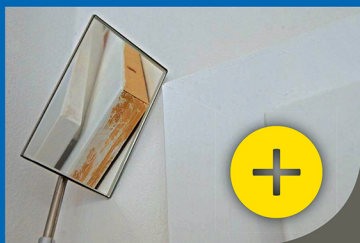
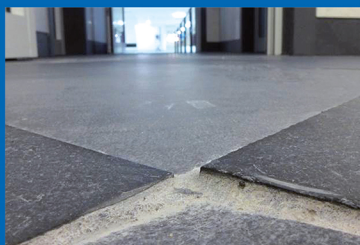
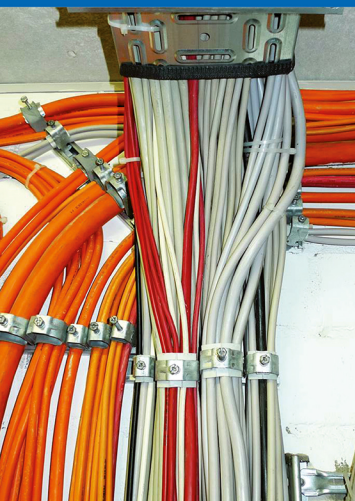


Gunter Hankammer

# Abnahme von Bauleistungen Band II

Messinstrumente und -verfahren & praktische Hinweise zur Abnahme von **Innenausbau und Haustechnik**

5. Auflage



Gunter Hankammer **Abnahme von Bauleistungen Band 2**

# Abnahme von Bauleistungen

## Band 2

Messinstrumente und -verfahren &  
praktische Hinweise zur Abnahme von  
Innenausbau und Haustechnik

5., aktualisierte und erweiterte Auflage

mit 416 Abbildungen und 66 Tabellen



mit Checklisten zum Download

### **Dipl.-Ing. Gunter Hankammer**

öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für  
Schäden an Gebäuden sowie Schimmelpilze und andere  
Innenraumschadstoffe (Handelskammer Hamburg)  
und für Sachfragen der Honorierung von Architekten-  
leistungen nach der HOAI (Hamburgische Architekten-  
kammer), beratender und bauvorlageberechtigter Ingenieur  
(Hamburgische Ingenieurkammer)



Rudolf Müller

## **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

5., aktualisierte und erweiterte Auflage 2018

© Verlagsgesellschaft Rudolf Müller GmbH & Co. KG, Köln 2018

Alle Rechte vorbehalten

Das Werk einschließlich seiner Bestandteile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne die Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronische Systeme.

Maßgebend für das Anwenden von Normen ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der Beuth Verlag GmbH, Burggrafenstraße 6, 10757 Berlin, erhältlich ist. Maßgebend für das Anwenden von Regelwerken, Richtlinien, Merkblättern, Hinweisen, Verordnungen usw. ist deren Fassung mit dem neuesten Ausgabedatum, die bei der jeweiligen herausgebenden Institution erhältlich ist. Zitate aus Normen, Merkblättern usw. wurden, unabhängig von ihrem Ausgabedatum, in neuer deutscher Rechtschreibung abgedruckt.

Das vorliegende Werk wurde mit größter Sorgfalt erstellt. Verlag und Autor können dennoch für die inhaltliche und technische Fehlerfreiheit, Aktualität und Vollständigkeit des Werkes und seiner elektronischen Bestandteile (Internetseiten) keine Haftung übernehmen.

Wir freuen uns, Ihre Meinung über dieses Fachbuch zu erfahren. Bitte teilen Sie uns Ihre Anregungen, Hinweise oder Fragen per E-Mail: [fachmedien.bau@rudolf-mueller.de](mailto:fachmedien.bau@rudolf-mueller.de) oder Telefax: 0221 5497-140 mit.

Lektorat: Petra Lindner, Kescheid

Umschlaggestaltung: Designbüro Lörzer, Köln

Satz: Hackethal Producing, Bonn

Druck und Bindearbeiten: Westermann Druck Zwickau GmbH, Zwickau

Printed in Germany

ISBN 978-3-481-03666-9 (Buch-Ausgabe)

ISBN 978-3-481-03667-6 (E-Book als PDF)

---

## Vorwort zur 5. Auflage

Aufgrund der Tatsache, dass in der kurzen Zeitspanne seit Herausgabe der 4. Auflage im Jahr 2013 neben der VOB/C zahlreiche andere Regelwerke geändert, umfassend überarbeitet oder fortgeschrieben worden sind, wurden die vorliegende Aktualisierung und Erweiterung des Werks „Abnahme von Bauleistungen“ erforderlich. Daneben wurde die Zahl der Fallbeispiele vergrößert, um die inhaltlichen Auswirkungen der aktualisierten Fachregeln für die Abnahmepraxis greifbar zu gestalten. Hierdurch hat sich der Umfang des Werks auf 2 Bände erweitert. Der erste Band umfasst die förmlichen Grundlagen der Abnahme sowie die praktischen Hinweise für die Abnahme von Rohbau-, Dach- und Fassadenarbeiten. Der vorliegende zweite Band befasst sich mit der Abnahme von Ausbauarbeiten und Haustechnik sowie den Messinstrumenten und -verfahren.

Hamburg, im Oktober 2017

Gunter Hankammer

### Danksagung

Für die fachliche Unterstützung und Hilfe bei der Entwicklung des Werks und der Umsetzung der 5. Auflage gilt mein besonderer Dank:

Frau Annette Emmel  
Frau Dipl.-Ing. (FH) Katrin Timm  
Herr RA und Notar Dr. Michael Selk  
Frau Petra Lindner, Lektorin  
Frau Christiane Hackethal (Satz)

### Widmung

Das Buch ist meiner Frau Susanne gewidmet.



## Hinweise zum Download-Angebot

Die im Anhang dieses Buches enthaltenen Checklisten für die Abnahme stehen exklusiv für Buchkäufer zum Download bereit unter

[www.bauleiter-plattform.de/download-abnahme-band2](http://www.bauleiter-plattform.de/download-abnahme-band2)

Zum Öffnen der Seite ist ein Kennwort erforderlich.  
Ihr persönliches Kennwort lautet: Abnahme753B\*

Weitere Informationen und alle Checklisten für die Abnahme finden Sie im Anhang 3.2 ab Seite 344.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Praktische Hinweise für die Abnahme der Gewerke</b> .....	11
1.1	Fliesen- und Plattenarbeiten (VOB/C ATV DIN 18352)/ Naturwerksteinarbeiten (VOB/C ATV DIN 18332)/ Betonwerksteinarbeiten (VOB/C ATV DIN 18333) .....	11
1.1.1	Begriffe Fliesen/Platten .....	11
1.1.2	Untergrund, Hohlstellen und Verwölbung .....	11
1.1.3	Ebenheit, lot- und waagerechte Oberfläche .....	14
1.1.4	Verlegemuster .....	20
1.1.5	Rutschfestigkeitsklasse .....	22
1.1.6	Verschleißfestigkeit von Bodenfliesen .....	28
1.1.7	Fliesenfugen .....	29
1.1.8	Fliesenausschnitte .....	45
1.1.9	Revisionsöffnungen unter Sanitäröbjekten .....	46
1.1.10	Hohlraumfreie Verlegung .....	48
1.1.11	Balkongefälle .....	51
1.1.12	Balkongeländerstützen .....	55
1.1.13	Gefälle und Abdichtung unter Fliesenbelägen in Nassräumen .....	56
1.1.14	Naturwerkstein .....	61
1.1.15	Betonwerkstein .....	63
1.2	Estricharbeiten (VOB/C ATV DIN 18353) .....	64
1.2.1	Ebenmäßigkeit .....	64
1.2.2	Eignung der Estrichdämmung .....	64
1.2.3	Verwölbungen .....	68
1.2.4	Bewegungsfugen/Scheinfugen/Randfugen/Risse .....	68
1.2.5	Lage und Ausrichtung von Einbauteilen .....	71
1.2.6	Schallbrücken .....	72
1.2.7	Trockenestrich .....	73
1.3	Tischlerarbeiten (VOB/C ATV DIN 18355) .....	74
1.3.1	Fenster .....	74
1.3.2	Türen und Zargen .....	108
1.4	Parkettarbeiten (VOB/C ATV DIN 18356) .....	128
1.4.1	Allgemeine bauaufsichtliche Zulassung .....	128
1.4.2	Fugenbreite bei Parkettböden .....	128
1.4.3	Hygroskopische Feuchtigkeitsaufnahme von Holz .....	132
1.4.4	Schwimmende Verlegung von Fertigparkettböden .....	133
1.4.5	Schollenbildung mit überbreiten Fugen .....	134
1.4.6	Prüfung der Untergrundbeschaffenheit .....	134
1.4.7	Fehlende Randfugen bei Parkett- und Dielenböden .....	135
1.4.8	Sortierregeln .....	136
1.4.9	Fußleisten .....	140

1.4.10	Risse und Scheinfugen im Zementestrich .....	141
1.4.11	Parkettversiegelungen .....	142
1.4.12	Höhenversätze und Schüsselungen bei Laminat und bei Fertigparkettelementen .....	142
1.4.13	Stolperstellen .....	143
1.4.14	Vollflächige Verklebung .....	144
1.4.15	Risse .....	147
1.4.16	Maßtoleranzen .....	150
1.4.17	Unterlagen zur Abnahme .....	150
1.4.18	Verunreinigungen und Beschädigungen bei der Abnahme .....	151
1.5	Bodenbelagarbeiten (VOB/C ATV DIN 18365) .....	151
1.5.1	Fußboden auf feuchtem Estrich .....	151
1.5.2	Textile Bodenbeläge .....	159
1.5.3	Bahnen mit Rapport .....	161
1.5.4	Faltenwurf, Stolperstellen, Kopfnähte .....	162
1.5.5	Trennschienen zwischen Bodenbelägen .....	164
1.5.6	Verunreinigungen und Beschädigungen bei der Abnahme .....	164
1.5.7	Passungs- und Fügungsgenauigkeit, Maßhaltigkeit .....	166
1.5.8	Fehlstellen im Untergrund .....	166
1.5.9	Unterlagen zur Abnahme .....	168
1.5.10	Elastische Bodenbeläge .....	168
1.6	Maler- und Lackierarbeiten (VOB/C ATV DIN 18363)/ Tapezierarbeiten (VOB/C ATV DIN 18366) .....	171
1.7	Metallbauarbeiten (VOB/C ATV DIN 18360)/ Stahlbauarbeiten (VOB/C ATV DIN 18335) .....	177
1.8	Raumlufttechnische Anlagen (VOB/C ATV DIN 18379) .....	196
1.8.1	Allgemeine Regelungen gemäß VOB/C ATV .....	196
1.8.2	Einzelraumlüfter .....	198
1.8.3	Küchenabluftanlagen .....	203
1.8.4	Verankerung und Stabilisierung außen liegender Anlagenteile .....	204
1.9	Heizungsanlagen (VOB/C ATV DIN 18380) .....	206
1.9.1	Hydraulischer Abgleich .....	206
1.9.2	Abnahmeprüfung und Unterlagen .....	207
1.9.3	Fließgeräusche .....	211
1.9.4	Wand- und Deckendurchführung von Leitungen .....	211
1.9.5	Dämmung von Leitungen .....	212
1.9.6	Abdeckrosetten .....	215
1.9.7	Leckagen .....	216
1.9.8	Beschädigungen bei der Abnahme .....	216
1.9.9	Fußbodenheizungen .....	217
1.9.10	Kontrolle der Betriebseinrichtungen .....	218
1.9.11	Kontrolle der Sicherheitseinrichtungen .....	220
1.9.12	Heizräume .....	221
1.9.13	Schornsteinmündungen in der Nähe von Aufenthaltsräumen .....	222



1.10	Sanitäranlagen (VOB/C ATV DIN 18381) .....	223
1.10.1	Abnahme .....	223
1.10.2	Sanitärobjekte .....	225
1.10.3	Rohrleitungen .....	228
1.10.4	Entwässerung außen liegender Kellertreppen .....	266
1.10.5	Geräusche aus dem Betrieb haustechnischer Anlagen .....	267
1.10.6	Dichtheitsprüfung von Schächten .....	270
1.11	Elektroanlagen (VOB/C ATV DIN 18382) .....	270
1.11.1	Abnahmeprüfung und Unterlagen .....	270
1.11.2	Beleuchtung von Zugangswegen .....	278
1.11.3	IP-Schutzarten .....	279
1.11.4	Stromkreisverteiler .....	282
1.11.5	Fehlerstromschutzschalter (FI-Schutzschalter) .....	283
1.11.6	Optische Beanstandungen .....	285
1.11.7	Installationszonen .....	286
1.12	Aufzugsanlagen (VOB/C ATV DIN 18385) .....	287
1.13	Beschilderung .....	289
1.14	Brandschutz .....	290
<b>2</b>	<b>Messinstrumente und Messverfahren .....</b>	<b>293</b>
2.1	Messinstrumente für die Abnahme .....	293
2.2	Schichtdickenmessung auf metallischen Untergründen .....	303
2.2.1	Magnetinduktives Verfahren (Fe) .....	304
2.2.2	Wirbelstrommessverfahren (NFe) .....	304
2.2.3	Ultraschallverfahren .....	305
2.2.4	Keilschnittverfahren – mikroskopische Farbschichtbestimmung .....	306
2.3	Flammenreflexion zur Beschichtungsprüfung von Isolierglasscheiben ..	307
2.4	Glasdickenüberprüfung .....	308
2.4.1	Laser-Prüfgerät .....	308
2.4.2	Bohle GlassBuddy® .....	309
2.4.3	Bohle TGI-Detektor .....	310
2.5	Karstens'sches Prüfröhrchen .....	310
2.6	Haftzugmessung .....	311
2.7	Dübelauszugsversuch .....	311
2.8	Betongüteprüfung mit Rückprallhammer .....	312
2.9	Mauermörtelgüteprüfung mit Rückprallhammer .....	312
2.10	Estrichprüfung mit dem Gitterritzverfahren .....	313
2.11	Gitterschnittprüfung zur Haftungsprüfung von Beschichtungen .....	313
2.12	Überprüfung der Betondeckung bei Betonbauteilen .....	314

2.13	Infrarot-Thermografie .....	314
2.14	Permeabilitätsprüfung von Weißen Wannen im Vakuumverfahren .....	315
2.15	Dichtheitsprüfung von Trinkwasserleitungen .....	316
2.16	Videokanaluntersuchung nach der ATV-DVWK-M 143 .....	317
2.17	Leckageortungen .....	318
2.17.1	Leckageortung mit eingefärbtem Wasser .....	318
2.17.2	Leckageortung in Leitungen durch Druckprüfung .....	320
2.17.3	Leckageortung mit Infrarot-Thermografie .....	320
2.17.4	Orientierende elektronische Oberflächenleitfähigkeitsmessung .....	320
2.17.5	Elektronische Feuchtemessung von Baustoffen im Mikrowellenverfahren .....	321
2.17.6	Gravimetrische Feuchtebestimmung .....	321
2.17.7	Feuchtigkeitsbestimmung von Baustoffen mit dem CM-Messgerät .....	323
2.17.8	Messung des Ausgleichsfeuchtegehalts von Baustoffen .....	324
2.18	Temperatur- und Luftfeuchtemessung .....	325
2.18.1	Klimamessungen .....	325
2.18.2	Oberflächentemperaturmessung mit dem Infrarot-Thermometer .....	327
2.18.3	Oberflächentemperaturmessung mit dem Kontakt-Thermometer .....	328
2.19	Luftvolumenstrommessung .....	329
2.20	Luftgeschwindigkeitsmessung .....	330
2.21	Beleuchtungsstärkenmessung mit Luxmeter .....	330
2.22	Prüfverfahren als Fremdüberwachung .....	330
<b>3</b>	<b>Anhang</b> .....	<b>343</b>
3.1	Beanstandungsliste .....	343
3.2	Checklisten für die Abnahme (PDF-Dateien zum Download) .....	344
3.3	Abkürzungsverzeichnis .....	412
3.4	Literaturverzeichnis .....	415
3.5	Stichwortverzeichnis .....	420
	Der Autor .....	423

# 1 Praktische Hinweise für die Abnahme der Gewerke

## 1.1 Fliesen- und Plattenarbeiten (VOB/C ATV DIN 18352)/Naturwerksteinarbeiten (VOB/C ATV DIN 18332)/Betonwerksteinarbeiten (VOB/C ATV DIN 18333)

### 1.1.1 Begriffe Fliesen/Platten

Die Unterscheidung der Begriffe Naturwerksteinfliesen und Naturwerksteinplatten erfolgt nach gültiger Fassung in der DIN EN 12057:2015-05 „Natursteinprodukte – Fliesen – Anforderungen“ anhand der Materialdicke:

„3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 12670:2001 und die folgenden Begriffe.

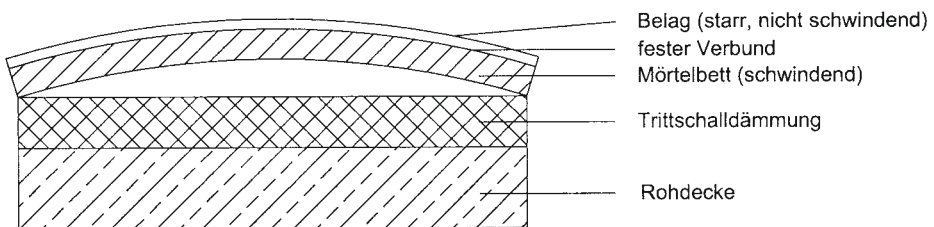
3.1 Fliese

*flaches Stück aus Naturstein in quadratischer oder rechteckiger Form, das mit einer Nenndicke  $\leq 12$  mm durch Schneiden oder Spalten hergestellt wird (...)*

Ab einer Dicke von 12 mm gelten die Produkte als Platte. Die Verarbeitung von Naturwerksteinfliesen unterliegt der VOB/C ATV DIN 18352 „Fliesen- und Plattenarbeiten“, die Verarbeitung von Naturwerksteinplatten ist in der VOB/C ATV DIN 18332 „Naturwerksteinarbeiten“ geregelt.

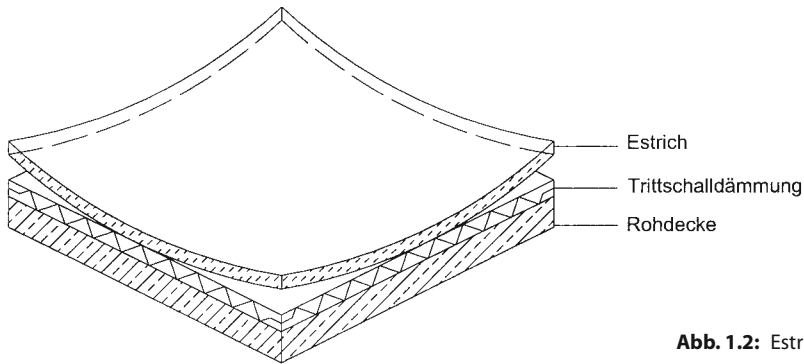
### 1.1.2 Untergrund, Hohlstellen und Verwölbung

#### Verwölbungen



**Abb. 1.1:** Verwölbung bei schwimmendem Estrich

Bei Estrichen auf Trennschicht oder Dämmung können Verwölbungen durch ungleich starkes Schwinden der oberen Zone gegenüber der unteren Zone des Estrichs entstehen, z. B. bei zu schnellem Austrocknen der oberen Zone (siehe Abb. 1.1). In diesem Fall wird auch häufig vom „Schüsseleffekt“ gesprochen, da die konkave Verformung eine derartige Form annimmt (siehe Abb. 1.2).



**Abb. 1.2:** Estrichschüsselung

In der Regel legt sich der Randbereich des Estrichs auf die übrige Fläche herab, sobald eine vollständige Austrocknung erfolgt ist.

Findet jedoch eine vorzeitige Belegung mit Fliesen statt, bevor die „Belegreife“ erreicht ist, wird die Schwindverkürzung zwangsbehindert und es kommt zur Aufwölbung der belegten Estrichplatte. Anschließend bricht die mittig hohl liegende Estrichplatte unter Belastung und es kommt somit zur Rissbildung.

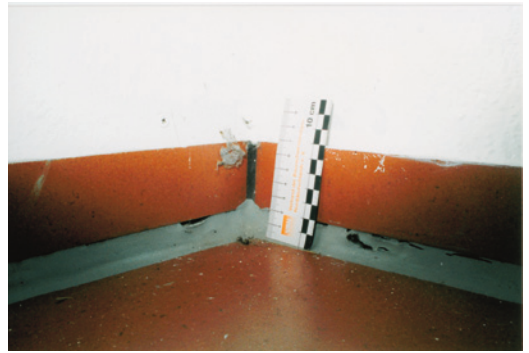
Der gleiche Effekt entsteht, wenn Verbundestriche keine ausreichende Haftung am Untergrund haben und infolgedessen eine Abtrennung erfolgt.

Werden frühzeitig die Sockelfliesen an der Wand entlang der noch verformten Estrichoberkante angebracht, entsteht später nach vollständiger Rückbildung der Verformung eine übergroße Fuge zwischen der Unterkante der Sockelfliesen und der Oberkante des Bodenfliesenbelags. Dieser Effekt ist in den Raumecken am intensivsten ausgeprägt, da hier eine Überlagerung der Verformungen stattgefunden hatte. Es kommt dabei regelmäßig zu einer Überbeanspruchung des elastischen Dichtstoffs und in der Folge zum Fugenabriss (siehe [Abb. 1.3 bis 1.8](#)).

Bei Beanstandung der Dichtstoff-Fugenabriss zwischen Bodenfliesen und Wandfliesen wird von der Auftragnehmerseite regelmäßig eingewendet, dass es sich hierbei um eine sog. „Wartungsfuge“ außerhalb der Gewährleistung handle. Das trifft jedoch nicht zu, da die Entstehung des normativen Begriffs „Wartungsfuge“ ursprünglich anderweitig belegt war (siehe [Kapitel 1.1.7](#) unter „Wartungsfugen“). Inzwischen erachtet zwar der Normenausschuss der DIN 52460 die Dichtstoffrandfugen in den Nassräumen von Wohngebäuden grundsätzlich als Wartungsfugen, ohne jedoch auf die vertraglichen Konsequenzen einzugehen, die sich hieraus ergeben können. Die Überbeanspruchung der elastischen Dichtstofffugen zwischen Bodenfliesen und Wand- oder Sockelfliesen durch Schüsselung oder Dämmstoffnachgiebigkeit ist durch richtige Planung der zutreffenden Fugenbreite und durch fachgerechte Ausführung nach dem Abklingen der Schüsselung und der Dämmstoffkompression unter Belastung vermeidbar. Dichtstoffe aus Silikon erreichen bei ordnungsgemäßer Planung und Ausführung eine Nutzungsdauer von 12 Jahren (Pfeiffer et al., 2010). Insofern besteht kein Grund zur Annahme, dass diese Fugen nicht der üblichen Gewährleistung unterliegen sollen. Etwas anderes ergibt sich nur, wenn eine andere Gewährleistungsfrist oder ein Gewährleistungsausschluss zuvor ausdrücklich vertraglich zwischen den Parteien vereinbart worden ist.



**Abb. 1.3:** Überbeanspruchung der elastischen Fuge unterhalb der Sockelfliesen, in der Mitte der Wand: 15 mm



**Abb. 1.4:** Überbeanspruchung der elastischen Fuge unterhalb der Sockelfliesen, in Raumecke: 20 mm



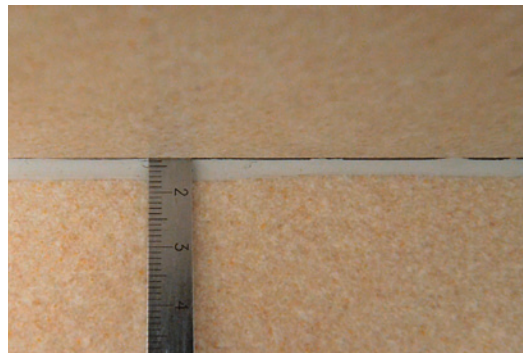
**Abb. 1.5:** Abgerissene Dichtstofffuge nach abgeklungener Estrichschüsselung



**Abb. 1.6:** Fliese nach abgeklungener Estrichschüsselung. Der Haftverbund der Eckfliese an der elastischen Fuge war größer als zum Untergrund hin.



**Abb. 1.7:** Fugenabriss in der Raumecke nach abgeklungener Estrichschüsselung



**Abb. 1.8:** Unzureichende Fugenhöhe von 1,4 mm



**Abb. 1.9:** Verletzungsgefahr durch unfachgerechten Kontaktpunkt der Kantenschutzprofile an der Installationsverkleidung



**Abb. 1.10:** Verletzungsgefahr durch scharfkantige Glasfliesen im Sitzbereich einer Badewanne

### Putzprofile

Putzprofile in Feuchtbereichen müssen über einen ausreichenden Korrosionsschutz verfügen. Insbesondere innerhalb von Gipsputzen besteht eine besondere Korrosionsgefahr, verbunden mit dem Risiko einer Volumenveränderung des Metalls und nachfolgenden Abplatzungen und Rissen.

### Kantenschutzprofile

Kantenschutzprofile müssen insbesondere bei Außenecken von Vorwandinstallationen so eingebaut werden, dass keine Verletzungsgefahr durch hervorstehende Grate entsteht (siehe Abb. 1.9 und 1.10).

### 1.1.3 Ebenheit, lot- und waagerechte Oberfläche

Neben der Ebenmäßigkeit nach DIN 18202 (siehe Abb. 1.11) ist für Fliesen- und Plattenarbeiten bei Bodenbelägen mit Bodeneinläufen zu überprüfen, ob das Gefälle entsprechend ausgebildet worden ist.

### Überzähne

Häufig wird beanstandet, dass Unebenheiten in Form von sog. Überzähnen vorhanden sind, d. h., Einzelecken oder Einzelkanten ragen erhaben aus der Umgebungsfläche heraus (siehe Abb. 1.12 bis 1.14).

### Tipp

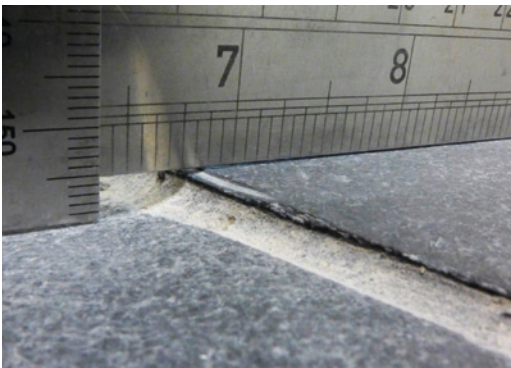
Bei großen Bodenflächen findet man die Stellen mit Überzähnen heraus, indem man ein 2-Euro-Stück flach auf den Bodenfliesenbelag legt und es dann mit hoher Geschwindigkeit seitlich über die Oberfläche rutschen lässt. An Überzähnen stellt sich die Münze dann auf und überschlägt sich.



**Abb. 1.11:** Unzulässige Abweichung von der Ebenheit bei Wandfliesen: 10 mm bei einem Messpunktabstand von 1 m



**Abb. 1.12:** Überzähne als Höhenversprung



**Abb. 1.13 und 1.14:** 5 mm hoher Überzahn in einem Flurbereich

Die VOB in der Erstausgabe von 1925 (Reichsverdingungs-Ausschuss) regelte zu Überzähnen eindeutig:

„C Technische Vorschriften für Bauleistungen

*Ilb Estrich- und Fliesenarbeiten DIN 1965: (...)*

*B Ausführung*

*11. Allgemeines (...)*

*Fugen sollen möglichst eng schließen. Plattenkanten dürfen niemals merklich aus der Fläche hervortreten.“*

In der Fassung von 1958 (VOB Teil C „Fliesen- und Plattenarbeiten“ DIN 18352:1958) wurde der Text geringfügig geändert, ohne dass von der Anforderung Abstand genommen wurde:

„3 Ausführung (...)

3.3 Ansetzen und Verlegen (...)

3.32 *Fliesen und Platten sind senk- und fluchtgerecht, waagrecht oder mit dem nötigen Gefälle ohne Überstände mit gleichmäßigen und genügend breiten Fugen anzusetzen oder zu verlegen.“*

Erst die Fassung von März 1973 (VOB Teil C „Fliesen- und Plattenarbeiten“ DIN 18352:1973-03) schränkte die Art der vorgeschriebenen Platten ein:

„3 Ausführung (...)

3.4 Ansetzen und Verlegen (...)

3.4.1.3 *Fliesen, Platten und Mosaik sind senkrecht, fluchtgerecht und waagrecht oder mit dem angegebenen Gefälle unter Berücksichtigung angegebener Bezugslinien und des Höhenrisses ohne Überstände mit gleichmäßigen und genügend breiten Fugen anzusetzen oder zu verlegen. Bei Wandbekleidungen sind Überstände nur so weit zugelassen, als sie durch die Art der vorgeschriebenen Fliesen oder Platten nicht zu vermeiden sind.“*

Diese Anforderung an Überstände war in der DIN 18352 bis einschließlich der Fassung von Oktober 1979 enthalten, wurde jedoch in den nachfolgenden Fassungen ab September 1988 nicht mehr verwendet. Inzwischen sind z. B. vom Fachverband des Deutschen Fliesengewerbes im ZDB im ZDB-Merkblatt „Höhendifferenzen in keramischen, Betonwerkstein- und Naturwerksteinbekleidungen und Belägen“ (2005) entsprechende Anforderungen formuliert worden:

„1.1 *Bekleidungen und Beläge aus keramischen Fliesen und Platten*

*(...) Die materialbedingten Maßtoleranzen sind bei der Verlegung in den Fugen möglichst an- oder auszugleichen.*

*Bei der Ausführung im Verbund setzt sich die Höhendifferenz benachbarter Fliesen und Platten aus der handwerklichen Verlegetoleranz und der vorhandenen materialbedingten Maßtoleranz der Belagsstoffe zusammen.*

*(...) Die zunehmende handwerkliche Verlegetoleranz beträgt 1,0 mm.“*

Die Maßtoleranzen von keramischen Fliesen und Platten sind in der DIN EN 14411 „Keramische Fliesen und Platten – Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung“, Tabelle G.1 (vgl. [Tabelle 1.1](#)) festgelegt:

„Anhang G (normativ) Anforderungen an trockengepresste keramische Fliesen und Platten mit geringer Wasseraufnahme, Gruppe BI<sub>a</sub> (E<sub>b</sub> ≤ 0,5 %)

*Die Anforderungen an die Abmessungen und die Oberflächenbeschaffenheit sowie an die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Gruppe von keramischen Fliesen und Platten müssen mit Tabelle G.1 [vgl. [Tabelle 1.1](#)] übereinstimmen.“*



**Tabelle 1.1:** Anforderungen an trockengepresste keramische Fliesen und Platten mit geringer Wasseraufnahme, Gruppe BI<sub>gr</sub> ( $E_b \leq 0,5\%$ ) nach DIN EN 14411:2016-12, Tabelle G.1

Eigenschaften	Anforderungen an das Nennmaß $N$				Prüfverfahren
	$N < 7\text{ cm}$	$7\text{ cm} \leq N < 15\text{ cm}$	$N \geq 15\text{ cm}$		
	in mm	in mm	in %	in mm	
<b>A) Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit</b>					
<b>A.1 Länge und Breite</b>					
Die Werkmaße sind wie folgt auszuwählen für:					
a) modulare Fliesen/Platten:	nicht zutreffend	so, dass eine Nennfugenbreite zwischen 2 mm und 5 mm zugelassen wird <sup>1)</sup>			–
b) nicht modulare Fliesen/Platten:	nicht zutreffend	so, dass die Differenz zwischen Werkmaß und Nennmaß nicht mehr als 2 % (höchstens $\pm 5\text{ mm}$ ) beträgt			–
zulässige Abweichung der durchschnittlichen Seitenlänge jeder Fliese/Platte (2 oder 4 Seiten) vom Werkmaß ( $W$ )	$\pm 0,5\text{ mm}$	$\pm 0,9\text{ mm}$	$\pm 0,6\%$	$\pm 2,0\text{ mm}$	EN ISO 10545-2
<b>A.2 Dicke</b>					
a) die Dicke ist festzulegen	angegebene Dicke				–
b) zulässige Abweichung der durchschnittlichen Dicke jeder Fliese/Platte vom Werkmaß	$\pm 0,5\text{ mm}$	$\pm 0,5\text{ mm}$	$\pm 5\%$	$\pm 0,5\text{ mm}$	EN ISO 1 0545-2
<b>A.3 Geradheit der Seiten<sup>2)</sup> (Ansichtsflächen)</b>					
maximal zulässige Abweichung von der Geradheit, bezogen auf die entsprechenden Werkmaße	ohne Prüfung	$\pm 0,75\text{ mm}$	$\pm 0,5\%$	$\pm 1,5\text{ mm}$	EN ISO 10545-2
<b>A.4 Rechtwinkligkeit<sup>2)</sup></b>					
maximal zulässige Abweichung von der Rechtwinkligkeit, bezogen auf die entsprechenden Werkmaße	ohne Prüfung	$\pm 0,75\text{ mm}$	$\pm 0,5\%$	$\pm 2,0\text{ mm}$	EN ISO 10545-2

Fortsetzung Tabelle 1.1

Eigenschaften	Anforderungen an das Nennmaß $N$				Prüfverfahren
	$N < 7 \text{ cm}$	$7 \text{ cm} \leq N < 15 \text{ cm}$	$N \geq 15 \text{ cm}$		
	in mm	in mm	in %	in mm	
<b>A.5 Ebenflächigkeit</b>					
maximal zulässige Ebenheitsabweichung:					
<b>A) Abmessungen und Oberflächenbeschaffenheit</b>					
a) Mittelpunktwölbung, bezogen auf die aus den Werkmaßen berechnete Diagonale	ohne Prüfung	$\pm 0,75 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 2,0 \text{ mm}$	EN ISO 10545-2
b) Kantenwölbung, bezogen auf die entsprechenden Werkmaße	ohne Prüfung	$\pm 0,75 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 2,0 \text{ mm}$	EN ISO 10545-2
c) Windschiefe, bezogen auf die aus den Werkmaßen berechnete Diagonale	ohne Prüfung	$\pm 0,75 \text{ mm}$	$\pm 0,5 \%$	$\pm 2,0 \text{ mm}$	EN ISO 10545-2
<b>A.6 Oberflächenbeschaffenheit<sup>3)</sup></b>	Mindestens 95 % der Fliesen und Platten müssen frei von sichtbaren Fehlern sein, die das Aussehen einer größeren Fliesen-/Plattenfläche beeinträchtigen würden.				EN ISO 10545-2
<sup>1)</sup> Für traditionelle Systeme, die auf nicht metrischen Maßen beruhen, dürfen ähnliche Fugenbreiten angewendet werden. <sup>2)</sup> nicht anwendbar auf Fliesen und Platten mit gekrümmten Kanten <sup>3)</sup> Bedingt durch den Brennvorgang sind geringfügige Abweichungen von der jeweiligen Standardfarbe unvermeidbar. Unberührt bleiben gewollte Unregelmäßigkeiten der Farbnuancen in der Ansichtsfläche von Fliesen und Platten (die unglasiert, glasiert oder teilglasiert sein können) sowie das Farbspiel innerhalb einer Fliesen-/Plattenfläche, das gewünscht und charakteristisch für den betreffenden Typ von Fliesen und Platten ist. Flecken oder farbige Punkte, die absichtlich aus dekorativen Gründen aufgebracht wurden, werden nicht als Fehler betrachtet.					

**Beispiel**

Das Werkmaß beträgt  $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ .

Die Oberfläche  $S$  errechnet sich zu  $20 \text{ cm} \times 25 \text{ cm} = 500 \text{ cm}^2$ .

Für die Kantenwölbung beträgt nach DIN EN 14411 das maximale Maß der Abweichung  $\pm 0,5 \%$  bezogen auf das zugehörige Werkmaß.

Bei einer Kantenlänge von  $25 \text{ cm}$  beträgt damit das zulässige Maß der Kantenwölbung als Obergrenze  $250 \text{ mm} \cdot (+0,5 \%) = +1,25 \text{ mm}$ .

Das zulässige Maß als Untergrenze beträgt  $250 \text{ mm} \cdot (-0,5 \%) = -1,25 \text{ mm}$ .

Die Materialtoleranz an der Grenzlinie zwischen benachbarten Fliesen beträgt	2,50 mm.
Hinzu kommt eine Verlegetoleranz von	1,00 mm.
<hr/>	
Die zulässige Gesamttoleranz als Überzahn-Maß beträgt	3,50 mm.

Voraussetzung ist jedoch, dass beide aneinanderangrenzenden Fliesen jeweils an der Obergrenze/Untergrenze ihrer spezifischen Materialtoleranz liegen und eine Vortrierung der Fliesen nicht möglich war. In allen anderen Fällen dürften Überzähne bis zu der Größenordnung von 1,0 mm bis 1,5 mm tolerierbar sein.

Unabhängig von den Toleranzen, die für die Verlegung von Fußböden aus Fliesen und Platten gelten, sind Stolperstellen in Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr zu vermeiden.

Die „Verordnung über Arbeitsstätten“ (ArbStättV, 2016) regelt:

„Anhang Anforderungen an Arbeitsstätten nach § 3 Abs. 1 (...)

1.5 Fußböden, Wände, Decken, Dächer (...)

(2) Die Fußböden der Räume dürfen keine Unebenheiten, Löcher, Stolperstellen oder gefährlichen Schrägen aufweisen. Sie müssen gegen Verrutschen gesichert, tragfähig, trittsicher und rutschhemmend sein.“

Als Stolperstellen gelten allgemein nach den „Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.5/1,2 Fußböden“ (2017) Höhenunterschiede von mehr als 4 mm:

„3 Begriffsbestimmungen (...)

3.4 Stolperstellen sind Änderungen der Oberfläche in begehbaren Bereichen des Fußbodens, durch die erhöhte Sturzgefährdungen hervorgerufen werden. Stolperstellen entstehen z. B. durch Höhenunterschiede, die an Absätzen oder durch Unebenheiten oder an Übergängen von der Waagerechten in ein Gefälle oder eine Steigung oder durch unmittelbar auftretende Änderungen der Rutschhemmung der Fußbodenoberfläche auftreten. Unter ebenen Bedingungen in Räumen gelten bereits Höhenunterschiede von mehr als 4 mm als Stolperstelle. Auch bei Spaltenbreiten von mehr als 20 mm im Fußboden sowie bei der Verwendung von Rosten mit einer Maschenteilung von mehr als 35 × 51 mm liegen Stolperstellen vor. Eine Stolperstelle kann auch temporär auftreten, z. B. aufgrund einer Durchbiegung an der Verbindungsstelle verschiedener Fußböden.“

Aus technischer Sicht gibt es keinen Grund für die Annahme, dass die Fußböden von Wohngebäuden, die nicht dem direkten Geltungsbereich der Regeln für Arbeitsräume und Arbeitsstätten zuzuordnen sind, hinsichtlich der Stolperstellen geringeren Anforderungen unterliegen als die Fußböden im gewerblichen Bereich, da das Unfall- und Verletzungsrisiko prinzipiell in beiden Fällen besteht. Eher lässt sich die Auffassung vertreten, dass die Fußböden im Wohnbereich ein größeres Vertrauen der Nutzer hinsichtlich der Ebenmäßigkeit genießen als diejenigen im Arbeitsbereich. Stolperstellen stellen daher im Wohnbereich eine eher unerwartete Beeinträchtigung des Gehkomforts dar. Insofern ist davon auszugehen, dass der maximal zulässige Grenzwert von 4 mm, der im Arbeitsbereich als Stolperstelle gilt, auch bei der Beurteilung der Mindestanforderungen an die Qualität von Fußböden im Wohnbereich herangezogen werden kann.



**Abb. 1.15:** Die Verlegerichtung des Mittelfeldes läuft weder parallel zum Fries noch im 45°-Winkel dazu – ein deutliches Indiz dafür, dass die Flurwand planwidrig nicht im 45°-Winkel zu den übrigen Wänden verlief.



**Abb. 1.16:** Die Verlegerichtung verläuft nicht parallel zur Wand – ein deutliches Indiz dafür, dass die planwidrig nicht im 45°-Winkel zu den übrigen Wänden verlief.



**Abb. 1.17:** Der Seitenversatz des Fugenrasters im Türrdurchgang stellt eine optische Beanstandung dar.

#### 1.1.4 Verlegemuster

Abweichungen von einer verbindlich vereinbarten Verlegerichtung oder von einem bestimmten Muster sind als Mangel einzustufen, weil die vereinbarte Beschaffenheit nicht vorliegt (siehe Abb. 1.15 bis 1.21).

Im Randbereich sollte das Fliesenraster jeweils mit einer halben Fliese beginnen, damit sich Abweichungen von der Rechtwinkligkeit nicht durch keilförmige Modellfliesen bemerkbar machen (siehe Abb. 1.22).



**Abb. 1.18:** Treffpunkt von Fliesen bei einer Verlegung, die von 2 unterschiedlichen Räumen begonnen wurde (optischer Mangel)



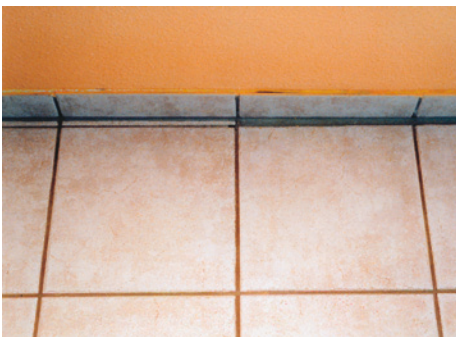
**Abb. 1.19:** Treffpunkt von Fliesenrastern bei einer Verlegung, die aus 2 unterschiedlichen Räumen begonnen wurde (optischer Mangel)



**Abb. 1.20:** Überflüssige Fuge in der Bodenverfliegung. Der Bodenbelag wurde von 2 Seiten aus verlegt. In der Mitte entstand eine Lücke, die größer war als die Fliesenbreite.



**Abb. 1.21:** Trennfuge des Belagwechsels liegt nicht unterhalb des Türblatts (optischer Mangel)



**Abb. 1.22:** Abweichung des Fliesenrasters von der Wandflucht

### 1.1.5 Rutschfestigkeitsklasse

Bei der Abnahme von Bodenfliesen in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr ist zu überprüfen, ob die ausgeschriebene Bewertungsgruppe der Rutschgefahr auch ausgeführt worden ist. Dies lässt sich durch einen Herstellernachweis belegen.

Die normative Prüfung erfolgt gemäß DIN 51130 in einer Prüfanstalt durch Begehung einer mit dem Prüfbelag belegten schiefen Ebene mit einer Fläche von 100 cm × 50 cm.

Gemäß den „Technischen Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.5/1,2 Fußböden“ (2017) gilt:

*„6 Schutzmaßnahmen gegen Ausrutschen*

(1) (...)

*Rutschgefahren sind durch entsprechende Schutzmaßnahmen zu vermeiden. Als Schutzmaßnahmen kommen insbesondere geeignete Fußbodenbeläge infrage, z. B. Beläge mit einer hohen Rutschhemmung oder zusätzlich einem Verdrängungsraum. Als geeignet können Fußbodenbeläge betrachtet werden, die hinsichtlich ihrer R-Gruppe oder ihres Verdrängungsraumes den in Anhang 2 genannten Anforderungen entsprechen. (...)*

*Anhang 1 Verfahren zur Prüfung der rutschhemmenden Eigenschaft und des Verdrängungsraums<sup>2</sup> (Begehungsverfahren – Schiefe Ebene)*

#### *1 Rutschhemmende Eigenschaft*

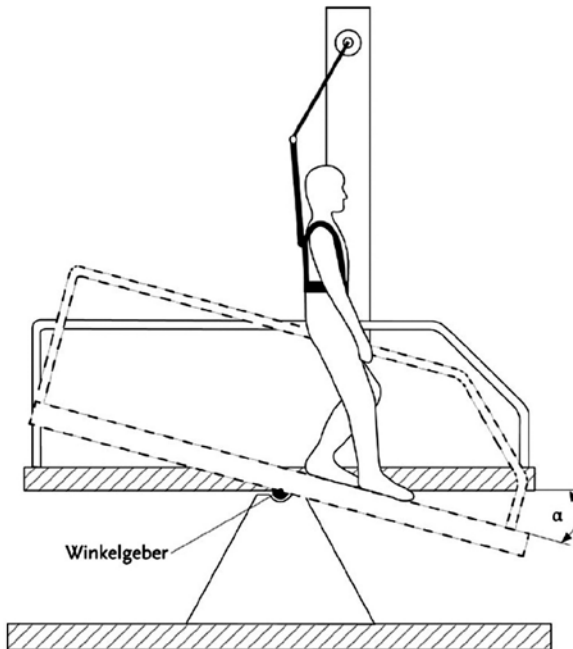
*Eine Prüfperson mit Prüfschuhen begeht in aufrechter Haltung mit Schritten einer halben Schuhlänge vor- und rückwärts den zu prüfenden Bodenbelag, dessen Neigung vom waagerechten Zustand beginnend bis zum Akzeptanzwinkel ( $\alpha$ ) gesteigert wird (siehe Abb. 1) [siehe Abb. 1.23]. Dieser sogenannte Akzeptanzwinkel ist der Winkel, bei dem die Prüfperson nicht mehr sicher gehen kann und zu rutschen beginnt. Der Akzeptanzwinkel wird auf mit Gleitmittel bestrichenem Bodenbelag ermittelt. Der erreichte mittlere Akzeptanzwinkel (mittlerer Gesamtakzeptanzwinkel) dient anschließend zur Beurteilung des Grades der Rutschhemmung (siehe Tabelle 1) [vgl. Tabelle 1.2]. Subjektive Einflüsse auf den Akzeptanzwinkel werden durch ein Kalibrierverfahren eingegrenzt. (...)*

#### *Anhang 2 Anforderungen an die Rutschhemmung von Fußböden*

*Dieser Anhang beschränkt sich auf solche Arbeitsräume, Arbeitsbereiche und betriebliche Verkehrswege, deren Fußböden mit gleitfördernden Medien in Kontakt kommen, wo also die Gefahr des Ausrutschens zu vermuten ist.*

*Der mit dem Begehungsverfahren (Schiefe Ebene) ermittelte mittlere Gesamtakzeptanzwinkel ist für die Einordnung eines Bodenbelages in eine von fünf Bewertungsgruppen maßgebend. Die Bewertungsgruppe dient als Maßstab für den Grad der Rutschhemmung, wobei Bodenbeläge mit der Bewertungsgruppe R 9 den geringsten und mit Bewertungsgruppe R 13 den höchsten Anforderungen an die Rutschhemmung genügen. (...)*

*Die Prüfung der Rutschhemmung erfolgt mit einem Prüfschuh, dessen Sohle profiliert ist. Bei rauen oder profilierten Fußbodenoberflächen und bei Fußböden mit Verdrängungsraum trägt der Formschluss mit dem Sohlenprofil zur Rutschhemmung bei. Bei der Auswahl der Bewertungsgruppe ist daher zu berücksichtigen, welches Schuhwerk getragen wird.*



**Abb. 1.23:** Prüfeinrichtung (schiefe Ebene) mit Sicherheitseinrichtung (Quelle: Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.5/1,2 Fußböden, 2017, Abb. 1)

**Tabelle 1.2:** Zuordnung der korrigierten mittleren Gesamtakzeptanzwinkel zu den Klassen der Rutschhemmung nach „Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.5/1,2 Fußböden“ (2017), Tabelle 1

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

Die Messergebnisse der Prüfmethode zur Bestimmung der Rutschhemmung von Bodenbelägen im Betriebszustand (Gleitreibungskoeffizient ( $\mu$ )) können nicht direkt mit den Messergebnissen der Prüfung (Akzeptanzwinkel ( $\alpha$ )) auf der Schiefen Ebene verglichen werden. Der Gleitreibungskoeffizient ( $\mu$ ) kann deshalb nicht zur Einordnung in eine R-Gruppe herangezogen werden.

<sup>2</sup> gilt nicht für nassbelastete Barfußbereiche“

Tabelle 1.3 enthält eine Übersicht über Arbeitsräume und -bereiche mit Rutschgefahr gemäß den Technischen Regeln für Arbeitsstätten.

**Tabelle 1.3:** Arbeitsräume und -bereiche mit Rutschgefahr nach „Technische Regeln für Arbeitsstätten ASR A1.5/1,2 Fußböden“ (2017)

Nummer	Arbeitsräume, -bereiche und betriebliche Verkehrswege	Bewertungsgruppe der Rutschgefahr (R-Gruppe)	Verdrängungsraum mit Kennzahl für das Mindestvolumen
<b>0</b>	<b>allgemeine Arbeitsräume und -bereiche<sup>1)</sup></b>		
0.1	Eingangsbereiche, innen <sup>2)</sup>	R 9	
0.2	Eingangsbereiche, außen	R 11 oder R10	V 4
0.3	Treppen, innen <sup>3)</sup>	R 9	
0.4	Außentreppen	R 11 oder R 10	V 4
0.5	Schrägrampen, innen <sup>3)</sup> (z. B. Rollstuhlrampen, Ausgleichsschrägen, Transportwege)	eine R-Gruppe höher als für den Zugangsbelag erforderlich	V-Wert des Zugangsbelags, falls zutreffend
0.6	Sanitärräume		
0.6.1	Toiletten	R 9	
0.6.2	Umkleide- und Waschräume	R 10	
0.7	Pausenräume (z. B. Aufenthaltsraum, Betriebskantinen)	R 9	
<b>9</b>	<b>Küchen, Speiseräume</b>		
9.1	gastronomische Küchen (Gaststättenküchen, Hotelküchen)	R 12	
9.2	Küchen für Gemeinschaftsverpflegung in Heimen, Schulen, Kindertageseinrichtungen, Sanatorien	R 11	
9.3	Küchen für Gemeinschaftsverpflegung in Krankenhäusern, Kliniken	R 12	
9.4	Großküchen für Gemeinschaftsverpflegung in Mensen, Kantinen, Fernküchen	R 12	V 4
9.5	Aufbereitungsküchen (Fast-Food-Küchen, Convenience- und Imbissbetriebe)	R 12	



Fortsetzung Tabelle 1.3

Nummer	Arbeitsräume, -bereiche und betriebliche Verkehrswege	Bewertungsgruppe der Rutschgefahr (R-Gruppe)	Verdrängungsraum mit Kennzahl für das Mindestvolumen
9.6	Auftau- und Anwärmküchen	R 10	
9.7	Kaffee- und Teeküchen, Küchen in Hotels garnis, Stationsküchen	R 10	
9.8	Spülräume		
9.8.1	Spülräume zu 9.1, 9.4, 9.5	R 12	V 4
9.8.2	Spülräume zu 9.2	R 11	
9.8.3	Spülräume zu 9.3	R 12	
9.9	Speiseräume, Gasträume, Kantinen, einschließlich Serviergängen	R 9	
<b>28</b>	<b>Schulen und Kindertageseinrichtungen</b>		
28.1	Eingangsbereiche, Flure, Pausenhallen	R 9	
28.2	Klassenräume, Gruppenräume	R 9	
28.3	Treppen	R 9	
28.4	Toiletten, Waschräume	R 10	
28.5	Lehrküchen in Schulen, (siehe auch Nr. 9)	R 10	
28.6	Küchen in Kindertageseinrichtungen (siehe auch Nr. 9)	R 10	
28.7	Maschinenräume für Holzbearbeitung	R 10	
28.8	Fachräume für Werken	R 10	
28.9	Pausenhöfe	R 11 oder R 10	V 4

1) für Fußböden in barfuß begangenen Nassbereichen siehe DGUV-Information 207-006 „Bodenbeläge für nassbelastete Barfußbereiche“ (2015)

2) Eingangsbereiche gemäß Nummer 0.1 sind die Bereiche, die durch Eingänge direkt aus dem Freien betreten werden und in die Feuchtigkeit von außen hereingetragen werden kann (siehe auch Punkt 6, Absatz 3, Verwendung von Schmutz- und Feuchtigkeitsaufnehmer). Für anschließende Bereiche oder andere großflächige Räume ist Punkt 4 Abs. 10 zu beachten.

3) Treppen, Rampen gemäß Nummer 0.3 und 0.5 sind diejenigen, auf die Feuchtigkeit von außen hineingetragen werden kann. Für anschließende Bereiche ist Punkt 4 Abs. 10 zu beachten.

Zur Beurteilung der Rutschhemmung vor Ort ist ein Gleitreibmessgerät auszuwählen, das den Anforderungen der DIN 51131 entspricht. Das Verfahren stellt keinen R-Wert fest, sondern misst den Gleitreibungskoeffizienten. Der Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung Spitzenverband führt in der BGI/GUV-I 8687 „Bewertung der Rutschgefahr unter Betriebsbedingungen“ (2011) aus:

„4. Konzept zur Analyse und Bewertung der Rutschhemmung (...)

4.3 Bewertung der Messergebnisse

Das Messergebnis der Betriebsmessung ist entsprechend dem Bewertungskonzept (Tabelle 3) [vgl. [Tabelle 1.4](#)] wie folgt einzustufen:

- wenn das Messergebnis  $\mu < 0,30$  ist und der Bodenbelag nicht entsprechend BGR/GUV-R 181 klassifiziert wurde, ist der Bereich als ‚nicht ausreichend rutschhemmend‘ einzustufen. Es besteht akuter Handlungsbedarf, die Rutschhemmung des Bodensystems zu verbessern;
- wenn das Messergebnis  $\mu < 0,30$  ist, der Bodenbelag jedoch die Anforderungen der BGR/GUV-R 181 (Bewertungsgruppe R) erfüllt und die Kontrollmessung weniger als 10 % von der Nullmessung abweicht, gelten die Anforderungen des Bodenbelags an die Rutschhemmung als erfüllt. Die Durchführung von risikoorientierten Maßnahmen zur Verbesserung der Rutschhemmung ist erforderlich. Geeignet sind Maßnahmen nach Tabelle 4 – die Maßnahmen nach T4.1 und T4.2 sind nicht erforderlich;
- wenn das Messergebnis zwischen  $\mu = 0,30$  und  $\mu = 0,44$  liegt, ist der Bereich als ‚rutschhemmend‘ einzustufen, jedoch ist je nach betrieblicher Anforderung die Durchführung von risikoorientierten Maßnahmen zur Verbesserung der Rutschhemmung sinnvoll. Geeignet sind Maßnahmen nach Tabelle 4 – die Maßnahmen nach T4.1 und T4.2 sind nicht erforderlich;
- ist das Messergebnis  $\mu \geq 0,45$ , ist die Rutschhemmung des Bodensystems als ‚uneingeschränkt betriebstauglich‘ einzustufen.

ANMERKUNG: Durch Messungen von Gleitreibungskoeffizienten kann grundsätzlich keine Einstufung der Bodenbeläge in Rutschhemmungsklassen der BGR/GUV-R 181 erfolgen. Die Eignung eines Bodenbelags kann nur über die Prüfung mit der schiefen Ebene nach DIN 51130 bewertet werden.

5. Messung der rutschhemmenden Eigenschaften nach DIN 51131

Im Folgenden wird das Messverfahren beschrieben und es werden wichtige Hinweise für die Durchführung der Messung gegeben. Weiterführende Detailinformationen sind der DIN 51131 oder der Bedienungsanleitung des jeweiligen Messgeräteherstellers zu entnehmen.

5.1 Messgerät

Die DIN 51131 legt das Prüfprinzip und die bei der Messung einzuhaltenden Prüfparameter fest. Ein Messgerät, das diesen Anforderungen genügt, ist z. B. das Gleitmessgerät GMG 100 bzw. GMG 200 (Bild 3) [siehe [Abb. 1.23](#)].

Die Unterseite des Gleitmessgerätes kann mit unterschiedlichen Gleitern bestückt werden (Bild 4). Der SBR-Gleiter wird für alle Arten von Betriebszuständen und Gleitmitteln verwendet. Für trockene Fußböden kann auch der Ledergleiter gemäß DIN 51131 genutzt werden. Da Leder ein Naturprodukt ist, können größere Messungenauigkeiten auftreten, sodass die Messungen nur eine geringe Aussagekraft haben. Für spezielle Messungen, die den Betriebszustand widerspiegeln, oder z. B. im Rahmen von Unfalluntersuchungen, können auch Gleiter aus anderen Materialien, z. B. aus den Laufsohlen von Sicherheitsschuhen, verwendet werden.“

**Tabelle 1.4:** Bewertungskonzept der Rutschgefahr<sup>1)</sup> nach BGI/GUV-I 8687 (2011), Tabelle 3

Gleitreibungskoeffizient $\mu$			Bewertung/Maßnahmen <sup>4)</sup>
Betriebsmessung BM	Nullmessung vorhanden? NM <sup>2)</sup>	Kontrollmessung KM	
$\mu \geq 0,45$	keine	–	Bodensystem uneingeschränkt betriebstauglich
$\mu \geq 0,30$ $\mu < 0,45$	keine	–	Bodensystem betriebstauglich, eventuell besondere Maßnahmen erforderlich
$\mu < 0,30$	keine	–	Bodensystem kritisch, besondere Maßnahmen erforderlich
$\mu < 0,30$	ja	$\mu_{KM} \geq 0,9$ $\mu_{NM}^{2,3)}$	Bodensystem betriebstauglich, eventuell besondere Maßnahmen erforderlich
$\mu < 0,30$	ja	$\mu_{KM} < 0,9$ $\mu_{NM}^{3)}$	Bodensystem kritisch, besondere Maßnahmen erforderlich

<sup>1)</sup> Bewertung der Betriebsmessung in Anlehnung an die Wuppertaler Grenzwerte für sicheres Gehen nach Skiba [6].

<sup>2)</sup> Die Praxis zeigt, dass Bodenbeläge, die durch Prüfung nach DIN 51130 den Bewertungsgruppen R, zugeordnet wurden, in seltenen Fällen bei der Nullmessung Gleitreibungskoeffizienten von  $\mu_{NM} < 0,3$  aufweisen. Dieser Umstand ist auf die Unterschiede der Messmethoden zurückzuführen und deshalb akzeptabel.

<sup>3)</sup> Ist ein Bodenbelag gemäß den Anforderungen nach BGR/GUV-R 181 eingebaut und entspricht das Messergebnis der Kontrollmessung mindestens zu 90 % (Messunsicherheit bereits enthalten) dem des Bodenbelags im Neuzustand, d.h. mindestens 90 % des Ergebnisses der Nullmessung, dann gilt die Rutschhemmung des Bodenbelages als eingehalten.

<sup>4)</sup> Maßnahmen, die ergriffen werden können, sind in Tabelle 4 aufgeführt (siehe auch Abs. 6).

**Abb. 1.24:** Gleitmessgerät GMG 200 (Quelle: BGI/GUV-I 8687, 2011, Bild 3)

### 1.1.6 Verschleißfestigkeit von Bodenfliesen

Bei der Abnahme von Bodenfliesenarbeiten muss geprüft werden, ob die Verschleißfestigkeit der Oberflächen den zu erwartenden Anforderungen entspricht. Eine Klassifizierung ist in DIN EN 14411:2016-12 „Keramische Fliesen und Platten – Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung“ enthalten:

„Anhang N (informativ)

*Klassifizierung glasierter keramischer Fliesen und Platten für die Herstellung von Bodenbelägen entsprechend ihrem Widerstand gegen Oberflächenverschleiß*

*Falls erforderlich darf die folgende grobe Klassifizierung glasierter keramischer Fliesen und Platten für die Herstellung von Bodenbelägen in Bezug auf ihren Widerstand gegen Oberflächenverschleiß angewendet werden.*

*Diese Klassifizierung sollte nicht so verstanden werden, dass mit ihr genaue Produktspezifikationen hinsichtlich bestimmter Anforderungen bereitgestellt werden, sondern eher als Anleitung dienen (siehe EN ISO 10545-7).*

*Klasse 0 Glasierte Fliesen und Platten dieser Klasse werden nicht zur Herstellung von Bodenbelägen empfohlen.*

*Klasse 1 Bodenbeläge in Bereichen, die hauptsächlich mit Schuhen mit weicher Sohle oder barfuß ohne kratzende Verschmutzung begangen werden (z. B. Wohnbäder und Schlafzimmer ohne direkten Zugang von außen).*

*Klasse 2 Bodenbeläge in Bereichen, die mit weich besohnten oder normalen Schuhen mit höchstens gelegentlichen geringen Mengen kratzender Verschmutzung begangen werden (z. B. Räume in Wohnbereichen von Häusern, mit Ausnahme von Küchen, Eingängen und weiteren Räumen, die möglicherweise häufig begangen werden). Dies gilt nicht für ungewöhnliche Fußbekleidung, (d. h. Nagelschuhe).*

*Klasse 3 Bodenbeläge in Bereichen, die mit normalen Schuhen häufiger mit geringen Mengen kratzender Verschmutzung begangen werden (z. B. Wohnküchen, Flure, Korridore, Balkone, Loggien und Terrassen). Dies gilt nicht für ungewöhnliche Fußbekleidung (d. h. Nagelschuhe).*

*Klasse 4 Bodenbeläge, die bei regelmäßiger Nutzung mit gewissen Mengen kratzender Verschmutzung begangen werden, sodass die Beanspruchungen stärker sind als bei Klasse 3 (z. B. Eingänge, gewerbliche Küchen, Hotels, Ausstellungs- und Verkaufsräume).*

*Klasse 5 Bodenbeläge, die durch starken Fußgängerverkehr über lange Zeiträume mit gewissen Mengen kratzender Verschmutzung beansprucht werden, sodass die Beanspruchungen die höchsten sind, für die glasierte Fliesen und Platten geeignet sein können (z. B. öffentliche Bereiche wie Einkaufszentren, Abfertigungshallen auf Flughäfen, Hotelfoyers, öffentliche Fußwege und industrielle Anwendungen).*

*Diese Klassifizierung gilt für die angegebenen Anwendungen unter üblichen Bedingungen. Die zu erwartende Fußbekleidung und Art der Nutzung sowie die zu erwartenden Reinigungsverfahren sollten berücksichtigt werden, und die Böden sollten durch Reinigungsvorrichtungen für Schuhwerk an den Eingängen von Gebäuden ausreichend gegen kratzende Verschmutzung geschützt werden. In Extremfällen mit sehr intensiver Nutzung und großen Mengen kratzender Verschmutzung können unglasierte Bodenfliesen und -platten aus Gruppe I in Betracht gezogen werden.“*

### 1.1.7 Fliesenfugen

#### Fugenbreiten

Die Sollwerte der Fugenbreiten bei Fliesen- und Plattenarbeiten sind in der VOB/C ATV DIN 18352:2016-09 „Fliesen und Plattenarbeiten“ festgelegt. Die zulässigen Toleranzen innerhalb von Fugenbreiten bei Fliesenbelägen richten sich nach den zulässigen Toleranzen der Belagsstoffe:

#### „2 Stoffe, Bauteile

*Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 2, gilt:*

*Fliesen, Platten und Mosaik müssen der ersten Güteklasse entsprechen.*

*Für die gebräuchlichsten genormten Stoffe und Bauteile sind die DIN-Normen nachstehend aufgeführt. (...)*

#### 3 Ausführung

*Ergänzend zur ATV DIN 18299, Abschnitt 3, gilt: (...)*

#### 3.4 Fugen

*3.4.1 Die Fugen sind gleichmäßig breit anzulegen. Toleranzen der Belagstoffe sind in den Fugen auszugleichen.*

*3.4.2 Bekleidungen und Beläge sind mit folgenden Fugenbreiten anzulegen:*

- trockengepresste keramische Fliesen und Platten*
- bis zu einer Seitenlänge von 10 cm: 1 mm bis 3 mm,*
- mit einer Seitenlänge über 10 cm: 2 mm bis 8 mm,*
- stranggepresste keramische Fliesen und Platten*
- mit Kantenlängen bis 30 cm: 4 mm bis 10 mm,*
- stranggepresste keramische Fliesen und Platten*
- mit Kantenlängen über 30 cm: mindestens 10 mm,*
- Bodenklinkerplatten gemäß DIN 18158: 8 mm bis 15 mm,*
- Glasmosaik: 1 mm bis 3 mm.“*



**Abb. 1.25:** Fugenversatz



**Abb. 1.26:** Ungleichmäßiges Fugenbild

Als optischer Mangel werden in einer Vielzahl von Fällen stark unterschiedliche Fugenbreiten innerhalb einer Fläche beanstandet (siehe Abb. 1.25 und 1.26).

Das zulässige Toleranzmaß der Fliesen ist den jeweils entsprechenden Stoffnormen zu entnehmen. Nach DIN EN 14411:2016-12 „Keramische Fliesen und Platten – Definitionen, Klassifizierung, Eigenschaften, Bewertung und Überprüfung der Leistungsbeständigkeit und Kennzeichnung“ gilt:

„(...)

*Anhang L (normativ) Anforderungen an trockengepresste keramische Fliesen und Platten der Gruppe BIII ( $E_b > 10\%$ )*

*Die Anforderungen an die Abmessungen und die Oberflächenbeschaffenheit sowie an die physikalischen und chemischen Eigenschaften dieser Gruppe von keramischen Fliesen und Platten müssen mit Tabelle L.1 [vgl. [Tabelle 1.5](#)] übereinstimmen.“*