

Sind Aufschüsselungen eines neu verlegten Zementestrichs Mängel?

© H.-U. Walter, **WALTER | CONSULT** Sachverständigenbüro Fußbodentechnologie; o2-2003, Überarbeitete Fassung o9-2016

Allen die sich mit der Verlegung von Estrichen, insbesondere von Zementgebundenen, beschäftigen sind mit dem Problem wohl vertraut: der Estrich — noch nicht mit einem Oberbelag versehen — hebt sich im Randbereich oder den Ecken ab. Die Estrichfläche, vor wenigen Tagen normgerecht im Sinne der DIN 18202 Teil 5, Tab. 3 (Ebenheitstoleranz) hergestellt, verformt sich. Die Fläche verwölbt sich konkav. Er "schüsselt" auf.

Nach rund vier Wochen trifft dann beim Verlegebetrieb eine Mängelrüge ein. Etwa mit dem Tenor: bei einer Prüfung durch das nachfolgende Gewerk wurde festgestellt, daß die eingebrachten Estriche mangelhaft sind, die Estrichflächen sind nicht innerhalb der zulässigen Toleranzwerte der DIN 18202, der Estrich wippt im Randbereich, eine Probebohrung hat ergeben daß der Estrich nicht auf seiner Unterlage aufliegt, vielmehr liegt er insbesondere in den Randbereichen hohl. Dann folgen die Aufforderungen zur Mängelbeseitigung, Hinweise auf Termine sowie die üblichen Drohungen wegen Schadensersatz usw.

Die Frage ist nun, wie der Estrichlegerbetrieb darauf reagiert. Ignoriert er das Schreiben, wehrt er sich oder schreitet man zur "Mängelbeseitigung"?

Auf welchen Ursachen beruhen die Verformungen?

Verformungen von Bauteilen können viele verschiedene Ursachen haben, die sich teilweise überlagern. In meinen nachfolgenden Betrachtungen möchte ich mich nur mit hygrischen Verformungen von zementgebundenen, konventionell hergestellten Estrichen und den Folgen daraus beschäftigen. Nachdem sehr große Anteile an der Gesamtfläche aller verlegten Estriche als Estriche auf Trennlage oder Estriche auf Dämmschichten erstellt werden, bei denen die Trocknung nur einseitig, nämlich "nach oben" erfolgen kann, treten diesen Konkav-Verformungen bei zementgebundenen Estrichen mit "schöner Regelmäßigkeit" mehr oder minder ausgeprägt auf. Die eingangs beschriebenen Konkav-Verformungen von unbelegten Estrichen resultieren aus einem produktspezifischen, physikalischen Schwindungsprozeß des Zementestrichs. Der Estrichmörtel muß für die Verlegung und Herstellung der Estrichflächen mit einem höheren Wassergehalt angemischt werden, als für die chemische-physikalische Umsetzung des Bindemittels Zement zum erhärteten Zementstein tatsächlich nötig ist. Ist die Umsetzung des pulverförmigen Bindemittels zum Zementstein weitestgehend abgeschlossen und hat

der Estrichmörtel nunmehr als Estrich seine normgerechte Festigkeit erreicht, verbleibt ein erheblicher Teil des Anmachwassers als Überschußwasser in der Matrix. Das überschüssige Wasser ist in der Regel bestrebt von alleine zu entweichen, der Estrich trocknet. Überdies ist das überschüssige Anmachwasser schädlich für den weiteren Fortgang der Belagsarbeiten. Wie vorstehend beschrieben können diese Estriche, bedingt durch die Art der Verlegung nur einseitig, i.d.R. nach "oben", austrocknen. Bei diesem "trocknen" schwindet der Estrich. Dieser harmlos klingende technische Begriff "schwindet" oder "Schwindung" ist nichts anderes als die Volumenverkleinerung und damit Kontraktion (Zusammenziehen - Längenverkürzung) eines Materials infolge Wasserverlusts. Das Schwindmaß ist von verschiedenen Faktoren abhängig, U.a. wesentlich vom W / Z- Faktor, also dem Verhältnis Wasser zu Zement, dem Zementgehalt, den Zuschlagstoffen, den Klimabedingungen, der Nachbehandlungssorgfalt U.a. mehr.

Schwindprozesse führen bei einseitiger Austrocknung zur Verformung

Während der Trocknungszeit bildet sich speziell innerhalb der Zementestrichmatrix ein Feuchtegradient aus, ein Feuchtegefälle, bei dem der Wassergehalt unmittelbar an der Estrichoberfläche gering oder Null, an der Unterseite des Estrichs relativ hoch ist. Wegen des Feuchtegefälles innerhalb der Estrichmatrix tritt ein einseitiges, nämlich oberseitiges kontrahieren (zusammenziehen) des Estrichs auf. An der Unterseite des Estrichs bleibt - zunächst - das ursprüngliche Volumen und damit die Länge erhalten. Bedingt durch die unterschiedlichen Längen an der Unter — und Oberseite der Estrichmatrix hat diese Kontraktion an der Oberseite die Rand — und Eckbereiche regelrecht hochgezogen. Bei einer Ebenheitsprüfung ist die Estrichfläche konkav verwölbt / verformt. Diesem Wölbungsbestreben der Estrichplatte wirken die Kräfte des Eigengewichts in Verbindung mit der Erdanziehung entgegen. Nachstehend ist unter der Bedingung einer hygrischen Schwindung von $\Delta \varepsilon = 10^{-4}$ m die Aufwölbung nach der Gleichung

$$h = \frac{1}{24} * \frac{E' \Delta \varepsilon^2}{p g}$$

mit einer Höhe $h = 11,4$ mm errechnet. Der hier angenommene Schwindwert von $\Delta \varepsilon = 0,6$ mm/m ist ein realistischer Durchschnittswert eines Zementestrichs der Festigkeitsklasse ZE 20/30 bei einem W/Z-Wert von ca. 0,6. Im Vergleich errechnet sich die Höhe der Konkav-Verwölbung eines Cs-FE (Calziumsulfat-Fließestrichs) bei einem mittleren Schwindwert von $15 * 10^{-5}$ m mit 0,9 mm. Allerdings ist die hier dargestellte Konkav-Verformung eindimensional, tatsächlich ist das Problem vor allem im Bereich von Wandecken / Fugenkreuzen zweidimensional, so daß sich die Randaufwölbungen im Eckbereich durchaus addieren können.

Es sei an dieser Stelle expressis verbis darauf hingewiesen, daß die Höhe der Aufwölbung U.a. wesentlich von der Güte, also der Festigkeit, bestimmt wird. Normative Festlegungen von Aufwölbungen wie z.B. in der Schweizer Norm SIA (5 mm) sind zwar Verbraucherfreundlich. Technisch sind diese Festlegungen höchst bedenklich, da damit die die Verformungen bedingenden Parameter, die auf physikalischen Größen beruhen, unberücksichtigt bleiben. Zementestriche mit höheren Festigkeiten weisen weit höhere Vertikalbewegungen auf, als Estrich minderer Festigkeiten. Gelingt bei der Estrichverlegung eine gute Verdichtung, z.B. bei Estrich auf Trennlage, so ist das Verformungsverhalten der Estrichscheibe ausgeprägter als bei einem Estrich mit geringerer Verdichtung. Diese Beobachtung in der Praxis und bei der Bearbeitung von Mängelrügen deckt sich mit Untersuchungsergebnissen liv I. Der Estrichleger bewegt sich insofern auf einem recht schmalen Grat: steigert er die Festigkeiten, z.B. durch höheren Bindemittelanteil oder guter Verdichtung, so senkt das die "Reklamationsquote" bezüglich nicht ausreichender Festigkeiten. Einhergeht das mit einer höheren Reklamationsquote wegen Verwölbungen. Legt er Wert auf niederer Verwölbungen, riskiert er Mängelrügen wegen nicht ausreichender Festigkeiten der Estrichplatte. Werden Estrichflächen zwecks Nachbehandlung mittels PE-Folien abgedeckt, so wird für den Zeitraum der Abdeckung ein Austrocknen weitestgehend verhindert. Die Festigkeiten des Estrichs werden gesteigert, insbesondere auch die Oberflächenhärte, was durchaus gewünscht ist - der Estrich sandelt nicht- da für die Hydratation des Zements ausreichend Wasser zur Verfügung steht. Wird allerdings die Abdeckung entfernt, so Verformen sich die Estrichränder wesentlich stärker — die Aufwölbung (Vertikalbewegung) ist also höher- als ohne Abdeckmaßnahme. Auch diese Praxisbeobachtung ist durch das Untersuchungsergebnis bestätigt I. In der Praxis hat sich auch gezeigt, daß künstliche Trocknungsmaßnahmen für die Verkürzung der Bauzeit zur Verstärkung des Verwölbungsverhaltens beitragen. Ebenso wird das Verwölbungsverhalten des Zementestrichs durch die Inbetriebnahme einer Fußbodenheizung verstärkt. Hierbei wird die Verformung durch oberseitige, schwindungsbedingte Kontraktion der Estrichplatte durch thermische Dehnung an der Unterseite der Estrichplatte verstärkt.

Sind diese Verformungen nach der Norm "Toleranzen im Bauwesen" zu bewerten und ist der Estrichleger für das Verformungsverhalten verantwortlich, und zwar im Sinne eines Mangels, den er vor der Abnahme bzw. im Rahmen seiner Gewährleistung zu beseitigen hat?

Nach der Norm DIN 18201 (in DIN 18202 Verweisung auf diese Norm) ist bestimmt:

"für zeit — und lastabhängige Verformungen gilt die Begrenzung der Abweichung durch die Festlegungen von Toleranzen im Sinne dieser Norm nicht"

Konkav-Verformungen von konventionell hergestellten

Zementestrichen durch Trocknung sind zeitabhängige Verformungen. Zeitabhängige Verformungen sind nach vorstehender Bestimmung von den "Begrenzungen", also den zulässigen Toleranzen, ausgeschlossen. Daher können ermittelte Abweichungen von der Ebenheit nicht nach der Tabelle 3 der DIN 18202 (Ebenheitstoleranzen) beurteilt und bewertet werden. Dem Autor ist bekannt, daß Messungen zu Ebenheiten an verformten Zementestrichen während der Trocknungszeit vorgenommen werden. Werden dabei Toleranzabweichungen ermittelt, die "oberhalb" der zulässigen Toleranzen liegen, so sind die Ergebnisse unbeachtlich. Weiter ist zu beachten, daß Prüfungen nach der Norm 18201 / 18202 "so früh wie möglich durchzuführen" sind "um zeit- und lastabhängige Verformungen auszuschalten". Aus dieser Bestimmung ergibt sich, daß wenn Prüfungen auf Ebenheiten vorzunehmen sind, diese nach der Begehrbarkeit der Estrichflächen durchzuführen sind. Eine Prüfung auf Ebenheit einer Zementestrichfläche während ihres Trocknungsprozesses ist daher als nicht fachgerecht abzulehnen.

In der täglichen Praxis kommt es des öfteren vor, daß Sachverständige, ihres Zeichens für Bautenschutz & Schädlingsbekämpfung öffentlich bestellt und vereidigt, zu Gutachten und Bewertungen von Estrichen herangezogen werden. Die finden konkav verformte Estriche vor, machen die "Wipp-Prüfung" ohne weitere Untersuchungen und konstatieren dann einen Mangel an der Estrichfläche. Das geht soweit, daß eine Empfehlung zur Mangelbeseitigung durch Rückbau und Neuherstellung ausgesprochen wird. Prinzipiell ist das Verformungsverhalten eines Zementestrichs physikalisch bedingt. Es ist ein Naturgesetz. Folgen aus Naturgesetzen können im juristischen Sinn nicht Mängel sein. In der juristischen Fachliteratur ist nachzulesen, daß eine Werkleistung dann mangelhaft ist, wenn sie "mit Fehlern behaftet ist, die den Wert oder Tauglichkeit zu dem gewöhnlichen oder dem Vertrag vorausgesetzten Gebrauch aufheben oder mindern". Daher können Konkav-Verformungen nicht generell als Mängel klassifiziert werden. Das kann aber nicht als "Freibrief" verstanden werden, in dem Sinn, daß jede Konkav-Verformung mit jeder Höhe der Aufwölbung als mangelfrei zu beurteilen ist. Werden Estrichmörtel z.B. überwässert, d.h. ist der W/Z-Faktor überhöht, so muß wohl von einem Mangel an der Estrichleistung ausgegangen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß sich zwar die Verformung einer konventionell hergestellten Estrichplatte wieder zurückbildet, sobald die Estrichplatte durchgetrocknet ist, dafür aber ein erheblich längerer Zeitaufwand und ggf. auch Kostenaufwand entsteht, als bei Herstellung eines Estrichs mit niedrigem W/Z-Wert. Hier muß wohl von einem Fehler ausgegangen werden, weil die Leistung nicht zu dem gewöhnlichen Gebrauch, hier kürzeste mögliche Trocknungszeit, tauglich ist. Gleiches ist anzuwenden wenn z.B. feinteilreicher Sand verwendet wird und es daher zu starken Verformungen der Estrichplatte

kommt. Soweit sich die Schwindmaße des Estrichs innerhalb der üblichen Größenordnungen von Estrichen mit normgerecht Festigkeiten, also in Größen von 0,5 – 0,7 mm/m bewegen, werden die daraus resultierenden Höhen der Konkav-Verformungen nicht als Mangel zu beanstanden sein. In diesem Fall ist es nach m. M. angezeigt sich gegen diese unberechtigten Mängelrügen zu wehren und eine Mängelbeseitigung respektive Nachbesserung abzulehnen. Das gleiche gilt für die Fälle von Verformungen, wo es durch künstliche Maßnahmen der Bautrocknung zu Konkav-Verwölbungen der Estrichplatte gekommen ist. Diese Aufwölbungen des Zementestrichs sind reversibel. Sobald sich innerhalb der Estrichmatrix ein "Feuchtegleichgewicht eingestellt hat, wenn also der Feuchtegehalt des Estrichs an dessen Unterseite gleich wie an der Oberseite ist, hat sich diese Konkav-Verwölbung zurückgebildet. Einschränkend ist anzumerken, daß sich die Verwölbung nicht absolut zurückbilden wird, da während der Trocknungszeit in der Matrix Veränderungen z.B. durch Nachhydratation und kriechen ablaufen. Ein Baumangel setzt voraus, daß die "Ist-Beschaffenheit hinter der Sollbeschaffenheit zurückbleibt und dadurch der Wert oder die Tauglichkeit des Werks beeinträchtigt wird", die Leistung muß vertragsgemäß sein. Vertragsgemäß ist die Ebenheit einer Estrichfläche dann, wenn mindestens die Ebenheitstoleranzen nach der DIN 18202, Teil 5, Tab 3 eingehalten (nicht überschritten) sind. Die Ist-Beschaffenheit eines konventionell hergestellten Zementestrichs in bezug auf seine Ebenheit muß daher entweder vor Einsetzen des Trocknungsprozesses oder aber erst nach Erreichen der vollständigen Trocknung beurteilt werden, weil dann entweder das Schwinden noch nicht eingesetzt hat oder kein Schwinden mehr auftreten kann und damit auch die schwindungsbedingten Verformungen entfallen. Die Zeitdauer der Schwindung ist abhängig U.a. von der Dicke des Estrichs. So wurde z.B. festgestellt, daß bei einer Estrichdicke von 50 mm eines konventionell hergestellten Estrichs ein halbes Jahr nach Herstellung lediglich 60 % des Endschwindmaßes erreicht waren, xij erst 2 Jahren nach Herstellung waren ca. 85 % des Endschwindmaßes erreicht. Hat sich nach Trocknung die Konkav-Verwölbung zurückgebildet, ist die zeitweilige Verformung beendet. Befindet sich die Estrichfläche nach Trocknung wieder innerhalb der zulässigen Toleranzbereiche, ist aber auch für den Mangelbegriff kein Raum mehr, denn die Leistung ist weder in ihrem Wert noch ihrer Tauglichkeit (hier Ebenheit) eingeschränkt oder gemindert. Daraus ergibt sich, daß eine Verantwortung des Estrichlegers für eine natürliche, zeitweilige Verformung nicht gegeben ist, desweiteren, daß Nachbesserungen oder Mängelbeseitigungsmaßnahmen abzulehnen sind.

Sämtliche gebräuchlichen Mängelbeseitigungsmaßnahmen führen erst zu tatsächlichen Mängeln.

Bei allen Varianten wird das Problem der Schwindung der Zementestrichplatte nicht gelöst! Es werden nur die

Symptome optisch verändert!

I.d.R. stehen für die "Mängelbeseitigung" vier Möglichkeiten zur Verfügung:

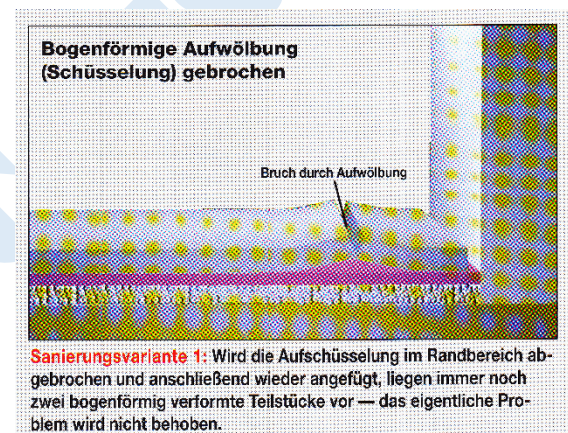
entweder der Randbereich / Ecke wird vorsätzlich gebrochen und anschließend mittels Kunstharz wieder kraftschlüssig angesetzt;

es wird im Randbereich der Estrichoberfläche Material abgetragen;

es werden Nivellier-Spachtelmassen aufgetragen um die Flächenmitten auf das Niveau der Randbereiche anzuheben.

Die vierte Möglichkeit: Rückbau und Neuherstellung.

Bei keiner der vorstehend gelisteten Maßnahmen ist der physikalische Vorgang "Estrichtrocknung aufgehoben! Nachdem eine Verformung der Estrichplatte geometrisch eine Verkrümmung, also bogenförmig ist, wird der bogenförmige Zustand des Randbereichs der Estrichplatte weder durch brechen noch durch oberseitigen Materialabtrag verändert. Wird die Estrichplatte gebrochen, so entstehen zwei bogenförmig verformte Estrichplatten.



Grafik:SN-Verlag 2/2003 Fussbodentechnik

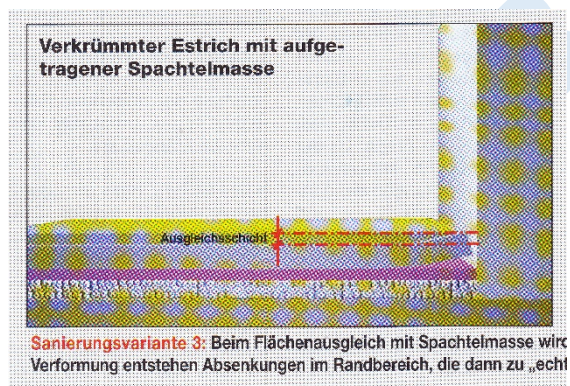
Wird die Oberfläche durch Materialabtrag "egalisiert" so wird vorsätzlich die Dicke der Estrichplatte im Randbereich minimiert. Dabei kommt es leicht zu Estrichminderdicken, die dann einen tatsächlichen Mangel darstellen. Hinzu kommt, daß die Estrichplatte im Randbereich in ihrer Tragfähigkeit beeinträchtigt wird, dem Bereich in dem sie aus statischen Gründen höheren Belastungen (z.B. durch Möbel / Bücherschränke) ausgesetzt ist.



Grafik:SN-Verlag 2/2003 Fussbodentechnik

Ist das Schwinden des konventionell hergestellten Zementestrichs, wobei sich dadurch die unterseitige Länge der Estrichplatte verkürzt und sich nahezu die gleiche Länge der Platte wie an der Oberseite einstellt, nach ca. 2-3 Jahren vollständig abgeschlossen, haben sich Randbereiche abgesenkt. Dann ist die Fläche tatsächlich mangelhaft.

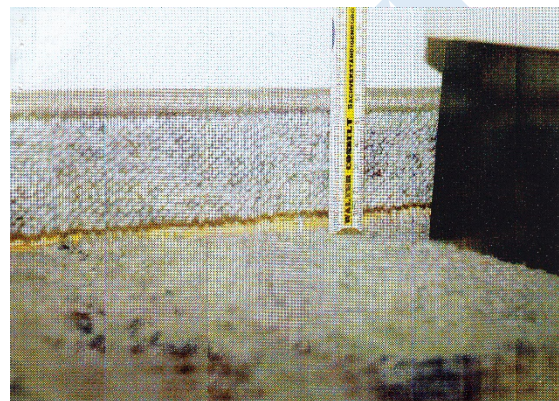
Werden Nivelliermassen aufgetragen und schwindet die Estrichplatte wie vorstehend beschrieben, so senken sich ebenfalls die Randbereiche ab. Das Höhenniveau in Flächenmitte bleibt erhalten.



Grafik:SN-Verlag 2/2003 Fussbodentechnik

Die Fläche ist dann ebenfalls wegen Überschreitung der zulässigen Ebenheitstoleranz als mangelhaft einzustufen.

In allen Fällen kommt es — bei keramischen Belägen zu Abriß der Randfugen, bei textilen Belägen- zu Spaltenbildung zwischen Bodenbelag und Sockeln.



Diese Mängel können dann allerdings nicht mehr mit dem Begriff einer 'Wartungsfuge' behandelt werden.

H. Klopfer, Handbuch Industriefußböden

Kranz, ESTRICHTECHNIK 1/00,

Schwindmaße v. Zementestrich, in BAUGEWERBE 6/81

IV O-K Lorenz/M. Schmidt, Wölbung v. Zementestrich a. Dämmschicht

v O-K Lorenz/M. Schmidt, Wölbung v. Zementestrich a. Dämmschicht

DIN 18201, 04-97, Nr. 4

DIN 18201, 04-97, Nr. 6

BGB S 633

IX Werner -Pastor, 7 Aufl., Rdn 1267 ff

Handkommentar VOB 5 Aufl. '

Präkelt, Zementestriche - Schwindvorgänge, in Fliesen & Platten