Fachreferat von Gerhard Gasser anlässlich der Frankfurter Bautage vom 25. bis 27. September 1997

Themenkomplex:

Entstehung von Bodenverformungen bei Stein- und keramischen Belägen auf Estrichen und deren zukünftige Vermeidung.

Allgemein

Dass insbesondere zementgebundene Estriche, verlegt auf Trennschicht oder auf Dämmschicht (schwimmender Estrich), schwinden, ist hinlänglich bekannt. Unverständlicherweise wird dem nach wie vor in der Praxis nicht die notwendige Bedeutung beigemessen. In einer Reihe von bekannten Veröffentlichungen wurde der Zusammenhang zum Teil falsch dargestellt. Verfehlt ist auch die Ansicht, dass die Ursache für die Bodenverformungen darin zu suchen sei, dass ein schwindreicher Estrichmörtel eingebaut worden wäre.

1. Das Mangelbild

Zunächst liegt der Bodenaufbau zum Zeitpunkt der Abnahme anscheinend mangelfrei vor. Im Laufe der Zeit kommt es zu mehr oder weniger großen Verformungen. Dies bemerkt man zum Beispiel daran, dass vor allen Dingen in Eckbereichen elastische Anschlussfugen abreißen oder aber auch die eine oder andere Tür sich nicht mehr einwandfrei öffnen und schließen lässt; sie sitzt auf dem Plattenbelag auf. Im Endstadium sind dann meistens durchgehende Risse durch den gesamten Bodenaufbau, Estrich und Plattenbelag vorhanden. Meistens erkennt man schon in einem frühen Stadium, dass innerhalb einzelner Fliesen oder Platten einknickende Verformungen vorhanden sind, ohne dass man zu diesem Zeitpunkt Risse im Fliesen- oder Plattenbelag feststellen könnte. Es gibt eine Vielzahl von Fällen, bei denen eine Art „explosionsartige" Entladung festgestellt wurde und erst danach lagen dann die durchgehenden Risse im Bodenaufbau vor.

2. Bauphysikalische Zusammenhänge

In der Praxis ist immer wieder festzustellen, dass die in Rede stehenden Bodenverformungen dann auftreten, wenn auf einem zementgebundenen Estrich, verlegt auf Trennschicht oder auf

Dämmschicht, ein Stein- oder keramischer Fliesenbelag verlegt worden ist. Im gleichen Haus oder in derselben Reihenhaussiedlung, wo der gleiche Estrich vorhanden ist, aber andere Bodenbeläge verlegt wurden (z.B. PVC, Parkett oder textile Beläge), gibt es die Bodenverformungen nicht. Schon aufgrund dieser Feststellung muss klar werden, dass ein Zusammenhang zwischen dem Estrich und dem jeweiligen Belag auf dem Estrich besteht. Weshalb verformt sich der Bodenaufbau mit der Folge, dass Randbereiche absacken, elastische Fugen abreißen und im Endstadium Risse vorhanden sind, wenn auf dem Estrich ein Stein- oder keramischer Fliesenbelag verlegt worden war? Woher kommt die Energie, die zu der Verformung geführt hat?

a)

Die Energie, welche zum Verformen geführt hat, stammt vom Estrich. Dabei handelt es sich um die sogenannte „Schwindenergie". Schwinden bedeutet, dass beim Estrich eine bestimmte Volumensverkleinerung (negative Dehnung) eintritt. Völlig verfehlt wäre es jedoch anzunehmen, dass der Estrichleger einen schwindreichen Estrichmörtel eingebaut hätte. Der Estrichleger muss mit jedem zur Verfügung stehenden Zuschlag das Erfolgsziel, nämlich die vorgeschriebene Festigkeitsklasse, erreichen. Natürlich braucht ein sandreicher Zuschlag mehr Zugabewasser und Bindemittel. Dass Estriche nun einmal schwinden, ist völlig klar. Wenn dem so ist, dann kann die Schlussfolgerung daraus nur sein, dass erst dann auf dem Estrich weitergearbeitet werden darf, wenn der schädliche Schwindprozess abgeschlossen ist. Das ist der Fall, wenn die Belegereife am Estrich vorliegt.

b)

Es bleibt nun zu klären, weshalb Bodenverformungen entstehen. Dabei weise ich noch einmal darauf hin, dass Bodenverformungen nicht entstehen, wenn z. B. ein textiler Bodenbelag verlegt worden ist. Folglich besteht ein Zusammenhang zwischen dem Schwinden und dem Belag. Die Bodenverformungen entstehen nur deshalb, weil sich an der oberen Randzone des Estrichs, der noch schwindet, ein harter Belag befindet. Der harte Stein- oder keramische Fliesenbelag wirkt dem Schwindprozess entscheidend entgegen und behindert den Schwindprozess. Aufgrund der bauphysikalischen Gesetzmäßigkeiten muss aber der Estrich bei der noch vorliegenden Wasserabgabe schwinden. Die dabei entstehende Volumensverkleinerung wirkt sich insbesondere im unteren Estrichrandbereich aus. Weil sich an der oberen Randzone der harte Belag befindet, entsteht eine Art „Bimetalleffekt". Die Folge davon ist eine konkave und konvexe Verformung des Bodenaufbaus.

Ist der Bodenaufbau auf einer weich federnden Dämmplatte verlegt, so bedeutet dies nur, dass unter Umständen die Randbereiche stärker absacken, weil der Dämmstoff nachgiebig ist. Es ist aber keinesfalls so, dass das Problem beim Verlegen einer harten Dämmung (z. B. extrudierte Polystyrol-Hartschaumplatten) nicht entstehen würde. Dann allerdings findet eine Stauchung des Dämmstoffes innerhalb der Randbereiche nicht in dem gleichen Maße statt. Wurde der zementgebundene Estrich auf Trennschicht verlegt, dann gibt es gar keine Randabsenkungen. Dafür findet aber eine verstärkte Aufwölbung in der Fläche statt. Insofern hat die Gesamtthematik nichts mit den verlegten Wärme- oder Trittschalldämmplatten zu tun. Der entscheidende Punkt ist, dass die vorgelegene Energie zum Verformen geführt hat und auch ein harter Belag auf dem Estrich vorliegen muss.

In der Festigkeitslehre unterscheidet man zwischen verschiedenen Spannungen, die unterschiedlich bewertet werden:

Zugspannungen

Zugspannungen sind "Normalspannungen", d.h. sie stehen senkrecht (normal) zur beanspruchten Querschnittsfläche. Je nach der Elastizität des Baustoffes dehnt bzw. streckt sich das Bauteil unter der Zugbeanspruchung. Der Versagensfall tritt dann ein, wenn der Baustoff reißt bzw. zerreißt.

Druckspannungen

Auch Druckspannungen stehen senkrecht zur beanspruchten Querschnittsfläche und sind deshalb "Normalspannungen". Je nach der Elastizität des Baustoffes drückt sich das Bauteil unter der Druckbeanspruchung zusammen. Der Versagensfall tritt dann ein, wenn der Baustoff sein Gefüge verliert und zerbricht. Schlanke Druckglieder knicken bereits vor dem Erreichen der Druckfestigkeit ein.

Scher- oder Schubspannungen

Scherspannungen verlaufen parallel zur beanspruchten Querschnittsfläche und werden durch Querkräfte oder Scherkräfte bestimmt. Der Versagensfall tritt dann ein, wenn das Bauteil abschert oder in der beanspruchten Scherebene abgeschoben wird. Man spricht dann vom Scherbruch oder Schubbruch.

Beim Schwinden des Estrichs entstehen auch gleichzeitig Zugspannungen. Schwindrisse entstehen bei Behinderung von Zugspannungen. In diesem Zusammenhang findet eine entscheidende Behinderung durch den harten Stein- oder keramischen Fliesenbelag auf dem Estrich statt. Risse sind nichts anderes als die Folge behinderter überwundener Zugspannungen. Die entstandenen Risse zeigen somit das Endstadium. Sie verdeutlichen, dass sich die vorgelegenen Zugspannungen in Form von Rissen, die sich einstellten, entladen haben. Jetzt ist der Estrich „tot".

Bild 1:

Diese Aufnahme zeigt das typische Erscheinungsbild, das im Zuge des weiteren Trocknungs- und Schwindverlaufes bei zementgebundenen Estrichen entsteht. Es kann durchaus sein, dass die Adhäsionshaftung zwischen Teilfliesen zur Dünnbettmörtelschicht geringer sind, als die Haftverbindung zwischen der elastischen Anschlussfuge zu den Sockelfliesen.

Bild 2:

Am stärksten sind immer die Eckbereiche betroffen. Je nachdem wie „weich" die Wärme- oder Trittschalldämmplatten sind und je höher das Ausgangspotenzial des Schwindprozesses gewesen ist, werden die Dämmstoffbereiche gestaucht.

Bild 3:

Es ist noch kein Riss vorhanden, jedoch ist bei einfallendem Licht eine Andeutung erkennbar, wo noch ein durchgehender Trennriss am Estrich inklusive der Fliesen entstehen wird.

Bild 4:

Häufig wird berichtet, dass es Knackgeräusche am Bodenaufbau gegeben habe. Erst einige Tage später habe man dann durchgehende Risse im Bereich der Bodenverformungen festgestellt.
Auch Sockelfliesen können sich aus der „Haftung" vom Wandverputz ablösen.

Bild 5:

Wurden Fliesen auf einem Gipsmaschinenputz im Dünnbettverfahren verlegt und der Untergrund ist nicht vorgrundiert worden, dann kann es zu einem Schaden an der oberen Randzone vom Gipsmaschinenputz kommen. Im Zuge der Bodenverformungen ist nicht ausgeschlossen, dass sich der Fliesensockel mit aus der Verbundhaftung herauslöst.

Bild 6:

Zum Zeitpunkt der Verlegung der Bodenfliesen waren die Eck- oder Randzonenbereiche des Estrichs nicht aufgeschüsselt. Das kann dadurch nachgewiesen werden, dass die Sockelfliesen waagerecht vorhanden gewesen sind. Erst nach und nach, das kann durchaus einige Jahre andauern bis das Endstadium erreicht ist, haben sich die Verformungen eingestellt. Auch der Holzrahmen hat sich nicht in der Lage verändert, jedoch ist ein Spalt entstanden.

3. Weitergehende bauphysikalische Betrachtung

Der Zusammenhang zwischen dem Schwindverhalten des zementgebundenen Estrichs in Verbindung mit dem harten Belag ist auf eine Art „Bimetalleffekt" zurückzuführen.

Die Bodenverformungen entstehen nur deshalb, weil sich an der oberen Randzone des Estrichs, der noch schwinden wird, ein harter Belag befindet. Dieser harte Stein- oder keramische Plattenbelag wirkt dem Schwindprozess entscheidend an der oberen Randzone des Estrichs entgegen und behindert den Schwindprozess.
Der Fliesen- und Plattenbelag schließt zunächst weitgehend luftdicht die obere Randzone des Estrichs ab, deshalb wird der Schwindprozess zunächst behindert aber nicht auf Dauer aufgehoben.

Aufgrund der bauphysikalischen Gesetzmäßigkeit muss der Estrich bei der noch vorliegenden Wasserabgabe schwinden. Die dabei entstehenden Volumensverkleinerungen (negative Dehnung) wirkt sich insbesondere im unteren Estrichbereich aus. Weil sich an der oberen Randzone der harte Belag befindet, entsteht eine Art „Bimetalleffekt". Die Folge davon ist eine konkave und konvexe Verformung des Bodenaufbaus.

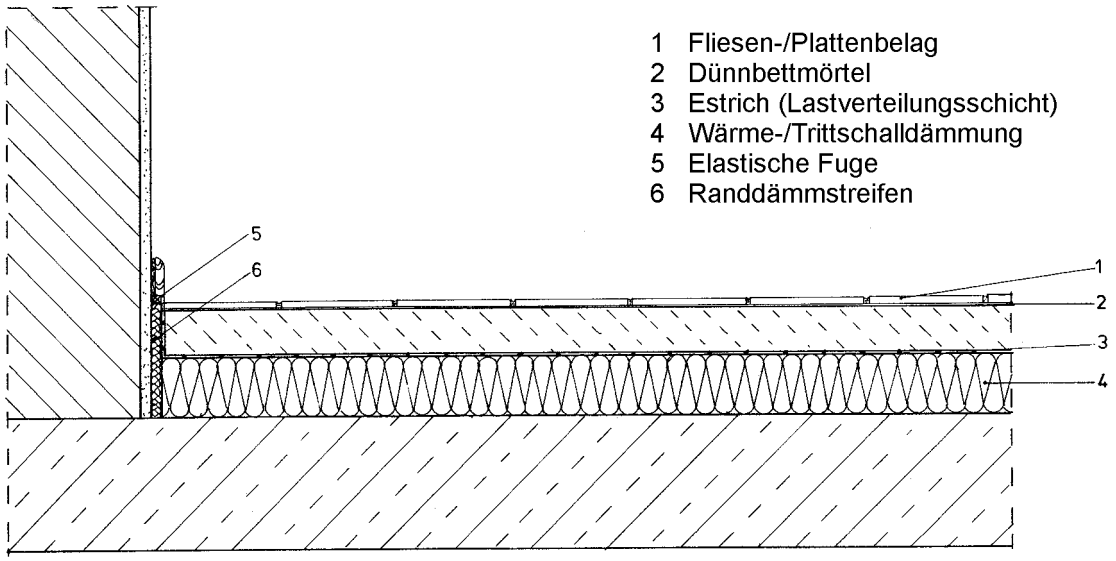
Erst dann, wenn der Bodenaufbau die aufgebauten Zugspannungskräfte nicht mehr überdrücken kann, entstehen die durchgehenden Risse. Das hören gelegentlich die Wohnungs- oder Hauseigentümer durch eine Art „explosionsartige" Entladung.

Wäre auf dem Estrich statt des harten Belages ein z. B. textiler Bodenbelag verlegt worden, dann hätte es den Bimetalleffekt nicht geben können. Eine Behinderung des Schwindprozesses ist dann ausgeschlossen. Der Estrich kann horizontal zu ende schwinden, es bauen sich keine Zugspannungskräfte auf.

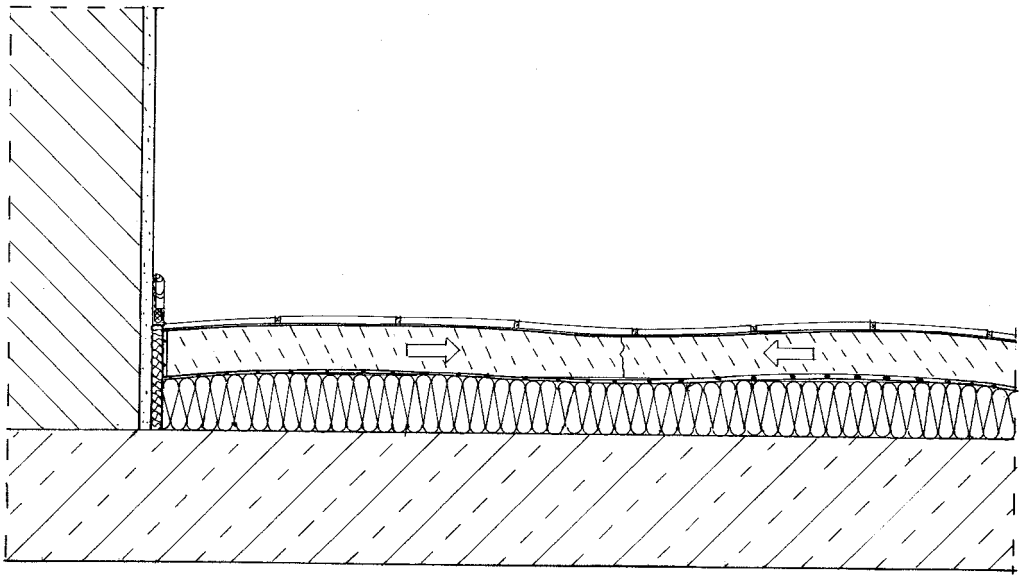
4. Schematische Darstellung

Die folgenden drei Schnittskizzen zeigen, wie sich der bauphysikalische Zusammenhang ergibt.

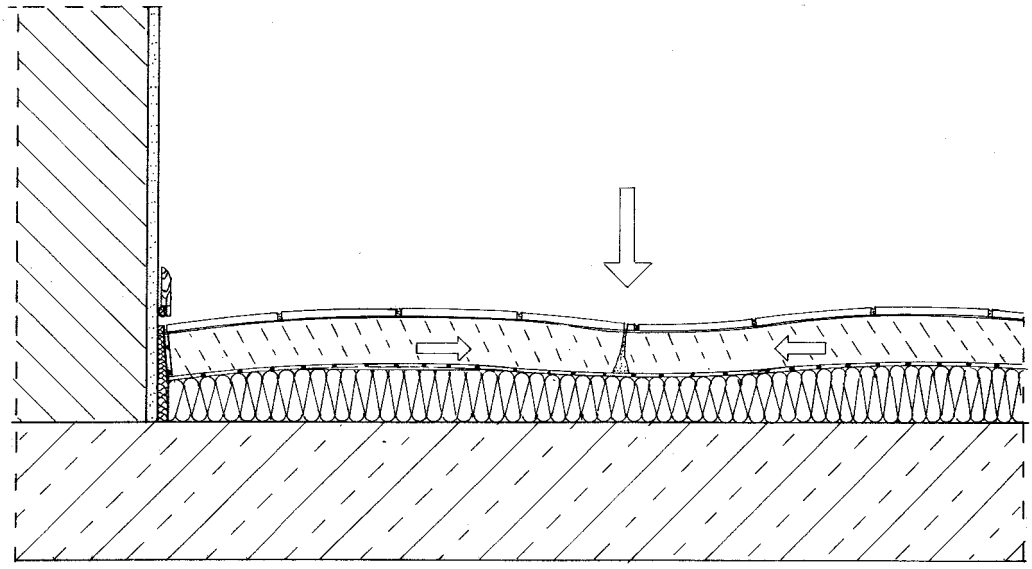
Zum Zeitpunkt der Übergabe des Objektes war man allseits der Auffassung, dass kein Mangel vorliegt.



Nach und nach bauen sich Bodenverformungen auf. Bei größeren Flächen entsteht in der Regel keine Aufwölbung. Es kann gelegentlich hinter einer Fuge im Türleibungsbereich vorkommen, dass die Wohnungstüren sich nicht mehr einwandfrei öffnen und schließen lassen.



Das Endstadium ist erreicht, wenn durchgehende Risse entstanden sind. Dann hat sich der Bodenaufbau entspannt.



5. Prüfungs- und Hinweispflicht

Unverständlicherweise wird noch immer im Fliesenlegerhandwerk der Standpunkt vertreten, dass ein Überprüfen des Feuchtigkeitsgehaltes bei einem Estrich nicht zu fordern sei. Diese Ansicht war falsch. Fakt ist, dass das Prüfen und das Anmelden von Bedenken nicht nur als Rechtsfragen zu bewerten sind. Insofern konnte es gar nicht auf Dauer durchgehalten werden, wenn vermeintliche Fachleute meinten, man würde in eine Rechtsposition eingreifen. Das Prüfen der Vorleistung muss technisch umgesetzt werden. Auf die VOB Teil B § 4 Nr. 3, und verweisend auf die DIN 18352 „Fliesen- und Plattenarbeiten", Abschnitt 3.1.1, wird hingewiesen. Danach müsste der Fliesenleger bei zu feuchtem bzw. ungeeignetem Verlegeuntergrund unverzüglich schriftlich Bedenken anmelden. Mit „Handauflegen" oder „dem Blick auf den Kalender" kann noch nicht einmal ein Fachmann erkennen, ob der zementgebundene Estrich bezüglich des Schwindprozesses belegereif geworden ist. Das Bestimmen des Feuchtegehaltes bei einem Estrich hat nichts mit einer chemischen Untersuchung des Estrichs zu tun. Es handelt sich vielmehr um eine einfache Überprüfungsmöglichkeit, die von Bodenlegern, Parkettlegern usw. von jeher durchgeführt werden. Der Fachunternehmer für Fliesen- und Plattenarbeiten muss aufgrund seiner Ausbildung umfassende Kenntnisse über bauphysikalische Zusammenhänge nachweisen.

6. Estrichbewehrung

Eine Estrichbewehrung ist grundsätzlich weder erforderlich noch technisch zweckmäßig. Es ist nicht möglich, die Verbundwirkung zwischen dem Estrichmörtel und einem Baustahlgitter herzustellen. Insofern hätte auch der Einbau einer Estrichbewehrung keinen Einfluss auf das Entstehen oder Verhindern von den dargestellten Bodenverformungen. Der Auftraggeber hat sowieso keinen technischen Vorteil.

Tatsächlich ist es aber so, dass durch den Einbau einer Estrichbewehrung eher technische Nachteile zu verzeichnen sind.

Bild 7:

Das Baustahlgitter Q31 lag auf der PE-Abdeckfolie und hat immerhin dadurch die Faltenbildung der PE-Folie verhindert. Gleichwohl ist es in dem Baumarkt durch das Überfahren mit Hubwagen und leichten Gabelstaplern im Bereich der Zugzone zu Rissen gekommen, die sich zum Teil auch im Fliesenbelag abgezeichnet haben.

Bild 8:

Diese Aufnahme zeigt, dass es eine Verbundwirkung zwischen dem Baustahlgitter und einem Estrichmörtel nicht geben kann.

Bild 9:

Beim Anheben von Baustahlgittern wird eine Auflockerung des Estrichmörtelsystem verursacht.

Bild 10:

Das führt zu einer Schwächung des Estrichquerschnittes, was man auf der Rückseite von Estrichausbauplatten sehr gut nachvollziehen kann.

7. Belegereife

Der entscheidende Punkt ist, dass man von vornherein die dargestellten Bodenverformungen verhindern muss. Dazu zählt, dass man erst dann einen Belag verlegen sollte, wenn der schädlich wirkende Schwindprozess (negative Dehnung) abgeschlossen ist. Ist das der Fall, dann ist auch keine Kraft mehr vorhanden, die den Bodenaufbau verformen könnte.

Grundsätzlich gilt nach den anerkannten Regeln der Technik, dass ein zementgebundener Estrich (unbeheizt) erst dann als belegereif eingeordnet werden kann, wenn nachweisbar ein Feuchtewert von ≤ 2,0 CM-% (Calcium-Karbid-Methode) vorhanden ist.

Es ist zu vermuten, dass bei einem zementgebundenen Heizestrich der Feuchtewert, was die Belegereife anbelangt, reduziert wird.

Bild 11:

Diese Aufnahme zeigt das CM-Prüfgerät. Im Allgemeinen wird diese Methode unter Baustellenbedingungen ausreichend sein. Es ist aber darauf hinzuweisen, dass es nicht möglich ist 50 g Prüfguteinwaage sachgemäß aus dem Schichtenaufbau zu entnehmen. Daher ist eine CM-Feuchtemessung nicht absolut genau.

8. Elastische Anschlussfugen

Auch für elastische Anschlussfugen muss die vereinbarte Gewährleistungsfrist gelten.

Die Ansicht, dass es sich bei elastischen Anschlussfugen, wenn diese abreißen, um Wartungsfugen handeln würde, ist nicht nachvollziehbar. Auch eine Wartungsfuge muss zum Zeitpunkt der Abnahme mangel- und fehlerfrei ausgeführt worden sein. Das gilt auch für das verwendete Material, das eingesetzt wird.
Ein natürlicher Alterungsprozess unterliegt nicht der Gewährleistungsverpflichtung. Wenn ein Fachunternehmer auf einem Estrich Fliesen verlegt und bei dem Estrich liegt die Belegereife noch nicht vor und stellt die elastischen Fugen frühzeitig her und es kommt zu Bodenverformungen in dessen Folge die Fugen abreißen, dann kann es sich nicht um eine mangelfreie Leistungsausführung handeln.
Wer für seine Leistung Geld fordert, der muss auch dafür eine Gewährleistungsverpflichtung eingehen.
Weshalb berücksichtigt man nicht eine bekannte Entscheidung vom Bundesgerichtshof, wie das Urteil vom 20.04.1993, Aktenzeichen X ZR6792; DB93,1716?

Selbst dann, wenn die Anschlussfugen z. B. in einer Breite von 10 mm hergestellt wurden, ändert das am Sachthema nichts. Wegen den im Laufe der Zeit eingetretenen Bodenverformungen würde sich die Breite der Anschlussfugen verbreitern.

Bild 12:

Es wird gelegentlich argumentiert, dass die Anschlussfuge nicht ausreichend breit hergestellt worden ist. Das ist allerdings mit dem Mangelproblem nicht in Einklang zu bringen. Auch die sogenannte „aufgespritzte Dreiecksfuge" ändert an der Sachthematik, dass Bodenverformungen eingetreten sind, nichts.

Gemäß VOB Teil B § 3 Nr. 1 übernimmt der Auftraggeber die Gewähr dafür, dass seine Leistung zum Zeitpunkt der Abnahme mangel- und fehlerfrei ist.

Es kommt entscheidend darauf an, dass technische Sachverständige allumfassend die Zusammenhänge nachstellen, damit das erkennende Gericht eine sachbezogene Entscheidung treffen kann.

So wie die Sachlage von mir dargestellt wurde, haftet der Auftragnehmer, z. B. der Fliesenleger, sowohl für die entstandenen Bodenverformungen als auch dafür, dass die elastischen Anschlussfugen abgerissen sind.

Nicht alles was in Merkblättern oder DIN-Normen veröffentlicht worden ist, muss richtig sein. Auch eine sogenannte „offizielle Meinung" oder sonstige Festlegungen sollten gerade von unabhängigen Sachverständigen einer kritischen Betrachtung und Bewertung unterzogen werden.

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Gerhard Gasser
Öffentlich bestellter und
vereidigter Sachverständiger

Taubenberg 103, 65510 Idstein
Telefon: 06126/3139