

Matthias Zöller

Thermische Solaranlagen – tickende Zeitbomben?

Zu den bislang wenig beachteten Risiken vieler Solaranlagen auf Wohnhausdächern

Wasserschaden aus Solaranlage

Auf der Dachfläche eines Mehrfamilienwohnhauses wurden thermisch solarthermische Solaranlagen installiert. Dazu wurden die wasserführenden Leitungen von der im Untergeschoss befindlichen Technikzentrale in Aufputzmontage durch die übereinander liegenden Abstellräume und z. T. durch die Dämmlagen der Estriche in den Wohnungen geführt. Vor dem Anbringen der Verputzung mit Gipsbauplatten und Verschließen der Estriche wurden die Leitungen durch Druckprüfung erfolgreich auf Dichtheit geprüft.

Kurz nach der Inbetriebnahme verlor die Anlage Wärmeenergieübertragungsflüssigkeit, eine Mischung aus Wasser und dem Frostschutzmittel Glykol. Ursache des Wasserverlusts waren Undichtigkeiten in den Leitungen, die während der Montage der Estriche in einer der Wohnungen beschädigt worden waren. Die Wasserschäden in den Estrichen sowie in den Sockelzonen der verputzten Mauerwerkswände wurden durch Dämmschichttrocknung im Unterdruckverfahren sowie durch Strahlungsplatten an den Wandssockeln beseitigt.

Bald danach wurden die Sockelzonen der gemauerten und verputzten Wände erneut nass, auch in den noch zugänglichen Öffnungen für die Fußbodentrocknung hatte sich ebenfalls wieder Feuchtigkeit gebildet (Abb. 1).

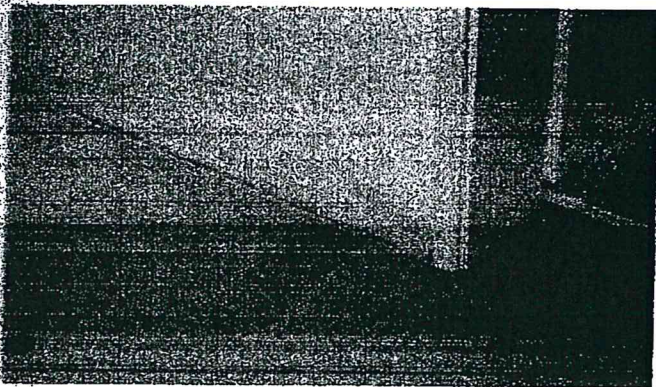


Abb. 1: Feuchteschäden der Sockelzonen im Abstellraum der betroffenen Wohnung

Fehlgeschlagene Trocknung oder (neue) Leckstelle?

War die Trocknung erfolgreich, liegen damit andere Ursachen vor oder handelt es sich um Restfeuchtigkeit aus unvollständiger Trocknung?

Technische Trocknungsverfahren mit konvektiven Strömungen in Hohlräumen sowie Infrarot-Strahlungsplatten vor durchfeuchteten Wänden sind grundsätzlich geeignet, Wasserschäden zu beseitigen. Das Protokoll des Trocknungsunternehmens wies sorgfältiges Vorgehen bei den Trocknungsmaßnahmen nach, die Abschlussmessung zur Trocknung den Erfolg der Maßnahme. Untersuchungen der wasserführenden Leitungen haben ergeben, dass keine neuen Leckstellen vorliegen. Wenn aber weder neue Lecks vorliegen, noch bei der Trocknung etwas falsch lief: Worauf sind die erneuten dann Wasserschäden zurückzuführen? Können diese durch wiederholtes Trocknen beseitigt werden? Lässt sich Glykol trocknen, ist es gesundheitlich unbedenklich? Wenn nicht, ist es biologisch abbaubar, sodass es früher oder später verschwindet?

Physikalische Eigenschaften von Glykol

Nach Angaben des hinzugezogenen Chemikers ist Glykol in bestimmten chemischen Arten Bestandteil in Lebensmitteln. Technisches Glykol gilt, solange es nicht oder in nur kleinen Mengen eingenommen wird, als gesundheitlich unbedenklich. In Solarsystemen ist die Konzentration von Glykol üblicherweise ca. 40 % hoch, es wirkt dann biozid. In hoher Konzentration ist es biologisch nicht abbaubar. Dies ist erst bei niedrigeren Konzentrationen von weniger als 15 % der Fall.

Technisches Glykol weist einen hohen Siedepunkt auf und ist schwerflüchtig. Dadurch kann es nicht durch eine Trocknung ohne schädigende Nebenwirkungen beseitigt werden, wie das bei Wasser möglich ist.

Die durchgeführte Trocknung hat das Wasser der in den Fußbodenaufbau gelangten Wasser-Glykol-Lösung ausgetrocknet, nicht aber das Glykol selbst. Dessen Konzentration stieg nach der Austrocknung des Wassers an.

Glykol ist stark hygroskopisch. Das bedeutet, es nimmt aus der Umgebungsluft gasförmiges Wasser (sog. Wasserdampf)

auf. Glykohlartige, porrenreiche Baustoffe lagern Wasserdampf, Salzstreuen ohne Reizzusatz bekannt ist. Bei stark hygroskopischer Umgebungsluft in flüssiger Form ein, ein Effekt, der zwischen Stoffen ist eine Wasseraufnahme schon bei geringen relativen Luftfeuchten möglich.

Ursache der neueren Wasserschäden

Die erneute Befechtung ist mit der Hygroskopizität des Glykols zu erklären, wodurch Wasser aus der Raumluft aufgenommen wird. Es war nur eine Frage der Zeit, dass die glykohlartigen Bauteile im Laufe der Zeit zunehmend nass werden. Durch die stetige Wasseraufnahme sinkt die Konzentration der Lösung. Unterhalb einer Konzentration von 15 % wird Glykoll biologisch abbaubar, d. h. Mikroorganismen zersetzen die Glykole. Das aber führt mittelfristig zu unangenehmen Gerüchen: Diese unangenehmen Folgen lassen sich nur vermeiden, indem alle glykohlartigen Bauteile entfernt und ersetzt werden. Dazu mussten die betroffenen Fußbodenaufbauten ausgetauscht werden, aber auch die ersten Steintreihen der ersten Wände wurden im Mauer austauschverfahren ersetzt. Der »harmlose« Wasserschaden entpuppte sich als ernstes Problem, das nur mit einem hohen Aufwand incl. Auszug der Bewohner, umfangreichen Rückbaumaßnahmen und anschließender Wiederherstellung beseitigt werden konnte.

Leckortung

Während es noch bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts zumindest im gewöhnlichen Wohnungsbau üblich war, Leitungen haus-technischer Anlagen sichtbar vor den Wänden zu montieren, werden seitdem Leitungen aus ästhetischen Gründen verdeckt in Wänden oder im Fußbodenaufbau verlegt. Leitungen in Installationsschächten, unter dem Putz oder in Dämmschichten von Estrichen sind aber zu Inspektionszwecken nicht mehr zugänglich. Teilweise werden Leitungen auch auf den Außenseiten von Außenwänden verlegt, wo mit einfachsten Mitteln in Installations-schlitze aus den Rückseiten von Wärmedämmverbundsystem-platten ausgefräst werden, um Installationswege auf der Raumseite der Wände einzusparen. Das mag eine pfiffige und vergleichsweise kostengünstige Lösung darstellen, solange geeignete Maßnahmen für die Luftdichtheit hinter den im All-gemeinen nicht ausreichend luftdichten Wärmedämmverbundsystemen ergriffen und die Anforderungen des Brandschutzes beachtet werden. Zugänglich sind Leitungen aber auch dort nicht.

Wasserführende Leitungen einschließlich der Verbindungs-technik sind üblicherweise über viele Jahre bis Jahrzehnte ausre-ichend zuverlässig dicht, sodass gegen die verdeckte Verlegung der Leitungen zunächst nichts spricht. Bei Undichtheiten lassen sich aber die schadensverursachenden Lecks oft nur unter hohem Aufwand finden. Auch im Fallbeispiel mussten auf eine längere Strecke Wände und in Teilbereichen der Fußboden geöffnet werden, bis das Loch in einer der Leitungen gefunden wurde – im Zeitdruck der Baustelle wurde nach der Druck-prüfung, aber vor dem Verlegen des Estrichs eine noch einmal eingebaute Befestigungsschraube so unglücklich zwischen die Leitungen gesetzt, dass eine der beiden in dicken Dämmhüllen integrierten Stahlflexleitungen verletzt wurde.

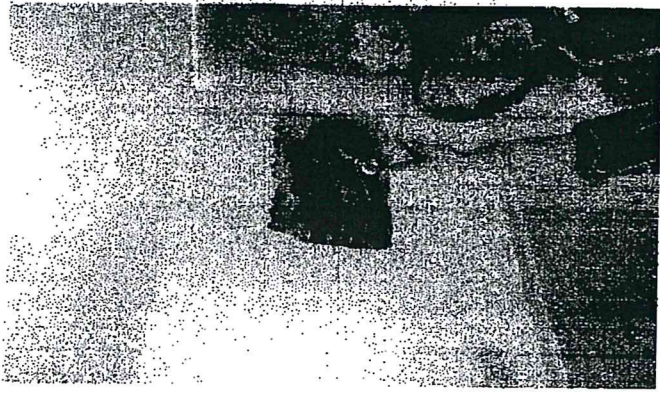


Abb. 2: Einzelmessung abgeleiteter Leitungsstränge

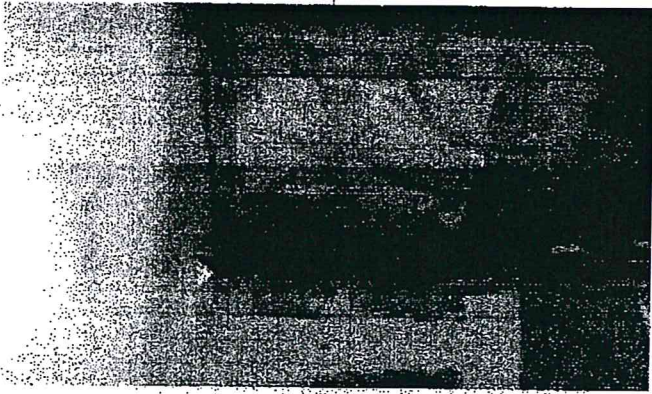


Abb. 3: schrittweises Öffnen des Fußbodenaufbaus

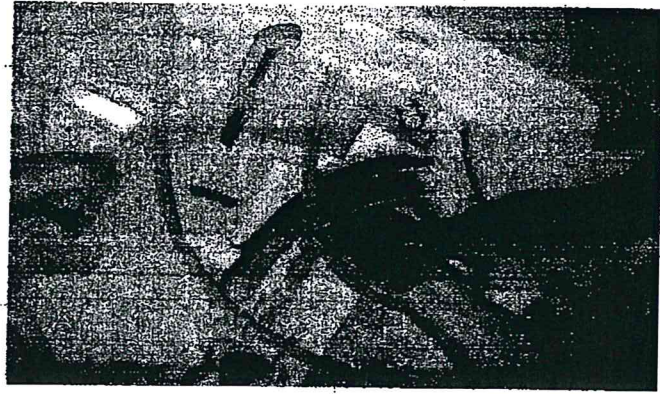


Abb. 4: Suchen und Finden der Leckstelle

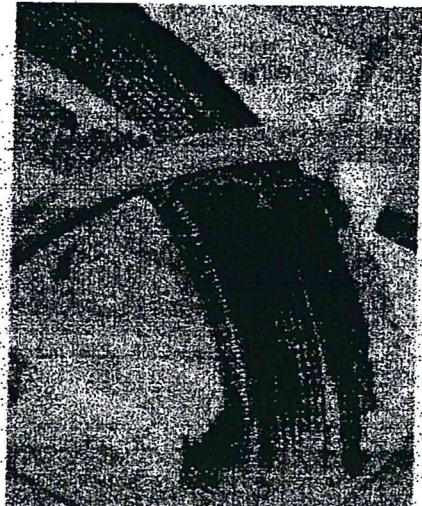


Abb. 5: Ursache an-gebohrte Leitung trotz muffenloser Verlegung

Analyseverfahren kontaminierter Bereiche

Ein Fallbeispiel war die Ortung des Lochs in der Leitung noch vergleichsweise einfach. Wesentlich schwieriger wurde die Feststellung, bis in welche Bauteile sich das Glykol ausgebreitet hatte. Das Problem der Folgen des Austritts von glykolhaltiger Solarflüssigkeit und den daraus resultierenden Schadensrisiken wurde bisher in der Fachliteratur nicht behandelt. Genauso wenig existierten bislang Nachweisverfahren, mit denen schnell vor Ort glykolhaltige Flüssigkeit in mineralischen Baustoffen nachgewiesen werden kann. Bekannt hierzu sind lediglich aufwendige und teure Laboruntersuchungen zur Analyse von 1,2-Propanediol: mittels GC/MS (Gaschromatographie mit Massenspektrometrie-Kopplung) bzw. HPLC (Hochleistungsflüssigkeitschromatographie). Neben der erheblich längeren Zeitdauer für die Untersuchungen ist ein hoher Kostenaufwand von ca. 100–200 €/je Probe zu erwarten.

Zur Klärung, wohin die Flüssigkeit sich verteilte und welche Bauteile kontaminiert sind, wurde zur Bearbeitung des Schadensfalls von dem Chemiker Dr. Eckrich aus Neustadt a. d. Weinstraße ein chemisches Nassverfahren entwickelt, mit welchem rasch vor Ort folgeschadensauslösende Anteile von Glykol in mineralischen Baustoffen nachgewiesen werden können. Da die Solarträgerflüssigkeit in der Solaranlage zu ca. 50 % aus Propylenglykol (ein Alkohol) besteht, kann mit geeigneten Reagenzien in saurem Milieu eine Farbreaktion mit dem Alkohol herbeigeführt werden.

Zur Feststellung der Ausbreitung der Solarträgerflüssigkeit wurden Proben sowohl aus dem Putz als auch aus den Mauersteinen entnommen, im Mörser fein zerrieben, mit Wasser extrahiert, angesäuert und das Glykol mit einem Komplexbildner umgesetzt. Dabei zeigte sich die starke hygroskopische Wirkung des Glykols: Die Proben mit hohem Glykolanteil wurden bereits beim Zerreiben im Mörser nass!

In den Proben, in denen Glykol in schadensauslösenden Mengen enthalten war, stellte sich durch die Reaktion des Alkohols eine rötliche Verfärbung der Lösung ein. Da das Nachweisverfahren einschließlich Probenentnahme, Zerkleinerung und Lösen im Reagenzglas schnell geht, konnten innerhalb von ca. zwei Stunden 30 Proben analysiert werden.

Betroffene Bereiche

Durch die Untersuchungen konnte das Schadensausmaß eingegrenzt werden. Im Fußbodenaufbau ließ sich durch den hygroskopischen bedingten Feuchtigkeitsgehalt bereits augenscheinlich das Ausbreitungsmaß der Flüssigkeit erkennen. Hier waren nur wenige Messungen erforderlich, auch die rötliche Indikationsverfärbung der Flüssigkeit zeigte klar abgegrenzte Bereiche im Fußbodenaufbau an.

Auf der Stahlbetondecke lag eine Trennlage, die unter den Wänden hindurch führte und damit zwar verhinderte, dass glykolhaltige Flüssigkeit in den Beton eindrang, aber zur Ausbreitung der Flüssigkeit auf der Trennlage beitrug. Die gemauerten Innenwände zogen die Flüssigkeit nur in der ersten Steinreihe auf und bildeten somit Barrieren, die nur teilweise von der Flüssigkeit überwunden wurden. Die Übergangswiderstände der Kapillaren an den Grenzflächen zwischen den Mauersteinen und dem Klebmörtelbett verhinderte das Aufsteigen der Feuchtigkeit in die zweite Steinlage.

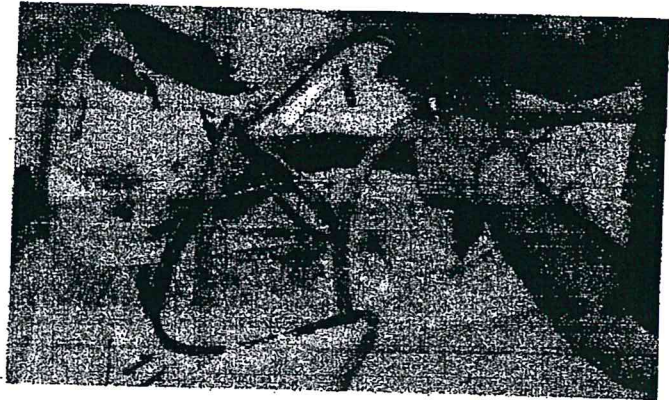


Abb. 6: Weitere Leitungsstrangprüfung

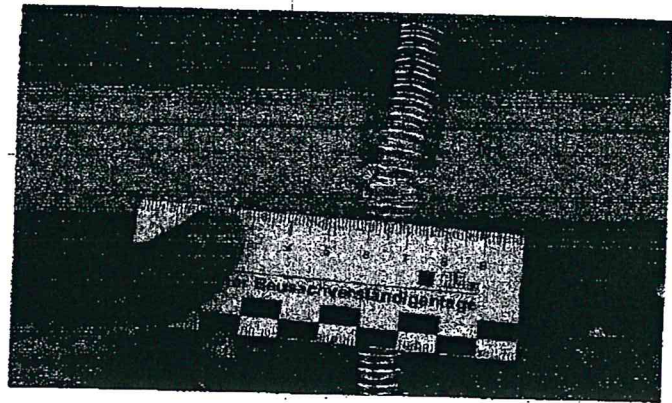


Abb. 7: Schadensverursachende Leckstelle

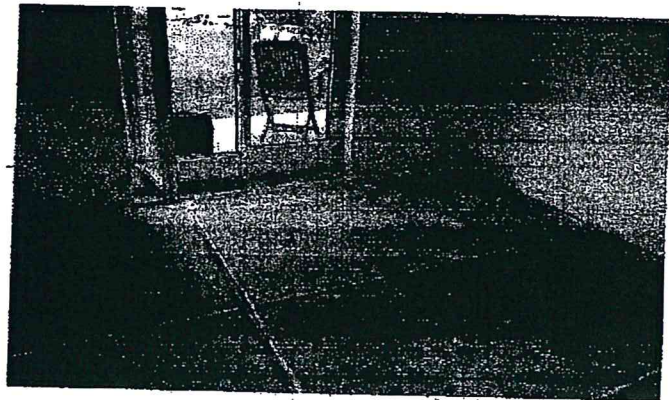


Abb. 8: Rückgebauter Estrich

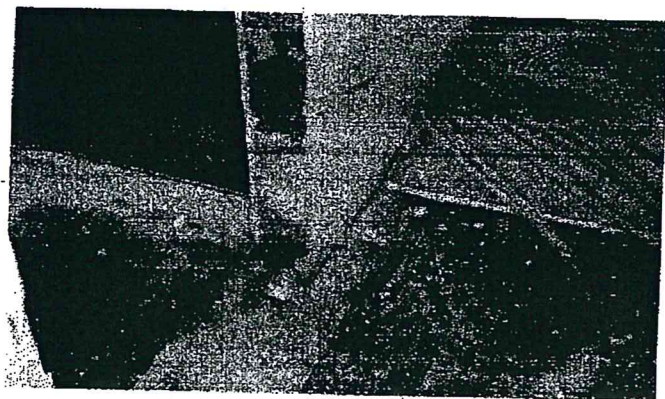


Abb. 9: Rückgebauter Heizestrich zu vertriebenem Fußbodenaufbau



Abb. 10: Probeentnahme

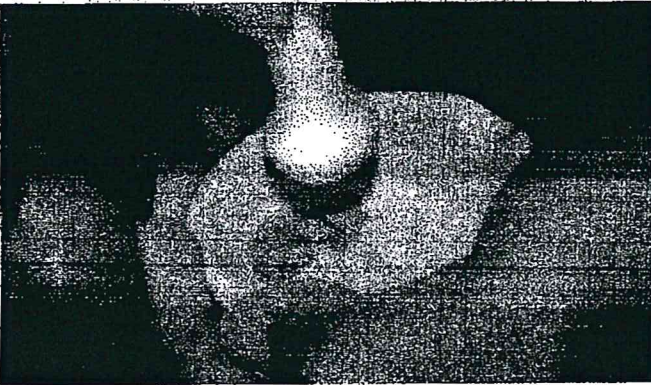


Abb. 11: Zerkleinern der Probe

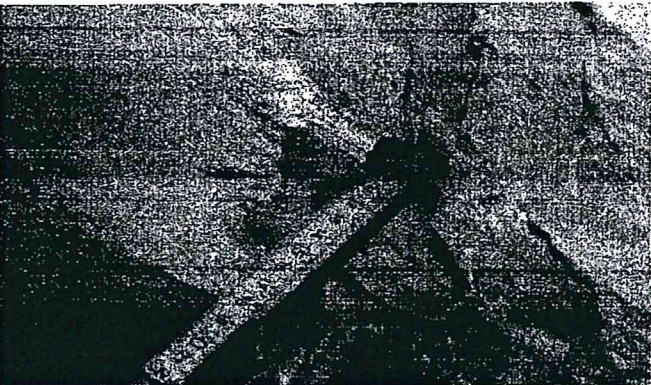


Abb. 12: Stufenweise Probeentnahme im Querschnitt

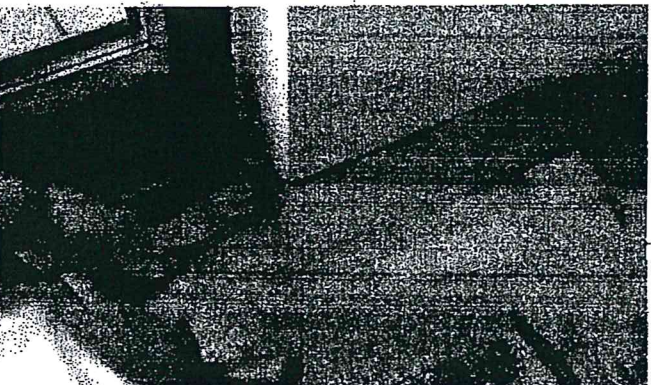


Abb. 13: Weitere Probenentnahme

An den Außenwänden waren zum Glück, mit einer Ausnahme, nur die inneren Hälften der Mauersteine betroffen, sodass diese abschnittsweise von innen ausgestemmt und ausgetauscht werden konnten. Das vollständige Austauschen der ersten Steinreihe in der Fassade einschließlich Fassadenputz wurde nur an einer einzigen Stelle notwendig. Das Glykol würde sonst Feuchtigkeit im Außenputz hygroskopisch aufnehmen und dadurch zunächst zu feuchtigkeitsbedingten Dunkelverfärbungen, anschließend aber auch zu oberflächlichem mikrobiellen Bewuchs führen.

Empfehlung

Das Risiko, dass installierte Leitungssysteme thermischer Solaranlagen leckschlagen, ist so gering wie bei anderen wasserführenden Systemen auch. Wenn aber bei Trinkwasser- oder Heizungsleitungen dennoch etwas passiert, lassen sich die Folgen i.d.R. vergleichsweise einfach durch Trocknung beseitigen. Nicht so bei Glykol, das zum Problem wird, wenn es in die Konstruktion von Gebäuden sickert.

Die Solarleitungen im Fallbeispiel bestanden aus industriell vorgefertigten Endlosleitungen mit einem flexiblen Kern aus nicht rostendem Stahl sowie dicken Dämmhülsen mit äußerer robuster Schutzhülle. Diese Leitungen bieten einen besseren Schutz gegenüber Beschädigungen als sonst am Bau übliche Leitungen aus Kunststoff oder Kupfer. Sie wurden zudem zwischen dem Warmwasserbehälter im Haustechnikraum und der Solaranlage auf dem Dach sehr sorgfältig in den Wänden ohne Verbindungsstücke verlegt. Nur an einer einzelnen Stelle war eine der Leitungen infolge einer kleinen Unachtsamkeit geringfügig beschädigt worden. Diese genügte aber, damit die glykolhaltige Flüssigkeit austreten konnte.

Dieser Gefahr kann vorgebeugt werden, indem Leitungen thermischer Solaranlagen entweder sichtbar vor den Wänden oder dort in Schutzrohre verlegt werden, die aus evtl. Leckstellen austretende frostschutzhaltige Trägerflüssigkeit auffangen und schadenfrei ableiten – am besten in Auffangbehältnisse an den unteren Enden der Leitungssysteme, um die Kontrolle auf Lecks zu ermöglichen. Ich schlage vor, bei zukünftigen Neuinstallationen diese bislang nicht üblichen, aber vergleichsweise einfachen Sicherungsmaßnahmen zu ergreifen, um evtl. Schadensfolgen zu minimieren.

Neue Bauweisen – neue Probleme?

Mit neuen Bautechniken, die mit der Energiewende zusammenhängen, erwachsen (selbstverständlich) auch bislang unbekanntere Probleme, wie: einstürzende Dächer von Biogasanlagen, hochgedämmte, beidseitig diffusionsdicht abgedeckte Dachtragwerke, die faulen oder sich krümmen sowie Algen auf WDVS-Putzen. Neue Probleme des Bauens hängen oft mit neuen Bautechniken zusammen, bei denen es noch keine ausreichende Praxiserfahrung gibt. Die Baubeteiligten stecken in der Zwickmühle, wenn sie sich den neuen Anforderungen stellen. Einerseits tragen neue Techniken zu technischen Verbesserungen, Ressourcenschonung, Komfortsteigerungen und/oder Kosteneinsparungen durch Rationalisierung bei. Andererseits sind die Baubeteiligten zumindest während der Gewährleistungszeit für Probleme verantwortlich.

Was tun? Nur auf Altbewährtes zurückgreifen? Das sieht der Gesetzgeber im Grundsatz so vor, wenn BGB § 633 fordert, dass ein Werk sich für die gewöhnliche Verwendung eignet und eine

Beschaffenheit aufweist, die bei Werken gleicher Art üblich ist. Wenn der Auftraggeber nicht über neue Bauweisen aufgeklärt wird, die Lage versetzt wird, Vor- und Nachteile sowie evtl. Risiken abzuwägen, soll nur in der Praxis Erprobtes angewendet werden. Andererseits verordnet der Gesetzgeber neue Bauweisen, indem z.B. stetig steigende Anforderungen an die energetischen Eigenschaften gestellt werden.

Die Methode »Versuch und Irrtum« hat die Menschheit schon immer weitergebracht. Wer aber trägt die Risiken? Sicher tragen Laborprüfungen zum Nachweis der Praxisbewährung. Sie ersetzen diese aber nicht. Erst die Bauwirklichkeit deckt bei vielen Anwendungsfällen die tatsächlichen Gefahren auf. Die Risiken zu minimieren, sind Forschungen zur Praxis-

bewährung neuer Bauweisen dringend nötig. Die Forschung zu neuen Bautechniken liegt im Interesse der Allgemeinheit und wird durch den Staat finanziell gefördert, viele der Forschungsergebnisse werden deswegen mittlerweile kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Dieser Beitrag soll nicht vor der Anwendung von Solaranlagen als ein Beitrag zur umweltschonenden Energiegewinnung warnen – im Gegenteil, er soll helfen, die Technik sicherer zu machen. Nach dem Motto von Prof. Zimmermann »Aus Schaden wird man klug – es muss ja nicht der eigene sein«, sind Energieanlagen so zu planen und zu errichten, dass aus diesen keine bislang unbekanntenen Risiken entstehen, die die regenerativen Techniken insgesamt infrage stellen.

Beim Bauen soll der Auftraggeber geschützt werden, indem der Auftragnehmer zum Werkerfolg verpflichtet ist. Bei neuen Bauweisen teilen sich beide das Risiko der »Praxisbewährung« als eine der Anforderungen der anerkannten Regeln der Technik: Vor Ablauf der Gewährleistung trägt es der Auftragnehmer, danach der Auftraggeber. Das ist eine durchaus sinnvolle Verteilung der Risiken beim Bauen, weil eine unbefristete Gewährleistung zur Erhöhung des Streits bei Schäden führte, ob diese nun alterungsbedingt eingetreten oder auf Mängel zum Tag der Abnahme zurückzuführen sind. Auch müssten deutlich höhere, firmeninterne Rückstellungen für eventuelle Gewährleistungsansprüche gebildet werden, die die Liquidität mancher seriöser Unternehmen in Zeiten des heutigen hohen Preisdrucks einschränkte. Das wiederum erhöhte den Anteil an »Wegwerf-Gesellschaften« ohne Haftung (GmbHs oder Limiteds, die projektbezogen gebildet und jeweils abgewickelt werden).

Es wird immer Bauschadensrisiken geben, auch bei noch so sorgfältiger Planung und Bauausführung. Diese Erkenntnis sollte helfen, dass Betroffene wenigstens sachlich und nicht zu emotional versuchen, evtl. auftretende Probleme zu lösen.



Prof. Dr.-Ing. Matthias Zeller, Architekt

Lehrstuhl für Bautechnik am KIT, Karlsruher Institut für Technologie (Universität Karlsruhe) von der Leibniz-Platz orientiert bestehend und vereidigter Sachverständiger für Schäden an Gebäuden

Lehrstuhl für Bauschadensforschung und angewandte Bautechnik GmbH

Postfach 14 520 72 Aachen

Telefon: 041 507-3, Fax: 041 510 507-20

E-Mail: m.zeller@ibf.kit.edu

www.zeller.de

www.zeller.de

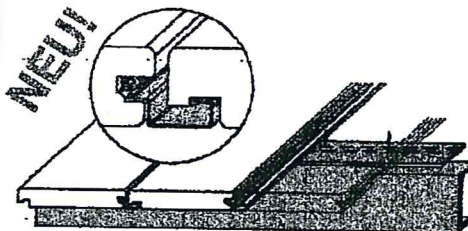
www.zeller.de

www.zeller.de

www.zeller.de

ANZEIGE

ehrDex® - Bodensystem für Balkonsanierungen!



- CE Zertifizierung für tragende Bauteile im Außenbereich
- für große Auflagerabstände entwickelt
- geschlossene wasserführende Ebene
- schnelle und einfache Montage

ehrmajer BALKONE



Produktvideo & Infos: www.ehrdex.de