

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

1 Inhaltsverzeichnis

1	Inhaltsverzeichnis	1
2	Auftragserfüllung.....	1
2.1	Auftrag des Sachverständigen	1
2.2	Allgemeine Angaben	1
2.2.1	Auftraggeber	1
2.2.2	zum Objekt	1
3	Unterlagen und Hintergrund.....	2
3.1	Vorliegende Unterlagen.....	2
3.2	Anforderung zusätzlicher Unterlagen	2
3.3	Hintergrund	2
4	Das zu behandelnde Objekt.....	3
4.1	Die Lage.....	3
4.2	Konstruktion im Groben.....	3
5	Ortstermin.....	4
5.1	Ortstermin - Zeitrahmen, Beteiligte, Ablauf.....	4
5.2	Waschmaschinenraum im Erdgeschoß	4
5.2.1	Vorgefundener Zustand	5
5.3	Kinderzimmer im Obergeschoß.....	5
5.3.1	Vorgefundener Zustand	5
5.4	Weitere Räume	7
5.4.1	Treppenhaus neben Waschmaschinen.....	7
5.4.2	Dachgeschoß über Kinderzimmer.....	7
5.4.3	Sonstige Räume	8
6	Dringlich erforderliche Maßnahmen	9
7	Daten zum Feuchteschaden, Historie und „Anamnese“	10
7.1	Nutzung und Umgebung	10
7.2	Schadenshistorie.....	10

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

7.3	Aufgenommene Daten	11
8	Grundsätzliches zu Schimmelbildung in Wohnräumen.....	12
8.1	Der a_w -Wert oder Wasseraktivitätswert	12
8.2	Der f_{Rsi} -Wert oder Temperaturfaktor	13
8.3	Der Wärmedurchgang	13
9	Auswertung der gewonnenen Messwerte	14
9.1	Zur Ermittlung des Wasseraktivitätswerts a_w aus genommenen Messwerten	14
9.2	Zur Ermittlung des Temperaturfaktors „f“ aus genommenen Messwerten.....	14
9.3	Der Wärmedurchgang	15
9.4	Der Luftaustausch	17
10	Zu den Fragstellungen.....	19
10.1	Zur Beantwortung der Frage 1 des Auftrags.....	19
10.2	Zur Beantwortung der Frage 2 des Auftrags.....	19
10.3	Zur Beantwortung der Frage 3 des Auftrags.....	19
10.4	Zur Beantwortung der Frage 4 des Auftrags.....	20
10.4.1	Bauliche Mängel	21
10.4.2	Nutzerverhalten	23
10.5	Zur Beantwortung der Frage 5 des Auftrags.....	25
10.5.1	Kategorie und Gefährdungsklasse	25
10.5.2	Gefährdungsbeurteilung	26
10.5.3	Abschottung bzw. Abdeckung von zu schützenden Bereichen.....	26
10.5.4	Sanierungsschritte und zeitliche Reihenfolge.....	26
10.5.5	Kontrollmessung	27
10.5.6	Wiederaufbau / Endabnahme	27
10.5.7	Beseitigung baulicher Mängel - Lüftung	27
10.5.8	Beseitigung baulicher Mängel – „aufsteigende Feuchtigkeit“	28
10.5.9	Beseitigung baulicher Mängel – „Fenstermontage“	28
10.5.10	Beseitigung baulicher Mängel – „Fassadendämmung“	28
10.5.11	Beseitigung baulicher Mängel – „Dämmung Dachebene“	28

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

10.6	Zur Beantwortung der Frage 6 des Auftrags.....	29
10.6.1	Schimmelpilzbeseitigung (10.5.1 bis 10.5.6)	29
10.6.2	Beseitigung baulicher Mängel – Lüftung (10.5.7)	29
10.6.3	Beseitigung baulicher Mängel – aufsteigende Feuchtigkeit (10.5.8).....	30
10.6.4	Beseitigung baulicher Mängel – Fenstermontage (10.5.9)	30
10.6.5	Beseitigung baulicher Mängel – Fassadendämmung (10.5.10).....	30
10.6.6	Beseitigung baulicher Mängel – Dämmung Dachboden (10.5.11).....	30
11	Zusammenfassung	31
12	Literaturverzeichnis.....	32

2 Auftragserfüllung

2.1 Auftrag des Sachverständigen

Am 08.02.2013 nimmt Herr S. fernmündlich Kontakt auf. Er berichtet von Schimmelpilzflächen in zwei Räumen seines von ihm und seiner Familie bewohnten Hauses. Nach internet-Recherche bringt er die Schimmelbildung mit den zuvor in seinem Auftrag eingebauten neuen Fensteranlagen in Verbindung. In meiner Tätigkeit als „Sachverständiger für Erkennung und Bewertung von Schimmelpilzschäden“ sollen nun folgende, gemeinsam abgestimmte Fragen beantwortet werden.

Der Sachverständige möge feststellen:

1. *Liegt ein Schimmelbefall im Waschmaschinenraum des Erdgeschosses und im Kinderzimmer des 1. Obergeschosses vor?*
2. *Ist in anderen als den genannten Räumen Schimmelbefall vorhanden?*
3. *Liegt eine gesundheitliche Gefährdung für die Bewohner durch Schimmelbefall vor?*
4. *Was ist die Schadensursache eines festgestellten Schimmelbefalls?*
5. *In welcher Form ist eine sachgemäße Sanierung des Befalls durchzuführen?*
6. *Mit welchen Kosten ist bei einer erforderlichen Sanierung zu rechnen?*

Das entsprechend ergänzte Auftragsformular mit den darin festgeschriebenen Abgrenzungen zu Leistung und Kosten für die Sachverständigenarbeit geht mir am 12.02.2013 vorab per mail bestätigt, später im Original unterschrieben zu.

2.2 Allgemeine Angaben

2.2.1 Auftraggeber

Name und Anschrift Herr P.K. S.
Straße
53111 Nirgendwo

2.2.2 zum Objekt

Grundstücksituation Errichtet auf Flur 28
Flurstück 28/3

Art des Objekts: bebautes Grundstück
Mehrstöckiges Einfamilienhaus
Als Reihenendhaus mit einstöckigem Anbau im Hof

Baujahr nicht bekannt

3 Unterlagen und Hintergrund

3.1 Vorliegende Unterlagen

Zur Bearbeitung wird zur Verfügung gestellt

- *Ein Datenträger mit Ansichten der Fassaden, Grundrissen und Details*
- *Die Schlussabrechnung des Fensterbaus nach Fenstermontage*

3.2 Anforderung zusätzlicher Unterlagen

Nach Durchsicht zur Verfügung gestellten Akten wird der Auftraggeber gebeten zu prüfen, ob weitere Unterlagen beigelegt werden können. Explizit werden mindestens folgende Unterlagen erbeten:

- *Die Beauftragung der Fa. M. oHG nebst Anlagen*
- *Vorliegende technische Unterlagen und Datenblätter zu den eingebauten Teilen und Materialien*
- *Auftrag*
- *Während der Ausführung der Fenstermontage angefertigte Fotos*

Der Rücklauf erfolgt bis 14.02.2013 mit ausschließlich folgender Unterlage:

- *Die Beauftragung der Fa. M. oHG nebst Anlagen*

3.3 Hintergrund

Folgende Ausführungen dienen dem Verständnis der gestellten Aufgabe und sind weder als Wertung noch als Vorwegnahme eines Ergebnisses zu sehen.

Der Auftraggeber übernimmt in 2010 die Liegenschaft in renovierungsbedürftigem Zustand. Die Sanierungs- und Renovierungsarbeiten werden in 2011 aufgenommen. Nachdem die Bebauung eigengenutzt, weder in Fassaden- noch Dachflächen eingegriffen wird, entfällt die Verpflichtung einer Baugenehmigung. Der Käufer (Auftraggeber) führt die Arbeiten in Eigenregie aus und bedient sich nach Bedarf auch Fachfirmen. Aus einem überlassenen Foto der Straßenseite aus 2010 ist die damalige Fassade zu sehen. Neben einem metallgerahmten Fenster in der Ansicht links finden sich auf der EG- und OG-ebene Holzfenster und -türelemente. Herr S. berichtet von dem „angegriffenen“ Zustand der zweifach verglasten Fensterelemente mit Zugscheinungen innen und „schlecht sitzenden“ Beschlägen und Fenstergriffen. Der Austausch erfolgt im Oktober 2012.

4 Das zu behandelnde Objekt

4.1 Die Lage

Das Gebäude ist innerorts als Eckgrundstück bebaut. Es liegt in einem städtischen „Sanierungsgebiet“. Die so bezeichneten Lagen unterliegen einer städtischen Sanierungssatzung, deren Ziel es ist, „städtische Missstände“ oder „funktionelle Schwächen“ eines Stadtbereichs zu beseitigen. Anlieger unterwerfen sich bei Umbauten, insbesondere der Gebäudehülle dieser Satzung.

Das Gebäude schließt einseitig als Reihenendhaus an die durchgehende Bebauung entlang der Straße „Straße“ an. Giebelseite an der „Langendorfer Straße“. Ausrichtung des Gebäudes von Nord nach Süd in Firstrichtung, entsprechend straßenseitig nach Westen, hofseitig nach Osten.

Aus den örtlichen Gegebenheiten und der in 2010 von der Straßenfassade angefertigte Foto ist zu ersehen, dass die Liegenschaft aus zu einem nicht bekannten frühen Zeitpunkt zwei bestehenden Einheiten zu einer zusammen geführt wurde.

Die Bebauung wird nach Angabe von Herrn S. seit 2011 von Grund auf saniert. Straßenseitige Fassaden und Dach sind bereits erneuert worden. Die unter First ca. 400cm und über Kniestock ca. 300cm hohe Dachschrägen sind ohne Dämmung. Derzeit erfolgt die Erneuerung der Haustechnik und des Innenausbaus mit Anpassungen des Grundrisses, wie in der übergebenen Planung dargestellt.

4.2 Konstruktion im Groben

Gebäude teilunterkellert – Tonnengewölbe und preußische Kappe, Umfassungswände gemauert mit wechselndem Material – Naturstein, Bimshohlblock, Klinker. Stärke nach den Planunterlagen geschoßweise abnehmend. Erdgeschoss 50, 58, 61cm, Obergeschoss 50, 42cm, Dachgeschoss 26, 28cm. Innenwände als ausgemauertes Fachwerk, Decken Holzbalken- und Bohlenflächen. Fensteranlagen neu, Fassadenfläche hofseitig ohne Dämmung, straßenseitig geringe Dämmstärke, Pfettendach mit Tonziegeldeckung. Die Wandstärke deutet nach [E01] Seite 430 auf ein Baujahr um 1880 bis 1890.

5 Ortstermin

Der Auftraggeber bittet um zügige Durchführung der Ortsbesichtigung. Diese erfolgt am 23.02.2013.

5.1 Ortstermin - Zeitrahmen, Beteiligte, Ablauf

<i>Zeitrahmen</i>	<i>Begonnen</i>	<i>08:15 Uhr</i>
	<i>Beendet</i>	<i>12:00 Uhr</i>
<i>Teilnehmer</i>	<i>Herr P. S.</i>	<i>Auftraggeber</i>
	<i>Frau P. S.</i>	<i>Ehefrau des Auftraggebers</i>
	<i>Frau I. M.</i>	<i>Schwester der Ehefrau</i>
	<i>Herr J.K. Ternus</i>	<i>Sachverständiger</i>

Es wird besprochen zunächst die mit Schimmelpilz befallenen Räume zu besichtigen, anschließend die restlichen Bereiche des Gebäudes einschließlich Keller und Dachraum. Im Zuge der Begehung werden Messungen durchgeführt. Dazu werden vor allem in den schimmelbelasteten Bereichen Temperaturen und Luftfeuchte aufgenommen. Grundsätzlich sind Abluftanlagen im Gebäude in keinem der Räume vorhanden, in Wohnräumen sind raumhohe und über die Raumbreite reichende Gardinen montiert.

5.2 Waschmaschinenraum im Erdgeschoß

Der Raum mit Waschmaschine und Trockner befindet sich im Erdgeschoß. Bei der Besichtigung ist hier Wäsche auf mobilen Wäscheständern zum Trocknen aufgehängt. Eine Kommode mit „Wickelflächen“ für die Kleinkinder. Die an der Begehung teilnehmende Frau M. berichtet von wiederholten Krankheitsphasen der Kleinkinder mit Bronchitis o.ä.. Hier wird deutlich darauf hingewiesen, dass ein kausaler Zusammenhang von der örtlich aufgenommenen Situation zu einem Krankheitsbild durch den Sachverständigen keinesfalls gezogen werden kann. Dies bleibt ärztlicher Betreuung überlassen.

Im Raum Fensterelement zum Hof, Fensterelement auf der Giebelseite. Das Fenster ist geschlossen, Waschutensilien auf der Fensterbank davor abgestellt. Beheizung des Raums über Gliederheizkörper in Wandnische unter der Fensterbank.



5.2.1 Vorgefundener Zustand

5.2.1.1 Schimmelbefall

Beidseitig des als Fenstertür ausgeführten Fassadenelements zum Hof sind Schimmelpilzflächen vorhanden. Links ca. 70cm hoch an der hier schräg angeschnittenen Leibung der Außenwand, an der sich anschließenden Wand zum Treppenhaus schnell auf Sockelhöhe fallend. Rechts bis ca. 130cm Höhe abgegrenzt in der Leibung, im unteren Bereich bis ca. 70cm hoch sich an der vorhandenen Wandvorlage auf 40cm ausbreitend.



Schimmelfarbe in abgegrenzten Bereich von ca. 15cm entlang der Leibung tief-schwarz als geschlossener Schimmelrasen, anschließend in grau und abgegrenzte Flecken übergehend. Die befallene Fläche ist nass.

5.2.1.2 Bauliche Situation

Neu eingebautes Fenstertürelement Kunststoff mit einteiliger Verglasung, Rahmen ohne Falzlüftung. Wandbekleidung geschäumte Tapete aus dem Altbestand, Boden Kleinmosaik auf unbekanntem Aufbau. Fassadenseitige Sockelbekleidung aus Fliesen ca. 80cm hoch.

5.3 Kinderzimmer im Obergeschoß

Der Raum befindet sich im 1. Obergeschoss. Bei der Besichtigung sind die Möbel von der fassadenseitigen Wand abgerückt, das Zimmer ist offensichtlich weiter in Nutzung. Dies wird durch Herrn und Frau S. so bestätigt. Die Gefahr für Feuchte und Schimmel bei Möbelstücken an Außenwänden werden die Beteiligten hingewiesen.

5.3.1 Vorgefundener Zustand

5.3.1.1 Schimmelbefall

Die Anschlussfuge am Fenster ist seitlich und unter der Blende des Rollladenkastens linienförmig befallen. Im Brüstungsbereich rechts und links des Fensters Befall. Nach Auskunft seien an dieser Stelle die Bettkopfteile der Kinderbetten ge-

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

standen. Schimmelfläche auf der Tapete grünlich-bräunlich gefärbt. Die Tapetenflächen sind gelöst. Schimmelflecken auch auf dem sichtbar gewordenen Putz. Weitere Schimmelpilzflächen an der Deckenlinie über dem Fenster auf ganzer Raumbreite, in Einzelflächen ca. 12cm unter die Deckenebene reichend.

Eine qualitative Messung der Feuchte über dem Putz (Messgerät Trotec T660 - Materialfeuchtemessgerät) führt bis zu 120digits. Der Wert nimmt mit zunehmender Wandhöhe ab. Im Bereich der Decke wird ein Ansteigen der qualitativen Feuchtwerte festgestellt.

Zum Verständnis des Messwerts. Die aufgenommenen Werte ersetzen nicht eine qualifizierte Feuchtemessung. Bei Verwendung von Geräten zur dielektrischen Messverfahren, dazu gehört das hier eingesetzte, dienen ausschließlich der qualitativen Feuchtemessung in oberflächennahen Bereichen. Nach Geräteeinstellung ist ein Untergrund als „nass“ zu bezeichnen, wenn der angezeigte so genannte „digit“-Wert 80 überschreitet.



5.3.1.2 *Bauliche Situation*

Neu eingebautes Fensterelement Kunststoff mit Dreh-kipp-Flügel und Stulp, einteilig verglast, Rahmen ohne Falzlüftung. Wandbekleidung geschäumte Tapete aus dem Altbestand, Boden Stabparkett „Fischgrätmuster“ auf unbekanntem Aufbau. Beheizung rechts der Tür zum Flur (Soll nach Angabe ans Fenster versetzt werden).

5.3.1.3 *Zur Fenstermontage*

Der Befall entlang der Montagefuge des Fensterelements zur Leibung gibt Anlass die Ausführung zu prüfen. Mit Einverständnis des Auftraggebers und seiner Ankündigung die Stelle eigenhändig zu schließen wird ein Teilbereich der Fuge „rechts“ der Leibung geöffnet. Es wird eine unvollständige Schaumfüllung festgestellt. Die Fuge ist außen mit einem Kunststoffwinkel abgedeckt. Die Ausführung ist nicht gesichert „wind“- und „luftdicht“ und entspricht nicht einschlägigen Regelwerken. Sie widerspricht beispielsweise der Vorgabe der Ausführung einer „einstufigen Fugenausbildung“ nach Montagehandbuchs für Kunststofffenster [D03] Ab-

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

bildung 26. Die Dichtebenen nach Leitfaden 20 [D04] Abschnitt 6 werden nicht realisiert. Es kann zu Leckagelüftung von außen kommen, die dann auf der warmen Innenseite kondensiert. Herr S. wurde empfohlen bei dem von ihm beauftragten Fensterbauunternehmen die fachgerechte Neumontage einzufordern.



5.4 Weitere Räume

Es werden die unmittelbar an die von Schimmelpilz betroffenen Flächen angrenzenden Räume begangen.

5.4.1 Treppenhaus neben Waschmaschinen

Sichtbare Schimmelpilzflächen werden nicht wahrgenommen. Auffällig ist eine Feuchtstelle am Wandfuß zum Waschmaschinenraum aus vermutlich „aufsteigender Feuchte“ aus dem nicht unterkellerten Bereich. Die Wandfläche wird mit einem Feuchtemessgerät (Trotec 660) qualitativ auf Feuchte untersucht. Die ist im Sockelbereich vorhanden. Das verlegte Parkett ist entlang der Bruchstelle feucht. Über die Entwicklung in der Vergangenheit kann Herr S. wenig sagen. Der Umfang könnte auf einen sich verändernden Zustand deuten. Es wird zur labortechnischen Untersuchung auf schadhafte Salze eine Probe entnommen.



5.4.2 Dachgeschoß über Kinderzimmer

Die Dachschrägen sind nicht gedämmt, der Boden ist in Teilflächen mit einer in der Fläche nicht dicht gestoßenen Mineralfaserdämmung belegt. Die Fläche endet ca. 60cm vor dem aufgemauerten und unverputzten Kniestock.

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“



Ungedämmte Fläche vor Kniestock

5.4.3 Sonstige Räume

Anschließend Begehung auch der restlichen hier nicht weiter benannten Räume. Schimmelpilzbildung ist an den straßenseitigen Fenstern bei gleichen konstruktiven Voraussetzungen der Außenwände nicht feststellbar. Der Keller deckt ca. 60% der Erdgeschossfläche ab. Das Tonnengewölbe (Südseite des Gebäudes) ist gegenüber den Lageräumen (Nordseite) mit der „preußischen Kappe“ als Decke deutlich feuchter. Ohne weitere Messung wird Wasser an der Wand festgestellt, im Durchgang von den Lagerräumen zum „Tonnengewölbe (Gang entlang der hofseitigen Ostfassade) gut sichtbar vermutlich ein Schwarzschiimmel.



Die Hofseite ist bis an das Gebäude heran mit Beton befestigt. Am Ausgang aus dem Waschmaschinenraum zeigen sich an der Fassade über dem gefliesten Sockel Ablösungen der Farbschicht. Es ist „aufsteigende Feuchte“ aus dem hier nicht unterkellerten Bereich zu unterstellen. Wegen des Jahrs der Errichtung des Gebäudes ist anzunehmen, dass eine Abdichtung nicht ausgeführt wurde



6 Dringlich erforderliche Maßnahmen

Der Befall ist als „groß“ zu bezeichnen. Für einen solchen Fall sind einzelne Schritte als zugehörige Vorleistung erforderlich. Mit der Sanierung ist eine Fachfirma zu betrauen. Wegen des hierfür erforderlichen Zeitaufwands kann mit der Sanierung nicht unmittelbar begonnen werden.

Familie S. wird Zusammenhang von Feuchte, Temperatur, Schimmelbildung erklärt. Dazu gehört auch die Möglichkeit von gesundheitlichen Belastungen. Vorsorglich wird geraten, die betroffenen Räume zunächst nicht weiter zu nutzen. Außerdem:

- *Den Waschmaschinenraum zum restlichen Wohnbereich geschlossen halten, den Raum dauerhaft gut lüften (Außentür solange als möglich offen stehen lassen) und dabei die Fenster in unmittelbarer Umgebung geschlossen halten, um eine Sporenverteilung zu vermeiden. Weiter alle gelagerten Textilien (Kleidungsstücke, Handtücher usw.) in geschlossenem Behälter aus dem Raum bringen und waschen, die glatten Flächen reinigen. Soweit erforderlich die Maschinen abtransportieren. Vor Verwendung an anderer Stelle im Haus die Geräte gründlich abwaschen.*
- *Das Kinderzimmer zum restlichen Wohnraum geschlossen halten, den Raum dauerhaft gut lüften (Fenster solange als möglich offen stehen lassen), alle gelagerten Bettbezüge, Kleidungsstücke, Spielzeug in geschlossenen Behältern aus dem Raum bringen und reinigen, Matratzen der Kinderbetten mit Folie abdecken.*
- *Beim Arbeiten in den Räumlichkeiten Einmal-Handschuhe, Mundschutz und Einmalschutzanzüge zu tragen.*
- *Die betroffenen Flächen bei Tragen von Schutzkleidung dick mit einer Dispersion zur Bindung von Sporen zu streichen*

In beiden Räumen werden anschließend zur Begehung unter Schutzbedingungen (Handschuhe und Mundschutz) Materialproben in Form von ausgeschnittenen Tapetenflächen ca. 5*5cm entnommen, die in Aluminiumfolie einschlagen und in offenen PVC-Taschen verpackt werden. An der Entnahmestelle ist zu erkennen, dass der Pilzbewuchs punktuell sichtbar in den Gipsputz eingewachsen ist.



Die Proben gehen dem Fachlabor Dr.D+Dr.F / Nirgendwozu Beprobung zu.

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

7 Daten zum Feuchteschaden, Historie und „Anamnese“

7.1 Nutzung und Umgebung

Das mit Erdgeschoss 3-geschossige Gebäude wird von einer Familie genutzt. Eine Aufteilung in zwei oder drei Parteien ist möglich. Das Gebäude ist mit 6 Personen belegt. Neben zwei Erwachsenen zwei Kinder mittleren Alters (13 und 8 Jahre) und zwei Kleinkindern (Zwillinge 1 Jahr). Im Erdgeschoß Küche / Essen im Anschluss an den Waschmaschinenraum. Wohnen über eine Diele von der Küche getrennt. Treppenhaus als eigenständiger, über Zugangstüren erreichbarer Raum. Im Obergeschoss zwei Zimmer als Schlafzimmer genutzt. Darunter das mit Schimmel belastete Zimmer auf der Gebäuderückseite (Ostseite). Sanitärräume. Die restlichen Räume sind zum Zeitpunkt der Begehung im Umbau (Putz, Tapeten, Decken).

7.2 Schadenshistorie

Im Hinblick auf die Feststellung der Ursachen der Schimmelpilzbelastung werden die Nutzer (Familie S.) zu Umständen und Entwicklungen befragt. Als „Fahrplan“ für die Fragestellungen werden Vorschläge der LGA-Veröffentlichung „Schimmelpilze in Innenräumen“ [D01] und des DIN-Fachberichts [C01] verwendet.

Zur Frage der Erstfeststellung des Schimmelpilzfalls	Schimmelpilzbelastung im Erdgeschoß wurde im Januar 2013 festgestellt. Die Fläche hatte sich dann bis Februar ausgebreitet und ist mutmaßlich unverändert geblieben
Zur Frage des Zeitpunkts der Fenstermontage	Die Fensterelemente sind ca. Mitte Oktober 2015 eingebaut worden. Ohne Fachplanung, Kein Hinweis des Ausführenden zur Dämmung
Zur Frage der Lüftung der Räume	Frau S. berichtet wegen der da gelagerten Hygieneartikel und Handtücher im Waschmaschinenraum auch die beiden Kleinkinder zu wickeln. Zum Schutz der Kinder vor der Kälte wird er Raum unregelmäßig gelüftet.
Zur Frage nach Kondensat an Fenster oder Fensterrahmen	Dies wurde nach Angabe verschiedentlich im Waschmaschinenraum und im Kinderzimmer beobachtet. Sehr stark, allerdings vorübergehend in den Umbaubereichen des Obergeschosses
Zur Frage anderer Feuchtequellen	Pflanzen seien im Wohnzimmer (6 Stück nennenswerter Größe). Keine Haustiere, Aquarien, Luftbefeuchter
Zur Frage der Beheizung der Räume	Bei den im Umbau befindlichen Räumen erfolgt eine reduzierte Beheizung. Ansonsten keine Einschränkungen.
Zur Frage des laufenden Umbaus	Im Obergeschoß sind derzeit zwei Räume im Umbau, Textile Bodenbeläge und Tapeten sind entfernt. Putzabbruch und Neuputz wurden Mitte Januar ausgeführt. Das Dach ist neu gedeckt und dicht.
Zur Frage möglicher Schäden an wasserführenden Rohrsystemen	Herr S. berichtet über einen Streitfall mit Nachbarn wegen eines vorgeblichen Schadens am Abwasserrohr im Bereich der Kellertreppe. Das sei durch Kamerabefahrung überprüft worden. Sonstige Rohrbrüche oder –schäden seien nicht bekannt / nicht angefallen.
Zu bauphysikalischen Nachweisen	Hierüber ist dem Auftraggeber und Nutzer der Bebauung nichts bekannt.

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

Zur Frage von Wärme-dämmmaßnahmen am und im Gebäude	Die sanierte straßenseitige Fassade ist nach Abstimmung mit dem Sanierungsbeauftragten der Kommune mit einer 40mm dicken EPS-Dämmung (umgangssprachlich auch als „Styropor®“ belegt. Mehr sei aus Gründen des Denkmalschutzes der gegenüberliegenden historischen Bebauung nicht zugelassen worden. Die Dämmung der Dachflächen als Zwischensparrendämmung ist vorgesehen.
Zur Ausführung der vorhandenen Heizungsanlage	Die Beheizung erfolgt zentral. Die Heizungsanlage steht im Keller in einem eigens abgetrennten Raum. Die Besichtigung zeigt eine Anlage aus 1981. Der Austausch ist in Kürze vorgesehen. Herrn S. ist die Vorgabe der EnEV §10 bekannt, wonach Anlagen von vor 1985 zwingend zu erneuern sind.

7.3 Aufgenommene Daten

Zum Zeitpunkt der Begehung werden folgende Messdaten aufgenommen

Wo	Uhrzeit	Lufttemperatur	Luftfeuchte	Oberflächen-temperatur
Waschmaschinen	08:30Uhr	19,7°C	53,6%	--
Leibung Fenster		--	--	7,2°C
Außen (Hof)		1,2°C	42,3%	--
Kinderzimmer	08:55Uhr	17,2°C	48,2%	--
Leibung / Fensterfuge		--	--	10,2°C
Deckenlinie		--	--	11,3°C
Außen (Hof)		1,2°C	42,3%	--



Für andere Räume wird wie folgt aufgenommen:

Wo	Uhrzeit	Lufttemperatur	Luftfeuchte	Oberflächen-temperatur
Küche EG	09:00Uhr	18,2°C	54,2%	17,9°C
Wohnen EG		18,0°C	55,0%	16,2°C
Schlafen OG	09:20Uhr	17,2°C	48,2%	--
Zimmer OG	09:35Uhr	16,2°C	52,0%	--
Dachgeschoß	09:55Uhr	13,8°C	53,2%	--
Kniestock im Dachgeschoß		--	--	11,2°C

Hinweis, dass eine angeratene Langzeitmessung von Temperatur und Feuchteentwicklung mit Datenlogger in befallenen Räumen nicht zugelassen wird. Wegen des Schadensbildes im Erdgeschoss wird ergänzend eine Holzmessung mit dem Ergebnis 13,8% Holzfeuchte durchgeführt (Materialfeuchtemessgerät Trotec T500).

8 Grundsätzliches zu Schimmelbildung in Wohnräumen

Schimmelpilzsporen sind in der Luft immer und in veränderlicher Zusammensetzung und Konzentration vorhanden. Man zählt 1,2Mio Arten, von denen für Innenräume etwa 200 näher betrachtet werden. Damit es auf einer Fläche zu Schimmelbefall kommen kann, müssen bestimmte biologische und physikalische Bedingungen Mindestvoraussetzungen gegeben sein:

- Eine Fläche, das so genannte Substrat muss ausreichend feucht sein
- Es ist ein optimaler Temperaturbereich von ca. 5°C - 35°C vorhanden
- Eine Fläche oder Nährboden / Substrat besitzt organisches Material
- Die Dauerfeuchte setzt sich über mindestens 5 Tage fort
- Ergänzend ein pH-Wert um 6 als Maß für den sauren Charakter einer Fläche

Nur wenn alle diese Wachstumsvoraussetzungen gegeben sind, kann Schimmelpilz überhaupt erst wachsen und ein Geflecht (Myzel) ausbilden. Das bedeutet andererseits, dass bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen grundlegende Problematiken vorliegen müssen. Diese können sein Baufehler, ein Wasserschaden, ungenügende Dämmung, ungeschickt angeordnete Möblierung, ungenügende oder „falsche“ Lüftung usw.. Alle diese Punkte sind geeignet unter Berücksichtigung der anstehenden Temperatur, Bauteile zu durchfeuchten.

Der zentrale Faktor unter den genannten Bedingungen ist die Feuchtigkeit. Sie ist Grundvoraussetzung für Schimmelpilzwachstum. Es ist dabei nicht die eigentliche Baustofffeuchte auf einer Fläche wichtig, sondern das den Schimmelpilzsporen zur Verfügung stehende Wasser.

Es gilt also durch bauliche Maßnahmen und angepasstem Nutzerverhalten zu verhindern, dass sich hohe Feuchtekonzentrationen einstellen.

Mit der Feuchte sind Temperatur und Nährstoffgehalt eines Untergrunds oder Substrats die wichtigsten Einflussgrößen für Schimmelpilzwachstum. Die Faktoren können allerdings nicht voneinander losgelöst betrachtet werden. Sie beeinflussen sich gegenseitig. Aus Forschung und wissenschaftlichen Versuchsreihen sind daher verwendbare Kriterien entwickelt worden, die einer Feuchtebildung ausschließen sollen: a_w - und f_{Rsi} -Wert. Deren normativ vorgegebenen Grenzwerte sind mindestens einzuhalten.

8.1 Der a_w -Wert oder Wasseraktivitätswert

Untersuchungen zeigen, dass für ein Schimmelpilzwachstum das Erreichen von ca. 80% der möglichen Feuchte auf einer Fläche ausreicht. Dieser Grenzwert ist definiert als der so genannte „ a_w “ oder „Wasseraktivitätswert“. Man spricht hier vom „Schimmelpilzkriterium“. Ermittlung des in Anpassung des Prozentwerts dimensionslosen Zahlwerts über die

gemessene Luftfeuchtigkeit im Raum. Der aus Tabellenwerten ablesbare Wassergehalt in der Luft wird mit der maximal möglichen Wasseraufnahme für die gemessene Oberflächentemperatur in ein Verhältnis gesetzt. Das Ergebnis darf nach DIN 4108 Teil 2 [D01] den Wert von 0,80 nicht überschreiten.

8.2 Der f_{Rsi} -Wert oder Temperaturfaktor

Begleitend zu anstehender Feuchte / Nässe ist die Temperatur zu berücksichtigen. In DIN 4108 Teil 2 [D01] werden unter Abschnitt 6.3 „Normbedingungen“ vorgegeben. Diese sind beschrieben mit

- 20°C Innentemperatur
- - 5°C Außentemperatur
- 50% relativer Luftfeuchtigkeit

Ergänzend mit der normativ vorgegebenen Rechenregel errechnet sich unter diesen Bedingungen ein f-Faktor von 0,70 (oder 70%) als Grenzwert des Temperaturunterschieds an der Innenseite einer Außenfläche der Bebauung. Der wird in der Literatur mit der Ergänzung „ R_{si} “ angezeigt. Mit den oben genannten Normbedingungen und einer normativ vorgegebenen Berechnungsformel lässt sich eine bei f_{Rsi} von 0,70 mindestens einzuhaltende Oberflächentemperatur ermitteln. Diese ergibt sich zu 12,6°C. Wird ein geringerer Wert gemessen, besteht ein potentiell Risiko für eine Erhöhung des „ a_w “-Werts und damit Schimmelpilzwachstum. Dies beschreibt eine Kernforderung der DIN 4108 Teil 2 [D01]. Da wird für verschiedene Bauteile wiederholt formuliert:

„An der ungünstigsten Stelle ist ... unter den Randbedingungen nach 6.3 mindestens ein Temperaturfaktor von 0,70 / eine Oberflächentemperatur von 12,6°C einzuhalten.“

8.3 Der Wärmedurchgang

Neben den beschriebenen Faktoren ist der „Wärmedurchgang“ durch ein Bauteil von zentraler Bedeutung. Zum Verständnis. Der „Wärmedurchlasswiderstand R“ steht für den Widerstand eines Stoffes, Wärme hindurch zu lassen. Er ist von der Dicke einer Bauteilschicht und der stoffspezifischen „Wärmeleitfähigkeit λ “ abhängig. Die Wärmeleitfähigkeit kann einschlägigen Tabellenwerken und DIN 4108 Teil 4 [C02] entnommen werden. Je größer der Wert „R“ ist, desto besser wird die Dämmwirkung. Die aktuelle Fassung der DIN 4108 Teil 2 [D01] fordert in Tabelle 3 Zeile 1 einen Wert für „R“ von größer 1,20m²*W/K. Geringere Werte schlagen sich in einem erhöhten Energieaufwand für die Beheizung eines Gebäudes nieder und reduzieren die Temperaturen auf Innenseiten von Außenwandflächen. Damit ergibt sich der Zusammenhang zum beschriebenen f_{Rsi} -Wert.

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

9 Auswertung der gewonnenen Messwerte

Im Rahmen der Ortsbegehung werden Temperaturen und Luftfeuchten gemessen. Diese sind naturgemäß Momentaufnahmen, die sich bei wechselnden klimatischen Bedingungen auch erheblich verändern können. Es werden der Wasseraktivitätswert betrachtet, ergänzend der Temperaturfaktor und das Dämmvermögen von Außenbauteilen. Wegen der eingebauten Fenster ohne Falzlüftung vervollständigt eine Berechnung zum erforderlichen Luftaustausch die Betrachtung.

9.1 Zur Ermittlung des Wasseraktivitätswerts a_w aus genommenen Messwerten

Aus den aufgenommenen Daten wird der Wasseraktivitätswert errechnet. Er beschreibt wie dargestellt den Gehalt von Wasser an / auf einer Fläche und ist temperaturabhängig. Es gilt die grundsätzliche Aussage „je wärmer desto mehr“. Über den gewonnenen Wert der Wassermenge wird anschließend im Umkehrschluss die an den Stellen gemessener „Oberflächentemperaturen“ vorhandene relative Feuchte = Wasseraktivitätswert berechnet. Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse zusammen.

Wo	Lufttemperatur	Relative Luftfeuchte	Gebundenes Wasser in der Luft	Oberflächentemperatur gemessen	maximale Wasseraufnahme	a_w -Wert
Waschmaschinen	19,7°C	53,6%	9,12g/m ³	--	7,90g/m ³	>1,00
Leibung Fenster	--	--		7,2°C		
Kinderzimmer	17,2°C	48,2%	7,08g/m ³	--	9,52g/m ³	0,76
Leibung Fenster	--	--		10,2°C		
Decken über Fenster	--	--		10,1°C		
Küche EG	18,2°C	54,2%	8,39g/m ³	--	15,31g/m ³	0,57
Außenwand Küche	--	--		17,9°C		
Wohnen EG	18,0°C	55,0%	8,37g/m ³	--	13,78g/m ³	0,63
Außenwand Wohnen	--	--		16,2°C		
Dachgeschoß	13,8°C	53,2%	6,37g/m ³	--	10,14g/m ³	0,64
Kniestock Dach	--	--		11,2°C		

Ein potentielles Risiko zum Schimmelpilzwachstum ist bei einem a_w -Wert von 0,80 gegeben. An der Leibung des Ausgangs über das Fenstertürelement in den Hof, ist der Wert deutlich überschritten. Dies hatte sich bereits bei der Probennahme angedeutet, bei der eine „nasse“ Wand im „Waschmaschinenraum“ festgestellt wurde.

An der Außenwand des Kinderzimmers wird ein Wert von 0,76 ermittelt. Auch wenn DIN 4108 Teil 2 [C01] unter Abschnitt 6.3 die 0,80-Grenze festlegt, bleibt zu beachten, dass Schimmelpilzwachstum artenspezifisch auch bei geringeren Werten möglich ist.

9.2 Zur Ermittlung des Temperaturfaktors „f“ aus genommenen Messwerten

Der „f“-Faktor stellt unabhängig von der tatsächlich vorherrschenden Klimasituation eine objektive Konstante dar. Er ist ein wärmetechnischer Faktor aus feuchtetechnischen

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

Gründen, der die Verhältnisse auf der Innenseite einer Außenwand beschreibt. Dabei werden gemessene Temperaturen im Raum, auf der Innenseite einer Außenwand und im Freien in ein Verhältnis gesetzt. Der Rechengang folgt methodisch den Vorgaben der DIN 4108 Teil 2 [D01]. Die nachfolgende Tabelle stellt die Ergebnisse am Objekt zusammen.

Wo	Lufttemperatur	Oberflächen- temperatur	Außen- temperatur	f_{Rsi}
	[1]	[2]	[3]	[4] = ([2] - [3]) / ([1] - [3])
Waschmaschinen	19,7°C	7,2°C	1,2°C	0,32
Kinderzimmer	17,2°C	10,2°C		0,56
Küche EG	18,2°C	17,9°C		0,98
Wohnen EG	18,0°C	16,2°C		0,89
Dachgeschoß	13,8°C	11,2°C		0,79

Ein potentielles Risiko zum Schimmelpilzwachstum ist bei einem f_{Rsi} -Wert von unter 0,70 gegeben. An der Leibung des Ausgangs über das Fenstertürelement in den Hof und an der Außenwand des Kinderzimmers, ist der Wert jeweils deutlich unterschritten.

9.3 Der Wärmedurchgang

Grundsätzlich muss eine Baukonstruktion dem Mindestwärmeschutz entsprechen, der zum Zeitpunkt der Errichtung des Bauwerks gültig war. Werden Teile der „thermischen“ Gebäudehülle, hier die Fenster und die straßenseitige Fassade so geändert, dass dies einen maßgeblichen Einfluss auf den Wärmeschutz hat, so gelten für diese Bauteile im Allgemeinen die Anforderungen zum Zeitpunkt der Änderung. Sofern baukonstruktive Einflüsse nicht ausgeschlossen werden können, ist bei einem Schimmelpilzschaden der Mindestwärmeschutz der Baukonstruktion zu überprüfen. Dies erfolgt hier an den flächigen Bauteilen.

Für die Berechnung des Wärmedurchgangs sind zunächst die Materialien der einzelnen Schichten eines Bauteils zu definieren. Aus der Begehung ist im Untergeschoss grobes Sandsteinmauerwerk bekannt. Aus vorgelegten Fotos der Umbauphase Mischmauerwerk aus Naturstein, Bims und Klinker. Eine eindeutige Festlegung auf ein nach DIN 4108 Teil 4 [C02] definierbares Material ist nicht möglich. Es wird mit einer Näherung gerechnet.

Für einen Natur- oder Bruchsteinmauerwerk werden in der Literatur unterschiedliche Werte genannt. Nach Einschätzung sind seriöse Angaben im IPB-Bericht HTB-19/2010 Tabelle 1 verwendet. Da für Sandstein eine „Wärmeleitfähigkeit λ “ von 1,66W/m*K. Ähnlicher Wert (1,70W/m*K) findet sich in der MASEA-Datenbank [Z02] des Fraunhofer Institut für Bauphysik. Allerdings ist darauf hinzuweisen, dass auch bei grober Fehleinschätzung des Werts der Fehler in der Gesamtberechnung beschränkt bleibt. Auch bleibt das Po-

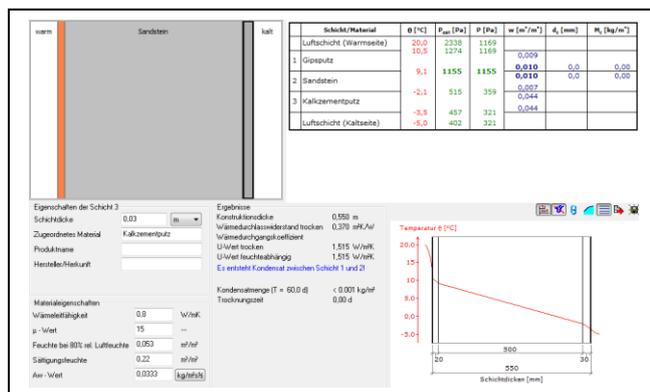
Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

tential zur Wärmespeicherung und der Einfluss in Bruchsteinen oft größerer Mörtelmen-
gen geringer Festigkeit unberücksichtigt.

Es wird zunächst der Querschnitt auf der Hofseite betrachtet. Wandflächen außen und
innen geputzt, Fassade ungedämmt. Es ergibt sich folgende Tabelle:

Schichten	Θ_a °C	d [m]	λ	R- wert	Θ_i °C	Θ_e °C	RT	Faktor	Θ_{diff} °C	Θ_f °C
1	$2=11(n-1)$	3	4	$5=3/4$	6	7	$8=\sum 5$	$9=(6-7)/8$	$10=2-9$	$11=2-10$
Übergangswiderstand Rsi	20,00	X		0,250	20	-5	0,660	37,87	9,469	10,53
Zuschlag Rsi für Möbel u.ä.				0,000						
Innenputz	10,53	0,020	0,520	0,038					1,427	9,07
Sandsteinmauerwerk	9,07	0,500	1,700	0,294					11,139	-2,06
Außenputz	-2,06	0,030	0,800	0,038					1,42	-3,49
	-3,49			0,000					0,000	-3,49
	-3,49			0,000					0,000	-3,49
Übergangswiderstand Rse	-3,49	X		0,040	1,515	-5,00				
DIN 4108 (2)	x			R = 0,370 < 1,2 nach DIN 4108-2 Tabelle 3 Zeile 1						
DIN EN ISO 6946				RT	0,660					
DIN EN ISO 10211				U-wert	1,515	> 0,24 EnEV 2014				

Die Berechnung wird über die Anwendung eines Hilfsprogramms der Fa. Remmers (iQ-
lator – Standard 1.0) bestätigt. Da werden Querschnitt und Temperaturverlauf in der
Wand dargestellt, ergänzend Angaben über Kondensat- oder Feuchtebildung angege-
ben.



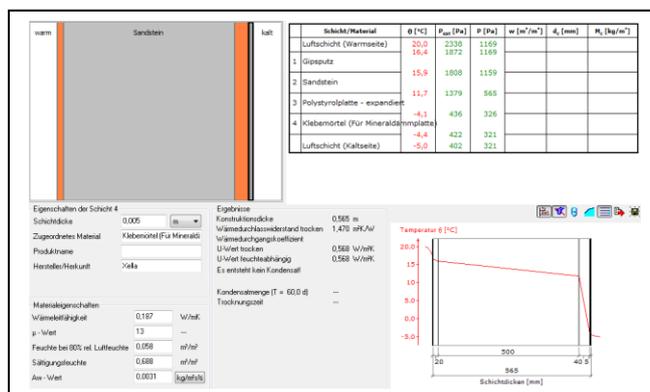
Die ermittelten Werte ähneln den vor Ort genommenen Messdaten. Im Ergebnis wird die
Vorgabe einer Mindesttemperatur auf der Innenseite von 12,6°C unter Normbedingun-
gen nicht erreicht. Der nach DIN 4108 Teil 2 [D01] geforderte Mindestwert des Wärme-
durchlasswiderstands im Bauteil von 1,20m²*K/W wird deutlich unterschritten. Zwischen
Innenputz und Rohwand ist geringfügig Kondensat / Feuchte nachgewiesen.

Zu den Wandbekleidungen. Die Räume sind mit Ausnahme der sanierten Flächen sind
mit Schaumtapeten (auch Struktur- oder Vinyltapete) belegt. Das sind aufgeschäumte
Tapeten mit leicht dreidimensional erscheinendem Muster. Sie bilden mit der Trägerlage

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

unter der Papierdeckung eine dichte, nahezu luft- und wasserdichte Schicht und verhindern ein wenn auch nur geringes Puffern von Feuchte. Das bedeutet, dass im Raum vorhandene Feuchte nicht aufgenommen und bei geänderten klimatischen Konditionen wieder abgegeben werden kann. Der bei der Begehung festgestellte Schaum als dünne Wärmedämmschicht kann die Abkühlung hinter der Tapete / auf dem Wandputz verstärken, was zu Feuchtigkeit führen kann.

Die Berechnung wird für die straßenseitige Wand wiederholt. Hier ist wie beschrieben eine 4cm dicke EPS oder „Styropor“®-Dämmung aufgebracht. Eine größere Stärke wird seitens des Sanierungsbeauftragten der Kommune als strukturverändernd nicht zugelassen. Auf die Ergänzung der Tabelle wird hier verzichtet und auf die Ausgabe des Hilfsprogramms beschränkt.



Im Ergebnis wird die Vorgabe einer Mindesttemperatur auf der Innenseite von 12,6°C unter Normbedingungen erreicht. Der nach DIN 4108 Teil 2 [D01] geforderte Mindestwert des Wärmedurchlasswiderstands im Bauteil von 1,20m²K/W wird überschritten. Deutlich erkennbar der geänderte Temperaturverlauf im Bauteil nach Grafik „rechts unten“.

Hinweis hier für den Auftraggeber, dass der nach EnEV 2014 Anlage 3 Tabelle 1 geforderte Wärmedurchgangskoeffizient von 0,24W/m²K nicht erreicht ist. Darauf sollte bei der weiteren Fassadensanierung geachtet werden. Unter Umständen wird eine Innendämmung erforderlich.

9.4 Der Luftaustausch

Um eine ansteigende Feuchte in den Räumen zu verhindern, ist ein andauernder Luftaustausch erforderlich. Dazu zunächst die Ermittlung der „internen Feuchtelast“. Die beschreibt die Menge Wasser, die im Verlauf eines Tages durch die Bewohner und deren Lebensumstände erzeugt wird. Dieses Wasser / diese Feuchte wird temperaturabhängig von der Luft aufgenommen und über Lüftung ins Freie abgeführt. Mit einer von J. Brandhorst (Büro für Planung, Angewandte Bauphysik und Ökologisches Bauen, Bonn) zur Verfügung gestellten Berechnungshilfe werden die Feuchtelasten ermittelt und die not-

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

wendigen zusätzlichen Luftwechsel angegeben. Grundlage der Wertung bildet DIN EN 832 [C04]. Deren Status ist mit „zurückgezogen“ angegeben. Die Anforderungen sind in DIN EN 13790 [C05] aufgegangen.

Wegen der Trennung der beiden Ebenen wird eine Halbtagesnutzung unterstellt und jeweils mit 3 Personen (anstelle 6) gerechnet. Ein durch Möbel verbrauchtes Raumvolumen wird auf 20% abgeschätzt. Die Tabellen sind als Anlage 1 beigefügt. Es ergibt sich für einen Tag wie folgt:

Wo	Feuchtelast	Natürlicher Luftaustausch	Verbleibende Restfeuchte	zusätzlich notwendiger Luftwechsel	
<i>Erdgeschoss</i>	<i>6.546g</i>	<i>2.742g</i>	<i>3.704g</i>	<i>154,4m³/Stunde</i>	<i>0,96-fach/Stunde</i>
<i>Obergeschoss</i>	<i>6.411g</i>	<i>3.481g</i>	<i>2.930g</i>	<i>122,1m³/Stunde</i>	<i>0,62-fach/Stunde</i>

Die hohen Feuchtemengen sind zuerst der Belegung geschuldet, in zweiter Linie aus der Nutzung entstehend. Zum Verständnis der Zeilen. Die anfallende Feuchtelast aus der Nutzung der Bebauung im Erdgeschoss unter Berücksichtigung eines natürlichen Luftaustauschs erfordert den 0,96-fachen Luftwechsel per Stunde oder ca. 24-fach am Tag. Für das 1. Obergeschoss wird 0,62-fach per Stunde und entsprechend ca. 15-fach am Tag ermittelt.

Ein Luftaustausch ist zur Entfeuchtung zwingend gefordert. Soweit gelüftet wird, korrigiert sich der Feuchtegehalt der Luft umgehend. Dies gilt nicht für Holz. Hier ist regelmäßig mit einer Holzfeuchte von ca. 9% bei unter Abschnitt 8.2 beschriebenen Normbedingungen zu rechnen. Bei sich änderndem Feuchtegehalt der Luft reagiert Holz träge und mit einer Zeitverzögerung. Die beziffert Bogusch in [Z03] mit 10 Tagen.

Bei der Ortsbesichtigung wurde ein Wert von 13,8% gemessen. Nach einem der genannten Veröffentlichung beigefügten Diagramm (Holzarten mittlerer Dichte nach Loughborough und Kelwerth – Ausgleichsfeuchte in Abhängigkeit von Umgebungstemperatur und relativer Luftfeuchte) lässt sich in Verbindung mit der gemessenen Raumtemperatur eine Größenordnung der vorherrschenden Luftfeuchte der vergangenen Tage im Raum nachvollziehen. Aus dem Diagramm wird der Wert mit 72% abgelesen. Bei der Wertung ist zu beachten, dass die Holzfeuchte in einer Größenordnung von +/-3% schwankt und die gleichbleibende Temperatur unterstellt wird. Insoweit ist die Angabe als Hinweis zu verwenden.

Wo	Holzfeuchte	Lufttemperatur	Luftfeuchte in der Vergangenheit
<i>Erdgeschoss</i>	<i>13,8%</i>	<i>19,7°C</i>	<i>Ca. 72%</i>

10 Zu den Fragstellungen

10.1 Zur Beantwortung der Frage 1 des Auftrags

Liegt ein Schimmelbefall im Waschmaschinenraum des Erdgeschosses und im Kinderzimmer des 1. Obergeschosses vor?

Die durchgeführte Begehung belegt eindeutig Schimmelbefall in den genannten Räumen. Im Erdgeschoss im Waschmaschinenraum beschränkt auf das Fenstertürelement zum Hof. Im Obergeschoss an der Außenwand des Kinderzimmers. Es werden Temperatur und Feuchte gemessen, Fotografien gefertigt, die unter Abschnitt 5.2 und 5.3 eingefügt sind.

10.2 Zur Beantwortung der Frage 2 des Auftrags

Ist in anderen als den genannten Räumen Schimmelbefall vorhanden?

In keinem der anderen Räume konnte ein offensichtlicher Schimmelpilzbefall festgestellt werden. Diese Feststellung ist insoweit einzuschränken als vorhandener aber nicht sichtbarer, im Wachstum begriffener, organoleptisch (durch Geruch) nicht bemerkbarer Befall vorhanden sein könnte. Schimmelpilzsporen unterschiedlicher Arten sind immer in der Luft und können bei den unter Abschnitt 8 beschriebenen Konditionen auskeimen. Weiteren Beleg des „ob“ oder „ob nicht“ könnte eine Luftkeimmessung erbringen. Die ist jedoch zum jetzigen Zeitpunkt wegen der noch laufenden Sanierungen im Gebäude und vorhandenen baulichen Mängeln der Wärmedämmung nicht anzuraten.

10.3 Zur Beantwortung der Frage 3 des Auftrags

Liegt eine gesundheitliche Gefährdung für die Bewohner durch Schimmelbefall vor?

Grundsätzlich kann der Sachverständige Aussagen zur Gesundheitsthematik nicht tätigen. Dies obliegt einer medizinischen Betrachtung durch den entsprechend ausgebildeten Berufsstand. Einzig die Beurteilung einer möglichen Gefährdung ist Teil der Betrachtung. Familie S. sollte sich auch wegen des Umfangs des Schadens zwecks Abklärung mit einem Facharzt für Hygiene und Umweltschutz in Verbindung zu setzen.

Zum Bearbeitung am Objekt. Die entnommenen Materialproben werden durch das Fachlabor Dr. D + Dr. F / Nirgendwo beprobt. Das Ergebnis ist als Anlage 2 dieser Bearbeitung beigefügt. Für die maßgebliche Besiedlung ergibt sich wie folgt:

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

Wo	Feststellung KBE/g	Bewertung
Erdgeschoss	<i>Cladosporium</i> sp. : >10 ⁵	hohe Materialbelastung mit Schimmelpilzen
Obergeschoss	<i>Cladosporium</i> sp. : >10 ⁵ <i>Aspergillus</i> Sektion <i>versicolor</i> .: >10 ⁵	hohe Materialbelastung mit Schimmelpilzen und sterilen Myzelien

Die Größe „KBE/g“ steht für „koloniebildende Einheiten / Gramm“ und ist ein Wert für den Umfang eines Schimmelpilzbefalls. Die Angabe bezieht sich immer auf die entnommene Probe und entspricht nach technischer Aufarbeitung näherungsweise der Anzahl Sporen/Bakterien in der angegebenen Probemenge. Die Besiedlung ist allerdings nie statisch oder unveränderlich. Zu einem anderen Zeitpunkt und geänderten klimatischen Bedingungen ergeben sich andere Werte. Es kann sich auch die hauptsächlich vorhandene Spezies ändern. Ab welcher Größenordnung eine Besiedlung Schaden provoziert, wird erforscht. Unterschiedliche Institution veröffentlichen genauso unterschiedliche und allgemein gehaltene Richtwerte. Das Umweltbundesamt geht im Schimmelpilzleitfaden 2002 [D07] von einer „hohen“ Exposition bei ca. 10⁴ KBE/g, also 10.000 KBE/g aus.

In einer ersten Wertung verweist das Labor Dr. D+Dr. F auf *Aspergillus versicolor*, dessen Nachweis z.B. auf länger anhaltende Tauwasserfeuchte hinweist. Dieser Schimmelpilz gilt als Allergieauslöser, die gebildeten staubgebundenen Stoffwechselprodukte erzeugen auch bei Nichtallergikern starke Schleimhautreizungen. In der Veröffentlichung [Z04] ergänzt J. Meider auf Seite 49 „... Dabei sind oft die Atemwege und die Lungen betroffen, und es kann u.a. zu Symptomen einer Bronchitis oder Lungenentzündung kommen“

Dagegen ist bei *Cladosporium*-Schimmelpilzen die gesundheitliche Gefährdung als relativ niedrig einzustufen. Der häufig auftretende Schwärzepilz verfärbt sich auf Oberflächen mit hoher Materialfeuchte schwarz. Bei großflächigem Befall könnten evtl. Allergien und Reizungen gefördert werden.

Auf mögliche Sensibilisierungen insbesondere von Kindern bei Schimmelpilzexposition weist auch das Umweltbundesamt im Rahmen des „9. Umwelttoxikologischen Symposium“ bei einem Vortrag R. Szwyk vom 07.05.2009 hin.

10.4 Zur Beantwortung der Frage 4 des Auftrags

Was ist die Schadensursache eines festgestellten Schimmelbefalls?

Das Schadensbild, die Auswertung der Messergebnisse und die Feststellungen zur Materialprobe lassen auf ein Zusammenspiel verschiedener Ursachen schließen, die im Wesentlichen zu beschreiben sind mit baulichen Mängeln und Nutzerverhalten. Diese Feststellung wird gestützt durch die Berechnung des Wasseraktivitätswerts (a_w) und des Temperaturfaktors (f_{RSi}). Beide Werte zeigen eine Überschreitung der nach DIN 4108

Teil 2 [C01] normativ vorgegebenen Werte im Waschmaschinenraum im Erdgeschoss und Kinderzimmer im Obergeschoss.

10.4.1 Bauliche Mängel

10.4.1.1 Gebäudestruktur

Der Wärmedurchgang (präziser der „Wärmedurchlasswiderstand“) durch die Wand ist unter Abschnitt 9.3 als zu gering im Hinblick auf die Forderung von $1,2\text{m}^2\text{W/K}$ nach DIN 4108 Teil 2 [C01] Tabelle 3 berechnet worden. Das führt zu einer unter $12,6^\circ\text{C}$ fallende Oberflächentemperatur auf der Wandinnenseite der mit Schimmelpilzwachstum belasteten Räume (Waschmaschine, Kinder).

Der in Abschnitt 9.2 berechnete Temperaturfaktor (f_{Rsi} -Wert) erreicht mit den durchgeführten Messungen nicht den nach DIN 4108 Teil 2 [C01] geforderten Wert von 0,70. Die Temperaturdifferenz zwischen „innen“ und „außen“ ist zu gering.

Der in Abschnitt 9.1 berechnete a_w -Wert überschreitet im Erdgeschoss den normativ vorgegebenen Wert von 0,80 deutlich. Das Wachstumskriterium minimaler a_w -Wert 0,83 nach [Z05] für die da maßgeblich festgestellte Schimmelpilzspezies „Cladosporium“ ist erreicht. Im Kinderzimmer ergibt sich ein Wert von 0,76. Der ist wegen der festgestellten Schimmelpilzart „Aspergillus versicolor“ zu beachten. Die Art keimt nach Praxisbuch-Handbuch [Z05] Seite 42 Tabelle 2.5 bei einem minimalen a_w -Wert von 0,74 bis 0,78 aus.

Die genannten Faktoren führen zu einer Auffeuchtung von Wandflächen. Lorenz [Z05] auf Seite 42 dazu „... Allein die Frage, ob ausreichend viel Feuchtigkeit vorhanden ist, ist ausschlaggebend dafür, ob Mikroorganismen wachsen können und werden.“

10.4.1.2 Fenstermontage

Die Montage der im Oktober 2012 eingebauten Kunststofffensterelemente entspricht nicht einschlägigen Regelwerken und Empfehlungen. Ein Mindestwärmeschutz in den Fensteranschlussbereichen ist auch bei der Altbausanierung zu beachten. Im Altbau fast allgemein üblich, so auch hier ist, die Montage ohne fachtechnische Begleitung erfolgt. Dies erfordert vom Fensterbau eine Hinweis- und Aufklärungspflicht, der er allerdings nicht nachgekommen sei. Soweit Herr S..

Als Folge des Austauschs der Fensteranlagen von zunächst undichten Holzelementen zweifacher Vergasung (U_w -Wert ca. $2,7\text{W/m}^2\text{K}$ nach [Z06]) auf dichte Kunststofffenster mit Isolierverglasung (Wärmedurchgangskoeffizient $U_g = 1,1\text{W/m}^2\text{K}$ für Glas und $U_w = 1,3\text{W/m}^2\text{K}$ für das Element nach Angabe) führt zu einer Veränderung des Temperaturverlaufs in der Fassade. An der vorher „kalten“ Vergasung hatte sich mutmaßlich Kondenswasser gebildet. Das führt zu einer

Reduzierung der Feuchtelast im Gebäude. Die jetzt montierten Fenster schließen diesen Effekt aus. Das in der Luft gebundene Wasser beschlägt auf die Wandflächen, ohne dass eine merkbare Reduzierung eintritt. Jetzt werden alternative Abluftmöglichkeiten erforderlich.

Aus der geöffneten Leibungsfuge des Fensters im Kinderzimmer des Obergeschosses wird zulässig gefolgert, dass die stumpf ausgeführten Leibungsanschlüsse weder ausreichend schlagregendicht noch wind- und luftdicht sind. Die Temperatur unterschreitet auch hier die Mindesttemperatur nach DIN 4108[2]. Darauf weist auch der Leitfaden 20 [D04] auf Seite 83 Tabelle 4.5 als Auszug aus dem ift-Wärmebrückenkatalog hin. Die da unter 4.2 gezeigten Vorgaben ähneln denen am hier behandelten Objekt. Der Leitfaden stellt fest „ $f_{Rsi} \geq 0,7$ nicht erfüllt, zusätzliche Maßnahmen erforderlich“. Der zu geringe Wärmeschutz führt an den Fugen der Fensterelemente zu Feuchte, Schimmelpilz folgt zwangsläufig.

Die gestellte Frage, warum am Fenster des Raums neben dem Treppenhaus des Obergeschosses solche Schäden nicht feststellbar sind, ist ohne „zerstörende Prüfung“ nicht zu beantworten. Unterstellt wird, weil es sich auf der Giebelseite um einen mutmaßlich jüngeren Bauteil handelt, dass andere Materialien verbaut wurden.

10.4.1.3 Unzureichende Dämmung der Dachebene

Die Fläche der Dachebene über dem Kinderzimmer endet ca. 60cm vor dem unbekleideten / ungedämmten Kniestock. Es entstehen Temperaturdifferenzen, der a_w -Wert ergibt sich mit 0,76, f_{Rsi} unter 0,70. Die Werte lassen die Annahme der Anlagerung von Feuchte zu. Eine wesentliche Voraussetzung für Schimmelpilzwachstum.

10.4.1.4 Aufsteigende Feuchtigkeit

Die im Treppenhaus an der Wand zum Waschmaschinenraum festgestellte feuchte Stelle ist als Folge einer so genannten „aufsteigenden Feuchtigkeit“ zu sehen. Ein Feuchteeintrag in das Gebäude ist, wenn auch im Rahmen der Bearbeitung nicht präzise messbar, vorhanden. Dieser Eindruck wird bestätigt mit den Fassadenschäden als abgelöste Farbe, ebenfalls als Folge aufsteigender Feuchte in dem Bereich.

Salze sind in Wasser leicht löslich und werden durch kapillaren Transport in die Wand transportiert. Sie sind „hygroscopisch“, besitzen also die Fähigkeit Wasser zubinden. Dem folgt eine weitere Durchfeuchtung des Baustoffs. Wasser wird so in das Gebäudeinnere befördert.

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

Die gewonnene Materialprobe wurde durch das Labor Dr. Drexler + Dr. Fecher auf die angelagerte Salze beprobt. Es liegt nach der WTA-Klassifizierung [E02] Tabelle 8 eine „mittlere“ Belastung vor. Der Laborbericht ist als Teil der Anlage 2 beigelegt.

10.4.2 Nutzerverhalten

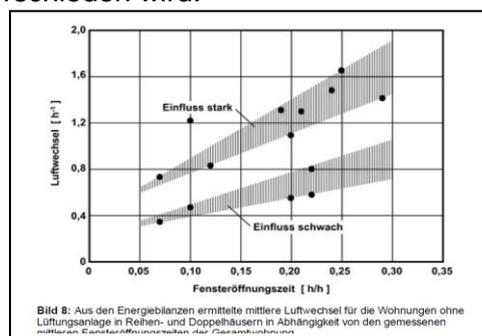
10.4.2.1 Lüften

Während der unter Abschnitt 5 beschriebenen Begehung betont Familie S. mehrfach, ausreichend zu lüften. Dazu würden Fenster vollständig geöffnet. Angaben zu Häufigkeit und Dauer fehlen.

Die Behandlung der „baulichen Mängel“ zeigt, dass Feuchteerscheinungen aufgetreten sind, in deren Folge sich der Schimmelpilzbefall einstellt. Zusätzlich folgt aus dem Einbau neuer, dichtschießender Fensterelemente eine Verringerung des natürlichen Luftwechsels über Gebäudeundichten. Erschwerend die Feuchtelast aus den Umbaumaßnahmen. Da vor allem die neuen Gipsputzflächen.

Der im Gebäude durch Nutzung entstehende Feuchteüberschuss ist abzuführen. Dazu steht aktuell nur das Mittel der „freien Lüftung“ durch Öffnen der Fenster zur Verfügung.

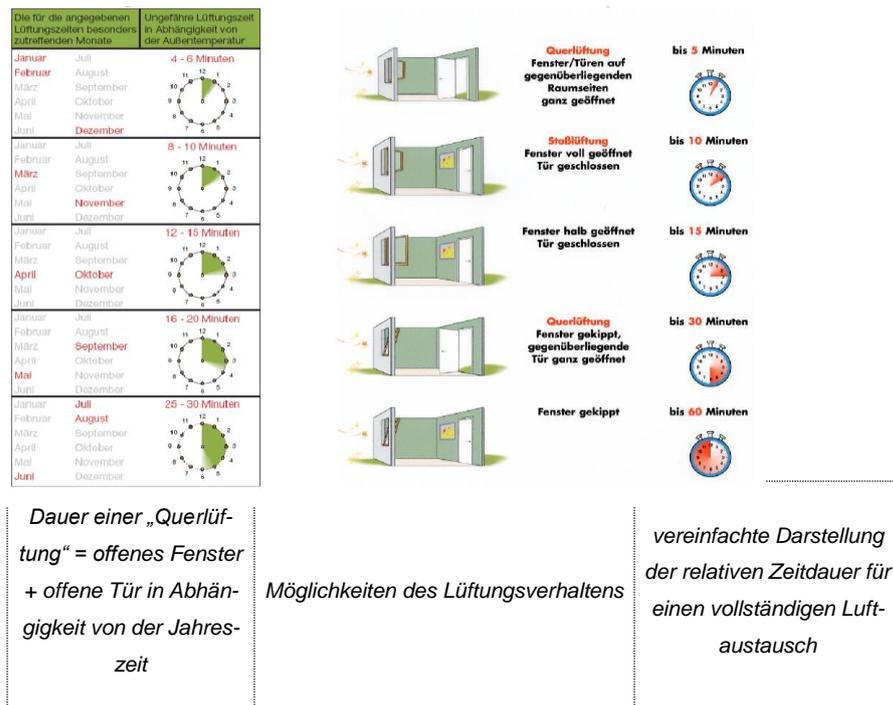
Zur Effizienz einer Fensterlüftung liegen Untersuchungen vor. Reiß/Erhorn kommen im Rahmen einer Untersuchungsreihe [Z07] zum Ergebnis nach folgender Grafik. Nicht ohne auf die wegen vieler Parameter anzunehmenden Näherung zu verweisen. Z.B. der Nutzereinfluss, der in der Grafik mit „stark“ und „schwach“ unterschieden wird.



Ein einfacher Luftwechsel ergäbe sich demnach in einem Zeitrahmen von 10 bis 20 Minuten.

Als weiterer Anhaltspunkt dienen ermittelte Daten des *IWU - Institut Wohnen und Umwelt* in Darmstadt und der *Energieagentur NRW*. Daraus ergeben sich die nachfolgend graphisch dargestellten Zeiten für jeweils einen vollständigen Luftaustausch in einem Raum bei „Querlüftung“, also bei *offener* Tür und *offenem* Fenster. Kann diese nicht durchgeführt werden, ist die Lüftungszeit gemäß der Lüftungsart zu erhöhen.

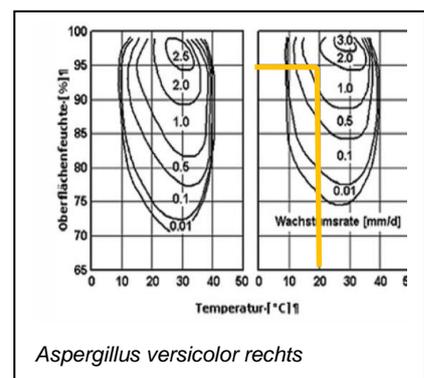
Beispiel „Schimmelpilzbelastung“



Die Zeitansätze gegenüber Reiß/Erhorn [Z07] ähneln sich, jedoch ist mit der Unterscheidung nach Jahreszeit eine weiter genäherte Aussage möglich.

Mit diesen Vorgaben und einem unterstellten einmaligen Luftaustausch innerhalb von 12 Minuten im Mittel ist ein tägliches Öffnen aller Fenster für das Obergeschoss von 3 Stunden, für das Erdgeschoss von knapp 5 Stunden erforderlich. Angesichts sich ändernder Witterung ein nur mit Anstrengung zu realisierender Ansatz. Die festgestellte Holzfeuchte im Waschmaschinenraum von ca. 13,8% mit daraus ableitbarer Raumlufffeuchte von 72% stellt dies in Frage. Eine unzureichende Lüftung, ein unzureichender Luftaustausch ist zu unterstellen.

Unterstützend für diese Annahme auch eine grobe Auswertung des Isolethensystems nach [E03] für das Myzelwachstum eines „Aspergillus versicolor“. Diese Systeme entspringen Untersuchungen des Wachstumverhaltens und lassen eine Einschätzung von Wahrscheinlichkeit um Umfang eines Befalls zu. Bei einem gemessenen 15cm breiten Befall ergäbe sich bei unterstellten 20°C seit der Montage der Fensteranlagen ein durchschnittliches Wachstum von ca. 1,6mm am Tag. Aus dem System ergibt sich dann eine durchgängig sehr hohe Feuchte auf dem Substrat / auf der Tapete. Ein durchgreifender Luftaustausch ist nicht zu belegen.



Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

Hinweis hier auf DIN 1946 Teil 6 [C00] fordert unter Abschnitt 4.1:

„Für ... zu modernisierende Gebäude mit lüftungstechnisch relevanten Änderungen ist ein Lüftungskonzept zu erstellen. Es umfasst die Feststellung der Notwendigkeit von lüftungstechnischen Maßnahmen und die Auswahl des Lüftungssystems. Dabei sind bauphysikalische, lüftungs- und gebäudetechnische sowie auch hygienische Gesichtspunkte zu beachten.“

Ein solches Konzept ist erforderlich, wenn bei einer Einfamilienhausbebauung mehr als 1/3 der vorhandenen Fenster ausgetauscht bzw. mehr als 1/3 der Dachfläche abgedichtet werden. Dies ist bei dem hier behandelten Objekt der Fall.

10.5 Zur Beantwortung der Frage 5 des Auftrags

In welcher Form ist eine sachgemäße Sanierung des Befalls durchzuführen?

Zur Festlegung der Sanierungsansätze wird zunächst eine Zuordnung im Hinblick auf das vorhandene Schadensbild erforderlich. Die Sanierungsarbeiten richten sich nach den Beschreibungen des „Schimmelpilzleitfadens“ [D06], der LGA-Handlungsanleitung [D02] und der BGI858 [D05]. Sie werden daher im Anschluss nur kurz beschrieben.

Die Fragestellung bezieht sich ausschließlich auf den Schimmelpilzbefall. Zur nachhaltigen Beseitigung ist allerdings auch eine Änderung der baulichen Mängel mindestens begleitend zur Schimmelpilzsanierung **zwingend** erforderlich.

10.5.1 Kategorie und Gefährdungsklasse

Das Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg kategorisiert in [D01] Tabelle 1 Schimmelpilzschäden zunächst nach der Fläche des Befalls. Auch nach Abschnitt 3.2 des Schimmelpilzleitfadens 2005 [D06] ist der am Objekt vorhandene Befall wegen einer Ausbreitung als „groß“ beschrieben. Weitere Kriterien präzisieren die Zuordnung. Es handelt sich um einen aktiven Befall, der in den Außenbereichen wolkig / punktförmig ausfällt, die Biomasse ist beschränkt. Das Einwachsen in die Gipsschichten ist vereinzelt festgestellt. Kritische Schimmelpilzarten (wie *Stachybotrys chartarum*, *Aspergillus fumigatus* oder *A. flavus*) sind nicht belegt. Insoweit wird der Befall der **Kategorie 2** zugeordnet. Die Sanierung erfolgt durch eine kompetente Fachfirma.

Die Gefährdungsklasse bestimmt sich nach der BGI858 [D05] in Verbindung mit der BioStoffV [B02]. Die Klassifizierung richtet sich nach der zu erwartenden Staubbelastung beim Ausbau der befallenen Materialien und Dauer der Arbeiten. Die Beseitigung des Schadens wird mehr als 2 Stunden in Anspruch nehmen. Es werden primär die Putzflächen abzutragen sein. Nach Anhang 2 der BGI858 [D05] ist dann mit einer

„mittleren“ Staubexposition zu rechnen. Die genannten Kriterien Zeit und Staub führen zu einer Zuordnung in **Gefährdungsklasse 2** nach BGI858 [D05] Abbildung 1. Für diese Klasse sind die in TRBA500 [D08] vorgegebenen Mindeststandards zum Arbeitsschutz einzuhalten - Waschen, Tragen persönlicher Schutzausrüstung, Trennung von Arbeits- und Pausenplatz, Hygiene- und Gesundheitsplan. Die Anforderungen werden für Gefährdungsklasse 2 nach BGI858 [D05] weiter präzisiert und verschärft für Gerätepark, Bereichentrennung, Schutzkleidung, Filterwahl, Lüftung usw.

10.5.2 Gefährdungsbeurteilung

Vor der Sanierung ist durch das mit der Sanierung zu betrauende ausführende Unternehmen eine baustellenbezogene Beurteilung möglichen Gefährdungspotentials zu erstellen. Schimmelpilzhaltige Stäube sind sensibilisierend. Zur Risikoabschätzung ist daher nach §8 der BioStoffV [B02] eine fachkundige Beratung verpflichtend, sofern nicht selbst über die erforderlichen Kenntnisse verfügt werden kann. Fachkundige Personen sind insbesondere Betriebsarzt, Fachkraft für Arbeitssicherheit. Als Grundlage zur Erstellung einer Gefährdungsbeurteilung dient die Handlungsanleitung BGI858 [D05] der Berufsgenossenschaft.

10.5.3 Abschottung bzw. Abdeckung von zu schützenden Bereichen

Die pilzbelasteten Bereiche im Erd- und Obergeschoss sind als so genannte „Schwarz-Bereiche“ zu kennzeichnen. Das bedeutet, dass die betroffenen Bereiche von der Restwohnung mittels Folienverschluss / „Reißverschlussstür abgetrennt werden und alle Stoffe, Materialien, Geräte, die im belasteten „Schwarz“-bereich verwendet werden, da in dichte Folien verpackt, zumindest aber abgesaugt und gereinigt werden, bevor ein Transport durch den Weißbereich erfolgt. Familie S. ist darüber unterrichtet hier peinlichst darauf zu achten.

Alle Möbelteile, Kleinteile, Textilien sollten nach Abschnitt 6 dieser Bearbeitung bereits entfernt sein. Restlich verbliebene Teile vor Beginn der Arbeiten mit einer doppelten Folienlage „einpacken“

Zur Abschottung gehört auch eine ausreichende Belüftung über die hofseitigen Fenster im Verlauf der Tätigkeiten. Dabei ist darauf zu achten, dass die restlichen Fenster geschlossen bleiben, die Bewohner des unmittelbar anschließenden Nachbargebäudes entsprechend unterrichtet werden. Eine mechanische Abluftanlage / ein Abluftgerät ist wegen der direkten Abluftmöglichkeit nicht erforderlich.

10.5.4 Sanierungsschritte und zeitliche Reihenfolge

Wegen des größeren Schadens wird die erste Bearbeitung im Erdgeschoss empfohlen. Persönliche Schutzausrüstung und Ausstattung nach BGI858 [D05]. Die Tape-

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

tenflächen vor Abtragen nassen, zum Entfernen der Putzflächen Fräse mit Absaugung einsetzen. Entsorgen allen verpackten Materials über die Hofseite. Soweit chemische Mittel eingesetzt werden auf die GefStoffV [B02] achten. Nach Abschluss der Rückbauarbeiten alle Teile, Flächen, Wege, Ablagen reinigen und Absaugen.

10.5.5 Kontrollmessung

Nach Abschluss der Arbeiten ist eine Kontrollmessung durchzuführen. Diese wird als Luftkeimmessung vorgeschlagen. Die betroffenen Räume sind dann 2 Tage vor Beprobung nicht mehr zu bearbeiten, Türen und Fenster 8 Stunden vor Beginn der Messung zu schließen. Korrespondierende Außenluftproben lassen einen Vergleich zu.

10.5.6 Wiederaufbau / Endabnahme

Fällt der Nachweis zur Schimmelpilzbeseitigung erfolgreich aus („Freimessung“) kann mit dem Wiederaufbau der betroffenen Bereiche begonnen werden. Zunächst alle Flächen feinreinigen, anschließend die Schutzflächen entfernen. Im Erdgeschoss sollte ein Kalkzementputz eingesetzt werden, dessen Alkalität einem neuerlichen Befall vorbeugt. Nach Abschluss aller Arbeiten Kontrolle der Ausführung durch Familie S. zusammen mit dem beauftragten Handwerker. Eine Beteiligung des Sachverständigen sollte überlegt werden.

10.5.7 Beseitigung baulicher Mängel - Lüftung

In Abschnitt 10.4.2.1 wurde ein nicht ausreichendes Lüftungsverhalten nachvollzogen. Ein Luftaustausch ist zur Verhinderung von Schimmelpilzbelastungen ein „Muss“. Für die händische Lüftung über „Fenster öffnen“ wird nach den beschriebenen Vorgaben des IWU näherungsweise ein 1,25-stündiges tägliches Lüften angenommen. Mit der familienbedingten Präsenz von Frau S. sollte dies zu realisieren sein. Mit einem aus obiger Grafik näherungsweise einmaligen Luftaustausch innerhalb von bis 15 Minuten ist ein 5-facher täglicher Luftwechsel gegeben. Baustoffbedingte Feuchtepufferung vernachlässigend ergibt sich:

Wo	Luftwechsel ermittelt	Fensterlüftung	Verbleibend	Restleistung
Erdgeschoss	23-fach	5-fach	18-fach	120,8m ³ /Stunde
Obergeschoss	15-fach		10-fach	81,4m ³ /Stunde

Der restliche Austausch könnte über eine mechanische Lüftungsanlage erfolgen. Hierzu bieten sich Geräte an, die eigenständig arbeiten, dezentral montiert sind, mit Wärmerückgewinnung und Feuchtesensor ausgestattet sind. Die Teile werden in hergestellte Kernbohrungen eingesetzt und elektrisch angeschlossen. Bei einer an-

genommenen Leistungsfähigkeit von 50m³/Stunde wären drei Geräte im Erdgeschoss und zwei im Obergeschoss erforderlich.

10.5.8 Beseitigung baulicher Mängel – „aufsteigende Feuchtigkeit“

An den betroffenen Flächen ist der Putz großzügig bis auf das Rohmauerwerk zu entfernen, das Parkett abzutragen, die aus dem Baugrund aufsteigende Feuchtigkeit durch spezielle Verpressverfahren zu unterbrechen. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass Hochdruckverfahren eingesetzt werden. Das Füllen von Kapillaren über Schwerkraft ist in aller Regel unwirksam. Nach Abschluss der Arbeiten aufbringen eines Sanierputzes. Dieser ist in der Lage Restfeuchte und Salze einzulagern.

10.5.9 Beseitigung baulicher Mängel – „Fenstermontage“

Die außerhalb der Fachregeln montierten Elemente sind durch den ausführenden Handwerker auszubauen und fachgerecht den Einbauanleitungen und Regelwerken [D03] und [D04] folgend einzubauen. Herrn S. wurde empfohlen den Einbau eines Multifunktionsbands (z.B. Würth VKP Trio) als umlaufende Fugenausbildung zu fordern. Diese Band gewährleistet die Herstellung des „Ebenenmodells“ (Trennung raumseitig – Funktionsbereich - Wetterschutz außen) der Fenstermontage z.B. nach [D04] Bild 2.3.

10.5.10 Beseitigung baulicher Mängel – „Fassadendämmung“

Die hofseitige Fassade zeigt nach der Berechnung unter 9.3 eine zu geringe Wärmedämmung. Soweit die beschriebenen Vorgaben der EnEV [B01] erreicht werden sollen, wäre eine Dämmung mit EPS / „Styropor®“ von ca. 12cm erforderlich. Wenn auch nicht regelkonform, könnte für die Fläche die Ausführung wie die der straßenseitigen Fassade mit 4cm Dämmung realisiert werden. Damit ist zumindest die beschriebene Vorgabe nach DIN 4108 Teil 2 [C01] erfüllbar. Alternativ / ergänzend ist der Einbau einer Innendämmung möglich. Eine solche Ausführung z.B. mit Calciumsilikatplatten hat Vorteile und birgt Risiken. Sie ist daher fachgerecht mit Anbindung der Innenwände zu beplanen.

Die hofseitige Sockelbekleidung ist im Zuge der Herstellung der Fassadenbekleidung abzurechen, die Fläche vor Aufbau der Dämmung zu egalisieren. In der bestehenden Ausführung wird „aufsteigende Feuchte“ bis über die Fliesenbekleidung geführt und da sichtbar ausgetrieben.

10.5.11 Beseitigung baulicher Mängel – „Dämmung Dachebene“

Der im Zuge der Begehung festgestellte Bauzustand der Dachebene ist nach Angabe von Herrn S. „temporär“, also vorübergehend. Die Dämmung der Dachflächen und

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

der Bodenaufbau sind geplant. Soweit die Realisierung sich über einen längeren Zeitraum streckt, wird empfohlen, einen flächig auf die darunter befindlichen Warmbereiche abgegrenzte gedämmten Bodenaufbau zu ergänzen. Bei grober Nachrechnung in tabellarischer Form wie unter Abschnitt 9.3 beschrieben ergibt sich eine Mindestdämmstärke von 16cm lose ausgelegter Mineralfaser bei Herstellung eines begehbaren Bodens aus Spanplatten.

10.6 Zur Beantwortung der Frage 6 des Auftrags

..... Mit welchen Kosten ist bei einer erforderlichen Sanierung zu rechnen?

Zu den Fragen werden in den einzelnen Abschnitten die notwendigen Arbeiten beschrieben. Begrenzt auf diese Feststellungen wird für die Teilleistungen der Aufwand grob bewertet. Kostenschätzungen entspringen vorliegenden Tabellenwerken wie die Statistiken des BKI [E04], Vergabeleistungen und Erfahrungswerten. Solche Ermittlungen sind mit Bandbreiten versehen, die im Allgemeinen in der Größenordnung von +/-20% angesetzt werden. Ob die Beseitigung der „baulichen Mängel“ im Sinne der laufenden Sanierungen als „Ohnehin-Kosten“ aufzufassen sind, entscheidet der Auftraggeber. Folgende Kostenschätzungen:

10.6.1 Schimmelpilzbeseitigung (10.5.1 bis 10.5.6)

	Leistungsbereich	Ansatz	Bezugsgröße		Betrag
1	Schutzmaßnahmen, Schwarz-Weißbereich	1.500 €	1	Pau	1.500,00 €
2	Tapeten- und Putzabbruch	40 €	35	m ²	1.400,00 €
3	Putzneuaufbau	35 €	35	m ²	1.225,00 €
4	Reinigungsarbeiten	750 €	1	Pau	750,00 €
5	Messungen usw.	1.700 €	1	Pau	1.700,00 €
6	Zuschlag Fehlzeit, Umbau, Unterbrechung	6.575 €	15	%	986,25 €
7	Rundung	39 €	1	Stk	38,75 €
	Gesamtaufwand geschätzt				7.600,00 €

10.6.2 Beseitigung baulicher Mängel – Lüftung (10.5.7)

	Leistungsbereich	Ansatz	Bezugsgröße		Betrag
1	Abluftgeräte wie beschrieben	500 €	5	Stk	2.500,00 €
2	Elektrische Anschlüsse	40 €	5	Stk	200,00 €
3	Begleitarbeiten (schlitze, Putz usw.)	300 €	1	Pau	300,00 €
	Gesamtaufwand geschätzt				3.000,00 €

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

10.6.3 Beseitigung baulicher Mängel – aufsteigende Feuchtigkeit (10.5.8)

	Leistungsbereich	Ansatz	Bezugsgröße		Betrag
1	Sanierungsarbeiten (mündliche Anfrage bei Firma „aquaconcept“, Heidesheim)	2.500 €	1	Pau	2.500,00 €
Gesamtaufwand geschätzt					2.500,00 €

10.6.4 Beseitigung baulicher Mängel – Fenstermontage (10.5.9)

	Leistungsbereich	Ansatz	Bezugsgröße		Betrag
1	U.U. erforderliche Begleitarbeiten (Leibung u.ä.)	400 €	1	Stk	400,00 €
Gesamtaufwand geschätzt					400,00 €

10.6.5 Beseitigung baulicher Mängel – Fassadendämmung (10.5.10)

	Leistungsbereich	Ansatz	Bezugsgröße		Betrag
1	Gerüstarbeiten	11 €	90	m ²	990,00 €
1	Dämmputz 4cm mit Begleitarbeiten wie Leibungen, Fensterbänke ... (Achtung EnEV Anlage 3)	80 €	90	m ²	7.200,00 €
Gesamtaufwand geschätzt					8.190,00 €

10.6.6 Beseitigung baulicher Mängel – Dämmung Dachboden (10.5.11)

	Leistungsbereich	Ansatz	Bezugsgröße		Betrag
1	Mineralfaserdämmung mit Holzboden	50 €	35	m ²	1.750,00 €
Gesamtaufwand geschätzt					1.750,00 €

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

11 Zusammenfassung

Herr P.K. S. beauftragt mich mit der Beantwortung von Fragen zum Objekt „Straße 28“ in Nirgendwo. Dazu werden einige wenige Unterlagen zur Verfügung gestellt. Wesentliche Ergänzungen des Informationsfelds dann im Rahmen der Ortsbesichtigung.

Die Fragestellungen befassen sich zunächst mit der Schimmelproblematik des Waschmaschinenraums im Erdgeschoss und des Kinderzimmers im 1. Obergeschoss. Zur Klärung von Ursachen und Wirkungen sind jedoch angeschlossene Bauteile mit zu betrachten. Diese sind unter dem Begriff „bauliche Mängel“ zusammengefasst.

Die Ortsbesichtigung bestätigt einen flächigen Schimmelpilzbefall in den genannten Räumen. Wegen des Umfangs wird die umgehende Freistellung und Verschluss der Räume dringend empfohlen. Die Maßnahme ist umso sinnvoller, als eine Laboruntersuchung „Aspergillus versicolor“ als gesundheitsbeeinflussenden Schimmelpilz nachweist.

Ursächlich besteht der Schaden aufgrund großer Feuchten auf den Flächen. Diese ist Folge ungenügender Bauteildämmungen (Fassade, Dachboden), nicht fachgerechter Fenstermontagen und unzulänglichem Lüftungsverhalten der Nutzer. Die ergänzend aufgenommene „aufsteigende Feuchte“ wirkt zusätzlich luftbefeuchtend. Der „Anfangsverdacht“ des Auftraggebers nach der Fenstermontage als Auslöser des Schadens ist nur teilrichtig.

Die Zuordnung als „großer Schaden“ zur Kategorie 2 nach [D01] und Gefährdungsklasse 2 nach [D05] erfordert die Durchführung der Sanierung durch ein versiertes Fachunternehmen bei Überwachung durch den Auftraggeber, hier des Herrn S.. Eine sachverständige Begleitung ist anzuraten.

Als Vorleistung, zumindest aber begleitend sind die beschriebenen baulichen Defizite (fehlende Dämmung, Lüftung, aufsteigende Feuchte, fehlerhafte Montagen) zu beseitigen. Eine wirksame Vermeidung von Schimmelpilzbefall setzt diese Maßnahmen voraus.

Kosten zur Sanierung des Befalls und baulicher Verbesserungen werden abgeschätzt mit:

	Leistungsbereich	Betrag
10.6.1	Schimmelbeseitigung	7.600,00 €
10.6.2	Lüftung	3.000,00 €
10.6.3	Aufsteigende Feuchte	2.500,00 €
10.6.4	Fenstermontagen	400,00 €
10.6.5	Fassadendämmung hofseitig	8.190,00 €
10.6.6	Dämmung Dachboden	1.750,00 €
	Gesamtaufwand geschätzt	23.440,00 €

12 Literaturverzeichnis

- B01 *EnEV Energieeinsparverordnung 2014*
Stand vom 24.10.2015 .
- B02 *BioStoffVo*
Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit Biologischen Arbeitsstoffen
Bundesministerium für Arbeit und Soziales u.a.
Stand 2013-07
- B03 *GefStoffV*
Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen
BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und -medizin
Stand 2010-11.
- C00 *DIN 1946 Teil 6*
Raumlufttechnik - Allgemeine Anforderungen zur Bemessung, Ausführung und Kennzeichnung
Stand 2009-05.
- C01 *DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*
Teil 2 – Mindestanforderungen an den Wärmeschutz
Stand 2013-02.
- C02 *DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*
Teil 4 – Wärme- und feuchteschutztechnische Bemessungswerte
Stand 2013-02
- C03 *DIN 4108 Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden*
Teil 8 – Vermeidung von Schimmelwachstum in Wohngebäuden
Fachbericht 2010-09.
- C04 *DIN EN 832 Berechnung des Heizenergiebedarfs in Wohngebäuden*
Stand 2003-06 (zurück gezogen)
- C05 *DIN EN ISO 13790 Energieeffizienz von Gebäuden*
Energiebedarf für Heizung und Kühlung
Stand 2008-09.
- D01 *Schimmelpilze in Innenräumen - Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement*
LGA - Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg
Stand 2004-12.
- D02 *Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilz befallenen Innenräumen*
LGA Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg
Stand 2006-06
- D03 *Montagehandbuch Kunststofffenster und -türen*
Gütegemeinschaft Kunststofffenstersysteme
Stand 2004-03
- D04 *Nr. 20 Leitfaden zur Planung und Montage von Fenstern und Haustüren*
ift - Institut für Fenstertechnik, Rosenheim
6. Auflage 2014
- D05 *BGI 858 Handlungsanleitung - Gesundheitsgefährdungen durch biologische Arbeits-stoffe bei der Gebäudesanierung*
Berufsgenossenschaft Bau

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

- Stand 2006-10
- D06 Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innen-räumen -
"Schimmelpilzleitdaen"
Umweltbundesamt Dessau
Stand 2005
- D07 Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innen-räumen -
"Schimmelpilzleitdaen"
Umweltbundesamt Dessau
Stand 2002
- D08 TRBA 500 Grundlegende Maßnahmen bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen
Ausschuss für Biologische Arbeitsstoffe (ABAS)
Stand 2012-04
- E01 Historische Bautabellen - Normen und Konstruktionshinweise 1870 bis 1960"
Bargmann
1.Auflage 1993
- E02 Merkblatt 4-5-99 - Beurteilung von Mauerwerk - Mauerwerkdiagnostik
WTA Wissenschaftlich-Technische-Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.
Stand 1999-09
- E03 Merkblatt 6-3-05 - Rechnerische Prognose des Schimmelpilzwachstumsrisikos
WTA Wissenschaftlich-Technische-Arbeitsgemeinschaft für Bauwerkserhaltung und Denkmalpflege e.V.
Stand 2007-02
- E04 Kostenkennwerte Band 1 bis 3
BKI - Baukosteninformationszentrum, Stuttgart
Stand 2014
- Z01 Bewertung hygrothermischer Verhältnisse in verschiedenen Wandkonstruktionen
Fraunhofer IPB
Stand 2010-11
- Z02 "MASEA - Materialsammlung für die energetische Altbausanierung
Fraunhofer-Institut für Bauphysik
- Z03 Entscheidungskriterien bei der Beurteilung von Schimmelpilzschäden
N. Bogusch u.a. in "Basiswissen Bauphysik" Seite 131ff
2.Auflage 2014
- Z04 Schimmelpilzanalytik - Grundlagen, Methoden, Beispiele
J.Meider - 2013-01
- Z05 Praxis-Handbuch Schimmelpilzschäden - Diagnose und Sanierung
W. Lorenz - 2012-02
- Z06 Handbuch zur Bestimmung von Außenbauteilen
Projekt Optimis der DBU - Deutsche Bundesstiftung Umwelt - 2005-06
- Z07 Klassifizierung des Nutzerverhaltens bei Fensterlüftung
Reiß, Erhorn in "Wohnungslüftung und Raumklima" Seite 125ff - 2009

Beispiel „Schimmelpilzbelastung“

Gutachtenerstellung

Ingelheim am 02.08.2013

(J.K. Ternus)

Das vorstehende Gutachten umfasst

- 30 Seiten mit Bildern
- zuzüglich 2 Anlagen

Im Gutachten

- > 69.000 Anschläge
- 20 Fotos

Verteiler

- 4 Ausgabe zu Hd. des Auftraggebers
- 1 Ausgabe zu meinen Unterlagen

Hinweis – Für Sachverständige besteht die Verpflichtung, Ausarbeitungen gewissenhaft, objektiv, unabhängig, weisungsfrei und unparteiisch zu erarbeiten. Dem Auftraggeber ist bekannt, dass ein vereinbartes Honorar losgelöst vom Ergebnis der Bearbeitung fällig wird.