



Das Trocknungsverhalten von Estrichen - Beurteilung und Schlussfolgerungen für die Praxis

von Werner Schnell

veröffentlicht in Rainer Oswald AlBau, Bauverlag GmbH, Wiesbaden
aus „Aachener Bausachverständigentage 1994“
Neubauprobleme – Feuchtigkeit und Wärmeschutz

1. Einleitung

Estriche werden in der Ausbauphase verlegt, in der Regel nach dem Putz. Danach folgen nur noch die Bodenbeläge und die Malerarbeiten. Das Trocknungsverhalten der Estriche ist deshalb eine wichtige Größe im Bauablaufplan, vor allem, weil die Bodenbelagsverlegung maßgebend davon abhängt. Bei einzelnen Estrichen wird auch die Belastbarkeit vom Trocknungszustand des Estrichs beeinflusst.

2. Estricharten

Estriche werden nach dem Bindemittel, der Konsistenz, der Funktion und der Verlegeart unterschieden. Im Gegensatz zu vorgefertigten Trockenestrichen und Gussasphaltestrichen müssen die mit Wasser hergestellten

- Anhydritestriche,
- Magnesiaestriche und
- Zementestriche

je nach Nutzung trocknen, bevor sie belegt und/oder belastet werden können. Für knappe Bautermine können aber schon seit längerer Zeit mit „Schnellzementen“ hergestellte Schnellestriche verwendet werden, die nach Herstellerangaben innerhalb von 3 Tagen nach entsprechender Überprüfung des Feuchtigkeitsgehaltes mit jedem Bodenbelag belegt werden können. Hinsichtlich der Konsistenz werden steifplastische, auch konventionelle Estriche genannt, und Fließestriche unterschieden.

Estriche werden im Verbund, auf Trennschicht sowie auf Dämmschicht (schwimmende Estriche) verlegt. Heizestriche sind beheizbare Estriche auf Dämmschicht, wobei die Heizelemente sowohl im Estrich eingebettet als auch in der Dämmschicht angeordnet sein können. Nähere Einzelheiten können den Normteilen 2 bis 4 der DIN 18 560 - Estriche im Bauwesen - [1] entnommen werden.

3. Definition Ausgleichsfeuchte, Belegreife und praktischer Feuchtigkeitsgehalt

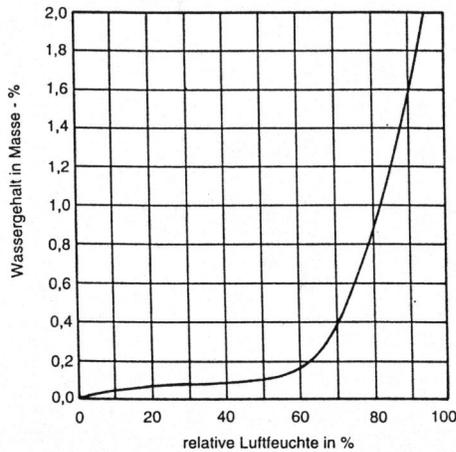


Abb. 1 Sorptionsisotherme von Anhydritestrich (Wassergehalt bestimmt durch Trocknung bei 40°C bis zur Gewichtskonstanz)

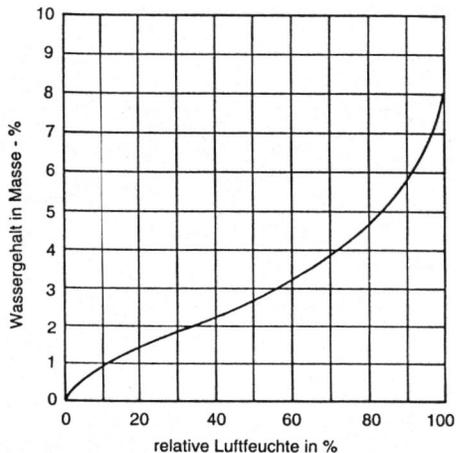


Abb. 2 Sorptionsisotherme von Zementestrich (Wassergehalt bestimmt durch Trocknung bei 105°C bis zur Gewichtskonstanz)

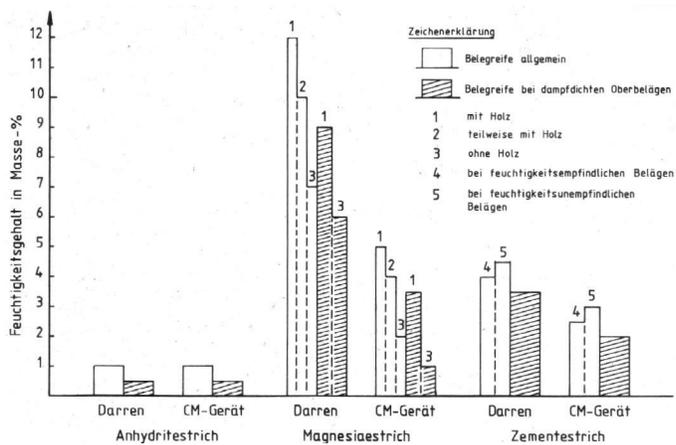
Die Ausgleichsfeuchte ist der Feuchtigkeitsgehalt, der sich in einem porösen Baustoff bei einem bestimmten Klima, gekennzeichnet durch Temperatur und relative Luftfeuchtigkeit, nach Lagerung bis zur Gewichtskonstanz einstellt. Der Zusammenhang zwischen dem Estrichwassergehalt und der relativen Luftfeuchtigkeit ist für eine bestimmte Temperatur den Sorptionsisothermen zu entnehmen. Beispiele für einen Anhydritestrich und einen Zementestrich sind in den Abb. 1 und 2 dargestellt. Die Ausgleichsfeuchte gilt also streng genommen nur für einen bestimmten Estrich bestimmter Zusammensetzung und Verdichtung bei einem bestimmten Klima. Es hat sich allerdings gezeigt, dass für die übliche Zusammensetzung der Estriche im Wohnbau und gewerblichen Bau die Unterscheidung nach Bindemitteln in der Regel genügt. Für den Praktiker bedeutsam ist aber, dass die Ausgleichsfeuchte für das Baustellenklima von z.B. 12°C und 80 % relativer Luftfeuchtigkeit wesentlich von der Ausgleichsfeuchte bei Wohnraumklima von z.B. 22°C und 50 % relativer Luftfeuchtigkeit abweicht und dass die Ausgleichsfeuchte des Wohnraumklimas auch durch lange Trockenzeiten unter dem angegebenen Baustellenklima nicht erreicht werden kann. Der teilweise auch heute noch bei den Estrichpraktikern verwendete Begriff „Haushaltsfeuchte“ ist deshalb irreführend, weil er vorgibt, dass sich dieser mit „Haushaltsfeuchte“ bezeichnete Wassergehalt bei jedem Klima einstellt.

Die Belegreife ist der Grenzfeuchtigkeitsgehalt des Estrichs, der vor der Verlegung einer bestimmten Bodenbelagsart abgewartet werden muss. Die in DIN 4725 Teil 4 [2] festgelegten Grenzfeuchtigkeitsgehalte (Tab. 1) basieren im wesentlichen auf Untersuchungen im Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung [3] (siehe auch Abb. 3). Die Belegreife liegt in der Regel über der Ausgleichsfeuchte für das trockene Wohnraumklima.

Bodenbelag	Feuchtigkeitsgehalt bei Zementestrich %	Feuchtigkeitsgehalt bei Anhydritestrich %
Stein- und keramische Beläge im Dünnbett	2,0	0,5
Stein- und keramische Beläge im Mörtelbett auf Trennschicht	2,0	0,5
Stein- und keramische Beläge im Dickbett	2,0 ¹⁾	0,5 ¹⁾
Dampfdurchlässige textile Bodenbeläge	3,0	1,0
Dampfbremsende textile Bodenbeläge	2,5	0,5
Elastische Bodenbeläge z.B. PVC, Gummi, Linoleum	2,0	0,5
Parkett	2,0	0,5

¹⁾ Bei feuchtigkeitsabsperrenden Haftbrücken (geplante Änderung)

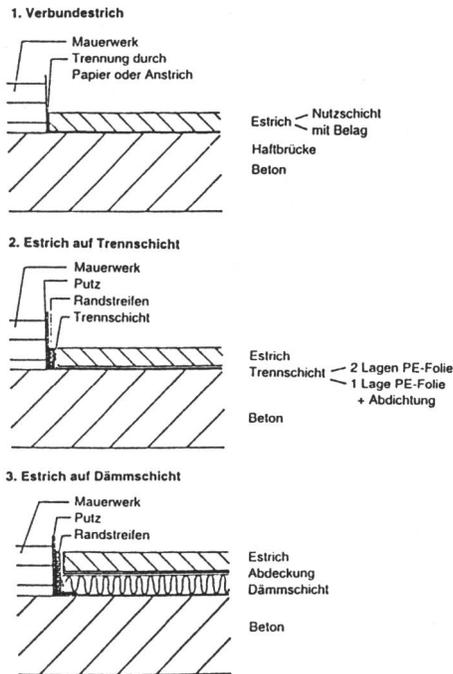
Tabelle 1 Für die Belegreife der Bodenbeläge maßgebende maximale Feuchtigkeitsgehalte von Estrichen nach DIN 4725 Teil 4



Der praktische Feuchtigkeitsgehalt ist nach DIN 4108 Teil 4 [4] der Feuchtegehalt, der bei der Untersuchung genügend ausgetrockneter Bauten, die zum dauernden Aufenthalt von Menschen dienen, in 90 % aller Fälle nicht überschritten wurde.

Bild 3 Grenzfeuchtigkeitsgehalte für die Belegreife

4. Einfluss der Verlegearten



Estriche werden im Verbund, auf Dämmschicht und auf Trennschicht verlegt (siehe Abb. 4). Das Trocknungsverhalten von Verbundestrichen hängt maßgeblich vom Feuchtigkeitsgehalt des Untergrundes ab. Das Trocknungsverhalten von Estrichen auf Dämm- und Trennschicht ist dagegen weitgehend unabhängig vom Untergrund. Die bei Verbundestrichen vorhandene Trocknung nach unten wird bei Estrichen auf Dämmschicht durch die wasserundurchlässige Abdeckung und bei Estrichen auf Trennschicht durch die meist wassersperrende Trennschicht weitgehend verhindert. Bei Estrichen auf Trenn- und Dämmschicht ohne Beläge entsteht deshalb beim Trocknen immer ein Feuchtigkeitsgefälle von unten nach oben. Im folgenden wird vorwiegend das Trocknungsverhalten von Estrichen auf Dämm- und Trennschicht behandelt.

Bild 4 Verlegearten mit Randanschluss

5. Einflüsse auf den Trocknungsverlauf

5.1 Wassertransportarten

Die Trocknung von Estrichen hängt vorwiegend von den Wassertransportarten Kapillarität und Diffusion sowie der Luftbewegung an der Estrichoberfläche ab. Kapillarität allerdings nur in dem Stadium, in dem Wasser in flüssiger Form vorhanden ist. Bei der Diffusion sind die Wasserdampfdiffusion und bei Proben mit höherem Feuchtigkeitsgehalt die Oberflächendiffusion zu beachten. Wasserdampfdruckunterschiede und hier insbesondere Wasserdampfkonzentrationsunterschiede lösen Wasserdampfdiffusion aus. Die Wasserdampf-Diffusionswiderstandszahl μ ist eine Kenngröße, die allerdings mit zunehmender Baustofffeuchte abnimmt. Dennoch ist mit diesem Materialkennwert die Wasserdampfdurchgängigkeit eines Estrichs zu beurteilen. Folgende μ -Werte werden für Zementestriche in DIN 4108 Teil 4 [4] bzw. von Buss [5] angegeben:

DIN 4108 Teil 4 μ	0 - 50 %	Buss μ RH	50 - 100 %
Zementestrich 15/35	20 - 58		5 - 19

Der μ -Wert von Anhydritestrich liegt nach unseren Prüfungen etwa bei 15, der von Magnesiaestrich etwa bei 15 bis 20. Zugluft stört das sich einstellende Gleichgewicht zwischen Estrich und Umgebung und beschleunigt deshalb die Trocknung. Auf die allgemein bekannten Nachteile einer Trocknung durch Zugluft bei Zementestrichen wird allerdings hingewiesen. Weitere Details zum Wassertransport sind z.B. bei Klopfer [6] und Buss [5] zu finden.

5.2 Baustellenklima

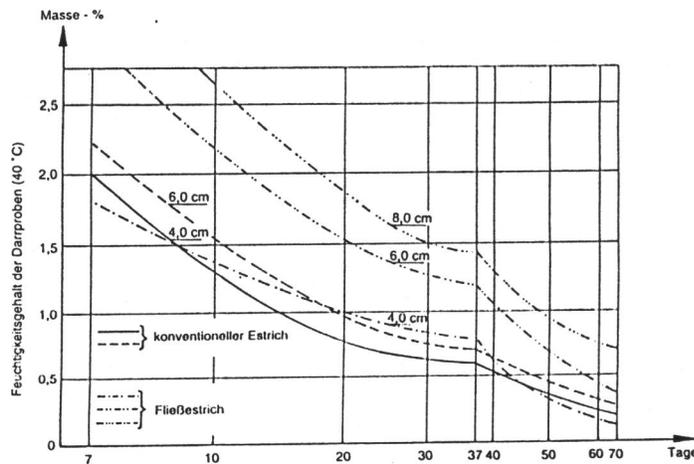


Bild 5 Austrocknungsverlauf der Anhydritestriche bei Lagerung in feuchtem (10/75) und anschließend in trockenem (20/50) Klima

Die Abb. 5 und 6 zeigen Messergebnisse an unterschiedlich dicken Anhydrit- und Zementestrichen auf Trennschicht, die teilweise aus [3] stammen, teilweise aus neueren Messungen. Den Bildern ist zu entnehmen, dass der Feuchtigkeitsgehalt in der Anfangszeit bei jedem der beiden gewählten Lagerungsklima (etwa 12/80 und 22/50) anfänglich schnell abnahm und sich dann asymptotisch einem Grenzwert, der Ausgleichsfeuchte, näherte. Diese wurde nicht abgewartet, sondern aus den Kurvenverläufen abgeschätzt.

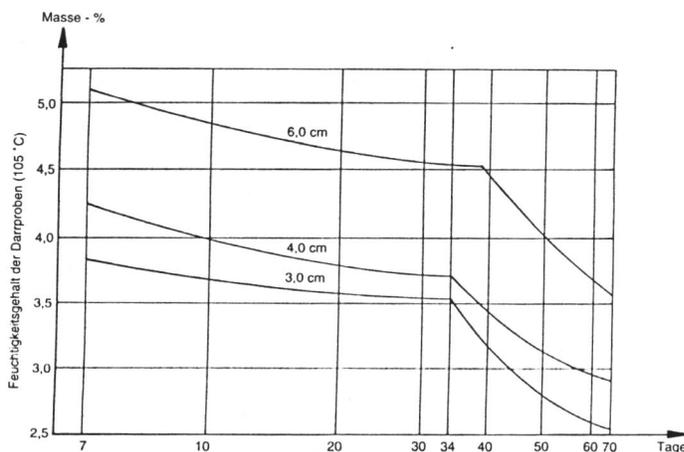


Bild 6 Austrocknungsverlauf der Zementestriche bei Lagerung in feuchtem (13/80) und anschließend in trockenem (22/50) Klima

Die jeweilige Ausgleichsfeuchte wird beim feuchten Klima (Baustellenklima) langsamer als beim trockenem Klima (Wohnraumklima) erreicht. Nach der Umlagerung der Platten vom feuchten zum trockenem Klima wurde trotz etwa 35-tägiger Vorlagerung bei dem feuchten Klima weiteres Wasser frei.

Bei Heizestrichen kann die Trocknung und Erhärtung des Estrichs durch niedrige Vorlauftemperaturen ($\leq 20^\circ\text{C}$) im Winter in geschlossenen Räumen u.U. schon beim Einbringen des Estrichs unterstützt werden. Unabdingbar ist das Vorheizen vor der Bodenbelagsverlegung (siehe [2]).



5.3 Estrichdicke

Die Ausgleichsfeuchte stellt sich bei dünnen Estrichen wesentlich schneller ein als bei dicken Estrichen. Bei sonst gleichen Verhältnissen und Zusammensetzung sollte man näherungsweise davon ausgehen, dass die Estrichdicke etwa im Quadrat in die Austrocknungszeit eingeht.

Bei dem trockenen Wohnraumklima ist die Belegreife bei etwa 4 cm dicken Estrichen für alle Bodenbeläge in der Regel nach 3 Wochen erreicht. Beim feuchten Baustellenklima stellt sich bei 4 cm dicken Estrichen in der Regel ohne besondere Maßnahmen nur die Belegreife für feuchtigkeitsunempfindliche Bodenbeläge ein.

5.4 Estrichzusammensetzung und -konsistenz

Großen Einfluss auf den Trocknungsverlauf hat auch der Wasser-Bindemittelwert und die Dichte des Estrichs, die nicht nur von der Konsistenz des Estrichs, sondern auch von der Verlegeart bestimmt wird. Bei Anhydrit-Fließestrich können sich an der Oberfläche relativ undurchlässige Schichten aus Feinmörtel mit hohem Fließmittelanteil bilden, die deshalb sobald wie möglich entfernt werden sollten.

Fließestriche sollten bei Heizestrichen nicht über 8 cm und bei unbeheizten Estrichen möglichst nicht über 5 cm dick ausgeführt werden, da sonst, insbesondere bei nahezu dampfdichten Bodenbelägen, umfangreiche Trocknungsmaßnahmen durchgeführt werden müssen, um den Baufortschritt nicht übermäßig zu hemmen. Falls größere Konstruktionshöhen überbrückt werden müssen, sollte zunächst ein Ausgleichestrich eingebracht werden. In diesem Zusammenhang muss angemerkt werden, dass zulässige Toleranzen (Ebenheits- und Winkeltoleranzen) in der Rohdecke eines Raumes durchaus zu Dickenunterschieden innerhalb des Estrichs von 20 mm führen können, wenn die durch die Verkehrslast vorgegebene Estrichmindstdicke an jeder Stelle eingehalten wird. Wegen der Quertrocknung innerhalb der Estrichebene darf allerdings eine örtliche Erhöhung der Estrichdicke hinsichtlich des Trocknungsverhaltens nicht mit dieser Estrichdicke über die gesamte Raumfläche gleichgesetzt werden.

6. Einflüsse des Trocknungsverhaltens auf Formänderungen des Estriches bzw. der Fußbodenkonstruktion

6.1 Einflüsse bei Zementestrichen

Zementestriche verkürzen sich wie jeder zementgebundene Baustoff beim Austrocknen. Diese mit Schwinden bezeichnete Erscheinung führt bei den beweglichen Zementestrichen auf Dämm- und Trennschicht neben der Verkürzung des Estrichs in horizontaler Richtung zur konkaven Krümmung der Estrichplatte. Das sich beim Trocknen einstellende Feuchtigkeitsgefälle von unten nach oben hat ein unterschiedliches Verkürzungsbestreben über den Estrichquerschnitt zur Folge. Der Verkrümmung wirkt das Eigengewicht entgegen. Deshalb beschränkt sich die Verwölbung in der Regel auf einen etwa 0,5 bis 1,5 m breiten Randbereich. Der mittlere Bereich senkt sich unter die Ausgangslage ab, da die Dämmschicht wegen der kleineren Auflagefläche höher belastet wird (siehe Darstellung A in Abb. 7).

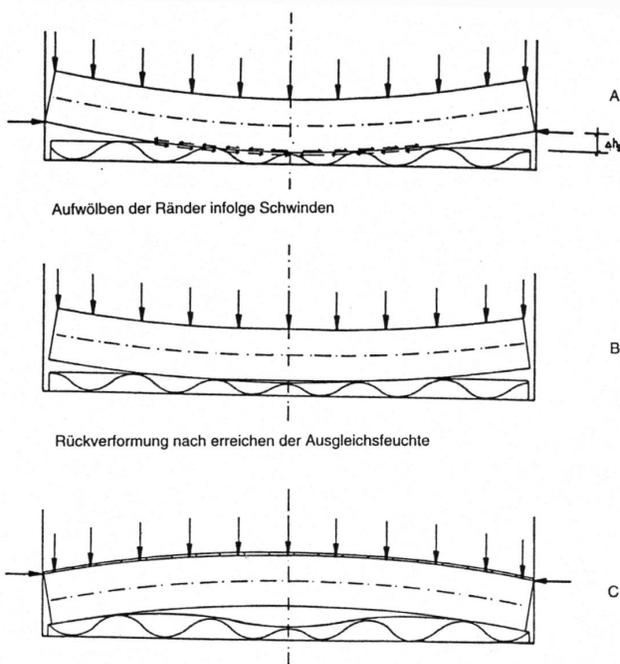


Abb. 8 zeigt, dass die Aufwölbung der Ränder auch bei kleinen Estrichplatten ähnlich groß werden kann wie im Randbereich großer Platten, da sich bei kleinen Platten das Eigengewicht des Estrichs auf die Formänderungen kaum auswirkt.

Das Schwindmaß ist von ähnlichen Faktoren wie das Trocknen abhängig:

- Umgebungsklima,
- Estrichzusammensetzung
- Zeitpunkt des Austrocknungsbeginns,
- Estrichdicke

Bild 7 Absenken der Ränder nach Belagsverlegung infolge Schwindens des Estrichs bzw. Umkehrung des Feuchtigkeitsgefälles

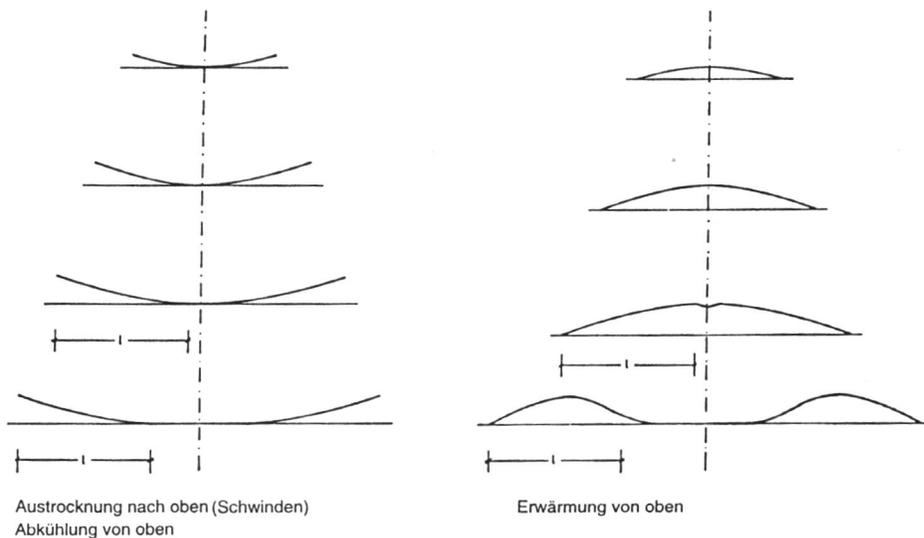


Bild 8 Aufwölbung der Ränder

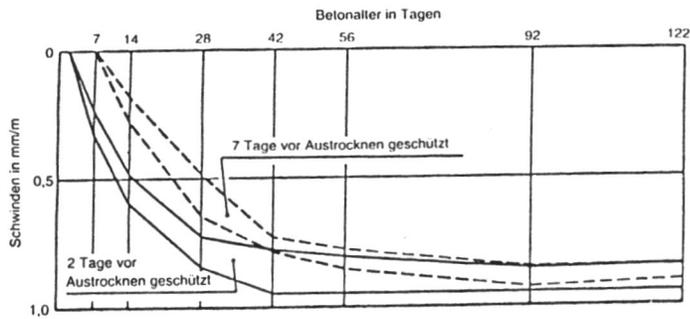


Bild 9 Trocknungsverlauf von Fließbeton [7]

Eine anfängliche Feuchthaltung oder Abdeckung des Estrichs vermindert zwar das Schwindmaß, kann aber eine konkave Verkrümmung bei nachfolgender Trocknung nicht verhindern (siehe Abb. 9 [7]). Die durch die besondere Nachbehandlung verlorene Trocknungszeit wiegt deshalb den Vorteil der kleineren Verkrümmung in der Regel nicht auf [8]. Zudem wurde bei Untersuchungen ermittelt, dass die sich in geschlossenen Räumen über dem Zementestrich bildende Feuchtigkeitsglocke eine schnelle Austrocknung behindert und dadurch die Verkrümmung einschränkt.

Die Verkrümmung wird auch nur unwesentlich durch eine Bewehrung des Estrichs mit Baustahlgitter behindert, insbesondere dann, wenn das Baustahlgitter entsprechend der Norm etwa im mittleren Drittel angeordnet wurde.

Die Verkrümmung geht bei weiterer Trocknung bis auf einen bleibenden Anteil zurück, der von der ursprünglichen Größe der Aufwölbung und damit wesentlich von den Trocknungsbedingungen unmittelbar nach der Herstellung des Estrichs abhängt (siehe Darstellung B in Abb. 7). Der bleibende Anteil geht in der Regel durch Kriechen unter der Verkehrslast im Laufe der Zeit vollständig zurück.

Bei nahezu dampfdichten Bodenbelägen wird die Oberseite des Estrichs zunächst mit einem wasserhaltigen Material (Vorstrich, Spachtelmasse, Dünnbettmörtel) behandelt. Das Wasser aus diesen Materialien erhöht den Wassergehalt der obersten Schicht des Estrichs und gleicht das noch vorhandene Feuchtigkeitsgefälle von unten nach oben weitgehend aus. Der bleibende Anteil der Aufwölbung wird dadurch kleiner.

Bei dicken Spachtelmassen und Fliesenverlegung im Dünnbett kann sich das Feuchtigkeitsgefälle umkehren, wenn nicht genügend Zeit für die Trocknung dieser Materialien zur Verfügung steht. Die Fugen sollten deshalb nicht schon am nächsten Tag verfugt werden, die Spachtelmasse mindestens 48 Stunden, bei ungünstiger Witterung u.U. länger, austrocknen.

Wird der Zementestrich bis zur Belegreife getrocknet, bevor der Fliesenbelag verlegt wird, und bleiben die Fugen offen, bis das Dünnbett getrocknet ist, sind nach unseren Messungen etwa 70 % bis 80 % des Endschwindmaßes des Estrichs erreicht, insbesondere, wenn durch künstliche Trocknung nachgeholfen wurde. Die weitere Verkürzung des Zementestrichs erfolgt innerhalb eines wesentlich größeren Zeitraumes als der bis dahin vorhandene Anteil des Endschwindmaßes. Die zwischen dem kaum schwindenden Fliesenbelag und dem Zementestrich dadurch entstehenden Zwängungsspannungen werden schon in der Entstehungsphase durch Kriechen weitgehend abgebaut. Risse sind nach unserer Erfahrung dann nicht zu erwarten. Allerdings werden wegen der nachträglichen Verkürzung kleinere Randabsenkungen sichtbar sein.

Dagegen stellen sich im Fußboden in der Regel nach der ersten Heizperiode, u.U. aber auch erst nach Ablauf von 3 Jahren Risse ein, wenn der Fliesenbelag zu früh, also vor dem Erreichen der Belegreife aufgebracht wird. Die nachträgliche größere Verkürzung des Estrichs wird dann durch

den mit dem Estrich verbundenen Fliesenbelag behindert. Die gesamte Verbundkonstruktion verformt sich konvex (siehe Darstellung C in Abb. 7 und Abb. 10). Die Ränder senken sich über die Ausgangslage ab, die mittlere Fläche hebt sich von der Dämmschicht ab. Der noch im Estrich verbliebene, zu hohe Restfeuchtigkeitsgehalt konzentriert sich unter dem nahezu dampfdichten Dünnbettmörtel. Das Feuchtigkeitsgefälle kehrt sich dadurch um und fördert das konvexe Verwölbungsbestreben.

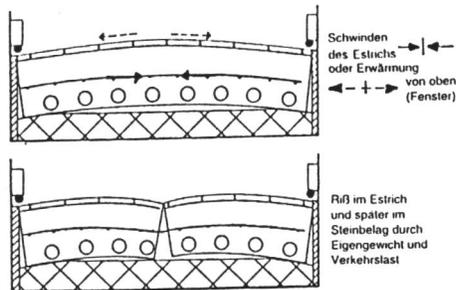


Bild 10 Verformung der Verbundkonstruktion

Der Zementestrich ist in der Regel nicht selbsttragend. Er reißt deshalb unter Eigengewicht in der nicht von der Dämmschicht unterstützten, mittleren Fläche von unten her ein. Der Fliesenbelag senkt sich in diesem Bereich ab. Zunächst ist kein Riss sichtbar, da sich der Fliesenbelag in der Druckzone befindet. Erst in der Folgezeit wird sich der Riss im Estrich unter der Verkehrslast vergrößern und sich dann auch im Fliesenbelag zeigen.

Anhaltswerte für die in der Praxis beobachteten und gemessenen Randverformungen sind in [9] enthalten. In [10] wird gezeigt, dass Randverformungen konstruktionsbedingt bei jedem Zementestrich auftreten und dass Randabsenkungen bis etwa 5 mm auch bei sorgfältiger Ausführung nicht zu vermeiden sind. Elastoplastische Fugenmassen reißen bei dieser Dehnung immer ab und müssen erneuert werden.

6.2 Einflüsse bei Anhydritestrichen

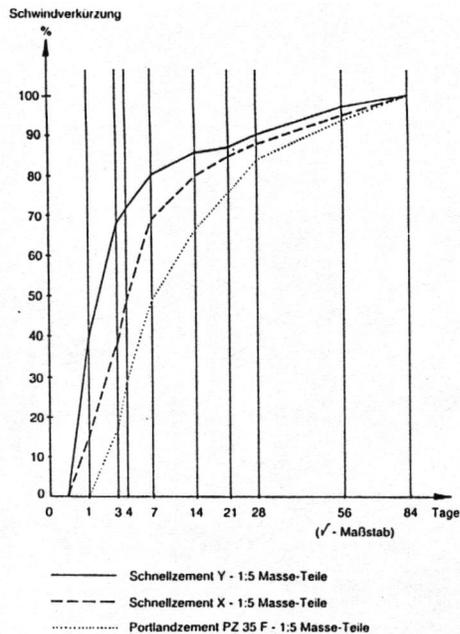
Anhydritestriche verkürzen sich beim Trocknen im Vergleich zu Zementestrichen wenig. Sie verkrümmen sich beim Trocknen deshalb kaum. Für neuere Bindemittel auf Calciumsulfatbasis wurde dieser Nachweis allerdings noch nicht durchgehend geliefert. Nach ersten Beobachtungen scheinen sich bei den mit diesen Bindern hergestellten Estrichen beim Trocknen größere Verkürzungen einzustellen als bei den bisher nahezu ausschließlich mit synthetischen Anhydritbindern hergestellten Estrichen.

Anhydritestriche weisen in der Regel einen Kristallisationsgrad $< 100\%$ auf. Bei nachträglicher Durchfeuchtung oder beim Einsperren über die Belegreife hinausgehender Wassermengen können Binderbestandteile nachkristallisieren. Dies kann zum Quellen des Estrichs und zur Beulenbildung der Fußbodenkonstruktion führen.

6.3 Einflüsse bei Magnesiaestrichen

Bei Magnesiaestrichen liegt das Schwindmaß etwa zwischen dem von Anhydritestrichen und dem von Zementestrichen. Auf Magnesiaestrichen werden in der Regel aber keine Fliesenbeläge verlegt. Verformungen und Rissbildungen wurden bei dieser Estrichart deshalb selten festgestellt. Dies hängt aber auch damit zusammen, dass der Magnesiaestrich vorwiegend im Industriebau und dort im Verbund eingesetzt wird.

6.4 Schnellestriche



Bei den Schnellestrichen für den Innenbereich wird das Wasser vorwiegend durch Ettringitbildung gebunden. Das vorgegebene Verhältnis Wasser zu Bindemittel muss deshalb eingehalten werden. Das Schwindmaß des Estrichs aus Schnellzement sollte nach 3 Tagen etwa bei 60 % bis 70 % des Endschwindmaßes liegen, damit Fliesen, wie vom Hersteller des Sonderbindemittels vorgegeben, darauf verlegt werden können (siehe Abb. 11). Sonst sind ähnliche Verkrümmungen zu erwarten, wie bei Zementestrichen aus Normzementen bei zu früher Verlegung.

Bild 11 Schwindverkürzung bei Schnellestrichen

7. Einflüsse der Trocknung auf das Festigkeitsverhalten

7.1 Einflüsse bei Zementestrichen

Zementestriche sollten nicht zu schnell trocknen, da sonst der oberen Zone das für die Hydratation notwendige Wasser vorzeitig entzogen wird. Die Folge ist eine geringe Oberflächenfestigkeit und bei extremen Bedingungen in dünnen Schichten sogar ein Abfall in der Festigkeit und Tragfähigkeit des Zementestrichs. Im Wohnungsbau ist das Schließen der Fenster und Türen ausreichend.

7.2 Einflüsse bei Anhydritestrichen

Bei Anhydritestrichen nimmt die Festigkeit des Estrichs mit zunehmendem Feuchtigkeitsgehalt ab. Nach Prüfungen im Institut für Baustoffprüfung und Fußbodenforschung kann die Biegezugfestigkeit bei trockenem Wohnraumklima um bis zu 50 % höher liegen als bei feuchtem Baustellenklima. Die Festigkeitsreserven sind aber, insbesondere bei Fließestrichen, so groß, dass dadurch auch bei feuchtem Bauklima keine Mängel entstehen, wenn der Estrich offen liegt.

Anhydritestriche sollten im Gegensatz zu Zementestrichen nur 2 Tage vor Zugluft und Wärme geschützt werden. Danach sollten sie ungehindert austrocknen können. Wird die Raumluft zur schnelleren Trocknung des Estrichs erwärmt, sollte durch entsprechendes Lüften für den Abzug der Feuchtigkeit gesorgt werden. Während kurzzeitige Durchfeuchtungen für den Anhydritestrich nicht schädlich sind, wirkt sich eine Dauerdurchfeuchtung nachteilig aus. Die Feuchtigkeit darf deshalb nicht eingesperrt werden. Wird die Belegreife bei nahezu dampfdichten Belägen nicht eingehalten, konzentriert sich der Wasserüberschuss in der oberen Estrichzone und führt zu deren Erweichung.

Da Calciumsulfat auch in geringen Mengen im Wasser löslich ist, zersetzt sich der Estrich allmählich.

7.3 Einflüsse bei Magnesiaestrichen

Magnesiaestriche sind beständig gegen kurzfristige Durchfeuchtung. Bei Dauerdurchfeuchtung können sie sich zersetzen. Im wesentlichen gelten dieselben Vorsichtsmaßnahmen wie bei Anhydritestrichen.

8. Messung des Feuchtigkeitsgehaltes

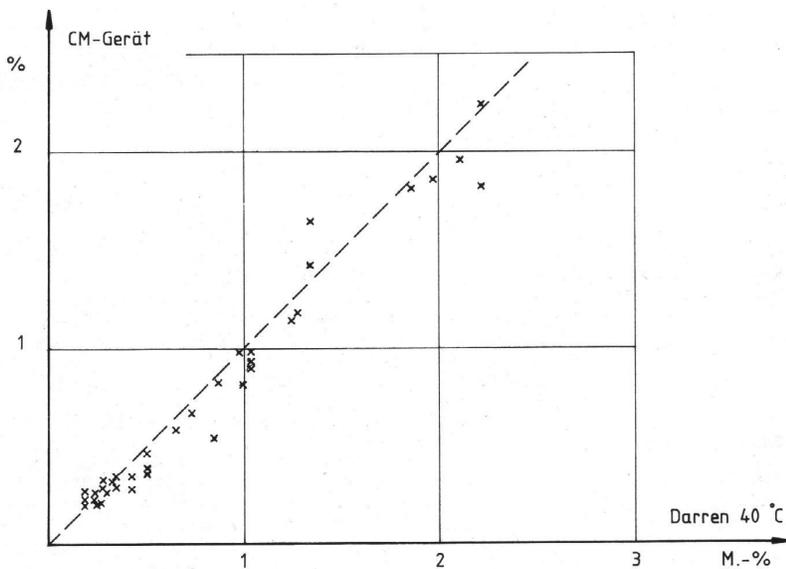


Bild 12 Vergleich CM-Gerät und Darrversuch (40°C) bei Anhydritestrichen

Wegen der zahlreichen Einflussmöglichkeiten ist der Feuchtigkeitsgehalt eines Estrichs nicht vorzuberechnen. Die Belegreife muss jeweils durch Messung festgestellt werden. Dies ist auch - entgegen der Festlegung in der ATV-Norm DIN 18 365 [11] - für Heizestriche zu empfehlen. Die Durchführung der Messungen muss bei Heizestrichen schon bei den Leistungsbeschreibungen eingeplant und später koordiniert werden, z.B. Markierung der 3 Messstellen je 200 m² durch den Heizungsbauer, Einbettung der Markierungen durch den Estrichleger und Messung an den markierten Stellen durch den Bodenleger.

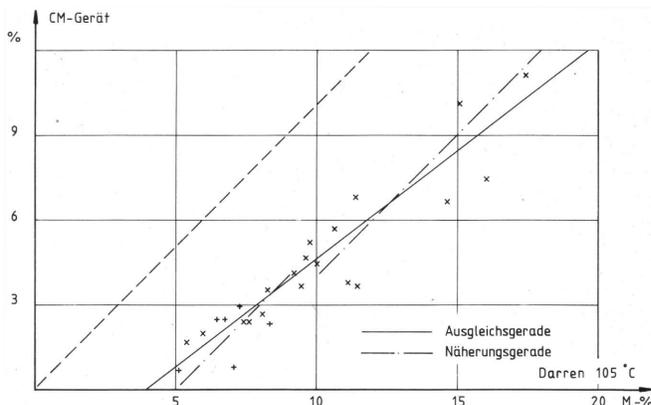
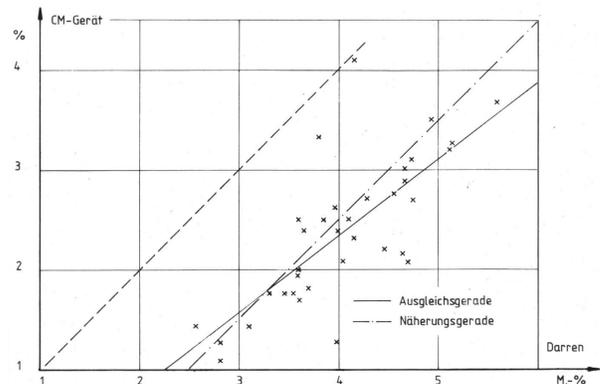


Bild 14 Vergleich CM-Gerät und Darrversuch (105°C) bei Zementestrichen





Gemessen wird auf der Baustelle mit dem CM-Gerät, im Labor durch Trocknung (gravimetrische Messung) bei 105°C (Magnesia- und Zementestriche) bzw. 40°C (Anhydritestriche) bzw. 50°C (Schnellestriche). Elektrische Messverfahren, die qualitative Aussagen liefern, können zum Auffinden der feuchtesten Stelle eingesetzt werden, an der dann mit dem CM-Gerät nachgemessen wird. Das CM-Gerät liefert beim Zementestrich kleinere Werte als die Trocknungsmethode (Darrmethode). Bei zahlreichen Vergleichsversuchen wurde für den Bereich der Belegreife etwa folgender Zusammenhang festgestellt (siehe Abb. 12 bis 14):

Anhydritestriche: CM-Wert \cong Darrwert bei 40°C
Magnesiaestriche: CM-Wert \cong Darrwert bei 105°C - 5 %
Zementestriche: CM-Wert \cong Darrwert bei 105°C - 1,5 %

Nischer [8] ermittelte bei seinen Messungen bei Feuchtigkeitsgehalten über der Belegreife für dampfdichte Beläge eine Abweichung des CM-Wertes von dem Darrwert von 2 % und befindet sich damit in Übereinstimmung mit den Werten in Abb. 14.

9. Zusammenfassung

Das Trocknungsverhalten von Estrichen wird außer von der Zusammensetzung und der Estrichdicke wesentlich von den Verlegearten, dem Trocknungsbeginn, den Trocknungsbedingungen und dem Bodenbelag bestimmt. Der Trocknungsverlauf hat nicht nur Auswirkungen auf die Festigkeit, sondern, insbesondere bei Zementestrichen mit keramischen und Steinbelägen, auch auf die Verformung. Bei den gegen Dauerdurchfeuchtung empfindlichen Anhydritestrichen und Magnesiaestrichen ist die Einhaltung der Belegreife bei nahezu dampfdichten Bodenbelägen besonders wichtig.

Verformungen in Form von konkaven Verformungen bei der Austrocknung und in Form von konvexen Verkrümmungen im Verbund mit keramischen und Steinbelägen (Randabsenkungen) sind bei Zementestrichen auch bei sorgfältiger Ausführung und bei Beachtung aller fachlichen Regeln nicht zu vermeiden. Die Verformungen werden mit folgenden Maßnahmen eingeschränkt:

- Estrichherstellung mit niedrigem W/Z-Wert und mit möglichst geringem Zementleimgehalt;
- Türen und Fenster mindestens 7 Tage geschlossen halten. Zugluft und sonstige schädliche Einflüsse in dieser Zeit vermeiden;
- Belegreife abwarten, bevor der Bodenbelag verlegt wird. Notfalls mit künstlichen Maßnahmen (bei Heizestrichen mit anfangs niedrigen Vorlauftemperaturen $\leq 20^\circ\text{C}$) oder durch Erwärmen und Lüften des Raumes. Der Einfluss des Schwindmaßes des Estrichs auf die Randverformungen wird bei Stein- und keramischen Belägen durch Einhalten der Belegreife klein gehalten;
- Raum auf 15°C bis 18°C temperieren, bevor vorgestrichen bzw. gespachtelt wird.

Schnelle Trocknung wird bei Zementestrichen bis auf die Nachbehandlung durch dieselben Maßnahmen erreicht, die für eine geringe Verformung gelten. Dazu kommen folgende Maßnahmen für alle Estriche:

- die Trocknung bei Magnesia- und Anhydritestrichen nach einem 2tägigen Schutz durch Lüftung beschleunigen;
- die Estrichdicke auf das notwendige Maß beschränken. Unzulässige Ebenheiten des Untergrundes vor der Verlegung des Estrichs ausgleichen lassen;



- ggf. muss der Planer durch Anordnen einer Dampfsperre Wasser aus dem Untergrund fernhalten.

Das Temperieren des Raumes vor dem Vorstreichen bzw. Spachteln auf 15°C bis 18°C hat auch eine bessere Haftung des Bodenbelages zur Folge und beschleunigt die Austrocknung der wasserhaltigen Vorstriche, Spachtelmasse und Dünnbettmörtel

Literatur

- [1] DIN 18 560 Teil 2 - Estriche im Bauwesen; Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estriche) - Ausgabe Mai 1992; DIN 18 560 Teil 3 - Estriche im Bauwesen; Verbundestriche - Ausgabe Mai 1992; DIN 18 560 Teil 4 - Estriche im Bauwesen; Estriche auf Trennschicht - Ausgabe Mai 1992
- [2] DIN 4725 Teil 4 - Warmwasser-Fußbodenheizungen; Aufbau und Konstruktion - Ausgabe Mai 1992 mit verabschiedeten aber noch nicht veröffentlichten Änderungen
- [3] Schnell, W.: Zur Ermittlung der Belegreife und Ausgleichsfeuchte von mineralisch gebundenen Estrichen, boden-wand-decke 31 (1985) Heft 1
- [4] DIN 4108 Teil 4 - Wärmeschutz im Hochbau; Wärme- und feuchteschutztechnische Kennwerte - Ausgabe August 1981
- [5] Buss, H.: Aktuelles Tabellenhandbuch; Feuchte, Wärme, Schall; Weka-Fachverlag GmbH & Co. KG, Verlag für Baufachliteratur, Kissing 1987
- [6] Klopfer, H.: Wassertransport durch Diffusion in Feststoffen; Bauverlag Wiesbaden 1971
- [7] Nischer, P.: Estriche aus Fließbeton; Zement und Beton 28 (1983) Heft 3
- [8] Nischer, P.: Weniger Risiko bei der Estrichherstellung - Einflüsse auf das Schwinden, Aufschüsseln und den Austrocknungsverlauf von schwimmenden und gleitenden Zementestrichen; Zement und Beton 32 (1987) Heft 4
- [9] Schnell, W.: Randverformungen bei schwimmenden Estrichen/Heizestrichen - Einflüsse und Folgerungen, boden-wand-decke 33 (1987) Heft 10
- [10] Schnell, W.: Randverformungen bei schwimmenden Zementestrichen - Analyse und Bewertung, boden-wand-decke 36 (1990) Heft 11
- [11] DIN 18 365 - Bodenbelagarbeiten



Podiumsdiskussion am 08. März, vormittags

Schnell:

Die Fragen lassen sich in 2 Gruppen einteilen. Mehrere Fragen beziehen sich auf die Messungen des Feuchtigkeitsgehaltes, der überwiegende Teil auf die Verformungen des Estrichs, und hier auf den Kernpunkt, welche Größe ist zulässig und welche wird als Mangel bezeichnet. Ich habe in meinem Referat erwähnt, dass bei Zementestrichen, auch bei gut zusammengesetzten und nachbehandelten Estrichen, Randabsenkungen von 5 mm auftreten können. Unter Nachbehandlung werden dabei im Wohnungsbau geschlossene Türen und Fenster verstanden. Absenkungen nach dem Aufbringen des Fliesenbelages hängen im wesentlichen davon ab, bei welchem Feuchtigkeitsgehalt des Estrichs der Fliesenbelag aufgebracht wird, und hier werden sehr viele Fehler gemacht. Ich plädiere dafür, dass auch nichtbeheizte Zementestriche künstlich getrocknet werden. Durch das Trocknen wird ein Teil des Endschwindmaßes vorweggenommen. Wenn ich davon ausgehe, dass ich einen bleibenden Anteil aus der anfänglichen Austrocknungswölbung habe und dann die Absenkung von etwa 3 mm dazu nehme, die auch bei den genannten Voraussetzungen auftreten kann, dann wären es etwa 5 mm, die aufgrund von Austrocknungsvorgängen auftreten können. Diese Randabsenkung würde ich nicht als Mangel bezeichnen. Sie ist konstruktiv bedingt. Ob der Bauherr damit einverstanden sein muss, ist eine rechtliche Frage. Aus meiner Sicht ist sie zu bejahen, wenn der Bauherr durch den Fliesenleger vorher darauf aufmerksam gemacht wird, dass die Randfugen nach 2 Jahren nachgefugt werden müssen.

Oswald:

Sie sind also der Meinung, dass es kein Mangel ist, wenn sich der Estrich bis 5 mm absenkt und dass das Nacharbeiten einer gewissen Dichtstoffrandfuge keine Nachbesserungspflicht des Bauunternehmers ist.

Schnell:

Ja, das habe ich so ausgeführt, allerdings nur unter der Voraussetzung, dass das dem Bauherrn vorher bekannt gemacht wird. Es gibt einen vergleichbaren Fall. Wir haben bei bestimmten textilen Bodenbelägen Shading. Diese Fleckenbildung ist nicht gezielt abstellbar. Nach der Rechtsprechung muss der Bodenleger den Bauherrn deshalb vorher darauf aufmerksam machen, dass so etwas auftreten kann. Es gibt aber auch andere Möglichkeiten, die Absenkungen zu kaschieren, z.B. durch Winkelprofile.

Oswald:

Durch eine gerissene Randfuge kann Wasser in den Estrich laufen. Man kann dann doch nicht nur von einem optischen Mangel wie beim Shading sprechen! Sollte man nicht aus planerischer oder handwerklicher Sicht die Dichtstofffuge am Rand so breit machen, dass sie die 5 mm-Bewegung ohne Rissbildung aufnehmen kann.

Schnell:

Eine 20 mm breite Fuge würde Ihnen kein Bauherr abnehmen. Dann lässt er eher noch Profile einbauen. Das Abdichten in Bädern mit Fugenmassen ist ein Problem bei schwimmenden



Konstruktionen. Wenn die Fuge dauerhaft dicht sein soll, ist die Fugenmasse sicherlich nicht das geeignete Material dazu.

Oswald:

Das entscheidende Problem liegt doch wohl darin, dass es für den Sachverständigen sehr schwer rekonstruierbar ist, ob tatsächlich der Estrich zu feucht war. Ich finde es insofern gut, dass sie einen zulässigen Grenzwert vorschlagen.

Schnell:

Ich habe einen Wert genannt. Ich darf hinzufügen, dass nach der Norm SIA 251 für Unterlagsböden in der Schweiz diese Werte festgeschrieben sind. 5 mm Aufwölbung und 7 mm Absenkung sind danach zulässig.

Frage:

Ist es denn nicht notwendig, dass der Stein eine gewisse Feuchtigkeit hat, damit die Haftung zum Mörtel ausreichend hoch ist?

Schubert:

Das ist natürlich uneingeschränkt zu bejahen, aber so trocken sind ja unsere Steine in der Regel nicht, selbst wenn die Einbaufeuchte gering ist. Ein gewisses Vornässen, was auch in der Mauerwerknorm angesprochen worden ist, für sehr saugfähige Steine spielt überhaupt keine Rolle im Hinblick auf das Nachschwinden und das Austrocknungsverhalten. Es ist also bei saugfähigen, besonders bei sehr saugfähigen Steinen immer zu empfehlen, damit die Verbundfestigkeit zwischen Mörtel und Stein ausreichend hoch ist.

Frage:

Frostbeständigkeit bzw. Frostwiderstand; wenn nach DIN 52 252 die Steine mit hohem Feuchtegehalt geprüft werden und Frostbeständigkeit oder ausreichender Frostwiderstand nachgewiesen wird, dann müsste es ja auch in der Praxis so sein.

Schubert:

Das ist natürlich so, deswegen ist die Prüfung ja so angelegt, dass mit einem hohen Feuchtegehalt geprüft wird, d.h. also, um das jetzt mal pauschal zu sagen, wir haben eigentlich beim Mauerwerk keine großen Probleme mit ausreichendem Frostwiderstand. Wenn Sie an Sichtmauerwerk, Verblendmauerwerk denken, dann müssen Sie ja Steine verwenden, die dafür geeignet sind. Dafür gibt es Steinnormen für Verblendsteine und Vormauersteine, die dann einer besonderen Frostbeanspruchung labormäßig unterzogen worden sind und den Nachweis einer besonders hohen Frostbeanspruchbarkeit geliefert haben.

Frage:

Stimmen Sie mir zu, dass bedingt durch die Lieferfeuchte/Einbaufeuchte sowie die heute abgestrebte kurze Bauzeit der Planer nur Ziegelmauerwerk ausführen lassen sollte?

Schubert:

Dem kann man natürlich überhaupt nicht zustimmen, denn - das ist ja auch ein trivialer Satz - jeder Baustoff hat seine Stärken und Schwächen. Die Ziegel haben diese eine Stärke, dass sie eine geringe Einbaufeuchte haben, sie haben aber, um das zu nivellieren, die andere Schwäche, dass sie hinsichtlich der Wärmeleitfähigkeit nicht so günstig einzustufen sind wie zum Beispiel Porenbeton und Leichtbetonsteine, die Rechenwerte der Wärmeleitfähigkeit von 0,12 erreichen. Insofern gleichen sich die Anfangsnachteile sicherlich aus, denn Sie müssen ja auch bedenken,



dass sich die hohe Einbaufeuchte sehr schnell abbaut, der Feuchteverlauf/Austrocknungsverlauf ist hyperbelförmig. Sie bekommen sehr schnell einen niedrigen Feuchtegehalt und ich glaube, diese vermeintliche Schwäche muss man in Kauf nehmen, wenn man die anderen Stärken nutzen will. Also diese Aussage ist sicherlich falsch - das muss man ganz klar sagen -, dass man aus diesem Grund nur mit Ziegelmauerwerk bauen sollte.

Frage:

Kann man 1 bis 2 Jahre nach dem Einbau auf die Einbaufeuchte von Holz rückschließen?

Grosser:

Das kommt darauf an, welchen Schaden ich zu bearbeiten habe. Es gibt viele Möglichkeiten der rechnerischen Abschätzung. Ich habe versucht, Ihnen das in aller Kürze über die differenzielle Quellung zu erklären. Hier gibt es Formeln, mit denen man rechnen kann, so wie ich das Schwindmaß berechnen kann, oder, wie ich Ihnen das an dem Monogramm gezeigt habe, so kann ich umgekehrt aus einer vorhandenen Schwindfuge auf die Einbaufeuchte in etwa rückschließen.

Frage:

Wie soll bei der Messung mit dem CM-Gerät gemessen werden, aus welcher Schicht soll die Probe entnommen werden?

Schnell:

Generell sollte die Messung, bei schwimmenden Estrichen ist dies ja auch möglich, über den ganzen Querschnitt erfolgen. Die Probe muss mit dem Fäustel in der beiliegenden Schale so weit zerkleinert werden, dass die 4 Kugeln im Gerät die zerkleinerten Stücke völlig zermahlen können. Nach 10 Minuten sollte dann gemessen werden bzw. wenn sich die Anzeige innerhalb etwa 1 Minute nicht mehr verändert. Ich würde daher empfehlen, nach der Messung das Prüfgut daraufhin zu überprüfen, ob tatsächlich alles zerkleinert ist. Bei Zementestrichen werden 20 g, bei Anhydritestrichen 50 g eingewogen und geprüft. Normalerweise sollte das gesamte Prüfgut eingewogen werden. Die Messung wird aber gleichmäßiger, wenn über dem 2 mm-Sieb abgesiebt wird. Inzwischen wurden die Werte der Gebrauchsanweisung durch die Herstellerfirma nach unserem Einspruch berichtigt.

Oswald:

Seit wann, soweit wir CM-Geräte besitzen, müssen wir um neue Unterlagen bitten?

Schnell:

Die Unterlagen sind jetzt neu herausgekommen.

Frage:

Wie sind die Messstellen über die Fläche zu verteilen?

Schnell:

Bei Heizestrichen nach DIN 4725 Teil 4 und auch bei nicht beheizten Estrichen geht man davon aus, dass eine Messung je 200 m² bzw. je Geschoss durchgeführt wird. Dazu sollen nach DIN 4725 Teil 4 3 Messstellen angelegt werden. Die feuchteste Stelle sollte vor der Messung mit dem CM-Gerät mit einem elektrischen Messgerät ermittelt werden. Dazu eignet sich letzteres, für genauere Messungen dagegen nicht.

Frage:

Warum werden Porenbetonsteine nicht werkseitig vorgetrocknet?



Schubert:

Diese gewisse Schwäche der Porenbetonbaustoffe ist natürlich bekannt. Ich kann das nur noch mal wieder betonen: Es gibt darüber hinaus natürlich eine ganze Reihe von Stärken, die sich ausgleichen mit den Schwächen. Seit einiger Zeit wird die Möglichkeit des Vortrocknens untersucht. Porenbetonprodukte mit geringerem Feuchtigkeitsgehalt auszuliefern, halte ich für grundsätzlich machbar, aber es wird sicherlich noch eine Zeitlang dauern, bis man ein wirtschaftliches System gefunden hat. Denn Sie können sich vorstellen, mit diesem hohen Feuchtegehalt nach dem Autoklavieren ein Trocknungsverfahren zu finden, das auch die entsprechende Trocknung über den gesamten Querschnitt erreicht, ist nicht so einfach, aber daran wird gearbeitet.

Anhang zur Podiumsdiskussion vom 8.3.1994 (vormittags)

Herr Schnell stellt im folgenden seine Auffassung für Zementestriche noch mal klar:

- a) Randabsenkungen bis 5 mm sind bei Zementestrichen mit im Dünnbett verlegten keramischen Belägen oder Steinbelägen unvermeidlich, weil konstruktionsbedingt, kein Mangel.
- b) Randabsenkungen in dieser Größenordnung verursachen Fugenabrisse, wenn die Fugenbreite von mit Fugenmasse geschlossenen Fugen das vom Bauherrn im Wohnungsbau nach meiner Erfahrung aus Gründen der Ästhetik und der Reinigungsfähigkeit tolerierte Maß von 10 mm nicht überschreitet.
- c) Wegen der Fugenabrisse müssen diese Fugenmassen nach 2 bis 3 Jahren erneuert werden. Die Fliesenleger haben dafür den Begriff wartungsbedürftige Fugen geprägt.
- d) In den Fällen, in denen der Fugenbereich auf Dauer dicht sein muss, muss entweder die notwendige Fugenbreite eingeplant und vorgeschrieben oder eine andere Konstruktion mit Fugenbändern gewählt werden. Letztere halte ich für die sichere Konstruktion und würde sie breiten, mit Fugenmasse abgedichteten Fugen im senkrechten Bereich bei erforderlicher Dauerdichtheit immer vorziehen.
- e) Ist Dauerdichtheit gefordert und die Fuge nicht entsprechend d) geplant und vorgeschrieben, ist selbstverständlich ein Mangel vorhanden. Der resultiert dann aber nicht aus der unvermeidlichen Randabsenkung, sondern aus der falschen Planung der Fuge.