



BAU MANAGEMENT FORUM GmbH

**Oberer Geißelring 10a
97236 Randersacker/Lindelbach
Tel.: 09303/1387
Fax: 09303/8563**

Gutachterliche Information

Diese gutachterliche Information ist nur zum internen Gebrauch
bestimmt, für die Beteiligten,
Herrn K, als AG, den Architekten, die ausführende Firma R, nicht für Dritte.
Sofern sich die Beteiligten auf der Basis dieser Informationen nicht einigen, kann das
Gutachten als Parteigutachten bei Gericht verwendet werden.

Objekt

Umbau, Sanierung, Erweiterung

Sache

AG

gegen

die ausführende Firma R

wegen

Feuchtigkeit, Risse u. Blasen im Putz des Wärmedämmverbundsystems.

Inhaltsverzeichnis:

Nr.	Inhalt	Seite
I.	Allgemein 1. Sachverhalt 2. Grund u. Zweck 3. Untersuchungsmethode 4. Unterlagen 5. Fehlende Unterlagen 6. Ziel 7. Vorbehalt	3
II.	Feststellungen 1. Allgemein 2. Die Fassade 3. Risse 4. Blasen, Ablösungen des Oberputzes 5. Anschlüsse an Einbauteile, Fensterbänke, RR-Schellen 6. Spritzwasserzone und Sockel	8 13 17 20 23
III.	Untersuchungen 1. Grundlagen 1.1 Verputzte Außenwärmedämmung 1.2 Grundsätzliche Eigenschaften der Wärmedämmverbundsysteme 2. Untersuchung und Beurteilung 2.1 Risse 2.1.1 Risse an Fensterbänken, Spannungen wegen fehlender Bewegungsfuge 2.1.2 Risse im Sockel 2.2 Blasen: Ablösungen des Oberputzes 2.3 Durchdringungen, Befestigungen der Regenfallrohre	25 29 45 51
IV.	Notwendige Sanierungsmaßnahmen	57
V.	Ergebnis und Zusammenfassung	58

I. Allgemein

1. Sachverhalt

Herr K baute das oben genannte Anwesen um und erweiterte es nach den Plänen des Architekten. Nach der Planung des Architekten sollte die nach Süden gerichtete Außenwand eines Anbaus mit einem Wärmedämmverbundsystem beschichtet und verputzt werden. Dazu erarbeitete der Architekt ein LVz vom 16.10.01, die ausführende Firma R. bot diese Leistung an, mit Datum vom 26.10.01. Sie wurde beauftragt, der Auftrag und dessen Daten liegen mir nicht vor. Ob und gegebenenfalls wann die Leistung abgenommen wurde, weiß ich nicht.

- ◆ Mit Telefax vom 13.04.07 rügt der Auftraggeber beim Architekten: *"... der Putz unten am Haus von der Wand bröckelt ..."*.
- ◆ Am 18.04.07 schreibt der Architekt an den AN und bittet um einen Ortstermin bis 25.04.07.
- ◆ Mit Datum 23.04.07 gibt es eine handschriftliche Notiz zu den möglichen Ursachen der Fehler im Putz, ob und wer diese Notiz erhalten hat, lässt sich daraus nicht erkennen.
- ◆ Mit Schreiben vom 27.04.07 erklärt, Herr Diplom-Ingenieur ST: *„...man habe die Risse am 26.04.07 besichtigt, auf der Innenseite seien keine Risse sichtbar, der Innenputz liege auch nicht hohl, in der Kellerwand seien keine Risse sichtbar, die Außenwand habe keine Setz- oder Verformungsrisse.“*
- ◆ Mit Telefax vom 02.05.07 teilte der Architekt das Herrn K mit.
- ◆ Mit Schreiben vom 02.05.07 an die ausführende Firma R. teilte der Architekt mit: Statische Ursachen, Wassereintritt seien als Ursache für die Erscheinungen auf dem Putz auszuschließen, man bitte um Rücksprache bis 11.05.07.
- ◆ Mit Schreiben vom 10.05.07 teilt der Architekt der Firma Sch., die hat die Fensterbänke eingebaut, mit: Die Aufkantungen an den Fensterbänken seien undicht, Wasser sei deshalb in die Fassade eingedrungen, dies sei ursächlich für Durchfeuchtungsschäden im Putz.
- ◆ Mit Schreiben vom 11.05.07 erklärt die Firma ST Ursächlich seien nicht regelgerechte Aufkantungen an den Fensterbänken, deswegen dringe Wasser in die Mineralwolle ein, das führe zu den Rissen. Im weiteren Verlauf bemüht man sich darum, die Ursache der Fehler zu finden, man stellt ein Gerüst, misst am 19.06.07 die Feuchtigkeit mit einem elektrischen Widerstandsmessgerät. Man misst an 17 Stellen,

dabei ermittelt man im oberen Teil der Fassade Werte zwischen 10 % und 25% Feuchtigkeit, die Werte nehmen von oben nach unten zu. Beim Sockel ermittelt man bis zu 100%. Der weitere Sachverhalt ist zwischen den Parteien bekannt, um Wiederholungen zu vermeiden verweise ich darauf.

2. Grund u. Zweck

Am 20.06.07 bittet mich Herr K um eine Ortsbesichtigung. An der Südfassade eines Anbaus käme es zu Rissen, Blasen, der Putz löse sich vom Untergrund. Die Angelegenheit sei eilig, denn die Verjährungsfrist der Gewährleistung drohe abzulaufen. Deshalb sei es wichtig, eine qualifizierte Mängelrüge zu formulieren, dazu müsse man wissen, welche Ursachen die Erscheinungen hätten. Der Ortstermin fand dann um 17:30 Uhr am selben Tag statt. Außer den Herren E. und G. K nahm der Architekt daran teil. Dokumentiert ist der Ablauf des Termins in meiner Aktennotiz Nr. 1 vom 20.06.07.

Am 26.09.07 besichtigte ich das Objekt zum zweiten Mal, nach dem Herr K dazu vorher seine Erlaubnis erteilt hatte, auch dazu, dass ich zerstörende Untersuchungen vornehmen dürfe. Den Architekten hatte ich ebenfalls informiert, ebenso wie Herr K nahm er am Termin nicht teil. Dokumentiert ist der Termin in meiner Aktennotiz Nr. 2 vom 26.09.07.

Herr K bat mich die Fassade zu untersuchen, wenn möglich, die Fehler zu analysieren, darzustellen und gegebenenfalls Vorschläge zur Beseitigung zu erarbeiten. Außerdem soll die Untersuchung und deren Ergebnis eine Grundlage dafür sein, dass der oder die Verantwortlichen ihren Verpflichtungen nachkommen.

Die Leistung bot ich Herrn K mündlich an. Er beauftragte diese ebenfalls mündlich, das bestätigte ich in meiner Aktennotiz Nr. 1 vom 20.06.07

Außerdem erklärte Herr K: An einer streitigen Auseinandersetzung sei er nicht interessiert, sondern nur an der Kenntnis über die tatsächlichen Ursachen und die Verantwortlichkeiten als Voraussetzung für eine verursachungsgerechte Beteiligung dieser an der Nachbesserung. Die Untersuchungsergebnisse benötige man auch als Voraussetzung für eine funktionsfähige Nachbesserung, damit das Problem nach Ablauf von Zeit nicht wieder auftritt.

Das Ergebnis dieser Ausarbeitung soll daher auch die Basis für Verhandlungen sein über eine Lösung zur Frage der Sanierung und der Kostentragung ohne streitige Auseinandersetzung.

Aus sachverständiger Sicht sollen Ursachen und Verantwortlichkeiten herausgearbeitet, eine technische Entscheidungshilfe gegeben werden, die Möglichkeiten eröffnet für eine dann eventuell mögliche Einigung u. anschließende Sanierung.

3. Untersuchungsmethode

Meine Beurteilung stützt sich auf allgemeine, spezielle und eigene praktische Erfahrungen, verbunden durch vertiefte Kenntnisse der allgemeinen Bautechnik, Baukonstruktion und Physik, den einschlägigen technischen Normen, Regeln und Handwerksregeln. Grundlage sind persönliche Erkenntnisse beim Bau von Wohngebäuden, Bürogebäuden und Industrieanlagen sowie von Sanierungsobjekten. Andere Erkenntnisquellen sind benannt, so weit sie sich nicht aus logischen Schlüssen ergeben. Basis aller Beurteilungen sind eigene Feststellungen, die ich während der Ortsbesichtigung am 06.06.07 und am 26.09.07 erhob, im Detail ist das weiter unten dargestellt.

4. Unterlagen

Unterlagen, die ich zum Prüfen und Erarbeiten der Stellungnahme benutze, sind im Text angegeben, soweit sie hier nicht benannt sind.

Zum Prüfen und Erarbeiten der Stellungnahme standen mir folgende Unterlagen zur Verfügung.

a) Pläne des Architekten:

- Werkpläne M 1: 50 vom 10.10.01: Grundrisse UG, EG, OG, DG,
- Schnitt A-A M 1:50 vom 13.11.01
- Ansichten M 1: 50 vom 10.10.01, Süden, Osten,
- Detailplan Raffstore 4 M 1: 10 vom 29.10.01
- Auszug aus LVz Putzerarbeiten vom 16.10.01
- der unter Sachverhalt genannte Schriftverkehr.
- Kopie aus dem Plan Nr. 7, Ansicht „Süden“, Fassade des Anbaus, mit Eintragungen der Ergebnisse der Feuchtemessung.

b) DIN 4108 Wärmeschutz und Energieeinsparung in Gebäuden, Teil 3 und 7 und Beiblatt 2, 2006.

c) DIN 18540 Abdichtung von Außenwandfugen im Hochbau mit Fugendichtstoffen.

d) DIN V 18550 Putz u. Putzsysteme, Ausgabe April 2005.

e) DIN V 18559 Wärmedämm- Verbundsysteme,

f) DIN 55699 Verarbeitung von Wärmedämm- Verbundsystemen

g) *Technische Richtlinien für die Verarbeitung von Wärmedämm- Verbundsystemen*, Bundesausschuß Farbe u. Sachwertschutz,

technische Richtlinien für Maler- u. Lackiererarbeiten, Ausgabe 1995, Merkblatt 21

- h) „*Bauschäden: Analyse u. Vermeidung*“, EMPA (Eidgenössische Materialprüfungs- u. Forschungsanstalt) CH 8600 Dübendorf, von Dr. J. Blaich, Ausgabe 1999.
- i) „*Praxiserfahrung mit Wärmedämm- Verbundsystemen auf verschiedenen Wandbaustoffen unter besonderer Berücksichtigung der Konstruktionsmerkmale*“, Aufsatz von W. R. Pelzel, ö.b.u.v. SV für Schäden an Gebäuden in Heft 5/80, Isolierung.
- j) unveröffentlichte Unterlagen aus eigenen Seminaren zum Thema WDVS.

5. Fehlende Unterlagen

Die folgenden Unterlagen standen mir **nicht** zur Verfügung:

- a) bauaufsichtliche Zulassung des verwendeten Systems,
- b) Nachweis des verwendeten Systems u. seiner Einzelkomponenten als System
- c) Nachweis über die zulassungskonforme Ausführung, Eigenerklärung Verarbeiter,
- d) Übereinstimmungsnachweis mit der Zulassung des Systems
- e) Nachweis der verwendeten Baustoffe nach Bauregelliste,
- f) Nachweis auf Übereinstimmung mit den Anforderungen aus Brandschutz nach der vorh. Gebäudeklasse.

Ich weise darauf hin, diese Nachweise sind, zumindest soweit das in diesem Fall nötig ist, vorzulegen, andernfalls kann die Leistung schon aus formalen Gründen nicht fehlerfrei sein. Sollten die Beteiligten meinen, der eine oder andere Nachweis sei hier nicht vorzulegen, so ist das nachvollziehbar zu begründen. Es kann durchaus sein, dass der eine oder andere Nachweis in diesem speziellen Fall nicht gebraucht wird, das ist vor allem eine Rechtsfrage.

6. Ziel

Die gutachterliche Information soll eine Arbeitshilfe sein, den Beteiligten ermöglichen, aus technischer Sicht, Ursachen und Verantwortlichkeiten zu erkennen und diskutieren, um die Lasten daraus unter den Verantwortlichen angemessen zu verteilen. Sie soll versuchen, Fehler herauszuarbeiten, den Beteiligten nachvollziehbar zu erklären, um diese bei den Verhandlungen angemessen berücksichtigen zu können.

Die Ausarbeitung versucht Hilfen zu geben, bei der Aufklärung der Fragen nach:

- a) den tatsächlichen Ursachen der Risse, Blasen u. Feuchtigkeit,
- b) Art, Umfang u. Folgen der ursächlichen Fehler,
- c) Zurechenbarkeit und Verantwortlichkeit der Fehler.

7. Vorbehalt

Aus ökonomischen und tatsächlichen Gründen ist bei meiner Untersuchung nicht jede denkbar auslösende Ursache und ihr Einfluss auf das Schadensereignis berücksichtigt.

Meine Ergebnisse und Beurteilungen können die tatsächlichen Abläufe und Zusammenhänge, Ursachen, Folgen und Verantwortungen nur beschränkt wiedergeben, weil aus ökonomischen Gründen die Haftzugfestigkeit u. die Scherfestigkeit der Konstruktion u. die chemische Zusammensetzung der Stoffe nicht untersucht wurden. Man könnte das aber, unter weiterem Einsatz von Zeit u. Geld, nachholen. Alle Feststellungen und Schlussfolgerungen stützen sich ausschließlich auf die Unterlagen, die zur Verfügung standen und die bei den Ortsbesichtigungen gewonnenen Erkenntnisse. Andere Sachverhalte, die bei der Ortsbesichtigung oder aus den Unterlagen nicht erkennbar sind, werden die Ergebnisse und Schlussfolgerungen in jede Richtung verändern, zu unvollständig oder auch falsch, deshalb sind Änderungen nicht auszuschließen.

Wegen der limitierten Kosten ist die Bearbeitungstiefe naturgemäß beschränkt. Die folgende Ausarbeitung beansprucht daher kein Recht auf Vollständigkeit. Sollte es notwendig sein und gewünscht werden, kann ich weitere Untersuchungen und Analysen, insbesondere Materialuntersuchungen und deren Auswertung vornehmen, dazu bitte ich um gesonderte Anweisung.

II. Feststellungen

1. Allgemein

Am 20.06. u. 26.09.07 besichtigte ich das streitgegenständliche Objekt. Der Ablauf nach Art, Zeit und Inhalt, die dabei Anwesenden und die Feststellungen sind beschrieben in meiner Aktennotiz Nr. 1 vom 20.06. u. Nr. 2 vom 26.09.07 oder im Folgenden dargestellt. Während der beiden Besichtigungen öffnete ich die Fassade an mehreren Stellen, das zeige ich im Bild, dabei beschreibe ich die Vorgehensweise und das Ergebnis der Untersuchung. Auf den ersten Blick zeigt die Fassade keine Auffälligkeiten, sondern das übliche Bild solcher Konstruktionen. Bei genauerem Hinsehen erkennt man Schmutzfahnen an dem einen oder anderen Ende der Fensterbänke oder auch am Einlaufkessel, dem Übergang der Terrassenentwässerung in das Regenfallrohr. Ausgehend von den Fensterbänken, jeweils schräg nach unten verlaufend, erkennt man Risse, außerdem gibt es Aufwölbungen oder Blasen im Deckputz. Der Sockel setzt sich optisch durch eine feinere Körnung vom darüber aufgehenden Deckputz ab, ein Ebenenversatz ist nicht zu sehen. Erst auf der Höhe der Kiestraufe scheint es einen Absatz und eine andere Konstruktion mit anderen Baustoffen zu geben.

2. Die Fassade

Die nach Süden gerichtete Wand des Anbaus über 2 Geschosse ist etwa 7 m bis 7,50 m hoch u. etwa 5,50 m breit. Oben ist sie von einem Blech abgedeckt, das ist die Attika einer dahinterliegenden Flachdachterrasse. In jedem Geschoss gibt es ein Fenster. Auf der rechten Seite durchdringt ein Kupferrohr die Konstruktion von innen nach außen, damit wird die Dachterrasse in ein Fallrohr entwässert, das vor der Fassade steht.

Bild Nr. 1



Bild Nr. 1 zeigt die Wand mit den beiden Fenstern, rechts das Fallrohr über das die Flachdachterrasse entwässert wird. Die hellen Flecken in der Fassade sind die Stellen, an denen die Feuchtemessungen gemacht wurden, die Löcher wurden mit hellem Material verschlossen. Unter den Fensterbänken kann man die jeweils schräg nach unten verlaufenden Risse erkennen, auf der rechten Seite der oberen Fensterbank sieht man eine Schmutzfahne

Bild Nr. 2



Bild Nr. 2 zeigt den oberen Teil der Wand, also die Attika, dahinter liegt die Flachdachterrasse. Im Zylinder aus dem das Fallrohr nach unten geführt ist, ist die Entwässerung der Dachterrasse mit dem Fallrohr verbunden, durchdringt die Wand einschließlich WDVS. Rechts unten, neben dem Zylinder, sieht man eine Schmutzfahne, sie entsteht weil das Regenwasser Ionen aus dem Kupfer und den auf der Oberfläche abgelagerten Schmutz löst und nach unten spült. Der Schmutz bleibt auf dem Deckputz hängen.

Bild Nr. 3



Bild Nr. 3 zeigt den rechten unteren Teil der Fassade. Das Fenster im EG, den Riss, der sich von der Fensterbank, schräg nach rechts unten, in Richtung des Regenrohres, entwickelt. Der helle Streifen im Sockel ist ein Riss in der Spritzwasserzone, er beginnt unterhalb der Kiestraufe steigt senkrecht hoch und verzweigt sich wie ein Y.

Bild 4

Bild Nr 4 zeigt die linke obere Ecke der Wand, weiter links den Anschluss zum Satteldach des alten Gebäudes, über dem Fenster die Attika beziehungsweise Brüstung der dahinterliegenden Flachdachterrasse. In Höhe des Fenstersturzes, auf der linken Seite des Fensters erkennt man eine blasige, wellige Struktur des Oberputzes.

Bild 5



Bild Nr. 5 zeigt den unteren Teil der Fassade, nach dem Termin vom 26.09.07. mit den Öffnungen beim Regenfallrohr, an der Fensterbank und die alte Öffnung am Sockel hinten unten. Man sieht, einen Absatz am Übergang zwischen dem Wandputz und der Spritzwasserzone gibt es nicht. Vor dem Lichtschacht erkennt man, am Übergang zwischen Wand und Kiestraufe, eine Schicht aus bituminierten Polystyrolplatten, offenbar als Dränageschicht gedacht. Der Gitterrost läuft stumpf gegen den Putz, ohne geordneten Übergang. Im Hintergrund sieht man das Regenfallrohr für das Satteldach des ursprünglichen Gebäudes.

Bild Nr. 6 zeigt, so wie Bild Nr. 5, den unteren Teil der Wand mit dem Sockel, jedoch von der entgegengesetzten Seite. Man sieht wieder die "Dränageplatte" aus bituminierten Polystyrolschaum, die davor beginnende Kiestraufe, den Lichtschacht und die ohne Absatz in den Boden laufende Wandoberfläche. Der geöffnete Deckputz in der Spritzwasserzone stammt von der Untersuchung während der Ortsbesichtigung am 20.06.07

3. Risse

Zeigen sich unter den Fensterbänken und in der Spritzwasserzone, das zeige ich mit den folgenden Bildern. Auf einigen Bildern sieht man auch die Schmutzfahnen unterhalb der Fensterbänke und an dem Einlaufkessel am Regenrohr oben

Bild 7



Bild Nr. 7 (Riss Nr. 1) zeigt den Riss der an der Fensterbank im EG beginnt und sich schräg nach rechts unten in Richtung Regenfallrohr zieht.

Bild 8



Bild Nr. 8 (Riss Nr. 2) zeigt Risse und Blasen von der Fensterbank im OG, sie ziehen sich nach links unten. Über dem Fenster im EG gibt es eine Risslinie, die sich in heller Farbe abzeichnet, der weiße Fleck am Beginn stammt offenbar von einer Feuchtemessung. Hinter dem Riss sind vermutlich die Dämmplatten gestoßen, außerdem scheint es, als ob der Deckputz sich vom Grundputz gelöst habe. Die Stelle habe ich nicht geöffnet, die Ursachen der Erscheinung sind aber vermutlich identisch mit denen, die ich an anderen Beispielen beschreibe.

Bild 9



Bild Nr. 9 (Riss Nr. 3) ist der Riss (roter Pfeil), der von der rechten Seite der Fensterbank im OG nach rechts unten läuft. Man sieht einen dunklen Streifen (blauer Pfeil), der unterhalb der Fensterbank beginnt und sich senkrecht nach unten zieht, ein anderer dunkler Streifen beginnt unterhalb des Einlaufkastens der Terrassenentwässerung zum Regenrohr. Das ist der vorne schon erwähnte Schmutz, den das Regenwasser von den Metallteilen abspült, auf dem Putz bleibt dieser haften.

Bild 10



Bild Nr. 10 (Riss Nr. 4) zeigt die Risse, die von der linken Seite der Fensterbank im EG nach links verlaufen, waagrecht oder schräg. Die helle Färbung zeigt, die Risse wurden offenbar schon einmal überspachtelt.

Bild 11



Bild Nr. 11 (Riss Nr. 5) zeigt einen Riss in der Spritzwasserzone oberhalb der Kiestraufe. Der Riss ist senkrecht nach oben gerichtet, auf etwa 2/3 Höhe verzweigt er Y-förmig. Offenbar wurde er vor einiger Zeit mit einer hellen Masse überspachtelt oder überstrichen. Die Öffnung rechts neben dem Lichtschacht ist der Versuch, den Übergang zwischen Wandputz und der Konstruktion des Sockels zu untersuchen.

4. Blasen, Ablösungen des Oberputzes

Die Bilder zeigen exemplarisch Stellen, bei denen sich der Deckputz vom Untergrund, dem Grundputz, gelöst hat und Blasen bildet. Dieses Phänomen tritt an etlichen Teilen der Wand auf, weil Ursachen und Folgen die gleichen sind, beschränke ich die Untersuchungen auf zwei geöffnete Flächen. Will man alle Fehlstellen öffnen, kann man das nachholen unter Einsatz von Zeit und Kosten, neue Erkenntnisse werden dabei aber vermutlich nicht entstehen.

Bild 12



Bild Nr. 12 (Blasen 1) zeigt eine Stelle mit abgelöstem Oberputz in der Höhe der Spritzwasserzone während der Besichtigung vom 20.06.07. Der Deckputz hatte sich in einer Blase großflächig vom Grundputz gelöst.

Bild 13



Bild Nr. 13 (Blasen 2) zeigte den Übergang zwischen der mineralischen Dämmung mit dem etwas raueren Deckputz, zur Spritzwasserzone. Dahinter ist eine Dämmung aus Polystyrolhartschaum, der Deckputz ist fein verrieben. Am Übergang zwischen dem Regenrohr aus Kupfer und dem Standrohr aus Guss-eisen sitzt die Befestigungsschelle, mit einem Metallstift ist diese im Putz befestigt. Das ist eine Schelle, die für technische Installationen bei Leitungen für den Schallschutz gedacht ist.

Bild 14



Bild Nr. 14 (Blasen 3) zeigt die Fläche links neben der Fensterbank im OG, man sieht die Aufwölbungen des Deckputzes, er hat sich vom Grundputz abgelöst und ist nach unten gezogen, hat sich länglich und keilförmig abgestellt. Unter der Fensterbank ist das auch ein Riss.

5. Anschlüsse an Einbauteile, Fensterbänke, RR- Schellen

Die Bilder zeigen, exemplarisch, Anschlüsse zwischen Putz und Einbauteilen, etwa an den Enden der Fensterbänke oder die Befestigungen der Regenrohre.

Bild 15



Bild Nr. 15 (Anschlüsse Fensterbank 1.2) zeigt den Übergang zwischen dem Deckputz und der linken Seite der Fensterbank im EG. Das ist ein Ausschnitt aus Bild Nr. 10.

Bild 16



Bild Nr. 16 zeigt noch einmal die in Bild 15 gezeigte Fensterbank, aus dem Blickwinkel seitlich auf die Innenseite Aufkantung.

Bild 17



Bild Nr. 17 zeigt den Übergang zwischen Fensterbank und Deckputz auf der rechten Seite des Fensters im EG. Von diesem Anschluss aus zieht sich der Riss nach rechts unten in Richtung Regenfallrohr, so wie das schon auf Bild Nr. 7 zu sehen ist. Die Aufkantung der Fensterbank und des Deckputzes sind nicht durch eine dauerelastische Fuge getrennt.

Bild 18



Bild Nr. 18 (RR2.1) zeigt die Befestigung einer Regenrohrschele durch den Putz. Die Halterung hat ein Loch im Deckputz verursacht. Das Regenwasser wird durch das Befestigungseisen direkt in den Putz geleitet. Die Schelle sitzt um 180° falsch.

6. Spritzwasserzone u. Sockel

Die Konstruktion des Sockels in der Spritzwasserzone zeige ich mit den folgenden Bildern.

Bild 19



Bild Nr. 19 (Sockel 1) zeigt die Situation des WDVS am Übergang zwischen Kiestraufe (Boden), der bituminierten Polystyrolplatte die im Boden verschwindet, an der Spritzwasserzone und dem drüber aufgehenden Putz. Die mit roter Kreide markierte Stelle wird später geöffnet. Zwischen Putz und Sockel gibt es keinen Absatz, nur die Struktur des Deckputzes ist im unteren Teil feiner.

Bild 20



Bild Nr. 20 (Sockel 2) zeigt eine Stelle auf der linken Seite des in Bild Nr. 19 gezeigten Sockels, am Übergang zwischen Kiestraufe und Deckputz. Der Deckputz endet direkt auf der bituminierten Polystyrolplatte. An der fotografierten Stelle ist diese etwas abgebrochen, darunter sieht man den Grundputz oder Spachtelputz. Im oberen Teil des Bildes, am Übergang zum etwas raueren Putz in der Fläche, sieht man eine ausgebesserte Stelle. Der Deckputz hatte dort offenbar keine Haftung zum Grundputz, wahrscheinlich hatte er sich genauso blasig abgelöst wie schon weiter oben gezeigt, daher hatte man ihn entfernt und mit einer neuen Masse ausgebessert.

III. Untersuchungen

1. Grundlagen

1.1 Verputze Außenwärmedämmung

Mit einer Außenwärmedämmung werden Außenwände lückenlos "eingepackt". Macht man das richtig, an Übergängen, Anschlüssen und Durchbrüchen, dann kann man Wärmebrücken schon systembedingt vermeiden. Die vermeintlich einfache Handhabung, die Meinung, die tragenden Außenwände müssten nur noch statische Funktion übernehmen und die Auffassung, damit wird der Energieverbrauch eines Bauwerks reduziert, führt dazu, dass diese Technik immer mehr Anwender findet. Auf dem Markt werden die Komponenten: Wärmedämmung, Kleber, Spachtelmasse, Gittergewebe, Haftvermittler kunststoffvergütete Deckputze und Zubehör einzeln angeboten oder als aufeinander abgestimmtes System. Verarbeitet werden dürfen aber nur Komponenten, die in einem System aufeinander abgestimmt, geprüft und zugelassen sind, damit den allgemein anerkannten Regeln der Technik entsprechen und auch nur dann als fehlerfrei gewertet werden können.

a) technische Regeln

Es hat sich herausgestellt, diese junge Technik funktioniert nur dann, wenn die technischen Regeln, die sich mittlerweile herausgebildet haben, auf allen Ebenen präzise eingehalten werden. Besonders sind das die seit alters her bekannten bautechnischen Notwendigkeiten und Grundsätze, geschriebene oder ungeschriebene. Die Normen 55699, 18559, 18550, 18540, die technischen Regeln, Merkblätter u. Verarbeitungsvorschriften der Hersteller, die einschlägigen bauaufsichtlichen Zulassungen, die Vorschriften der Bauregellisten für die Baustoffe, die technischen Merkblätter der Verbände, insbesondere des Bauausschusses Farbe und Sachwertschutz und natürlich die technischen Regeln der VOB/C.

b) Planung und Überwachung

Man braucht außerdem eine gründliche und detaillierte, bis ins Einzelne gehende Planung und Überwachung während der Ausführung. Weil die Putzschicht großen thermischen Belastungen ausgesetzt ist (wie man weiter unten sehen wird), ist die Detailplanung für alle Anschlüsse an Fenstern, Durchdringungen, Einbauteilen, Übergängen, An- und Abschlüssen von besonderer Bedeutung. Werden die Bauteile, wie üblich, einfach aneinander gestoßen, ohne Bewegungsfugen, sind Zwängungen

und in deren Folge Risse unvermeidlich. Eine andere Schwierigkeit ist es, Bauteile wie Lampenkörper, Briefkästen oder auch Regenfallrohre durch die weiche Schicht hindurch zu befestigen. Man muss verhindern, dass das über die Fassade oder die Metallteile laufende Regenwasser über die Befestigungslöcher unter die Putzschicht, in die Dämmschicht gelangt und dort zu entsprechenden Schäden führt. Besondere Aufmerksamkeit verlangt die Konstruktion dort, wo sie in die Spritzwasserzone, also den Sockel übergeht und dann im Boden verschwindet. Dieser Teil der Konstruktion ist besonders sorgfältig zu detaillieren und während der Ausführung zu überwachen. Das hat damit zu tun, dass die Belastung mit Wasser in dieser Zone besonders groß ist. Weil der Oberputz großen thermischen Belastungen ausgesetzt ist (wie man weiter unten sehen wird), müssen die Komponenten besonders gut miteinander verbunden werden.

c) Aufbau, Herstellung und Ausführung

Auf der Außenwand wird die Wärmedämmung aus Polystyrolhartschaumplatten oder Mineralfaserplatten mittels eines kunststoffmodifizierten Klebemörtels befestigt. Auf die Dämmschicht wird ein kunststoffgebundener Mörtel oder kunststoffvergüteter Mineralmörtel aufgespachtelt, in diese frische Masse wird ein Gittergewebe aus Glasfaser eingebettet. Unmittelbar danach, noch bevor die Masse trocknet, wird das Gittergewebe eingebettet und überspachtelt, so dass es vollständig mit Mörtel umhüllt ist. Auf diesen so genannten Grundputz wird ein Voranstrich aufgetragen, um den Haftungsverbund zur nächsten Schicht zu verbessern. Als endgültige Oberfläche wird ein Kunststoffputz (meist mit kleiner Körnung) oder ein Silikatputz appliziert. Wegen der großen thermischen Beweglichkeit des Oberputzes kommt der Haftung zum Grundputz eine besondere Bedeutung zu. Ist die Haftung nicht ausreichend, löst sich die obere Schicht ab, es entstehen dann Blasen, zuletzt stellt sich der Oberputz wie ein Stofflappen ab. Grundsätzlich ungelöst ist auch noch das Problem mit der UV-Strahlung, die dadurch im Putz ausgelöste Versprödung, mit den bekannten Folgen.

Neuerdings verwendet man auch Silikonputze, weil man hofft, dadurch eine bessere Zähigkeit, also weniger Risse zu erreichen. Das Herstellen solcher Putzsysteme erfordert nicht unerhebliche, theoretische und praktische Kenntnisse und Erfahrung. Besonders wichtig ist das Wissen über die Folgen unsachgemäßer Verarbeitung, denn nur wenn man weiß, welche Folgen Fehler und Nachlässigkeiten haben, wird man Ver-

ständnis für genaue und sorgfältige Arbeit erreichen können. Daher ist besonders die Eigenüberwachung des Unternehmers gefordert.

1.2 Grundsätzliche Eigenschaften der Wärmedämmverbundsysteme

a) von innen nach außen weicher

Man kann das System als ein so genanntes "Dreischichtsystem" bezeichnen, das heißt auf eine starre Wand wird eine extrem weiche Schicht aufgebracht, darauf wieder eine sehr harte. Seit man Außenwände baut und verputzt weiß man, man muss ganz bestimmte mechanische Eigenschaften bei der Reihenfolge der Schichten beachten. Am einfachsten ist das definiert in der technischen Regel: die Schichten müssen von innen nach außen immer weicher, das heißt elastischer werden. Rissfrei bleibt der Putz nur, wenn diese Regel eingehalten wird. Verletzt man sie, führen die unterschiedlichen Bewegungen der einzelnen Schichten aus Kalt-/Warmwechsel, Naß-/Trockenwechsel und Lastwechseln zu Rissen in der äußeren Schicht, zu Aufwölbungen und Abplatzungen, jedenfalls immer dann, wenn diese Schicht härter ist als die darunter liegende.

Beim Wärmedämmverbundsystem wird gegen diesen elementaren Grundsatz massiv verstoßen. Auf eine besonders weiche Schicht (die Wärmedämmung) wird eine sehr harte Schicht aufgetragen. Der Oberputz wird im Laufe der Zeit immer härter, denn die Kunststoffanteile, die am Anfang noch eine gewisse Elastizität erzeugen, werden durch die UV-Strahlung zerstört oder herausgelöst. Es kommt hinzu, die Dämmschicht besteht nicht aus einer homogenen Fläche, sondern aus einzelnen Dämmplatten von etwa 50 cm x 100 cm. Jede dieser Platten bewegt sich einzeln, wird kleiner, d.h. die zweite systembedingte Schwachstelle ist die Fuge zwischen den Dämmplatten.

Man versucht dieses Problem zu lösen, in dem man in den Grundputz ein Glasseitengittergewebe als Armierung einbettet. Dieses Gewebe soll die Spannungen aus den Verformungen aufnehmen, flächig verteilen. Die Kräfte baut man ab, dadurch dass man viele mikroskopisch kleine Risse in Kauf nimmt, um wenige große, die man sieht, zu vermeiden. Damit wird deutlich, die Konstruktion ist grundsätzlich nicht tolerant gegenüber Fehlern bei Planung und Verarbeitung, sondern gerade umgekehrt, nämlich sehr empfindlich. Jeder Fehler führt unweigerlich zu den behaupteten Folgen.

b) Extreme thermische Belastung, daher extreme Verformung.

Die Wärmedämmung des Systems bremst den Durchgang der Energie von innen nach außen, das ist gewollt, man hofft damit den Energiebedarf des Gebäudes zu reduzieren. Weil es aber keine Einbahnstraße gibt, raus nein, rein ja, sondern im Gegenteil, das Ganze auch umgekehrt funktioniert, entstehen in der dünnen äußeren Putzschicht im Wechsel der Tages- und Jahrestemperatur extreme Temperaturspannungen. Das hat damit zu tun, dass die Wärmedämmung die auf der Oberfläche der Putzschicht entstehende Temperatur nicht nach innen weiterleitet, sondern staut. Sonneneinstrahlung erhöht also die Temperatur, besonders auf der Südseite, die Putzschicht nimmt die hohe Temperatur schnell auf, weil sie sehr dünn ist. Nachts, bei klarem Himmel, wird diese Wärme in den kalten Weltraum abgestrahlt, die Schicht kühlt sehr stark ab, sehr schnell, oft sogar unter die Lufttemperatur. Bei Messungen¹ an einer Südfassade im Februar konnte man nachweisen, dass die Temperaturdifferenz im Tagesverlauf bis zu 40° C beträgt. Dieses schnelle Erwärmen und Abkühlen erzeugt eine scharfe Expansion und Kontraktion der dünnen Putzschicht, das führt zu besonders großen Spannungen. Jede Abkühlung unter die Lufttemperatur erzeugt aber auch Tauwasser auf der Putzoberfläche, genauso wie man das beim Autodach beobachten kann. Dieses Wasser belastet das System erheblich. Extreme Belastungen entstehen auch, wenn am Nachmittag eines heißen Sommertages ein Gewitter entsteht und der Gewitterregen die aufgeheizte Schicht innerhalb von wenigen Minuten von über 40° auf etwa 12 bis 15° herunterkühlt. Über die Jahre entsteht so ein Spätschadenrisiko insbesondere, weil die Putzschicht durch Alterung versprödet, so hart wird, dass jede von der Temperaturänderung ausgelöste Spannung zu Rissen führen wird, Wasser läuft hinter die Schichten, mit den auch hier zu sehenden Folgen.

c) Folgen der Eigenschaften für Anschlüsse und Durchdringungen

In jeder Wandfläche, damit auch in solchen Putzflächen gibt es Durchdringungen, Fenster, Fensterbänke, andere Teile müssen befestigt werden, das alles muss beweglich aber doch wasserundurchlässig gemacht werden. Wegen der gerade erklärten großen Belastung aus thermischer Bewegung darf die Schicht aus Grundputz und Oberputz nirgends an seiner Ausdehnung behindert werden, nirgends darf

¹ Bauschäden, Analyse u. Vermeidung Dr. J. Blaich, EMPA 1999 CH- 8600 Dübendorf S. 44, Bild Nr. 6

Regenwasser über ein Bauteil oder dessen Befestigungen hinter die Putzschicht gelangen. Alle Übergänge, Anschlüsse und Durchdringungen sind beweglich, dauerelastische und wasserdicht auszuführen.

2. Untersuchung u. Beurteilung

2.1 Risse

In der Fassade gibt es 2 unterschiedliche Risstypen. Da sind zunächst die Risse im oberen Teil der Fassade, darunter ist die Dämmung aus Mineralwolle. Diese Risse beginnen jeweils links und rechts von den Fensterbänken und entwickeln sich dann schräg nach außen unten. An einer Stelle, links, oberhalb des Fensters EG gibt es einen waagerechten Riss, etwa 30 cm lang, der von den schräg laufenden zu unterscheiden ist. Aus ökonomischen Gründen habe ich diesen aber nicht besonders untersucht, sollte das gewünscht werden, kann man das während der ohnehin notwendigen Sanierung, dann wenn ein Gerüst steht, nachholen.

Dann gibt es noch die Risse in der Spritzwasserzone über dem Boden, dahinter ist die Wärmedämmung aus Polystyrolhartschaumplatten. Diese Risse sind überwiegend senkrecht, sie enden dort wo die Mineralwollendämmung beginnt. Die Risse haben teilweise gemeinsame, teilweise unterschiedliche Ursachen, die ich im Folgenden darstelle.

2.1.1 Risse an den Fensterbänken, Spannungen wegen fehlender Bewegungsfuge.

a) Feststellungen.

Exemplarisch für diese Risse untersuche ich den im Bild Nr. 7 dargestellten, der von der Fensterbank im EG etwa 1,90 m bogenförmig nach rechts außen unten verläuft, das zeige ich mit Bild Nr. 21.

Bild 21



Bild Nr. 21 zeigt den Riss, auf dem Bild Nr. 7 ist er schon einmal zu sehen, aus einer anderen Perspektive. Er beginnt an der rechten Aufkantung der Fensterbank (roter Pfeil), dort ist er breit und klafft, zieht sich dann, bogenförmig etwa 1,90 m, nach rechts unten, wo er auf Null (grüner Pfeil) ausläuft. Man hat versucht, ihn mit einer Spachtelmasse zu verschließen, offenbar nach dem man die oben beschriebene Feuchtemessung (das ist die ausgebrochene Stelle, blauer Pfeil) durchgeführt hatte. Die braunen Pfeile zeigen die Kräfte, die gewirkt haben, bevor der Riss entstand. Ist ein Riss entstanden, herrscht die Spannung 0, jedenfalls solange bis neue Spannung aufgebaut wird.

Bild 22



Bild Nr. 22 zeigt das Detail zwischen Fensterbank und Putz. Den Rest habe ich mit einem Filzstift nachgezeichnet. Der linke Teil des Rechtecks markiert die Öffnung die ich anschließend anlege. Man sieht die direkte Verbindung zwischen Fensterbank und Deckputz.

Bild 23



Bild Nr. 23 zeigt nun die Markierung für die Öffnung und den ersten Schnitt in den Putz, dabei ist ein kleines Stück, links oben (rote Pfeil), schon herausgefallen. Ganz links außen sieht man den Beginn der Aufkantung der Fensterbank, das habe ich markiert mit dem blauen Pfeil. Der Deckputz hat direkten Kontakt zur Kante der Aluminiumfensterbank.

Bild 24



Bild Nr. 24 zeigt die Stelle von Bild 23, etwas nach links geschwenkt, damit man den Übergang zwischen Grundputz und Fensterbank deutlicher sieht. Fensterbank und Putz (blaue Pfeile) haben direkten Kontakt.

Bild 25

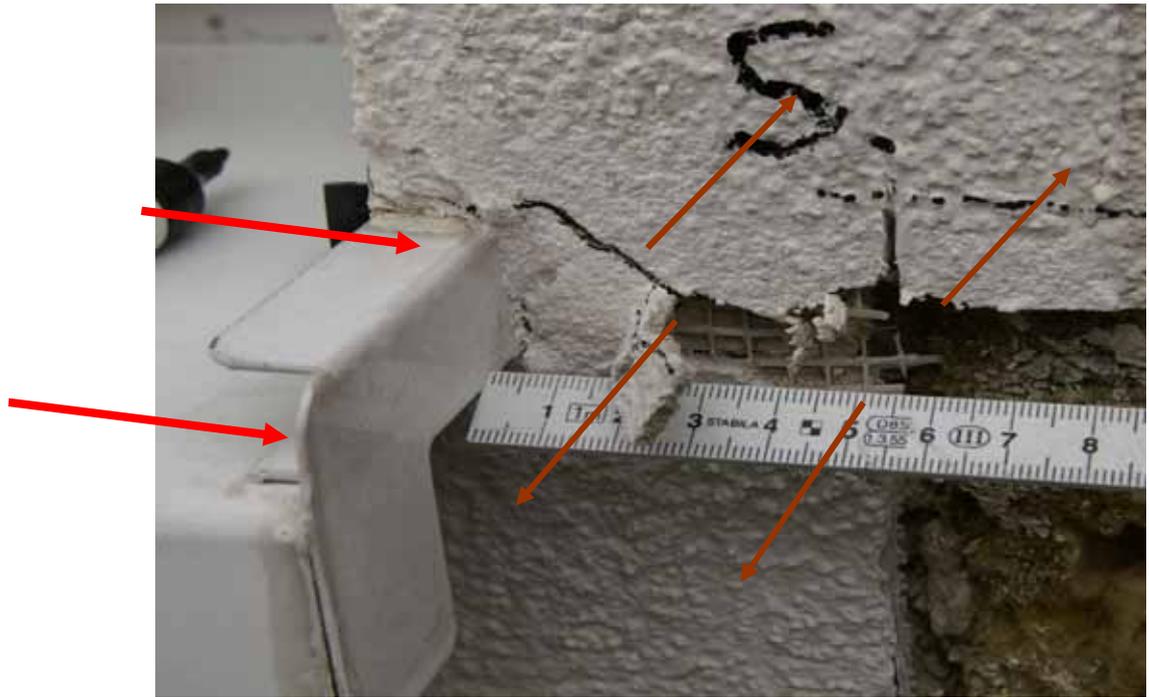


Bild Nr. 25 zeigt diesen Anschluss als Vergrößerung, nach dem ich die Fassade auf der Rechten Seite geöffnet hatte. Die Fensterbank u. der Deckputz sind nicht getrennt. Dehnt sich die Alubank aus, dann wirkt sie wie ein Spaltkeil, der in den Oberputz eindringt u. ihn aufreißt. Diese Druck- oder Spaltkraft zeige ich, nach Art u. Richtung, mit den roten Pfeilen, die braunen Pfeile zeigen die Reaktion, also die Richtung des Zugs der dadurch im Putz entsteht.

Bild 26

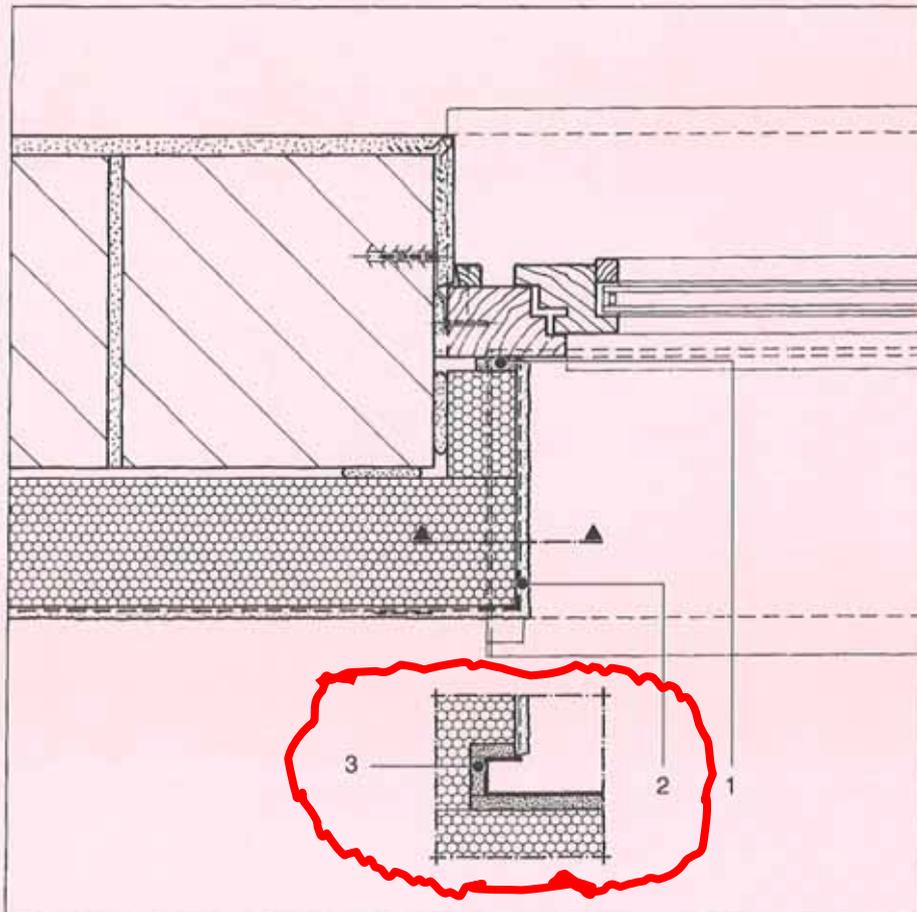


Bild Nr. 26 zeigt den Blick nach dem Entfernen des Putzes an der Fensterbank. Hinter dem Putz, zwischen Wärmedämmung und Fensterbank, steckt ein bitumengetränktes Dichtungsband, blauer Pfeil. Zwischen Band und der Wärmedämmung sieht man einen Mörtelrest (roter Pfeil) der sich dort verkeilt hat, aber nicht vom Öffnen, er war vorher da. Die weiche Masse im Untergrund verhindert den Spaltdruck zwischen Putz u. Alublech nicht, sondern nur den zwischen Alubank und Dämmung. Das wäre aber nicht nötig, da die Dämmung ohnehin eigenschaftsgemäß nachgibt.

Skizze 1, Richtiger Anschluss zwischen Fensterbank und Oberputz

2.6.5 Fenster ohne Anschlag, Leibung gedämmt

Zeichnung 7



- 1 Kunststoff-Weichschaumband, schlagregendicht komprimiert
- 2 Verstärkung der Ecke mit Gewebeeckwinkel
- 3 Fugenband 1 cm, um seitliche Aufkantung der Fensterbank herumgeführt, an den Ecken gestoßen

Die Skizze Nr. 1 zeigt wie der Anschluss richtig hätte ausgebildet werden müssen. Der Oberputz hätte durch eine weiche, dauerelastische Anschlussfuge (nicht Dichtfuge) vom Blech der Fensterbank getrennt werden müssen. Die weiche Fuge muss in der Ebene von Decke und Grundputz liegen, in der Ebene der Dämmung ist sie unnütz. In Verbindung mit dem tatsächlich eingebauten, bitumengetränktem Schaumstoffstreifen hätten sich beide Bauteile, die Aluminium Bank und auch der Oberputz frei bewegen können ohne das jeweils andere Bauteil auf Druck zu beanspruchen, wenn das Band in der richtigen Ebene, also vorne gelegen hätte.

Bild 27



Bild Nr. 27 zeigt die Öffnung über dem Riss, die Mineralwolle, die nach unten geklappte Putzfläche der Öffnung und die Bruchkanten, den Riss auf der Innenseite der Putzfläche. Auf der Platte sieht man einen dunklen Streifen, er zeichnet den Rissverlauf nach. Das sind Staub, Erosion und Pollen, das Regenwasser nahm die auf, als es über die Fassade floss, dann drang es in den Riss ein, das Wasser verdunstet, die Partikel blieben zurück und zeichnen sich nun als dunkler Streifen ab. Daraus muss man schließen: Der Riss ist schon einige Jahre alt, denn sonst wäre die Verschmutzung auf der Dämmplatte und die daraus resultierende Verfärbung nicht so deutlich. Die Mineralwolle selbst war trocken. Die Haftzugfestigkeit zwischen Mineralwolle und Grundputz war sehr gering, das ausgeschnittene Teil löste sich fast von selbst. Will man genaue Werte haben, muss man Haftzugversuche machen. Auffällig ist, das Armierungsgewebe hält den Putz oberhalb des Risses und unterhalb nicht mehr zusammen. Die herausgeschnittene Fläche hielt nur noch der Oberputz zusammen. Das Gewebe ist entlang des Risses nicht mehr miteinander verbunden, aufgelöst oder gebrochen. Ursache könnte eine alkalische Unverträglichkeit des Gewebes sein, das müsste man chemisch analysieren. Andererseits ist es auch möglich, dass das ständige Wechselspiel zwischen Zug und Druck zum Bruch der Gewebefasern führte.

Bild 28



Bild 28 ist eine Nahaufnahme, die zeitlich vor der Aufnahme Nr. 27 gemacht wurde, noch bevor der obere Teil der heraus genommenen Fläche nach unten abgeknickte. Man sieht, im Riss ist das Gitter aufgelöst oder gebrochen.

Bild 29



Bild 29 zeigt den rechten Teil der Öffnung und den weiteren Verlauf des Risses. Mit dem Zeigefinger beziehungsweise Daumen gelang es mühelos die mit 4 beziehungsweise 7 bezeichnete Fläche nach hinten zu biegen, das heißt, das Gewebe gab dem leichten Druck nach oder war gar nicht mehr verbunden. Üblicherweise hätte das Gewebe dem Eindringen erheblich mehr Widerstand entgegensetzen müssen. Es hätte verhindern müssen, dass man mit dem Daumen das Teil nach hinten drücken kann. Es ist gebrochen.

b) Ursache

Zwischen der Fensterbank u. dem Deckputz fehlt eine regelgerechte Bewegungsfuge. Die Längenänderungen aus thermischer Expansion und Kontraktion können sich deswegen nicht ohne Folgen ausgleichen. Die Fensterbank aus Aluminium dehnt sich aus, wenn die Sonne sie erwärmt, sie zieht sich zusammen, wenn es wieder kalt wird. Der Deckputz macht genau das Gleiche, er wird bei Erwärmung größer, wird es wieder kalt, will er kürzer werden. Die Bewegungen heben sich also nicht auf, sie verstärken sich. Beim Erwärmen entstehen Druckspannungen, Fensterbank und Oberputz drücken gegeneinander, keiner hat Platz, jeder will sich eigenschaftsgemäss ausdehnen. Auf den Deckputz wirkt die sich ausdehnende Fensterbank wie ein Spaltkeil, das zeige ich mit Bild 26. Der ständige Wechsel von Spaltdruck u. Entlastung wirkt auf die Dauer wie das ständige hin u. her biegen bei einem Draht, der bricht, der Putz reißt auf. Das Armierungsgewebe ist offenbar in der Ebene des Risses verrottet oder bereits gebrochen, jedenfalls nimmt es, wie die vorausgegangenen Bilder zeigen, keine Kräfte mehr auf.

Das ist zwar die letztlich auslösende, aber nicht die einzige Ursache. Die Expansion und Kontraktion einer Fläche ist immer auf deren Mittelpunkt (Schwerpunkt) bezogen, entlang der größten Diagonalen entstehen die größten Spannungen. Ist eine Fläche durch Aussparungen (Fensterlöcher) durchbrochen, müssen diese Wechselkräfte (Ausdehnen, Zusammenziehen) um diese Löcher umgeleitet werden, deswegen sind sie in den Ecken der Aussparungen besonders intensiv. Jede Ecke der beiden Löcher, der Wandaussparungen für die Fenster, ist quasi eine Sollbruchstelle für den Putz, wegen der von der Erwärmung oder Abkühlung ausgelösten Spannungen. Dieses Wechselspiel, hin u. her, immer wieder, ist wie das oben erwähnte hin u. her biegen eines Drahts, solange bis er bricht, hier entsteht der Bruch als Riss. Zerlegt man die Fassade in Teilflächen, so dass in keiner Fläche eine Aussparung, eine Sollbruchstelle entsteht, prüft dann Expansion und Kontraktion der einzelnen Flächen, stellt man fest: Die größte Expansion und Kontraktion, damit die größte Spannung (Druck u. Zug) entwickelt sich an den Ecken der Fenster (Skizze 2), von dort zieht die Spannungslinie jeweils unter etwa 45° nach außen. Die Spannungen (Zug oder Druck)

sind also dort besonders groß, wo die Aussparung, das Fenster beginnt oder aufhört.

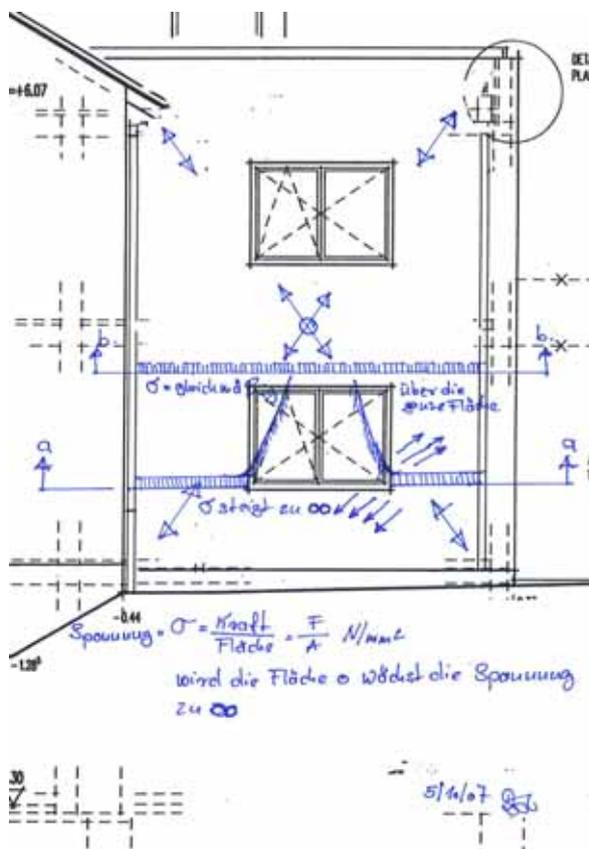
Das hängt mit dem Spannungsgesetz zusammen, denn das sagt:

Spannung ist der Quotient aus der Kraft und dem Querschnitt (Fläche) in der die Kraft wirkt.

Also: $\sigma = F/A$ in N/mm^2 . Das bedeutet, in den Ecken der Fenster, oben an den Stürzen und unten, dort wo die Fensterbänke in den Putz einschneiden, entstehen die größten Spannungen. Genau dort, in diesen Ecken, ist der Putz aber am empfindlichsten gegen solche Spannungen und gerade dort steigern die fehlerhaft angeschlossenen Fensterbänke diese Belastung.

In die Ansicht "Süden", Plan Nr. 7, habe ich versucht das mit Pfeilen darzustellen. In der Skizze 2 für die große Fläche, in der Skizze 3 für die Einzelflächen. Der in Skizze 2 dargestellte Schnitt, a-a, durch das Fenster EG und die Darstellung der Spannung als Fläche soll das verdeutlichen. Dort wo der Querschnitt dünner, gar zu null wird, steigt die Spannung auf sehr große Werte an. Der Schnitt b-b zeigt die Putzfläche im Querschnitt in ungestörter Ebene, dort ist die Spannung innerhalb einer Phase, also einer Expansion oder Kontraktion gleich, Spannungsspitzen gibt es nicht.

Skizze Nr. 2

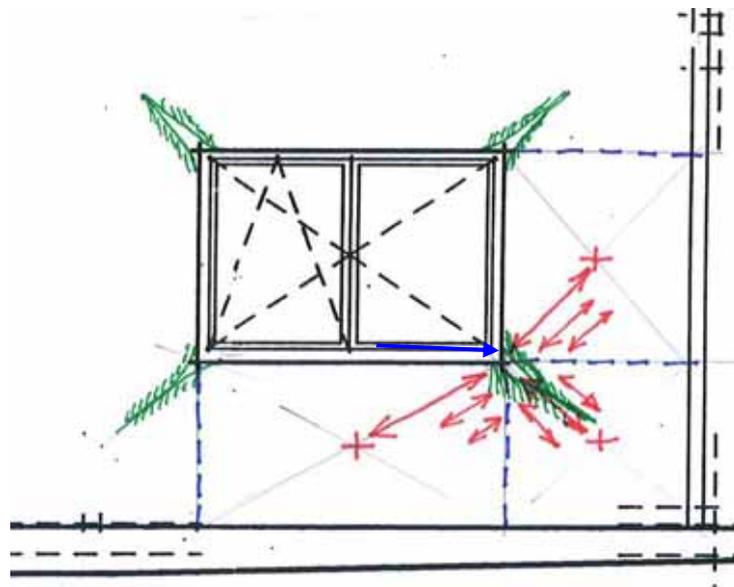


Die Pfeile an der rechten unteren Fensterecke symbolisieren die Kräfte, die beim Abkühlen der Putzfläche, wenn die sich deswegen zusammenzieht, entstehen. In den Bildern 21 und 25 habe ich das mit braunen Pfeilen verdeutlicht. Erwärmt sich der Putz, dreht sich die Krafttrichtung um, es entsteht Druck. Das ständige wiederholen von Zug und Druck im Wechsel ist wie das ständige hin und her biegen eines Drahtes solange bis er bricht. Hier entsteht der Bruch im Putz, sogar das Gittergewebe ist an dieser Stelle gebrochen.

Skizze 3

Untersucht man jede Teilfläche für sich (Skizze 3), deren Verhalten an den Grenzen zur jeweils nächsten, während des Ausdehnens und Zusammenziehens, dann erkennt man die enormen Spannungen in den Übergangsbereichen zwischen den Feldern. An jeder Ecke entsteht eine Spannungslinie (potenzielle Risslinie), entwickelt sich unter etwa 45° nach außen unten oder außen oben. In der Ecke herrscht die größte Spannung, also auch die größte Rissbreite. Weiter nach außen unten wird sie kleiner, schließlich zu 0, der Riss hört auf sichtbar zu sein. Das zeige ich mit dieser Skizze Nr. 3, am Beispiel des Fensters im EG. Blau gestrichelt sind die Grenzlinien der Felder, rote Pfeile stellen die Kräfte nach Größe und Richtung dar. Grün sind die idealisierten Risslinien. Am Ort der größten Kraft, also direkt in der Ecke, ist der Riss am breitesten, zum Mittelpunkt der Einzelfläche wird die Kraft kleiner, schließlich hört sie auf, ebenso wie der Riss.

Skizze Nr. 3



Skizze Nr. 3 zeigt symbolhaft wie man die Fassade in einzelne Flächen (blaue gestrichelte Linie) aufteilt, den Mittelpunkt jeder Fläche (rotes +) festlegt, die Diagonale zeigt Größe und Richtung (rote Pfeile) der größten Kraft. Grün symbolisiert die als Folge der Spannungen entstehenden Risse nach Richtung u. Klafftendenz. Druck Fensterbank ist blauer Pfeil.

c) Schlussfolgerung, Bewertung

Die Risse haben mehrere Ursachen.

1. Systembedingte, erhöhte thermische Expansion und Kontraktion des Gesamtsystems WDVS wegen der eingebauten Wärmedämmung. Das ist eine Eigenschaft des Systems, der man nur durch eine geschickte Planung der Fassade entgegenwirken kann, etwa dadurch, dass man diese in einzelne Felder aufteilt, die sich unabhängig voneinander bewegen können. Die Felder sollten dabei dem Quadrat möglichst nahe kommen. Innerhalb eines Feldes sollten sich die Abmessungen nicht ändern, etwa durch Einschnitte oder Aussparungen. Trotzdem wird man den Folgen der gewünschten Eigenschaft, dem Bremsen des Energiedurchgangs, nicht vollständig entgegen gehen können.
2. Besonders schnelle u. große Temperaturänderung der Putzschicht, wegen ihrer relativen Dünne und weil die aufgenommene Energie nicht schnell genug nach hinten weitergeleitet oder die bei Abkühlung abgegebene nicht von massivem, Wärme speicherndem Mauerwerk aus dem Untergrund aufgefüllt wird. Das ist kein grundsätzlicher Fehler, sondern eine, wenn auch eine fatale Eigenschaft des Systems. Die schnellen und großen Temperaturwechsel kann man nicht verhindern, nur versuchen die Temperaturamplituden so gering als möglich zu halten, indem man Materialien verwendet, die möglichst wenig Energie absorbieren. Zu allererst sind das möglichst helle Farben und wie schon oben erklärt, möglichst quadratische Felder die nicht zusammenhängen. Starre Verbindung zwischen Oberputz und Aluminiumfensterbänken, statt einer regelgerechten beweglichen Anschlussfuge. Die dadurch entstehende Spaltwirkung verstärkt die anderen Ursachen. Zu diesem Anschluss gibt es keine Planung. Wie ein solches Detail auszusehen hätte, habe ich mit der Skizze Nr. 1 gezeigt. Trotzdem ist das auch ein Verarbeitungsfehler, den jeder qualifizierte Unternehmer kennt dieses Problem und auch die Lösung. Daher hätte der AN den Anschluss auch ohne dieses Detail regelgerecht erstellen können und müssen, zumindest hätte er einen Hinweis erteilen müssen, dazu wäre er in jedem Fall, jedenfalls aus technischer Sicht, verpflichtet gewesen. Aus rechtlicher Sicht kann das anders sein.

3. Dazu kommen Verarbeitungsfehler oder zumindest Nachlässigkeiten, etwa beim Einbetten des Gittergewebes, denn dieses liegt an der geöffneten Stelle zu weit an der hinteren Ebene zur Wärmedämmung. Auf die sehr geringe Haftzugfestigkeit zwischen mineralischer Wärmedämmung und Dämmputz, auf die besonderen Eigenschaften der mineralischen Dämmung, hätte der AN hinweisen können und müssen.
4. Ob die einzelnen Baustoffe aufeinander abgestimmt sind, aus einem geprüften System stammen oder einzeln vom AN zusammengestellt wurden, kann ich nicht beurteilen, da ich das nicht geprüft habe. Der AN sollte die dazu erforderlichen Nachweise vorlegen. Welche das sind, habe ich weiter oben schon ausgeführt. Insbesondere wäre zu prüfen, ob die alkalische Beständigkeit des Gittergewebes ausreichend ist, denn vermutlich ist das, wie die Bilder bei der Öffnung zeigen, nicht der Fall. Man kann das durch eine chemische Analyse prüfen, das habe ich nicht gemacht, sollte man das für notwendig erachten, bitte ich um gesonderte Anweisung.

d) Beurteilung.

Aus technischer Sicht ist das geplante System, auf einer nach Süden ausgerichteten Wand, wegen der damit verbundenen extremen Temperaturschwankungen, besonders schwierig, wenn nicht gar riskant. Gerade deswegen wäre es geboten gewesen, besonders sorgfältig zu planen, etwa der Frage nachzugehen, wie sich die großen und oft schnellen Temperaturwechsel auf das System auswirken. Eventuell hätte man von vornherein die Fassade in Felder unterteilen müssen, um zu vermeiden, dass die unvermeidlich auftretenden Spannungen die Fähigkeit des Materials, solche aufzunehmen, übersteigen. Besonders die Anschlüsse und Durchdringungen hätte man sorgfältig detaillieren müssen, notfalls bis in den Maßstab 1:5. Die Bauüberwachung ist nicht dokumentiert, weder Quantität noch Qualität, zumindest habe ich dazu keine Unterlage. Vieles spricht dafür, hätte es eine kontinuierliche Überwachung und kritische Prüfung gegeben, hätte man einiges vermeiden können.

Aus technischer Sicht hat der AN fehlerhaft geleistet, wahrscheinlich hat er auch einige seiner Hinweispflichten (obwohl ich das nicht prüfen konnte, da mir die Akten dazu nicht zur Verfügung standen, andererseits ist das auch eine Rechtsfrage, die ich nicht beantworten kann) nicht erfüllt. Deutlich wird das durch das Anschlussdetail zwischen Fensterbank

und Putz. Er hätte dafür ein Detail verlangen müssen, andererseits hätte er, als qualifizierter Fachunternehmer, wissen müssen und können, dass die ausgeführte starre Verbindung fehlerhaft ist. Aus meiner Sicht hätte der ausführende Unternehmer von sich aus die notwendigen Prüfzeugnisse und Nachweise zum System vorlegen müssen, ob er das getan hat, weiß ich nicht, da ich die Akten dazu nicht kenne.

Aus technischer Sicht bewerte ich die Verantwortlichkeit des Fachunternehmers höher als die des Planers, denn die speziellen Probleme solche Systeme sind ihm sicher geläufiger als dem Architekten.

Die Verantwortlichkeit schätze ich:

1. für den Architekten mit etwa 35 bis 40%
2. für den ausführenden Unternehmer mit etwa 60 bis 65%.

2.1.2 Risse im Sockel.

a) Feststellungen

Die Risse im Sockel, in der Spritzwasserzone, gehen grundsätzlich auf die gleichen Probleme zurück, die gerade beschrieben wurden, allerdings gibt es keine Einbauteile wie Fensterbänke o.ä., die das Problem verschärfen. Der Unterschied ist, dass der Wärmedämmstoff keine Mineralwolle ist, sondern aus Polystyrolhartschaumplatten besteht. Auslösend für die Risse war, neben den oben beschriebenen Problemen der thermischen Expansion und Kontraktion, der großen und schnellen Temperaturwechseln, ein Verarbeitungsfehler des ausführenden Unternehmers. Das zeige ich mit den nachfolgenden Bildern.

Bild Nr. 30



Bild Nr. 30 zeigt den "Sockel". Hinter dem glatt geriebenen, deswegen die feine Struktur, Oberputz ist die Wärmedämmung aus Polystyrolhartschaumplatten, nicht mehr aus Mineralwolle. Der helle Streifen ist der Riss, der offenbar schon einmal mit einer helleren Masse überarbeitet worden war. Er beginnt direkt über der Kiestraufe und endet am Übergang zum etwas gröberen Korn des Oberputzes. Rechts neben dem Gitterrost habe ich den Putz geöffnet (roter Pfeil), dabei fand ich eine Mörtelschicht, etwa 5 cm dick. Darunter gibt es eine "feuchte beständige" Dämmplatten aus extrudiertem Polystyrolhartschaum (brauner Pfeil), eine so genannte PUR- platte. Direkt über dem Mörtelputzen beginnt die Dämmung mit einfachen Polystyrolplatten, die nicht feuchteresistent sind. Das ist ein grober Fehler, diese weißen Styroporplatten dürfen nicht dort verarbeitet werden, wo viel Feuchtigkeit entsteht und über längere Zeit erhalten bleibt. Einen Hinweis darauf, dass das feuchteresistente Platten sind, fand ich beim Öffnen nicht.

Bild 31

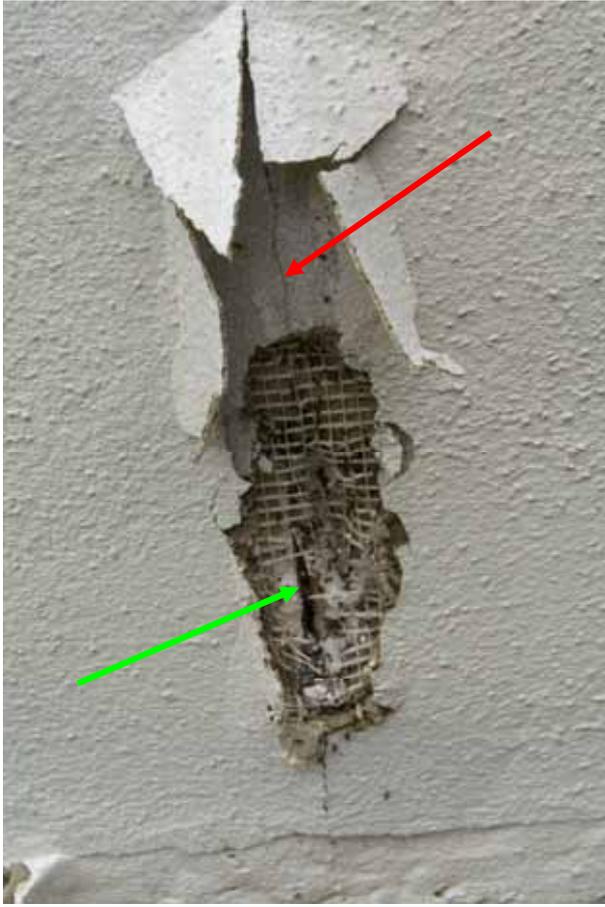
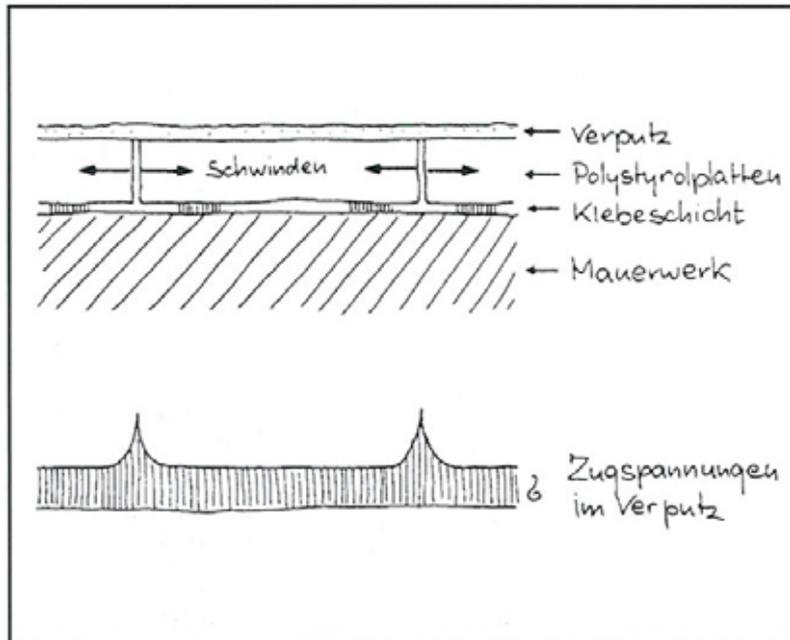


Bild Nr. 31 zeigt die nächste Stufe der Öffnung. Der Deckputz ist entfernt, der Grundputz kommt zum Vorschein, darin ist der Riss deutlich ausgeprägt, das zeige ich mit dem roten Pfeil. Die Haftung zwischen dem Grundputz und dem Deckputz war nicht besonders groß, leichter Zug genügte und die in dem Bild sichtbaren Platten lösten sich. Hinter dem geöffneten Gewebe erscheinen die Polystyrolplatten. Der Riss liegt direkt über einem Plattenstoß, die Platten sind nicht press gestoßen, die Kanten haben einige mm Abstand. So entsteht eine offene Fuge, das zeige ich mit dem grünen Pfeil.

Skizze 4



Skizze Nr. 4 stellt die Folgen offener Plattenstöße dar. Grundputz und Deckputz haben über dem offenen Stoß keine Verbindung zum Untergrund, weil eben kein Untergrund da ist. Deswegen entstehen, wie schon oben erklärt, besonders große Spannungsspitzen. Denen ist der Putz und auch das eingebettete Gewebe nicht gewachsen, die Spannung zerreißt den Putz. Das Bild stammt aus dem Buch von Herrn Dr. Jürgen Blaich, "Bauschäden" Analyse u. Vermeidung, S. 46 unten.

Bild 11 (HF 5.04-05)
Spannungsspitzen im Verputz der Aussenwärmedämmung durch Überlagerung der Zugspannungen infolge Abkühlung des Verputzes und Schwinden der Polystyrolplatten.

Bild 32

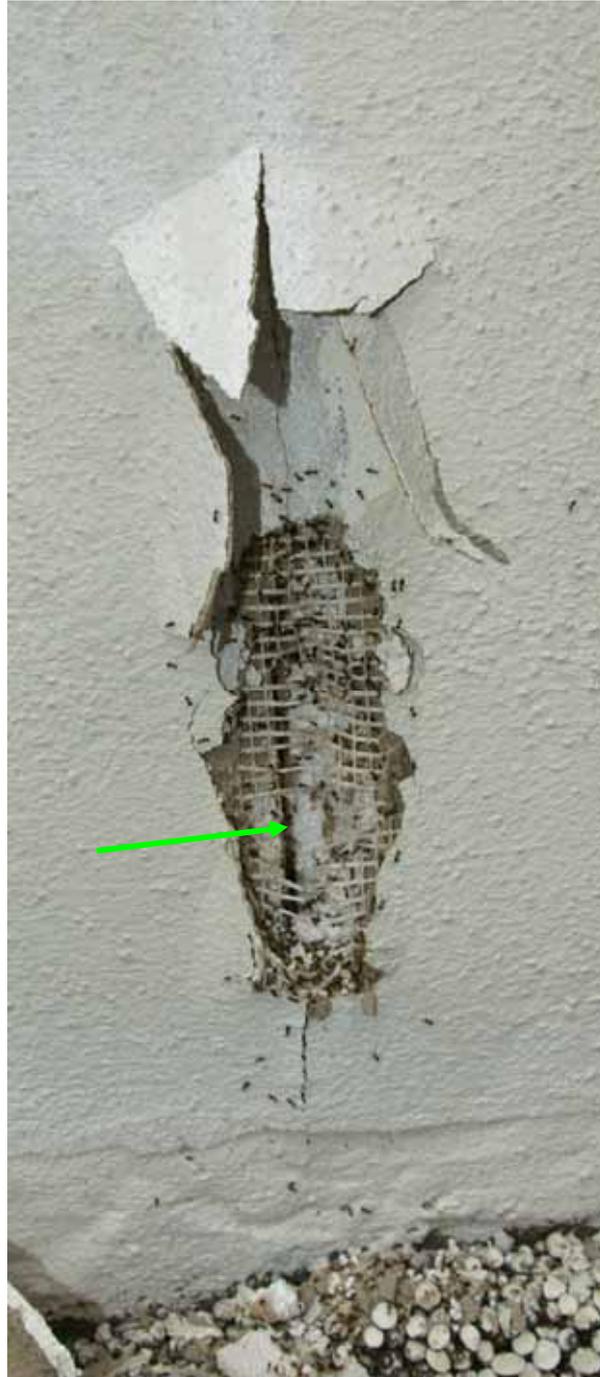


Bild Nr. 32 zeigt die gleiche Stelle und den gleichen Öffnungszustand wie Bild Nr. 31, jedoch eine etwas andere Perspektive. Man sieht die offene Plattenfuge (grüner Pfeil), aus der offenen Fuge flüchten viele Ameisen. Der Hohlraum wurde von den Tieren als Nest genutzt. Wie anhand der Skizze Nr. 4 erklärt, führen die über der offenen Fuge entstehenden Spannungsspitzen dazu, dass der Putz zerreißt.

b) Schlussfolgerung, Bewertung

Die Stoßfuge der Dämmplatten darf in keinem Fall geöffnet sein, die Fugen müssen geschlossen, also press aneinander gepasst sein. Ist das nicht der Fall, wird das Deckmaterial, der Unterputz und der Oberputz, trotz Gitternetzbewehrung, mit so großen Spannungen belastet, dass er reißen muss. Die Fugen entstehen durch schlampiges Verlegen, oft aber auch, weil die Platten nicht lange genug abgelagert waren. Nach dem Herstellen müssen die Platten einige Zeit gelagert werden, damit

die Inhaltsstoffe ausdiffundieren können, das führt zum Schrumpfen der Platten, sie werden kleiner. Verarbeitet man sie, bevor dieses Schwinden abgeschlossen ist, geht der Prozess an der Wand weiter, die ehemals dichten Fugen öffnen sich. Dadurch entsteht im Putz über den Plattenstößen Zug, der sich mit den Zugspannungen aus thermischen Belastungen überlagert, schließlich wird die Kraft so groß, dass der Putz reißt.

c) Beurteilung

Aus technischer Sicht ist das ein Verarbeitungsfehler, den der AN zu verantworten hat. Ob der mit der Bauüberwachung beauftragte Architekt prüfen muss, ob die verwendeten Platten lange genug abgelagert, ob der Schwindvorgang schon so weit abgeschlossen ist, dass die Verarbeitung ohne Risiko möglich ist, ist eine Rechtsfrage, die ich nicht beantworten kann.

Die Verantwortlichkeit schätze ich:

1. für den Architekten mit etwa 5% bis 10%, falls er aus rechtlicher Sicht für eine etwa fehlende Prüfung verantwortlich wäre,
2. für den ausführenden Unternehmer mit etwa 90% bis 95%, falls der bauüberwachende Architekt keine Verantwortung zu tragen hat, müsste diese Verantwortlichkeit des AN natürlich 100% sein.

2.2 Blasen: Ablösungen des Oberputzes

An etlichen Flächen der Fassade kommt es zu Ablösungen des Deckputzes. Zwischen dem Grundputz und dem Deckputz gibt es keine Haftung mehr, die obere Schicht bildet eine Blase, manchmal bis zu einer Fläche von etwa 40 cm bis 50 cm im Quadrat. Öffnet man die Schicht, lässt sie sich leicht abschälen, bis in Randbereichen wo die Haftung wieder beginnt.

a) Feststellungen.

Bild 33



Bild Nr. 33 zeigt die Spritzwasserzone, der rote Kreis markiert eine Blase, eine Ablösung des Oberputzes vom Unterputz. Das Gebilde ist etwa 40 cm x 45 cm groß.

Bild 34



Bild Nr. 34 zeigt die Blase aus Bild Nr. 33 nach dem ich sie aufgeschnitten habe.

Bild 35



Bild Nr. 35 zeigt die aufgeschnittene Blase, der linke Teil des abgelösten Oberputzes ist entfernt. Der rote Pfeil zeigt an die Stelle, an der es wieder eine Verbindung zwischen Unterputz und Oberputz gibt.

Bild 36

Bild Nr. 36 zeigt die aufgeschnittene Blase, den abgelösten Oberputz. Mit einem Messer habe ich den Unterputz aufgeschnitten, dabei löste sich eine Schicht des Grundputzes, das ist mit dem zweiten roten Pfeil markiert. Die Rückseite der vorher abgelösten Fläche zeigt gelbliche und bräunliche Verfärbungen. Das sind mit großer Wahrscheinlichkeit Pollen, Schmutz und Staub aus der Zeit, bevor der Oberputz aufgetragen wurde. Die Partikel hatten sich auf dem Grundputz oder der Grundierung abgelagert, bevor der Oberputz aufgezogen wurde. Denn einen Riss, durch den Wasser eindringen konnte, welches diese Stoffe mitführte, habe ich nicht festgestellt. Ob und wenn ja welche Grundierung zur Haftungsverbesserung aufgetragen wurde, habe ich nicht geprüft, dazu müsste man die Probe chemisch untersuchen.



Bild 37



Bild 37 zeigt die Stelle, die in den vorangegangenen Bildern gezeigt und beschrieben ist, die ich am 20.06.07, während der ersten Besichtigung, geöffnet hatte. Dieses Bild stammt aus dem zweiten Ortstermin vom 26.09.07. Bei den beiden Pfeilen sieht man noch den Schnitt, den ich in den Unterputz gelegt hatte, auch das Loch, hinter dem die Wärmedämmung (roter Pfeil) aus Polystyrolplatten zu sehen ist. Die kleine Säge steckte ich hinter den Oberputz, was überraschend leicht ging, damit man die Ablösung erkennt. Vermutlich ist die Verbindung der beiden Schichten grundsätzlich gestört. Um das herauszufinden, müsste man eine chemische Analyse und Haftzugversuche machen. Ob sich das lohnt, ist fraglich, denn die Verantwortlichkeit ändert sich damit nicht, egal welches Ergebnis die Versuche bringen.

Bild 38

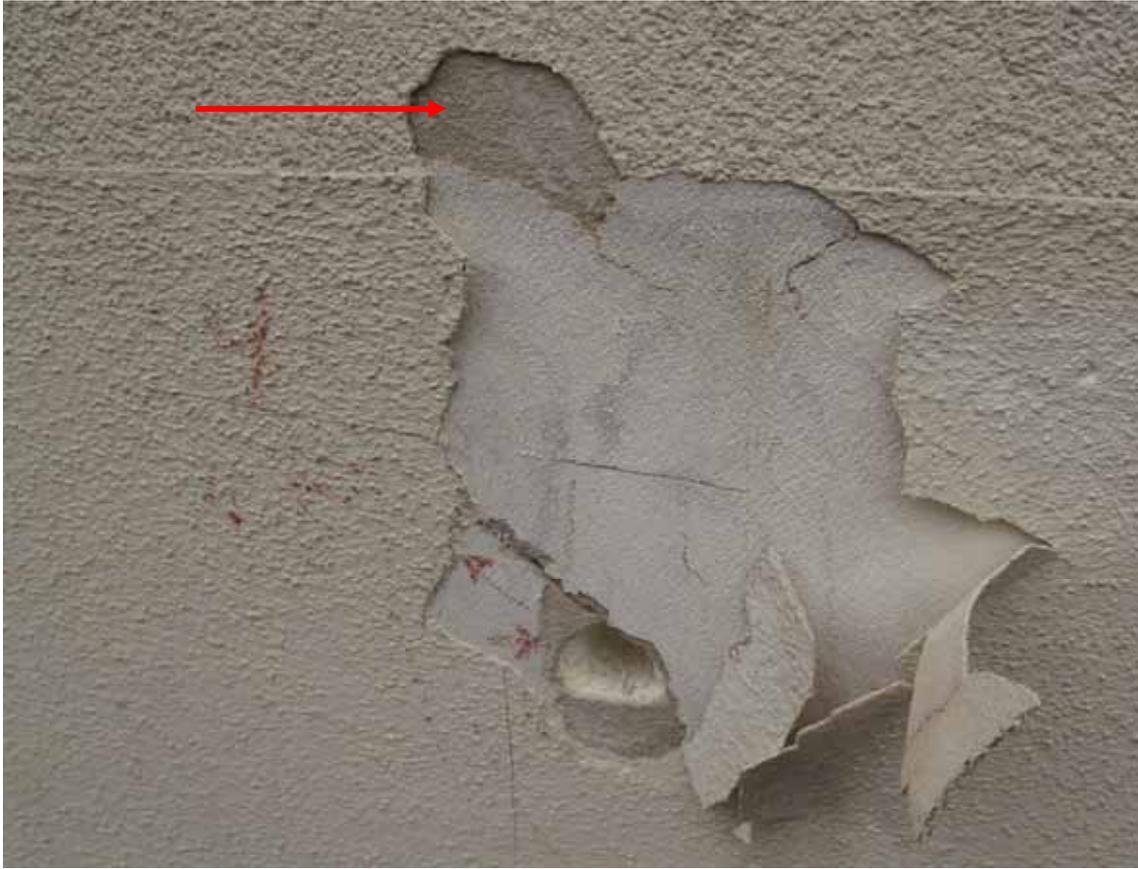


Bild Nr. 38 zeigt die gleiche Stelle wie Bild Nr. 37, das kleine Sägeblatt ist herausgenommen, man sieht den abgelösten Oberputz auch oberhalb der Spritzwasserzone, dort wo die Dämmung aus Mineralwolle besteht.

b) Ursache

Ein grundsätzliches Risiko für das Entstehen von Blasen gibt es besonders bei Deckputzen aus Kunststoff, die ein ungünstig großes Quellverhalten im Gegensatz zum Unterputz zeigen, wobei gleichzeitig der Grundputz erhöhte Feuchtigkeit aufweist. Das kann entstehen dadurch, dass der Deckputz seine Weichmacher zu schnell und zu stark verliert, dadurch wird er spröde, es entstehend mikroskopisch kleine und viele Risse die Wasser aufnehmen. In Verbindung mit der oben geschilderten großen thermischen Beweglichkeit entstehen zunächst unsichtbare Haarrisse, die vergrößern sich mit der Zeit, wie geschildert, Feuchtigkeit wandert diffusorisch und kapillar hinter den Deckputz. Die Feuchtigkeit zerstört die Haftung zwischen den beiden Schichten, wird die Fläche stark besonnt, entsteht aus der Feuchtigkeit (flüssiges Wasser) Wasserdampf, der die relativ dampfdichte Haut des Putzes nach außen drückt, es bildet sich eine Blase. Der Effekt wird gesteigert dadurch, dass zu-

sätzliches Wasser über größere Risse in die Konstruktion kommt, auch dadurch, dass Feuchtigkeit aus dem Baugrund in die Konstruktion wandert. Besonders anfällig dafür ist die Spritzwasserzone, so wie das hier zu beobachten ist. Zusätzliche Scherspannungen entstehen, wenn das Material austrocknet, denn der Deckputz und der Unterputz verhalten sich dabei nicht nur unterschiedlich, sondern zum Teil gegensätzlich. Diese periodisch zusätzlich erzeugten Scherkräfte sind in großem Umfang mitverantwortlich für solche Ablösungen. Man beobachtet solche Erscheinungen aber auch dann oft, wenn die einzelnen Stoffe der Komponenten nicht von einem einzigen Systemhersteller, sondern aus verschiedenen Quellen stammen. Jedenfalls sind solche Erscheinungen immer ein Indiz dafür, dass solche Vermischungen nicht auszuschließen sind.

Vermutlich ist die große Feuchtebelastung in der Spritzwasserzone, sowie die Versprödungen, also Verlust von Weichmachern, ursächlich für zu viel Feuchtigkeit in der Konstruktion, und dafür, dass diese nicht schnell genug ausdiffundiert. Bei Sonnenschein entsteht Wasserdampf, in Verbindung mit großer thermischer Expansion und Kontraktion übersteigen die auftretenden Scherkräfte die Haftfähigkeit der Schichten. In diesem Fall kommt dazu, dass wahrscheinlich (das müsste man chemisch untersuchen) die Grundierung entweder ungeeignet war, falsch verarbeitet wurde oder zu lange stand, so dass sich Schmutz darauf ablagern konnte, bevor der Oberputz aufgetragen wurde, wodurch von vornherein der Haftungsverbund gestört war. Evtl. hätte man den Grundputz reinigen müssen, bevor man den Oberputz auftrug.

c) Schlussfolgerung, Bewertung

Welche der vielen oben genannten Ursachen letztlich auslösend war, lässt sich nur bestimmen aus dem Ergebnis aufwändiger chemischer Analysen. Grundsätzlich kann man aber sagen, dass die konstruktive Ausbildung des Sockels aus technischer Sicht fragwürdig, ich meine sogar fehlerhaft ist. In der Zone, die mit Spritzwasser belastet wird, darf einfaches Polystyrol nicht verwendet werden, auch der Grundputz und der Deckputz müssen besonders geeignet sein, um der Wasserbelastung genügend Widerstand entgegen setzen zu können.

Besonders der Übergang dieser Zone in den Boden ist, aus meiner Sicht, falsch geplant und falsch ausgeführt. Man hätte eine mindestens 15 bis 30 cm hohe Zone, mit gegen Wasser besonders widerstandsfähigem Material, planen und ausführen müssen. Man hätte nicht ein-

fach alles so, wie es ist, in den Boden hinein ziehen dürfen, den Übergang hätte man nicht einfach durch eine Mörtelschicht aus Deckputz herstellen dürfen. Den Fehler sieht man deutlich auf Bild Nr. 30, dort habe ich das auch beschrieben.

d) Beurteilung

Aus technischer Sicht sind hier Planungsfehler und Verarbeitungsfehler gemacht worden. Zunächst hätte es einer ausgereiften Detailplanung des Sockels mit allen Einzelheiten bedurft, mind. 1:10 besser 1:5. Aus technischer Sicht hätte der mit der Bauüberwachung beauftragte Architekt prüfen muss, ob die verwendeten Materialien aus einem System stammen, ob sie die nötige Widerstandsfähigkeit gegen Belastung mit Feuchtigkeit haben und ob die ausführende Firma die Arbeiten fachgerecht und den einschlägigen technischen Regeln folgend durchführt. Der AN hätte von sich aus auf die fehlende Detailplanung hinweisen müssen. Als Fachunternehmen hätte er über vertiefte Kenntnisse gerade zu diesem Detail verfügen müssen.

Die Verantwortlichkeit schätze ich:

1. für den Architekten mit etwa 30 % bis 40 %, für die fehlerhafte oder nicht vorhandene Planung, die einer fehlerhaften gleichstehen würde.
2. für den ausführenden Unternehmer mit etwa 60 % bis 70 %, für die fehlerhaften Leistungen, insbesondere die voraussichtlich entstandenen Versäumnisse in der Zeit zwischen Auftrag des Unterputzes, des Haftvermittlers und des Oberputzes, aber auch für die aus technischer Sicht notwendigen, aber offenbar unterlassenen Hinweise, auf nicht vorhandene oder untaugliche Planungen, insbesondere im Bereich des Sockels.

2.4 Durchdringungen, Befestigungen der Regenfallrohre

Auf der rechten Seite der Fassade steht ein Regenrohr, durch das die hinter der Brüstung liegende Flachdachterrasse entwässert wird. Das Regenrohr ist mit Regenrohrschellen durch die Wärmedämmschichten im Untergrund befestigt. Auch Lampenkörper sind durch den Putz in das darunter liegende Mauerwerk befestigt.

a) Feststellungen.

Bild 39



Bild Nr. 39 zeigt das Regenrohr mit den Befestigungen.

Bild 40



Bild Nr. 40 zeigt die Befestigung des Regenrohrs mit einer Schelle. Die Befestigung ist aber falsch herum eingebaut. Das Wasser läuft über das Rohr sammelt sich auf dem Ring der Schelle, läuft dort auf das Metallteil, das in der Wand befestigt ist, dieses dient dem Wasser als Brücke direkt in die Dämmung. Mit dieser Befestigung wird also die sehr wasserempfindliche Dämmkonstruktion direkt bewässert, mit sehr beachtlichen Wassermengen. Richtig wäre es gewesen die Schelle um 180° zu drehen, so dass zuerst das Befestigungsseisen an oberster Stelle ist und erst darunter die Befestigungsschelle die das Wasser auffängt. Es gäbe dann keine Wasserbrücke mehr, die das Wasser in den Putz leiten könnte. Das ist ein schwerer handwerklicher Fehler. Alle Befestigungen an diesem Rohr sind fehlerhaft, immer leiten sie das vom Regenrohr aufgefangene Wasser direkt in das Putzsystem. Außerdem ist das Rohr falsch herum eingesteckt, der obere Teil müsste über das untere gesteckt sein, nicht umgekehrt.

Bild 41



Bild Nr. 41 zeigt den Blick auf den Übergang des Regenrohrs aus Kupfer auf das so genannte Standrohr aus Gusseisen (SML) am Sockel und eine Rohrschelle (für technische Installation im Innenraum). Man sieht den von mir abgelösten Oberputz oberhalb der Befestigungsschelle. Der Putz hatte keine Verbindung zu seinem Untergrund aus den bereits vorne erörterten Gründen. Der rote Pfeil zeigt auf eine Stelle, an der man erkennt, dass zwischen dem Grundputz und im Oberputz noch eine weitere Schicht vorhanden ist. Aus technischer Sicht ist das nicht zu erklären, wahrscheinlich hat man versucht lokale Fehlstellen im Grundputz auszubessern. Vielleicht sind die beim Einschlagen der Befestigungsschraube entstanden oder der Deckputz wurde unzulässigerweise in mehreren Schichten aufgetragen.

Bild Nr. 42



Bild Nr. 42 zeigt die nächste Stufe der Öffnung. Den Unterputz löse ich von der Mineralwolle, das geht fast ohne Widerstand. Das Ende der Mineralwolle und den Beginn der Polystyrolhartschaumdämmung zeige ich mit dem roten Pfeil. Die Verbindung zwischen Polystyrolhartschaum und Grundputz scheint erheblich fester zu sein, jedenfalls ließ sich dieser nicht so einfach abziehen. Mit dem grünen Pfeil zeige ich noch einmal die undefinierbare Zwischenschicht oberhalb der Schraube für die Rohrschelle.

Bild Nr. 43



Mit Bild Nr. 43 zeige ich den Blick in die Konstruktion oberhalb der Rohrschelle, die auf den vorausgegangenen Bildern zu sehen war. Die Mineralwolle habe ich auf einer Höhe von etwa 5 cm entfernt, man blickt jetzt direkt auf das darunter liegende Mauerwerk. Obwohl der Unterputz keinen Riss zeigt, hat sich der Oberputz abgelöst, wie man an diesem Bild sehr schön sieht.

b) Ursache

Das Regenrohr und alles seine Befestigungen sind fehlerhaft angebracht. Die Rohre müssen so zusammengestellt sein, dass das von oben kommende auf das nach unten weiterführende übergestülpt wird. Das ist notwendig, da sonst das Regenwasser über die falsch angelegte Steckverbindung eindringt und Schmutz sich auf der Kante abgelagert, Moose und Flechten beginnen dann zu wachsen. Die das Rohr tragende Rohrschelle, muss direkt unter einem Wulst, der extra dafür ausgebildet ist, sitzen. Alles das hat man falsch gemacht wie man auf Bild Nr. 40 sehen kann. Besonders schwerwiegend ist aber ein anderer Fehler, nämlich der, dass die Rohrschelle um 180° falsch eingebaut ist. Der Befestigungsbolzen, mit dem das Element in der gemauerten Wand befestigt ist, funktioniert in dieser falschen Einbauart als Wasserbrücke. Wasser, das am Regenrohr außen herabläuft, sammelt sich an der Stelle und läuft über diesen Bolzen direkt in die Wand. Auf Bild Nr. 40 habe ich das mit blauen Pfeilen symbolisiert. Das ist eine direkte Bewässerung der sehr wasserempfindlichen Konstruktion und Ursache dafür, dass sich Blasen bilden. Besonders die letzte Rohrschelle, kurz über den Boden, mit der das so genannte Standrohr befestigt ist, macht das deutlich, wie man auf den Bildern 41 bis 43 sehen kann. Das Wasser durchnässt die Konstruktion, im Laufe der Zeit versagt sie, wie das weiter oben schon erklärt ist.

c) Schlussfolgerung, Bewertung

Neben den oben schon erklärten Fehlern und deren Folgen führt diese zusätzliche "Bewässerung" des Wärmedämmverbundsystems dazu, dass die Wirkungen der sowieso vorhandenen Fehler noch verstärkt werden. Das Regenrohr muss umgebaut, die Regenrohrschellen müssen richtig herum eingesetzt, die Löcher gedichtet werden.

d) Beurteilung

Aus technischer Sicht sind Planungs- und Verarbeitungsfehler gemacht worden. Aus technischer Sicht hätte der mit der Bauüberwachung beauftragte Architekt, die Fehler rechtzeitig, spätestens bei der Abnahme, bemerken, diese rügen und dafür sorgen müssen, dass sie beseitigt werden.

Die Verantwortlichkeit schätze ich:

1. für den Architekten mit etwa 10 % bis 15 %, für die fehlerhafte oder nicht durchgeführten Bauüberwachung, Prüfung und Kontrolle.
2. für den ausführenden Unternehmer mit etwa 85 % bis 90 %, für die fehlerhaften Leistungen, da es sich um grundlegende handwerkliche Regeln handelt, gegen die verstoßen wurde.

IV Notwendige Sanierungsmaßnahmen

In jedem Fall müssen zunächst alle Einfließstellen für Wasser beseitigt werden, das sind zunächst die Regenrohrschellen, eventuell auch die Befestigungen der Lampen, aber auch in großem Umfang die fehlerhafte oder überhaupt nicht vorhandene Durchbildung des Übergangs zwischen Baugrund und dem aufgehenden Spritzwasserbereich und dann dem Übergang zum oberhalb beginnenden normalen Wandbereich. D.h. es muss eine den Regeln der Technik entsprechende Konstruktion des Übergangs zwischen Baugrund und Sockel, eine fachgerechte Ausbildung des Sockels und des anschließenden Übergangs, des daran anschließenden Dämmsystems aus der Mineralwolle hergestellt werden.

Dazu muss eine regelgerechte Detailplanung erarbeitet und umgesetzt werden.

Eine weitere wichtige Maßnahme ist, die Ursachen für das Entstehen der Risse an den Ecken der Fenster zu beseitigen. Da ist zunächst einmal die Fensterbank, zwischen dieser und dem Oberputz muss eine weiche Anschlussfuge, die auch wasserdicht ist, hergestellt werden. Dann muss geprüft werden, wo der Deckputz seine Haftung auf dem Unterputz verloren hat. An diesen Stellen muss der Deckputz vollständig entfernt werden, einschließlich einer Sicherheitszone von mindestens 15 bis 20 cm darum herum. Weiter ist der Zustand des Unterputzes, des Gittergewebes und die Haftung auf dem Untergrund zu prüfen, notfalls nachzubessern. Dann muss eine neue Grundierung aufgetragen und ein neuer Oberputz angebracht werden. Das aber bedeutet, dass die gesamte Putzfläche fleckig und scheckig aussehen wird. Ob man das durch Farbbeschichtungen vermeiden kann, wäre zu prüfen. Gelingt das nicht, würde eine Nachbesserung optischen Gründen sicher nicht zumutbar sein. Das aber würde bedeuten, entweder man muss die

gesamte Fläche erneuern oder man muss sich eine komplett andere Lösung überlegen.

Alternativ könnte man überlegen, ob es Wege gibt, die Fassade in einzelne Felder zu unterteilen um zu erreichen, dass die thermischen Expansionen und Kontraktionen klein gehalten werden.

Man könnte auch eine hinterlüftete Schale herstellen, damit wären alle Probleme behoben. Allerdings wäre das eine vom ursprünglichen Vertragsziel abweichende bessere Konstruktion, man müsste dann über so genannte Sowieso-Kosten nachdenken. Das ist aber eine Rechtsfrage, die hier nicht zu erörtern ist.

V. Ergebnis und Zusammenfassung

Die Fassade ist zum Teil mit erheblichen Fehlern behaftet, deren Folgen sich erst jetzt zeigen. Da sind planerische Versäumnisse, solche der Überwachung, aber auch viele handwerkliche Fehler. Alle zusammen bewirken die jetzt hervorgetretenen Erscheinungen, mit der Zeit werden diese Folgen mehr. Es muss entweder nachgebessert werden, evtl. ist sogar eine „Teilsanierung“ unvermeidlich, insbesondere beim Sockel ist das wichtig. Die Einfließstellen für Wasser müssen beseitigt werden. Verantwortlich sind Planer, Überwacher und Ausführende. Welchen Anteil an der Verantwortung die jeweiligen Mitwirkenden aus meiner technischen Sicht zu tragen haben, ist vorne im Einzelnen dargestellt. Aus rechtlicher Sicht kann die Verteilung aber anders sein.

Aufgestellt: Randersacker, den 11.10.07

Bau Management Forum GmbH

Alfred Zeiß