

Andreas Otto Rapp

Wiederauffeuchtung von Estrichen und Schäden an Fußböden durch Feuchteströme aus der Trocknung von Betondecken

Zusammenfassung

Der Trocknungsverlauf von jungen Betondecken in Kombination mit schwimmenden Estrichen und Nutzfußböden aus Parkett und PVC wurde über einen Zeitraum von 1_ Jahren experimentell untersucht. Die Betondecken trockneten in diesem Zeitraum trotz günstiger Bedingungen bei weitem nicht aus. Das nach über einem Jahr in den Decken gemessene Feuchtepotential von 0,95 zeigt, daß ein Wasserdampfpartialdruckgefälle von einer jungen Beton-decke zum Wohnraum besteht, das die treibende Kraft für einen Feuchtestrom in dieser Richtung bildet. Unversiegeltes Parkett wurde durch diesen Feuchtestrom nicht aufgefuechtet und beschädigt. Versiegeltes Parkett und PVC-Beläge führten zu einer beträchtlichen Aufueftung der zuvor trockenen gewesenen Estriche und zu Feuchteschäden am Parkett. Die Aufueftung der Unterböden und damit verbundenen Schäden an den Nutzböden traten nicht auf, wenn eine 0,5 mm dicke PVC-Folie zwischen Betondecke und schwimmendem Estrich eingebaut war. Es wird empfohlen eine derartige Dampfbremse durch die Norm DIN 18560 T2 zwingend vorzuschreiben.

Schlüsselworte:

Nachstoßende Feuchte, Austrocknungsverlauf von Betondecken, Wiederauffeuchtung von Estrichen, Parkett, Feuchteschäden, Dampfbremse.

1 Einleitung

In der Vergangenheit traten immer wieder Feuchteschäden an Parkett und elastischen Belägen auf, obwohl die Estriche vor Belegung mit den Nutzfuß-böden belegereif d.h. ausreichend trocken waren (Amtsgericht Rheine 1993; Baumann 1991; Gößner 1994; Graffstedt 1994; Hart 1993; Kaulen 1994; Landgericht Osnabrück 1994; Oberlandesgericht Oldenburg 1994; Rapp 1994, 1995; Reustlen 1993, 1994; Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik, 1993, 1994a 1994b). Erst mehrere Monate nach Verlegung der Nutzfußböden zeigten sich die Schäden in Form von partiellen Ablösungen und Feuchteverformungen bei Parkett, bzw. Ablösungen, Blasenbildung und Verseifung des Klebstoffs bei elastischen Belägen. In allen Fällen lag eine beträchtliche Aufueftung der zuvor trocken gewesenen Estriche und das Fehlen von fachgerecht eingebrachten Folien zwischen den jungen Betondecken und schwimmenden Estrichen vor.

Untersuchungen, Berechnungen und computergestützte Simulationen belgen, daß die Trocknung von Betondecken mehrere Jahre benötigt (Cammerer 1989; Nestler 1980; Rheinwald 1995) BAM Sonderforschungsbereich "Kraftwerksbau"; Dr. Klopfer Uni Dortmund und deshalb zum Zeitpunkt der Verlegung von Nutzfußböden keinesfalls abgeschlossen ist. Ein einfacher Rechenansatz zeigt, daß es sich um beträchtliche Wassermengen handelt, die der Beton im Laufe seiner Austrocknung abgibt:

Feuchte des frischen Betons nach einigen Wochen $u_{Mf} = 6\%$
Ausgleichsfeuchte bei $20^\circ\text{C}/65\%$ des trockenen Betons $u_{Mt} = 1\%$
Feuchtedifferenz $Du_M = 5\%$
Bedondichte $r = 2400 \text{ kg/m}^3$
Dicke der Betondecke $d = 0,2 \text{ m}$
Flächenbezogene Wassermasse $W = 0,05 \cdot 2400 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,2 \text{ m}$
Flächenbezogene Wassermasse $W = 24 \text{ kg/m}^2$

D.h. aus jedem Quadratmeter Betondecke entweichen im Rahmen der Trocknung 24 kg Wasser, das die Schichten unter und über der Betondecke, also auch teilweise den Nutzfußboden passieren muß. In diesem Zusammenhang ist interessant, daß bereits die Aufnahme von 1/100 dieser Wassermenge (240 g) in 1 m² Mosaikparkett die Holzfeuchte vom Normwert $u_M = 9\%$ auf $u_M = 14\%$ erhöht und zur Schädigung des Parketts führt.

In der Vergangenheit wurde teilweise in Frage gestellt, ob die aufgetretenen, oben beschriebenen Feuchteschäden tatsächlich durch nachstoßende Feuchte aus Betondecken entstanden sind bzw. ob der Wasserdampf-Diffusionsstrom, den eine trocknende Betondecke abgibt, in der Praxis überhaupt zu einer nennenswerten Auffeuchtung und Schädigung der Schichten über dem Beton führen kann.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war die Klärung der aufgeworfenen Fragen auf möglichst praxisnaher, experimenteller Basis.

2 Durchführung der Versuche

2.1 Herstellung und Aufbau der Prüfkörper

Im Frühjahr 1994 wurden mehrere Beton-Deckenplatten mit den Abmessungen 100 cm x 100 cm x 20 cm hergestellt (Tabelle 1 zeigt den genauen zeitlichen Ablauf). Der von TBW Ehingen gelieferte Beton Festigkeitsklasse B25 (nähere Materialangaben Tabelle 2) wurde in die mit Armierungseisen versehenen Holzschalungen gepumpt und gerüttelt. Auf das Nachwässern des Betons wurde zugunsten einer einwöchigen Abdeckung mit Folie verzichtet. Die Deckenplatten wurden ausgeschalt, seitlich mit epoxidharzverklebter Alufolie versiegelt und in Anlehnung an ein Rohbauklima für ein halbes Jahr in einer unbeheizten Garage gelagert. Ab Juli 1994 lagerten die Platten bis zum Versuchsende für knapp ein Jahr in einer zentralbeheizten Holzwerkstatt, mit wohnraumähnlichem Klima. Am Beginn dieser Phase wurden separat vorgefertigte, trockene 55 mm dicke Zementestrichplatten bzw. 50 mm dicke Anhydritestrichplatten, mit oder ohne Dampfbremse, auf die Betonplatten auf 20/25 mm Mineralfaser-dämmschicht aufgebracht und mit verschiedenen Nutzfußböden (PVC-Belag bzw. Parkett versiegelt und Parkett unversiegelt) belegt.

Tabelle 1: Zeitlicher Ablauf.

Tabelle 2: Nähere Angaben zu den eingesetzte Materialien.

2.2 Durchführung der Messungen

2.2.1 Temperatur und relative Luftfeuchte im Raum

Während des Versuches wurde das herrschende Klima in unmittelbarer Nähe der Deckenplatten von einem Thermo-Hygrographen aufgezeichnet.

2.2.2 Relative Luftfeuchte im Inneren der Betondecke

Bohrlöcher mit 10 mm Durchmesser und 100 mm Tiefe dienten zur wöchentlichen Messung der relativen Luftfeuchte im Inneren der Betondecke mittels eines Einsteck-Feuchtefühlers (Typ: RF-T 31 in Kombination mit dem Feuchtemessgerät RTU 600, Hersteller: GANN, Stuttgart). Vorversuche hatten gezeigt, daß nach dem Bohren eines Loches eine Wartezeit von ca. 45 Minuten erforderlich war, bis Temperatur- und Luftfeuchtekonstanz im Bohrloch erreicht war. Trotz Verschließen der Bohrlöcher zwischen den Messungen, trat über Wochen ein leichter Feuchteverlust auf. Deshalb wurden jeweils im Abstand von 2 Monaten neue Bohrlöcher für die Messungen angelegt.

2.2.3 Gravimetrische Feuchtebestimmung

Durch Darren bis zur Gewichtskonstanz im Trockenschrank bei 105 ± 2 °C wurde die massenbezogene Feuchte um des Betons nach folgender Gleichung ermittelt:

u_m = Materialfeuchte in %

m_1 = Feuchtmasse des Probenmaterials in g

m_0 = Darrmasse des Probenmaterials in g

Die Messungen erfolgten zu vier Zeitpunkten an den Betonplatten: am 4.5.94, 7.7.94, 6.12.94 und 26.4.95. Das für die Messungen erforderliche Material wurde von den Ecken der Betonplatten mit einem Vorschlag-hammer abgeschlagen.

2.2.4 Feuchtebestimmung nach der CM-Methode

Jeweils vor der Verlegung (am 7.7.94) und bei Versuchsende (am 26.04.95) wurden die Estrichfeuchten nach der Calciumcarbid-Methode (CM-Feuchte) ermittelt. Die Messungen erfolgten nach Anweisung des Meßgeräteherstellers Riedel-de Haën.

2.2.5 Orientierende kapazitive Messung der Estrichfeuchte

Ab Dezember 1995 stand ein Gerät zur orientierenden kapazitiven Messung der Feuchte des mit Parkett belegten Zementestrichs zur Verfügung. (Typ: Aktiv-Elektrode B50 in Kombination mit dem Feuchtemessgerät RTU 600, Hersteller: GANN, Stuttgart).

2.2.6 Elektrische Holzfeuchtebestimmung

Die Holzfeuchte des Buchenparketts wurde elektrisch durch Bestimmung des elektrischen Widerstandes wöchentlich gemessen. Hierzu diente die Einschlag-Elektrode M 20 in Kombination mit dem Feuchtemessgerät RTU 600 des Herstellers: GANN, Stuttgart. Die Messungen erfolgten:

- a) einmalig vor der Verlegung
- b) wöchentlich am verlegten versiegelten Parkett
- c) wöchentlich am verlegten unversiegelten Parkett
- d) wöchentlich an einzelnen rohen unverlegten Parkettstäben, die in der Nähe des verlegten Parketts allseitig belüftet lagerten.

3 Ergebnisse und Diskussion

3.1 Klima

Die während der Versuchsdauer von 1 1/2 Jahren aufgezeichneten Klimadaten sind in Abbildung 1 dokumentiert. In der Ferienzeit von Juli bis September 1994 wurden keine Daten erfaßt.

Abbildung 1: Relative Luftfeuchte j und Temperatur J in unmittelbarer Umgebung der Deckensegmente.

Die Aufzeichnung zeigt, daß die klimatischen und zeitlichen Randbedingungen des Versuchs den üblichen Gegebenheiten auf Baustellen entsprechen.

3.2 Feuchte der Betondecken

3.2.1 Relative Luftfeuchte im Inneren der Betondecken

Das angewendete Meßverfahren erlaubt eine gesicherte Aussage für Werte unterhalb von 95% relativer Luftfeuchte. Nach knapp 1 1/2 Jahren war diese Marke von 95% relativer Luftfeuchte gleichmäßig in allen Betonplatten unabhängig von ihrem Aufbau erreicht.

3.2.2 Betonfeuchte gemessen nach der Darmmethode

Die unterschiedlichen Betondeckensegmente zeigten in ihrem Austrocknungsverhalten eine große Übereinstimmung. Bemerkenswert ist, daß in allen Fällen knapp 1 1/2 Jahre nach Herstellung noch über um = 4% Feuchte vorhanden war (Abbildung 2). Im Vergleich hierzu besitzt vollständig ausgetrockneter Beton, der im Ausgleich mit dem Raumklima 20°C bei 65% relativer Luftfeuchte steht, eine Feuchte von nur ca. 1% (Abbildung 3).

Abbildung 2: Austrocknungsverlauf der Betonplatten mit Extremwertlinien.

Beide Methoden (Messung der relativen Luftfeuchte in Bohrlöchern einerseits und Darren andererseits) erbrachten für die Bestimmung der Betonfeuchte übereinstimmende Ergebnisse: der in den Betondecken gemessene Wert von 95% relativer Luftfeuchte entspricht nach der Sorptionsisotherme für Normalbeton den Werten von um = 4 bis 4,5 % Masseprozent, die nach dem Darrverfahren ermittelt wurden (Abbildung 3 Pfeil).

Abbildung 3: Sorptionsisothermen (Ausgleichsfeuchten) bei 20°C.

(Normalbetonkurve nach Cammerer 1956 bzw. Egner 1950 bzw. Klopfer 1974, bzw. Buss 1987. Estrichkurven nach Schnell 1994a, 1994b.)

3.3 Estrichfeuchte

Daß Schäden an versiegelten Parkettböden durch nicht belegereife - d. h. zu feuchte, da noch nicht genügend ausgetrocknete Estriche - entstehen können, ist bekannt. Es galt zu untersuchen, ob trockene Estriche nach Belegen mit dampfbremsenden Fußböden durch nachstoßende Feuchte aus jungen Betondecken wieder auffeuchten und dadurch zu Schäden am Bodenbelag führen können. Zu diesem Zweck wurden vorgetrocknete Estrichplatten eingesetzt. Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, daß der mit uCM = 0,9 % Feuchte anfangs völlig trockene Zementestrich 9 Monate nach der Belegung mit Parkett auf uCM = 2,2 % aufgefuechtet wurde.

Abbildung 4: Estrichfeuchte gemessen nach der CM-Methode zum Zeitpunkt vor und 9 Monate nach Belegung mit Parkett und PVC-Belag.

Orientierende kapazitive Messungen zeigten, daß die Wiederauffeuchtung des Estrichs 6 Monate nach Belegung im Januar 95 größer war, als zum Zeitpunkt der CM-Feuchtemessung 9 Monate nach Belegung (Abbildung 5).

Abbildung 5: Verlauf der kapazitiv gemessenen Estrichfeuchte.

Die aufgetretene Differenz von ca. 20 kapazitiven Feuchteeinheiten entspricht bei Zementestrich einem plus von ca. 0,5 CM%. Daraus errechnet sich ein Feuchtemaximum im 6. Monat nach der Belegung von $2,2 + 0,5 = 2,7$ CM%.

Noch deutlicher trat die Wiederauffeuchtung am mit PVC belegten Estrich ein. Aus Abbildung 4 ist ersichtlich, daß der mit uCM = 0,2 % Feuchte anfangs trockene Anhydritestrich 9 Monate nach der

Belegung mit PVC auf $u_{CM} = 1,9\%$ aufgefuechtet wurde. Dies entspricht - unter der allgemein anerkannten Voraussetzung für Anhydrit, daß $CM\% = \text{Masse}\%$ bei 40°C Trocknung - etwa einem Feuchtepotential von 93% relativer Luft-feuchte im Anhydrit-estrich (Abbildung 6).

Abbildung 6: Sorptionsisotherme von Anhydritestrich nach Schnell (1994b). (Wassergehalt bestimmt durch Trocknung bei 40°C bis zur Gewichtskonstanz.)

Bei sonst gleichem Deckenaufbau - jedoch mit 0,5 mm PVC-Folie als Dampf-bremse zwischen Betondecke und Estrich - ergab sich, daß der Anhydrit-estrich mit $u_{CM} = 0,2\%$ Anfangsfeuchte nach der Belegung mit PVC nur geringfügig aufgefuechtet wurde auf $u_{CM} = 0,3\%$ (Abbildung 5). Dies entspricht etwa einem Feuchtepotential von 65% relativer Luftfeuchte im Estrich (Abbildung 6). Aus dem direkten Vergleich zwischen diesen beiden, mit Ausnahme der Folie, gleichen Deckenaufbauten ist ersichtlich, daß die 0,5 mm dicke, fachgerecht eingebrachte PVC-Folie geeignet und erforderlich ist, um eine schädliche Aufgefuechtung des Estrichs und Oberbelags zu verhindern.

3.4 Holzfeuchte des Parketts

Am Versuchsbeginn wies das Parkett eine Feuchte von $u = 7\%$ auf. Die Feuchte einzelner Parkettstäbe, die in unmittelbarer Nähe der Deckensegmente lose lagerten, folgte eng der relativen Luftfeuchte (Abbildung 7).

Abbildung 7: Holzfeuchte (linke Maßstabsachse) von einzelnen unverklebten Parkettstäben, im Vergleich zur herrschenden relativen Luftfeuchte (rechte Maßstabsachse).

Der unversiegelte verklebte Parkettboden wies auf dem Zementestrich ohne Dampfbremse nahezu die gleiche Holzfeuchte auf, wie die unverklebten lose im Raum lagerten Parkettstäbe (Abbildung 8, die beiden unteren Kurven).

Abbildung 8: Feuchteverlauf des versiegelten/verklebten, unversiegelten/ ver-klebten/ sowie unverklebten Parketts im Vergleich.

D.h. die Feuchte des unversiegelten Parkettbodens wurde nahezu aus-schließ-lich durch die relative Luftfeuchte im Raum bestimmt. Ein Feuchte-einfluß des Unterbodens war nicht feststellbar, wie der direkte Vergleich mit den unverklebten lose im Raum(klima) lagerten Parkettstäben zeigt.

Völlig anders reagierte der mit PUR-Lack versiegelte Parkettboden, der auf derselben Beton-/Estrichplatte verklebt war, wie der unversiegelte Boden. Das mit 7% Holzfeuchte verlegte Holz nahm Feuchtwerte zwischen 11% und 12% (!!) an (Abbildung 8, obere Kurve). Diese hohe Holzfeuchte stand nicht in Beziehung zur relativen Luftfeuchte im Raum, die mit 32% bis 53% an den unversiegelten Parkettstäben Holzfeuchten zwischen 6% und 9,3% einstellte (Abbildung 7). Da alle Randbedingungen für die versiegelte und unversiegelte Bodenhälfte dadurch gleich waren, daß Sie auf dem selben Deckensegment verlegt waren, folgt, daß der Feuchteanstieg des versiegel-ten Parketts von 7% auf 12% Holzfeuchte ausschließlich durch Feuchte aus dem Unterboden verursacht wurde, die sich an der dampfbremsenden Versiegelung staute.

4 Schlußfolgerungen

Die durchgeführte experimentelle Untersuchung erbrachte folgende Erkenntnisse und führt zu nachstehenden Schlußfolgerungen:

1. Trotz günstiger Randbedingungen geben Massivbetondecken innerhalb des üblichen Zeitraums zwischen Ihrer Herstellung und Belegung mit Estrich und Nutzfußboden nur einen geringen Anteil ihres überschüssigen Wassers ab.
2. Das experimentell nach über einem Jahr gemessene Feuchtepotential von 0,95 (95% relative Luftfeuchte) im Inneren der Betondecken zeigt und bedingt, daß entsprechend dem daraus resultierenden Wasserdampfpartialdruckgefälle von Betondecke zum Wohnraum(klima) hin über Jahre ein Feuchtestrom fließt.
3. So lange die Betondecke mit einer wenig diffusionsbremsenden oberen Schicht belegt ist (Estrich oder unversiegeltes Parkett) wird die Feuchte dieser Schicht weitgehend über ihre Sorptionsisotherme von der relativen Luftfeuchte bestimmt. D.h. feuchte frische Estriche trocknen bis zur Belegereife aus, unversiegeltes trockenes Parkett bleibt trocken, da der Feuchtestrom vom hohen Feuchtepotential der Betondecke bis in die Raumluft ungestaut fließt.
4. Sobald ein stärker diffusionsbremsender Nutzboden (elastische Beläge oder Versiegelungslack auf Parkett) aufgebracht wird, staut sich der Austrocknungsstrom an dieser Schicht und die darunterliegende Schicht (Estrich oder Holz) wird aufgefuechtet. Im Extremfall einer Dampfbremse mit sehr hohem Diffusionswiderstand, erreicht die darunterliegende Schicht nahezu das selbe Feuchtepotential wie die Betondecke (im Experiment $u_{CM} = 1,9\%$ entsprechend 93% relative Luftfeuchte im PVC-belegten Anhydritestrich und 95% relative Luftfeuchte in der Betondecke). Im Fall des versiegelten Parkettbodens wurden durch diesen Feuchtestau die Holzfeuchte von 7% auf über 12% erhöht, wodurch Schäden in Form von Ablösungen des Parketts infolge erheblicher Quellspannungen entstanden sind.
5. Eine fachgerecht eingebrachte Dampfbremse - in Form einer ausreichend dicken, im Stoßbereich weit genug überlappenden und unverletzten Folie - zwischen Betondecke und schwimmendem Estrich verhindert die schädliche Aufueftung eines feuchteempfindlichen Nutzbelages, da durch sie der Wasserdampfstrom nicht am feuchteempfindlichen Oberboden, sondern bereits an der Betondecke gebremst und auf ein für den Oberboden unschädliches Maß verringert wird.
6. Die unter 3. bis 5. beschriebenen, experimentell nachgewiesenen Zusammenhänge lassen sich problemlos rechnerisch und graphisch (Glaser-Verfahren) in Anlehnung an DIN 4108 T.5 nachvollziehen und belegen, sofern richtigerweise nicht nur die Wasserdampfpartialdicke in der Raumluft über und unter der Decke ermittelt und in Ansatz gebracht werden, sondern zusätzlich noch der in der Betondecke - durch Bohrlochmessung der relativen Luftfeuchte und Temperatur - ermittelte Wasserdampfpartialdruck.

5 Empfehlung

DIN 18560 T.2 überläßt es dem Planer im Einzelfall zu ermeszen,

ob eine Gefahr von Schäden an Schichten über Betondecken durch deren austrocknungsbedingten Feuchte-strom vorhanden ist und

ob Maßnahmen zur Vermeidung von Schäden zu ergreifen sind.

Zitat DIN 18560 T.2 (1992), 6.1.3:

"Die Dämmschicht ist, falls erforderlich, durch geeignete Maßnahmen vor Feuchtigkeit, z.B. durch Dampfsperren, zu schützen. Solche Maßnahmen sind vom Planverfasser bei der Bauwerksplanung festzulegen."

Da immer die Gefahr von Schäden durch nachstoßende Feuchte aus jeder jungen Betondecke gegeben ist - denn auch unter günstigen Bedingungen dauert die Austrocknung von Betondecken mehrere Jahre, wie durch die vorliegende Untersuchung experimentell belegt wurde - besteht im Grunde kein Ermessensspielraum für den Planer. Vielmehr ist die Gefahr nachstoßender Feuchte bei jeder jungen Betondecke vorhanden. Es wird deshalb empfohlen, zum Schutze des Planers und im Interesse aller Beteiligten, dieses unnötige Schadenrisiko zu minimieren, indem der Einbau einer geeigneten Dampfbremse unter jedem schwimmenden Estrichen durch die Norm 18560 T2 zwingend vorgeschrieben wird. Die wesentlichen Abschnitte 1.2. und 10. des seit Jahren gültigen Merkblattes "Beurteilen und Vorbereiten von Untergründen" des Zentralverbandes des Deutschen Baugewerbes (1982) sollten in diese Norm überführt werden.

6 Dank und Anerkennung

Herrn Erich Reustlen (Parkettlegermeister, Schreinermeister, Estrichlegermeister und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Parkettleger- und Estrichlegerhandwerk) sowie Herrn Ernst Müller (Parkettlegermeister und Fachschullehrer in der Meister- und Gesellenausbildung an der gewerblichen Schule Ehingen) sei an dieser Stelle besonders gedankt, für ihre selbstlose und tatkräftige Unterstützung der vorliegenden Arbeit in jeder Hinsicht und im Besonderen für die gewissenhafte und regelmäßige Erfassung zahlreicher Meßdaten über einen Zeitraum von eineinhalb Jahren!

Die eingesetzten Meßinstrumente wurde kostenfrei von den Firmen GANN, Stuttgart und FRANK, Stuttgart zur Verfügung gestellt und gewartet.

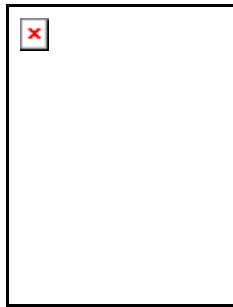
7 Literatur

- Amtsgericht Rheine (1993): Az. 14 H 11/93.
 Baumann, O. (1991): Der aktuelle Schadensfall: Nachstoßende Feuchte aus der Betondecke. Boden Wand Decke 3 (2/91) Seite 106-107.
 Buss, H. (1987): Aktuelles Tabellenbuch Feuchte, Wärme, Schall. Kissing: Weka-Fachverlag GmbH & Co KG, Verlag für Baufachliteratur.
 Cammerer, J. (1956): Bezeichnungen und Berechnungsverfahren für Diffusionsvorgänge im Bauwesen. Kältetechnik (11).
 Cammerer, J. (1989): Wasserdampfdurchlässigkeit von PE-Folien als Dampfsperren in Fußbodenkonstruktionen. Gräfelfing: Forschungsinstitut für Wärmeschutz e.V. München, Untersuchungsbericht Nr. D1-15/88, 4 Seiten.
 DIN 4108 (1981): Teil 5 Wärmeschutz im Hochbau - Berechnungsverfahren.
 DIN 18560 Teil 2 (1992): Estriche im Bauwesen - Estriche und Heizestriche auf Dämmschichten (schwimmende Estiche).
 Egner, K. (1950): Feuchtigkeitsdurchgang und Wasserdampfkondensation in Bauten. Berichte aus der Bauforschung, Stuttgart: Frank'sche Verlags-handlung.
 Gößner, B. (1994): Unterbodenaufbau unbekannt: Bernd Gößner zu häufigen Feuchteschäden. Parkettmagazin (4/94) Seite 66-68.
 Graffstedt, F. (1994): Gutachten. Victoria Vers. AG, Bremen Schaden Nr. 3203 0769-0140, vom 27.01.95, 6 Seiten.
 Hart, W. (1993): Die nachstoßende Feuchtigkeit aus der Betondecke: Zusammenfassung des Referates von Erich Reustlen. Boden Wand Decke 39 (9/93) Seite 88-89.
 Kapp, K.H. (19??): Diffusionsfeuchte in einer schwimmenden Estrichkonstruktion. Estrich Technik, Seite 3-6
 Kaulen, H. (1994): Bei unbekanntem Untergrund kann es böse Überraschungen geben. Boden Wand Decke 40 (3/94) Seite 97-98.
 Klopfer, H. (1974): Wassertransport durch Diffusion in Feststoffen. Wiesbaden: Bauverlag GmbH.
 Landgericht Osnabrück (1994): Az. 80 234 / 93 Urteil vom 23.02.1994.
 Nestler, E. (1980): Der Feuchtigkeitsgehalt von massiven Stahlbetondecken: Bericht über den Arbeitskreis I der Eurofloor 1980. Fußboden Forum (7/8) Seite 59-61.
 Oberlandesgericht Oldenburg (1994): Az. 8U 59 / 94 Urteil vom 14.07.1994.
 Rapp, A.O. (1994): Gerichtsgutachten. Amtsgericht Hamburg Az. 9C 1367 / 92, vom 26.04.94, 28 Seiten.
 Rapp, A.O. (1995): Gutachten. Handwerkskammer Hamburg Az. 152 00 322 94, vom 27.01.95, 28 Seiten.
 Reustlen, E. (1993): Gerichtsgutachten. Landgericht Mosbach AZ 1 OH 6/93, vom 30.09.1993, 10 Seiten.
 Reustlen, E. (1994): Nachstoßende Feuchte aus Betondecken: Haushalts-feuchte erst nach zwei Jahren erreicht. Parkettmagazin (4/94) Seite 68 ff.

Rheinwald, G. (1995): Blasen durch Feuchtigkeit (Osmose) an Zweikomponenten-Epoxidharzsystemen - Das Trocknungsverhalten von Beton der Güte B25. Boden Wand Decke 10/95 Seite 140-146.
Schneider, H.; Schnell, W.; Diem, P. (1972): Untersuchungen über den Austrocknungsverlauf von Estrichen. Fußboden-Zeitung (8): Seite 65-66.
Schnell, W: (1994a): Das Trocknungsverhalten von Estrichen - Beurteilung und Schlußfolgerungen für die Praxis - in Aachener Bausachverständigentage 1994 Neubauprobleme - Feuchtigkeit und Wärmeschutz Hrsg. Oswald, R., Bauverlag GmbH, Wiesbaden, Berlin 1994.
Schnell, W: (1994b): Sorptionsisotherme von Anhydritestrich: Wassergehalte bestimm durch Trocknung bei 40°C bis zur Gewichtskonstanz. Unveröffentlicht.
Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik (1993): Die verflixte nachstoßende Feuchtigkeit. Boden Wand Decke 39 (6/93) Seite 131-132.
Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik (1994a): Frage und Antwort. Boden Wand Decke (1/94) Seite 181-183.
Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik (1994b): Die nachstoßende Feuchtigkeit aus der Betondecke: Zusammenfassung des Referates von Erich Reustlen. Bonn, Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik, Technische Beratungsblätter ZM II/94 2 Seiten.

Das Forschungsprojekt wurde gefördert vom Zentralverband Parkett- und Fußbodentechnik, Bonn, Meckenheimer Allee 71.

Tabellen, Abbildungen etc. können Sie gegen Kostenersatz beim Fachmagazin EstrichTechnik anfordern, sofern nichts anderes angegeben ist.



Dipl.-Ing., Dipl.-Holzwirt, Parkettlegermeister Andreas Otto Rapp ist Wissenschaftler an der Bundesforschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft, Hamburg und öffentlich bestellter und vereidigter Sachverständiger für das Parkettlegerhandwerk. (5/97)

astricus | D-74254 Offenau | Fax 07136-970257