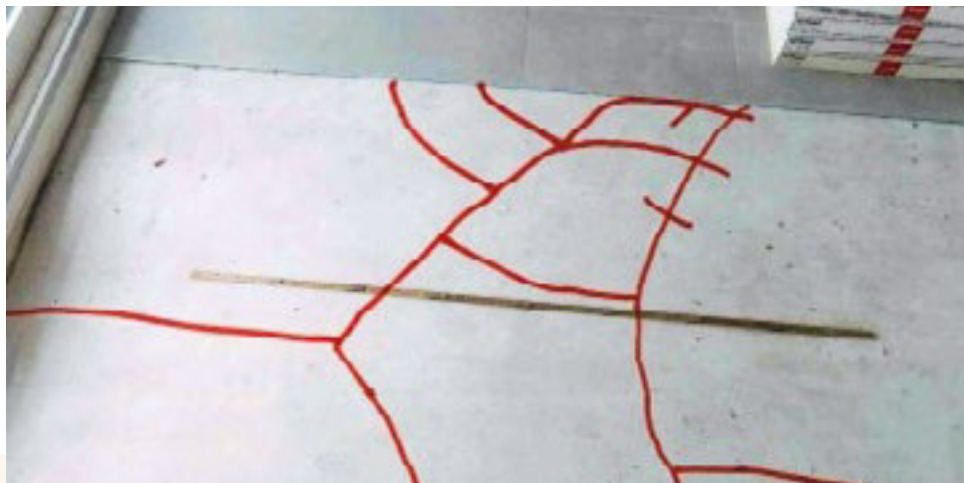


In der Attikawohnung waren am meisten Risse zu beklagen. Der Plattenleger hat seine Platten «schon verlegt». Zudem fehlt auf Höhe Platten die Randfuge.



*L'appartement sous les toits était, de loin, le plus affecté par les fissures. Le carreleur avait « déjà posé » son carrelage. On constate par ailleurs l'absence du joint latéral au niveau de la hauteur du carrelage.*

## EXAMENS D'UNE CHAPE POSÉE

**Malheureusement, des chapes, bétons durs ou sous-constructions présentant des défauts ou des dommages ne sont pas une exception en Suisse. Comme conséquence, il y a souvent une mission d'expertise confiée à un institut de contrôle. Dans la plupart des cas, des échantillons de la chape sont découpés et soumis à des tests intensifs. L'interprétation des résultats est parfois contradictoire.**

Rolf Kirchhofer, EstrichExpert AG, Veltheim

*Voici l'introduction à mon rapport de projet dans le numéro 2-15 de notre revue professionnelle sur l'appréciation des instituts de contrôle. Les grandes divergences entre les résultats des examens des différents instituts de contrôle dans cet exemple allaient d'un extrême à l'autre:*

*Les résistances à la traction par flexion mesurées sur les échantillons allaient d'une valeur minimale de 7,17 N/mm<sup>2</sup> à une valeur maximale de 13,6 N/mm<sup>2</sup>. Ceci correspond à des écarts de mesures de 89,7%.*

*Étant donné que des écarts importants ne sont pas rares, je posais dans ma conclusion de l'article la question: En tant qu'expert-dommages, peut-on faire confiance aux résultats fournis ou faut-il, pour chaque défaut ou dommage, découper plusieurs échantillons et les envoyer à plusieurs organismes d'essai afin de pouvoir interpréter le résultat? Entre-temps, PAVIDENSA a créé une commission d'experts qui étudie, entre autres, ce type de problèmes.*

*À l'occasion de mon exposé lors du 26<sup>e</sup> séminaire KBS en 2016, j'ai attiré l'attention sur le problème des résultats de mesure fort différents. J'ai le plaisir de vous informer aujourd'hui que Monsieur Florian Stoller a achevé sa thèse de bachelor en ingénieur en génie civil qui traitait de ce sujet. Vous trouverez de plus amples détails dans un rapport séparé de Florian Stoller à la page 19.*

### **RAPPORT DE PROJET: UN EXEMPLE CRITIQUABLE - UNE CONCORDANCE LOUABLE DE RÉSULTATS D'EXAMEN**

*En novembre 2016, le maître d'ouvrage a critiqué de très nombreuses fissures sur un projet. Il m'a mandaté par la suite, d'en identifier les causes potentielles. La superficie de la chape posée est de 3500m<sup>2</sup> environ.*

## PRÜFUNGEN AM EINGEBAUTEN ESTRICH

**Mängel oder Schäden an Estrichen, Hartbetonen und Unterbauten sind leider auch in der Schweiz keine Seltenheit. Häufig wird in der Folge bei einem Institut eine Expertise in Auftrag gegeben. Meist werden Probestplatten aus dem Estrich geschnitten und intensiv geprüft. Die Interpretation der Resultate ist teilweise widersprüchlich.**

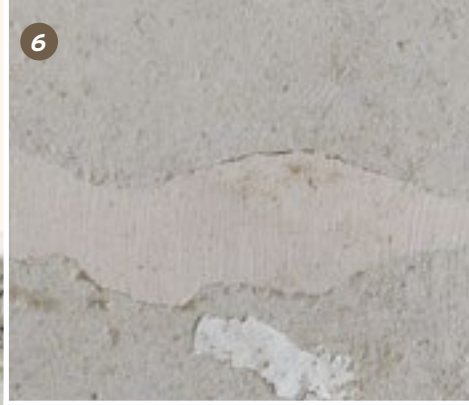
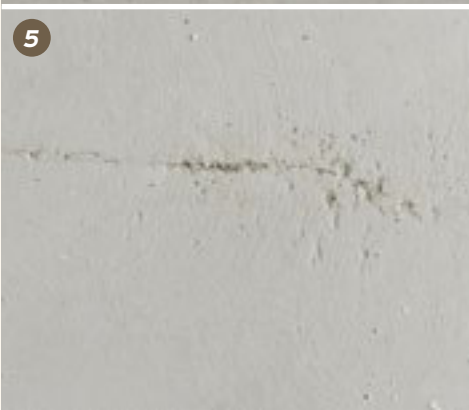
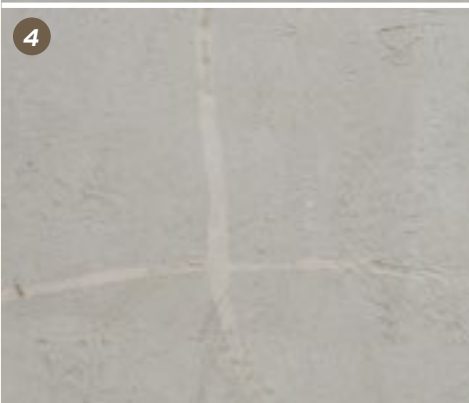
Rolf Kirchhofer, EstrichExpert AG, Veltheim

Mit dieser Einleitung habe ich in der Ausgabe 2-15 unserer Fachzeitschrift in einem Objektbericht über die in verschiedenen Instituten durchgeführten Prüfungen berichtet. Die grossen Unterschiede in den Prüfergebnissen der einzelnen Institute in diesem Beispiel waren krass: Bei den gemessenen Biegezugfestigkeiten an Probestplatten wurden Werte von Minimum 7.17 N/mm<sup>2</sup> und Maximum 13.6 N/mm<sup>2</sup> bestätigt. Das sind Messdifferenzen von 89,7%. Weil hohe Abweichungen keine Seltenheit sind, stellte ich beim Fazit im Artikel die Frage: Kann man als Schadensexperte den gelieferten Resultaten vertrauen, oder muss man bei jedem Mangel oder Schaden mehrere Probestplatten ausschneiden und mehreren Prüfinstituten zustellen um das Ergebnis interpretieren zu können? In der Zwischenzeit wurde bei PAVIDENSA eine Expertenkommission ins Leben gerufen, welche sich unter anderem solchen Problematiken annimmt.

Auch an meinem Vortrag an der 26. KBS-Fachtagung im Jahr 2016 habe ich auf die Problematik der unterschiedlichen Messergebnisse aufmerksam gemacht. Aktuell darf ich Sie darüber informieren, dass Herr Florian Stoller seine Bachelorarbeit als Bauingenieur über dieses Thema abgeschlossen hat. Weiteres dazu in einem separaten Bericht von Florian Stoller auf Seite 19.

### **OBJEKTBERICHT: UNLÖBLICHES BEISPIEL - LÖBLICHE ÜBEREIN- STIMMUNG VON PRÜFERGEBNISSEN**

In einem Objekt wurden im November 2016 durch die Bauherrschaft sehr viele Risse bemängelt. Sie hat mich in der Folge beauftragt, mögliche Ursachen zu eruieren. Es liegen ca. 3500 m<sup>2</sup> Estrich.



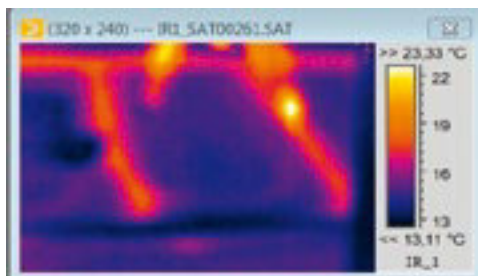
- 1 Die Rohrüberdeckung ist an vielen Stellen ungenügend.  
*Le recouvrement de la tuyauterie est insuffisant à de nombreux endroits.*
- 2 Die Nenndicke über Rohr wäre 35, die minimale Überdeckung 30 mm. Hier ist sie 14 mm!  
*L'épaisseur nominale au-dessus d'un tuyau est de 35, l'épaisseur minimale de 30 mm. Ici, elle est de 14 mm!*
- 3 Niemand weiss, wo alles Rohr-dämmungen verlegt sind und den Estrich schwächen.  
*Personne ne sait où se trouvent les isolations des conduites et qui affaiblissent la chape.*
- 4 Teilweise sind die Risse repariert...  
*La réparation des fissures a été exécutée par endroits...*
- 5 teilweise (noch) nicht oder...  
*n'a pas (encore) été exécutée par endroits ou...*
- 6 falsch resp. fachlich nicht korrekt.  
*a été mal exécutée, c.à.d. non conforme aux règles de l'art.*
- 7 Hier fehlen gut 20 % Estrichdicke! Der Estrich kann, auch ohne Berücksichtigung der Heizrohrdämmungen, die anfallenden Lasten nicht aufnehmen.  
*Ici, ce sont facilement 20 % d'épaisseur qui manque à la chape! La chape n'est pas en mesure, même sans tenir compte des isolations de conduites de chauffage, de supporter les charges normalement prévues.*
- 8 Schlicht nicht brauchbar und muss durch die Bauherrschaft nicht akzeptiert werden. In dieser Sache verweise ich auf die technische Publikation PAVIDENSA PAV-E 20:2014 «Der Randdämmstreifen. Ein wichtiges Bauteil!»  
*Ouvrage strictement inutilisable et refusé à juste raison par le maître d'ouvrage. A ce sujet, je renvoie à la publication technique PAVIDENSA PAV-E 20:2014 «La bande de bordure. Une partie de construction importante!»*
- 9 Die Oberflächenzugfestigkeiten sind auch ungenügend!  
*Les résistances à la traction sont, elles aussi, insuffisantes.*
- 10 An zwei Stellen habe ich Prüfplatten entnommen.  
*J'ai prélevé des échantillons deux endroits.*



## MÄNGEL AM ESTRICH AUF DIESER BAUSTELLE:

- Teilweise ungenügende Estrichdicke
- Extreme Rissbildungen
- Heizkreise nicht abgefugt
- Unterschiedliche Oberflächentemperaturen, die ausserhalb der Norm liegen
- Heizungsrohre isoliert, ohne die Estrichdicke zu erhöhen
- Randdämmstreifen vielfach unkorrekt
- Oberflächenzugfestigkeit ohne massive mechanische Vorbehandlung ungenügend und mit Vorbehandlung sehr knapp

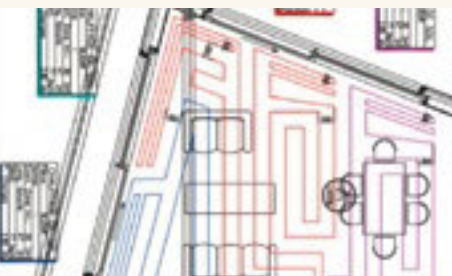
So ist die Beheizung. Rechts ein Auszug aus dem Plan.



## DÉFAUTS DE LA CHAPE DE CE CHANTIER:

- Épaisseur de la chape insuffisante par endroits
- Formations extrêmes de fissures
- Circuits de chauffage non jointoyés
- Températures de surface différentes et hors norme
- Conduites de chauffage isolées sans augmentation de l'épaisseur de la chape
- Bandes de bordure non conformes aux règles de l'art à de nombreux endroits
- Résistances à la traction sans prétraitement mécanique massif insuffisante et à peine suffisante avec prétraitement

Voici comment se présente le chauffage. En bas un extrait du plan.



## FOLGENDE UNTERSUCHUNGEN HABE ICH DURCHFÜHRT ODER ANGEORDNET:

- Biegezugfestigkeit bei 2 Instituten an den entnommenen Platten
- Oberflächenzugfestigkeit an den entnommenen Platten in einem Institut
- Mikroskopische Gefügeuntersuchung
- Oberflächenzugfestigkeitsmessungen vor Ort

**Messung der Biegezugfestigkeit am eingebauten Estrichmörtel** (Bestätigungsprüfung nach Norm SIA 251:2008 Ziffer 6.1). Es wurden je 1/2 Platte an zwei Instituten angeliefert.

Messresultate Biegezugfestigkeit:

Institut 1:  $F = 5,60 \text{ N/mm}^2$   
 $F = 6,15 \text{ N/mm}^2$

Mittelwert Institut 1  $F = 5,87 \text{ N/mm}^2$

Institut 2:  $F = 5,60 \text{ N/mm}^2$   
 $F = 6,20 \text{ N/mm}^2$   
 $F = 5,70 \text{ N/mm}^2$

Mittelwert Institut 2  $F = 5,80 \text{ N/mm}^2$

Die Abweichung der Messungen sind extrem tief. Eine neue Erfahrung?

Die bestätigten Biegezugfestigkeitswerte sind für einen Fliessestrich CAF weit unterdurchschnittlich, entsprechen der Norm SIA aber sehr knapp.

## J'AI EXÉCUTÉ OU ORDONNÉ LES EXAMENS SUIVANTS:

- Mesure de la résistance à la traction par flexion sur les échantillons prélevés par deux instituts
- Mesure de la résistance à la traction des échantillons prélevés par un institut
- Analyse structurelle au microscope
- Mesures de la résistance à la traction sur site

**Mesure de la résistance à la traction par flexion du mortier de chape posé** (Contrôle de confirmation selon la norme SIA 251:2008 Point 6.1). Deux instituts ont reçu 1/2 échantillon chacun.

Résultats de mesures résistance à la traction par flexion:

Institut 1:  $F = 5,60 \text{ N/mm}^2$   
 $F = 6,15 \text{ N/mm}^2$

Moyenne Institut 1  $F = 5,87 \text{ N/mm}^2$

Institut 2:  $F = 5,60 \text{ N/mm}^2$   
 $F = 6,20 \text{ N/mm}^2$   
 $F = 5,70 \text{ N/mm}^2$

Moyenne Institut 2  $F = 5,80 \text{ N/mm}^2$

Les écarts des mesures sont extrêmement faibles. Une nouvelle expérience?

Les valeurs de la résistance à la traction par flexion confirmées par les mesures sont largement en-dessous de la moyenne pour une chape fluide CAF, mais encore à peine conformes à la norme SIA.

## RÉSISTANCES À LA TRACTION SUR LES ÉCHANTILLONS PRÉLEVÉS À L'INSTITUT:

L'institut a d'abord mesuré les résistances à la traction sans préparation des surfaces. Les surfaces avaient seulement été dé-poussiérées. Le poseur de la chape avait confirmé que les surfaces étaient prêtes à recevoir directement un revêtement adhérent. D'autres mesures ont ensuite été effectuées sur les surfaces poncées.

Résistances à la traction au laboratoire  
**Échantillon I**

Sans ponçage	après ponçage
0,65 N/mm <sup>2</sup>	1,30 N/mm <sup>2</sup>
0,65 N/mm <sup>2</sup>	1,20 N/mm <sup>2</sup>
0,65 N/mm <sup>2</sup>	1,25 N/mm <sup>2</sup>

Sans ponçage, les valeurs sont inutilisables! Même après ponçage, elles restent très proches du seuil minimal. La norme exige un minimum de 1,2 N/mm<sup>2</sup>.

Résistances à la traction mesurées au laboratoire  
**Échantillon II**

Sans ponçage	après ponçage
1,70 N/mm <sup>2</sup>	1,95 N/mm <sup>2</sup>
1,05 N/mm <sup>2</sup>	1,75 N/mm <sup>2</sup>
1,00 N/mm <sup>2</sup>	1,35 N/mm <sup>2</sup>

Ces valeurs sont légèrement supérieures à celles de l'échantillon I. J'ai prélevé l'échantillon II dans le deuxième projet. Mais là non plus, sans d'intensifs travaux de ponçage, la norme SIA n'est pas respectée.

## CONCLUSION RÉSISTANCE À LA TRACTION LABORATOIRE:

Les valeurs de résistance à la traction mesurées avant ponçage de la surface sont en-dessous de la moyenne voire inacceptables. L'affirmation du poseur de la chape est donc fausse. Il a fallu poncer les 3500 m<sup>2</sup> de la chape en totalité.

### OBERFLÄCHENZUGFESTIGKEIT AN DEN ENTNOMMENEN PLATTEN IM INSTITUT:

Im Institut wurden die Oberflächenzugfestigkeiten zuerst gemessen, ohne die Flächen vorzubereiten. Die Flächen wurden nur entstaubt. Der Estrichleger hatte bestätigt, dass die Flächen zur direkten Verklebung geeignet sind. Weitere Messungen wurden auf den geschliffenen Flächen gemacht.

Messresultate Oberflächenzugfestigkeit im Labor

#### Probeplatte I

ohne Schleifen	mit Schleifen
0,65 N/mm <sup>2</sup>	1,30 N/mm <sup>2</sup>
0,65 N/mm <sup>2</sup>	1,20 N/mm <sup>2</sup>
0,65 N/mm <sup>2</sup>	1,25 N/mm <sup>2</sup>

Ohne Schleifen sind die Werte unbrauchbar! Auch mit Schleifen sind diese sehr knapp. Das von der Norm SIA geforderte Minimum ist 1,2 N/mm<sup>2</sup>.

Messresultate Oberflächenzugfestigkeit im Labor

#### Probeplatte II

ohne Schleifen	mit Schleifen
1,70 N/mm <sup>2</sup>	1,95 N/mm <sup>2</sup>
1,05 N/mm <sup>2</sup>	1,75 N/mm <sup>2</sup>
1,00 N/mm <sup>2</sup>	1,35 N/mm <sup>2</sup>

Diese Werte sind etwas besser als bei der Probeplatte I. Die Probeplatte II habe ich im zweiten MFH entnommen. Die Norm SIA ist, ohne intensive Schleifarbeiten, aber auch nicht erreicht.

**2: Ausriss bis in eine Tiefe von ca. 6 mm.  
Ausriss X = ca. 120 %**

### FAZIT OBERFLÄCHENZUGFESTIGKEIT LABOR:

Die bestätigten Oberflächenzugfestigkeitswerte ohne Abschleifen der Oberfläche sind unterdurchschnittlich resp. nicht brauchbar. Die Aussage des Estrichlegers somit falsch. Es mussten die gesamten 3'500 m<sup>2</sup> Estrich geschliffen werden.

### OBERFLÄCHENZUGFESTIGKEIT VOR ORT

Die Bauherrschaft hat mich beauftragt, vor Ort gemäss Norm SIA 251:2008 Ziffer 6.4 Oberflächenzugfestigkeitsmessungen durchzuführen. Die Messungen wurden mit dem Gerät BPS Wennigsen F10D EASY nach Norm SN EN 13892-8 durchgeführt. Die Haftzugprüfmaschine entspricht der Norm SN EN ISO 4624. Die Genauigkeit der Messung beträgt ± 2%.

Messresultate Oberflächenzugfestigkeit im Objekt auf geschliffenen Oberflächen:

Messung 1	1,31 N/mm <sup>2</sup>
Messung 2	2,00 N/mm <sup>2</sup>
Messung 3	1,77 N/mm <sup>2</sup>
Messung 4	2,05 N/mm <sup>2</sup>
Messung 5	1,37 N/mm <sup>2</sup>
Messung 6	1,57 N/mm <sup>2</sup>
Messung 7	1,65 N/mm <sup>2</sup>
Messung 8	2,22 N/mm <sup>2</sup>
Messung 9	2,80 N/mm <sup>2</sup>
Messung 10	2,00 N/mm <sup>2</sup>
Messung 11	1,16 N/mm <sup>2</sup>

**Beurteilung der Resultate:** Mit einer Ausnahme entsprechen alle, nach intensiven Schleifarbeiten, der Norm SIA.

Die Oberflächenzugfestigkeiten wurden nach Norm SIA durchgeführt. In dieser Sache verweise ich auf die technische Publikation PAVIDENSA PAV-E 26:2015.

**2: Arrachage jusqu'à une profondeur de 6 mm environ. Arrachage X = 120 % environ**



**1: Sauber geschliffener und entstaubter Untergrund mit aufgeklebtem Stahlabzugstempel. Resultat genügend.**



**1: Support propre poncé et dépoussiéré avec poinçon en acier collé. Résultat suffisant.**

**EN RÉSUMÉ :**

Le maître d'ouvrage se trouve confronté au problème qu'il n'est normalement pas possible de réhabiliter les chapes.

- Il est possible de combler les fissures avec de la résine, ce qui entraîne une très lourde charge, mais dans le présent cas, cette option n'a pas été exécutée dans les règles du métier à de nombreux endroits.
- Il est désormais impossible d'enlever les isolations de conduites de chauffages, d'autant plus que personne ne connaît leur emplacement. Il en résulte que le recouvrement de l'isolation par le mortier de la chape est insuffisant.
- Les surfaces de la chape posées dans une épaisseur insuffisante restent toujours insuffisantes.
- La mauvaise répartition du circuit de chauffage ne peut plus être modifiée, sauf à démanteler l'ensemble. Les surfaces resteront chauffées de manière irrégulière. Les différences de contrainte restent en conséquence.
- Il serait possible d'améliorer la mauvaise surface de la chape par d'intensifs travaux de ponçage, au moins jusqu'à obtenir des valeurs minimales en termes de résistance à la traction.
- La bande de bordure peut se rattraper à charge d'importants travaux.

Normalement, il faudrait entièrement défaire cette chape y compris le chauffage par le sol, donc la refaire totalement. Le chantier se trouve dans une grande ville suisse à proximité du centre. Le calendrier des travaux est serré. Le frais de la réfection intégrale, tout à fait justifiée, s'élèveraient selon mon estimation à CHF 700'000.- environ, pertes de loyer en sus. Avec le retard du chantier estimé à quatre mois, le montant total du dommage devrait se situer dans un ordre de grandeur légèrement supérieur à un million de francs.

**3: Nicht geschliffener aber entstaubter Untergrund mit aufgeklebtem Stahlabzugstempel. Resultat ungenügend.**

**RÉSISTANCE À LA TRACTION SUR SITE**

Le maître d'ouvrage m'a confié la mission de réaliser sur place des mesures de résistances à la traction selon la norme SIA 251:2008 Point 6.4. Les mesures ont été prises avec l'appareil BPS Wennigsen F10D EASY selon la norme SN EN 13892-8. L'appareil destiné à mesurer la résistance à la traction d'adhérence est conforme à la norme SN EN ISO 4624. Les mesures présentent une précision de  $\pm 2\%$ .

Résistances à la traction mesurées sur le chantier sur des surfaces poncées

Mesure 1	1,31 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 2	2,00 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 3	1,77 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 4	2,05 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 5	1,37 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 6	1,57 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 7	1,65 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 8	2,22 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 9	2,80 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 10	2,00 N/mm <sup>2</sup>
Mesure 11	1,16 N/mm <sup>2</sup>

**Appréciation des résultats:** À une exception près, tous les résultats obtenus après d'intensifs travaux de ponçage sont conformes à la norme SIA.

Les mesures des résistances à la traction ont été effectuées conformément à la norme SIA. A ce sujet, je renvoie à la publication technique PAVIDENSA PAV-E 26:2015.

**3: Support non poncé mais dépolé avec ponçon en acier collé. Résultat insuffisant.**

**ZUSAMMENFASSUNG:**

Die Bauherrschaft hat das Problem, dass die Estriche grundsätzlich nicht saniert werden können.

- Die Risse können, mit einem sehr grossen Aufwand, zugeharkt werden, was aber im vorliegenden Fall an vielen Stellen fachlich nicht korrekt gemacht worden ist.
- Die Aussendämmungen der Heizrohre lassen sich nicht mehr entfernen zumal niemand weiss, wo sich diese befinden. Als Folge bleibt die Überdeckung der Dämmung mit dem Estrichmörtel ungenügend.
- Die Estrichflächen, die in einer ungenügenden Dicke eingebaut worden sind, bleiben ungenügend.
- Die falsche Heizkreiseinteilung lässt sich, ohne Rückbau, nicht mehr ändern. Die Flächen bleiben unterschiedlich beheizt. Entsprechend bleiben die Spannungsdifferenzen.
- Die schlechte Estrichoberfläche lässt sich mit einem sehr hohen Schleifaufwand soweit verbessern, dass minimale Oberflächenzugfestigkeitswerte erreicht werden.
- Der Randdämmstreifen lässt sich mit viel Aufwand nachbessern.

Grundsätzlich müsste dieser Estrich inkl. Fussbodenheizung vollständig zurück gebaut, also ersetzt werden. Das Objekt liegt zentrumsnah in einer Grossstadt in der Schweiz. Das Terminprogramm ist eng. Die Kosten für den Ersatz, der gerechtfertigt wäre, würden sich gemäss meiner Schätzung auf ca. CHF 700'000.- zuzüglich Mietausfall belaufen. Mit einer geschätzten Verzögerung von 4 Monaten würde sich die Schadenssumme in der Grössenordnung von knapp über einer Million Franken bewegen.