



KRL-Messmethode – Ermittlung und Beurteilung der Belegreife hinsichtlich der Trockenheit des Untergrundes

Einleitung

Estrichuntergründe aus frisch verlegten Zementmörteln müssen vor dem Belegen mit Holz und Holzwerkstoffen, Teppichen oder sonstigen elastischen Belägen durch Verdunstung und/oder chemische Wassereinbindung genügend trocknen, andernfalls können Schäden am Oberbelag und Ablösungen in Teilflächen bis hin zu Feuchteschäden auf der gesamten Fläche entstehen. Besonders kritisch sind dampfdichte oder feuchteempfindliche Beläge wie z.B. elastische Beläge und Parkett.

Ein neuer Estrich gilt im Unterschied zu einem Bestandsestrich als belegreif¹, wenn er

- mindestens so alt ist, dass er die Festigkeit der vereinbarten Festigkeitsklasse² erreicht,
- ggf. abbinde- und trocknungsbedingte Verformungen weitgehend abgebaut hat und
- hinreichend getrocknet ist.

Von diesen drei Kriterien kann der Parkett-/Bodenleger bei üblichen Estrichen nur hinreichende Trockenheit feststellen. Die Einhaltung der Anforderungen zu hinreichender Festigkeit und abbinde- und trocknungsbedingte Verformungen obliegen dem Auftraggeber.

„Hinreichend getrocknet“ verweist hier auf eine Feuchte, die i. d. R. oberhalb der Ausgleichsfeuchte liegt. Die Ausgleichsfeuchte ist die Feuchte, bei der der Estrich im Gleichgewicht mit der umgebenden Nutzungs-Raumluft ist. In der Praxis wird ein Untergrund im Allgemeinen schon vor Erreichen der Ausgleichsfeuchte mit einem Belag belegt, da durch Nachhydratation des Zements und durch hinreichend langsames Entweichen von Feuchte aus dem Estrich kein Feuchteschaden mehr auftritt.

¹ „Reifen“ kann sich im Deutschen auf zwei Umstände beziehen: zum einen, wie bei neuen mineralischen Unterründen, das diese sich hinreichend „entwickelt“ haben und zum anderen, wie bei Fertigteilestrichen oder Altuntergründen, dass dieses hinreichend vorbereitet sind.

² Siehe DIN EN 13813

Erstellt vom Bundesverband Parkett und Fußbodentechnik, 10117 Berlin

info@bv-parkett.de www.bv-parkett.de

Unter Mitwirkung von Sachverständigen und

- Bundesverband der vereidigten Sachverständigen für Raum und Ausstattung (BSR)
- Bundesverband Farbe Gestaltung Bautenschutz
- Technische Kommission Bauklebstoffe (TKB) im Industrieverband Klebstoffe
- Zentralverband Raum und Ausstattung

Nach DIN 18356 Parkett- und Holzpflasterarbeiten³ und DIN 18365 Bodenbelagsarbeiten⁴ gilt:

„Als Bedenken nach §4 Abs. 3 VOB/B können insbesondere in Betracht kommen: [...] – nicht genügend trockener Untergrund [hinsichtlich der Belegreife]⁵ [...]“.

Zur Feststellung der feuchtebezogenen Belegreife wird die Restfeuchte des Estrichs an Stichproben auf der Baustelle ermittelt. Dazu stehen verschiedene Messmethoden, die auf unterschiedlichen Messprinzipien basieren, zur Verfügung. Als baustellengerechtes Verfahren zur Ermittlung der Belegreife gilt in Deutschland die CM-Messmethode als „allgemein anerkannte Regel des Faches bzw. der Technik“. Die Vorgehensweise bei der Feuchtemessung nach der CM-Messmethode wird in verschiedenen Veröffentlichungen wie Merkblättern und Fachbüchern sowie im Kommentar zur DIN 18356 Parkett- und Holzpflasterarbeiten⁶, als auch in dem zur DIN 18365 Bodenbelagsarbeiten⁷, beschrieben.

In der Praxis der letzten 25 Jahre⁸ haben sich folgende Restfeuchtwerte bei der Messung mittels der CM-Messmethode für Estriche zur Beurteilung als „hinreichend Trocken“ bewährt⁹:

Bodenbelagsart	Zementestrich		Calciumsulfatestrich	
	unbeheizt	beheizt	unbeheizt	beheizt
Textile und elastische Bodenbeläge	≤ 2,0 %	≤ 1,8 %	≤ 0,5 %	≤ 0,3 %
Laminat und MMFA-Beläge	≤ 2,0 %	≤ 1,8 %	≤ 0,5 %	≤ 0,3 %
Parkett bei Querschnittmessung* 2023	≤ 1,8 %	≤ 1,6 %	≤ 0,5 %	≤ 0,3 %
Parkett Messung im unteren Bereich	≤ 2,0 %	≤ 1,8 %	≤ 0,5 %	≤ 0,3 %

Diese Werte spiegeln die „Allgemein anerkannten Regeln des Faches“ in der Parkett- und Bodenbelagsbranche wider.

Davor lagen die Grenzwerte teilweise deutlich höher und ihre Änderungen spiegelten den Wandel im Bau wider. Der noch im Fachbuch Parkett von 1977¹⁰ für Parkett angegebene Grenzwert von 3,0 CM-% wurde im Nachdruck 1985 unverändert bestätigt, dann aber im gleichen Jahr durch die Publikation von W. Schnell auf

³ DIN 18356:2019-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Parkett- und Holzpflasterarbeiten, Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2019-09.

⁴ DIN 18365:2016-09, VOB Vergabe- und Vertragsordnung für Bauleistungen - Teil C: Allgemeine Technische Vertragsbedingungen für Bauleistungen (ATV) - Bodenbelagsarbeiten. Berlin: Beuth Verlag GmbH. 2016-09.

⁵ In der DIN 18356 findet man: „- nicht genügend trockener Untergrund hinsichtlich der Belegreife“, dagegen läßt die DIN 18365 den zweiten Satzteil aus und fügt den Hinweis auf die DIN 18560 an: „- nicht genügend trockener Untergrund nach DIN 18560 (alle Teile) ‚Estriche im Bauwesen‘“

⁶ Joachim Barth, Peter F. Fendt, Norbert Strehle, Kommentar zur DIN 18356 Parkett und Holzpflasterarbeiten, SN-Verlag Michael Steinert, Hamburg 2019

⁷ Verbände übergreifender Kommentar zur ATV DIN 18365, SN-Verlag Michael Steinert, Hamburg 2017

⁸ Die Werte der Tabelle finden sich bereits in: O. Baumann, P. Fendt, J. Barth, Kommentar DIN 18356, DIN 18367 und DIN 18299, Rudolf Müller Verlag, Köln 1997, dort: S. 171, Tab. 8.2

⁹ Seit der Überarbeitung der „DIN 18560-1:2015-11, Estriche im Bauwesen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Ausführung“, sind die Grenzwerte bei Calciumsulfatestrichen umstritten. Eine Übersicht zur Diskussion findet man z.B. im "TKB-Merkblatt 16, Anerkannte Regeln der Technik bei der CM-Messung, Stand: März 2016, Herausgeber: Industrieverband Klebstoffe e.V., Download über: www.klebstoffe.com". Von dort wurde auch die Tabelle kopiert.

¹⁰ Fachbuch Parkett Teil 1, Zentralverband Parkett und Fußbodentechnik, BIV Parkettlegerhandwerk und Bodenlegergewerbe, Armin Rudolf Druckwerkstätte, Stelle, Nachdruck 1985 des Originals von 1977

2,5 CM-%¹¹ abgesenkt. Im weiteren Verlauf wurde auch dieser Grenzwert weiter auf 2,0 CM-% geändert, und für die zu der Zeit immer wichtiger werdenden Fußbodenheizungen ein weiter abgesenkter Wert von 1,8 CM-% eingeführt. Besonders wichtig waren hier auch die Erfahrungen des Handwerkes, die – nachfolgend den Estrichrezepturänderungen – mehrfach Probleme erkannten und benannten, damit Grenzwertänderungen herbeiführten und damit das Schutzniveau beibehalten haben.

Feuchte – anders betrachtet

In welchem Umfang ein Material gegenüber einem anderen Material auffeuchtend wirkt, wird durch drei physikalische Größen bestimmt:

- a) dem möglichen Feuchtetransport – ob die Feuchte überhaupt transportiert werden kann (Diffusionswiderstand, praktisch: An- oder Abwesenheit von Dampfbremsen),
- b) dem jeweiligen Gefälle der rel. Luftfeuchte zwischen neuem Estrich und seiner Umgebung,
- c) der vorhandenen Wassermenge.

Die in den letzten 50 Jahren in Deutschland üblichen Methoden zur Feuchtebestimmung an neu eingebrachten mineralischen Estrichen greifen dabei auf Methoden zurück, die eine relative Information zur Wassermenge im Estrich liefern. „Relativ“ bedeutet hier, dass jeweils nur eine methodenabhängige Teilmenge des Wassers bestimmt wird. Übliche Methoden sind:

- die CM-Messmethode auf der Baustelle, als übliches Messverfahren für Handwerker und
- die Darr-Methode im Labor, als üblichem Messverfahren im Streitfall für Sachverständige.

Zur Bewertung dieses wassermengenabhängigen Messwertes als „zu feucht“ bzw. „trocken genug“, muss grundsätzlich berücksichtigt werden, welches Bindemittel in welcher Menge enthalten ist und wie die Desorptionsisotherme des Estrichmörtels verläuft. Tatsächlich ist man in Deutschland für die Beurteilung weitgehend empirisch vorgegangen und hat die Erfahrungen des Handwerks genutzt und – wie oben bereits erwähnt – die Grenzwerte für die CM-Messung mehrfach gesenkt.

Alternative Feuchtemessung außerhalb Deutschlands

In anderen Ländern wird bereits seit Jahrzehnten die Beurteilung der „Trockenheit“ auf Basis von Luftfeuchtemessungen im Material durchgeführt. Im Unterschied zu den Messverfahren, die eine Feuchtemenge ermitteln, wird hier nicht über den Umweg der Materialkenntnis und von Sorptionsisothermen bzw. den Handwerkererfahrungen auf den „Druck“ geschlossen, sondern der „Druck“ – in Form der relativen Luftfeuchte – direkt gemessen und beurteilt. Bei neuen mineralischen Estrichen, insbesondere auf Basis von Zement als Bindemittel, entfällt daher die Notwendigkeit der Kenntnis der Zusammensetzung. Das Ergebnis ist für den Handwerker leicht zu interpretieren und weitgehend unabhängig von der tatsächlichen Zusammensetzung des Estrichs, die häufig dem Bodenleger auch gar nicht bekannt sein kann und konnte.

Die KRL-Messmethode¹² überträgt dieses Prinzip auf die deutschen Bauverhältnisse.

Materialunabhängigkeit und das „Beurteilungsproblem“

Rein physikalisch gesehen ist der KRL-Wert „materialunabhängig“ im gleichen Sinne, wie auch eine Temperaturmessung „materialunabhängig“ ist. Das bedeutet aber nicht, dass bei der Beurteilung der KRL oder der Temperatur die Materialart komplett vernachlässigt werden kann.

¹¹ W. Schnell, Zur Ermittlung von Belegreife und Ausgleichsfeuchte von mineralisch gebundenen Estrichen, BWD 1/1985

¹² TKB-Merkblatt 18, KRL-Methode - Messung und Beurteilung der Feuchte von mineralischen Estrichen, Stand: März 2024, Herausgeber: Industrieverband Klebstoffe e.V., Download über: www.klebstoffe.com

Auch bei der KRL-Methode muss das Ergebnis der Messung beurteilt und bewertet werden. Das Ergebnis der KRL-Messung ist somit wesentlicher Teil der Feuchte-Zustandsbestimmung über die Messung der relativen Luftfeuchte bei einer bestimmten Temperatur. Somit kann eine indirekte Aussage über den Dampfdruck des Wassers gemacht werden.

Man muss aber trotzdem weiter im Auge behalten, wie sich das Material verändert, wenn sich ein übliches Nutzungsklima im Raum von ca. 20 - 22 °C und ca. 30 - 60 % relative Luftfeuchte einstellt. Während sich bei bisher „üblichen“ unbeheizten Zementestrichen bei Feuchtwerten unter 80 % relative Luftfeuchte keine Schäden einstellen, ist dies bei einem auf 80 % relative Luftfeuchte aufgefuechteten Holzboden aufgrund anderer Schadensprozesse (insb. Quellung und Schwindung des Holzes, mögliche Schimmelpilzbildung) durchaus möglich.

Bei einem Altuntergrund (Altestriche, alte holzbasierte Untergründe, ...) mit ermittelter relativer Luftfeuchte von 80 % wäre dies jedoch sicherlich als Warnsignal zu verstehen, da dieser dauerhaft schadensträchtiges Wasser abgeben wird, bzw. ein anderes verstecktes Problem (z. B. Feuchteschaden aufgrund fehlender Feuchtigkeitssperren) anzeigt.

Hinweis: Altuntergründe oder Trockenestriche sowie holzbasierte Estriche werden in der Regel nicht auf Feuchtigkeit überprüft, da diese bereits über Jahre genügend trocken sind, oder aber vom Werk aus künstlich getrocknet geliefert und sodann eingebaut werden.

Durchführung der KRL-Messung

Die Durchführung der KRL-Messung wird im „TKB-Merkblatt 18: KRL-Methode – Messung und Beurteilung der Feuchte von mineralischen Estrichen“¹³ beschrieben.

Seit 2020 propagiert die TKB den Einsatz eines „Messbechers“¹⁴ für diese Messung. Aus Sicht des Handwerks ist dies eine wesentliche Erleichterung und Verbesserung zur Durchführung der Messung.

Beurteilung des KRL-Messergebnisses und Sicherheit

Das Messverfahren nach der KRL-Methode¹⁵ entspricht heute dem Stand der Technik.

Die von der TKB zuletzt auf

- ≤ 80 % relative Luftfeuchte bzw.
- ≤ 75 % relative Luftfeuchte bei beheizten

Estrichen (auf Basis von Zement) festgelegten Grenzwerte haben sich bislang als sicher erwiesen. Sie entsprechen auch nach den bisherigen Erfahrungen dem Sicherheitsniveau, das mit der CM-Messung in den letzten 25 Jahren bei den bis dahin üblichen Estrichzusammensetzungen erreicht worden ist.

¹³ TKB Merkblatt 18, siehe 12.

¹⁴ TKB-Bericht 6, Belegreife und Feuchte: Vorschlag für einen „KRL-Messbecher“, Herausgeber: Industrieverband Klebstoffe e.V., Download über: www.klebstoffe.com

¹⁵ TKB Merkblatt 18, siehe 12.

Allgemeine Beurteilung von Feuchtemessungen

In der „DIN 18560-1 Estriche im Bauwesen“¹⁶ wird die Calciumcarbid-Methode als einziges Verfahren zur Feststellung der Belegreife über den Wassergehalt als Abnahmekriterium für den Auftragnehmer der Estricharbeiten normativ erfasst. Bei der Normenreihe DIN 18560 handelt es sich um eine privatrechtliche Vorgabe, die vorrangig Vorgaben zur Herstellung des Estrichs als Lastverteilungsschicht enthält und, die die Feuchtemessung als Abnahmekriterium für den Estrichleger anbietet. Diese Norm ist ohne ausdrückliche Vereinbarung nicht Bestandteil des Werkvertrags zur Ausführung von Parkett- und Holzpflaster- sowie Bodenbelagsarbeiten. Für diese sind nur die jeweils gültigen Fachverbandsregeln als „Allgemein anerkannte Regeln der Technik“ zu beachten.

Das Feuchtemessverfahren nach der KRL-Methode¹⁷ entspricht heute dem Stand der Technik. Dieses Messverfahren ist jedoch in der Branche noch nicht etabliert und ist im Allgemeinen Sachverständigen und versierten Handwerkern vorbehalten, daher entspricht dieses Messverfahren noch nicht den „Allgemein anerkannten Regeln der Technik“.

Bei „Sonderkonstruktionen – beschleunigten Estrichsystemen“ ist die Regelmessmethode nach den jeweiligen Herstellervorgaben die CM-Messmethode.

Bei beschleunigten zementären Estrichen kann eine Messung mittels KRL-Messverfahren sehr aufschlussreich sein. Bei numerisch erhöhten Belegreifgrenzwerten seitens der Hersteller von Beschleunigern (bei beheizten Estrichen also Werte die größer als 1,8 CM-%,- bei unbeheizten Estrichen größer als 2,0 CM-% sind) kann durch das KRL-Messverfahren bei Messwerten von über 75 % relative Luftfeuchte bei beheizten und über 80 % relative Luftfeuchte bei unbeheizten Zementestrichen nachgewiesen werden, dass die Belegreife noch nicht vorliegt und sich Feuchte schädlich auf den Oberbelag auswirken kann.

Wenn Hersteller höhere CM-Belegreifgrenzwerte (s. o.) als die allgemein anerkannten vorgeben, so liegt dies allein in der Verantwortung des Auftraggebers der Parkett- und Bodenbelagsarbeiten sowie dem Auftragnehmer der Estricharbeiten und seiner Lieferanten. Eine Pflicht, solche Sonderkonstruktionen – „beschleunigte Estrichsysteme“ - zusätzlich mittels der KRL-Messmethode zu prüfen und zu beurteilen, kann nicht aus den Prüfpflichten des Auftragnehmers von Parkett- und Bodenbelagsarbeiten nach VOB Teil B und C, den „Allgemein Anerkannten Regeln des Faches“ oder anderen Vorgaben abgeleitet werden.

Die Beurteilung des Feuchtezustandes von zementären Estrichen mit Hilfe der KRL-Messung ist daher als zukunftsweisend anzusehen. Bei zementären Estrichen sowie beschleunigten Estrichsystemen kann die Belegreife hinsichtlich der Trockenheit im Untergrund sicher ermittelt werden, genauso wie bei der CM-Messung bei Einhaltung der oben genannten Grenzwerte.

¹⁶ DIN 18560-1:2021-02; Estriche im Bauwesen - Teil 1: Allgemeine Anforderungen, Prüfung und Ausführung; Beuth Verlag, Berlin 2021

¹⁷ TKB Merkblatt 18, siehe 12.