundheit und dem Wohlbefinden der Raumnutzer schaden, ist unbestritten. Eine gesunde Innenraumluft ist besonders wichtig. Für den Menschen als unbedenklich gelten Innenräume, in denen der Gehalt an flüchtigen organischen Stoffen in der Summe (total volatile organic compound, kurz TVOC) unter 200–300 Mikrogramm/m<sup>3</sup> liegt. Werte bis etwa 1 000 Mikrogramm/m<sup>3</sup> gelten noch als akzeptabel. Unbestritten ist aber auch die Tatsache, dass geruchsarme Bauprodukte bereits heute zu den Kriterien moderner Gebäudezertifizierungssysteme gehören.

## 8.2 Grundlegende Hinweise zu Gerüchen und Emissionen

Keiner unserer Sinne ist so nah an unsere Gefühle gebunden wie der Geruchssinn. Jede Geruchswahrnehmung ist subjektiv und wird individuell beurteilt. Was einer nicht bemerkt, empfindet ein anderer schon als unangenehm. Die größte Gruppe des Menschen, etwa ein Prozent der Gene, dient dem Geruchssinn. Theoretisch kann der Mensch mehr als eine Billion Gerüche wahrnehmen. Jeder Mensch verfügt über 350 Riechrezeptoren. Sie sitzen überall im Gewebe des Körpers, in der Leber, den Nieren, sogar im Gehirn. Bisher sind erst 20 davon entschlüsselt. Viele Menschen können gut riechen, doch den meisten gelingt es nicht, diese Gerüche auch bei einem Namen zu nennen. Die häufigsten Bezeichnungen für Gerüche sind beispielsweise chemisch, muffig, ranzig, mandelartig, teerartig, süßlich, seifig, Geruch nach PVC, nach Teppichboden, nach totem Tier oder nach schmutziger Wäsche.

Jeder Geruch ist die Folge einer Emission. Als Emission bezeichnet man die Abgabe gasförmiger, flüssiger und staubförmiger Stoffe aus Materialien und Anlagen. Von Immissionen spricht man, wenn diese Emissionen in die Umwelt (Luft, Erde, Wasser) eindringen. Nicht jede Emission führt zwangsläufig zu einem Geruch.

Gerüche werden also durch das Ausdünsten geruchsintensiver Inhaltsstoffe verursacht. Ein Geruch kann durch eine einzelne Substanz oder von einem Gemisch verschiedener Substanzen hervorgerufen werden. Geruchsintensive Stoffe können schon in geringster, nicht messbarer Konzentration riechbar sein, man spricht hier von einer niedrigen Geruchsschwelle. Verbindliche Konzentrationsbezogene Grenz- und Richtwerte für Geruchsstoffe liegen nicht vor. Das Auftreten von Gerüchen ist zwar eine Belästigung, es muss aber nicht zwangsläufig Gefahr von ihnen ausgehen. Unbestritten ist jedoch, dass Geruchsbelästigungen Stress hervorrufen können.

Raumluftanalysen tragen im Reklamationsfall sehr häufig nur in geringem Umfang zur Aufklärung der Ursachen bei. Die Nase ist für viele Gerüche empfindlicher als Analysegeräte.

Geruchsbeanstandungen werden zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten nach der Verlegung vorgebracht. Reklamationen bezüglich Gerüchen, die fünf oder mehr Jahre nach der Verlegung von Oberbelägen auftreten, sind sehr fragwürdig, aber durchaus möglich. Geruchsaktive Stoffe wandern im Laufe der Zeit aus einem Material aus und lagern sich in anderen Materialien an. Man spricht hier von einem Sekundär-Depoteffekt. Die geruchsintensiven Stoffe treten dabei durch diffusionsoffene Teppichböden oder durch die Stöße und

Randfugen von elastischen Bodenbelägen aus. Beispielhaft hierfür ist das aus alter, unbesandeter DDR-Dachpappe austretende Naphthalin, das teilweise erst nach Jahren als teerartiger Geruch wahrgenommen wird. Diese Dachpappe wurde in zu DDR-Zeiten errichteten Gebäuden als Feuchtesperre auf neuen Rohbetondecken eingebaut.

Bei der Ursachenfindung von Gerüchen unterscheidet man potenzielle Emissionsquellen von auslösenden Faktoren. Potenzielle Emissionsquellen können vom Boden, der Decke und den Wänden ausgehen und somit beispielsweise Deckenverkleidungen, Trockenwände, Farben, Tapeten, Bodenbeläge, Klebstoffe aber auch Einrichtungsgegenstände, wie Möbel, Kopierer, Gardinen usw. sein. Auslösende Faktoren sind beispielsweise Feuchtigkeit, Temperatur, Verarbeitungsfehler usw.

Es sollte großer Wert daraufgelegt werden, dass zur Begutachtung von Geruchsbelästigungen nur Institute bzw. Sachverständige bestellt werden, die über sehr gute Kenntnisse und viel Erfahrung bei der Quellensuche von Gerüchen und Emissionen verfügen. Eine Emissionsprüfung darf nur von geeigneten Instituten durchgeführt werden. Prüfinstitute sind dann geeignet, wenn sie über die notwendigen apparativen Einrichtungen und ein Qualitätsmanagement verfügen (bzw. für den Bereich dieser Prüfungen akkreditiert sind) und über die erfolgreiche Teilnahme an einschlägigen Rundversuchen ihre Befähigung zur Durchführung dieser Prüfungen nachgewiesen haben. Der Nachweis über die Einhaltung dieser Anforderungen ist gegenüber der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Fachgruppe Umweltrelevante Material- und Produkteigenschaften/Emissionen aus Materialien zu erbringen.

## 8.3 Hinweise zur Feststellung und Bewertung von Gerüchen

Zur Feststellung und Bewertung von Gerüchen hat der Sachverständige mehrere Möglichkeiten mit unterschiedlicher Aussagekraft:

- Geruchsprüfung durch einen speziellen Sachverständigen,
- Geruchsprüfung mit Probanden nach der Schweizer Norm SNV 195 651 TEXTILIEN; BESTIMMUNG DER GERUCHSENTWICKLUNG VON AUSRÜSTUNGEN (SINNEN-PRÜFUNG) [66],
- Messungen der Innenraumluft und Auswertung im Labor,
- Emissionskammerprüfungen mit einer oder mehreren Materialproben. Seit März 2012 steht mit der Norm ISO 16000-28 INNENRAUMLUFTVERUNREINIGUNGEN: BESTIMMUNG DER GERUCHSEMISSIONEN AUS BAUPRODUKTEN MIT EINER EMIS-

SIONSKAMMER [67] ein Messverfahren zur Verfügung. In dieser Norm wird die Messung von Gerüchen aus Bauprodukten in Prüfkammern parallel zu den Messungen der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) beschrieben.

Eine Vorprüfung kann mit einfachen Einweck- oder Schraubdeckelgläsern ausgeführt werden (Bild 104). Jeweils eine etwa gleichgroße Probe, zum Beispiel Belag trocken, angefeuchtet, mit Klebstoff frisch, mit Klebstoff getrocknet und so weiter, wird jeweils in einem geschlossenen Glas entweder bei Raumtemperatur und bei 20°, 30° oder 40 °C über Nacht aufbewahrt und dann geprüft. Tritt nach der Lagerung in einem oder mehreren Gläsern derselbe oder zumindest ähnlicher Geruch auf wie am Ort der Reklamation, ist damit zumeist unbestritten ein erster wichtiger Hinweis auf die Emissionsquelle gegeben.

Bei der Geruchsprüfung mit Probanden werden nach einer fünfstelligen Skala Geruchsnoten vergeben und danach die Geruchsreklamation bewertet. Die Geruchsnoten müssen die Probanden wie folgt vergeben:

1 = geruchslos, 2 = wahrnehmbar, 3 = erträglich, 4 = belästigend, 5 = unerträglich

Die Messung der Innenraumluft sowie die Emissionskammerprüfung werden in der Regel nur dann durchgeführt, wenn genaue Aussagen zu Emittenten und deren Menge gefordert wird. Anhand der vorliegenden Erfahrungen mit Geruchsbeanstandungen können mittels der sehr einfachen und kostengünstigen Vorprüfung sowie eingehender Vorortprüfungen (beispielsweise Öffnen der kritischen Bereiche) durchaus die Ursache bzw. die Ursachen für eine Geruchsbeanstandung gefunden werden. Diese Ursachen werden allerdings häufig von den Bauherrn oder den Auftraggebern in Frage gestellt und dann doch noch teure Untersuchungsmethoden gefordert. Diese Untersuchungen können nur von dafür autorisierten Instituten und Laboratorien ausgeführt werden.



**Bild 104** ■ Kostengünstige Vorprüfung bei Geruchsbeanstandungen mit einfachen Einweck- oder Schraubdeckelgläsern

## 8.4 Auslösefaktoren für Gerüche

Im Mittelpunkt der Auseinandersetzungen bei Geruchsreklamationen stehen zumeist die folgende Auslösefaktoren.

### Materialspezifische Eigengerüche

Im BEB-Merkblatt BEURTEILEN UND VORBEREITEN VON UNTERGRÜNDEN Stand Oktober 2008 [60] wird im Punkt 9 Raumklima/Raumluft u. a. ausgeführt: »*Materialspezifische Eigengerüche können nach der Verlegung unabhängig vom Raumklima auftreten.*« Materialspezifische Eigengerüche müssen vom Bauherrn oder dem Nutzer hingenommen werden, sofern sie nicht auffällig störend über einen längeren Zeitraum auftreten. Die materialspezifischen Eigengerüche sind durch richtiges Lüften zu beseitigen. Linoleum beispielsweise hat immer einen Neugeruch nach Leinöl.

Die Bodenbeläge und Verlegewerkstoffe der neuen Generation haben üblicherweise unauffällige Eigengerüche. Der Planer und der Bodenleger ist auf der sicheren Seite, wenn er EC 1 bzw. EC 1 plus und mit dem Blauen Engel zertifizierte Verlegewerkstoffe ausschreibt bzw. verwendet. Flammenschutzmittel könnten bei intensiven Gerüchen aus Bodenbelägen Ursache für Geruchsbelästigungen sein. Übrigens, die mehr oder weniger intensiven Neu- und Eigengerüche im Innenraum von neuen PKWs werden von den Kunden in der Regel als völlig normal empfunden, hier gibt es keine Beanstandungen, im Gegenteil, ein neuer PKW muss auch neu riechen.

### Falsches Lüften

Richtiges Lüften gehört zur ersten Basisempfehlung bei der Bearbeitung von Geruchsreklamationen. Gezieltes, regelmäßiges Stoßlüften mit kompletten, schnellen Luftwechseln beispielsweise im Abstand von zwei bis drei Stunden ist wesentlich effektiver, als unkontrolliertes Dauerlüften. Im Winter muss die Belüftung mit einer entsprechenden Beheizung unterstützt werden. In der Fachinformation von Dr.-Ing. Künzel RICHTIGES HEIZEN UND LÜFTEN [68] werden Maßnahmen beschrieben, wie Schäden und Geruchsbelästigungen durch richtiges Heizungs- und Lüftungsverhalten vermieden werden.

Bei einem Raumvolumen von 40 bis 80 m<sup>3</sup> sollten die Luftwechselraten 0,25 bis 0,50 pro Stunde betragen. In Arbeitsstätten ist bei einem Raumvolumen von 30 m<sup>3</sup> pro Person eine Luftwechselrate von mindestens 0,75 pro Stunde erforderlich. Empfohlen wird in der Regel eine Luftwechselrate von 0,8 bis 1 pro Stunde. In Arbeitsstätten und in Privathaushalten wird meistens nur

eine Luftwechselrate von 0,1 bis 0,3 erreicht. Um Schimmelpilzbildung zu vermeiden, werden von den Sachverständigen pro Tag mindestens 4 Stoßlüftungen von ca. 15-minütiger Dauer vorgeschlagen.

## **Beseitigung der Neugerüche durch richtiges Lüften**

### **Schadensbild**

In vier Büroräumen wurde auf einen alten Zementestrich mit einer Dispersionsgrundierung grundiert, zementär gespachtelt und anschließend in jeden Raum der gleiche Teppichboden mit einem Dispersionskleber geklebt. Ein Büror Raum wurde nur als Tagungs- und Besprechungsraum genutzt. In diesem Raum kam es nach ca. zwei Monaten zu einer Geruchsbelästigung, die immer intensiver wurde und deshalb von den Nutzern reklamiert wurde. In den anderen drei Büroräumen wurde keine Geruchsbelästigung festgestellt.

### **Schadensursache**

Vom Sachverständigen musste vor allem folgende Frage geklärt werden. Warum kam es nur im Tagungs- und Besprechungsraum zur Geruchsbelästigung und warum nicht in den anderen drei Büroräumen, obwohl in allen Räumen auf den alten Zementestrich der gleiche Systemaufbau und der gleiche Bodenbelag verlegt wurde. Wenn längere Zeit nach einer Neuverlegung nicht bzw. nicht ausreichend gelüftet wurde, können sich die Neugerüche besonders in Teppichböden wieder festsetzen und zu sehr unangenehmen und permanent einwirkenden Gerüchen führen. Da der Tagungs- und Besprechungsraum nur einmal in der Woche benutzt wurde und nur während der Besprechung kurz gelüftet wurde, hat sich der Neugeruch wieder im Teppichboden festgesetzt. Die sich daraus entwickelnde dauerhafte Geruchsbelästigung ließ sich auch durch ein späteres Dauerlüften nicht mehr beseitigen. In den drei Büroräumen bestätigten die Nutzer, dass sie sofort nach der Neuverlegung regelmäßig gelüftet hatten und dass, nachdem der Neugeruch dadurch beseitigt worden war, keine Gerüche mehr auftraten.

### **Schadensbeseitigung**

Die Geruchsbelästigung im Tagungs- und Besprechungsraum konnte nur durch eine Neuverlegung beseitigt werden. Dazu wurde der Teppichboden und die Spachtelmasse restlos entfernt. Sicherheitshalber wurde mit einer abgequarzten Reaktionsharzgrundierung grundiert, zementär gespachtelt und ein neuer Teppichboden mit einem Dispersionskleber geklebt.

## Altuntergründe

Im Kommentar zur DIN 18365 BODENBELAGARBEITEN – Stand Januar 2017 – heißt es: »Alte und genutzte Bodenbeläge sowie Rückstände von Klebstoffen und Spachtelschichten sind als Verlegeuntergrund immer problematisch und oft Ursachen späterer Schäden. Sie müssen deshalb beseitigt werden. Durch evtl. auftretende chemische Wechselwirkungen zwischen Altuntergrund und Neuaufbau können Geruchsbelästigungen entstehen. Um den Altuntergrund richtig zu bewerten, muss deshalb bauseitig eine Dokumentation der vorliegenden Schichten vorgelegt bzw. eine umfangreiche Analyse veranlasst werden. Dafür hat der Auftraggeber Sorge zu tragen.«

Diese Forderung lässt sich in der Praxis allerdings kaum erfüllen.

Emissionen bei Altuntergründen stammen häufig aus alten Baustoffen und Baumaterialien. Die Ursache für diese Emissionen können nur durch umfangreiche Untersuchungen ermittelt werden. Modergerüchen bei alten erdberührten Fußbodenkonstruktionen oder alten Kellern können nicht durch die Neuverlegung von Bodenbelägen beseitigt werden.

Bei der Verlegung/Klebung von neuen Bodenbelägen auf alte, festsitzende Bodenbeläge, müssen die alten Bodenbeläge intensiv grundgereinigt werden, ansonsten kann es hier zu Wechselwirkungen mit den alten Reinigungsmitteln und dem neuen Klebstoff kommen, in deren Folge intensive Gerüche auftreten können.

## Gerüche durch chemische Wechselwirkung zwischen alten und neuen Bodenbelagsklebstoffen

### Schadensbild

In einem Wohnzimmer hat der Bodenleger einen neuen Teppichboden direkt ohne Grundierung und Spachtelung mit einem Dispersionskleber auf einen alten Sulfitablaugekleber geklebt. Bereits drei Wochen nach der Belagsverlegung traten unangenehme, intensiv chemischen Gerüche in dem Wohnzimmer auf, die von den Vermietern reklamiert wurden.

### Schadensursache

Der Teppichboden wurde direkt auf den alten Sulfitablaugekleber mit einem Dispersionskleber geklebt. Daurch kam es zur chemischen Wechselwirkung zwischen diesen beiden Klebstoffen, auf die die Geruchsbelästigung zurückzuführen war.

## Schadensbeseitigung

Der Teppichboden, die Verlegewerkstoffe und der alte Sulfitablaugekleber wurden vollständig entfernt. Sicherheitshalber wurde mit einer abgequarzten Reaktionsharzgrundierung grundiert, zementär gespachtelt und ein neuer Teppichboden mit einem Dispersionskleber geklebt.

## Feuchtigkeit und Wärme

Es ist allgemein bekannt, dass besonders Feuchtigkeit und Wärme Geruchsentwicklungen fördern. Neubauten müssen heutzutage schnell fertiggestellt und übergeben werden. Durch die schnellen und dichten Bauweisen werden die Gebäude häufig nahezu hermetisch abgeriegelt und dadurch viel mehr Feuchtigkeit in den Gebäuden eingeschlossen als das früher der Fall war. Werden die Räume in diesen Neubauten besonders anfangs unregelmäßig oder gar nicht gelüftet, sind unangenehme Geruchsentwicklungen die Folge.

Bei feuchtigkeitsempfindlichen Textilbelägen können durch hohe Auftragsmengen von Dispersionsklebstoffen Emissionen hervorgerufen werden. Erhöhte Feuchte kann besonders bei Woll- und Tierhaartextilien zu unangenehme Gerüchen führen.

Höhere thermische Belastungen, wie intensive Sonneneinstrahlung, können beispielsweise bei manchen Teppichböden mit Latexschaumrücken zur Entwicklung von Gerüchen führen, die an Kunststoff oder Gummi erinnern (Bild 105).



**Bild 105** ■ Intensive Sonneneinstrahlung fördert Geruchsentwicklungen

Ein wichtiger Faktor für die in der Raumluft auftretenden Schadstoffkonzentrationen ist die Durchlässigkeit der geklebten Beläge. Je dichter ein Belag ist, umso weniger flüchtige Bestandteile können aus dem Klebstoff in die Raumluft gelangen.

Länger auf die Fußbodenkonstruktion einwirkende Feuchtigkeit kann Gerüche hervorrufen. Beispielhaft ist hier das 2-Ethyl-1-hexanol zu nennen. Länger einwirkende alkalische Feuchte führt zur Freisetzung von erheblichen Mengen an 2-Ethyl-1-hexanol aus dem Dispersionsklebstoff. Es löst einen intensiv stechenden, sehr unangenehmen Geruch aus.

Ursachen für die permanent einwirkende Feuchtigkeit können sein:

- Der Untergrund besaß nicht die erforderliche Ausgleichsfeuchte, er war zum Zeitpunkt der Verlegung noch zu feucht.
- Die auf zementäre Untergründe aufgetragene Reaktionsharz- Sperrgrundierung wurde nicht fachgerecht (beispielsweise nicht ausreichend dick) aufgebracht.
- Unter einem neuen schwimmenden Estrichen, verlegt auf neue Betondecken oder Betonbodenplatten, wurde keine Trennlage (beispielsweise zwei Lagen PE- Folie als Dampfbremse) unterhalb der Dämmung eingebaut.
- In der alten erdberührten Fußbodenkonstruktion fehlen die Abdichtungen gegen Feuchtigkeit oder sind nicht mehr voll funktionsfähig.

## Schaden durch unzureichende Sperrgrundierung

### Schadensbild

In einem Kindergarten war ein neuer Zementestrich eingebaut, der relativ lange zum Trocknen brauchte. Dem Bauherrn dauerte die Trocknungszeit zu lange, er wollte den Kindergarten so schnell wie möglich wieder nutzen. Deshalb wurde der Bodenleger beauftragt, eine Sperrgrundierung auf den neu eingebauten Zementestrich aufzutragen und anschließend sofort den PCV-Belag zu verlegen.

Wenig später traten die folgenden Feuchteschäden auf:

- Blasen und Beulen sowie Ablösungen im PVC-Belag.
- Erweichen der Spachtelmasse.
- Intensive Geruchsbelästigung.

Aufgrund dieser Feuchteschäden musste das Gebäude geräumt werden. Der Kindergarten musste in ein anderes Gebäude umziehen.

## Schadensursache

Der Sachverständige hat die Dicke der Reaktionsharzgrundierung nachgemessen und eindeutig festgestellt, dass die Reaktionsharzgrundierung nicht ausreichend dick nach den Herstellerangaben aufgetragen wurde. Der Bodenleger hatte sich offensichtlich bei der Kostenplanung der Sperrgrundierung verkalkuliert. Deshalb hatte er die Reaktionsharzgrundierung auf den Zementestrich nicht ausreichend dick aufgetragen und es kam zum Feuchteschaden. Somit war der Beweis erbracht, dass der Bodenleger diesen Feuchteschaden zu verantworten hatte. Sehr viel Schlimmer war jedoch die Geruchsbelästigung. Die länger einwirkende alkalische Feuchte führte zur Freisetzung von erheblichen Mengen an 2-Ethyl-1-hexanol aus dem Dispersionsklebstoff. Das 2-Ethyl-1-hexanol löste einen intensiv stechenden, sehr unangenehmen Geruch in allen Zimmern aus, der sich auch im Zementestrich festgesetzt hatte.

## Schadensbeseitigung

Der gesamte Zementestrich sowie die Verlegewerkstoffe und der PVC-Belag mussten restlos entfernt und erneuert werden. Es wurde ein neuer schwimmender Zementestrich eingebaut. Nachdem der Zementestrich die erforderliche Belegreife erreicht hatte, wurde mit einer Dispersionsgrundierung grundiert, zementär gespachtelt und die PVC-Beläge mit einem Dispersionskleber geklebt.

## Mottenschutz bei Wollteppichen

Wolle und andere Tierhaare sind beliebte Nahrungsmittel für Motten- und Käferlarven. Ohne Motten- und Käferschutzausrüstung werden Teppiche aus Wolle und Tierhaaren sehr schnell befallen. Abgesehen davon, dass die Teppiche allmählich zerfressen werden, ist das Leben mit diesen Schädlingen nicht gesundheitsfördernd, da der Teppich naturgemäß nach dem Befall voller Schädlings-Exkreme ist. Der Staub dieser Exkreme verteilt sich in der Luft und wird eingeatmet. Außerdem ist das Auftreten mit Geruchsbelästigungen verbunden. Ein wirksamer Schutz vor diesen Insekten kann nur durch den Einsatz von Bekämpfungsmitteln bereits bei der Produktion der Teppiche erzielt werden. Wollteppiche müssen vor Insektenfraß geschützt werden, um die Wohnhygiene sicherzustellen und eine vorzeitige Zerstörung der Ware zu verhindern.

## 8.5 Gerüche aus Verlegewerkstoffen und Bodenbelägen

Grundierungen und Klebstoffe für Bodenbeläge waren bis Anfang der 1980er Jahre zum großen Teil lösemittelbasiert. Die zum Kleben notwendigen Harze waren in leicht siedenden Lösemitteln gelöst. Diese belasteten den Verarbeiter bei der Vorbereitung des Untergrundes und der Klebung der Bodenbeläge, weil sie sehr schnell verdunsten. Geruchsbelästigungen der Verbraucher traten kaum auf. Die Belastung der Verarbeiter durch gesundheitsschädliche Dämpfe und auch Verpuffungen von Lösemittel-Luft-Gemischen waren die kennzeichnenden Gefahren durch diese Verlegewerkstoffe. Mit dem Chemikaliengesetz vom 16.09.1980 wurden grundlegende Veränderungen eingeleitet.

Auf der Grundlage des Chemikaliengesetzes wurde die Gefahrenstoffverordnung am 26.08.1986 veröffentlicht. Die Gefahrenstoffverordnung (GefStoffV) definiert Gefahrenstoffe im Sinne des Chemikaliengesetzes und regelt den Umgang mit ihnen. Gefahrenstoffe im Sinne des Gesetzes sind Stoffe und Zubereitungen, die gefährlich oder explosionsfähig sind oder aus denen beim Umgang gefährliche Stoffe oder Zubereitungen entstehen oder freigesetzt werden können.

Mögliche Gefahrenstoffe sind Stoffe, Zubereitungen, Erzeugnisse und Krankheitserreger. Gefahrenstoffe können gesundheitsschädigend sein, weil sie giftig, ätzend, reizend, krebszeugend, fruchtschädigend, erbgutschädigend sind oder andere chronische Wirkungen haben. Sie bergen Risiken, weil sie explosionsgefährlich, hoch entzündlich, leicht entzündlich, entzündlich oder brandfördernd sind. Nach der Gefahrenstoffverordnung sind Gefahrstoffe durch Symbole oder Buchstaben zu kennzeichnen. Zur Verbraucherinformation sind Gefahrenhinweise sowie Sicherheitsratschläge (R+S-Sätze) beizugeben. R+S-Sätze sind standardisiert und müssen vollständig abgedruckt sein.

Die Regelungen und Vorschriften aus der Gefahrenstoffverordnung haben zu einer Reihe von weiteren Regeln und Maßnahmen geführt, die in den folgenden Ausführungen kurz erläutert werden sollen.

### Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 610

Zur Umsetzung der Gefahrenstoffverordnung wurden die Technischen Regeln für Gefahrenstoffe TRGS 610 [36] erarbeitet und im September 1992 herausgegeben. Die letzte überarbeitete Ausgabe wurde im Januar 2011 veröffentlicht. Der Titel lautet ERSATZSTOFFE UND ERSATZVERFAHREN FÜR STARK LÖSEMITTELHALTIGE VORSTRICHE UND KLEBSTOFFE FÜR DEN BODENBEREICH.

Eine TRGS gibt den Stand der sicherheitstechnischen Anforderungen beim Umgang mit Gefahrstoffen wieder. Eine TRGS hat keine Gesetzeskraft, sie ist mit einer Norm vergleichbar. DIN/EN-Normen sind bekanntlich lediglich Richtlinien und besitzen einen Hinweis-Charakter. Der Stand von Wissenschaft und Technik übertrifft – hinsichtlich des Wissensstandes – meistens die Anforderungsprofile der entsprechenden DIN/EN-Normen. Wer sich nicht an den Stand der Technik oder an anerkannte Regeln des Fachs hält, hat es im Schadensfall schwer, sich zu entlasten. Es bedarf somit sehr guter Begründungen, sich nicht an die TRGS zu halten.

Die TRGS 610 enthält Begriffsbestimmungen, Regeln für die Anwendung von Ersatzstoffen und Ausnahmeregelungen für den Einsatz von stark lösemittelhaltigen Vorstrichen und Klebstoffen. Sie weist ausdrücklich darauf hin, dass heute die Verwendung von stark lösemittelhaltigen Vorstrichen und Klebstoffen für den Bodenbereich grundsätzlich nicht mehr notwendig ist.

## GISCODE

1993 wurden nach inoffiziellen Angaben immer noch ca. 25 % lösemittelhaltige Klebstoffe und Vorstriche bei Bodenbelagarbeiten und ca. 80 % bei Parkettarbeiten eingesetzt. Dieser untragbare Zustand hat dazu geführt, dass die Technische Kommission Bauklebstoffe (TKB) des Fachverbands Klebstoffindustrie e.V. in Zusammenarbeit mit den Bau-Berufsgenossenschaften im Gefahrenstoff-Informations-System (GISBAU) ein System zur Klassifizierung von Bodenbelagklebstoffen und Vorstrichen (GISCODE) erarbeitet hat. Die Bezeichnung GISCODE steht für Gefahrstoff-Informations-System-Code. Es handelt sich dabei um ein Kennzeichnungssystem, in dem Produkte mit vergleichbarer Gesundheitsgefährdung in Produktgruppen zusammengefasst sind. Für jede dieser Gruppen wurden Produktinformationen erstellt, die für alle in dieser Gruppe zusammengefassten Produkte gültig sind. Dies ermöglicht dem Verarbeiter, anstelle vieler Einzelinformationen eine Gruppeninformation zu erhalten. Die GISCODE-Gruppen sind durch Kurzbezeichnungen gekennzeichnet. Der GISCODE ist auf dem Gebinde des Produkts, den Technischen Informationen (Technischen Merkblatt) und dem Sicherheitsdatenblatt angebracht. Die Produktgruppen werden in Zusammenarbeit mit den Herstellern erarbeitet. Dabei bedingen die Inhaltsstoffe der Produkte der jeweiligen GISCODE-Gruppe die Gefährdungen wie auch die Schutzmaßnahmen jeder Gruppe.

Die Codierung besteht aus einer Buchstaben-/Zahlenkombination, die das Produkt eindeutig einer Produktgruppe zuordnet. Anhand der GISCODE-Kennzeichnung können die Verarbeiter ablesen, welchen Lösemittelgehalt ein Klebstoff bzw. ein Vorstrich hat. Zur Zeit umfasst der GISCODE für Verlegewerkstoffe 16 Produktgruppen. Die Einstufung ist nach Materialgruppen gegliedert, die man am Buchstaben der GISCODE-Bezeichnung erkennt:

- D: Dispersionsprodukte,
- RS: MS-Polymer,
- RE: Epoxidharze,
- RU: Polyurethane,
- S: Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe,
- CP: Calciumsulfathaltige Produkte,
- ZP: Zementhaltige Produkte.

Die Zahl hinter dem Buchstaben gibt an, ob und wieviel potentielle gesundheitsgefährdende Stoffe enthalten sind. Ein D1 Kleber ist beispielsweise ein lösemittelfreier Dispersionsklebstoff, ein D7 Produkt ein lösemittelhaltiger und toluolhaltiger Dispersionsklebstoff. Bei Dispersions-, Epoxidharz- und Polyuerthanprodukten steht die 1 hinter dem Buchstaben also immer für das aus Sicht des Arbeitsschutzes **ungefährlichste** Produkt. Klebstoffe und Vorstriche der S-Klasse sind durchgehend stark lösemittelhaltig. Hier geht es bei der weiteren Zahleninstufung nur noch darum, ob beispielsweise besonders kritische Substanzen wie Methanol oder Toluol enthalten sind. Die Klassifizierung für zementhaltige Produkte (ZP) orientiert sich auf der Grundlage der TRGS 613 am Chromatgehalt des Zementes. Spachtelmassen mit GISCODE ZP 1 gelten als chromatarm. Der Hintergrund für diese Kennzeichnung ist, dass chromathaltige Zemente bei regelmäßigen Hautkontakt zur sogenannten **Maurerkräfte** führen.

**Tabelle 4** ■ GISCODE-Produktgruppen Verlegewerkstoffe

GISCODE	Bezeichnung	Lösemittelgehalt
<b>Dispersionsprodukte</b>		
D 1	Verlegewerkstoffe, lösemittelfrei	≤0,5 %
D 2	Verlegewerkstoffe, lösemittelarm	≤5 %
D 3	Verlegewerkstoffe, lösemittelhaltig	≤10 %
	Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe	
S 1	Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe, aromatenfrei	>10 %
S 2	Stark lösemittelhaltige Verlegewerkstoffe, aromatenhaltig	>10 %
<b>MS-Polymere</b>		
RS 10	Produkte auf Basis silanfunktioneller Prepolymere	
<b>Epoxidharze</b>		
RE 0	Epoxidharzdispersionen	<5 %
RE 1	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelfrei	≤0,5 %
RE 2	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelarm	≤5 %
RE 2,5	Epoxidharz-Produkte, lösemittelhaltig	>5 %
RE 3	Epoxidharz-Produkte, sensibilisierend, lösemittelhaltig	>5 %
<b>Polyurethane</b>		
RU 0,5	Polyurethan-Klebstoffe-/Vorstriche, kennzeichnungsfrei, lösemittelfrei	≤0,5 %
RU 1	Polyurethan-Klebstoffe-/Vorstriche, lösemittelfrei	≤0,5 %
RU 2	Polyurethan-Klebstoffe-/Vorstriche, lösemittelhaltig	>0,5 %
<b>Calciumsulfathaltige Produkte</b>		
CP 1	Spachtelmassen auf Calciumsulfatbasis	
<b>Zementhaltige Produkte</b>		
ZP 1	Zementhaltige Produkte, chromatarm	

## GEV/EMICODE

Menschen verbringen immer mehr Zeit in Gebäuden. Deshalb spielt die Frage nach Art und Menge von Emissionen, die aus Werkstoffen an Wand und Boden in die Raumluft gelangen, eine große Rolle. Spezielle Emissionen aus frisch verarbeiteten Verlegewerkstoffen, Bodenbelägen aber auch anderen

Baustoffen können die Konzentration an gesundheitsgefährdenden flüchtigen organischen Verbindungen (VOC, engl. Volatile Organic Compounds) in der Luft über einen längeren Zeitraum nach dem Einbau bedenklich ansteigen lassen. Deshalb haben namhafte deutsche Hersteller von Verlegewerkstoffen beschlossen, möglichst emissionsarme Verlegewerkstoffe zu entwickeln und im Markt zu forcieren. Um das Emissionsverhalten von Verlegewerkstoffen zuverlässig beschreiben zu können, wurde im Februar 1997 von den Verlegewerkstoffherstellern die Gemeinschaft Emissionskontrollierte Verlegewerkstoffe e.V. (GEV) gegründet. Um den Forderungen nach Prüfung weiterer Produktgattungen gerecht zu werden, wurde die GEV 2007 umbenannt in Gemeinschaft Emissionskontrollierter Verlegewerkstoffe, Klebstoffe und Bauprodukte e.V.. Heute ist die GEV eine international anerkannte Institution. Dank ihrer marktüberwachenden Funktion leistet sie einen zentralen Beitrag für den Verbraucher-, Arbeits- und Umweltschutz.

Um Verbrauchern, Handwerkern, Planern, Architekten und Händlern eine Orientierung über die im Markt erhältlichen emissionsarmen Produkte, Systeme und Technologien zu geben, schuf die GEV mit dem EMICODE ein geschütztes, wettbewerbsneutrales Klassifizierungssystem für Verlegewerkstoffe. Die GEV ist die dazugehörige Lizenzierungs- und Kontrollinstanz. EMICODE ist ein markenrechtlich geschütztes Umweltzeichen zur Produktklassifizierung für emissionsarme Verlegewerkstoffe. Im Mittelpunkt der Prüfungen nach ISO 16000 steht das Emissionsverhalten der VOC, das durch die GEV bei Erfüllung der EMICODE-Kriterien in drei Klassen eingestuft wird:

- EC 1 plus – sehr emissionsarm,
- EC 1 – sehr emissionsarm,
- EC 2 – emissionsarm.

Die Einstufung erfolgt nach den analytisch ermittelten Messdaten hinsichtlich der Gesamtemissionen bei der sogenannten Kammerprüfung. Die Kriterien orientieren sich an dem vom Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) vorgesehenen Prüfzeitpunkte. Geprüft wird die Gesamtmenge an Emissionen flüchtiger organischer Verbindungen (TVOC = Total Volatile Organic Compound) sowie die Gesamtmenge schwerflüchtiger organischer Verbindungen (TSVOC = Total Semi-Volatile Organic Compounds) nach drei Tagen und 28 Tagen. Beispielhaft die Einstufung der drei Klassen anhand der TVOC nach drei Tagen:

- EC 1 plus –  $\leq 750$  Mikrogramm/m<sup>3</sup> TVOC,
- EC 1 –  $\leq 1\,000$  Mikrogramm/m<sup>3</sup> TVOC,
- EC 2 –  $\leq 3\,000$  Mikrogramm/m<sup>3</sup> TVOC.

Größtmögliche Sicherheit vor Raumluftbelastungen bieten Verlegewerkstoffe, die mit dem GEV-Zeichen EMICODE EC 1 als sehr emissionsarm gekennzeichnet sind. Um künftigen Ansprüchen gerecht zu werden, führte die GEV 2010 die Klasse EC 1 plus ein, die die hohen Anforderungen der bisher obersten Kategorie noch einmal übertrifft. Die Klasse EC 3 wurde ersatzlos gestrichen. Dadurch können ausschließlich emissionsarme Verlegewerkstoffe zertifiziert werden.

### **Blauer Engel**

Der Blaue Engel wird seit 1978 in Deutschland als Umweltzeichen für besonders umweltschonende Produkte und Dienstleistungen vergeben. Er steht für die ganzheitliche Betrachtung der Umwelteigenschaften eines Produktes. Diese Betrachtung reicht von der Herstellung über den Gebrauch bis zur Entsorgung.

Folgende Institutionen sind zur Zeit am Vergabeverfahren beteiligt:

- Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit – ist der Inhaber des Umweltzeichens Blauer Engel und informiert die Öffentlichkeit.
- RAL gGmbH (eine 100-prozentige Tochter des RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.) – ist mit der Vergabe des Blauen Engel beauftragt, führt Expertenanhörungen durch und prüft, ob die Anforderungen erfüllt werden.
- Umweltbundesamt – erarbeitet als Geschäftsstelle des Blauen Engel die Kriterien für die Vergabe, nimmt Neuanträge entgegen und legt sie nach Prüfung und Bewertung der Jury vor.
- Jury Umweltzeichen – ist das unabhängige Beschlussgremium mit Vertretern aus Umwelt- und Verbraucherverbänden, Gewerkschaften, Industrie, Handel, Handwerk, Kommunen, Wissenschaft, Medien, Kirchen und Bundesländern. Die Jury hat das letzte Wort im Vergabeverfahren und trifft die eigentliche Vergabeentscheidung. Die Hersteller, die den Blauen Engel verliehen bekommen, können auf freiwilliger Basis ihre Produkte damit kennzeichnen. Weiterhin wird hier beschlossen, welche Blaue Engel neu entwickelt werden und wie die Vergabegrundlagen gestaltet sein sollen.

Seit 2003 wird der Blaue Engel für Verlegewerkstoffe vergeben mit dem Ziel, dass Planer und Verbraucher Verlegewerkstoffe auswählen können, die möglichst wenig Stoffe enthalten und ausdünsten, die die Gesundheit und die Umwelt belasten. Beim Blauen Engel handelt es sich um ein anspruchvolles Label, das ganz wesentlich zu ökologischen Verbesserungen bei der Herstellung, dem Gebrauch und der Entsorgung von Verlegewerkstoffen führt und

die Gesundheit von Verbrauchern schont. So dürfen beispielsweise besonders kritische Stoffe, die krebserzeugend, erbget- oder fruchtschädigend wirken, den Produkten bei der Herstellung nicht zugesetzt werden.

Das TFI Aachen GmbH (Institut für Bodensysteme an der RWTH Aachen) ist die zugelassene Prüfstelle des RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V. für den Blauen Engel unter anderem für folgende Produkte:

- RAL-UZ 113 – Emissionsarme Bodenbelagsklebstoffe und andere Verle-gewerkstoffe,
- RAL-UZ 120 – Elastische Fußbodenbeläge,
- RAL-ZU 128 – Emissionsarme textile Bodenbeläge,
- RAL-UZ 156 – Emissionsarme Verlegeunterlagen für Bodenbeläge,
- RAL-UZ 176 – Emissionsarme Bodenbeläge, Paneele und Türen aus Holz und Holzwerkstoffen für Innenräume.

Von der RAL gGmbH werden die Vergabeunterlagen für die genannten Produkte vorgegeben, die sich jeder Verbraucher aus dem Internet unter [www.blauerengel.de](http://www.blauerengel.de) herunterladen kann. Hier kann sich jeder Verbraucher beispielsweise darüber informieren, welche Stoffe und Zubereitungen nicht oder nur im zulässigen Maße in den jeweiligen Produkten enthalten sind. Das ist für Sachverständige aber auch für Verarbeiter wichtig, da es an dieser Stelle öfter zu Auseinandersetzungen mit Bauherrn, Planern, Architekten kommt. Denn die Sensibilisierung im Hinblick auf Emissionen und Gerüche ist heute außerordentlich groß.

Über die gesetzlichen Bestimmungen hinaus sind Bodenbeläge mit dem Blauen Engel gekennzeichnet durch den Einsatz von Werkstoffen und Materialien, die die Umwelt weniger belasten, in der Wohnumwelt aus gesundheitlicher Sicht unbedenklich sind und keine Schadstoffe enthalten, die bei der Verwertung erheblich stören. Textile Bodenbeläge sind schadstoffgeprüft auf Formaldehyd, Weichmacher und andere organische Verbindungen und haben so für gewöhnlich keine bedenklichen Gerüche.

Seit Februar 2016 gibt es die überarbeitete Vergabegrundlage der RAL-ZU 128 für den Blauen Engel **Emissionsarme textile Bodenbeläge**. Neu eingeführt wurde die Geruchsprüfung nach ISO 16000-28. Bei der Erstprüfung zum Blauen Engel Textile Bodenbeläge muss parallel zu den Messungen der flüchtigen organischen Verbindungen (VOC) die sensorische Prüfung nach der Norm DIN ISO 16000-28 durchgeführt werden. Für die jährliche Folgeprüfung ist jedoch die Geruchsprüfung in Anlehnung an die Schweizer Norm SNV 195651 oder GUT ausreichend. Textile Beläge, die das GUT-Siegel tragen, müssen keinen gesonderten Folgeprüfungen mehr unterzogen werden. Boden-

belagsklebstoffe und Vorstriche/Grundierungen mit dem Blauen Engel sind lösemittelfrei, besonders emissionsarm, mögliche Geruchskomponenten sind begrenzt, Konservierungsmittel sind auf ein gesundheitlich unbedenkliches Maß reduziert und schwerflüchtige organische Substanzen die sich ihren Weg durch den Bodenbelag und die Randfugen bahnen und so in die Atemluft gelangen, werden vermieden. Fast alle neuen High-Tech-Spachtelmassen sind heute mit dem Blauen Engel zertifiziert.

### **GUT-Signet**

Die Gemeinschaft umweltfreundlicher Teppichboden e.V. (GUT) hat das GUT-Signet für Teppichboden ins Leben gerufen. Die GUT wurde 1990 in Aachen von führenden europäischen Teppichherstellern gegründet. Das GUT-Signet ist mittlerweile das in Europa bekannteste Teppichsiegel und integraler Bestandteil des europäischen PRODukt-Informations-System für textile Bodenbeläge PRODIS. Mit dem GUT-Signet verfolgt die GUT das Ziel, die Umwelt- und Verbraucherfreundlichkeit von textilen Bodenbelägen ständig zu verbessern. Dabei geht es um die umweltschonende Herstellung, die sichere Verlegung, den wohngesunden Gebrauch sowie die umweltgerechte Entsorgung und das Recycling.

Die Prüfung zur Erlangung des GUT-Signet beinhaltet drei Segmente:

- Schadstoffprüfung (Schwermetalle, Weichmacher, Biozide und Pestizide, POPs (Persistant Organic Pollutants)),
- Emissionsprüfung nach ISO 16000, inkl. Formaldehyde, Aldehyde, Ketone und Kanzerogene,
- Sensorische Geruchsprüfung.

### **Ü-Zeichen**

Bodenbeläge mussten in Deutschland bis zum 15.10.2016 vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) zugelassen sein und das Ü-Zeichen vorweisen. Beim Ü-Zeichen wurden die Bodenbeläge gesundheitlich bewertet, besonders im Hinblick auf das Emissionsverhalten. Der Wegfall des Ü-Zeichens seit dem 15.10.2016 wird deshalb aus Sicht des Verbraucherschutzes als Rückschritt betrachtet. Die CE-Kennzeichnung von Bodenbelägen nach der DIN EN 14041 hat in Bezug auf die gesundheitliche Bewertung nur wenig Aussagekraft. Bei der Klebstoffnorm DIN EN 14259 KLEBSTOFFE FÜR BODENBELÄGE-ANFORDERUNGEN AN DAS MECHANISCHE UND ELEKTRISCHE VERHALTEN [81] handelt es sich (noch) nicht um eine harmonisierte Norm. Deshalb gilt die Bauproduktenverordnung (BauPVO) nicht für Klebstoffe. Sie müssen und dürfen daher keine CE-Kennzeichnung tragen. In Deutschland müssen Klebstoffe auch nach dem

15.10.2016 über eine Allgemeine Bauaufsichtliche Zulassung (abz) verfügen und das Ü-Zeichen vorweisen.

Unabhängig von der CE-Kennzeichnung plant die Bundesregierung eine Nachfolgeregelung für die entstandene Schutzlücke durch den Wegfall des Ü-Zeichens. Bundesregierung und Bundesländer wollen zukünftig Anforderungen an die Sicherheit der Gebäude stellen, anstatt nur an die Bauprodukte.

### **AgBB-Bewertungsschema**

Da VOC-Emissionen aus Bauprodukten Ursache für Innenraumluftverunreinigungen sein können, erarbeitete der 1997 gegründete Ausschuss zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten (AgBB) Prüfkriterien, auf deren Grundlage das AgBB-Bewertungsschema für VOC-Emissionen aus Bauprodukten erarbeitet wurde. Auch hier ist das Ziel die Förderung und Herstellung emissionsarmer Bauprodukte. Das AgBB-Schema hat das Deutsche Institut für Bautechnik 2004 als Grundlage der Entwicklung der Grundsätze zur gesundheitlichen Bewertung von Bauprodukten in Innenräumen genommen. Das AgBB-Schema entspricht der weltweit für Bauprodukte wegweisenden Normenreihe der ISO 16000. Dadurch orientiert sich das AgBB-Schema an nationalen und internationalen Anforderungen. Dieses Schema wird regelmäßig überarbeitet und angepasst.

Im AgBB sind vertreten:

- die Ländergesundheitsbehörden,
- das Umweltbundesamt (UBA),
- das Deutsche Institut für Bautechnik (DIBt),
- die Bauministerkonferenz (ARBEBAU),
- die Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM),
- das Bundesinstitut für Risikobewertung,
- der Koordinierungsausschuss 03 für Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz des Normenausschusses Bauwesen im DIN (DIN-KOA 03).

## **8.6 Absperren von Gerüchen aus Untergründen**

In zahlreichen Fällen wurden Gerüche aus dem Untergrund, vor allem aus dem Altuntergrund, erfolgreich abgesperrt. In diesem Zusammenhang sind besonders die Untersuchungen von Franke und Wesselmann interessant, die 1997 unter dem Titel VERHINDERUNG VON EMISSIONEN AUS BAUSTOFFEN DURCH BESCHICHTUNGEN veröffentlicht wurden[69]. Ein Ergebnis dieser Untersuchungen ist unter anderem, dass wasserdispergierbare Epoxidharz-Sys-

teme Emissionen am besten von allen untersuchten Beschichtungen absperren und Schadstoffreduzierungen von über 98 % bewirken. Neben der hohen Sperrwirkung zeigen diese Systeme die geringsten Anfälligkeiten gegenüber den vorgenommenen Stresstests wie Feuchte- und Temperaturwechsel, UV-Bestrahlungen usw. Es wurden außerdem keine toxikologisch problematischen Emissionen aus den in den Versuchen überprüften wasserdispergierbaren Epoxidharz-Systemen nach der Aushärtung nachgewiesen, die eine Verwerfung dieser Beschichtungen unter den gewählten Prüfungskriterien rechtfertigen würde. Diese Systeme bieten allerdings keine 100-%ige Sicherheit wenn es darum geht, Emissionen und Gerüche aus alten Untergründen abzusperren. Deshalb verlangen Sachverständige in vielen Fällen den vollständigen Ausbau des alten Estrichs sowie der darunterbefindlichen Dämmung und Absperrung auf der Betondecke bzw. Betonbodenplatte.

Besonders wenn DDR-Dachpappe auf Betonuntergründen aufgeklebt wurde, ist diese Vorgehensweise berechtigt und anzuraten, wie die Erfahrungen aus der Praxis immer wieder gezeigt haben.

## **Naphthalin und mangelhafte Tragfähigkeit verursachten gemeinsam den Fußbodenschaden**

### **Schadensbild**

Ein ehemaliges DDR-Berufschulgebäude wurde saniert. Der alte Debolonbelag und die alten DDR-Verlegewerkstoffe wurden entfernt. Der alte, rot eingefärbte DDR-Anhydritestrich wurde mit einer Dispersionsgrundierung grundiert und anschließend 3 mm dick zementär gespachtelt. Bereits drei Tage nach den Spachtelarbeiten begann die Spachtelmasse in jedem Zimmer zu reißen. Die Risse und die damit verbundene Estrichschollenbildung waren so groß, dass eine schadensfreie Belagsverlegung nicht möglich war. Die Spachtelmasse war fest mit dem DDR-Anhydrit verbunden.

### **Schadensursache**

Der Sachverständige öffnete die Fußbodenkonstruktion bis Oberkante Stahlbetondecke. Er stelle folgende Fußbodenkonstruktion von oben nach unten fest:

- rot eingefärbter DDR-Anhydrit, 2 bis 3 cm dick,
- Gummischrot dämmung, 3 cm dick,
- unbesandete DDR-Dachpappe, mit einem Bitumenkleber fest auf der Stahlbetondecke verklebt.

Die Festigkeit des DDR-Anhydrits wurde im Labor überprüft. Die erforderlichen Festigkeitswerte lagen weit unter den Anforderungen, wie sie beispielsweise von einem CA-C 35-F 5-S 40 erfüllt werden. Der DDR-Anhydrit war aufgrund seiner geringen Festigkeit und seiner Minderdicke nicht in der Lage, die Trocknungsspannungen aus der zementären Spachtelung schadensfrei aufzunehmen.

Aus der unbesandeten Dachpappe trat Naphthalin aus, dass deutlich als teerartiger Geruch wahrgenommen wurde. Im Labor wurde festgestellt, dass das Naphthalin sogar teilweise in die unteren Innenwandputze eingedrungen war.

## Schadensbeseitigung

Die gesamte Fußbodenkonstruktion musste ausgebaut werden. Die unbesandete Dachpappe wurde abgefräst. Sicherheitshalber wurde eine geeignete Reaktionsharzgrundierung im zweimaligen Auftrag auf die Stahlbetondecke eingebaut, um mögliche Emissionen abzusperren. Anschließend wurde ein neuer schwimmender Zementestrich eingebaut. Auf diesen Zementestrich wurde mit einer Dispersionsgrundierung grundiert, zementär gespachtelt und die Oberbeläge mit einem Dispersionskleber geklebt.



# 9 Unzureichende Rutschhemmung/ Gleitwiderstand

## 9.1 Vorschriften

Die Häufigkeit und die Schwere von Sturzunfällen werden häufig unterschätzt. Nach den Statistiken der Unfallversicherungsträger und der Berufsgenossenschaften liegen Stolper-, Rutsch- und Sturzunfälle bei betrieblichen Tätigkeiten seit Jahren an der Spitze des Unfallgeschehens. Rutschunfälle werden beispielsweise vom Material, von der Oberflächenstruktur des Bodenbelages und vom Grad der Verschmutzung durch gleitfördernde Stoffe beeinflusst. Aber auch kurvenreiche Verkehrsführung, nicht angepasste Gehgeschwindigkeit, Art des getragenen Schuhwerks, Material und Zustand von Sohlen sowie Absätzen spielen eine große Rolle.

Sowohl die Arbeitstättenverordnung als auch die Unfallverhütungs-Vorschriften schreiben vor, dass Fußböden rutschhemmend ausgeführt sein müssen. Die Oberfläche von Bodenbelägen muss also so beschaffen sein, dass sie für den jeweiligen Verwendungszweck ausreichenden Schutz gegen das Ausrutschen bietet. Daher ist die Angabe des Gleitwiderstandes bei textilen und elastischen Bodenbelägen Gegenstand der CE-Kennzeichnung. Auch die Europäische Arbeitsstättenrichtlinie enthält diese Forderung. Anforderungen und Prüfungen im Hinblick auf die Rutschhemmung von Bodenbelägen bzw. Fußböden sind unter anderem in folgenden Unterlagen erfasst:

- ASR A1.5/1,2 – Technische Regeln für Arbeitsstätten – Fußböden Ausgabe Februar 2013 [70],
- DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) Information – 207-006 Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche –Ausgabe Juni 2015 [71],
- BGR 181/DGUV Regel 108-003 – Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BGR) (bisherige ZH 1/571) Ausgaben 10/1993; 10/2003; ... 10/2010 [35].

Berufsgenossenschaftliche Regeln für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BG-Regeln) sind Zusammenstellungen bzw. Konkretisierungen von Inhalten beispielsweise aus:

- Staatlichen Arbeitsschutzvorschriften (Gesetze, Verordnungen),
- Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften (Unfallverhütungsvorschriften),

- Technischen Spezifikationen,
- Erfahrungen berufsgenossenschaftlicher Präventionsarbeit.

Die BG-Regeln richten sich an Unternehmer und Planer, aber auch an Sachverständige. Sie sollen Hilfestellung bei der Umsetzung von Arbeitsschutzvorschriften oder Unfallverhütungsvorschriften geben und Wege aufzeigen, wie Arbeitsunfälle, Berufskrankheiten und arbeitsbedingte Gesundheitsgefahren vermieden und aufgeklärt werden können.

## 9.2 Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr

Um einen Fußboden sicher begehen zu können, müssen bestimmte Reibungswerte zwischen Schuhsole und Fußboden vorhanden sein. Gleitfördernde Stoffe vermindern die Reibungskräfte. Bei Bodenbelägen mit ebener, glatter Oberfläche können bereits Wasser und Feuchtigkeit die Reibung gegenüber dem trockenen Zustand erheblich vermindern. Der Bewertung der Rutschgefahr liegen nach BGR 181/DGVU REGEL 108-003 [72] folgende Kriterien zu Grunde:

- Häufigkeit des Auftretens gleitfördernder Stoffe auf dem Boden und deren Verteilung,
- Art und Eigenschaft der gleitfördernden Stoffe,
- der durchschnittliche Grad, z. B. die Menge des Stoffes, der Verunreinigung des Fußbodens durch diese Stoffe,
- sonstige bauliche, verfahrenstechnische und organisatorische Verhältnisse.

Das Verfahren zur Prüfung der Rutschhemmung ist in DIN 51130 PRÜFUNG VON BODENBELÄGEN [12] festgelegt. Das Prüfverfahren besteht darin, dass ein Bodenbelag auf einer neigbaren Plattform befestigt wird. Die Belagoberseite wird nach festgelegten Bedingungen mit Öl definierter Beschaffenheit benetzt. Eine Prüfperson mit Prüfschuhen begeht in aufrechter Haltung mit Schritten einer halben Schuhlänge vor- und rückwärts den zu prüfenden Bodenbelag, dessen Neigung vom waagerechten Zustand beginnend bis zum sogenannten Akzeptanzwinkel gesteigert wird. Der Akzeptanzwinkel ist der Winkel, bei dem die Prüfperson nicht mehr sicher gehen kann und zu rutschen beginnt. Der von der Prüfperson erreichte mittlere Akzeptanzwinkel dient zur Beurteilung des Grades der Rutschhemmung. Für die Bewertung der Rutschhemmung von Bodenbelägen wurden Bewertungsgruppen in Abhängigkeit von den Akzeptanzwinkeln gebildet. Bodenbeläge mit der Bewertungsgruppe R 9 genügen den geringsten und mit der Bewertungsgruppe R 13 den höchsten Anforderungen an die Rutschhemmung.

**Tabelle 5** ■ Zuordnung der korrigierten mittleren Gesamtakzeptanzwinkel zu den Klassen der Rutschhemmung

Korrigierter mittlerer Gesamtakzeptanzwinkel	Klasse der Rutschhemmung (R-Gruppe)
6° bis 10°	R 9
über 10° bis 19°	R 10
Über 19° bis 27°	R 11
über 27° bis 35°	R 12
über 35°	R 13

Für Arbeitsbereiche mit erhöhten Aufkommen an Verunreinigungen werden zusätzlich zu den Bewertungsgruppen der Rutschhemmung Verdrängungsräume (V) verlangt. Verdrängungsräume sind Strukturierungen der Oberfläche mit einem Volumen von  $>4\text{cm}^3/\text{dm}^2$ . Ein Probekörper wird mit einer Paste bündig abgeglichen und seine Masse vor und nach dem Abgleichen gemessen. Aus der Massendifferenz und der Dichte der Paste wird das Volumen des Verdrängungsraumes errechnet. Bodenbeläge mit Verdrängungsraum werden mit dem Kennzeichen V in Verbindung mit der Kennzahl für das Mindestvolumen des Verdrängungsraums versehen. In Tabelle 6 ist die Zuordnung der Bezeichnung des Verdrängungsraumes zu den Mindestvolumina in Gruppen aufgeführt.

**Tabelle 6** ■ Zuordnung der Bezeichnung des Verdrängungsraumes zu den Mindestvolumina

Typ	Bindemittelgehalt
V 4	4
V 6	6
V 8	8
V 10	10

Bei der Planung neuer Arbeitsräume, beim Umbau, in der Sanierung und Renovierung stellt sich die Frage nach der Auswahl geeigneter Bodenbeläge. In der ASR A 1.5/1,2 TECHNISCHE REGELN FÜR ARBEITSSTÄTTEN [70] sowie in der BGR 181/DGUV Regel 108-003 FUSSBÖDEN IN ARBEITSRÄUMEN UND ARBEITSBEREICHEN MIT RUTSCHGEFAHR [72] ist eine sehr ausführliche Tabelle aufgeführt, in der die Bewertungsgruppen der Rutschgefahr (R-Gruppe) und die Verdrängungsräume (V) mit Kennzahl für das Mindestvolumen den jeweiligen Arbeitsräumen, Arbeitsbereichen und Verkehrswegen zugeordnet sind. Das Berufsgenossenschaftliche Institut für Arbeitssicherheit (BIA) gibt außerdem

in regelmäßigen Zeitabständen im Rahmen des BIA-Handbuchs das sicherheitstechnische Informations- und Arbeitsblatt 560210 **Geprüfte Bodenbeläge-Positivliste** heraus. In der Positivliste sind geprüfte und in eine der Bewertungsgruppen der Rutschhemmung und gegebenenfalls des Verdrängungsraumes eingeordnete Bodenbeläge aufgeführt. Darüber hinaus erteilen die Hersteller der Bodenbeläge Auskünfte über die Zuordnung ihrer Bodenbeläge zu den einzelnen Bewertungsgruppen. Die oben genannte Tabelle sowie diese Positivliste sind eine ausgezeichnete Arbeitsgrundlage für jeden Planer, Architekten sowie Bodenleger.

Nachfolgend einige Beispiele der Bewertungsgruppen:

- R 9 gilt beispielsweise für Bodenbeläge in allgemeinen Bereichen wie in Büroräumen,
- R 10 gilt für öffentliche Toiletten,
- R 11 gilt für Ladeneingänge und Treppen außen sowie in Küchen für Gemeinschaftsverpflegung in Wohnheimen, Kindertagesstätten, Sanatorien,
- R 12 gilt in Krankenhausküchen und in Küchen, in denen mehr als 100 Gedecke täglich produziert werden,
- R 13 gilt für Bodenbeläge in Schlachthöfen.

Die beiden hier aufgezeigten Prüfmethoden zur Ermittlung der Bewertungsgruppen der Rutschhemmung und der Verdrängungsräume sind allerdings nur im Labor möglich. Die Bewertung der Rutschsicherheit vor Ort kann bei der Renovierung und Sanierung aber auch bei der Bewertung von Unfällen durch Sachverständige erforderlich werden. Für die Vor-Ort-Messung der Rutschmessung werden verschiedene Geräte eingesetzt. Allen gemeinsam ist aber, dass ab der Bewertungsgruppe 10 keine Möglichkeit zur nachträglichen Überprüfung mit Gleitreibmeßmethoden besteht. Diese Verfahren sollen hier nur genannt werden, ausführliche Beschreibungen der einzelnen Geräte sind im Internet unter der Wikipedia-Rubrik Rutschsicherheit zu finden: Schustergerät, SRT-Pendel, FSC 2000, GMG 100 & GMG 200 sowie FSC 3.

In der DIN CEN/TS 16165 [73] werden verschiedene in Europa angewandte Verfahren zur Ermittlung der Rutschhemmung von Fußböden beschrieben und spezifiziert. Hier sind beispielsweise die Verfahren nach DIN 51097 (barfußiges Begehen einer schiefen Ebene), DIN 51130 (beschuhtes Begehen einer schiefen Ebene) sowie DIN 51131 (Tribometer-Prüfung) aufgeführt. Für Deutschland gilt bis zur Veröffentlichung einer EN-Norm die DIN 51131 [13].

## 9.3 Anforderungen in Sporthallen

Bodenbeläge in Sporthallen müssen rutschsicher sein. Die Bewegungsabläufe sind etwas anders als in normalen Verkehrsbereichen. Es wird viel gelaufen, es kommt zu Stoppvorgängen und es werden spontane Drehbewegungen durchgeführt. Aufgrund von Drehbewegungen dürfen Sportböden nicht zu stumpf sein. Entsprechend den Gesetzmäßigkeiten der Bewegungsabläufe hat man sich für Sporthallen entschieden, ein Prüfgerät zu normen, dass bei der Messung eine Rotationsbewegung durchführt. Gemessen wird die beim Abbremsen des Rotationskörpers auftretende Torsionskraft. Das Ergebnis wird als Gleitreibungsbeiwert angegeben. Die Kontrolle des Gleitverhaltens ist wichtig um ein Gleiten in bestimmten Grenzen zu gewährleisten. Dieses Gleiten entsteht vor allen durch plötzliche Bremsmanöver oder Richtungsänderungen des Sportlers. Bodenbeläge in Sporthallen müssen einen Gleitreibungsbeiwert von mindestens 0,4 und maximal 0,6 haben. Der Gleitreibungsbeiwert muss auch noch nach der Reinigung und Pflege des Bodenbelages gewährleistet sein.

## 9.4 Nassbelastete Barfußbereiche

Nassbelastete Barfußbereiche sind dadurch gekennzeichnet, dass die Bodenbeläge in diesen Bereichen überwiegend nass sind und barfuß begangen werden. Nassbelastete Barfußbereiche für den Einsatz elastischer Bodenbeläge sind hauptsächlich Krankenhäuser und Umkleideräume, seltener Wasch- und Duschräume.

In der DGUV (Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung) Information 207-006 Ausgabe Juni 2015 [71] sind die Anforderungen und Prüfungen an nassbelastete Barfußbereiche enthalten. Außerdem werden in dieser Information die Kontrolle der Rutschhemmung unter Betriebsbedingungen sowie Maßnahmen zur Verbesserung der Rutschhemmung von verlegten Bodenbelägen beschrieben. Für Planer, Architekten, Bodenleger sowie Sachverständige ist folgender Hinweis in dieser Information besonders wichtig. Das Kuratorium Rutschhemmende Bodenbeläge – Liste NB veröffentlicht in regelmäßigen Abständen Listen mit der Zuordnung geprüfter Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche zu den festgelegten Bewertungsgruppen. Bei der Anwendung dieser Liste NB ist zu berücksichtigen, dass das Prüfergebnis nur für die geprüfte Charge Gültigkeit besitzt.

Die rutschhemmenden Eigenschaften von Bodenbelägen für nassbelastete Barfußbereiche werden nach DIN 51097 PRÜFUNG VON BODENBELÄGEN, BESTIM-

MUNG DER RUTSCHHEMMENDEN EIGENSCHAFT – NASSBELASTETE BARFUSSBEREICHE – BEGEHUNGSVERFAHREN – SCHIEFE EBENE [74] geprüft. Das Prüfverfahren gleicht dem Prinzip der **Schiefen Ebene**, wie im Punkt 9.2 beschrieben. Als Gleitmittel wird hier destilliertes Wasser verwendet, dass mit Tensiden versetzt ist. Die Testpersonen gehen barfuß. Nach dem Messergebnis werden die Bodenbeläge den Bewertungsgruppen A, B und C zugeordnet. Elastische Bodenbeläge werden normalerweise in die niedrigste Bewertungsstufe A eingestuft. Es gibt aber auch höhere Bewertungen.

Sollte im Falle einer Häufung von Rutschunfällen der Verdacht bestehen, dass die erforderliche Rutschhemmung nicht mehr gewährleistet ist, müssen geeignete Maßnahmen ergriffen werden, wie beispielsweise:

- Optimierung des Reinigungskonzeptes,
- Mechanische oder chemische Behandlung der Bodenbeläge,
- Beschichtung,
- im Extremfall Austausch des Bodenbelages.

# 10 Schäden bei elektrisch leitfähigen und anistatischen Bodenbelägen

## 10.1 Gefährdungspotenzial

Elektrische Ladung entsteht, wenn sich unterschiedliche Materialien und Stoffe aneinander reiben. Bewegt sich beispielsweise ein Mensch, der Kleidung unterschiedlicher Stoffarten trägt, auf einem isolierenden Untergrund, sammelt sich elektrische Ladung auf seiner Körperoberfläche. Berührt der aufgeladene Mensch stromleitendes Material wie Tür- oder Fenstergriffe, metallene Treppengeländer oder ähnliches, entlädt sich die Spannung in Form kleiner Blitze. Das wird zwar als äußerst unangenehm empfunden, ist aber gemeinhin ungefährlich. Die dabei auftretenden Spannungen können Werte bis 100 000 V erreichen. In medizinisch genutzten Räumen, in Lagerräumen für explosive Stoffe oder Computerbüros können solche Entladungen unangenehme, ja gefährliche Folgen haben. Für Patienten können lebenswichtige Geräte Fehlsteuerungen unterliegen, Explosivstoffe können sich entzünden, Computerprogramme abstürzen, elektrische Bauteile und Mikrochips funktionsunfähig werden.

Deshalb müssen bestimmte Produktionsstätten und Räume mit elektrisch ableitfähigen Fußböden mit genau definierter Ableitfähigkeit ausgestattet werden. Wenn mit sogenannten offenen Spannungen gearbeitet wird, beispielsweise in Werkstätten und an Prüfstellen in der Serienfertigung, muss zusätzlich für eine definierte, isolierende Funktion des Fußbodens gesorgt werden, damit die Menschen nicht durch Berührung stromführender Leitungen oder Bauteile gefährdet werden. Diesbezüglich existieren eine ganze Reihe von Normen und Vorschriften. In der Richtlinie GUV-R 132 VERMEIDUNG VON ZÜNDGEFAHREN INFOLGE ELEKTROSTATISCHER AUFLADUNGEN herausgegeben von Bundesverband der Unfallkassen sind beispielsweise die Gefahren durch elektrische Aufladungen und die zu ihrer Vermeidung erforderlichen Maßnahmen ausführlich beschrieben [75]. Zum Schutz von Menschen muss die Ableitfähigkeit des Fußbodens auf einen bestimmten Wert begrenzt werden.

Die Planung einer leitfähigen Fußbodenkonstruktion sollte von einem Fachplaner erfolgen. Der Fachplaner muss genau die Anforderungen an die erforderlichen Leitfähigkeiten der Fußbodenkonstruktion kennen und die aktuellen Normen und Vorschriften beachten. In hochsensiblen Bereichen, wie beispielsweise in Operationsräumen, in Lagerräumen für Explosivstoffe sowie Produktionsstätten für elektrische Bauteile und Mikrochips werden

die geforderten Leitfähigkeitswerte aus der Planung von einen Prüfinstitut eingehend überprüft. Reklamationen sind hier besonders unangenehm und teuer, denn fehlende elektrische Leitfähigkeit kann nicht nachgebessert werden. Das Fehlen elektrischer Eigenschaften, wenn diese für die Nutzung der Produktionsstätten und Räume zwingend erforderlich ist, führt zwangsläufig zum Austausch der Bodenbeläge, fast immer verbunden mit der Erneuerung der Verlegewerkstoffe.

## 10.2 Begriffe und allgemeine Hinweise

**Nichtleitend:** Von nichtleitenden Fußböden spricht man, wenn Bodenbelag und Klebstoff so isolieren, dass elektrostatische Aufladungen nicht abfließen können.

**Antistatisch:** Antistatische Bodenbeläge dürfen bei der Prüfung nach EN 1815 FÜR ELASTISCHE BODENBELÄGE [15] oder ISO 6356 FÜR TEXTILE BODENBELÄGE [76] bei 23 °C und 25 % relativer Luftfeuchte keine Aufladungsspannungen >2 kV erzeugen. Bei antistatischen Bodenbelägen können sich aufgrund ihrer eingebauten Querleitfähigkeit die elektrostatischen Aufladungen über die gesamte Fläche des Bodenbelages verteilen. Elektrostatische Spannungen werden hier also nicht abgeleitet, sondern nur über die Fläche des Belages verteilt und sogenannte Spannungsspitzen abgebaut. Zu diesem Zweck werden elastische und textile Beläge mit leitfähigen Zusätzen ausgerüstet. Die eingesetzten nichtleitfähigen Klebstoffe unter den Belägen wirken isolierend. Bei antistatischen Bodenbelägen werden spürbare Personenaufladungen bzw. Entladungen nicht auftreten. Die Prüfung erfolgt durch einen sogenannten Begehversuch bei dem eine Versuchsperson mit genormten Schuhen über den Belag läuft. Bodenbeläge sind antistatisch, wenn sie auch bei geringer relativer Luftfeuchte zu keine störenden Aufladungen führen. Antistatische Bodenbeläge erkennt man an einem Piktogramm in Form eines Blitzes entweder im Produktdatenblatt oder im ETG-Teppichsiegel.

**Leitfähig:** Leitfähige Bodenbeläge müssen einen Durchgangswiderstand von  $\leq 10^6$  Ohm haben, wenn sie nach EN 1081 ELASTISCHE [16] oder ISO 10965 TEXTILE [77] gemessen werden. Bei leitfähigen Bodenbelägen ist die Geschwindigkeit der Entladung von deren Widerständen abhängig. Je niedriger der Widerstand des Bodenbelages ist, desto schneller vollzieht sich der Entladungsvorgang.

**Ableitfähig:** Bodenbeläge, die elektrostatische Aufladungen ableiten, müssen einen Durchgangswiderstand von  $\leq 10^9$  Ohm haben, wenn sie nach EN 1081 ELASTISCHE [16] oder ISO 10965 TEXTILE [77] gemessen werden. Zusätzlich zur

antistatischen Eigenschaft hat die Leitfähigkeit des Bodenbelages den Sinn, auch elektrostatische Ladungen von Menschen abzuleiten, die nicht vom Begehen des Bodens herrühren.

**Durchgangswiderstand:** Widerstand zwischen Ober- und Unterseite des Belages.

**Erdableitwiderstand:** Widerstand zwischen Oberseite des verlegten Belages und der Erdung.

**Oberflächenwiderstand:** Widerstand der Belagoberfläche zwischen zwei Messstellen mit 10 cm Abstand. Bei leitfähig geklebten Bodenbelägen wird hier im Wesentlichen der Widerstand der Klebstoffsicht gemessen.

**Elektrostatische Aufladung** ist immer auf Reibung zwischen Stoffen oder Trennung von Stoffen zurückzuführen. Sie ist vor allem von drei Faktoren abhängig:

- **Gangart:** Schnelles oder langsames Gehen
- **Reibpartner:** Es gibt extrem stark aufladendes Sohlenmaterial, ohne das dies genau identifiziert werden kann, es gibt aber auch unterschiedlich stark aufladende Bodenbelagsmaterialien. Polyamid beispielsweise ist stark aufladend.
- **Relative Luftfeuchte:** Je niedriger die Feuchte ist, desto höher sind die Aufladungen. Oberhalb von 40 % relativer Luftfeuchte sind kaum noch störende Aufladungen festzustellen. Bekanntlich werden elektrostatische Aufladungen entweder an die Luft oder über leitfähige Bodenbeläge an das Erdpotential abgegeben. Dabei gilt, je höher die Luftfeuchte ist, desto schneller erfolgt die Entladung.

## 10.3 Ableitfähige Verlegesysteme

Die wichtigste Komponente einer ableitfähigen Fußbodenkonstruktion stellt der entsprechend ausgerüstete Bodenbelag dar. Tufting- und Webteppichboden, Nadelvlies-, Linoleum-, Gummi- und PVC-Beläge werden in ableitfähiger Einstellung angeboten.

Ein leitfähiger Belag allein ist nicht ausreichend, um die auftretenden elektrischen Ladungen sicher über den Fußboden abzuführen. Es müssen entsprechende Verlegewerkstoffe eingesetzt werden. Für ableitfähige elastische und textile Bodenbeläge werden üblicherweise leitfähige Dispersionsklebstoffe verwendet. Man unterscheidet zwischen dunklen, ruß- bzw. graphitgefüllten und hellen, fasergefüllten Klebstoffen. Weiterhin werden leitfähige Reaktionsharzklebstoffe auf Polyurethanbasis oder Epoxidharzbasis eingesetzt. Wichtig

sind auch die leitfähigen Grundierungen, die unter den Klebstoffen eingesetzt werden. Leitfähige Spachtelmassen gehören eher zu den Exoten.

Grundsätzlich stehen zwei Verlegevarianten zur Verfügung, die Verklebung auf einer leitfähigen Grundierung oder auf Kupferbändern. Leitfähige Grundierung als auch die Kupferbänder bilden die sogenannte Querleitschicht, auf die der leitfähige Bodenbelag mit dem jeweils geeigneten Klebstoff geklebt wird. Die Querleitschicht sorgt dafür, dass die elektrischen Ladungen zu den Potentialanschlüssen abgeleitet werden, die durch das Klebstoffbett und den Belag dringen. Die Verlegung auf Kupferbändern ist material- und zeitaufwendig und hat den Nachteil, dass sich bei Streiflicht die Kupferbänder, besonders bei elastischen Bodenbelägen, in der Belagsoberfläche abzeichnen können. Die am häufigsten verwendete Methode ist die leitfähige Verlegung auf einer leitfähigen Grundierung. Hier wird der verlegereife Untergrund, zumeist ist das eine gespachtelte Fläche, mit der leitfähigen Grundierung vorgestrichen, in die ca. 1,5 m lange Kupferbandfahnen mit dem leitfähigen Klebstoff eingeklebt werden. Diese Kupferbandfahnen werden bis zu den Potentialausgleichs-Anschlüssen verlegt, wo sie von einem Elektriker angeschlossen werden. Die Kupferbänder bestehen aus 10 mm breiten und 0,1 mm dicken Kupferbändern. Die Kupferbänder werden auf den verlegereifen Untergrund mit dem leitfähigen Klebstoff aufgeklebt, die Kupferbänder sind aber auch in selbstklebender Ausführung erhältlich. Jede Querleitschicht muss mit dem Erdableitanschluss verbunden werden. Der Anschluss an den Potentialausgleich erfolgt ca. alle 30 bis 50 m<sup>2</sup> mit Kupferbandfahnen, die unter dem leitfähigen Belag rund 1 m in die Fläche hineinragen. Der Erdableitanschluss muss grundsätzlich von einem Elektriker ausgeführt werden.

Beim Einsatz einer leitfähigen Spachtelmasse übernimmt die leitfähig eingestellte zementgebundene Spachtelmasse die Funktion der Querleitschicht. Nach Durchhärtung und Austrocknung der Spachtelmasse werden die leitfähigen Bodenbeläge mit dem jeweils geeigneten leitfähigen Klebstoff direkt auf die leitfähige Spachtelmasse geklebt. Alle ca. 30 bis 50 m<sup>2</sup> wird eine Kupferbandfahne als Erdableitanschluss auf die leitfähige Spachtelmasse mit dem leitfähigen Klebstoff geklebt und vom Elektriker am Erdpotentialausgleich angeschlossen.

Leitfähige Kautschukbeläge erfordern keine Querleitschicht in Form eines leitfähigen Vorstriches. Die Kombination aus leitfähigem Kautschukbelag und entsprechenden leitfähigen Klebstoff reicht aus, um den geforderten Erdableitwiderstand zu erreichen. Allerdings muss bei der leitfähigen Verlegung von leitfähigen Kautschukfliesen längs unter jede Fliesenreihe ein Kupferband mit dem leitfähigen Klebstoff auf den verlegereifen Untergrund aufgeklebt, im Kopfbereich quer verbunden und geerdet werden. Bei der Verlegung von

leitfähigen Kautschuk-Bahnenbelägen muss etwa alle 40 m<sup>2</sup> eine ein Meter lange Kupferfahne für den Anschluss an das Erdpotential eingeklebt werden. Leitfähige Kautschukfliesen und leitfähige Kautschuk-Bahnenware sind mit dem vom Verlegewerkstoffhersteller vorgegebenen Klebstoff in Abhängigkeit von der Nutzung und den Anforderungen zu kleben.

Auf den Bodenbelagsmarkt werden beispielsweise elastische Bodenbeläge mit einer hoch leitfähigen Rückseite angeboten. Diese Beläge können mit einem nicht leitfähigen Klebstoff geklebt werden, wobei nur in den Kopfbereichen der Bahnen leitfahiger Klebstoff verwendet und ein Kupferband als Querverbindung mit eingebettet werden muss. Dieses Kupferband wird als Anschluss an das Erdpotential verwendet.

## 10.4 Schadensbeispiele

### Der Klebstoff war nicht mehr leitfähig

#### Schadensbild

Der Mieter eines Labors ließ die versprochene Leitfähigkeit des PVC-Belages unmittelbar nach der Verlegung vom TÜV überprüfen. Der TÜV stellte fest, dass die versprochene Leitfähigkeit nicht gegeben war.

#### Schadensursache

Der verlegte PVC-Belag allein wurde auf die erforderliche Leitfähigkeit überprüft, hier gab es keine Beanstandung. Bei der Überprüfung des leitfähigen Klebstoffes wurde festgestellt, dass die leitfähigen Partikel nicht gleichmäßig verteilt waren. Der leitfähige Klebstoff muss vor der Verarbeitung homogen aufgerührt werden, damit sich alle leitfähigen Partikel gleichmäßig verteilen. Das war hier offensichtlich nicht der Fall. Wird der leitfähige Klebstoff nicht homogen aufgerührt, ist die Verteilung der leitfähigen Komponenten ungleichmäßig. Schon geringfügige Abmagerungen führen dazu, dass der Klebstoff nicht mehr leitfähig ist.

#### Schadensbeseitigung

Der leitfähigen PVC-Belag und die Verlegewerkstoffe wurden entfernt. Es wurde neu grundiert, gespachtelt und ein neuer leitfahiger PVC-Belag fachgerecht verlegt.

## Falsche Pflegeprodukte bei leitfähigen Linoleum

### Schadensbild

In einem Labor wurde ein leitfähiger Linoleumbelag verlegt. Die Leitfähigkeit des Fußbodens wurde in regelmäßigen Abständen vom einem Sachverständigen überprüft. Bei der letzten Leitfähigkeitsprüfung wurde festgestellt, dass die erforderlichen Leitfähigkeitswerte nicht mehr erreicht wurden.

### Schadensursache

Reinigungs- und Pflegemittelschichten können auf der Oberfläche des leitfähigen Bodenbelages eine isolierende Wirkung erzeugen, die die Ableitfähigkeit erheblich negativ beeinflusst. Um die Ableitfähigkeit des Bodenbelages zu erhalten, dürfen beispielsweise keine schichtaufbauenden Mittel wie Polymerdispersionen oder wachshaltige Wischpflegeprodukte verwendet werden. Auf dem leitfähigen Linoleumbelag wurde offensichtlich ein wachshaltiges Pflegemittel verwendet, dass zur Reduzierung der Leitfähigkeit führte.

### Schadensbeseitigung

Das wachshaltige Pflegemittel wurde vollständig entfernt und ab sofort nur noch mit vom Belag- und Pflegemittelhersteller empfohlenen Produkten gearbeitet.

## Einfluss von Feuchtigkeit auf den elektrischen Widerstand

### Schadensbild

In Büroräumen wurden leitfähige Textilbeläge auf einen beheizten Zementestrich verlegt. Nach der Heizperiode hat ein Sachverständiger die Leitfähigkeit des Fußbodens überprüft. Die Leitfähigkeit war nur eingeschränkt, größtenteils gar nicht mehr, gegeben.

### Schadensursache

Feuchtigkeit hat bei wasseraufnehmenden Bodenbelägen einen starken Einfluss auf den elektrischen Widerstand. Nahezu alle Bodenbeläge nehmen Wasser auf. Deshalb ist es zur Einhaltung bestimmter Anforderungen zwingend erforderlich, dass die Leitfähigkeit von Bodenbelägen nicht durch zu hohe oder zu geringe Feuchtigkeit beeinflusst wird. Durch die Fußbodenheizung wurde der leitfähige Textilbelag so stark ausgetrocknet, dass die

hydrophilierenden Chemikalien in der Rückenbeschichtung unwirksam wurden.

### **Schadensbeseitigung**

Der vorhandene leitfähige Textilbelag wurde entfernt und es wurde ein neuer leitfähiger Belag verlegt, der für den Gebrauch auf einer Fußbodenheizung besser geeignet war.

### **Die relative Luftfeuchtigkeit kann Personenentladungen unterstützen**

#### **Schadensbild**

In einem Großraumbüro traten in den Wintermonaten beim Begehen des leitfähigen Textilbelages verstärkt Personenentladungen auf.

#### **Schadensursache und Schadensbeseitigung**

Die Leitfähigkeit einer Fußbodenkonstruktion ist auch vom Raumklima abhängig. Eine relativ hohe Luftfeuchtigkeit unterstützt die elektrische Leitung. Elektrostatische Aufladungen kann man durch die Erhöhung der relativen Luftfeuchte auf über 50 % bekämpfen. Das kann beispielsweise durch Wasserbehälter an Heizkörpern, Aufstellen von großblättrigen Pflanzen, Wasserverdunstern oder Geräte zur Luftbefeuchtung erfolgen. PVC-Beläge sollte man öfter feucht wischen, Teppichböden mit Antistatikspray besprühen oder entsprechende Mittel bei der Grundreinigung beigeben. Eine geringe relative Luftfeuchtigkeit wirkt sich immer nachteilig aus, Personenentladungen treten dann häufiger auf. Eine Luftfeuchtigkeit von  $\leq 40\%$ , wie sie in den Wintermonaten oft über einen längeren Zeitraum auftritt, verschlechtert die elektrischen Eigenschaften der leitfähigen Fußbodenkonstruktion. Dieser Effekt wird durch isolierendes Schuhwerk, synthetische Bekleidung und Bezüge von Sitzmöbeln sowie isolierende Stuhlrollen verstärkt. Elektrostatische Aufladungen sind eine der wenigen Reklamationen, die sich durch Abwarten erledigen können, und zwar dann, wenn der Winter vorbei ist, es wärmer wird und die Luftfeuchtigkeit wieder ansteigt. Ideal sind deshalb Klimaanlagen, die für ein entsprechendes Raumklima sorgen.

#### **Kompendium weiterer Schadensursachen**

Die Einlegezeiten bzw. Ablüftungszeiten sind zu beachten. Unter ungünstigen Verlegebedingungen und zu langer Ablüftung bildet sich eine Haut auf den Klebstoffriefen, die den Kontakt der Fasern oder der leitfähigen Füllstoffe zum

Bodenbelag unterbindet. Eine ungenügende Benetzung wird außerdem durch die falsche Auftragszahnung verursacht, vor allem dann, wenn zu wenig Klebstoff aufgetragen wurde. Eine Überschreitung der Einlegezeiten und zu wenig Klebstoffeinsatz führen zwangsläufig nicht zur gewünschten Leitfähigkeit des Fußbodens, außerdem entstehen dadurch Blasen und Beulen im Bodenbelag.

Folgenden Beispiele für Mängel mit antistatischen Bodenbelägen sind eher die Ausnahme:

- Wolle gilt gemeinhin als antistatisch. Das ist ein verbreiteter Irrtum, der zu Beanstandungen führen kann. Wenn sich noch Reste des Wolfettes auf den Fasern befinden, kann eine antistatische Wirkung vorhanden sein. Ist die Wolle jedoch gut gereinigt, führt sie bei niedriger Luftfeuchte zu störenden Aufladungen. Gute Wollteppiche werden permanent antistatisch ausgerüstet. Auf isolierenden Untergründen, beispielsweise auf Gussasphaltestrichen sind Aufladungsspannungen höher als auf mineralischen Estrichen. Als antistatisch eingestufte Bodenbeläge können unter solchen Bedingungen zu störenden Entladungen führen. Abhilfe kann entweder durch die Verwendung leitfähiger Vorstriche oder durch leitfähigen Klebstoff geschaffen werden, selbst wenn kein leitfähiger Bodenbelag verlegt werden soll. Durch den leitfähigen Vorstrich kann die durch den Gussasphaltestrich verursachte Trennung von der Erde aufgehoben werden.
- Bei leitfähigen Klebstoffen wird üblicherweise die richtige Zahnleiste mitgeliefert, sie befindet sich meist auf dem Deckel des Gebindes. Fehlt die Zahnleiste, muss beim Klebstoffhersteller nachgefragt werden, welche Zahnleiste zu verwenden ist. Auf keinen Fall darf irgendeine beliebige Zahnleiste eingesetzt werden. Helle, fasergefüllte Dispersionsklebstoffe dürfen nur mit vom Hersteller freigegebenen Spitzzahnungen aufgetragen werden. Bei der Verwendung herkömmlicher Zahnleisten werden die leitfähigen Fasern ausgekämmt und ungleichmäßig im Klebstoffbett verteilt. Nur bei einer gleichmäßigen Verteilung dieser Fasern im Klebstoff ist eine in allen Flächenbereichen gleichmäßige Leitfähigkeit zu erzielen.
- Schadensfälle bei leitfähig verlegten Bodenbelägen können durch mangelhaft ausgeführte Erdpotentialanschlüsse an Heizungsrohren, Schutzleitern usw. verursacht werden. Leitfähige Fußbodenkonstruktionen benötigen funktionierende Erdungsanschlüsse, um die Ladungsteilchen kontinuierlich abführen zu können. Die Ausgestaltung der Erdableitanschlüsse muss in Absprache mit einem Elektriker erfolgen, der dann selbst die Anschlüsse ausführt. Diese Anschlüsse müssen in ausreichender Anzahl vorhanden sein. Bei der Verlegung der leitfähigen Bodenbeläge ist unbedingt darauf zu achten, dass die Potentialanschlüsse und Kupferbänder nicht durchtrennt werden.

## 11 Bewertung von Mängeln und Schäden von Bodenbelägen

Die meisten Mängel und Schäden werden durch Verarbeitungs-, Bauleitungs- und Planungsfehler verursacht. Da Bodenleger häufig in die Rolle des Planers schlüpfen, gibt es in solchen Fällen nur einen Verursacher. Seltener sind Produktmängel, die aber durchaus eine Rolle spielen können. Sachverständige betrifft die Mängel- und Schadenszuweisung in der Regel nur indirekt. Zur Schlichtung von Streitigkeiten können sie allerdings außergerichtlich als Schiedsgutachter tätig sein. Bei einem Schiedsgutachten vereinbaren die beteiligten Parteien, dass sie sich bei ihrem Streit der Beurteilung des Schadens durch den Sachverständigen unterwerfen. Der Sachverständige ist hier »Rechtsanwalt und Richter« zugleich. Ein Privatgutachten kann aber auch ein gutes Mittel für eine außergerichtliche Lösung eines Streitfalles sein. Kommt es trotzdem zum Rechtsstreit, ist das Privatgutachten in der Regel wertlos. Der Nachteil des Privatgutachtens ist die rechtliche Unverbindlichkeit. Trotzdem kann das Privatgutachten als qualifizierter Parteivortrag bei einer Gerichtsverhandlung eingebracht werden. Der Sachverständige steht dann dem Gericht als sachverständiger Zeuge zur Verfügung.

Zur Bewertung und Aufdeckung von Mängeln und Schäden bei Bodenbelägen müssen Sachverständige über ein hohes Fachwissen verfügen. Sie können nur Tatsachen feststellen und keine Rechtsfragen klären. Die Erfahrungen zeigen aber, dass meist strittige Rechtsfragen im Hintergrund lauern und dass die Sachverständigen auch bei Rechtsfragen unterstützend tätig werden. Sachverständiger für die Verlegung von Bodenbelägen zu sein bedeutet, das umfangreiche Feld der Fußbodentechnik insgesamt zu beherrschen. Um Schäden und Mängel richtig aufzudecken und zu bewerten, muss sich der Sachverständige bei bauphysikalischen und bauchemischen Prozessen, aber auch in der modernen Bautechnik auskennen. Da sich hier häufig Vorschriften und Richtlinien ändern, muss der Sachverständige bei seiner Detektivarbeit immer auf den neusten Stand sein. Das Internet leistet hier eine große Hilfe.

Über die Frage, ob Mängel als hinnehmbare Unregelmäßigkeiten einzustufen sind bzw. noch als hinnehmbare Unregelmäßigkeiten akzeptiert werden, gehen die Meinungen häufig weit auseinander. Bei diesem Streit eine Einigung herbeizuführen ist manchmal eine Frage des guten Willens, nicht selten enden die Auseinandersetzungen in einem Rechtsstreit. Bei Unregelmäßigkeiten geht es im Bodenbelagsgewerk bei den Streitigkeiten häufig um optische Beeinträchtigungen. Wann das Erscheinungsbild des eingebauten Bodenbelages

mangelfrei ist, das ist im wahrsten Sinne des Wortes manchmal reinste Ansichtssache. Neben den eindeutig nachzubessernden Mängeln gibt es auch Grenzfälle, bei denen die auftretenden Abweichungen die hinzunehmenden Unregelmäßigkeiten zwar übersteigen, der Nachbesserungsaufwand jedoch unverhältnismäßig hoch wäre. Unverhältnismäßig hoch wäre ein solcher Fall, wenn die Nachbesserungskosten in keinem vernünftigen Verhältnis zu einer Wertminderung stehen würden. Das zu beurteilen, sollte eigentlich ist Aufgabe Sache der Rechtsprechung sein. Bei solchen Rechtsfragen müssen Sachverständige häufig unterstützend tätig werden.

Bei einer Wertminderung muss zwischen der Beeinträchtigung des Gebrauchsnutzens und der Beeinträchtigung des Geltungsnutzens unterschieden werden. Bei mangelhaften Ausführungen der Bodenbelagarbeiten wird im Normalfall der Gebrauchsnutzen bzw. dessen Minderung deutlich höher bewertet als der Geltungsnutzen. Außerdem ist die Nutzung der betroffenen Räume zu berücksichtigen. Repräsentative Räume, wie Eingangsbereiche von Hotels, Banken, Firmen sind anders zu bewerten als Arbeitsbereiche wie beispielsweise Bürobereiche und Umkleideräume. In Wohnbereichen sind inzwischen die Ansprüche besonders hoch geworden. Das beste Beispiel dafür sind die Mängel, die bei der Verlegung der repräsentativen PVC-Designbeläge in Wohnungen auftreten und bewertet werden müssen. Die Sachverständigen bewerten bekanntlich Kellenschläge in diesen Belägen nicht als Kavaliersdelikt und fordern eine Neuverlegung. Sollte der Bauherr oder Mieter mit Kellenschlägen einverstanden sein, könnte die Wertminderung sehr hoch ausfallen. Ähnlich ist es mit der Fugenbildung zwischen den einzelnen PVC-Designplanken. Da es hier keine verbindlichen Vorgaben gibt, wie beispielsweise bei Parkettarbeiten, muss der Sachverständige hier ein Urteil fällen. Fugenbreiten bis 0,5 mm werden für den Bauherrn und Mieter als hinnehmbar bewertet, bei größeren Fugenbreiten wird das Urteil zu Lasten des Bodenlegers ausfallen.

Eine Wertminderung, die unmittelbar nach der Verlegung oder zur Abnahme der Belagsarbeiten bewertet werden muss, bezieht sich immer auf den Anschaffungswert. Bei Mängeln und Schäden älterer Bodenbeläge ist der tatsächliche Zeitwert vor dem Schaden maßgebend. Zur Bewertung der Zeitwerte und Wertminderungen liegt vom Bundesverband der Sachverständigen für Raum und Ausstattung ein Merkblatt vor, die dem Bewertenden einen großen Freiraum lässt [78]. Hier werden keine Wertminderungssätze angegeben, sondern Wertebereiche. Dieses Merkblatt ist für alle Bodenleger im Streitfall

sehr hilfreich, besonders die Ermittlung des tatsächlichen Zeitwertes eines Bodenbelages. Hier haben Bauherrn und Mieter teilweise Idealvorstellungen, die der Sachverständige nicht akzeptieren wird. Im Schadensfall wird häufig ein neuer Bodenbelag verlangt, was beispielsweise bei einer Nutzungsdauer des Bodenbelages von 10 Jahren völlig illusorisch ist.



**Bild 106** ■ Der PVC-Designbelag sieht zwar nach zehnjähriger Nutzungsdauer noch sehr gut aus, hat aber nur noch einen theoretischen Zeitwert von maximal 30 %.



# 12 Literaturdokumentation

## 12.1 Technische Regeln

### 12.1.1 Merkblätter

#### Bundesverbandes Estrich und Belag e.V. – BEB

BEB-Merkblatt Hinweise für Fugen in Estrichen Teil 1 Fugen in Industrieestrichen. Stand Januar 2016

BEB-Merkblatt Hinweise zur Planung, Verlegung und Beurteilung sowie Oberflächenvorbereitung von Calciumsulfatestrichen. Stand November 2016

BEB-Merkblatt Hinweise zur Planung und Ausführung von Fußbodenkonstruktionen bei Rohren, Leitungen und Einbauteilen auf Rohdecken. Stand Januar 2015

BEB-Merkblatt Hinweise für Fugen in Estrichen Teil 2 Fugen in Estrichen und Heizestrichen auf Trenn- und Dämmschichten nach DIN 18560-2 und DIN 18560-4. Stand November 2015

BEB-Merkblatt Estriche nach DIN 18560 Estrichnendicken und Auslegung zur Mehrdickenabrechnung nach VOB/C. Stand November 2015

BEB-Merkblatt Hinweise für die Verlegung von Belägen auf Gussasphaltestrichen in normal beheizten Gebäuden (Innenräume). Stand Dezember 2015

BEB-Merkblatt Dünnschichtige Heizestriche im Neu- und Bestandsbau. Technische Information Januar 2014

BEB-Merkblatt Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen im Alt- und Neubau, Verlegen von elastischen und textilen Bodenbelägen, Laminat, mehrschichtig modularen Fußbodenbelägen, Holzfußböden und Holzpfaster, Beheizte und unbeheizte Fußbodenkonstruktionen. Stand März 2014

Protokoll zur Dokumentation der CM-Messung gemäß Arbeitsanweisung des BEB. Stand März 2014

BEB-Merkblatt Hinweise für die Verlegung von Belägen auf Gussasphaltestrichen in normal beheizten Gebäuden. Stand April 2014

BEB-Merkblatt Fertigteilstriche aus Holzwerkstoffen – Holzspan- und OSB-Platten. Stand November 2014

BEB-Merkblatt Dünnschichtige Heizestriche im Neu- und Bestandsbau. Technische Information 2014

BEB-Merkblatt Hinweise zu elektrisch beheizten Fußbodenkonstruktionen im Innenbereich. Stand Mai 2013

BEB-Merkblatt Vorbereitende Maßnahmen zur Verlegung von Oberbodenbelägen auf Zement- und Calciumsulfatheizestrichen. Stand Juni 2011

BEB-Merkblatt Protokoll zum Belegreifheizen des Estrichs. Stand Juni 2011

BEB-Merkblatt CM-Messung Arbeitsanweisung. Stand Juni 2011

BEB-Merkblatt Einbauteile in Estrichen im Wohnungs- und Gewerbebau. Stand März 2010

BEB-Merkblatt Hinweise für den Auftraggeber für die Zeit nach der Verlegung von Zementestrichen auf Trenn- und/oder Dämmschichten. Stand Juni 2010

- BEB-Merkblatt Hinweise für den Auftraggeber für die Zeit nach der Verlegung von Calciumsulfat-estrichen. Stand Juni 2010
- BEB-Merkblatt Abdichtungsstoffe im Verbund mit Bodenbelägen. Stand August 2010
- BEB-Merkblatt Hinweise für den Trittschallschutz von Fußbodenkonstruktionen. Stand November 2010
- BEB-Merkblatt Bauklimatische Voraussetzungen zur Trocknung von Estrichen. Stand August 2009
- BEB-Merkblatt Hinweise zur Planung, Verlegung und Beurteilung sowie Oberflächenvorbereitung von Calciumsulfatestrichen. Stand September 2009
- BEB-Merkblatt Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen Verlegen von elastischen und textilen Bodenbelägen, Schichtstoffelementen (Laminat), Parkett und Holzplaster Beheizte und unbeheizte Fußbodenkonstruktionen. Stand Oktober 2008
- BEB-Merkblatt Fertigteilstriche auf Calciumsulfat- und Zementbasis. Stand Oktober 2008
- BEB-Merkblatt CM-Messung. Stand Januar 2007
- BEB-Merkblatt Hinweise zur beschleunigten Trocknung von Calciumsulfatestrichen. Stand Januar 2007
- BEB-Merkblatt Höher belastbare Calciumsulfatestriche im Gewerbebau. Stand Januar 2007
- BEB-Merkblatt Ausgleichsschichten aus Leichtmörtel (Leichtausgleichmörtel). Stand April 2005
- BEB-Merkblatt Abdichtungen nach DIN 18195 – Teile 8,9 und 10 Ergänzung der Arbeitsrichtlinien für die Teile 4 und 5. Stand April 2004
- BEB-Merkblatt Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden; Allgemeines, Prüfung, Einflüsse, Beurteilung. Stand November 2004
- BEB-Merkblatt Abdichtungen nach DIN 18195 – Teile 4 und 5 Arbeitsrichtlinien. Stand Juli 2002
- BEB-Merkblatt Betonböden für Hallenflächen. Stand Februar 2000
- BEB-Merkblatt Hinweise zum Einsatz alternativer Abdichtungen unter Estrichen. Stand Februar 1997

## **Industrieverband Klebstoffe e.V. – IVK**

- TKB-Merkblatt 3 Kleben von Elastomer-Bodenbelägen. Stand Juli 2009
- TKB-Merkblatt 4 Kleben von Linoleum-Bodenbelägen. Stand Januar 2010
- TKB-Merkblatt 5 Kleben von Kork-Bodenbelägen – wird zur Zeit überarbeitet –
- TKB-Merkblatt 6 Spachtelzahnungen für Bodenbelag-, Parkett- und Fliesenarbeiten. Stand Mai 2007
- TKB-Merkblatt 7 Kleben von PVC-Bodenbelägen. Stand Februar 2010
- TKB-Merkblatt 8 Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen für Bodenbelag- und Parkettarbeiten. Stand Juni 2004
- TKB-Merkblatt 9 Technische Beschreibung und Verarbeitung von Bodenspachtelmassen. Stand April 2008
- TKB-Merkblatt 10 Holzwerkstoffplatten als Verlegeuntergrund. Stand September 2009
- TKB-Merkblatt 11 Verlegen von selbstliegenden Teppichfliesen und -platten. Stand August 2009
- TKB-Merkblatt 12 Kleben von Bodenbelägen mit Trockenklebstoff. Stand Januar 2010
- TKB-Merkblatt 13 Kleben von textilen Bodenbelägen. Stand Februar 2011
- TKB-Merkblatt 14 Schnellzementestriche und Zementestriche mit Estrichzusatzmitteln. Stand August 2015
- TKB-Merkblatt 16 Anerkannte Regeln der Technik bei der CM-Messung. Stand März 2016

TKB-Bericht 2 Belegreife und Feuchte Die KRL-Methode zur Bestimmung der Feuchte in Estrichen.  
Stand Juli 2013

TKB-Merkblatt Reinigungsverfahren für Textile Bodenbeläge und deren Arbeitsschritte. Stand  
März 2015

### **Bundesverbandes der vereidigten Sachverständigen für Raum und Ausstattung e.V. – BSR**

Kille, Richard; Lind, Rolf; Scheewe, Hans-Joachim; Schwarzmann, Peter: Merkblatt – Leitfaden zur Ermittlung von Zeitwerten und Wertminderung von Bodenbelägen, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2001

### **IWM Industrieverband WerkMörtel e.V. – IWM**

Merkblatt 4 Beurteilung und Behandlung der Oberfläche von Calciumsulfat-Fließestrichen. Stand Dezember 2011

Merkblatt 4 Beurteilung und Behandlung der Oberfläche von Calciumsulfat-Fließestrichen Hinweise und Richtlinien für die Planung und Ausführung von Calciumsulfat-Fließestrichen. Stand August 2008

#### **12.1.2 Richtlinien u.a.**

### **Bundesverband Flächenheizungen und Flächenkühlungen e.V. – BVF**

Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen. Ausgabe Februar 2005

Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in Neubauten. Ausgabe Mai 2011

### **Bundesverband Estrich und Belag e.V. – BEB**

Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in bestehenden Gebäuden. Ausgabe Januar 2009

### **Bundesverband der vereidigten Sachverständigen für Raum und Ausstattung e.V. – BSR**

BSR-Richtlinie I. Betrachtungsweise zur gutachtlichen Beurteilung des Erscheinungsbildes von Fußbodenoberflächen. Ausgabe Oktober 1997

### **Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften – HVBG**

Berufsgenossenschaftliche Regeln BGR 181 Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr. 1993. Aktualisierte Fassung 2003

## **Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung – DGUV Fachausschuss Bauliche Einrichtungen (BGI/GUV-I 561)**

Information Treppen. Ausgabe April 1991 – aktualisierte Fassung Juli 2010

DGUV Regel 108-003 Fußböden in Arbeitsräumen mit Rutschgefahr, April 1994 – aktualisierte Fassung Oktober 2003

DGUV Information 207-006 Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche. Ausgabe Juni 2015

## **Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin – BAuA**

ASR A1.5/1,2 Technische Regel für Arbeitsstätten. Ausgabe Februar 2013

## **Bundesverband der Unfallkassen – BUK**

GUV-R 132 Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen. Ausgabe Januar 2005

## **Ausschuss für Gefahrstoffe – AGS**

TRGS 610 Technische Regeln für Gefahrstoffe. Ausgabe Januar 2011

TRGS 613 Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für chromathaltige Zemente und chromathaltige zementhaltige Zubereitungen. Ausgabe Oktober 2002

## **Fachverband der Hersteller elastischer Bodenbeläge e.V. – FEB**

Technische Information FEB Nr. 2 Einfluss von Stuhl- und Möbelgleitern sowie Stuhl- und Möbelrollen. Ausgabe Januar 2012

Technische Information FEB Nr. 3 Einsatz von elastischen Bodenbelägen in hygienerelevanten Bereichen – Räder und Rollsysteme. Ausgabe März 2013

## **Zentralverband Deutsches Baugewerbe – ZDB**

Merkblatt Toleranzen im Hochbau nach DIN 18201 und DIN 18202. Stand August 2000

## 12.2 Fachliteratur

Deutsches Institut für Normung e.V.: VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen. Berlin: Beuth Verlag 2016

Bundesverband Estrich und Belag e.V., Verbände übergreifendes Autorenteam Kommentar zur DIN 18365 Bodenbelagarbeiten. Hamburg: SN-Verlag Michael Steinert, Januar 2017

Bundesverband Estrich und Belag e.V. (Arbeitskreis Bodenbeläge): Kommentar zur DIN 18365 Bodenbelagarbeiten. 2. aktualisierte und erweiterte Auflage. Hamburg: SN-Verlag Michael Steinert, April 2010

Kaulen, Hans-Harald; Strehle, Norbert; Kille, Richard: Kommentar und Erläuterungen VOB DIN 18365 – Bodenbelagarbeiten. 7. neu bearbeitete Auflage. Bad Wörishofen: Holzmann Medien 2010

Kaulen, Hans-Harald; Strehle, Norbert; Kille, Richard: Kommentar und Erläuterungen VOB DIN 18299 – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art Speziell für Bodenbelagarbeiten VOB DIN 18365 und Gefahrenstoffverordnung. 2., neu bearbeitete Auflage. Bad Wörishofen: Holzmann Medien 2008

Bundesverband Estrich und Belag e.V. (Arbeitskreis Bodenbeläge): Kommentar zur DIN 18365 Bodenbelagarbeiten. Ham-

burg: SN-Verlag Michael Steinert, Oktober 2006

Brehm, Heinz (Hrsg): Fachbuch für Bodenleger Hamburg: SN-Verlag Michael Steinert 2004

Oswald, Rainer; Abel, Ruth: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik. Aachen, November 2005

Oswald, Rainer; Abel, Ruth: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Bauverlag 2000

Klopfer, Heinz.: Feuchteschutz. Beton-Kalender Band 2. Berlin: Ernst & Sohn Verlag 1996

Timm, Harry; Schumacher, Ralf; Kranz, Karl-Heinz; Hellberg, Jens; Schicht, Rudolf; Reichelt, Klaus-Udo: Fußbodenkonstruktionen – Technik – Problemfälle – Fachkommentare – Baurecht Band 1. Norderstedt: Books on Demand GmbH 2002

Steinhäuser, Wolfram: Mängel und Schäden aus der Bodenlegerpraxis; Probleme erkennen-verhindern-bewerten. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2016

Steinhäuser, Wolfram: Untergründe aus Sicht des Parkett- und Bodenlegers Prüfpflichten Schadensbilder Verlegefehler. Bad Wörishofen: Holzmann Medien 2016

## 12.3 Normenverzeichnis – Stand Mai 2018

DIN 1960 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil A: Allgemeine Bestimmungen für die Vergabe von Bauleistungen

DIN 1961 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil B: Allgemeine Vertragsbedingungen für die Ausführung von Bauleistungen

DIN 18299 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauarbeiten (ATV) – Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art

DIN 18365 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauarbeiten (ATV) – Bodenbelagarbeiten

- DIN 18353 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Estricharbeiten
- DIN 18354 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) – Gussasphaltarbeiten
- DIN 18356 VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen – Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen – (ATV) – Parkettarbeiten und Holzplasterarbeiten
- DIN EN 14041 Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Wesentliche Eigenschaften
- DIN EN ISO 10874 Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Klassifizierung
- DIN CEN/TS 14472-1 Elastische, textile und Laminatbodenbeläge – Planung, Vorbereitung und Verlegung – Teil 1: Allgemeines
- DIN CEN/TS 15398 Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Standardisierte Symbole für Bodenbeläge
- DIN EN 12466 Elastische Bodenbeläge – Begriffe
- DIN EN ISO 10581 Elastische Bodenbeläge – Homogene Polyvinylchlorid-Bodenbeläge – Spezifikation
- DIN EN ISO 10582 Elastische Bodenbeläge – Heterogene Polyvinylchlorid-Bodenbeläge – Spezifikation
- DIN EN ISO 26986 Elastische Bodenbeläge – Geschäumte Polyvinylchlorid-Bodenbeläge
- DIN EN ISO 10595 Elastische Bodenbeläge – Halbflexible PVC-Bodenplatten – Spezifikation
- DIN EN 650 Elastische Bodenbeläge – Bodenbeläge aus Polyvinylchlorid mit einem Rücken aus Jute oder Polyestervlies oder auf Polyestervlies mit einem Rücken aus Polyvinylchlorid – Spezifikation
- DIN EN 651 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid – Bodenbeläge mit einer Schaumstoffschicht – Spezifikation
- DIN EN 13413 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge mit einem Rücken aus Fasermaterial – Spezifikation
- DIN EN 13553 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge zur Anwendung in besonderen Nassräumen – Spezifikation
- DIN EN 13845 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge mit partikelbasiertem erhöhten Gleitwiderstand – Spezifikation
- DIN EN 13893 Elastische, laminierte und textile Bodenbeläge – Messung des Gleitreibungskoeffizienten von trockenen Bodenbelagsoberflächen
- DIN EN 652 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge mit einem Rücken auf Korkbasis – Spezifikation
- DIN EN 655 Elastische Bodenbeläge – Platten auf einem Rücken aus Presskork mit einer Polyvinylchlorid-Nutzschicht – Spezifikation
- DIN EN ISO 24011 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster
- DIN EN 686 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster mit Schaumrücken
- DIN EN 687 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Linoleum mit und ohne Muster mit Lorkmentrücken
- DIN EN 688 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Korklinoleum
- DIN EN 1816 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für homogene und heterogene ebene Elastomer-Bodenbeläge mit Schaumstoffbeschichtung
- DIN EN 1817 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für homogene und heterogene ebene Elastomer-Bodenbeläge
- DIN EN 12199 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für homogene und heterogene profilierte Elastomer-Bodenbeläge
- DIN EN 14521 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für ebene Elastomer-Boden-

- beläge mit oder ohne Schaumunterschicht mit einer dekorativen Schicht
- DIN EN 12103 Elastische Bodenbeläge – Press-korkunterlagen – Spezifikation
- DIN EN 12104 Elastische Bodenbeläge – Press-korkplatten – Spezifikation
- DIN EN 12455 Elastische Bodenbeläge – Spezi-fikation für Korkmentunterlagen
- DIN EN 16776 Elastische Bodenbeläge – Heterogene Polyurethan-Bodenbeläge – Spezifikation
- DIN EN ISO 23997 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der flächenbezogenen Masse
- DIN EN ISO 24346 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der Gesamtdicke
- DIN EN ISO 24340 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der Dicke der Schichten
- DIN EN ISO 24344 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der Flexibilität und Durch-biegung
- DIN EN ISO 26987 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der Fleckenempfindlichkeit und Chemikalienbeständigkeit
- DIN EN 1399 Elastische Bodenbeläge – Bestim-mung der Widerstandsfähigkeit gegen Ausdrücken und Abbrennen von Zigaret-ten
- DIN EN 1081 Elastische Bodenbeläge – Bestim-mung des elektrischen Widerstandes
- DIN EN 1815 Elastische und Laminat-Boden-beläge – Beurteilung des elektrostatischen Verhaltens
- ISO 24343-1 Elastische und Laminat-Boden-beläge – Bestimmung des Eindrucks und des Resteindrucks
- DIN EN ISO 24341 Elastische und textile Boden-beläge – Bestimmung der Länge, Breite und Geradheit einer Bahn
- DIN EN ISO 24342 Elastische und textile Bodenbeläge – Bestimmung der Kantenlän-ge, Rechtwinkligkeit und Geradheit von Platten
- DIN EN 425 Elastische Bodenbeläge und Lami-natböden – Stuhlrollenversuch
- DIN EN 985 Textile Bodenbeläge – Stuhlrollen-prüfung
- DIN EN 12529 Räder und Rollen – Möbelrollen – Rollen für Drehstühle – Anforderungen
- ISO 4918 (neu) Elastische, textile und Lami-nat-Bodenbeläge – Stuhlrollenversuch
- DIN ISO 2424 Textile Bodenbeläge – Begriffe
- DIN EN 1307 Textile Bodenbeläge – Einstufung
- DIN EN 986 Textile Bodenbeläge – Fliesen – Bestimmung der Maßänderung infolge der Wirkungen wechselnder Feuchte- und Temperaturbedingungen und vertikale Flächenverformung
- DIN EN 994 Textile Bodenbeläge – Bestimmung der Länge und Geradheit der Kanten und der Rechtwinkligkeit von Fliesen
- DIN EN 1814 Textile Bodenbeläge – Bestimmung der Schnittkantenfestigkeit durch modifi-zierte Trommelprüfung nach Vettermann
- DIN EN 14159 Textile Bodenbeläge – Anforde-rungen an Toleranzen der (linearen) Maße von abgepassten Bodenbelägen, Läufern, Fliesen und Bahnenware und des Muster-rapports
- DIN EN ISO 105-B02 Textilien – Farbechtheits-prüfungen – Teil B02: Farbechtheit gegen künstliches Licht: Xenonbogenlicht
- ISO 1765 Maschinell gefertigte textile Fuß-bodenbeläge; Dickenbestimmung
- ISO 6356 Textile und Laminat- Bodenbeläge – Beurteilung des elektrostatischen Verhal-tens – Begehtest
- ISO 10965 Textile Bodenbeläge – Bestimmung des elektrischen Widerstandes
- ISO 8543 Textile Bodenbeläge – Verfahren für die Gewichtsbestimmung
- DIN EN 438-1 Dekorative Hochdruck-Schicht-pressstoffplatten (HPL) – Platten auf Basis härtbarer Harze (Schichtpress-stoffe) – Teil 1: Einleitung und allgemeine Informationen
- DIN EN 13329 Laminatböden – Elemente mit einer Deckschicht auf Basis aminoplas-

tischer, wärmehärtbarer Harze – Spezifikation	DIN 18195 (alle Teile), Bauwerksabdichtungen
DIN EN 14978 Laminatböden – Elemente mit einer elektronenstrahlgehärteten Deckschicht auf Acryl-Basis – Spezifikation	DIN 18202 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
DIN EN 15468 Laminatböden – Direktbedruckte Elemente mit Kunstharz-Deckschicht – Spezifikationen, Anforderungen und Prüfverfahren	DIN 18560 (alle Teile), Estriche im Bauwesen
DIN EN 16511 Paneele für schwimmende Verlegung – Halbstarre mehrlagige, modulare Fußbodenbeläge (MMF) mit abriebbeständiger Decklage	DIN EN 13501-1 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarbeiten zu ihrem Brandverhalten, Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten
ISO 24334 Laminatböden – Bestimmung der Verbindungsfestigkeit bei mechanisch zusammengefügten Elementen	DIN EN ISO 354 Akustik – Messung der Schallabsorption in Hallräumen
ISO 24338 Laminatböden – Bestimmung der Beständigkeit gegen Abrieb	DIN EN ISO 717-2 Akustik – Bewertung der Schalldämmung in Gebäuden und von Bauteilen – Teil 2: Trittschalldämmung
DIN CEN/TS 16354; DIN SPEC 68285 Laminatböden – Verlegeunterlagen – Spezifikation, Anforderungen und Prüfverfahren	DIN EN 16205 Messung von Gehschall auf Fußböden im Prüfstand
DIN EN 14085 Elastische Bodenbeläge – Spezifikation für Fußbodenpaneele für lose Verlegung	DIN EN 717 Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe
DIN 4108 (alle Teile) Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden	ISO 8302 Wärmeschutz; Bestimmung des statio-nären Wärmedurchlaßwiderstandes und verwandter Eigenschaften; Verfahren mit dem Plattengerät
DIN 18040 (alle Teile) Barrierefreies Bauen – Planungsgrundlagen	DIN EN 923 Klebstoffe – Benennungen und Definitionen
DIN 18065 Gebäudetreppen – Begriffe, Messregeln, Hauptmaße	DIN EN 14259 Klebstoffe für Bodenbeläge – Anforderungen an das mechanische und elektrische Verhalten
	DIN EN 12825 Doppelböden
	DIN EN 13213 Hohlböden

## 12.4 Literaturverzeichnis

- [1] DIN ISO 2424: 1999-01 Textile Bodenbeläge – Begriffe
- [2] DIN EN 12466:1998-06 Elastische Bodenbeläge – Begriffe
- [3] DIN 18365:2016-09 Bodenbelagarbeiten
- [4] DIN EN ISO 10874:2012-04 Elastische, textile und Laminat-Bodenbeläge – Klassifizierung
- [5] DIN EN 14041:2016-07 Entwurf Elasti-sche, textile und Laminat-Bodenbeläge – Wesentliche Merkmale
- [6] DIN EN 13501-1:2010-01 Klassifizierung von Bauprodukten und Bauarten zu ihrem Brandverhalten – Teil 1: Klassifizierung mit den Ergebnissen aus den Prüfungen zum Brandverhalten von Bauprodukten

- [7] DIN 4102-4:2014-06 Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen – Teil 4 Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile (Dokument zurückgezogen)
- [8] DIN EN ISO 9239-1:2010-11 Prüfungen zum Brandverhalten von Bodenbelägen – Teil 1: Bestimmung des Brandverhaltens bei Beanspruchung mit einem Wärmestrahler
- [9] DIN EN ISO 11925-2:2011-02 Prüfungen zum Brandverhalten – Entzündbarkeit von Produkten bei direkter Flammeneinwirkung – Teil 2 Einzelflammentest
- [10] DIN EN 717-1:2005-01 Holzwerkstoffe – Bestimmung der Formaldehydabgabe – Teil 1: Formaldehydabgabe nach der Prüfkammer-Methode
- [11] DIN EN 13893:2003-02 Elastische, laminierte und textile Bodenbeläge – Messung des Gleitreibungskoeffizienten von trockenen Bodenbelagsoberflächen
- [12] DIN 51130:2014-02 Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft – Arbeitsräume und Arbeitsbereiche mit Rutschgefahr-Begehungsverfahren – Schiefe Ebene
- [13] DIN 51131:2014-02 Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft – Verfahren zur Messung des Gleitreibungskoeffizienten
- [14] DIN EN 13845:2015-09 – Entwurf Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge mit partikelbasiertem erhöhten Gleitwiderstand – Spezifikation
- [15] DIN EN 1815:2016-12 Elastische und Laminat-Bodenbeläge – Beurteilung des elektrostatischen Verhaltens
- [16] DIN EN 1081:1998-04 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung des elektrischen Widerstandes
- [17] DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau – Teil 1: Mindestanforderungen
- [18] Verbände übergreifendes Autorenteam: Kommentar zur DIN 18365 Bodenbelag-arbeiten. Hamburg: SN-Verlag Michael Steinert. Ausgabe Januar 2017
- [19] Bundesverband Estrich und Belag e.V. (Arbeitskreis Bodenbeläge): Kommentar zur DIN 18365 Bodenbelagarbeiten. 2., aktualisierte und erweiterte Auflage. Hamburg: SN-Verlag Michael Steinert. Ausgabe April 2010
- [20] Kaulen, Hans-Harald; Strehle, Norbert; Kille, Richard: Kommentar und Erläuterungen VOB DIN 18365 – Bodenbelag-arbeiten. 7., neu bearbeitete Auflage. Bad Wörishofen: Holzmann Medien 2010
- [21] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: BEB-Merkblatt Hinweise für Fugen in Estrichen. Teil 2: Fugen in Estrichen und Heizestrichen auf Trenn- und Dämmsschichten nach DIN 18560-2 und DIN 18560-4. Troisdorf. Stand November 2015
- [22] DIN 18195:2012-06 Bauwerkabdichtun-gen Teil 1 bis Teil 10
- [23] DIN 18195:2012-06 Teil 6 Abdichtungen gegen von außen drückendes Wasser und aufstauendes Sickerwasser, Bemessung und Ausführung
- [24] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: BEB-Merkblatt Hinweise zum Einsatz alternativer Abdichtungen unter Estrichen. Troisdorf. Stand Februar 1997
- [25] Technische Kommission Bauklebstof-fe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 9 Technische Beschreibung und Verarbeitung von Bodenspachtel-massen. Düsseldorf. Stand April 2008
- [26] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: BEB-Merkblatt Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen im Alt- und Neubau. Verlegen von elastischen und textilen Bodenbelägen, Laminat, mehrschichtig modularen Fußbodenbelägen, Holzfußböden und Holzplaster. Beheizte und unbeheizte Fußbodenkonstruktionen. Troisdorf. Stand März 2014

- [27] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: Oberflächenzug- und Haftzugfestigkeit von Fußböden. Allgemeines, Prüfung, Einflüsse, Beurteilung. Troisdorf. Stand November 2004
- [28] Industriegruppe Estrichstoffe im Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Berlin/Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg: Merkblatt 4 Beurteilung und Behandlung der Oberfläche von Calciumsulfat-Fließestrichen. Stand Dezember 2011
- [29] Industriegruppe Estrichstoffe im Bundesverband der Gipsindustrie e.V. Berlin/Industrieverband WerkMörtel e.V. Duisburg: Merkblatt 4 Beurteilung und Behandlung der Oberfläche von Calciumsulfat-Fließestrichen Hinweise und Richtlinien für die Planung und Ausführung von Calciumsulfat-Fließestrichen. Stand August 2008
- [30] DIN 18202:2005-10 Toleranzen im Hochbau – Bauwerke, Norm wurde ersetzt durch: DIN 18202:2013-4. Toleranzen im Hochbau – Bauwerke
- [31] Zentralverband Deutsches Baugewerbe ZDB; Die Deutsche Bauindustrie: Merkblatt Toleranzen im Hochbau nach DIN 18201 und DIN 18202. Stand August 2000
- [32] Brehm, Heinz (Hrsg): Fachbuch für Bodenleger Hamburg: SN-Verlag Michael Steiner 2004
- [33] Bundesverband der vereidigten Sachverständigen für Raum und Ausstattung e.V. (BSR): BSR-Richtlinie I. Betrachtungsweise zur gutachtlichen Beurteilung des Erscheinungsbildes von Fußbodenoberflächen. Ausgabe Oktober 1997
- [34] Oswald, Rainer; Abel, Ruth: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. Aachener Institut für Bauschadensforschung und angewandte Bauphysik. Aachen: November 2005
- [35] Hauptverband der gewerblichen Berufsgenossenschaften: Berufsgenossenschaftliche Regeln BGR 181 Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr Sankt Augustin 1993. Aktualisierte Fassung 2003
- [36] DIN 18040:2010-10 Barrierefreies Planen, Bauen und Wohnen: Teile 1–3
- [37] DIN 18560-2:2009-09 Estriche im Bauwesen – Teil 2: Estriche und Heizestriche auf Dämmsschichten (schwimmende Estriche)
- [38] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): Fachausschuss Bauliche Einrichtungen (BGI/GUV-I 561) Information Treppen. Berlin. Ausgabe April 1991, aktualisierte Fassung Juli 2010
- [39] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: CM-Messung. Troisdorf. Ausgabe Januar 2007
- [40] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 16 Anerkannte Regeln der Technik bei der CM-Messung. Düsseldorf. Stand März 2016
- [41] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: Merkblatt TKB-8 Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen für Bodenbelag- und Parkettarbeiten. Düsseldorf. Stand Juni 2004
- [42] Klopfer, Heinz.: Feuchteschutz. Beton-Kalender Band 2. Berlin: Ernst & Sohn Verlag 1996
- [43] DIN 18560-4: 2012-06 Estriche im Bauwesen – Teil 4 Estriche auf Trennschicht
- [44] Altmann, Dieter: Kurzreferat zum 26. Seminar Fussbodentechnik in Leipzig. März 2003
- [45] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 14 Schnellzementestriche und Estriche mit Zusatzmitteln. Düsseldorf. Stand August 2015
- [46] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: Protokoll zur Dokumentation der CM-Messung gemäß Arbeitsanweisung des BEB. Stand März

- [47] Bundesverband Flächenheizungen e.V. (BVF): Schnittstellenkoordination bei beheizten Fußbodenkonstruktionen. Hagen. Ausgabe Februar 2005
- [48] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in bestehenden Gebäuden. Troisdorf. Ausgabe Januar 2009
- [49] Bundesverband Flächenheizungen e.V. (BVF): Schnittstellenkoordination bei Flächenheizungs- und Flächenkühlungssystemen in Neubauten. Hagen. Ausgabe Mai 2011
- [50] Heuer, Siegfried : Neue Erkenntnisse aus der Praxis für die Praxis Objekt 2/2007
- [51] DIN EN 300:2006-09 Platten aus langen, flachen, ausgerichteten Spänen (OSB) – Definitionen, Klassifizierung und Anforderungen
- [52] DIN EN 13986:2015-06 Holzwerkstoffe zur Verwendung im Bauwesen – Eigenschaften, Bewertung der Konformität und Kennzeichnung
- [53] DIN EN 312:2010-12 Spanplatten – Anforderungen
- [54] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband Klebstoffe e.V.: TKB-Merkblatt 10 Holzwerkstoffplatten als Verlegeuntergrund. Düsseldorf. Stand September 2009
- [55] Bundesverband Estrich und Belag e.V. (Arbeitskreis Bodenbeläge): Kommentar zur DIN 18365 Bodenbelagrarbeiten. Hamburg: SN-Verlag Michael Steinert. Ausgabe Oktober 2006
- [56] Ausschuss für Gefahrenstoffe (AGS): TRGS 610 Technische Regeln für Gefahrstoffe Ersatzstoffe und Ersatzverfahren für stark lösemittelhaltige Vorstriche und Klebstoffe für den Bodenbereich. Düsseldorf. Ausgabe Januar 2011
- [57] DIN EN 12529:1999-5 Berichtigung 1: 2007-06 Räder und Rollen – Möbelrollen – Rollen für Drehstühle – Anforderungen
- [58] Oswald, Rainer; Abel, Ruth: Hinzunehmende Unregelmäßigkeiten bei Gebäuden. 2. überarbeitete und erweiterte Auflage. Wiesbaden: Bauverlag 2000
- [59] DIN EN 434:1994-11 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der Maßänderung und Schüttelung nach Wärmeeinwirkung
- [60] Bundesverband Estrich und Belag e.V.: BEB-Merkblatt Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen Verlegen von elastischen und textilen Bodenbelägen, Schichtstoffelementen (Laminat), Parkett und Holzplaster Beheizte und unbeheizte Fußbodenkonstruktionen. Troisdorf. Stand Oktober 2008
- [61] DIN EN ISO 10581:2014-02 Elastische Bodenbeläge – Homogene Polyvinylchlorid – Bodenbeläge – Spezifikation
- [62] DIN EN ISO 10582:2018-04 Elastische Bodenbeläge – Heterogene Polyvinylchlorid – Bodenbeläge – Spezifikation
- [63] DIN EN 1307:2016-05 Textile Bodenbeläge – Einstufung
- [64] DIN EN 14159:2015-03 Textile Bodenbeläge – Anforderungen an Toleranzen der (linearen) Maße von abgepassten Bodenbelägen, Läufern, Fliesen und Bahnenware und des Musterrapports
- [65] DIN EN ISO 26987:2012-04 Elastische Bodenbeläge – Bestimmung der Fleckenempfindlichkeit und Chemikalienbeständigkeit
- [66] SNV 195651:1968 Textilien; Bestimmung der Geruchsentwicklung von Ausrüstungen (Sinnenprüfung)
- [67] DIN ISO 16000-28:2012-12 Innenraumluftverunreinigungen – Teil 28: Bestimmung der Geruchsstoffemissionen aus Bauprodukten mit einer Emissionsprüf- kammer
- [68] Künzel, Helmut: Richtiges Heizen und Lüften in Wohnungen. 5., überarbeitete und erweiterte Auflage. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2012

- [69] Franke, Lutz; Wesselmann, Martin: Verhinderung von Emissionen aus Baustoffen durch Beschichtungen, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 1997
- [70] Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin: Dortmund. ASR A1.5/1,2 Technische Regel für Arbeitsstätten. Ausgabe Februar 2013
- [71] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): DGUV Information 207-006 Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche. Berlin. Ausgabe Juni 2015
- [72] Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (DGUV): DGUV Regel 108-003 Fußböden in Arbeitsräumen mit Rutschgefahr. Berlin: April 1994. Aktualisierte Fassung Oktober 2003
- [73] DIN CEN/TS 16165:2016-12 Bestimmung des Gleitwiderstandes von Fußgängerbereichen – Ermittlungsverfahren
- [74] DIN 51097:2016-04 Prüfung von Bodenbelägen – Bestimmung der rutschhemmenden Eigenschaft – Nassbelastete Barfußbereiche; Begehungsverfahren; Schiefe Ebene
- [75] Bundesverband der Unfallkassen: GUV-R 132 Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladungen. München: Ausgabe Januar 2005
- [76] ISO 6356:2012-07 Textile und Laminat-Bodenbeläge – Beurteilung des elektrostatischen Verhaltens – Begehtest
- [77] ISO 10965:2011-07 Textile Bodenbeläge – Bestimmung des elektrischen Widerstandes
- [78] Kille, Richard; Lind, Rolf; Scheewe, Hans-Joachim; Schwarzmann, Peter: Merkblatt – Leitfaden zur Ermittlung von Zeitwerten und Wertminderung von Bodenbelägen. Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag 2001
- [79] DIN EN 13553:2002-07 Elastische Bodenbeläge – Polyvinylchlorid-Bodenbeläge zur Anwendung in besonderen Nassräumen – Spezifikation
- [80] DIN EN 20105-A02:1994-10 Textilien – Farbechtheitsprüfungen – Teil A02: Graumaßstab zur Bewertung der Änderung der Farbe
- [81] DIN EN 14259:2004-07 Klebstoffe für Bodenbeläge – Anforderungen an das mechanische und elektrische Verhalten
- [82] DIN 18533 Abdichtung von erdberührten Bauteilen
- [83] Technische Kommission Bauklebstoffe im Industrieverband e.V.: TKB-Merkblatt 8 Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen für Bodenbelag- und Parkettarbeiten. Düsseldorf: April 2015
- [84] DIN 1052-1:1988-04 Holzbauwerke; Berechnung und Ausführung
- [85] DIN 68100:1984-12 Toleranzsystem für Holzbe- und Verarbeitung; Begriffe, Toleranzreihen, Schwind- und Quellmaße

# Stichwortverzeichnis

## A

Abbindezeit 187  
Abdichtung 32, 34, 52, 78  
Ableitfähigkeit 279  
Ablösbarkeit 187  
Ablösung 177, 201, 202  
Ablüftezeit 169, 185, 187, 196  
Abnutzung 220  
Abplatzung 63, 177  
Abpuderung 214  
Abrieb 31, 35  
Abriebfestigkeit 220  
Abriebverhalten 26  
Absanden 150, 153  
Abschleifen 133  
Absperrfolie 50  
Abstreuen 153  
Abzeichnen 146  
Acryldispersion 29  
Adsorptionstrockner 130  
Aerosolschmutz 212  
AgBB-Bewertungsschema 269  
Akustikbelag 31  
Alkalität 214  
Altestrich 46  
Altkleberrest 137  
Altuntergrund 257  
Aluminiumfolie 54  
Anbluten 240  
Anhydritestrich 56, 127, 157  
Anmachwasser 160  
Anreiben 173, 183  
Anrühren 155  
Anschleifen 133  
Anschmutzung 217, 224, 245  
Anschmutzverhalten 215  
Anschrägung 77  
Antirutsch-System 172  
Antistatik 22, 39  
Anwalzen 168, 169  
Arbeitsfuge 80, 162  
Aufheizprotokoll 44, 116, 118  
Aufhellung 175

Aufladung 285  
Aufquellen 146  
Aufrichtvermögen 233  
Auftragsmenge 150  
Aufwölbung 84, 87, 200  
Ausblühung 148  
Ausdehnungskoeffizient 86  
Ausgleichsfeuchte 109  
Ausliegezeit 179  
Ausrutschen 273  
Ausschreibungstext 223  
Aussehensveränderung 222, 225  
Ausspannen 231

## B

Bahnenkante 175  
Barfußbereich 277  
barrierefreies Bauen 77  
Bauwerksfuge 87  
Beanspruchungsklasse 17, 39, 219, 222, 223, 224  
Befestigung 144  
Begehversuch 280  
Belagskante 175  
Belagsschrumpfung 184  
Belegreife 43, 45, 60, 109, 110, 113, 115, 116, 130  
Belegreif-Feuchte 41  
Belegreifheizen 118  
Benetzung 158, 286  
Beschichtung 197, 214  
besondere Leistung 68  
besonderer Nassraum 21  
Beständigkeit  
– chemische 28  
– mechanische 28  
Betonkernaktivierung 70, 94  
Beule 53, 144, 146, 168, 169, 199, 201, 202, 206, 259, 286  
Beulenbildung 128, 179, 184, 197, 198, 201, 216  
Bewegungsfuge 45, 81, 84, 162, 200  
Bewertungsgruppe 278

- Biegezugfestigkeit 46  
Bitumenkleber 138  
Blase 53, 92, 144, 151, 168–169, 177, 201–202, 206, 259, 286  
Blase, längliche 199–200  
Blasenbildung 128, 179, 184, 197, 198, 201  
Bodenbelag 226  
Bohnerwachs 100, 104  
Brandklasse 19  
Bruchzone 46  
Büroklammertest 35
- C**  
Calciumsulfatestrich 57, 59, 78, 109, 118, 128, 158  
Calciumsulfatfließestrich 57, 59, 65–66, 68–69, 89, 109, 128, 130  
Carbonsäure 215  
CE-Kennzeichnung 18, 22  
Chargengleichheit 165  
Chemikalienbeständigkeit 246  
CM-Messung 47, 109, 116, 119–120, 125  
CV-Belag 27, 53, 175, 198, 204, 249
- D**  
Dämmung 128, 259, 270  
Dampfbremse 50, 52, 112, 152, 259  
Dampfdruckgefälle 50  
Darr-Methode 111, 113, 125  
Dauertrockenheit 49, 51  
Designbelag 26, 175, 215  
Desinfektionsmittel 193, 217, 247  
Detachur 217  
Dichtmanschette 106  
Dicktoleranz 225  
Dickschichtausgleich 76, 163  
Diele 31, 86, 124, 140, 141  
Dielenboden 142, 144  
Diesel 68–69  
Dimensionsänderung 188  
Direktverklebung 152  
Dispersionsgrundierung 117, 144, 150, 164, 181, 185, 256, 270  
Dispersionsklebstoff 58, 137, 156–157, 169, 186–187, 187, 196, 198–199, 202, 257, 260  
Dispersionsklebstoff, leitfähig 281  
Dispersionskontakteklebstoff 182  
Dispersionsvorstrich 150
- Doppelboden 86  
Doppelnahtschnitt 169, 175  
doppelter Klebstoffauftrag 199  
Drahtbürstenprüfung 62  
Druckfestigkeit 46  
Druckstelle 166  
Dünnestrich 121
- E**  
Ebenheit 191  
Ebenheitsabweichung 43  
Ebenheitsanforderung 41  
Ebenheitstoleranz 72, 207–208  
Ecken, aufgestellte 181  
Eigengeruch 255  
Einbruch 95  
Eindruck 72, 182, 185  
Eindruckverhalten 140  
Einlegezeit 187, 286  
Einpflege 214  
Einpflegeschicht 215  
Einschluss 72  
Einwirkung 219  
Elastomerbelag 32–33, 36  
EMICODE 264  
Emission 257, 267, 270  
Emissionsprüfung 21  
Entkoppelung 84  
Entzündbarkeit 20  
Epoxidharzgrundierung 155, 198  
Erdpotentialanschluss 286  
Estrichklammer 93  
Estrichrandfuge 171  
Estrich, schwimmend 24, 50, 89, 130, 200, 208, 259  
Estrichschwinden 80
- F**  
Faltenbildung 146  
Farbablauf 243  
Farbabweichung 173, 175, 235, 238–239  
Farbdifferenz 166  
Farbe 224  
Farbechtheit 217  
Farbmigration 216  
Farbrest 68  
Farbstellung 224

- Farbtonunterschied 242–243
  - Bewertung 245
  - Prüfung 244Farbunterschied 165, 167, 173, 176, 181, 183, 237, 244
  - Bahnen 243
  - Platten 243Farbveränderung 203Faserverlagerung 225Fehlmaß 167Festigkeit 152, 155, 271Feuchtebereich 143Feuchtemessung 123Feuchteschaden 260Feuchtesperre 153Feuchtwchsel 270Feuchtigkeit 196, 258–259Feuchtraum 219Fixierung 203–204Fixierung, wiederaufnehmbare 205Flachgewebe 37, 170Flammschutzmittel 255Flankenhaftung 180Fleck 27–28, 212, 217Fleckenbildung 216, 233Fleckenentferner 217Fliese 26, 29, 186Fließanhydritestrich 55Flor 38Florneigung 242Folie 147Folienzwischenprüfung 120Formaldehyd 21Formtreppe 102Fräsen 134Frick-Taber-Test 220Fuge 166, 178, 189, 216, 228Fugenart 80Fugenbildung 179, 183, 187–188, 204Fugenbreite 189, 227, 288Fugenbreite, hinzunehmende 189Fugenmasse 85, 200Fugenplan 80, 88Fugenprofil 200Fugenverlauf 170Füllen 156Funktionsheizeren 116, 118Fußbodenheizung 23, 28, 86, 97, 104, 117, 171, 187, 216, 285Fußbodenleiste 122
- G**
- Gebrauchsnutzen 232, 245, 288Gefällefläche 156Gehkomfort 104Gehstraße 248Gelbverfärbung 215Geltungsnutzen 232, 245, 288Gerdheit 226Geruch 267, 270Geruchsbelästigung 128, 135, 140, 215, 255–256, 259–260Geruchsemission 128Geruchsprüfung 253, 267Geruchsreklamation 255Gipsspatelmasse 144, 157GISCODE 262Gitterritzprüfung 61, 66Glanzgrad 166Gleitreibungsbeiwert 277Gleitreibungskoeffizient 22Gleitverhalten 277Gleitwiderstand 22, 39, 273Graumäßigstab 173, 238, 241, 244, 246Grundierung, leitfähig 282Grundreinigung 213–214Gummibelag 32Gummirad 216Gussasphalt 47, 86, 156–157, 198Gussasphaltestrich 121, 198, 286GUT-Signet 268
- H**
- Haftbrücke 151–153Haftfilm 150Haftklebung 196Haftzugprüfung 46Hammerschlagprüfung 63Härteklafe 48Hartversiegelung 216Heißverklebung 178Heizestrich 84, 116, 119Heizrohr 117Heizungsvorlauf 108Hinterlüftung 141

- hin zunehmende Unregelmäßigkeit 74  
hochstehende Kante 204  
Höhenausgleich 76  
Höhenunterschied 226  
Höhenversatz 184  
Holz 78, 86, 101, 140  
Holzbalkendecke 144  
Holztreppe 102  
Holzwerkstoffplatte 143, 147
- I**
- Imprägnierung 174  
Insektenfraß 260  
Isolierummantelung 106
- K**
- Kaltverschweißung 184  
Kante, aufgestellte 181  
Kantenbereich 170  
Kantenlänge 227  
Kautschuk 175, 209, 213  
Kautschukbelag 32, 157, 214, 221, 282  
Kautschukfliese 179  
Kautschukformtreppe 33  
Kellenschlag 71–72, 74, 150, 180, 191, 288  
Keller 47  
Klebeprobe 65  
Klebrigkeit 217  
Klebstoff 257  
Klebstoffbett 168–170, 174, 177, 179, 183, 195–196, 199, 201  
Klebstoff, leitfähig 286  
Klebstoffschicht 151  
Klebstoffverpressung 185  
Kleinbrennertest 20  
Kleinfläche 233  
Kletten 203  
Klicksystem 25  
Klimatisierung 182  
Knarrgeräusch 142, 146, 194  
Knistergeräusch 194  
Kohäsionsbruch 151  
Komformitätsbescheinigung 18  
Komfortklasse 223  
Komfortwert 223  
Kondenstrockner 130  
Kontakt 212  
Kopfbereich 177
- Korkbelag 32, 175, 181, 237  
Korkment-Unterlage 31  
Körperschallminderung 24  
Korrosionsschutz 106  
Krakelee 54  
Kratzer 213  
Kratzspachtelung 72, 198  
Kreuzfuge 147, 227  
Kriechen 208  
KRL-Prüfmethode 114  
Kugelstrahlen 57, 134  
Kugelstrahlverfahren 70  
Kunstharzklebstoff 137  
Kunststoffbelag 33  
Kupferband 282
- L**
- Lack 68  
Lagerung 166, 182  
Laminatboden 34  
Längenzuschlag 229  
Lastverteilschicht 117  
Laufstraße 225  
Lauge 30, 33  
Leinöl 255  
Leitfähigkeitsprüfung 284  
Lichtechtheit 236  
Linoleum 29, 175, 213, 214, 221, 242  
Linoleumbelag 35, 166, 178, 197, 200, 209, 237, 284  
Loch 156  
Lösemittel 149, 174, 261  
Lösemittelvorstrich 151  
Lösungsmittel 193  
Lüften 255  
Luftfeuchte 206, 281  
Luftfeuchtigkeit 150, 285  
Luftwechselrate 255
- M**
- Magnesiaestrich 110, 128  
Maßänderung 166, 168, 188–189, 228  
Maßhaltigkeit 165  
Mehrdicke 47  
Mehrverbrauch 57  
Messmarke 120  
Messstelle 44  
Minderdicke 47

Mindestfeuchtegehalt 154  
Mindestschichtdicke 156  
Mischungsverhältnis 150  
Möbelgleiter 177, 185, 192  
Modergeruch 257  
Mottenschutz 260  
Muster 31, 230  
Musterabweichung 231, 232  
Musterrapport 167  
Musterverzung 224  
Musterverschiebung 166  
Musterverzug 167, 229, 230, 231, 232

## N

Nachbehandlung 162  
Nachbesserungsaufwand 288  
Nachwalzen 169, 196  
Nadelvlies 37, 51, 173  
Nagel 144  
Nahtabdichtung 226  
Nahtaufstippung 187  
Nahtbereich 169, 174, 232  
Nahtschneider 169  
Nahtschnitt 31  
Nahtspanner 169  
Nahtstelle 166  
Naphthalin 270  
Narbenbildung 151  
Nassbettklebstoff 187  
Nassraum 31  
Nassreinigung 215, 216  
Nenndicke 225  
Neoprenkleber 138, 143  
Netzriss 54  
Neugeruch 251, 255, 256  
Nivellieren 156  
Nutzschicht 26, 27, 33, 36, 220  
Nutzung 182, 185, 200  
Nutzungsdauer 37  
Nutzungsintensität 16

## O

Oberfläche  
– beschädigte 192  
– verkratzte 192–193  
Oberflächenfestigkeit 62, 64  
Oberflächenfestigkeitsprüfung 66  
Oberflächenfinish 29, 176

Oberflächenhärte 24  
Oberflächenoptik 181  
Oberflächenrauigkeit 134  
Oberflächenstruktur 273  
offene Naht 168, 170, 183  
Öl 68  
optische Beeinträchtigung 75  
OSB-Platte 144, 147, 158, 162  
Oxidationsmittel 217

## P

PE-Folie 50  
Pentachlorphenol 21  
Personenentladung 285  
Pflegeanleitung 211  
Pflegefilm 214  
Pflegemittel, wachshaltiges 284  
Pfütze 214  
Pfützenbildung 215  
pH-Wert 30, 213–215  
Pickel 158  
Planke 26, 29  
Plattenstoß 146  
Poliereffekt 70  
Polrichtung 244  
Polschicht 36–37  
Polymerdispersion 217, 284  
Polyolefin-Bodenbelag 28, 36  
Polyurethan-Bodenbelag 28  
Polyurethangrundierung 152, 154  
Polyurethanklebstoff 33, 137  
Porenfüllung 57  
Porosität 54  
Potentialanschluss 282  
Probefläche 55, 57  
Probeverfugung 178  
Produktionsgilb 215  
Produktionskante 169  
Prüfloch 47  
Prüfpflicht 45  
Pulverreinigung 216  
PU-Siegelsystem 217  
PU-Vergütung 213  
PVC-Belag 25, 35, 59, 69, 102, 144, 175, 183, 186, 198, 211, 216–217, 220, 248, 260, 283  
PVC-Designbelag 47, 89, 163, 189, 191, 201, 208, 288  
PVC-Reiniger 193

### Q

Querleitschicht 282  
Querschlag 182  
Quetschung 182  
Quietschgeräusch 205

### R

Rakeln 74  
Randabstand 181  
Randbereich 171  
Randdämmstreifen 44, 88, 97, 105  
Randfuge 84, 88, 162  
Randverformung 71  
Randwelle 166  
Rapport 167, 169, 230, 232  
Rauigkeit 54  
Raumklima 166, 179  
Raumnutzungsklasse 51  
Raumtemperatur 150  
Reaktionsharzgrundierung 152, 157, 198, 256  
Reaktionsharzkleber 186–187, 281  
Rechtwinkeligkeit 227  
Reibechtheit 241  
Reibungswert 274  
Reifeschleier 176, 237, 242  
Reinigung 157, 211  
Reißverschlusseffekt 231  
Renovierausgleich 101  
Reparaturfeinspachtel 101  
Riss 59, 91, 156  
Rissklasse 51  
Ritzspur 62  
Rohrmanschette 106  
Rollenfolge 242  
Rollkleber 187  
Rotationsbewegung 277  
Rückenausrüstung 38, 170, 202  
Rückstellkraft 105  
Rückstellvermögen 85, 140  
Rührer 159  
Rührzeit 159  
Rutschgefahr 99  
Rutschhemmung 204, 274, 276–277  
Rutschsicherheit 72

### S

Sanierklammer 93  
Sauberlaufmatte 39

Sauberlaufzone 17, 214  
Sauberschliff 66  
Saugfähigkeit 59, 70, 156  
Säure 30, 33  
Schadstoff 267  
Schale 63  
Schallabsorption 24  
Schallbrücke 171  
Schalldämmung 39  
Schallschutz 23, 104  
Schattierung 166–167, 233  
Schaumrücken 166  
Scheinfuge 59, 80, 91, 162, 200  
Schichtdicke 164  
Schimmelbildung 128  
Schleier 160, 193  
Schliere 160, 193, 215  
Schlitz 96  
Schmatzgeräusch 194  
Schmelzdraht 34, 178, 180, 200, 226  
Schmutzfangzone 214  
Schnellbaustrich 116  
Schnellestrich 98, 115  
Schnellzement 115  
Schrumpfen 169, 213  
Schüsseln 140  
Schutzleiter 286  
Schweißdraht 185, 226  
Schweißschnur 178, 184  
Schwelle 77  
Schwinden 81, 91, 94  
Schwindriss 80  
Schwingung 86, 88, 144, 146  
Sd-Wert 52  
Sedimentation 161  
Shading 234  
Shampooierung 216  
Sichtprüfung 71  
Sinterschicht 57, 66  
Sockelleiste 123, 208–209  
Sonderestrich 47, 59, 149  
Sonneneinstrahlung 187, 202, 215, 238, 258  
Spachtelmasse 162, 198  
Spanplatte 125, 143, 158, 162  
Spektralfotometer 237  
Sperrgrundierung 52–53, 112, 259  
Sperrwirkung 270  
Spitznaht 166, 179

Sprüh-Extraktionsreinigung 216  
Stabilität 86  
Staubanfall 175  
Steinholzestrich 110, 128  
Stippnaht 86, 128, 173, 183–184, 188, 214  
Stippung 166  
Stolpergefahr 183  
Stolperstelle 76, 86  
Störwirkung 75  
Strapazierfähigkeit 37, 39, 222  
Strapazierwert 223  
Streiflicht 74, 191, 282  
Stufe 99, 100  
Stuhlrolle 156, 177, 192, 196, 201, 221  
Stuhlrolleneignung 58, 158, 219  
Stürzen 239  
Sulfitablaugekleber 135, 137, 151, 157, 257

## T

Tabakrauch 249  
Tackern 203  
Tackphase 196  
Teerkleber 138  
Temperaturschwankung 179  
Temperaturwechsel 270  
Teppichboden 168  
Teppichfliese 170–171, 205  
Teppichreinigung 215  
Thermoschnur 34, 179–180  
Toleranz 75  
Traber-Test 35  
Trennlage 50, 259  
Trennmittel 43, 142, 214  
Trennschicht 64, 133, 148, 154  
Treppe 219  
Treppenwinkel 101  
Trittschall 88, 91, 104  
Trittschalldämmung 223  
Trittschallgeräusch 24  
Trittschallpegel 24  
Trittschallübertragung 81  
Trittschattierung 234  
Trittsicherheit 22, 39  
Trittspur 215  
Trockenestrich 86, 121, 158, 162  
Trockenklebstoff 186–187  
Trockenreinigung 216  
Trocknung 161, 201, 208

Trocknungsspannung 48, 125, 151, 164, 271  
Trocknungszeit 150, 162, 187  
Trockungsspannung 136  
Türanschlag 77  
Türschwelle 78

**U**  
Überzahnung 184, 226  
Umschlagstelle 199  
Unebenheit 75, 104, 156, 180, 227  
Unregelmäßigkeit 75  
Untergrund, bituminös 47  
Untergrundfeuchte 49  
Unterspritzen 50  
UV-Strahlung 215  
Ü-Zeichen 268

## V

Vakuum-Betondecke 134  
Vakuum-Betonuntergrund 70  
VC-Designbelag 74  
Velour 169, 233–234  
Verarbeitungszeit 154  
Verbrennung 178  
Verbundbelag 31  
Verdrahten 91  
Verdübeln 91  
Verfärbung 102, 134, 157, 192–193, 216–217, 248  
Verfestigung 63, 148, 152, 155  
Verfugung 178–179  
Vergießen 91  
Vergilbung 30, 248  
Verklebung 203  
Verlaufsmittel 150  
Verlegeplan 230  
Verlegerichtung 173, 242  
Verlegung, gestürzte 176, 183  
Verlegung, rutschhemmende 171, 204  
Vernarbung 56  
Vernieten 91  
Verpressen 91, 185  
Versatz 147, 166  
Verschleiß 220–222, 245  
Verschleißprüfung 222  
Verschmutzung 68, 180, 212, 273  
Verschnitt 167, 230  
Verschweißen 178, 182, 213

Versiegelung 177, 217  
Verunreinigung 142, 275  
Verwendungsbereich 16  
Verzahnung 170  
Vettermann-Trommelprüfung 37  
visuelle Prüfung 61  
Volumenänderung 172  
Vorstrich 148–149  
Vorstrich, leitfähig 286

### W

Wachs 68  
Walzaspalt 47  
Wärme 258  
Wärmedämmung 104  
Wärmedurchlasswiderstand 23, 28  
Wärmeeinwirkung 202, 228  
Wärmeleitfähigkeit 23  
Wasserdampfdiffusion 53  
Wasserdampfdruck 53  
Wasserdichtigkeit 21  
Wasserechtheit 236, 240  
Wassereinwirkungsklasse 51  
Wasserfleckenempfindlichkeit 241  
Wassertropfenprobe 55  
Webware 169  
Weichmacher 216  
Weichmacherwanderung 213  
Weißbruch 174  
Wellenbildung 215  
Wellenverbinder 93  
Wertminderung 204, 288  
Wiederauffeuchtung 117, 127  
Wischwasser 183, 193  
Witterungseinfluss 206  
Würmchenbildung 60, 86, 91, 94, 200  
Wurmfalte 91, 200

### Y

Y-Naht 174

### Z

Zeitwert 204  
Zementestrich 59, 64–65, 109, 113, 118, 130  
Zementleimschicht 65  
Zusatzeignung 39, 219

# Schadenfreies Bauen

Die Fachbuchreihe »Schadenfreies Bauen« stellt das gesamte Gebiet der Bauschäden dar. Erfahrene Bausachverständige beschreiben die häufigsten Bauschäden, ihre Ursachen und Sanierungsmöglichkeiten sowie den Stand der Technik. Die Bände behandeln jeweils ein einzelnes Bauwerksteil, ein Konstruktionselement, ein spezielles Bauwerk oder eine besondere Schadensart.

## Band 22

**Wolfram Steinhäuser**

### Schäden an elastischen und textilen Bodenbelägen

2., vollständig neu bearbeitete Auflage

Bauherren erwarten perfekte Oberflächen, wenn sie Linoleum-, Kork-, Teppichboden- oder PVC-Belagarbeiten in Auftrag geben. Häufig führen schon kleinste optische Abweichungen vom gewünschten Sollzustand zu Streitigkeiten zwischen Bauherren, Planern und Ausführenden. Welche Reklamationen berechtigt sind, kann nur beurteilen, wer die Vorgaben des Regelwerks kennt und über ein hohes Maß an Erfahrung aus der Bodenlegerpraxis verfügt. Die richtige Materialwahl sowie eine fachgerechte Planung, Ausführung und Pflege sind Voraussetzung für intakte Bodenbeläge. Wolfram Steinhäuser gibt in diesem Buch kompetente Ratschläge dazu. Er erläutert die technischen Eigenschaften der verschiedenen Belagarten und erklärt an Beispielen aus privat und aus gewerblich genutzten Gebäuden, wie im Schadensfall Ursachen ermittelt und Mängel beseitigt werden können. Prüfpflichten, Haftungs- und Gewährleistungsfragen diskutiert der Autor ausführlich anhand der geltenden Vorschriften und einschlägiger Gerichtsurteile. Besondere Beachtung findet das Thema Schadstoffe und Emissionen, da elastische Bodenbeläge die Gesundheit und das Wohlbefinden der Nutzer stark beeinflussen können. Ein Buch für alle, die sich professionell mit elastischen und textilen Fußböden befassen.

#### Der Autor:

Dipl.-Ing. **Wolfram Steinhäuser** hat in Weimar Baustoffverfahrenstechnik studiert und war anschließend als Bauleiter für die damalige volkseigene Bauindustrie tätig. Nach der Wende wechselte er zur Firma Henkel in Düsseldorf. 23 Jahre lang beriet er dort Kunden im Handwerk, bis er sein eigenes Ingenieurbüro in Rudolstadt gründete. Sein Spezialgebiet sind Untergründe für die Ausführung von Bodenbelags- und Parkettarbeiten.

ISBN 978-3-7388-0000-5



9 783738 800005