

Gebäudezertifizierung

Raumlufthuntersuchung

Privatgebäude, Verwaltungsgebäude und Öffentliche Gebäude – Schulen, KiGa etc.



PROBLEMSTELLUNG:

Schimmelmessung nach Schimmelsanierung

AUFTRAGGEBER:

Verfasser: Karl-Heinz Weinisch (Institutsleiter)

Co-Autor: Dipl.-Ing. Robert Simon (Mess- u. Holztechnik)

Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene

Deutschordenstraße. 4/3

Telefon: 07934-91210

Fax: 07934-912120

E-Mail: info@iquh.de

Internet: www.iquh.de

Vorgang	2
1 Vorbemerkung	3
1.1 Messziel, Fragestellungen und Vorgehensweise	3
2 Ergebnis	4
2.1 Laborergebnisse – Schimmel-Keimananalyse	5
2.2 Schimmel-Partikelanalyse.....	7
2.3 Messprotokolle	10
2.4 Bilddokumentation und Probenahmeorte	13
3 Anlagen.....	15
3.1 Wahrscheinlichkeit bzgl. Schadenseinschätzungen/Indizien.....	15
3.2 Umweltbundesamt – Schimmelleitfaden.....	16
3.3 UBA Leitfaden – Gerüche, MVOCs	22
3.4 Baufeuchte als Schimmelursache.....	24
3.5 Mangelnder Luftwechsel als Schimmelursache.....	25
3.6 UBA Sanierungsempfehlungen.....	34
3.7 Materialvorschläge lt. UBA nach der Sanierung.....	43
3.8 Ergebnisauswertung lt. LGA Bad. Württ. - Raumluft	44

Vorgang

Auftraggeber:

[REDACTED]
[REDACTED]
[REDACTED]

Ihre Auftragserteilung:

E-Mail, Projektleiter Herr Lechner

Auftragsnummer:

~~Angebot Nr. 2017-0256 v. 11.07.2017 und~~

~~Angebot Nr. 2017-1436 v. 11.08.2017~~

Durchführung:

Projektleitung Dipl.-Ing. Robert Simon

Karl-Heinz Weinisch

(Institutsleiter, Bausachverständiger)

Assistenz;

Waldemar Bothe, Dipl.-Ing. (Mess- und Umwelttechnik)

Robert Simon, Dipl. Ing (Holz- und Messtechnik)

Fragestellung:

Sind nach den Sanierungsmaßnahmen eindeutige
Schimmelquellen im Innenraum nachweisbar?

Labor – Analytik:

BiolytiQs GmbH

Dipl.-Ing. Adriane Aust

Termin:

1.-2.02.2018

Anwesende-Ortstermin:

[REDACTED]
[REDACTED]

Ort:

1 Vorbemerkung

Das IQUH (Prüfinstitut, Akademie) beschäftigt sich mit der Bewertung von richtlinienkonformen Produktprüfungen, Bauteil- und Raumluftemissionsprüfungen und Gebäudeuntersuchungen. In Bezug auf Innenraumlufthabnahmen, Material- und Bauteiluntersuchungen beauftragt das IQUH im Rahmen seiner Gutachter- und Beratertätigkeit geprüfte Messtechniker und akkreditierte Laborinstitute. Die Umweltanalysen werden gemäß den allgemein anerkannten Normen und gemäß VDI 4300ff bzw. DIN EN ISO 16000ff und den IQUH Messstrategien ausgeführt. In diesem Zusammenhang erstellt das Institut bei Bedarf auch die Lastenhefte mit Sanierungsvorschlägen. Zudem wird eine Qualitätsüberwachung mit Kontrollmessungen am Ende von erforderlichen Sanierungsmaßnahmen empfohlen.

Als Akademieleiter und Dozent bildet der Unterzeichner Handwerker, Planer und Sachverständige im Bereich der Bauschadensproblematik, der Messtechnik und der Geruchsprüfungsverfahren aus. Er ist als Berater bei Baurechtsverfahren tätig und moderiert streitverhindernde Lösungsansätze bei Schimmel- oder Schadstoff-Richtwertüberschreitungen im Bauwesen.

Als Vize-Präsident der Deutschen Gesellschaft für Umwelt- und Humantoxikologie e.V., Würzburg (www.dguht.de), setzt sich der Berichtersteller für eine wissenschaftlich basierte Analytik ein.

1.1 Messziel, Fragestellungen und Vorgehensweise

Das Ziel der Messungen war die Überprüfung der Raumlufth auf vorhandene Indizien noch aktiver Schimmelquellen nach einer Schimmelsanierung.

Im o.g. Bauvorhaben hat es im DG auf den Oberflächen leichte Schimmelbildung aufgrund von vorhandener Baufeuchte gezeigt. Die Oberflächen wurden vom AN abgeschliffen und desinfiziert.

Die Messräume wurden von dem Messingenieur am Vortag gelüftet und Verschlossen.

Gemessen wurde in der Mitte des OG. Der Zugang zum OG wurde durch Baufolie vom Rest des Gebäudes abgetrennt. Diese Abtrennung war aufgrund der örtlichen Gegebenheiten nicht luftdicht. Es ist davon auszugehen, dass immer noch Baustäube des Rohbaus darunter in die Messräume eingetragen wurden.

Die Schimmel/Sporenmessung erfolgte am Tag darauf mit einem Hohlbach Impaktor aus der Luft gem. DIN 16000-1 bzw. VDI 4300 Teil 11 auf MEA, DG 18 und PS30.

Alle Proben werden nach den Richtlinien des Landesgesundheitsamtes Baden- Württemberg und den Empfehlungen des Umweltbundesamtes ausgewertet.

Zusätzlich forderte die Bauherrschaft unter Einwilligung des AG vor Ort an 2 Stellen eine Oberflächenprobe (Abklatschprobe) zu entnehmen.

2 Ergebnis

Die Analyse der Schimmel und Partikelproben ergaben, dass die Schimmelsanierung **erfolgreich** abgeschlossen wurde.

Nach Prüfung der Messprotokolle konnte festgestellt werden, dass die Kontrollmessungen norm- und sachgerecht gem. der Normenreihe DIN 16000ff vom Messingenieur durchgeführt wurden. Die Freimessungsergebnisse lassen auf eine **erfolgreiche Bekämpfung und Beseitigung von auffälligen Schimmelpilzen** schließen.

Aufgrund der vor Ort herrschenden Wetterlage während der Messraumlüftung(starker Schneefall) und am Tag der Messung ergaben sich sehr niedrige Schimmelbelastungen in der Außenluft. Trotzdem lagen die Werte im Innenraum noch niedriger als in der Außenluft. Dies lässt auf eine fachgerechte und wirksame Feinreinigung nach der Sanierung schließen.

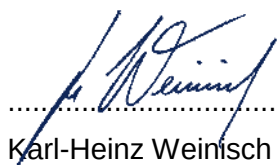
Die Ergebnisse der Abklatschproben auf der OSB Oberfläche bestätigen dies.

-Schimmel und Hefen- unauffällig (nicht nachweisbar)

-Bakterien (unauffällig)

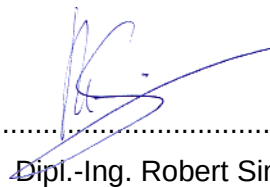
Gemäß den ermittelten Messergebnissen kann eine schimmelbezogene Baufreigabe erteilt werden.

Weikersheim, den 26.02.2018



Karl-Heinz Weinisch

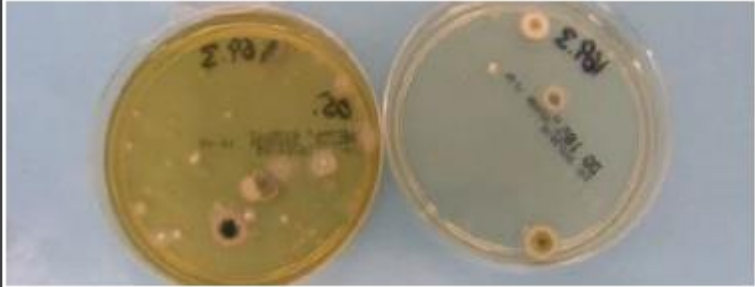
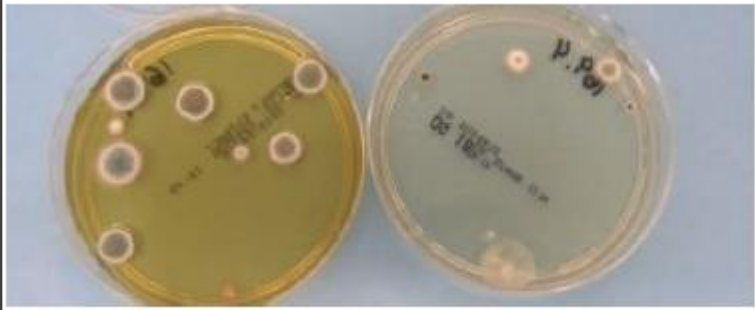
Institutsleiter, Bausachverständiger-kdR



Dipl.-Ing. Robert Simon

Holz- und Messtechnik, Projektleiter

2.1 Laborergebnisse – Schimmel-Keimanalyse

	Außen 1802_0169.3 100 L Probenvolumen nach 3d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C
	OG 1802_0169.4 100 L Probenvolumen nach 3d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung	MEA 25°C	überwachsen mit sterilen Kolonien	(12)	-
Außen 1802_0169.3		rote Hefen	6	60
		<i>Cladosporium spp.</i>	2	20
		<i>Thysanophora penicillioides</i>	1	10
		<i>Acremonium sp.</i>	1	10
		Bakterien (nicht identifiziert)	1	10
100 L		Summe	überwachsen	überwachsen
	DG 18 25°C	sterile Kolonien	6	60
		rote Hefen	5	50
		<i>Cladosporium spp.</i>	4	40
		<i>Penicillium sp.</i>	1	10
		Summe	16	160

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung OG 1802_0169.4	MEA 25°C	<i>Penicillium spp.</i>	6	60
		<i>Penicillium chrysogenum</i>	2	20
		unbekannter Pilz	2	20
		Bakterien (nicht identifiziert)	1	10
		rote Hefen	1	10
100 L		Summe	11	110
	DG 18 25°C	<i>Cladosporium spp.</i>	2	20
		<i>Aspergillus sp.</i>	2	20
		<i>Penicillium spp.</i>	2	20
		<i>Aspergillus versicolor</i> Komplex	1	10
		Summe	7	70

Bakterien gehen nicht mit in die KBE Berechnung ein.

KBE	Koloniebildende Einheiten
spp.	Plural der Art (Species) mehrere Arten einer Gattung, ohne nähere Bestimmung der Art
sp.	Art (Species) einer Gattung, ohne nähere Bestimmung der Art
überwachsen	Nährboden war so überladen, dass die Koloniezahl nicht eindeutig bestimmt werden konnte, Achtung: dadurch Behinderung anderer Kolonien am Wachstum
*	berechneter Wert
Sterile Kolonien	nicht bestimmbare Pilze, die in der Laborkultur nur Myzel, aber keine Fruchtkörper oder Sporen bilden
Gruppe	kulturell bzw. mikroskopisch nicht oder schwer zu unterscheidende Arten einer Gruppe

2.2 Schimmel-Partikelanalyse

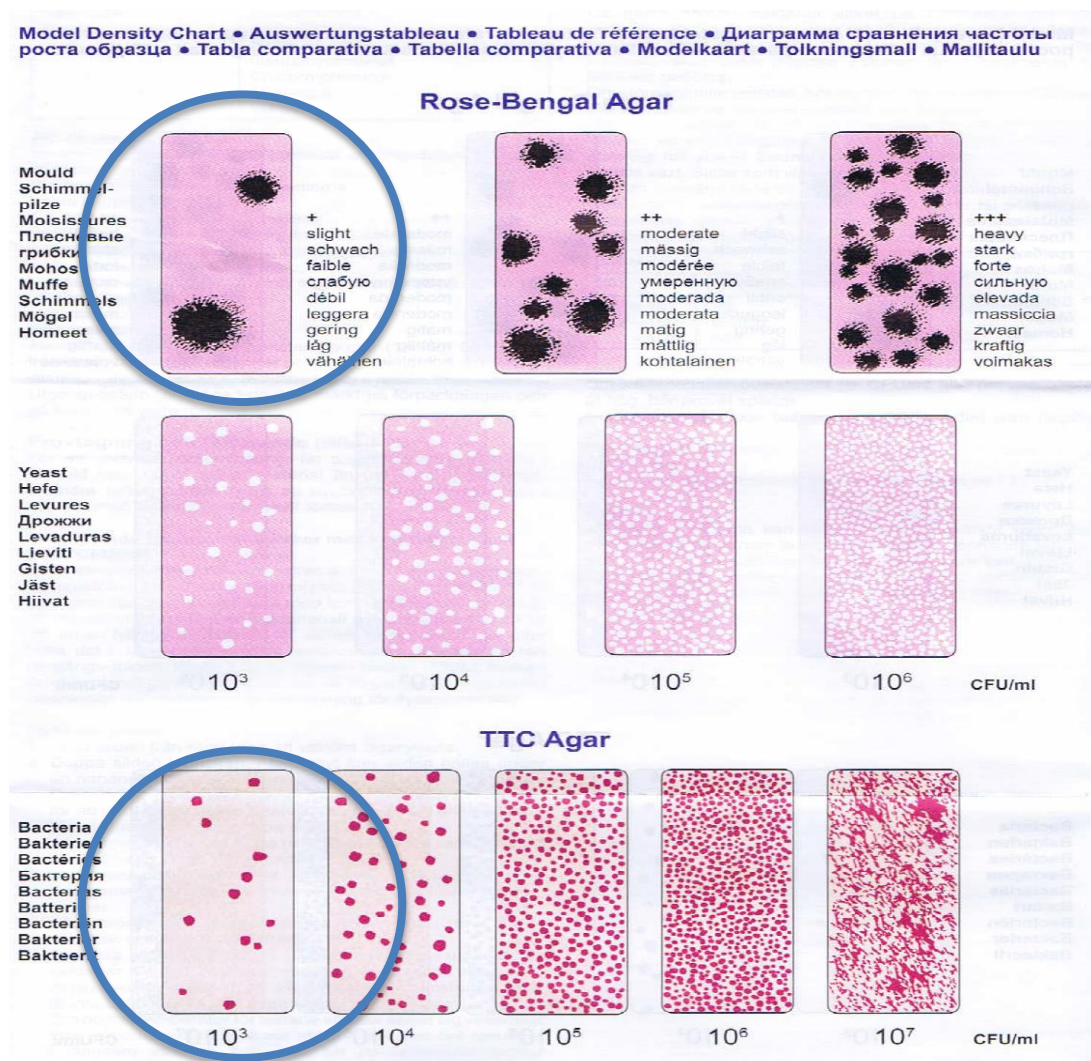
Probeort	Proben- bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
Außen			
OT 24779 Spur 2	1802_0169.1	1.387 <i>Basidiosporen</i> 1.460 <i>Ascosporen</i> 219 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> * 73 Myzelbruchstücke	Partikelkonzentration (keine Pilze): niedrig Hautschuppen- konzentration: sehr niedrig Fasern: 10 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	3.066 plus 73 Myzelbruchstücke	20 Pollen/ m ³ Luft
OG			
OT 24775 Spur 2	1802_0169.2	438 <i>Ascosporen</i> 292 <i>Cladosporium</i> 511 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> *	Partikelkonzentration (keine Pilze): hoch Hautschuppen- konzentration: mittel Bakterienaggregate: 219 / m ³ Luft Fasern: 220 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	1.241	30 Pollen/ m ³ Luft

2.3 Schimmel Oberflächenkontrolle (Abklatschprobe)

Verortung	Schimmel und Hefen	Bakterien
		



2.4 Bewertungsschema Abklatschprobe



Bacteria		
CFU/ml	Contamination	
< 10 ⁴	slight	usually no problems ¹
10 ⁴ – 10 ⁵	moderate	not acceptable ¹
> 10 ⁶	heavy	

2.6 Bilddokumentation und Probenahmeorte

1		Objekt:
2		Schimmelmessung OG
3		Schimmelmessung außen

4		Probennahme Oberfläche #1
5		Probennahme Oberfläche #2

3 Anlagen

3.1 Wahrscheinlichkeit bzgl. Schadenseinschätzungen/Indizien

Nicht immer sind Feststellungen bzw. Bewertungen „mit Gewissheit“ oder „mit Gewissheit nicht“ möglich. Dies ggf. auch in Abhängigkeit vom Stand der Feststellungen bzw. vom Umfang und Aufwand der Untersuchungen. Dies kann dazu führen, dass Beweisfragen (oder ggf. Teilfragen) nur unter Angabe von Wahrscheinlichkeitsgraden bewertet werden können. Für die Formulierungen bei der Beantwortung der Beweisfragen bedient sich unser Institut der Skalierung der Wahrscheinlichkeitsgrade mit einer Skalierung nach Dr. Aurnhammer:

- +6 Ursache bzw. Aussage mit Gewissheit (100%)
- +5 Ursache bzw. Aussage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (99%)
- +4 Ursache bzw. Aussage sehr hoch / wahrscheinlich (80%)
- +3 Ursache bzw. Aussage wahrscheinlich (60%)
- +2 Möglichkeit für Ursache wahrscheinlicher als „Nicht-Ursächlich“ (40%)
- +1 Ursache bzw. Aussage möglich (20%)
- +/- 0 Ursache technisch nicht klärbar bzw. Aussage aus technischer Sicht nicht möglich
- 1 Ursache bzw. Aussage wenig möglich (20%)
- 2 Nicht-Ursächlichkeit ist wahrscheinlicher als Möglichkeit für die Ursache (40%)
- 3 Ursache bzw. Aussage unwahrscheinlich (60%)
- 4 Ursache bzw. Aussage sehr unwahrscheinlich (80%)
- 5 Ursache bzw. Aussage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht (99%)
- 6 Ursache bzw. Aussage mit Gewissheit nicht (100%)

Sofern die betreffenden Feststellungen bzw. Bewertungen (falls möglich) „mit Gewissheit“ oder „mit Gewissheit nicht“ beurteilt werden sollen, sind ggf. weitergehende Untersuchungen und Beweisverfahren erforderlich.

3.2 Umweltbundesamt – Schimmelleitfaden

Tabelle 1: Bewertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze

Die fünf Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten.

Innenluft-Parameter	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ¹⁾	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Cladosporium sowie andere Pilzgattungen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen können (z.B. sterile Myzelien, Hefen, Alternaria, Botrytis)	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft unter dem 0,7 bis 1-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} < A_{typ A} \times 0,7 (+0,3)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft nicht über dem 1,5 ± 0,5-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,5 (\pm 0,5)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Summe der KBE aller untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten nicht über 150 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 150$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten nicht über 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 500$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten über 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} > A_{\Sigma untyp A} + 500$
eine Gattung (Summe der KBE aller zugehörigen Arten) der untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der Gattung nicht über 100 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp G} \leq A_{Euntyp G} + 100$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der Gattung nicht über 300 KBE/m ³ liegt. $I_{Euntyp G} \leq A_{Euntyp G} + 300$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft Gattung über 300 KBE/m ³ liegt. $I_{Euntyp G} > A_{Euntyp G} + 300$
eine Art der untypischen Außenluftarten mit gut flugfähigen Sporen	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 50 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp A} \leq A_{Euntyp A} + 50$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 100 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp A} \leq A_{Euntyp A} + 100$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft über 100 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp A} > A_{Euntyp A} + 100$
eine Art der untypischen Außenluftarten mit geringer Sporenfreisetzungsrate , z.B. Phialophora sp., Stachybotrys chartarum	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 30 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp AGS} \leq A_{Euntyp AGS} + 30$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 50 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp AGS} \leq A_{Euntyp AGS} + 50$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft über 50 KBE/m ³ liegt $I_{Euntyp AGS} > A_{Euntyp AGS} + 50$
diverse Pilzsporen, die nicht dem Typ Basidiosporen oder Ascosporen angehören	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 400 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 400$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 800 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen 800 übersteigt $I_{divers} > A_{divers} + 800$
Myzelstücke	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke nicht über 150 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 150$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke nicht über 300 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke 300 übersteigt $I_{Myzel} > A_{Myzel} + 300$

Legende zu Tabelle 1

Veränderungen sind grau unterlegt

¹⁾ Indiz für Quellensuche, ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

KBE = Kolonie bildende Einheiten

I = Konzentration in der Innenraumluft in KBE/m³

A = Konzentration in der Außenluft in KBE/m³

typ A = typische Außenluftarten bzw. -gattungen (wie z. B. Cladosporium, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. Alternaria, ggf. Botrytis)

untyp A = untypische Außenluftarten bzw. -gattungen (z. B. Pilzarten mit hoher Indikation für Feuchteschäden wie Acremonium sp., Aspergillus versicolor, A. penicillioideus, A. restrictus, Chaetomium sp., Phialophora sp., Scopulariopsis brevicaulis, S. fusca, Stachybotrys chartarum, Tritirachium (Engyodontium) album, Trichoderma sp.)

Σuntyp A = Summe der untypischen Außenluftarten (andere als typ A)

Euntyp A = eine Art, die untypisch ist in der Außenluft und gut flugfähige Sporen besitzt

Euntyp AGS = eine Art, die untypisch ist in der Außenluft und Sporen mit geringer Flugfähigkeit besitzt
(diese Zeile konkretisiert das ! in der Tabelle 8 des Schimmelleitfadens)

Euntyp G = eine Gattung, die untypisch ist in der Außenluft Tabelle 1: Bewertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze

Tabelle 2: Bewertungshilfe von Luftproben – Partikelauswertung

Die sechs Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf Luftproben, die unter normalen Bedingungen gezogen wurden (keine gezielte Staubaufwirbelung).

Gesamtpilzsporen Holbach Objektträger (C-1.2.5)	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ^{1) 3)}	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen z. B. Typ Ascosporen Typ Alternaria/ Ulocladium, Typ Basidiosporen Cladosporium spp.	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft nicht über dem 1 bis 1,2 -fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1 (+0,2)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft nicht über dem 1,6 ($\leq 0,4$) -fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,6 (\leq 0,4)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Typ Penicillium/Aspergillus	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft für den Sporentyp Penicillium/Aspergillus nicht über 300 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft für den Sporentyp Penicillium/Aspergillus nicht über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft für den Sporentyp Penicillium/Aspergillus über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} > A_{\Sigma P+A} + 800$
Typ Chaetomium	Wenn in der Innenraumlufte nicht mehr Chaetomiumsporen als in der Außenluft vorliegen $I_{Chaetom} \leq A_{Chaetom}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Chaetomiumsporen nicht über 20 liegt $I_{Chaetom} \leq A_{Chaetom} + 20$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Chaetomiumsporen über 20 liegt $I_{Chaetom} > A_{Chaetom} + 20$
Typ Stachybotrys	Wenn in der Innenraumlufte nicht mehr Stachybotryssporen als in der Außenluft vorliegen $I_{Stachy} \leq A_{Stachy}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Stachybotryssporen nicht über 10 liegt $I_{Stachy} \leq A_{Stachy} + 10$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Stachybotryssporen über 10 liegt $I_{Stachy} > A_{Stachy} + 10$

Legende zu Tabelle 2

Veränderungen sind grau unterlegt

¹⁾ Indiz für Quellensuche, ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

³⁾ Bei einer geringen Sporenkonzentration (Indiz für Quellensuche) kann eine Beurteilung nur in Kombination mit einer Luftkeimsammlung erfolgen.

A = Konzentration in der Außenluft in Anzahl Sporen/m³,

I = Konzentration in der Innenraumlufte in Anzahl Sporen/m³

typ A = Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen wie z.B. Ascosporen, Alternaria/Ulocladium, Basidiosporen, Cladosporium sp.

ΣP+A = Summe der Sporen vom Typ Penicillium und Aspergillus

Chaetom = Summe der Sporen vom Typ Chaetomium sp.

Stachy = Summe der Sporen vom Typ Stachybotrys chartarum

divers = Summe diverser uncharakteristischer Sporen, die nicht dem Typ Ascosporen, Typ Alternaria/Ulocladium, Typ Basidiosporen oder Cladosporium sp. angehören

WEITERFÜHRENDER LITERATUR

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBW); Deutsche Energieagentur (DENA): Gesund Wohnen durch richtiges Lüften und Heizen. Informationsbroschüre, Berlin (2004)

Deutsches Institut für Normung: DIN 1946 Teil 6: Raumluftechnik – Lüftung von Wohnungen. Beuth-Verlag, Berlin, September 1994

DIN 4108 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Juli 2003

DIN 4108 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Beiblatt 2: Planungs- und Ausführungsbeispiele. Januar 2004

DIN EN ISO 13788 – Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinnern – Berechnungsverfahren. November 2001

DIN EN ISO 15927-1 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten Teil 1: Monats- und Jahresmittelwerte einzelner meteorologischer Elemente. November 2003

DRAVE, T.: Sorptionsverhalten von hygroskopischen Raumboflächen und Auswirkung auf das Raumklima. Diplomarbeit, Fraunhofer-Institut für Bauphysik; FH Rosenheim (2003)

GRUNDMANN, K.-O.; RÜDEN, H. und SONNTAG, H.-G.: Lehrbuch der Hygiene. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1991)

HANKAMMER, G. und W. LORENZ: Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden. Verlag Rudolf Müller, Köln (2003)

ISENMANN, W.: Feuchtigkeitserscheinungen in bewohnten Gebäuden. Verlag für Wirtschaft und Verwaltung, Essen, 2. Auflage (2000)

KRUS, M.: Feuchtetransport- und Speicherkoeffizienten poröser mineralischer Baustoffe. Theoretische Grundlagen und neue Messtechniken. Dissertation, Universität Stuttgart (1995)

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg: Abgestimmte Ergebnisprotokolle der Arbeitsgruppe „Analytische Qualitätssicherung im Bereich der Innenraumluftmessung biologischer Schadstoffe“ am Landesgesundheitsamt Baden Württemberg 14.12.2001, Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, Stuttgart (2001)

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg: Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen, Stuttgart (2004)

MORISKE, H.-J. und R. BEUERMANN: Schadstoffe in Wohnungen- Hygienische Bedeutung und rechtliche Konsequenzen. Grundeigentum-Verlag, Berlin (2004)

MÜCKE, W. und Ch. LEMMEN: Schimmelpilze – Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmaßnahmen. ecomed-Verlag, Landsberg, 3. Auflage (2004)

REISS, J.: Schimmelpilze – Nutzen, Schaden, Bekämpfung. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg (1988)

RICHTER, W.; HARTMANN, T.; KREMONKE, A. und D. REICHEL.: Gewährleistung einer guten Raumluftqualität bei weiterer Senkung der Lüftungswärmeverluste. TU Dresden, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung, Fraunhofer IRB Verlag (1999), ISBN 3-8167-5724-3

SEDLBAUER, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation, Universität Stuttgart (2001)

SMITH, S. L.; HILL, S. T.: Influence of temperature and water activity on germination and growth of *Aspergillus restrictus* and *Aspergillus versicolor*. Transactions of the British Mycological Society Vol. 79 (1982), H. 3, S. 558 – 560

TRAUTMANN, C.; GABRIO, T.; DILL, I.; WEIDNER, U.; und C. BAUDISCH: Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilzen in Luft. Bundesgesundheitsblatt 1/2005, S. 12-20

TRBA 405: Anwendung von Messverfahren für luftgetragene biologische Arbeitsstoffe (BArbBl. 1/97)

TRBA 430: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (BArbBl. 17/97)⁸

TRBA 460: Einstufung von Pilzen in Risikogruppen (BArbBl. 12/98)

TRBA 500: Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen (BArbBl. 6/99)

TRGS 524: Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen

TRGS 540: Sensibilisierende Stoffe

TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe

TRGS 908: Begründung zur Bewertung von Stoffen der TRGS 907

Umweltbundesamt: Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, Berlin (2002)

VDI-Richtlinie 2079: Abnahmeprüfung an raumlufttechnischen Anlagen. VDI-Verlag, Düsseldorf 1983

VDI-Richtlinie 4300, Blatt 10: Messen von Innenluftverunreinigungen – Messstrategie für die Erfassung von Schimmelpilzen im Innenraum. VDI-Verlag, Düsseldorf, in Erarbeitung.

VDI-Richtlinie 6022, Blatt 1. Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung raumlufttechnischer Anlagen. VDI-Verlag Düsseldorf, März 1997. Ist in Überarbeitung:

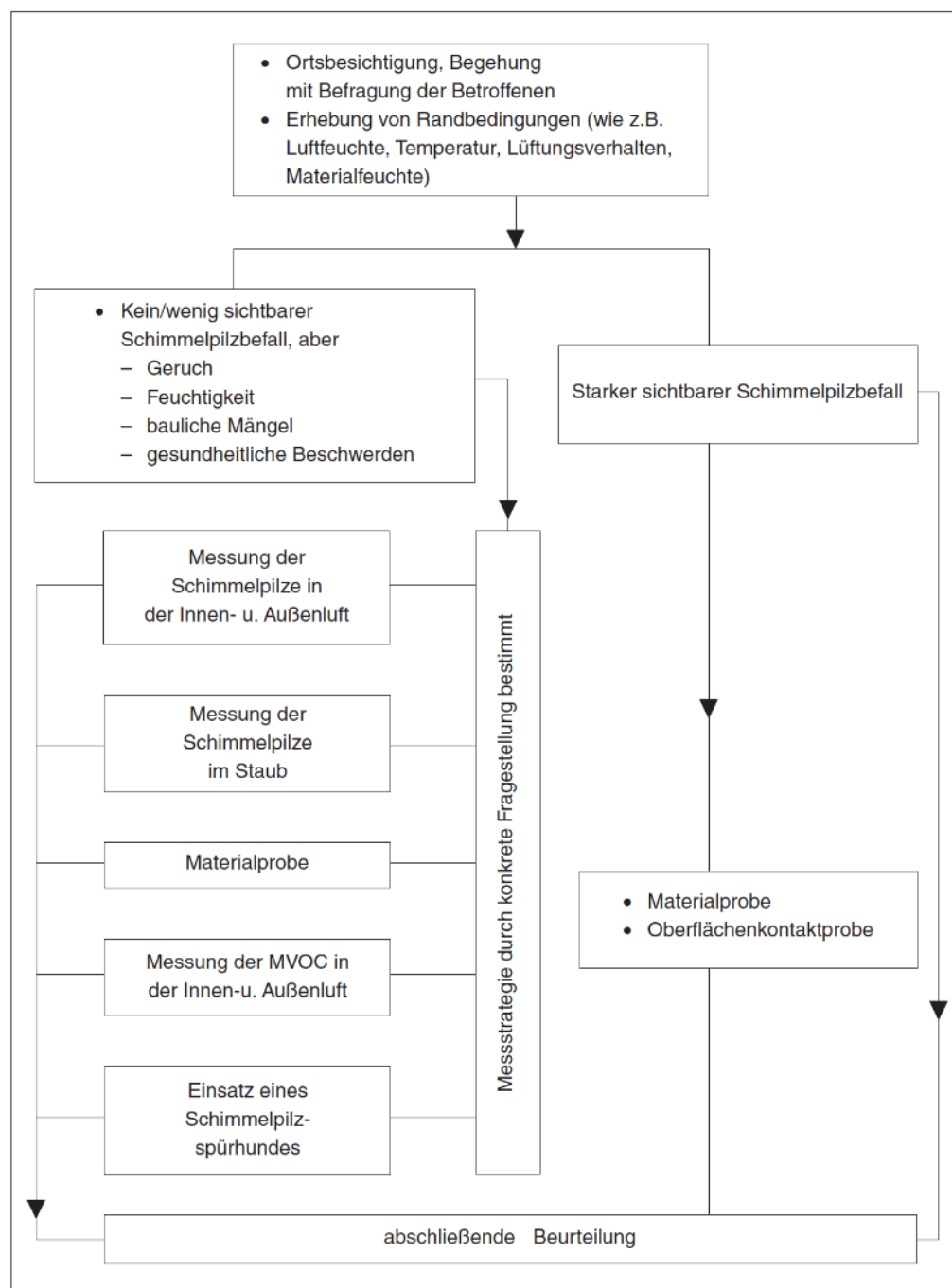
VDI-Richtlinie 6022, Blatt 1 (Gründruck). Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen. VDI-Verlag Düsseldorf 2005

Verordnung zur Umsetzung von EG-Richtlinien über den Schutz der Beschäftigten gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit, Artikel1: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV) vom 27. Januar 1999

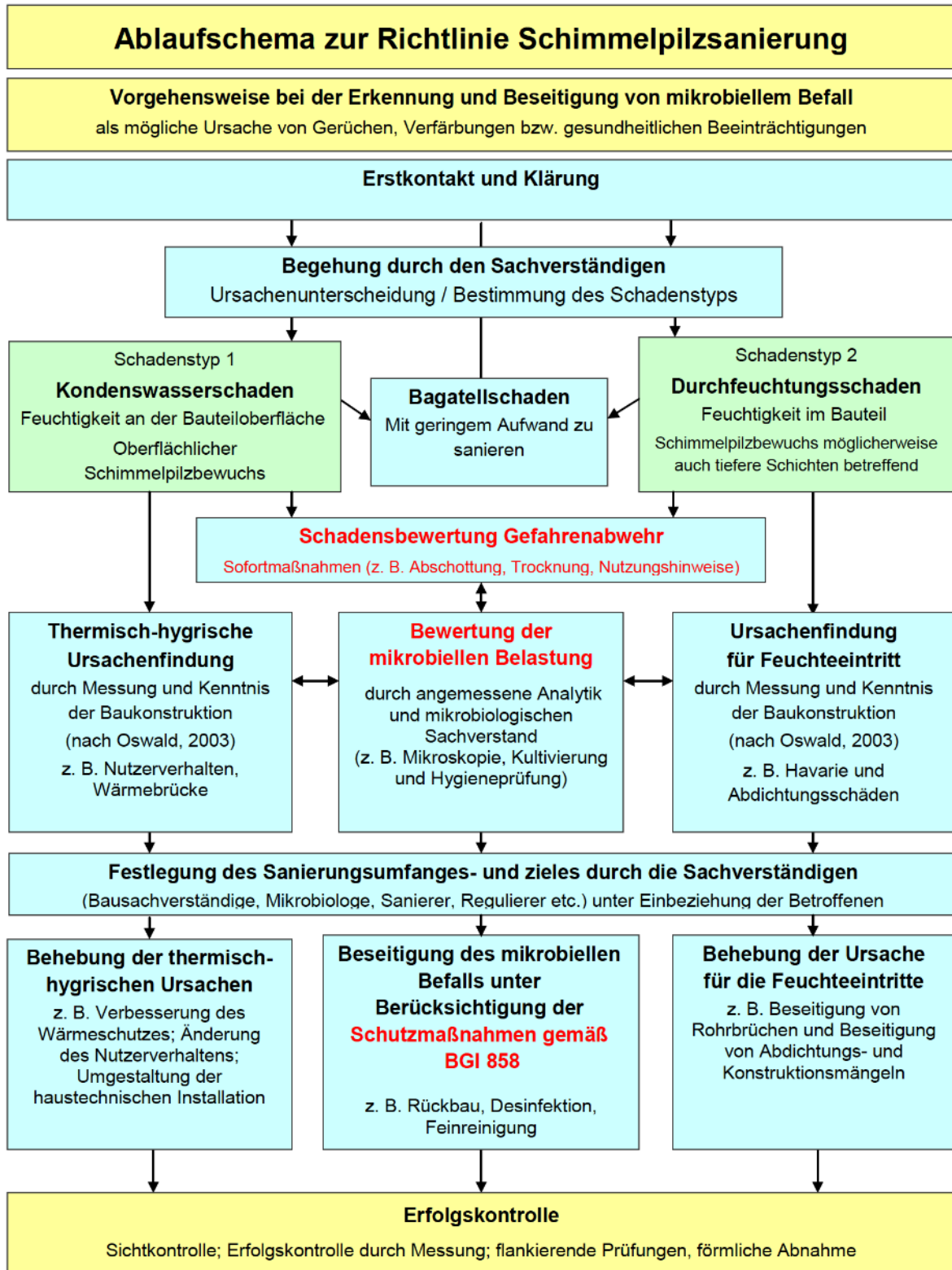
Teil C, Bestandsaufnahme und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen

Abb. 4: Ablauf der Untersuchung auf eine Schimmelpilzbelastung in Gebäuden

Anmerkung: Die in der Abbildung dargestellten Schritte sind denkbare Optionen, müssen im Einzelfall und in Abhängigkeit der Ortsbegehung jedoch nicht alle durchgeführt werden. Weitere Erläuterungen im Text.



Anlage 1



3.3 UBA Leitfaden – Gerüche, MVOCs

Tabelle 6: Charakteristische MVOC aus Reinkulturen unterschiedlicher Schimmelpilzarten nach verschiedenen Autoren

Verbindung	Autor*					Geruchsschwelle	Geruchseindruck (µg/m³)	Andere Quellen**
A	B	C	D	E				
2-Methyl-furan	+			+				
3-Methyl-furan	+	+		+	+			
2-Methyl-1-propanol		+	+	+		3	moderig-muffig, pilz-ähnlich	1, 2
1-butanol		+						1
3-Methyl-1-butanol	+	+	+	+	+	30	sauer, stechend	
2-Methyl-1-butanol	+	+		+	+	45	sauer, stechend	
2-Pentanol		+						
2-Hexanon		+						3
2-Heptanon		+	+	+		94	pilz-ähnlich, moderig-muffig, mild, fruchtig	2, 3
3-Octanon		+	+	+	+	30.000		3
3-Octanol		+	+	+	+			
1-Octen-3-ol	+	+	+	+	+		moderig-muffig, pilz-ähnlich	3
2-Octen-1-ol		+					moderig-muffig, pilz-ähnlich	
2-Methyl-iso-borneol	+	+	+				erdig	
Geosmin		+		+		7	erdig	4
(1-10-Dimethyltrans-9-decalol)								
2-Isopropyl-		+					erdig	
3-methoxypyrazine								
Dimethyldisulfid	+			+		0,1	moderig, faulig	2

(1) Quelle: Fischer, G.: Comparison of microbiological and chemical methods for assessing the exposure to air-borne fungi in composting plants. Dissertation. In: Akademische Edition Umweltforschung Band 10 – Publikationsreihe des interdisziplinären Umwelt-Forums der RWTH Aachen (2000). ISBN 3-8265-6926-1.

*Autoren: **A:** Börjesson et al. (1993). Volatile fungal metabolites as indicators of mould growth in stored cereals. Ph.D. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, ISBN 91-576-4706-2.

B: Ström, G., J. West, B. Wessén, and U. Palmgren. (1994). Quantitative analysis of microbial volatiles in damp Swedish houses, 291–305. In R. A. Samson, B. Flannigan, M. E. Flannigan, A. P. Verhoeff, O. C. G. Adan, and E. S. Hoekstra (ed), Health implications of fungi in indoor environments. Air quality monographs, vol. 2. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands.

C: Larsen, T. O. and Frisvad, J. C. (1995). Chemosystematics of *Penicillium* based on profiles of volatile metabolites. *Mycol. Res.* **99**: 1167–1174

D: Keller, R., Senkpiel, K. and Ohgke, H. (1998). Geruch als Indikator für Schimmelpilzbelastungen in natürlich belüfteten Innenräumen – Nachweis mit analytischer MVOC-Messung. In: Gesundheitliche Gefahren durch biogene Luftschadstoffe – Schriftenreihe des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene Heft 2 (Edited by R. Keller), Medizinische Universität, Lübeck, ISSN 1433-030X.

E: Fiedler, K. und Schütz, E. (1998). Nachweis flüchtiger organischer Verbindungen von Schimmelpilzen mittels HS-SPME-Technik. Schriftenreihe des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene der Medizinischen Universität zu Lübeck, Heft 2, ISSN 1433-030X

**Mögliche andere Quellen: 1 = Lösungsmitteln in Farben; 2 = CO₂-Laser-Pyrolyse;
3 = Autoxidation von Lipiden; 4 = Actinomyceten

Tabelle 7: Für das Wachstum unterschiedlicher Schimmelpilze erforderliche minimale Wasseraktivitätswerte (minimale a_w -Werte)

Schimmelpilzart	Minimale a_w -Werte
<i>Wallemia sebi</i>	0,69-0,75
<i>Aspergillus restrictus</i>	0,71-0,75
<i>Aspergillus versicolor</i>	0,78
<i>Penicillium chrysogenum</i>	0,78-0,81
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0,85-0,94
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,86-0,88
<i>Fusarium solani</i>	0,87-0,90
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0,93
<i>Stachybotrys chartarum</i>	0,94

Quelle: Northolt, Frisvad, Samson (1995): Occurrence of food-borne fungi and factors for growth. In: Samson et al. (ed.) Introduction to food-borne fungi., CBS, Baarn, NL

Die **Feuchtegrenze**, unterhalb derer kein Wachstum von Schimmelpilzen auf Materialien stattfindet, liegt unter sonst optimalen Bedingungen bei ca. 70 % relativer Feuchte an der Oberfläche.

Mit zunehmendem Feuchtegehalt steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Schimmelpilzwachstum auftritt. Bei 80 % relativer Feuchte an der Oberfläche sind bei ausreichend hoher Oberflächentemperatur (deutlich im Plusgradbereich) die Wachstumsbedingungen für viele innenraumrelevante Schimmelpilzarten erreicht.

Bei höherer **Oberflächenfeuchte** können nahezu alle Schimmelpilzarten sowie Bakterien wachsen.

pH-Wert

Inwieweit ein Substrat von Schimmelpilzen zum Wachstum genutzt werden kann, hängt auch vom pH-Wert ab. Der optimale Wachstumsbereich für Schimmelpilze ist von der Schimmelpilzart abhängig, viele Schimmelpilze können in einem Bereich zwischen pH 3 und 9 gut wachsen. Insgesamt werden pH-Werte zwischen 2 und 11 von einzelnen Schimmelpilzen toleriert.

Schimmelpilze können in einem breiten pH-Bereich wachsen. Oberhalb von pH 11 gedeihen Schimmelpilze so gut wie nicht mehr. Dies nutzt man aus, um in wenig genutzten Räumen (dauerhaft feuchte Kellerräume) durch stark alkalische Anstriche Schimmelpilzwachstum vorübergehend zu unterbinden (siehe. Kap. 6).

Nährstoffe

Schimmelpilze können eine Vielzahl von Materialien als **Nährstoffquellen** nutzen.

Materialien, auf denen Schimmelpilze wachsen können sind z. B.:

- Holz, Holzwerkstoffe (z.B. Spanplatten)
- Papier, Pappe, Karton (auch Gipskarton)
- Tapeten, Tapetenkleister
- Gummi, Kunststoffe (z.B. Polystyrol, Silikon, Folien)
- Teppichböden, Kleber für Fußbodenbelag, Mineralwolle
- Farben, Lacke
- Leder, Textilien

Auch Materialien wie Zement und Beton können Nährstoffe für Schimmelpilze enthalten. Schimmelpilze können außerdem auf Materialien wachsen, die selbst keine Nährstoffe abgeben (z. B. Glas), wenn sich organische Partikel und Stäube aus der Luft auf diesen abgelagert haben.

Der **Nährstoffgehalt** des Untergrundes (Substrat) ist neben der Feuchtigkeit und der Temperatur eine weitere wichtige Einflussgröße für Schimmelpilzwachstum.

In der Regel sind auf Oberflächen in Innenräumen ausreichend Nährstoffe vorhanden.

Auch wenn die Feuchtigkeit der wichtigste Faktor ist, müssen die drei wesentlichen Wachstumsvoraussetzungen „Feuchtigkeit, Temperatur und Nährstoffe“ über eine bestimmte Zeitperiode gleichzeitig im günstigen Bereich vorhanden sein, damit Schimmelpilzsporen auskeimen und anschließend das Myzel wachsen kann (siehe Kap. 1.2.3 und 1.2.4).

3.4 Baufeuchte als Schimmelursache

Besondere Sorgfalt ist auf die **Bauausführung** zu legen. **So sollen an der Baustelle angelieferte Materialien trocken gelagert und in trockenem Zustand eingebaut werden.** Besonders kritisch sind oft die ungeschützte Lagerung und der feuchte Einbau bei Dämmmaterialien sowie Trockenbauelementen und Holzwerkstoffplatten. Feucht eingebaute Materialien können später nur schwer abtrocknen und es kann in der Folge zu verdecktem Schimmelbefall kommen. **Baufeuchte**, die vor allem bei monolithischer Bauweise und beim Gießen von Estrichen auftritt (vgl. Kap. 3), muss ausreichend ablüften, bevor der Innenausbau erfolgt. Unsachgemäß ist es auch, Zwischenwände und Vorsatzschalen auf noch feuchten Estrich zu setzen, weil Feuchtigkeit von den Materialien aufgenommen wird und nur schwer abtrocknen kann.

3.5 Mangelnder Luftwechsel als Schimmelursache

Ein durch Sanierung von ursprünglich $n = 1 \text{ h}^{-1}$ auf $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ reduzierter gebäudebezogener **Luftwechsel** bedeutet, dass man rein rechnerisch bei gleicher nutzungsbedingter Feuchtigkeitsproduktion, 10-fach länger lüften müsste als vorher. Das ist in der Praxis kaum realisierbar. **Mechanische Lüftungseinrichtungen** sind hier hilfreich, um den Feuchteabtransport zu gewährleisten. Weitere Hinweise zu Lüftung und Lüftungskonzepten finden sich in DIN 1946 Teil 6.

Manuelle Fensterlüftung

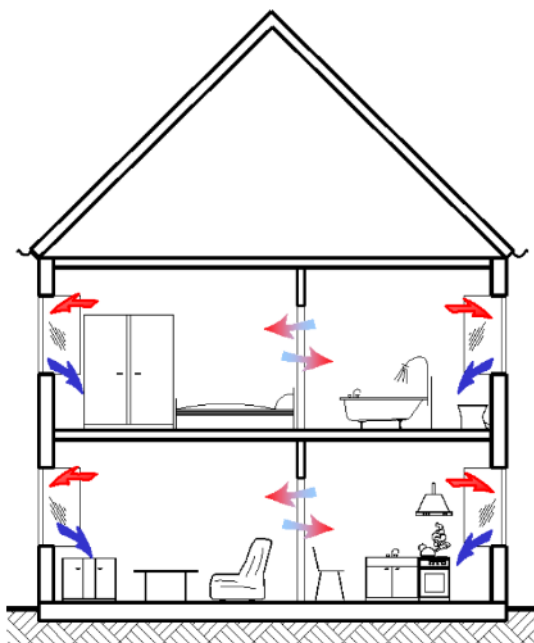


Abb. 17: Freie Lüftung – Fensterlüftung (rot = Abluft; blau = Zuluft)

Ventilatorbetriebene Abluftanlagen

Die in Abb. 18 dargestellten Abluftanlagen sind dadurch gekennzeichnet, dass Abluft aus den am meisten belasteten Räumen (Küche, Bad, WC) mittels eines Ventilators abgesaugt und über einen Luftkanal nach außen (meistens über das Dach) transportiert wird. Wenn in Küche und Bad Luft aus der Wohnung gesaugt wird, muss auch Luft in die Wohnung nachströmen können. Bei älteren, undichten Gebäuden strömt die Außenluft über Undichtheiten in das Gebäude nach. Bei neuen oder energetisch sanierten, mithin luftdichten Gebäuden ist der Einbau von Außenluftdurchlässen (ALD) zur Luftnachströmung erforderlich. Verschmutzte Filter von Abluftanlagen in Nassräumen beeinträchtigen oder verhindern die Luftströmung und gehören daher zu den häufigen Ursachen von zu hoher Luftfeuchte in diesen Räumen.

Ventilatorgestützte Abluftanlagen in Verbindung mit Außenluftdurchlässen (ALD) bieten eine einfache Möglichkeit zur zielgerichteten Entfeuchtung. Der Betrieb der Abluftanlagen erfolgt am einfachsten durch Kopplung mit dem Lichtschalter mit Nachlauf, z.B. bei Bädern ohne Fenster. Mitunter reicht dies aber nicht aus.

Bei hoher Luftfeuchte können **Feuchtesensoren**, sogenannte Hygrostaten, eingebaut werden, die ab einer gewissen relativen Luftfeuchte den Ventilator in Betrieb setzen. Im Sommer kann dies zu einem nicht sinnvollen Dauerbetrieb führen, besser wäre es daher, den Ventilator über die absolute Luftfeuchte zu steuern. Filter, Ventilator und Deckenauslass von Abluftventilatoren und Dunstabzugseinheiten müssen regelmäßig gesäubert bzw. gewechselt werden. Mieter sollen vom Vermieter darüber informiert werden, für welche Wartungsarbeiten (z.B. Filterwechsel) der Mieter selbst zuständig ist.

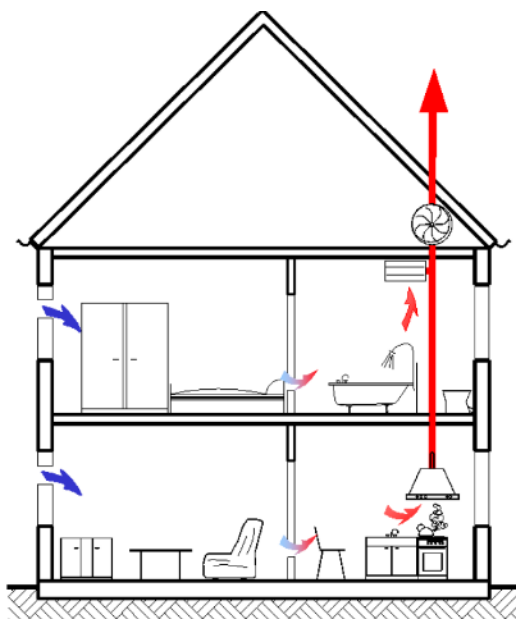


Abb. 18: Ventilatorgestützte Entlüftung einer Wohnung: Außenluftdurchlässe (ALD) und Abluftanlage (rot = Abluft; blau = Zuluft)

Bedarfsorientierte mechanische Fensterlüftung

Eine einfache gezielte Lüftungsmaßnahme stellt die bedarfsorientierte mechanische Fensterlüftung dar. Bei erhöhter Luftfeuchte (oder zu hohen CO₂-Werten) werden die Fenster mittels kleiner Motoren automatisch geöffnet und anschließend bei Erreichen der gewünschten Werte wieder verschlossen. Regen- und Windsensoren verhindern das Öffnen bei ungünstigen Wetterverhältnissen.

Der Vorteil einer derartigen Lösung ist der relativ einfache Einbau (vor allem bei Dachflächenfenstern) und die Möglichkeit der automatisierten Nachtlüftung im Sommer. Nachteile ergeben sich im Vergleich zur kontrollierten Wohnraumlüftung (siehe Kap. 4.3.3 und 4.3.4) durch den erhöhten Lüftungswärmeverlust und die häufig unkalkulierbaren zugeführten Luftmengen, die unter bestimmten Umständen zu Zugerscheinungen führen können.

4.3.3 Raumluftechnische Anlagen mit Zu- und Abluftführung

Komplexer als reine Entlüftungsanlagen sind Anlagen mit Zu- und Abluftführung, die heute in der Regel mit einer Wärmerückgewinnung versehen werden. Diese Lüftungseinrichtungen haben ebenfalls den Vorteil, dass sie nutzerunabhängig sind, d.h. auch betrieben werden können, wenn der Nutzer nicht an das Lüften denkt, wenn es ihm nicht möglich ist (bspw. in den Nachtstunden oder an dicht befahrenen Straßen) oder wenn er nicht zu Hause ist. Der Luftvolumenstrom (und damit der Lüftungserfolg) hängt zudem nicht nur von den Luftdruckdifferenzen innen-außen, sondern von der Nutzung der Räume ab. Ein gewisser Nachteil ist die Notwendigkeit zur regelmäßigen Wartung und Kontrolle.

Wenn die Luft nur transportiert und gegebenenfalls temperiert wird, spricht man von „Lüftungsanlagen“, ggf. mit Heizfunktion (siehe DIN EN 13779). Systeme mit zusätzlicher Be- und/oder Entfeuchtung bzw. Kühlung nennt man „Klimaanlagen“. Funktionstüchtige Lüftungsanlagen sind die sicherste Lösung, um Feuchtigkeit, Gerüche, Kohlendioxid und sonstige, im Innenraum unerwünschte, Luftinhaltsstoffe abzutransportieren.

Im Schulneubau hat das Umweltbundesamt in seinem Leitfaden zur Innenraumhygiene in Schulgebäuden (Umweltbundesamt 2009) empfohlen, grundsätzlich solche Lüftungseinrichtungen vorzusehen. Im Miet- und Privatwohnungsbau ist es derzeit in Deutschland eher die Ausnahme, in angrenzenden Ländern wie der Schweiz und Österreich oder im skandinavischen Raum bei Neubauten aber oft schon die Regel.

Soll die Außenluft vorgekühlt (Sommer) oder vorerwärmt (Winter) in das Gebäude gelangen, sind unterschiedliche Systeme an Erdwärmetauschern verfügbar. Entweder wird die zu temperierende Luft direkt durch den Erdwärmetauscher geführt (Luft-Erdwärmetauscher) oder über einen Wärmetauscher (Sole-Erdwärmetauscher). Die Wandtemperatur der Luft-Erdwärmetauscher ist ähnlich wie bei kalten Kellerwänden im Frühjahr und Sommer zeitweise niedriger als die Taupunkttemperatur der Luft. Dann tritt hohe relative Feuchte an den Wänden oder sogar Kondensation auf. Auch bei korrekter Abfuhr der Feuchte und guten Zuluftfiltern ist bei Wachstum von Mikroorganismen ein Transport von kleineren mikrobiellen Bestandteilen wie PAMPs oder Mykotoxinen (siehe Kap. 2.2) in die Innenräume über die Zuluft zu erwarten. Aus diesem sowie aus Gründen der

einfacheren Regelung sollten Luft-Erdwärmetauscher nicht mehr verwendet werden, sondern Sole-Erdwärmetauscher oder Wärmepumpen bevorzugt werden. Zu beachten ist immer, dass diese in Lüftungsanlagen integrierten Kühlregister eine regelmäßige Wartung entsprechend den Vorschriften für Klimaanlage erforderlich machen.

Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen gibt es als zentrale Anlagen für das gesamte Gebäude, für einzelne Wohnungen oder Büroeinheiten sowie als dezentrale Einzelgeräte für einzelne Räume.

Bei zentralen Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluftführung – in Wohngebäuden auch „Kontrollierte Wohnraumlüftung“ genannt – (siehe Abb. 19) wird mit einem Ventilator Raumluft aus Abluft-Räumen (bspw. Küche, Bad und WC) abgesaugt. Die Zuluft wird mit einem zweiten Ventilator über Luftkanäle in die Wohnung oder den Bürobereich geleitet. Während der Heizperiode erfolgt eine Wärmerückgewinnung, die die Gesamtenergiebilanz des Gebäudes verbessert. Lüftungsanlagen mit erhöhten Anforderungen an Effizienz, Hygiene und Komfort werden „Komfortlüftung“ genannt (www.komfortlüftung.at).

Bei Passivhäusern oder Nullenergie-Häusern sowie bei so genannten Plus-Energie Häusern sind der Einbau von Zu- und Abluftanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Komfortlüftungsstandard) zwingend erforderlich. Bei älteren und einfacheren Zu- und Abluftanlagen kann üblicherweise der Luftaustausch in mehreren Stufen eingestellt werden oder er wird über eine Zeitschaltautomatik gesteuert. Bei diesen Systemen kann es im Winter zu sehr niedriger Luftfeuchte kommen. Moderne Anlagen nutzen die eingebrachte Luft effizienter durch einfache oder mehrfache Überströmung (kaskadische Mehrfachnutzung) und arbeiten mit Sensoren-unterstützter Bedarfsregelung. Sie enthalten auch eine Feuchterückgewinnung, damit die Luft in den Wintermonaten nicht zu trocken wird.

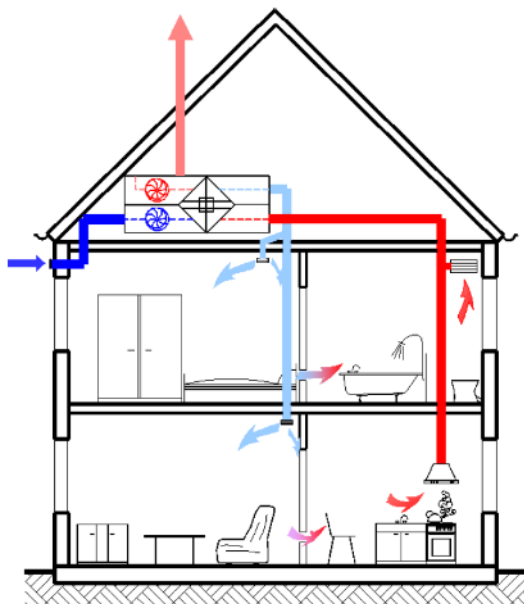


Abb. 19: Zentrale (wohnungswise) Lüftungsanlage mit Zu- und Abluftführung mit Wärmerückgewinnung (rot = Abluft; blau = Zuluft)

Neben zentralen (wohnungsweisen) Lüftungsanlagen erfreuen sich dezentrale Lüftungssysteme zunehmender Beliebtheit. Mit dezentralen Lüftungsgeräten (siehe Abb. 20) können einzelne Räume belüftet werden. Diese Geräte werden bevorzugt an der Außenwand neben dem Fenster oder im Bereich der Fensterbank montiert. Eine andere Variante besteht in der Kombination des Lüftungsgerätes mit dem Heizkörper unter dem Fenster. Abgesehen von einigen Sonderlösungen handelt es sich um Zu- und Abluftgeräte. Wie bei der zentralen Zu- und Abluftanlage ist der Einsatz eines Wärmetauschers mittlerweile Standard.

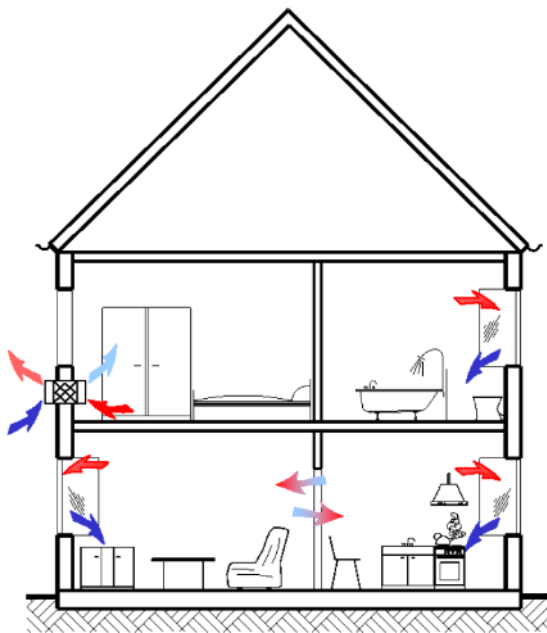


Abb. 20: Dezentrale (raumweise) Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung
(rot = Abluft; blau = Zuluft)

Für dezentrale Lösungen sind keine längeren Lüftungsleitungen erforderlich. Die Lüftung lässt sich gut – oft auch mit Zeitprogramm – an die Raumnutzung anpassen. Besonders wichtig sind leise Ventilatoren, da besonders in den Schlafräumen Lüftungsgeräusche zu Recht als störend empfunden werden. Nachteile dezentraler Lösungen ergeben sich aus den oft zu geringen Luftleistungen derartiger Geräte, die keine ausreichende Abfuhr anthropogener Luftverunreinigungen erlauben.

Dezentrale Lüftungseinrichtungen eignen sich besonders bei der Altbauanierung, wo es baulich kaum oder nur mit hohem Kostenaufwand möglich ist, zentrale Zu- und Abluftanlagen für das ganze Haus oder die Wohnung zu installieren. Sie eignen sich auch als Lösung für besonders beanspruchte bzw. ungünstig gelegene Räume, wie z.B. in Wohn- und Schlafräumen an viel befahrenen Straßen.

Für jedes Lüftungsgerät sind in der Regel Öffnungen in der Außenwand erforderlich.

Klimaanlagen

Als „Klimaanlagen“ werden zentrale RLT-Anlagen bezeichnet, wenn die Zuluft zusätzlich noch be- oder entfeuchtet bzw. gekühlt werden kann. Meist erfolgt dies zentral in Klimazentralen. Der Vorteil derartiger Anlagen liegt in der genauen Einstellung des gewünschten Innenraumklimas. Nachteile sind der energie- und kostenintensivere Betrieb und der erhöhte Wartungsbedarf. Die Auswahl und Anordnung der Luftauslässe erfordert strömungstechnisches Fachwissen, da sonst leicht Zugerscheinungen auftreten.

Unter „**Klimaanlagen**“ versteht man raumluftechnische Anlagen, die nicht nur eine Temperierung der Luft über eine Wärmerückgewinnung ermöglichen, sondern auch zusätzliche Komponenten zur Kühlung / Heizung und/oder zur Be- und Entfeuchtung der Luft verfügen. An die Installation und Wartung solcher Anlagen sind hohe Anforderungen zu stellen. Klimaanlagen arbeiten meist mit zwei **Filtersystemen**, die Verunreinigungen aus der angesaugten Luft filtern.

Auch Verfahren zur „Luftverbesserung“ wie Ozonung oder Ionisation der Zuluft werden angeboten, sind aus hygienischen Gründen aber weder erforderlich noch sinnvoll. In Wohnungen sind Klimaanlagen eher die Ausnahme und zur Vermeidung von Schimmelbefall nicht notwendig.

INFOBOX

Hintergrundkonzentrationen in Baumaterialien

In diesem Projekt im Umweltforschungsplan des Bundes (Förderkennzeichen 3710 62 223, abgeschlossen 2015) wurde zum ersten Mal systematisch untersucht, welche Konzentrationen von Mikroorganismen (Schimmelpilze, Gesamtbakterien, Aktinomyzeten) in Baumaterialien verschiedenen Alters „natürlicherweise“ zu erwarten sind (Hintergrundkonzentrationen). Dazu wurden vier Arten von Materialien - Polystyrol (Styropor, Styrodur), Künstliche Mineralfaser (KMF), Kalk- und Gipsputze, OSB- und Spanplatten - in vier verschiedenen „Altersstadien“ untersucht: fabrikneues Material, auf der Baustelle gelagertes Material, Material aus dem Neubau, Material aus dem Altbau. Da in jeder Material- und Alterskategorie eine begrenzte Anzahl von jeweils ca. 20-30 Proben untersucht wurde, können die nachgewiesenen Konzentrationen nur als erste Orientierung für die Ableitung von Hintergrundkonzentrationen dienen.

Es zeigte sich, dass die Konzentration der Schimmelpilze mit zunehmenden „Alter“ der Materialien zunahm. In fabrikneuen Materialien lag die Konzentration der Schimmelpilze im Bereich bzw. unterhalb der Nachweisgrenze (max. 3×10^2 KBE/g). In Proben aus dem Neubau (mit Ausnahme von Putzproben) und Altbau waren Konzentrationen von 10^3 KBE/g bis 10^4 KBE/g nachweisbar; im Altbau in einzelnen Fällen auch von 10^5 KBE/g. Eine systematische mikroskopische Untersuchung der Proben fand in dem Projekt nicht statt, so dass bei hohen Konzentrationen im Material nicht zwischen Verunreinigung und Wachstum aufgrund eines unbekannten Feuchteschadens unterschieden werden kann.

Für die Schimmelpilzkonzentrationen ergaben sich je nach Material und Alterskategorie 95. Perzentile, die von unterhalb der Nachweisgrenze bis zu $3,2 \times 10^5$ KBE/g reichten (siehe Tabelle). Wenn die Konzentrationen in einem Material über den 95. Perzentilen liegen, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es sich um ein Wachstum von Schimmelpilzen handelt. Bei den meisten Materialien deuten daher Konzentrationen im Bereich von 10^5 KBE/g Material im Neu- und Altbau auf aktive Vermehrung von Schimmelpilzen hin. Ausnahme ist Putz im Neubau, bei dem die Schimmelpilzkonzentrationen unter der Nachweisgrenze lagen sowie Polystyrol im Altbau, wo das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung 10^5 KBE/g erreicht. Für Polystyrol im Fußboden lagen die 95. Perzentile im Neubau bei ca. 4×10^4 KBE/g Material (Daten nicht gezeigt). Da keine Proben aus Fußböden in Altbauten untersucht wurden, kann zu Polystyrol aus Fußböden im Altbau allerdings keine Aussage gemacht werden.

Tabelle: Hintergrundkonzentrationen (95. Perzentile) der Schimmelpilzkonzentrationen aus dem UFOPLAN-Projekt in Materialien unterschiedlichen Alters

Alterstadium	Polystyrol	KMF	Putze	OSB-/Spanplatten
Fabrikneu	$2,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$3,4 \times 10^2$	$2,2 \times 10^3$
Baustelle	$6,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$
Neubau	$4,1 \times 10^4$	$5,0 \times 10^3$	< NG	$2,3 \times 10^4$
Altbau	$3,2 \times 10^5$	$4,1 \times 10^4$	$8,3 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$

NG = Nachweisgrenze (entspricht 50 KBE/g)

Die Beurteilung der Konzentration und Zusammensetzung von Schimmelpilzsporen in der Innenraumluft dient vor allem dem Auffinden von nicht sichtbaren (verdeckten) Schimmelquellen.

Eine quantitative Expositions- und Risikoabschätzung ist nicht möglich und die Ableitung von gesundheitlich begründeten Richt- oder Grenzwerten ist auch in naher Zukunft nicht zu erwarten.

Bei gesundheitlichen Fragestellungen kann es in Einzelfällen sinnvoll sein, spezielle Methoden zum Nachweis bestimmter Schimmelpilzarten anzuwenden (bspw. durch Anzucht bei 36° C für fakultativ infektiöse Arten).

Die nachfolgend dargestellten Bewertungshilfen werden mit dem Ziel angewendet, die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens eines versteckten oder nicht sichtbaren Schimmelbefalls zu ermitteln.

Als Bewertungs- und Orientierungshilfe bei Schimmelpilzbestimmungen in der Innenraumluft können die unten angegebenen drei Bereiche dienen (siehe Tab. 14 und 15).

- der Bereich der Hintergrundbelastung für wichtige Schimmelpilzgattungen oder Schimmelpilzarten,
- ein Übergangsbereich, innerhalb dessen erhöhte Konzentrationen bestimmter Schimmelpilzgattungen oder Schimmelpilzarten vorliegen, die möglicherweise auf Innenraumquellen hinweisen,
- ein Bereich mit Konzentrationen, die diesen Übergangsbereich überschreiten und mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Innenraumquelle hinweisen.

Wichtig ist, dass nicht alle Situationen mit dem vorgeschlagenen Schema bewertet werden können. Eine schematische Herangehensweise ausschließlich nach den Tabellen 14 und 15 ist problematisch. So kann z.B. die Bewertung einer Luftprobe im Spätherbst schwierig sein, wenn sich der Sporengehalt der Außenluft in kurzer Zeit stark verringert (Oktober-November mit kalter und feuchter Witterung). In diesem Zeitraum können aus der Außenluft stammende, sedimentierte Sporen das Ergebnis einer im Innenraum gezogenen Luftprobe stark beeinflussen (falls diese vor oder während einer Probenahme aufgewirbelt werden) und im Verhältnis zur Außenluft eine Belastung der Innenluft vortäuschen. Umgekehrt können auch ungewöhnlich belastete Außenluftproben eine Interpretation der Ergebnisse erschweren. Die Anwendung der Tabellen setzt daher einen hohen Sachverstand voraus.

Zur Beurteilung von Bakterien generell oder Aktinomyzeten in der Innenraumluft gibt es bisher keine einheitliche Vorgehensweise.

3.6 UBA Sanierungsempfehlungen

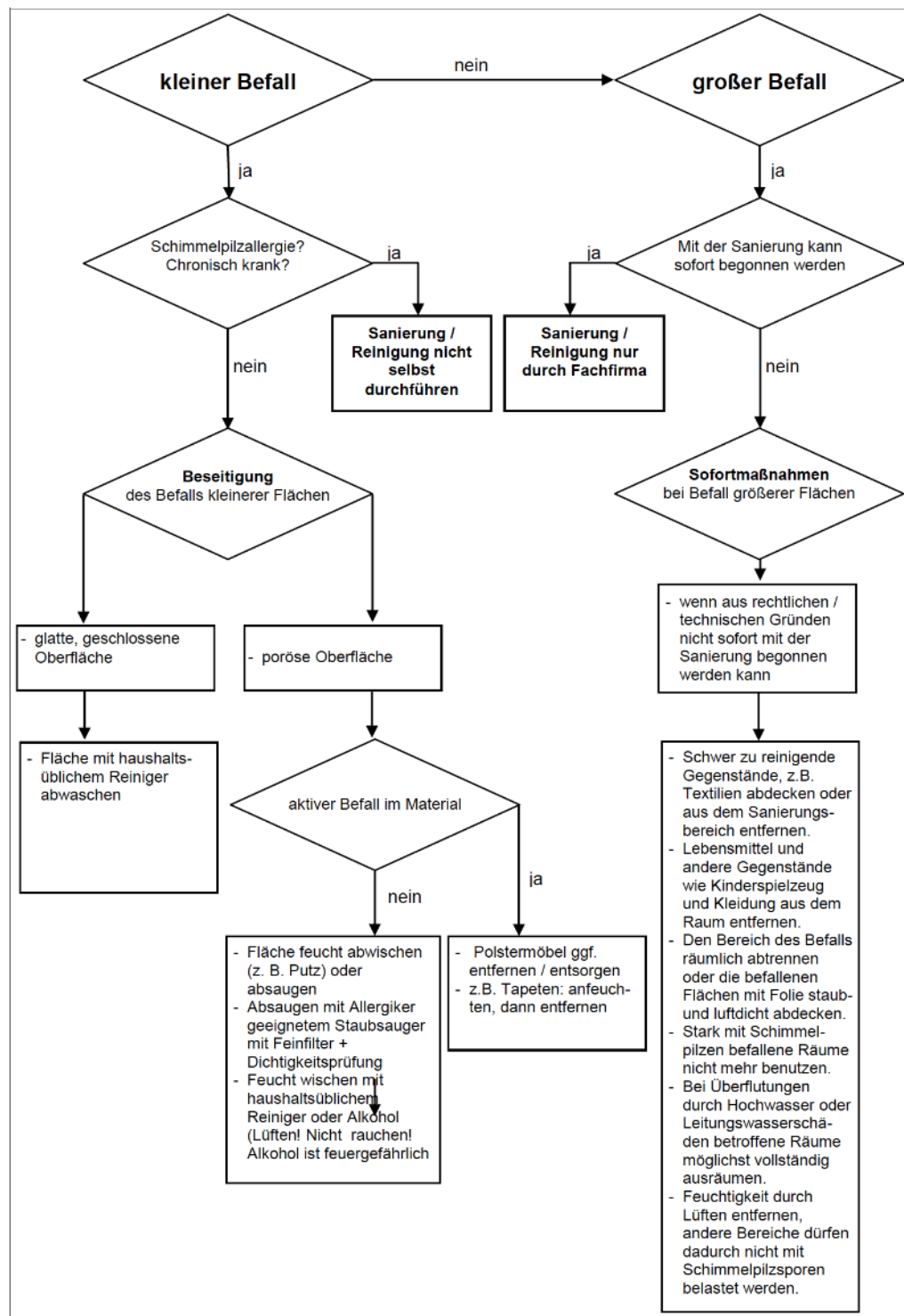


Abbildung 21: Vorgehensweise (Ablaufschema) bei der Beseitigung von Schimmelbefall bei kleineren und größeren Schäden, Erklärungen im Text

Die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen richten sich nach der ermittelten Gefährdungsklasse.

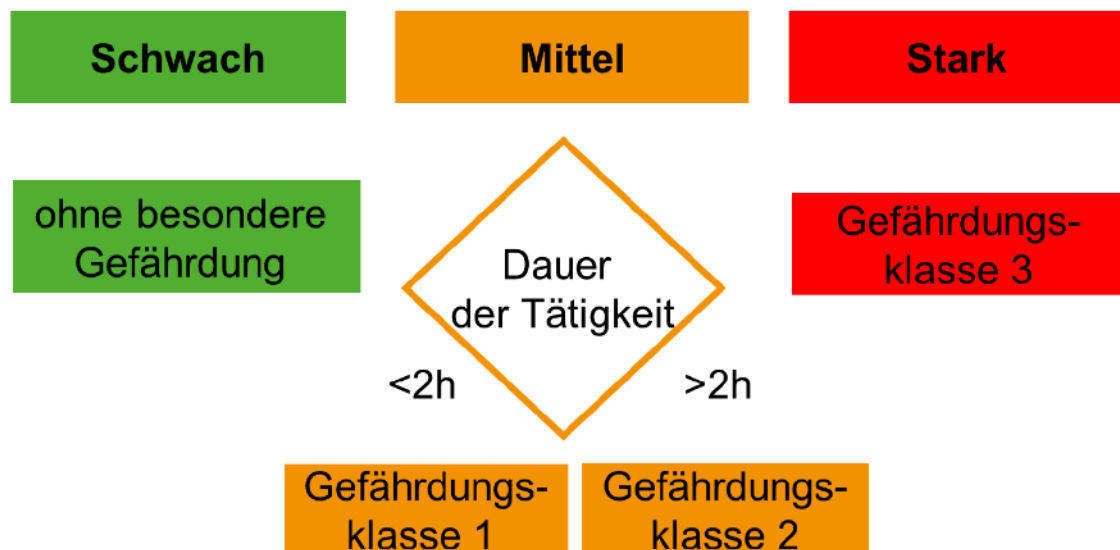


Abbildung 22: Zuordnung der Tätigkeiten zu einer Gefährdungsklasse in Abhängigkeit von der zu erwartenden Sporenkonzentration und der Dauer der Exposition (DGUV-Information 201-028)

Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen

Bei den Tätigkeiten der Beschäftigten sind stets die grundlegenden Maßnahmen der Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 500 umzusetzen. Diese umfassen neben Maßnahmen der persönlichen Körperhygiene auch technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen zur Verringerung der Exposition. Zu den grundlegenden technischen Maßnahmen zählen:

- Anwendung staubarmer Arbeitsverfahren
- Befeuchten der befallenen Oberflächen vor dem Abtrag
- Verwendung von Maschinen und Geräten mit integrierter Absaugung
- Raumluftechnische Maßnahmen
- Reinigung der Sanierungsbereiche mit Staubsaugern der Staubklasse H
- Waschelegenheit bereitstellen

Abhängig von der ermittelten Gefährdungsklasse werden folgende Schutzmaßnahmen erforderlich (siehe Abb. 23).

Maßnahmen	Gefährdungs- klasse 1	Gefährdungs- klasse 2	Gefährdungs- klasse 3
Abtrennung des Arbeitsbereiches	-	Staubdichte Abtrennung, ggf. Übergangsbereich/ Personenschleuse	Schwarz-Weiß-Trennung mit Personenschleuse
Lüftung	-	ggf. technische Lüftung	technische Lüftung
Atemschutz	-	Halbmaske mit P2-Filter	gebläseunterstützte Hauben oder Masken mit P3-Filter
Augenschutz	bei Spritzwasserbildung oder Arbeiten über Kopf		immer erforderlich
Schutzanzug	-	staubdichter Schutzanzug	staubdichter Schutzanzug
Handschutz	flüssigkeitsdichte Handschuhe, z.B. aus Nitril		

Abbildung 23: Schutzmaßnahmen abhängig von der Gefährdungsklasse

Sofortmaßnahmen können sein:

- Information der Betroffenen
- Aufenthaltsdauer beschränken
- Nutzung aussetzen und verunreinigte Räume abschotten, Fugen an Türen mit Klebeband abkleben (Kennzeichnen der Räume als "Zutritt verboten")
- Verschleppen mikrobieller Partikel und Stäube vermeiden und daher besiedelte Gegenstände vor Ort belassen oder verpackt entsorgen
- Befall abschotten durch (vorübergehende) dichte Abdeckung mit Folie
- Befall binden (Überstreichen mit Farben/Lacken als Übergangsmaßnahme)
- verunreinigte, nicht mikrobiell besiedelte Gegenstände, die aus den Räumen geholt werden, reinigen.
- Luftreiniger oder Lüftungsmaßnahmen, dabei ist eine Verschleppung / Gefährdung Dritter zu vermeiden

INFOBOX Trocknungsverfahren

Mit einem **Kondensationstrockner** ist eine Entfeuchtung der Raumluft mit Hilfe einer Kältemaschine möglich: Die Raumluft wird angesaugt und durch einen kalten Wärmetauscher geleitet. Die Luft kühlt unter den Taupunkt ab, die enthaltene Luftfeuchte kondensiert teilweise am Wärmetauscher und tropft in einen Auffangbehälter oder wird über einen Schlauch abgeführt. Anschließend wird die Raumluft wieder auf ihre ursprüngliche Temperatur erwärmt. Der Raum muss dabei geschlossen bleiben.

Der **Adsorptionstrockner** entzieht der Raumluft mit einem Sorptionsrotor die Feuchtigkeit. Die Raumluft wird durch eine Trommel mit einer wabenförmigen Struktur geleitet. Diese Struktur ist mit feuchteaufnehmenden Substanzen beschichtet, die der vorbeiströmenden Luft die Feuchtigkeit entziehen. Die Trommel dreht weiter in einem (elektrisch) beheizten Bereich. Die Wärmeenergie treibt die Feuchtigkeit aus, die dann durch einen zweiten Luftstrom (Sekundärluftstrom) nach außen abgeführt wird. Daher ist eine Raumöffnung erforderlich (unter Baustellenbedingungen häufig gekipptes Fenster), so dass Außenluft nachströmt. Dadurch kann - je nach Witterungsbedingungen - die Trocknung verzögert werden.

Mit **Infrarot-Strahlern** oder **Wärmeplatten** kann eine Beschleunigung des Trocknungsprozesses in feuchten Wänden bzw. Mauerwerken mit hoher Porosität erreicht werden. Durch die abgegebene Wärmestrahlung wird die Oberfläche erhitzt und somit ein Transport der Feuchte durch Diffusion erreicht.

Trocknung von Räumen und Wänden

Räume können durch die Aufstellung von Kondensationstrocknern entfeuchtet werden. Ein schnelleren Trocknungseffekt erzielt man bei stark durchfeuchteten Wänden und Mauerwerken, wenn Verkleidungen und Putzschichten entfernt worden sind. Oft ist dies ohnehin erforderlich, wenn dieser bereits mürbe oder mikrobiell befallen ist, sich Salze ausgebildet haben oder die Oberfläche mit diffusionshemmendem Anstrichen versehen wurde. Denn hierdurch liegt eine Blockade der Feuchteabgabe vor.

Sind Wände nur partiell, auf kleineren Flächen durchfeuchtet, können diese z.B. mit Folien eingekapselt und vom restlichen Raum abgetrennt werden oder durch eine Tiefenbestrahlung ausgetrocknet werden, um die Entfeuchtung auf den Schadensbereich zu konzentrieren. Eine weitere Möglichkeit ist die gezielte lokale Bauteilerwärmung mit Infrarotstrahlen, um die Entfeuchtung auf den Schadensbereich zu konzentrieren.

Trocknung von Bodenkonstruktionen und Hohlräumen

Sind Bodenkonstruktionen ohne Trittschall- und Wärmedämmschichten, sog. Verbundestriche, stark durchnässt, kann die Feuchtigkeit nur durch Entzug über Diffusionsvorgänge erfolgen.

Eine Verzögerung oder gar Verhinderung dieser Wasserdampftransportprozesse wird durch dichte Oberbeläge verursacht. Diffusionsdichte Versiegelungen, Anstriche oder verklebte Beläge (z.B. aus PVC) sind daher zuvor auszubauen bzw. zu entfernen.

INFOBOX Trocknungsverfahren Fortsetzung

Spezielle Trocknungsverfahren sind bei **Fußbodenkonstruktionen** mit darunter liegenden Hohlräumen und Dämmschichten anzuwenden. Vor Durchführung von Trocknungsmaßnahmen ist durch Öffnung der Fußbodenkonstruktion und ggf. mikrobiellen Untersuchungen an einzelnen Stellen zu prüfen, ob mit Schimmelpilzen befallene Schüttungen und Bodenfüllungen (Trittschalldämmungen etc.) entfernt werden müssen oder ob sie im Baukörper verbleiben können. Die technische Trocknung von Fußböden mit Trittschall- und Wärmedämmschichten kann mit drei Verfahren durchgeführt werden.

Beim **Druckverfahren** wird die im Bautrockner getrocknete Luft mittels eines Seitenkanalverdichters über Einblasöffnungen (z.B. über Randfugen oder Bohrungen im Estrich) unter den Estrich in die Trittschalldämmung geblasen. Die trockene Luft reichert sich mit Feuchtigkeit aus den Baumaterialien an, gelangt über Austrittsöffnungen in den Raum und muss anschließend dort abgeführt werden. Dieses Verfahren sollte nur dann eingesetzt werden, wenn die Räume nicht benutzt werden (bspw. im Rohbau).

Beim **Saugverfahren** wird die Raumluft mittels eines Adsorptionstrockners getrocknet und über die Randfugen bzw. Einblasöffnungen unter den Estrich herausgesaugt. Diese trockene Luft nimmt die Feuchtigkeit aus der Trittschalldämmung beim Hindurchströmen mit. Die in der abgesaugten Luft vorhandenen mikrobiellen Bestandteile werden direkt nach außen geleitet oder über einen nachgeschalteten Filter gefiltert.

Beim **Saug-/Druckverfahren** wird wie beim saugenden Verfahren die Luft durch Öffnungen unter dem Estrich angesaugt. Parallel dazu wird getrocknete Luft unter Druck in die Trittschalldämmung eingeblasen. Der Saug-Volumenstrom muss bei diesem Verfahren größer sein als der Druck-Volumenstrom.

Die Beseitigung von Durchfeuchtungen unter schwimmenden Estrichen oder in Hohlräumen von Bodenkonstruktionen – und dort verbauter Dämmstoffe – hat in benutzten Räumen im Saugverfahren oder im kombinierten Saug- / Druckverfahren mit Wasserabscheidung und unter Einsatz von HEPA-Filtern zu erfolgen. Dies gilt nicht nur bei Verdacht auf mikrobiellen Befall (selbst wenn sich dieser nur im Bereich der Randfugen zeigt), sondern auch um Stäube, Fasern etc. nicht an die Umgebung zu verteilen. Schimmelpilzbefall ist vor der Installation und Inbetriebnahme der Trocknungsgeräte fachgerecht zu beseitigen.

Damit keine Sporen und andere Bestandteile eines mikrobiellen Befalls in die Dämmschichten und Hohlräume eingesaugt werden, sind mikrobielle Bestandteile zunächst im Randbereich sorgfältig zu entfernen.

Nach erfolgter Trocknung sind die Fußbodenöffnungen, Einblasöffnungen und Randfugen wieder zu verschließen.

6.2.7 Feinreinigung nach der Schimmelsanierung

Durch die Schimmeldanierung werden mikrobiell belastete Stäube in die Raumluft freigesetzt, die in der Regel auch zu einer Verunreinigung der Raumbooberflächen führen. Daher ist in jedem Fall eine abschließende sorgfältige Feinreinigung durchzuführen. Ziel der Feinreinigung ist die weitestgehende Entfernung sämtlicher Feinstäube, Schimmelbestandteile und sonstiger mikrobieller Partikel, unabhängig davon, ob sie noch keimfähig oder bereits abgestorben sind. Bei einer sorgfältigen Feinreinigung ist der Einsatz von Bioziden nicht erforderlich, da die Schimmelbestandteile mechanisch entfernt werden.

Eine Feinreinigung der Oberflächen ist nach den eigentlichen Schimmelsanierungsarbeiten vor dem Wiederaufbau erforderlich.

Abschottungen, Zugangsbereiche (z.B. Personenschleusen) und ggf. angrenzende Bereiche sind hierbei zu berücksichtigen. Ziel der Feinreinigung ist die weitestgehende Entfernung sämtlicher Feinstäube, Schimmelbestandteile und sonstiger mikrobieller Partikel, unabhängig davon, ob die Mikroorganismen noch lebensfähig oder bereits abgestorben sind.

Überzogene Maßnahmen sind dabei zu vermeiden. In der Praxis werden als "Feinreinigung" häufig sehr kostenintensive Maßnahmen angeboten, die in der Regel weit über das Ziel hinausgehen. Im Zweifelsfall sollten die Angebote durch erfahrene und qualifizierte Sachverständige geprüft werden.

Eine nochmalige Feinreinigung nach dem Wiederaufbau ist nur dann erforderlich, wenn mit mikrobiellen Partikeln verunreinigte Gegenstände wie Möbel oder Bücher oder bspw. verunreinigter Baustaub in die Räume eingebracht wurden (siehe Kap. 6.4).

Vom Einsatz von Bioziden zum Abtöten der Mikroorganismen vor dem Rückbau oder vor der Feinreinigung sowie von der Vernebelung Biozid-wirksamer Mittel zur Behandlung der Raumluft **ist abzuraten**. Nur in speziellen und begründeten Sonderfällen kann die Verwendung von Bioziden sinnvoll sein (siehe Kap. 6.3).

Wichtig ist die Ausrüstung des verwendeten Staubsaugers mit einem hochabscheidenden Filter, damit die aufgenommen Feinstäube, Partikel und Schimmelpilzsporen nicht wieder aus dem Gerät entweichen können. Diese Sicherheitssauger entsprechen der DIN EN 60335-2-69.

Wichtige Aspekte für eine erfolgreiche Feinreinigung sind:

- Es ist darauf zu achten, dass die Feinreinigung vor Abbau der Abschottungen und Schleusen erfolgt und diese Schutzvorrichtungen ebenfalls, am besten durch feuchtes Abwischen (durch die statische Aufladung von Folien besteht die Möglichkeit einer Anhaftung mikrobiell belasteter Stäube), mit gereinigt werden. Erst nach erfolgreicher Feinreinigung sollen installierte Abschottungen gegen unbelastete Bereiche demontiert werden.
- Zur Reinigung aller glatten Oberflächen (z. B. Fenster, Türen, etc.) ist ein feuchtes Abwischen mit mehrfach frisch ausgetauschtem Wasser und unter Zusatz einer Seifenlauge bzw. eines Haushaltsreinigers durchzuführen.

- Alle übrigen Raumbooberflächen (Böden, Decken, Wände, Fugen, etc.) sind mit einem Industriestaubsauger der Staubklasse H mehrfach abzusaugen. Dies geschieht am effektivsten durch erstes Absaugen aller horizontalen Oberflächen (Böden), sowie im Anschluss aller Oberflächen von oben nach unten (Decken, Wände und nochmals der Böden) und in Richtung der Zugangsbereiche bzw. mit dem Luftstrom.
- Bei der Feinreinigung nach der Entfernung des befallenen Materials ist zwar sorgfältig zu arbeiten, aber überzogene Maßnahmen sind zu vermeiden. In der Praxis werden häufig sehr kostenintensive Maßnahmen angeboten, die in der Regel weit über das Ziel hinausgehen. Im Zweifelsfall sollten die Angebote durch erfahrene und qualifizierte Sachverständige geprüft werden. Die Entfernung staubförmiger lose anhaftender Ablagerungen von Oberflächen erfordert die empfohlenen Maßnahmen, wie feucht Abwischen und gründlich Absaugen in der richtigen Reihenfolge. Zu sehr guten Ergebnissen gelangt man bei großen Schäden wenn während der Feinreinigung Restaufwirbelungen mittels Lüften, Unterdruckanlage, in Sonderfällen auch mit Hochleistungs-Luftreinigern reduziert wird. Jedoch sind darüber hinaus gehende Maßnahmen wie zusätzliche Biozid-Vernebelung oder Flächendesinfektion, wie auch der Einsatz spezieller Techniken zur Oberflächenbehandlung nicht notwendig.

6.2.8 Kontrolle des Sanierungserfolges, Abnahme des Bauwerks

Nach Abschluss der Schimmelsanierungsarbeiten sollte vor Abbau von Staubschutzwänden, Schleusen und anderen Abschottungen der Erfolg der Maßnahmen kontrolliert und dokumentiert werden.

Die erfolgreiche Ursachenbeseitigung muss durch Inspektion festgestellt werden, ggf. begleitet mit speziellen Messungen. Je nach Ursache sind entsprechende Fachleute hinzuzuziehen, die in der Lage sind, das Werk fachmännisch zu überprüfen, wie erfolgte Abdichtungen im Gebäude, neu installierte Wärmedämmung, das Instandsetzen von Rohrleitungen, Dächern, Fassaden etc..

War die technische Trocknung eine im Rahmen der Sanierung zu erbringende Leistung, sind qualifizierte Messungen zur Feststellung des Trocknungsergebnisses durchzuführen, zu bewerten und zu dokumentieren, siehe hierzu Vorgaben im WTA-Merkblatt 2016).

Der Materialrückbau kann nur durch Inaugenscheinnahme kontrolliert werden. Es kann nach der Sanierung zur Überprüfung der beauftragten Leistung nicht das Schadensausmaß ermittelt werden; dieses muss vor Beginn, spätestens während der Schimmelsanierungsarbeiten geschehen. Kontrolliert werden muss, ob der ausführende Sanierungsfachbetrieb das Material laut Auftrag demontiert hat, z.B.: Wurde der Wandputz bis zu einer bestimmten Höhe abgetragen? Wurden alle Reste der befallenen Gipskartonplatten in einem Raum komplett begutachtet und entfernt? Wurde die Tapete von der Außenwand entfernt? Zeigt sich nach Rückbau, dass der Schaden über das im Auftrag vereinbarte Maß hinausgeht, ist der Auftrag entsprechend zu erweitern (sog. Nachtragsauftrag).

Fachlich anspruchsvoll ist insbesondere die Aufgabe, die erfolgreiche Feinreinigung zu kontrollieren und zu dokumentieren. Materialproben auf Mikroorganismen zu analysieren ist keine Option, da das befallene Material vor der Reinigung demontiert wurde und deshalb kein befallenes Material mehr vorhanden sein darf.

Oberflächenproben mittels Abklatschplatten oder Folienkontaktproben erfassen jeweils nur einen sehr geringen Teil der zu reinigenden Flächen. Für eine repräsentative Aussage wären viele Stellen zu beproben, was aus wirtschaftlicher Sicht jedoch meist nicht möglich ist.

Bewährt hat sich in der Praxis bei nicht geringfügigen Schäden daher folgende Vorgehensweise:

- Zunächst eine optische Kontrolle unterstützt mit Wischproben (Stoffhandschuh, Wischtuch), um zu prüfen, ob noch relevante Staubablagerungen vorhanden sind.
- Ergibt die optische Kontrolle, dass noch nennenswerte Staubablagerungen vorhanden sind, muss nochmals gereinigt werden. Sind keine auffälligen Staubablagerungen erkennbar, wird eine Gesamtsporenmessung nach DIN ISO 16000 Teil 20 durch unabhängige, dazu befugte Institutionen durchgeführt (frühestens 12 Stunden, maximal 48 Stunden nach Beendigung der Feinreinigung).
- Nach der Luftmessung im „Ruhezustand“ werden die Oberflächen mit einem Ventilator angeblasen und hierdurch sedimentierte Sporen mobilisiert, d.h. in die Raumluft transportiert. Nach einer Wartezeit von 10 Minuten wird erneut eine Gesamtsporenmessung der Raumluft durchgeführt.
- Vorteile der Gesamtsporenmessung vor und nach Mobilisierung ist, dass die Ergebnisse nach wenigen Tagen vorliegen, die vorhandenen Staubablagerungen flächig erfasst und Störungen durch andere Parameter erkannt werden können.
- Ziel der Bewertung der Gesamtsporenmessungen als Kontrolle der Feinreinigung ist es nicht, völlig „schimmelpilzfreie“ Räume oder Gebäudeteile herzustellen. Nach Rückbau des Schadens an sich soll nach Feinreinigung eine nicht maßgeblich über die gewöhnliche Hintergrundkonzentration hinausgehende Raumluftbelastung vorliegen und gleichzeitig eine im Bereich der Hintergrundbelastung liegende Verunreinigung von Oberflächen mit sedimentierten mikrobiellen Partikeln.

Detaillierte Angaben, wie die Messungen durchzuführen sind, wann Außenluftmessungen sinnvoll sind und wie die Messergebnisse zu bewerten sind, sind im WTA-Merkblatt „Ziele und Kontrolle von Schimmelsanierungen in Innenräumen“, WTA 2016 zu entnehmen. Messungen sind durch qualifizierte Untersuchungseinrichtungen durchzuführen (siehe Kap. 5.1.3.1).

Die skizzierte Vorgangsweise gibt Hinweise zur Konzentration mikrobieller Bestandteile auf den sichtbaren Oberflächen nach den Schimmelsanierungsmaßnahmen. Allfällig noch vorhandener verdeckter Schimmel bzw. neuerliche Einträge von mikrobiellen Partikeln beim Wiederaufbau können auch mit dieser Methode nicht erfasst werden.

3.7 Materialvorschläge lt. UBA nach der Sanierung

Spezielle Anstriche und Putze:

Da Schimmelpilze bevorzugt in einem bestimmten pH-Bereich wachsen (siehe Kap. 1), kann man durch Silikatfarben, Kalkanstriche und Kalkputze oder andere mineralische Anstriche mit hohem pH-Wert (> 11) erneutem Schimmelbefall vorbeugen, zumindest das Wachstum deutlich hemmen. Der pH-Wert wird dabei so weit in den alkalischen Bereich verschoben, dass ein erneutes Keimwachstum an der Oberfläche reduziert oder sogar unterbunden wird. Allerdings hält diese Wirkung nicht für immer an; Kalkanstriche z.B. müssen bei starkem Feuchteanfall (bspw. im Keller) regelmäßig erneuert werden, u.a. weil sich der pH-Wert durch Neutralisationsreaktionen allmählich verändern kann und Schimmelbefall auf der sich bildenden Staubschicht entsteht. Ein Nachteil von reinen Kalkanstrichen ist zudem, dass diese Farben oft nicht wisch- und abriebfest sind. Besser sind Silikatfarben, die ähnlich wie Kalkfarben durch einen hohen pH-Wert ein erneutes Keimwachstum unterbinden können. In jedem Fall ist abzuklären, ob der Untergrund für die jeweilige Anwendung geeignet ist.

Bei Innenwanddämmungen haben sich dampfdurchlässige Materialien (zum Teil mit hoher Schichtdicke) bewährt, die einen nicht zu vernachlässigenden Dämmeffekt erzielen und selbst auf Grund ihrer hohen Alkalität nicht von Schimmel befallen werden können (bspw. Calcium-Silikatplatten).

Für alle Neuentwicklungen ist es wichtig, dass die Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit der vorgegebenen Eignung der Materialien, Mittel und Verfahren wissenschaftlich und im praktischen Einsatz belegt ist. Das Einsatzgebiet muss eindeutig beschrieben werden. Konkrete Anwendungsvorschriften sowie Sicherheitsdatenblätter und Betriebsanweisungen müssen vorliegen.

Bevor möglicherweise neu verputzte Bauteile wieder tapeziert bzw. gestrichen werden, ist darauf zu achten, dass sie zuvor vollständig durchgetrocknet sind. Ebenso ist bei Einbringen neuer Estriche etc. darauf zu achten, dass keine Restbaufeuchte mehr im Estrich und Gebäude verbleibt.

Eine häufig gewählte Alternative zur Entfernung von Estrichen (siehe Kap. 6.2.6) ist die sog. Randfugensanierung mit Entfernen des Randstreifens, biozider Behandlung und Abdichten der Fuge. Sehr selten werden Schäden mit Diffusionsbremsen (Kunststofffolien) oder Diffusionssperren (Alu-Folie) abgeschottet. Eine Randfugensanierung ist dann sinnvoll, wenn tatsächlich nur der Randbereich mikrobiell befallen war oder der Befall in der Bodenkonstruktion sich als nicht gravierend herausstellt, was insbesondere bei Schäden aufgrund von Neubaurestfeuchte sehr häufig der Fall ist.

Erwägt man den Einbau einer dauerhaft dichten Abschottung, muss der Sachverständige folgende Aspekte prüfen und bei der Planung berücksichtigen:

- Es ist sicher zu stellen, dass die Abschottung inklusive Randabdichtung komplett und dauerhaft dicht ausgeführt wird.
- Es darf sich keine neuerliche Feuchtigkeit im abgeschotteten Bereich bilden.
- Bei einer wasserdampfdichten Abschottung kann es sich um einen Eingriff in die Bauphysik des Gebäudes handeln. Es ist zu prüfen, ob dies zu anderen Nachteilen bezüglich Raumklima, Material-Pufferverhalten oder Kondensationseffekten führt.
- Es ist sicherzustellen, dass bei späteren handwerklichen Arbeiten das mikrobiell belastete Bauteil nicht unbedacht geöffnet wird, sondern die ausführenden Handwerker informiert werden, damit diese die gebotene Gefährdungsbeurteilung vornehmen können.
- Der Eigentümer sollte aufgeklärt werden, welche Risiken auch bei mangelfreier Ausführung der Abschottung bestehen.

3.8 Ergebnisauswertung lt. LGA Bad. Württ. - Raumluf

Tab. 3: Median, 95. Perzentil und Maximalwert kultivierbarer Schimmelpilze (KBE/m³)

Schimmelpilze	Winter						Sommer					
	Außenluft			Raumluf			Außenluft			Raumluf		
	Median	95. P	Max	Median	95. P	Max	Median	95. P	Max	Median	95. P	Max
Alternaria spp.	0	10	220	0	5	10	20	80	140	20	60	120
Aureobasidium spp.	0	0	5	0	5	10	0	0	0	0	0	0
Botrytis cinerea	5	20	40	0	5	15	0	20	20	0	11	20
Cladosporium spp.	50	337	1060	20	101	135	980	4155	5600	640	1802	3220
Hefen spp.	5	115	280	5	61	130	20	2000	2000	180	2000	2000
sterile Myzelien	5	80	300	0	20	60	0	20	20	0	20	40
Aspergillus flavus	0	0	0	0	0	0	0	20	40	0	20	60
Aspergillus fumigatus	0	65	100	0	51	540	10	45	100	10	40	100
Emericella nidulans	0	0	0	0	0	0	10	40	120	10	60	200
Aspergillus niger	0	0	0	0	0	0	0	20	60	0	20	180
Aspergillus ochraceus	0	0	0	0	0	95	0	0	10	0	20	60
Aspergillus penicillioides	0	0	0	0	0	130	0	0	10	0	0	0
Aspergillus restrictus	0	0	60	0	0	120	0	0	0	0	0	20
Aspergillus sydowii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Aspergillus versicolor	0	0	70	0	80	380	0	20	20	0	40	160
Aspergillus ustus	0	0	0	0	0	0	0	20	40	0	20	40
Aspergillus spp.	8	20	40	10	25	35	0	20	20	0	20	80
Summe Aspergillus	10	81	130	10	207	660	35	109	260	40	200	280
Eurotium amstelodamii	0	2	110	0	0	0	0	0	60	0	20	140
Eurotium herbariorum	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	20
Eurotium spp.	10	30	60	5	10	40	0	29	40	0	42	100
Summe Eurotium	10	41	125	5	10	40	10	39	120	0	60	140
Penicillium brevicompactum	0	80	3000	0	40	3000	0	49	120	0	40	260
Penicillium chrysogenum	0	2	355	0	80	430	0	20	60	0	20	60
Penicillium expansum	0	0	1140	0	0	190	0	20	40	0	20	80
Penicillium glabrum	0	0	0	0	0	65	0	0	20	0	20	40
Penicillium olsonii	0	0	55	0	2	60	0	58	80	10	80	906
Penicillium spp.	15	50	60	23	110	460	20	98	400	20	82	840
Summe Penicillium	20	217	3000	40	292	3200	50	160	420	60	262	906
Mucor spp.	0	5	10	0	5	5	0	20	20	0	20	20
Rhizopus spp.	0	5	50	0	5	20	0	20	20	0	20	20
andere Mucorales	0	5	20	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Acremonium spp.	0	0	5	0	5	20	0	0	10	0	0	0
Chaetomium spp.	0	0	5	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Fusarium spp.	5	40	300	5	10	20	80	200	500	60	162	240
Paecilomyces spp.	0	0	5	0	0	45	0	10	40	0	10	20
Phialophora spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Scopulariopsis spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stachybotrys chartarum	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Engyodontium album	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoderma spp.	0	0	20	0	0	5	0	20	20	0	5	20
Wallemia sebi	5	45	1140	5	30	780	0	19	60	0	20	200
andere Spezies	8	26	440	5	20	240	0	20	60	0	20	200

Die Ergebnisse der vom Umweltbundesamt geförderten Studie bestätigen, dass die ursprünglich in diesem Heft abgeleiteten Bewertungsvorschläge sinnvoll sind. Tab. 3 zeigt, dass in der Regel das 95. Perzentil unter dem Bewertungsvorschlag (Hintergrundkonzentrationen) der Kategorie 1 lag. Die festgestellten Konzentrationsschwankungen in der Luft verdeutlichen aber auch, dass eine exakte Trennung zwischen Hintergrundkonzentration und Konzentrationen, die sehr wahrscheinlich durch Schimmelpilzschäden verursacht wurden, nicht möglich ist. Beide Konzentrationsbereiche sind durch einen Übergangsbereich verbunden, in dem sowohl die Konzentrationen erhöhter Hintergrundwerte als auch schwache Schimmelpilzschäden enthalten sind.

Gebäudezertifizierung

Raumlufthuntersuchung

Privatgebäude, Verwaltungsgebäude und Öffentliche Gebäude – Schulen, KiGa etc.



**IQUH – Qualitätsleitlinien für Partner der
Sachverständigen- u. Ingenieurgesellschaft**



PROBLEMSTELLUNG:

Schimmelsanierung inkl. Feinreinigung,
Desinfektion, Dekontamination, Konservierung,
Freimessung, BV Pulverstraße 84-88

AUFTRAGGEBER:

Verfasser: Karl-Heinz Weinisch (Institutsleiter)

Co-Autor: Dipl.-Ing. Robert Simon (Mess- u. Holztechnik)

Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene

Deutschordenstraße. 4/3

Telefon: 07934-91210

Fax: 07934-912120

E-Mail: info@iquh.de

Internet: www.iquh.de

Vorgang.....	2
1 Vorbemerkung.....	3
1.1 Messziel, Fragestellungen und Vorgehensweise	3
2 Ergebnis.....	4
2.1 Laborergebnisse – Schimmel-Keimananalyse.....	6
2.2 Schimmel-Partikelanalyse.....	8
2.3 Messprotokolle.....	9
2.4 Bilddokumentation und Probenahmeorte	14
3 Anlagen	19
3.1 Wahrscheinlichkeit bzgl. Schadenseinschätzungen/Indizien	19
3.2 Umweltbundesamt – Schimmelleitfaden.....	20
3.3 UBA Leitfaden – Gerüche, MVOCs	26
3.4 Baufeuchte als Schimmelursache.....	28
3.5 Mangelnder Luftwechsel als Schimmelursache.....	29
3.6 UBA Sanierungsempfehlungen	38
3.7 Materialvorschläge lt. UBA nach der Sanierung	47
3.8 Ergebnisauswertung lt. LGA Bad. Württ. - Raumluft.....	48

Vorgang

Auftraggeber:



Ihre Auftragserteilung:

E-Mail, Projektleiter Herr

Auftragsnummer:

Angebot Nr. 2017-0256 v. 11.07.2017 und

Angebot Nr. 2017-1436 v. 11.08.2017

Durchführung:

Projektleitung Dipl.-Ing. Robert Simon

Karl-Heinz Weinisch

(Institutsleiter, Bausachverständiger)

Assistenz;

Waldemar Bothe, Dipl.-Ing. (Mess- und Umwelttechnik)

Robert Simon, Dipl. Ing (Holz- und Messtechnik)

Fragestellung:

Sind nach den Sanierungsmaßnahmen eindeutige
Schimmelquellen nachweisbar?

Labor – Analytik:

BiolytiQs GmbH

Dipl.-Ing. Adriane Aust

Termin:

15.09.2017

Anwesende-Ortstermin:

Robert Simon

Ort:

1 Vorbemerkung

Das IQUH (Prüfinstitut, Akademie) beschäftigt sich mit der Bewertung von richtlinienkonformen Produktprüfungen, Bauteil- und Raumluftemissionsprüfungen und Gebäudeuntersuchungen. In Bezug auf Innenraumlufthabnahmen, Material- und Bauteiluntersuchungen beauftragt das IQUH im Rahmen seiner Gutachter- und Beratertätigkeit geprüfte Messtechniker und akkreditierte Laborinstitute. Die Umweltanalysen werden gemäß den allgemein anerkannten Normen und gemäß VDI 4300ff bzw. DIN EN ISO 16000ff und den IQUH Messstrategien ausgeführt. In diesem Zusammenhang erstellt das Institut bei Bedarf auch die Lastenhefte mit Sanierungsvorschlägen. Zudem wird eine Qualitätsüberwachung mit Kontrollmessungen am Ende von erforderlichen Sanierungsmaßnahmen empfohlen.

Als Akademieleiter und Dozent bildet der Unterzeichner Handwerker, Planer und Sachverständige im Bereich der Bauschadensproblematik, der Messtechnik und der Geruchsprüfungsverfahren aus. Er ist als Berater bei Baurechtsverfahren tätig und moderiert streitverhindernde Lösungsansätze bei Schimmel- oder Schadstoff-Richtwertüberschreitungen im Bauwesen.

Als Vize-Präsident der Deutschen Gesellschaft für Umwelt- und Humantoxikologie e.V., Würzburg (www.dguht.de), setzt sich der Berichtsteller für eine wissenschaftlich basierte Analytik ein.

1.1 Messziel, Fragestellungen und Vorgehensweise

Das Ziel der Messungen war die Überprüfung der Raumlufth auf vorhandene Indizien noch aktiver Schimmelquellen nach einer Schimmelsanierung.

Nach einem Wasserschaden und vorheriger Bestandsaufnahme vor Ort durch den Messingenieur wurden folgende Maßnahmen zur Sanierung des Schimmelbefalls beauftragt:

1. Desinfektion der befallenen Bereiche mit H₂O₂
2. Desinfektion der Raumlufth mit NaOCl
3. Dekontamination der Oberflächen
4. Konservierung der befallenen Oberflächen mit hochreinem, alkalischem Sumpfkalk/Sinterwasser

Die Schimmelmessung wurde in zwei Wohneinheiten (WE44, WE52), sowie im Außenbereich anberaumt.

Es sollten jeweils mit einem Holbach Probengerät 100l Raumlufth auf MEA, DG18 und Partikelsammler gezogen werden.

Aufgrund der unzureichend leergeräumten Wohneinheiten konnte keine Reinraumsituation hergestellt werden. Die noch unfertige und daher undichte Gebäudehülle und der sehr starke Wind verteilten die Partikel trotz angebrachter Folienschleusen in allen Wohneinheiten, gemäß den durchgeführten Partikelmessungen.

2 Ergebnis

Die Analyse der Schimmel und Partikelproben ergaben, dass die Schimmelsanierung **erfolgreich** abgeschlossen wurde. Die Messergebnisse lassen auf eine **geringe KBE Anzahl** an verschiedenen Schimmelpilzgattungen schließen in Anbetracht der Rohbau- und Vorortsituation, da teilweise rückgebaute und schimmelbelastete Baustoffe noch in angrenzenden Räumen lagen. Die Ergebniswerte von S. 7 wurden mit statistischen Durchschnittswerten in Wohnräumen (UBA Studie siehe Anlage S. 51) verglichen. Maximalwerte wurden dabei nicht berücksichtigt, daher sind die Messwerte zufriedenstellend niedrig.

Nach Prüfung der Messprotokolle konnte festgestellt werden, dass die Kontrollmessungen norm- und sachgerecht gem. der Normenreihe DIN 16000ff vom Messingenieur durchgeführt wurden. Die Freimessungsergebnisse lassen auf eine **erfolgreiche Bekämpfung und Beseitigung von auffälligen Schimmelpilzen** schließen.

Zwar wurden in den Innenraumproben Pilzgattungen gefunden die in der Außenluft nicht nachweisbar waren, jedoch in sehr geringer Anzahl (z.B. Walemia sebi 3 KBE = koloniebildende Einheiten), was auf eine Verschleppung durch die Umgebungsluft schließen lässt. Die **Ergebniszahlen sind als niedrig einzustufen** in Anlehnung an die statistischen Erhebungen der Schimmelleitlinien des Landesgesundheitsamtes Baden Württemberg und verglichen mit Zahlen des Leitfadens für Schimmelsanierungen vom Umweltbundesamt und gemäß unseren Messerfahrungen in anderen Wohnbausituationen. Die Messung der Partikelsumme ergab **im Innenbereich signifikant niedrigere Werte als in der zu vergleichenden Außenluft**.

Umfangreiche Schutzmaßnahmen wurden am Arbeitsplatz umgesetzt. Der persönliche Schutz der Arbeiter, der Umgebungsräume durch geeignete Filtergeräte und Abschottung der betroffenen Räume wurde gemäß TRBA eingehalten. Die Partikel konnten durch die Filtergeräte und Desinfektionstechnik erheblich reduziert werden.

Ebenfalls wurden vergleichsweise erhöhte Werte von Penicillium spp in WE52 gefunden als in der Außenluft, aber in einem geringen Absolutwert. Beides ist unserer Einschätzung nach den befallenen Baustoffen, die sich noch in den WE's befanden (ausgebaut aber noch nicht entsorgt!) zuzuschreiben. Zudem stellten wir fest, dass durch die allgemeine Wetterlage (Wind und Regen) vor und während der Messung, sich im Außenbereich klimabedingt geringere Schimmelpilzkonzentrationen feststellen ließen als üblich. Dadurch wird das durchschnittlich messbare Verhältnis der Schimmelpilzanzahl in der Außenluft zur Innenraumluft verschoben.

Da alle sichtbaren betroffenen Stellen erfolgreich desinfiziert und konserviert wurden, spricht gemäß unseren Erfahrungen und entsprechend den guten Messergebnissen nichts gegen eine Fortführung

der Bauarbeiten. Ein weiteres Eintreten von Nässe muss verhindert werden. Die befallenen und rückgebauten Baumaterialien müssen sofort ordnungsgemäß entsorgt werden.

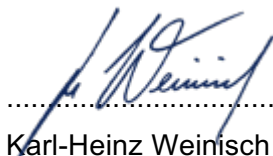
Für eine noch höhere Qualitätssicherungsstufe, empfehlen wir eine weitere Schimmelfreimessung nach Fertigstellung der Bauarbeiten. Dies könnte auch mit einer Wohnraumzertifizierung für zukünftige Mieter oder Käufer belegt werden.

Schimmelpilze sind ein natürlicher Teil unserer Umwelt und daher auch in Innenräumen. Die Konzentration an Schimmelpilzen in der Außenluft ist starken Schwankungen unterworfen. Für Messwerte in nutzungsüblichen Innenräumen sind die Werte im Rahmen statistischer Erhebungen. Da schimmelfreie Innenräume nahezu unerreichbar sind, gilt für diese sanierten und geprüften Rohbauräume die Einstufung vergleichsweise **geringe bis sehr geringe Schimmelmesswerte**.

Die sehr hohe Belastung der untersuchten Baumaterialien vom 14.07.17 durch Projektleiter R. Simon konnte sehr deutlich reduziert werden. Acremonium Sp. konnten komplett beseitigt werden.

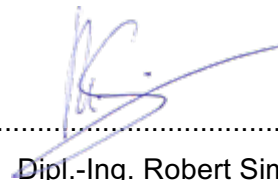
Gemäß den ermittelten Messergebnissen kann eine schimmelbezogene Baufreigabe erteilt werden und wir empfehlen eine weitere Kontrollmessung vor der Bauabnahme.

Weikersheim, den 09.10.2017



Karl-Heinz Weinisch

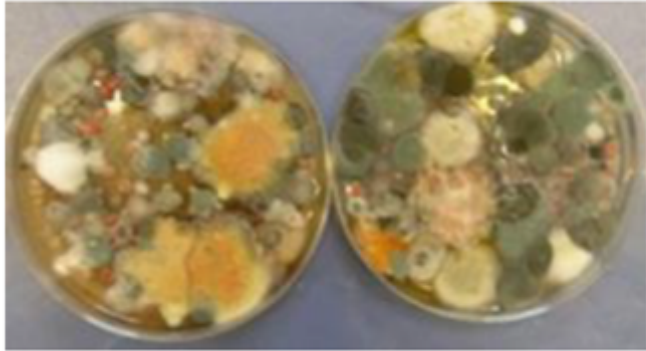
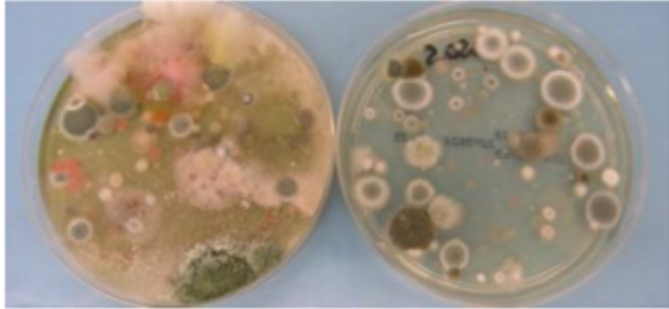
Institutsleiter, Bausachverständiger-kdR



Dipl.-Ing. Robert Simon

Holz- und Messtechnik, Projektleiter

2.1 Laborergebnisse – Schimmel-Keimananalyse

	Außen 1709_1650.4 100 L Probenvolumen nach 5d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C
	WE 44 1709_1650.5 100 L Probenvolumen nach 2d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C
	WE 52 1709_1650.6 100 L Probenvolumen nach 2d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung Außen 1709_1650.4	MEA 25°C	überwachsen mit sterilen Kolonien	-	-
		rote Hefen	76	760
		<i>Cladosporium spp.</i>	37	370
		Bakterien (nicht identifiziert)	10	100
100 L	DG 18 25°C	<i>Penicillium spp.</i>	9	90
		Summe	überwachsen	überwachsen
		überwachsen mit sterilen Kolonien	-	-
		rote Hefen	~100	~1000
		<i>Cladosporium spp.</i>	19	190
		<i>Penicillium spp.</i>	9	90
		<i>Aspergillus sp.</i>	1	10
		Summe	überwachsen	überwachsen

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung WE 44 1709_1650.5	MEA 25°C	überwachsen mit sterilen Kolonien	-	-
		rote Hefen	~50	~500
		<i>Penicillium spp.</i>	14	140
		<i>Cladosporium spp.</i>	6	60
100 L	DG 18 25°C	<i>Trichoderma sp.</i>	1	10
		Summe	überwachsen	überwachsen
		überwachsen mit sterilen Kolonien	-	-
		rote Hefen	51	510
		<i>Aspergillus versicolor</i>	13	130
		<i>Cladosporium spp.</i>	8	80
		weiße Hefen	4	40
		<i>Wallemia sebi</i>	3	30
		<i>Aspergillus sp.</i>	3	30
		Summe	überwachsen	überwachsen

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung WE 52 1709_1650.6	MEA 25°C	überwachsen mit sterilen Kolonien	-	-
		<i>Penicillium spp.</i>	18	180
		<i>Trichoderma sp.</i>	1	10
		rote Hefen	1	10
100 L	DG 18 25°C	Summe	überwachsen	überwachsen
		<i>Penicillium spp.</i>	44	440
		<i>Aspergillus versicolor</i>	7	70
		<i>Cladosporium spp.</i>	6	60
		sterile Kolonien	3	30
		<i>Wallemia sebi</i>	2	20
		rote Hefen	2	20
		weiße Hefen	2	20
		Summe	66	660

*)Lt. LGA 95. P.
60-262-906
640-1802
0-5-20

*)Lt. LGA 95. P.
0-40-160
640-1802
0-20-200
200-280

*)Lt. LGA 95. P.
ca. 262
0-5-20

262-906
0-40-160
ca. 1802
0-20-200

*) LGA lt. UBA Studie = Schimmel Durchschnittswerte in Wohnräumen – Tabelle S. 48 (Anhang)

2.2 Schimmel-Partikelanalyse

Probeort	Proben-bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
Außen (PS-A)			
OT 18634 Spur 2	1709_1650.1	8.760 <i>Basidiosporen</i> 8.395 <i>Ascosporen</i> 438 (1) Cluster <i>Cladosporium</i> 1.387 <i>Cladosporium</i> 365 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> ° 146 Myzelbruchstücke 10 Typ <i>Alternaria / Ulocladium</i> ° 20 <i>Epicoccum</i>	Partikelkonzentration (keine Pilze): mittel Hautschuppen- konzentration: mittel Fasern: 340 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	18.937 plus 438 aus Clustern (1)	30 Pollen/ m ³ Luft
Probeort	Proben-bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
WE44			
OT 18636 Spur 2	1709_1650.2	1.825 <i>Basidiosporen</i> 3.285 <i>Ascosporen</i> 438 <i>Cladosporium</i> 1.241 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> ° 73 Myzelbruchstücke 10 Typ <i>Alternaria / Ulocladium</i> °	Partikelkonzentration (keine Pilze): hoch Hautschuppen- konzentration: mittel KMF-Fasern: 30 / m ³ Luft Fasern: 390 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	6.799	10 Pollen/ m ³ Luft
Probeort	Proben-bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
WE52			
OT 18637 Spur 2	1709_1650.3	219 <i>Basidiosporen</i> 438 (1) Cluster <i>Ascosporen</i> 1.095 <i>Ascosporen</i> 438 (1) Cluster <i>Cladosporium</i> 438 <i>Cladosporium</i> 1.314 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> ° 146 Myzelbruchstücke	Partikelkonzentration (keine Pilze): mittel Hautschuppen- konzentration: mittel KMF-Fasern: 10 / m ³ Luft Fasern: 450 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	3.066 plus 146 Myzelbruchstücke plus 876 aus Clustern (2)	10 Pollen/ m ³ Luft

2.3 Messprotokolle

RaumLuftAnalytiX		DIN EN 16 000 F RL 8006 Bv61	
MESSPROTOKOLL		1	
		Ident.-Nr.: _____ Datum: <u>15.9.17</u>	
		Messtechniker: <u>SIMON</u> geruchsfrei ☒ unparfümiert ☒ Schutzkleidung ☒ Fotodokumentation ☒	
		Anlass Messauftrag: <u>Schimmel freimessung</u>	
ADRESSDATEN			
Auftraggeber: <u>Carles Hobbau</u>			
Objekt: _____			
RAUMDATEN			
Ort der Probenahme	Geschoss: <u>OG</u>	Raum: <u>WE 52</u>	
Lage der Probenahmestelle	in Höhe <u>1</u> m	Raummitte ☒	
Raumvolumen m³:	Grundfläche m²:	Länge	Breite Höhe
Raumausstattung	mit Möbel ☐ ohne Möbel ☒	Bauweise <u>Rohbau</u> - massiv - leicht - Holzständer - Mischform	
Gebäudedichtheit	gut ☐ mittel ☐ ausreichend ☐	<u>nach nicht dicht</u>	
Raumpflege	nein ☐ ja ☐ wann was	Feinreinigung ☐ <u>nadeau Desinfektion</u>	
Ausbauarbeiten	nein ☐ ja ☒ wann was	<u>alles</u>	
Beschattung	nein ☒ ja ☐ von: _____ Uhr	bis: _____ Uhr	
RLT-Anlage	nein ☒ ja ☐ an ☐ aus ☐ seit _____ Uhr		
Geruch	unauffällig ☒ mikrobiell ☐ chemisch ☐ feucht ☐		
Querlüftung nach DIN 16000	von: _____ Uhr	bis: _____ Uhr	
Verschlusszeit	von: <u>20.00</u> Uhr	bis: <u>8.50</u> Uhr	
KLIMADATEN			
Lufttemperatur °C	Aussen: <u>14</u>	Innen: <u>16,7</u>	
Luftfeuchte rH%	Aussen: <u>85</u>	Innen: <u>85</u>	
Luftdruck hPa mbar	Aussen: <u>950</u>	Innen: <u>950</u>	
Windgeschwindigkeit m/s	Aussen: _____	Innen: _____	
Niederschlag:	<u>kein</u>	Bewölkung: <u>stark</u>	
© IQUH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene 97990 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 07934-9121-0 info@iquh.de www.iquh.de			

DIN EN 16 000
RL 8006 | BvE

3

Raum LuftAnalytiX®

MESSPROTOKOLL

MESSZIEL | ANALYTIK

☐ NormCase (DIN EN ISO 16000 | DIN 4100)
 ☐ Nutzerbedingungen
 ☒ WorstCase

☒ Schimmel (100L)
 ☐ andere:

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☒ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

PROBENAHMESYSTEM

Messraum: WE 52

☒ Probenahmesystem
 ☒ optisch OK
 ☒ dicht

☒ Pumpe Nr.: 03
☒ Gasuhr 03
☒ KNF
 ☐ GMT

Probenbezeichnung: WE52-MEA **Messraum**

MEDIUM
☒ MEA
☐ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☐ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Zählerstand

Anfang: 12700

Ende: 12800

Flussrate

Start: ca. 26 l/min
 Ende: ca. 26 l/min

Durchflußrate: l/min.
 Luftmenge: 100 l
 Dauer: 3.50 min.

Zeitraum der Messung

von: 8.50 Uhr
 bis: 8.54 Uhr

Probenbezeichnung: WE52-DG18 **Messraum**

MEDIUM
☐ MEA
☒ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☐ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Zählerstand

Anfang: 12800

Ende: 13000

Flussrate

Start: ca. 26 l/min
 Ende: ca. 26 l/min

Durchflußrate: l/min.
 Luftmenge: 100 l
 Dauer: 3.50 min.

Zeitraum der Messung

von: 9.00 Uhr
 bis: 9.04 Uhr

Probenbezeichnung: WE52-PS **Messraum**

MEDIUM
☐ MEA
☐ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☒ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Zählerstand

Anfang: 12600

Ende: 12700

Flussrate

Start: ca. 26 l/min
 Ende: ca. 26 l/min

Durchflußrate: l/min.
 Luftmenge: 100 l
 Dauer: 3.50 min.

Zeitraum der Messung

von: 8.45 Uhr
 bis: 8.49 Uhr

© IQUH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene | 97990 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 | 07934-9121-0 | info@iquh.de | www.iquh.de

RaumLuftAnalytiX

MESSPROTOKOLL

DIN EN 16 000 f
RL 8006 | BvBl

1



Ident.-Nr.:

Datum:

15.9.17

Messtechniker: SIMON

geruchsfrei ☒

unparfümiert ☒

Schutzkleidung ☒

Fotodokumentation ☒

Anlass | Messauftrag:

Schimmelfreimessung

ADRESSDATEN

Auftraggeber:

Carles Hobbeu

Objekt:

RAUMDATEN

Ort der Probenahme

Geschoss:

OG

Raum:

WE 44

Lage der Probenahmestelle

In Höhe

1 m

Raummitte ☒

Raumvolumen m³:

Grundfläche m²:

Länge

Breite

Höhe

Raumausstattung

mit Möbel ☐

ohne Möbel ☒

Bauweise

Rohbau - massiv - leicht - Holzständer - Mischform

Gebäudedichtheit

gut ☐

mittel ☐

ausreichend ☐

nachwüst dicht

Raumpflege

nein ☐

ja ☐

wann | was

Feinreinigung ☐

nachau Desinfektion

Ausbauarbeiten

nein ☐

ja ☒

wann | was

alles

Beschattung

nein ☒

ja ☐

von:

Uhr

bis:

Uhr

RLT-Anlage

nein ☒

ja ☐

an ☐

aus ☐

seit

Uhr

Geruch

unauffällig ☒

mikrobiell ☐

chemisch ☐

feucht ☐

Querlüftung nach DIN 16000

von:

-

Uhr

bis:

Uhr

Verschlusszeit

von:

20.00

Uhr

bis:

8.50

Uhr

KLIMADATEN

Lufttemperatur °C

Aussen:

14

Innen:

16.7

Luftfeuchte rH%

Aussen:

85

Innen:

85

Luftdruck hPa | mbar

Aussen:

950

Innen:

950

Windgeschwindigkeit m/s

Aussen:

-

Innen:

-

Niederschlag:

kein

Bewölkung:

stark

Raum LuftAnalytiX [®]		4	
MESSPROTOKOLL			
MESSZIEL ANALYTIK			
☐ Norm Case (DIN EN 100 16385 DIN 4105)	☐ Nutzerbedingungen	☒ WorstCase	
☒ Schimmel (100L)	☐ andere:	MEDIUM ☒ MEA ☒ DG 18 ☐ CASO ☐ YM ☒ PS ☐ 100 l/min ☒ 30 l/min	
PROBENAHMESYSTEM			
Messraum: WE40			
☐ Probenahmesystem	☒ optisch OK	☒ dicht	
Pumpe Nr.: 03	Gasuhr 03	KNF ☐ GMY ☐	
Probenbezeichnung: Messraum WE40			
Zählerstand	Anfang: 12000	Ende: 13100	
Flussrate	Start: ca. 26 l/min	Ende: ca. 26 l/min	
Durchflußrate:	l/min. Luftmenge: 1026+100	Dauer: 3.50 min.	
Zeitraum der Messung	von: 9.30 Uhr	bis: 9.44 Uhr	
Probenbezeichnung: Messraum WE40			
Zählerstand	Anfang: 12900	Ende: 13000	
Flussrate	Start: ca. 26 l/min	Ende: ca. 26 l/min	
Durchflußrate:	l/min. Luftmenge: 100 l	Dauer: 3.50 min.	
Zeitraum der Messung	von: 9.30 Uhr	bis: 9.30 Uhr	
Probenbezeichnung: Messraum WE40			
Zählerstand	Anfang: 13100	Ende: 13200	
Flussrate	Start: ca. 26 l/min	Ende: ca. 26 l/min	
Durchflußrate:	l/min. Luftmenge: 100 l	Dauer: 3.50 min.	
Zeitraum der Messung	von: 10.00 Uhr	bis: 10.04 Uhr	

DIN EN 16 000 T
RL 8006 | BvBI

4

RaumLuftAnalytiX®

MESSPROTOKOLL

MESSZIEL | ANALYTIK

☐ Norm Case (DIN EN ISO 16000 | DIN 4108)
 ☐ Nutzerbedingungen
 ☒ WorstCase

☒ Schimmel (100L)
 ☐ andere:

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☒ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

PROBENAHMESYSTEM

Messraum: Außen

☒ Probenahmesystem
 ☒ optisch OK
 ☒ dicht

☒ Pumpe Nr.: 03
☒ Gasuhr 03
☐ KNF
 ☐ GMT

Probenbezeichnung: MEA-A **Messraum**

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☐ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Zählerstand

Anfang: 13300

Ende: 13400

Flussrate

Start: ca. 26 l/min
 Ende: ca. 26 l/min

Durchflußrate: l/min.
 Luftmenge: 100 l
 Dauer: 10.40 3.50 min.

Zeitraum der Messung

von: 10.40 Uhr
 bis: 10.44 Uhr

Probenbezeichnung: DG18-A **Messraum**

MEDIUM
☐ MEA
☒ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☐ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Zählerstand

Anfang: 13400

Ende: 13500

Flussrate

Start: ca. 26 l/min
 Ende: ca. 26 l/min

Durchflußrate: l/min.
 Luftmenge: 100 l
 Dauer: 3.50 min.

Zeitraum der Messung

von: 10.50 Uhr
 bis: 10.54 Uhr

Probenbezeichnung: PS-A **Messraum** Außen

MEDIUM
☐ MEA
☐ DG 18
☐ CASO
☐ YM
☒ PS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Zählerstand

Anfang: 13200

Ende: 13300

Flussrate

Start: ca. 26 l/min
 Ende: ca. 26 l/min

Durchflußrate: l/min.
 Luftmenge: 100 l
 Dauer: 3.50 min.

Zeitraum der Messung

von: 10.30 Uhr
 bis: 10.34 Uhr

© IQUH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene | 97990 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 | 07934-9121-0 | info@iquh.de | www.iquh.de

2.4 Bilddokumentation und Probenahmeorte



Messung WE52



Messung WE 44

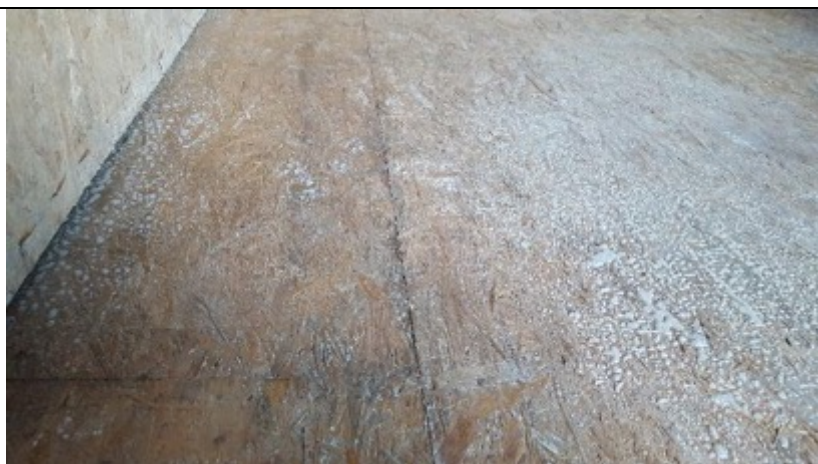




Messung Außen



Folienverschluß der Wohneinheiten



Desinfektion mit H2O2



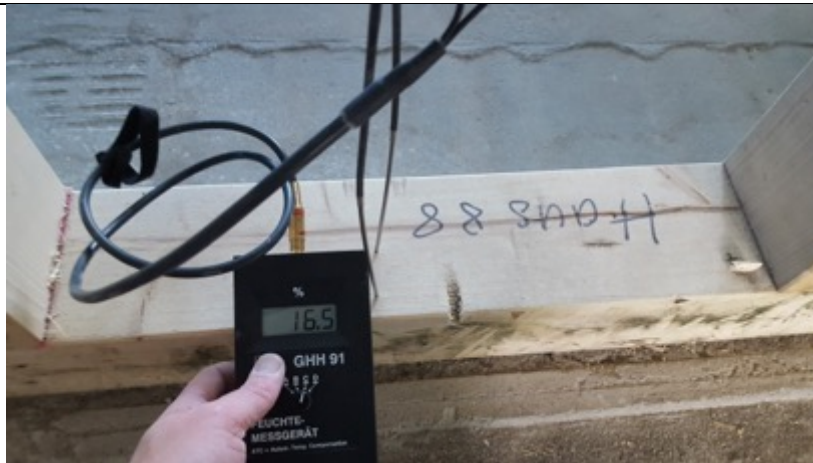
Alkalisierung der betroffenen Oberflächen



Rest Kontamination der
Raumluf durch alte Baustoffe



Hohe Partikelkonzentrationen in der Raumluft wegen undichter Gebäudehülle und Rohbauzustand der Wohneinheiten



Unauffällige Holzfeuchte im betroffenen Bereich



Niedrige CO2 Konzentratione bedingt durch die hohe Windlast von Außen und die undichte Gebäudehülle

3 Anlagen

3.1 Wahrscheinlichkeit bzgl. Schadenseinschätzungen/Indizien

Nicht immer sind Feststellungen bzw. Bewertungen „mit Gewissheit“ oder „mit Gewissheit nicht“ möglich. Dies ggf. auch in Abhängigkeit vom Stand der Feststellungen bzw. vom Umfang und Aufwand der Untersuchungen. Dies kann dazu führen, dass Beweisfragen (oder ggf. Teilfragen) nur unter Angabe von Wahrscheinlichkeitsgraden bewertet werden können. Für die Formulierungen bei der Beantwortung der Beweisfragen bedient sich unser Institut der Skalierung der Wahrscheinlichkeitsgrade mit einer Skalierung nach Dr. Aurnhammer:

- +6 Ursache bzw. Aussage mit Gewissheit (100%)
- +5 Ursache bzw. Aussage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (99%)
- +4 Ursache bzw. Aussage sehr hoch / wahrscheinlich (80%)
- +3 Ursache bzw. Aussage wahrscheinlich (60%)
- +2 Möglichkeit für Ursache wahrscheinlicher als „Nicht-Ursächlich“ (40%)
- +1 Ursache bzw. Aussage möglich (20%)
- +/- 0 Ursache technisch nicht klärbar bzw. Aussage aus technischer Sicht nicht möglich
- 1 Ursache bzw. Aussage wenig möglich (20%)
- 2 Nicht-Ursächlichkeit ist wahrscheinlicher als Möglichkeit für die Ursache (40%)
- 3 Ursache bzw. Aussage unwahrscheinlich (60%)
- 4 Ursache bzw. Aussage sehr unwahrscheinlich (80%)
- 5 Ursache bzw. Aussage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht (99%)
- 6 Ursache bzw. Aussage mit Gewissheit nicht (100%)

Sofern die betreffenden Feststellungen bzw. Bewertungen (falls möglich) „mit Gewissheit“ oder „mit Gewissheit nicht“ beurteilt werden sollen, sind ggf. weitergehende Untersuchungen und Beweisverfahren erforderlich.

3.2 Umweltbundesamt – Schimmelleitfaden

Tabelle 1: Bewertungshilfe für Luftproben – kultivierbare Schimmelpilze

Die fünf Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten.

Innenluft-Parameter	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ¹⁾	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Cladosporium sowie andere Pilzgattungen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen können (z.B. sterile Myzelien, Hefen, Alternaria, Botrytis)	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft unter dem 0,7 bis 1-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} < A_{typ A} \times 0,7 (+0,3)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft nicht über dem 1,5 ± 0,5-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,5 (\pm 0,5)$	Wenn die KBE/m ³ einer Gattung in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegen $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Summe der KBE aller untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten nicht über 150 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 150$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten nicht über 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 500$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der untypischen Außenluftarten über 500 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp A} > A_{\Sigma untyp A} + 500$
eine Gattung (Summe der KBE aller zugehörigen Arten) der untypischen Außenluftarten	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der Gattung nicht über 100 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp G} \leq A_{\Sigma untyp G} + 100$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft der Gattung nicht über 300 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp G} \leq A_{\Sigma untyp G} + 300$	Wenn die Differenz zwischen der KBE-Summe Innenraumluft minus Außenluft Gattung über 300 KBE/m ³ liegt. $I_{\Sigma untyp G} > A_{\Sigma untyp G} + 300$
eine Art der untypischen Außenluftarten mit gut flugfähigen Sporen	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 50 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 50$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 100 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} \leq A_{\Sigma untyp A} + 100$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft über 100 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp A} > A_{\Sigma untyp A} + 100$
eine Art der untypischen Außenluftarten mit geringer Sporenfreisetzungsrate, z.B. Phialophora sp., Stachybotrys chartarum	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 30 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp AGS} \leq A_{\Sigma untyp AGS} + 30$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft nicht über 50 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp AGS} \leq A_{\Sigma untyp AGS} + 50$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft über 50 KBE/m ³ liegt $I_{\Sigma untyp AGS} > A_{\Sigma untyp AGS} + 50$
diverse Pilzsporen, die nicht dem Typ Basidiosporen oder Ascosporen angehören	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 400 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 400$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 800 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der diversen Pilzsporen 800 übersteigt $I_{divers} > A_{divers} + 800$
Myzelstücke	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke nicht über 150 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 150$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke nicht über 300 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Myzelstücke 300 übersteigt $I_{Myzel} > A_{Myzel} + 300$

Legende zu Tabelle 1

Veränderungen sind grau unterlegt

¹⁾ Indiz für Quellensuche, ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

KBE = Kolonie bildende Einheiten

I = Konzentration in der Innenraumluft in KBE/m³

A = Konzentration in der Außenluft in KBE/m³

typ A = typische Außenluftarten bzw. -gattungen (wie z. B. Cladosporium, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. Alternaria, ggf. Botrytis)

untyp A = untypische Außenluftarten bzw. -gattungen (z. B. Pilzarten mit hoher Indikation für Feuchteschäden wie Acremonium sp., Aspergillus versicolor, A. penicillioideus, A. restrictus, Chaetomium sp., Phialophora sp., Scopulariopsis brevicaulis, S. fusca, Stachybotrys chartarum, Trichoderma (Engyodontium) album, Trichoderma sp.)

Σ untyp A = Summe der untypischen Außenluftarten (andere als typ A)

E untyp A = eine Art, die untypisch ist in der Außenluft und gut flugfähige Sporen besitzt

E untyp AGS = eine Art, die untypisch ist in der Außenluft und Sporen mit geringer Flugfähigkeit besitzt (diese Zeile konkretisiert das ! in der Tabelle 8 des Schimmelpilzleitfadens)

E untyp G = eine Gattung, die untypisch ist in der Außenluft

Tabelle 2: Bewertungshilfe von Luftproben – Partikelauswertung

Die sechs Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf Luftproben, die unter normalen Bedingungen gezogen wurden (keine gezielte Staubaufwirbelung).

Gesamtpilzsporen Holbach Objektträger (C-1.2.5)	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ^{1) 2)}	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen z. B. Typ Ascosporen Typ Alternaria/ Ulocladium, Typ Basidiosporen Cladosporium spp.	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft nicht über dem 1 bis 1,2-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1 (+0,2)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft nicht über dem 1,6 ($\leq 0,4$)-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,6 (\leq 0,4)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Typ Penicillium/Aspergillus	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft für den Sporentyp Penicillium/Aspergillus nicht über 300 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft für den Sporentyp Penicillium/Aspergillus nicht über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft für den Sporentyp Penicillium/Aspergillus über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} > A_{\Sigma P+A} + 800$
Typ Chaetomium	Wenn in der Innenraumluft nicht mehr Chaetomiumsporen als in der Außenluft vorliegen $I_{Chaetom} \leq A_{Chaetom}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Chaetomiumsporen nicht über 20 liegt $I_{Chaetom} \leq A_{Chaetom} + 20$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Chaetomiumsporen über 20 liegt $I_{Chaetom} > A_{Chaetom} + 20$
Typ Stachybotrys	Wenn in der Innenraumluft nicht mehr Stachybotryssporen als in der Außenluft vorliegen $I_{Stachy} \leq A_{Stachy}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Stachybotryssporen nicht über 10 liegt $I_{Stachy} \leq A_{Stachy} + 10$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumluft und Außenluft der Stachybotryssporen über 10 liegt $I_{Stachy} > A_{Stachy} + 10$

Legende zu Tabelle 2

Veränderungen sind grau unterlegt

¹⁾ Indiz für Quellensuche, ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

³⁾ Bei einer geringen Sporenkonzentration (Indiz für Quellensuche) kann eine Beurteilung nur in Kombination mit einer Luftkeimsammlung erfolgen.

 A = Konzentration in der Außenluft in Anzahl Sporen/m³,

 I = Konzentration in der Innenraumluft in Anzahl Sporen/m³

typ A = Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen wie z.B. Ascosporen, Alternaria/Ulocladium, Basidiosporen, Cladosporium sp.

ΣP+A = Summe der Sporen vom Typ Penicillium und Aspergillus

Chaetom = Summe der Sporen vom Typ Chaetomium sp.

Stachy = Summe der Sporen vom Typ Stachybotrys chartarum

divers = Summe diverser uncharakteristischer Sporen, die nicht dem Typ Ascosporen, Typ Alternaria/Ulocladium, Typ Basidiosporen oder Cladosporium sp. angehören

WEITERFÜHRENDER LITERATUR

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Wohnungswesen (BMVBS); Deutsche Energieagentur (DENA): Gesund Wohnen durch richtiges Lüften und Heizen. Informationsbroschüre, Berlin (2004)

Deutsches Institut für Normung: DIN 1946 Teil 6: Raumluftechnik – Lüftung von Wohnungen. Beuth-Verlag, Berlin, September 1994

DIN 4108 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Teil 2: Mindestanforderungen an den Wärmeschutz. Juli 2003

DIN 4108 – Wärmeschutz und Energie-Einsparung in Gebäuden. Beiblatt 2: Planungs- und Ausführungsbeispiele. Januar 2004

DIN EN ISO 13788 – Wärme- und feuchtetechnisches Verhalten von Bauteilen und Bauelementen – Raumseitige Oberflächentemperatur zur Vermeidung kritischer Oberflächenfeuchte und Tauwasserbildung im Bauteilinnern – Berechnungsverfahren. November 2001

DIN EN ISO 15927-1 Wärme- und feuchteschutztechnisches Verhalten von Gebäuden – Berechnung und Darstellung von Klimadaten Teil 1: Monats- und Jahresmittelwerte einzelner meteorologischer Elemente. November 2003

DRAVE, T.: Sorptionsverhalten von hygroskopischen Raumboflächen und Auswirkung auf das Raumklima. Diplomarbeit, Fraunhofer-Institut für Bauphysik; FH Rosenheim (2003)

GRUNDMANN, K.-O.; RÜDEN, H. und SONNTAG, H.-G.: Lehrbuch der Hygiene. Gustav Fischer Verlag, Stuttgart (1991)

HANKAMMER, G. und W. LORENZ: Schimmelpilze und Bakterien in Gebäuden. Verlag Rudolf Müller, Köln (2003)

ISENMANN, W.: Feuchtigkeiterscheinungen in bewohnten Gebäuden. Verlag für Wirtschaft und Verwaltung, Essen, 2. Auflage (2000)

KRUS, M.: Feuchtetransport- und Speicherkoeffizienten poröser mineralischer Baustoffe. Theoretische Grundlagen und neue Messtechniken. Dissertation, Universität Stuttgart (1995)

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg: Abgestimmte Ergebnisprotokolle der Arbeitsgruppe „Analytische Qualitätssicherung im Bereich der Innenraumluftmessung biologischer Schadstoffe“ am Landesgesundheitsamt Baden Württemberg 14.12.2001, Schimmelpilze in Innenräumen – Nachweis, Bewertung, Qualitätsmanagement, Stuttgart (2001)

Landesgesundheitsamt Baden-Württemberg: Handlungsempfehlung für die Sanierung von mit Schimmelpilzen befallenen Innenräumen, Stuttgart (2004)

MORISKE, H.-J. und R. BEUERMANN: Schadstoffe in Wohnungen- Hygienische Bedeutung und rechtliche Konsequenzen. Grundeigentum-Verlag, Berlin (2004)

MÜCKE, W. und Ch. LEMMEN: Schimmelpilze – Vorkommen, Gesundheitsgefahren, Schutzmaßnahmen. ecomed-Verlag, Landsberg, 3. Auflage (2004)

REISS, J.: Schimmelpilze – Nutzen, Schaden, Bekämpfung. 2. Auflage, Springer-Verlag, Heidelberg (1988)

RICHTER, W.; HARTMANN, T.; KREMONKE, A. und D. REICHEL.: Gewährleistung einer guten Raumlufthaltigkeit bei weiterer Senkung der Lüftungswärmeverluste. TU Dresden, Institut für Thermodynamik und Technische Gebäudeausrüstung, Fraunhofer IRB Verlag (1999), ISBN 3-8167-5724-3

SEDLBAUER, K.: Vorhersage von Schimmelpilzbildung auf und in Bauteilen. Dissertation, Universität Stuttgart (2001)

SMITH, S. L.; HILL, S. T.: Influence of temperature and water activity on germination and growth of *Aspergillus restrictus* and *Aspergillus versicolor*. Transactions of the British Mycological Society Vol. 79 (1982), H. 3, S. 558 – 560

TRAUTMANN, C.; GABRIO, T.; DILL, I.; WEIDNER, U.; und C. BAUDISCH: Hintergrundkonzentrationen von Schimmelpilzen in Luft. Bundesgesundheitsblatt 1/2005, S. 12-20

TRBA 405: Anwendung von Messverfahren für luftgetragene biologische Arbeitsstoffe (BArbBl. 1/97)

TRBA 430: Verfahren zur Bestimmung der Schimmelpilzkonzentration in der Luft am Arbeitsplatz (BArbBl. 17/97)⁸

TRBA 460: Einstufung von Pilzen in Risikogruppen (BArbBl. 12/98)

TRBA 500: Allgemeine Hygienemaßnahmen: Mindestanforderungen (BArbBl. 6/99)

TRGS 524: Sanierung und Arbeiten in kontaminierten Bereichen

TRGS 540: Sensibilisierende Stoffe

TRGS 907: Verzeichnis sensibilisierender Stoffe

TRGS 908: Begründung zur Bewertung von Stoffen der TRGS 907

Umweltbundesamt: Leitfaden zur Vorbeugung, Untersuchung, Bewertung und Sanierung von Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, Berlin (2002)

VDI-Richtlinie 2079: Abnahmeprüfung an raumluftechnischen Anlagen. VDI-Verlag, Düsseldorf 1983

VDI-Richtlinie 4300, Blatt 10: Messen von Innenluftverunreinigungen – Messstrategie für die Erfassung von Schimmelpilzen im Innenraum. VDI-Verlag, Düsseldorf, in Erarbeitung.

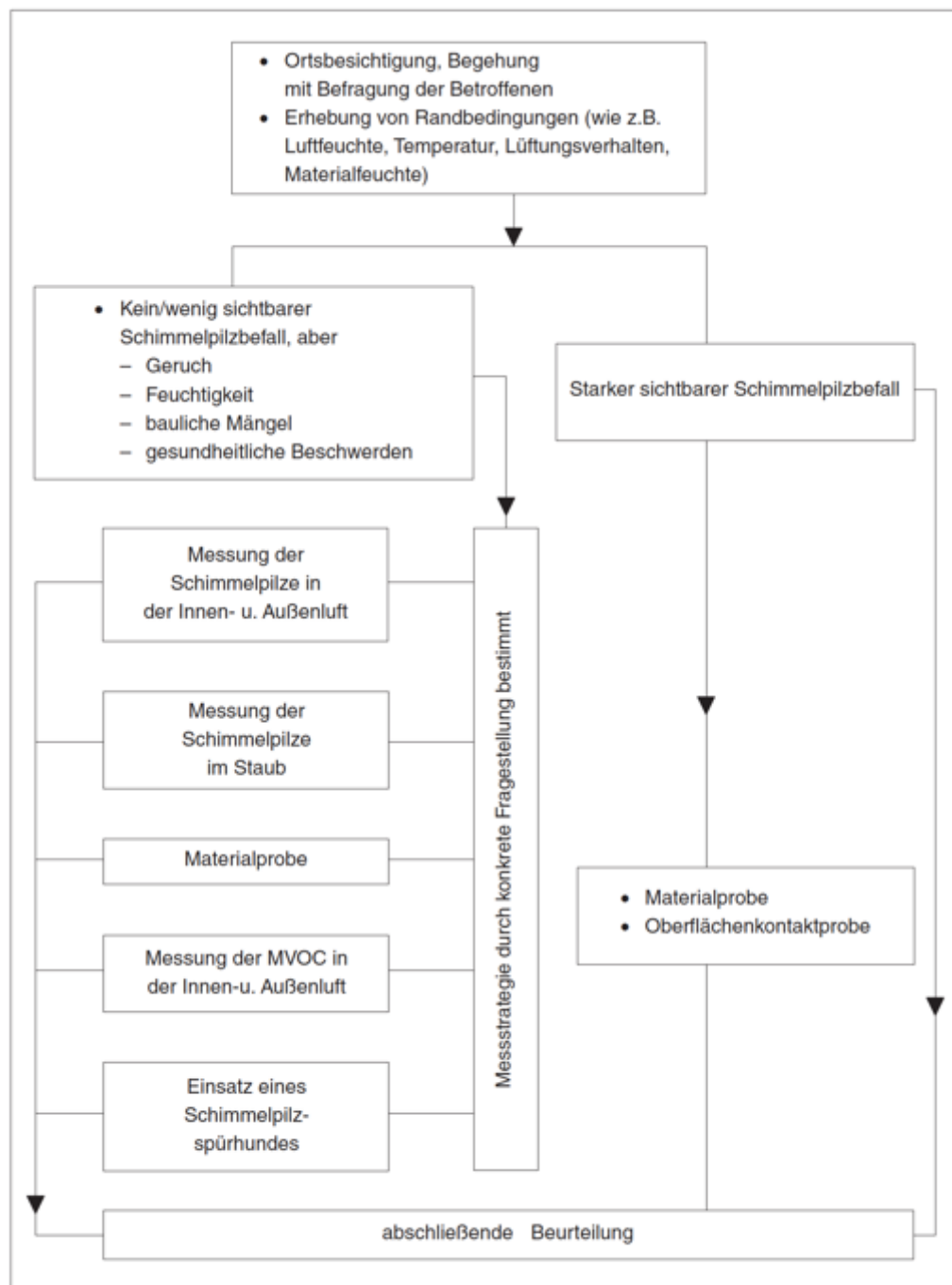
VDI-Richtlinie 6022, Blatt 1. Hygienebewusste Planung, Ausführung, Betrieb und Instandhaltung raumluftechnischer Anlagen. VDI-Verlag Düsseldorf, März 1997. Ist in Überarbeitung:

VDI-Richtlinie 6022, Blatt 1 (Gründruck). Hygiene-Anforderungen an Raumluftechnische Anlagen. VDI-Verlag Düsseldorf 2005

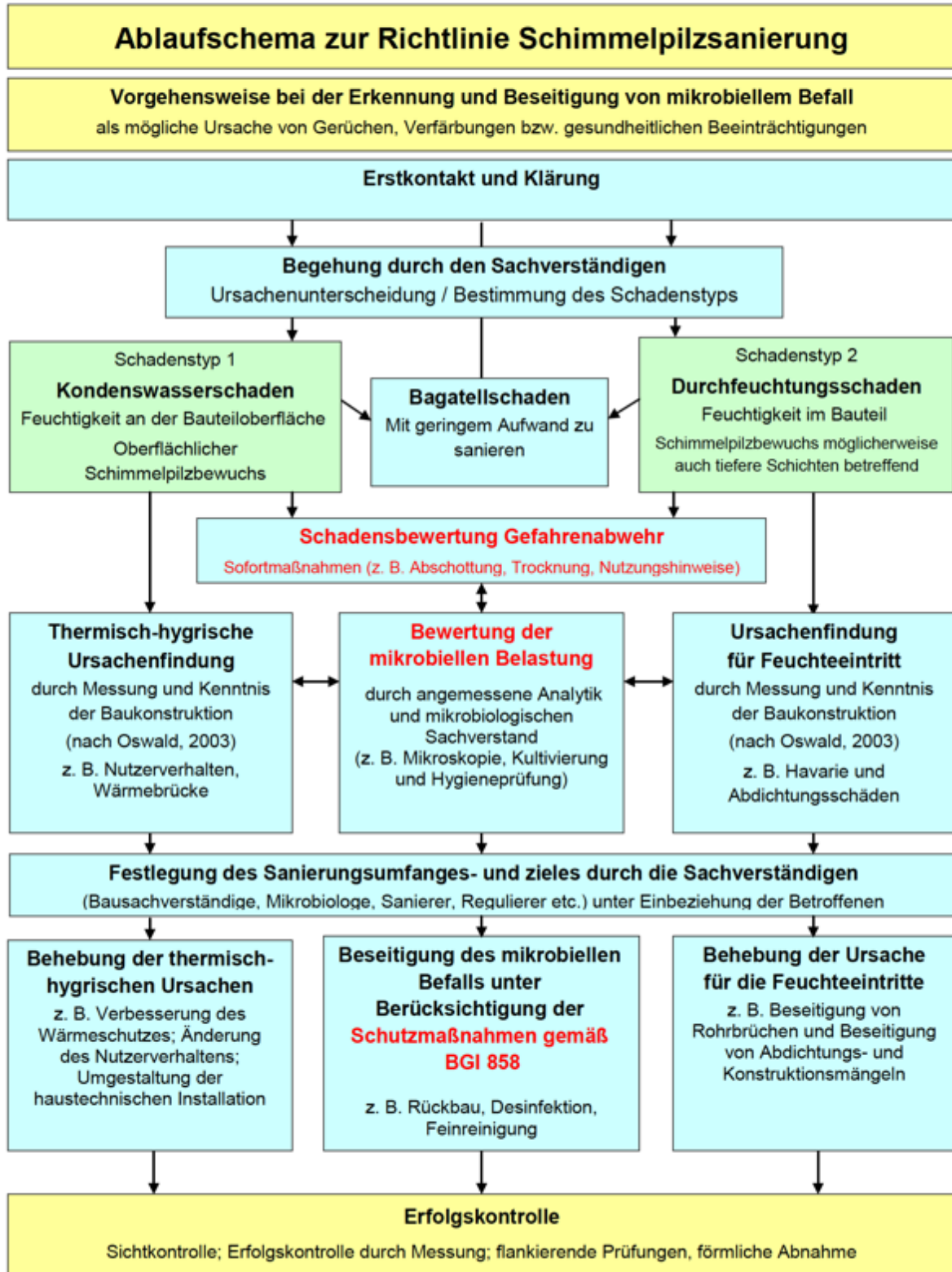
Verordnung zur Umsetzung von EG-Richtlinien über den Schutz der Beschäftigten gegen Gefährdung durch biologische Arbeitsstoffe bei der Arbeit, Artikel 1: Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz bei Tätigkeiten mit biologischen Arbeitsstoffen (Biostoffverordnung – BioStoffV) vom 27. Januar 1999

Abb. 4: Ablauf der Untersuchung auf eine Schimmelpilzbelastung in Gebäuden

Anmerkung: Die in der Abbildung dargestellten Schritte sind denkbare Optionen, müssen im Einzelfall und in Abhängigkeit der Ortsbegehung jedoch nicht alle durchgeführt werden. Weitere Erläuterungen im Text.



Anlage 1



3.3 UBA Leitfaden – Gerüche, MVOCs

Tabelle 6: Charakteristische MVOC aus Reinkulturen unterschiedlicher Schimmelpilzarten nach verschiedenen Autoren

Verbindung	Autor*					Geruchsschwelle	Geruchseindruck (µg/m³)	Andere Quellen**
2-Methyl-furan	+			+				
3-Methyl-furan	+	+		+	+			
2-Methyl-1-propanol		+	+	+		3	moderig-muffig, pilz-ähnlich	1, 2
1-butanol		+						1
3-Methyl-1-butanol	+	+	+	+	+	30	sauer, stechend	
2-Methyl-1-butanol	+	+		+	+	45	sauer, stechend	
2-Pentanol		+						
2-Hexanon		+						3
2-Heptanon		+	+	+		94	pilz-ähnlich, moderig-muffig, mild, fruchtig	2, 3
3-Octanon		+	+	+	+	30.000		3
3-Octanol		+	+	+	+			
1-Octen-3-ol	+	+	+	+	+		moderig-muffig, pilz-ähnlich	3
2-Octen-1-ol		+					moderig-muffig, pilz-ähnlich	
2-Methyl-iso-borneol	+	+	+				erdig	
Geosmin		+		+		7	erdig	4
(1-10-Dimethyltrans-9-decalol)								
2-Isopropyl-3-methoxypyrazine		+					erdig	
Dimethyldisulfid	+			+		0,1	moderig, faulig	2

(1) Quelle: Fischer, G.: Comparison of microbiological and chemical methods for assessing the exposure to air-borne fungi in composting plants. Dissertation. In: Akademische Edition Umweltforschung Band 10 – Publikationsreihe des interdisziplinären Umwelt-Forums der RWTH Aachen (2000). ISBN 3-8265-6926-1.

*Autoren: **A:** Börjesson et al. (1993). Volatile fungal metabolites as indicators of mould growth in stored cereals. Ph.D. Thesis. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, ISBN 91-576-4706-2.
B: Ström, G., J. West, B. Wessén, and U. Palmgren. (1994). Quantitative analysis of microbial volatiles in damp Swedish houses, 291–305. In R. A. Samson, B. Flannigan, M. E. Flannigan, A. P. Verhoeff, O. C. G. Adan, and E. S. Hoekstra (ed), Health implications of fungi in indoor environments. Air quality monographs, vol. 2. Elsevier Science B.V., Amsterdam, The Netherlands.
C: Larsen, T. O. and Frisvad, J. C. (1995). Chemosystematics of *Penicillium* based on profiles of volatile metabolites. Mycol. Res. 99: 1167–1174
D: Keller, R., Senkpiel, K. and Ohgke, H. (1998). Geruch als Indikator für Schimmelpilzbelastungen in natürlich belüfteten Innenräumen – Nachweis mit analytischer MVOC-Messung. In: Gesundheitliche Gefahren durch biogene Luftschadstoffe – Schriftenreihe des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene Heft 2 (Edited by R. Keller), Medizinische Universität, Lübeck, ISSN 1433-030X.
E: Fiedler, K. und Schütz, E. (1998). Nachweis flüchtiger organischer Verbindungen von Schimmelpilzen mittels HS-SPME-Technik. Schriftenreihe des Instituts für Medizinische Mikrobiologie und Hygiene der Medizinischen Universität zu Lübeck, Heft 2, ISSN 1433-030X

**Mögliche andere Quellen: 1 = Lösungsmitteln in Farben; 2 = CO₂-Laser-Pyrolyse;
3 = Autoxidation von Lipiden; 4 = Actinomyceten

Tabelle 7: Für das Wachstum unterschiedlicher Schimmelpilze erforderliche minimale Wasseraktivitätswerte (minimale a_w -Werte)

Schimmelpilzart	Minimale a_w -Werte
<i>Wallemia sebi</i>	0,69-0,75
<i>Aspergillus restrictus</i>	0,71-0,75
<i>Aspergillus versicolor</i>	0,78
<i>Penicillium chrysogenum</i>	0,78-0,81
<i>Aspergillus fumigatus</i>	0,85-0,94
<i>Cladosporium cladosporioides</i>	0,86-0,88
<i>Fusarium solani</i>	0,87-0,90
<i>Rhizopus stolonifer</i>	0,93
<i>Stachybotrys chartarum</i>	0,94

Quelle: Northolt, Frisvad, Samson (1995): Occurrence of food-borne fungi and factors for growth. In: Samson et al. (ed.) Introduction to food-borne fungi., CBS, Baarn, NL

Die **Feuchtegrenze**, unterhalb derer kein Wachstum von Schimmelpilzen auf Materialien stattfindet, liegt unter sonst optimalen Bedingungen bei ca. 70 % relativer Feuchte an der Oberfläche.

Mit zunehmendem Feuchtegehalt steigt die Wahrscheinlichkeit, dass Schimmelpilzwachstum auftritt. Bei 80 % relativer Feuchte an der Oberfläche sind bei ausreichend hoher Oberflächentemperatur (deutlich im Plusgradbereich) die Wachstumsbedingungen für viele innenraumrelevante Schimmelpilzarten erreicht.

Bei höherer **Oberflächenfeuchte** können nahezu alle Schimmelpilzarten sowie Bakterien wachsen.

pH-Wert

Inwieweit ein Substrat von Schimmelpilzen zum Wachstum genutzt werden kann, hängt auch vom pH-Wert ab. Der optimale Wachstumsbereich für Schimmelpilze ist von der Schimmelpilzart abhängig, viele Schimmelpilze können in einem Bereich zwischen pH 3 und 9 gut wachsen. Insgesamt werden pH-Werte zwischen 2 und 11 von einzelnen Schimmelpilzen toleriert.

Schimmelpilze können in einem breiten pH-Bereich wachsen. Oberhalb von pH 11 gedeihen Schimmelpilze so gut wie nicht mehr. Dies nutzt man aus, um in wenig genutzten Räumen (dauerhaft feuchte Kellerräume) durch stark alkalische Anstriche Schimmelpilzwachstum vorübergehend zu unterbinden (siehe. Kap. 6).

Nährstoffe

Schimmelpilze können eine Vielzahl von Materialien als **Nährstoffquellen** nutzen.

Materialien, auf denen Schimmelpilze wachsen können sind z. B.:

- Holz, Holzwerkstoffe (z.B. Spanplatten)
- Papier, Pappe, Karton (auch Gipskarton)
- Tapeten, Tapetenkleister
- Gummi, Kunststoffe (z.B. Polystyrol, Silikon, Folien)
- Teppichböden, Kleber für Fußbodenbelag, Mineralwolle
- Farben, Lacke
- Leder, Textilien

Auch Materialien wie Zement und Beton können Nährstoffe für Schimmelpilze enthalten. Schimmelpilze können außerdem auf Materialien wachsen, die selbst keine Nährstoffe abgeben (z. B. Glas), wenn sich organische Partikel und Stäube aus der Luft auf diesen abgelagert haben.

Der **Nährstoffgehalt** des Untergrundes (Substrat) ist neben der Feuchtigkeit und der Temperatur eine weitere wichtige Einflussgröße für Schimmelpilzwachstum.

In der Regel sind auf Oberflächen in Innenräumen ausreichend Nährstoffe vorhanden.

Auch wenn die Feuchtigkeit der wichtigste Faktor ist, müssen die drei wesentlichen Wachstumsvoraussetzungen „Feuchtigkeit, Temperatur und Nährstoffe“ über eine bestimmte Zeitperiode gleichzeitig im günstigen Bereich vorhanden sein, damit Schimmelpilzsporen auskeimen und anschließend das Myzel wachsen kann (siehe Kap. 1.2.3 und 1.2.4).

3.4 Baufeuchte als Schimmelursache

Besondere Sorgfalt ist auf die **Bauausführung** zu legen. **So sollen an der Baustelle angelieferte Materialien trocken gelagert und in trockenem Zustand eingebaut werden.** Besonders kritisch sind oft die ungeschützte Lagerung und der feuchte Einbau bei Dämmmaterialien sowie Trockenbauelementen und Holzwerkstoffplatten. Feucht eingebaute Materialien können später nur schwer abtrocknen und es kann in der Folge zu verdecktem Schimmelbefall kommen. **Baufeuchte**, die vor allem bei monolithischer Bauweise und beim Gießen von Estrichen auftritt (vgl. Kap. 3), muss ausreichend ablüften, bevor der Innenausbau erfolgt. Unsachgemäß ist es auch, Zwischenwände und Vorsatzschalen auf noch feuchten Estrich zu setzen, weil Feuchtigkeit von den Materialien aufgenommen wird und nur schwer abtrocknen kann.

3.5 Mangelnder Luftwechsel als Schimmelursache

Ein durch Sanierung von ursprünglich $n = 1 \text{ h}^{-1}$ auf $n = 0,1 \text{ h}^{-1}$ reduzierter gebäudebezogener **Luftwechsel** bedeutet, dass man rein rechnerisch bei gleicher nutzungsbedingter Feuchtigkeitsproduktion, 10-fach länger lüften müsste als vorher. Das ist in der Praxis kaum realisierbar. **Mechanische Lüftungseinrichtungen** sind hier hilfreich, um den Feuchteabtransport zu gewährleisten. Weitere Hinweise zu Lüftung und Lüftungskonzepten finden sich in DIN 1946 Teil 6.

Manuelle Fensterlüftung

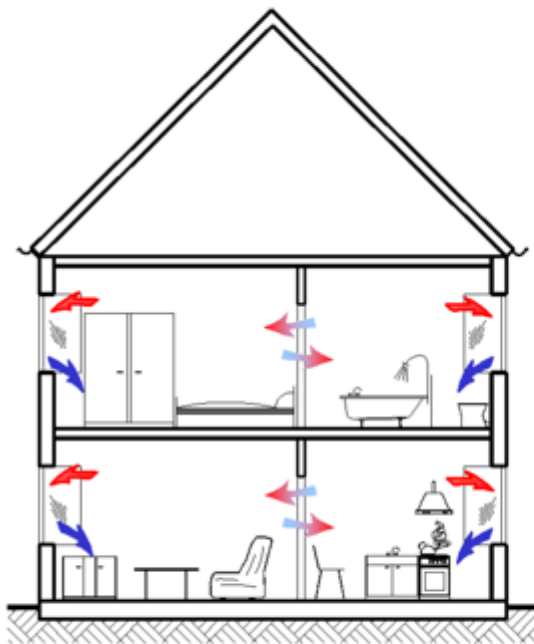


Abb. 17: Freie Lüftung – Fensterlüftung (rot = Abluft; blau = Zuluft)

Ventilatorbetriebene Abluftanlagen

Die in Abb. 18 dargestellten Abluftanlagen sind dadurch gekennzeichnet, dass Abluft aus den am meisten belasteten Räumen (Küche, Bad, WC) mittels eines Ventilators abgesaugt und über einen Luftkanal nach außen (meistens über das Dach) transportiert wird. Wenn in Küche und Bad Luft aus der Wohnung gesaugt wird, muss auch Luft in die Wohnung nachströmen können. Bei älteren, undichten Gebäuden strömt die Außenluft über Undichtheiten in das Gebäude nach. Bei neuen oder energetisch sanierten, mithin luftdichten Gebäuden ist der Einbau von Außenluftdurchlässen (ALD) zur Luftnachströmung erforderlich. Verschmutzte Filter von Abluftanlagen in Nassräumen beeinträchtigen oder verhindern die Luftströmung und gehören daher zu den häufigen Ursachen von zu hoher Luftfeuchte in diesen Räumen.

Ventilatorgestützte Abluftanlagen in Verbindung mit Außenluftdurchlässen (ALD) bieten eine einfache Möglichkeit zur zielgerichteten Entfeuchtung. Der Betrieb der Abluftanlagen erfolgt am einfachsten durch Kopplung mit dem Lichtschalter mit Nachlauf, z.B. bei Bädern ohne Fenster. Mitunter reicht dies aber nicht aus.

Bei hoher Luftfeuchte können **Feuchtesensoren**, sogenannte Hygrostaten, eingebaut werden, die ab einer gewissen relativen Luftfeuchte den Ventilator in Betrieb setzen. Im Sommer kann dies zu einem nicht sinnvollen Dauerbetrieb führen, besser wäre es daher, den Ventilator über die absolute Luftfeuchte zu steuern. Filter, Ventilator und Deckenauslass von Abluftventilatoren und Dunstabzugseinheiten müssen regelmäßig gesäubert bzw. gewechselt werden. Mieter sollen vom Vermieter darüber informiert werden, für welche Wartungsarbeiten (z.B. Filterwechsel) der Mieter selbst zuständig ist.

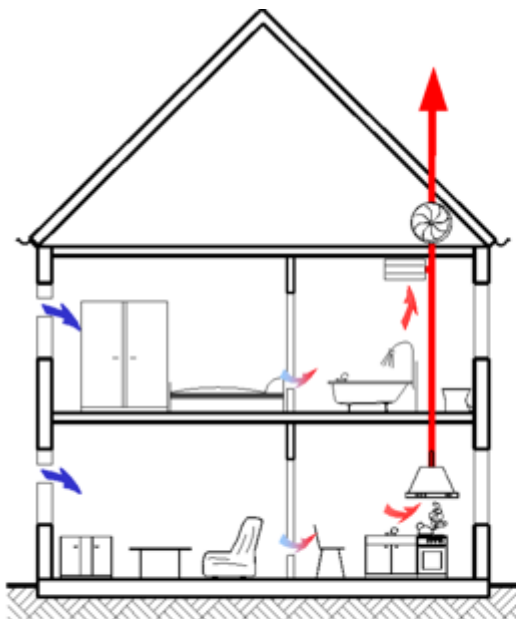


Abb. 18: Ventilatorgestützte Entlüftung einer Wohnung: Außenluftdurchlässe (ALD) und Abluftanlage (rot = Abluft; blau = Zuluft)

Bedarfsorientierte mechanische Fensterlüftung

Eine einfache gezielte Lüftungsmaßnahme stellt die bedarfsorientierte mechanische Fensterlüftung dar. Bei erhöhter Luftfeuchte (oder zu hohen CO₂-Werten) werden die Fenster mittels kleiner Motoren automatisch geöffnet und anschließend bei Erreichen der gewünschten Werte wieder verschlossen. Regen- und Windsensoren verhindern das Öffnen bei ungünstigen Wetterverhältnissen.

Der Vorteil einer derartigen Lösung ist der relativ einfache Einbau (vor allem bei Dachflächenfenstern) und die Möglichkeit der automatisierten Nachtlüftung im Sommer. Nachteile ergeben sich im Vergleich zur kontrollierten Wohnraumlüftung (siehe Kap. 4.3.3 und 4.3.4) durch den erhöhten Lüftungswärmeverlust und die häufig unkalkulierbaren zugeführten Luftmengen, die unter bestimmten Umständen zu Zugerscheinungen führen können.

4.3.3 Raumluftechnische Anlagen mit Zu- und Abluftführung

Komplexer als reine Entlüftungsanlagen sind Anlagen mit Zu- und Abluftführung, die heute in der Regel mit einer Wärmerückgewinnung versehen werden. Diese Lüftungseinrichtungen haben ebenfalls den Vorteil, dass sie nutzerunabhängig sind, d.h. auch betrieben werden können, wenn der Nutzer nicht an das Lüften denkt, wenn es ihm nicht möglich ist (bspw. in den Nachtstunden oder an dicht befahrenen Straßen) oder wenn er nicht zu Hause ist. Der Luftvolumenstrom (und damit der Lüftungserfolg) hängt zudem nicht nur von den Luftdruckdifferenzen innen-außen, sondern von der Nutzung der Räume ab. Ein gewisser Nachteil ist die Notwendigkeit zur regelmäßigen Wartung und Kontrolle.

Wenn die Luft nur transportiert und gegebenenfalls temperiert wird, spricht man von „Lüftungsanlagen“, ggf. mit Heizfunktion (siehe DIN EN 13779). Systeme mit zusätzlicher Be- und/oder Entfeuchtung bzw. Kühlung nennt man „Klimaanlagen“. Funktionstüchtige Lüftungsanlagen sind die sicherste Lösung, um Feuchtigkeit, Gerüche, Kohlendioxid und sonstige, im Innenraum unerwünschte, Luftinhaltsstoffe abzutransportieren.

Im Schulneubau hat das Umweltbundesamt in seinem Leitfaden zur Innenraumhygiene in Schulgebäuden (Umweltbundesamt 2009) empfohlen, grundsätzlich solche Lüftungseinrichtungen vorzusehen. Im Miet- und Privatwohnungsbau ist es derzeit in Deutschland eher die Ausnahme, in angrenzenden Ländern wie der Schweiz und Österreich oder im skandinavischen Raum bei Neubauten aber oft schon die Regel.

Soll die Außenluft vorgekühlt (Sommer) oder vorerwärmt (Winter) in das Gebäude gelangen, sind unterschiedliche Systeme an Erdwärmetauschern verfügbar. Entweder wird die zu temperierende Luft direkt durch den Erdwärmetauscher geführt (Luft-Erdwärmetauscher) oder über einen Wärmetauscher (Sole-Erdwärmetauscher). Die Wandtemperatur der Luft-Erdwärmetauscher ist ähnlich wie bei kalten Kellerwänden im Frühjahr und Sommer zeitweise niedriger als die Taupunkttemperatur der Luft. Dann tritt hohe relative Feuchte an den Wänden oder sogar Kondensation auf. Auch bei korrekter Abfuhr der Feuchte und guten Zuluftfiltern ist bei Wachstum von Mikroorganismen ein Transport von kleineren mikrobiellen Bestandteilen wie PAMPs oder Mykotoxinen (siehe Kap. 2.2) in die Innenräume über die Zuluft zu erwarten. Aus diesem sowie aus Gründen der

einfacheren Regelung sollten Luft-Erdwärmetauscher nicht mehr verwendet werden, sondern Sole-Erdwärmetauscher oder Wärmepumpen bevorzugt werden. Zu beachten ist immer, dass diese in Lüftungsanlagen integrierten Kühlregister eine regelmäßige Wartung entsprechend den Vorschriften für Klimaanlage erforderlich machen.

Lüftungsanlagen

Lüftungsanlagen gibt es als zentrale Anlagen für das gesamte Gebäude, für einzelne Wohnungen oder Büroeinheiten sowie als dezentrale Einzelgeräte für einzelne Räume.

Bei zentralen Lüftungsanlagen mit Zu- und Abluftführung – in Wohngebäuden auch „Kontrollierte Wohnraumlüftung“ genannt – (siehe Abb. 19) wird mit einem Ventilator Raumluft aus Abluft-Räumen (bspw. Küche, Bad und WC) abgesaugt. Die Zuluft wird mit einem zweiten Ventilator über Luftkanäle in die Wohnung oder den Bürobereich geleitet. Während der Heizperiode erfolgt eine Wärmerückgewinnung, die die Gesamtenergiebilanz des Gebäudes verbessert. Lüftungsanlagen mit erhöhten Anforderungen an Effizienz, Hygiene und Komfort werden „Komfortlüftung“ genannt (www.komfortlüftung.at).

Bei Passivhäusern oder Nullenergie-Häusern sowie bei so genannten Plus-Energie Häusern sind der Einbau von Zu- und Abluftanlagen mit hocheffizienter Wärmerückgewinnung (Komfortlüftungsstandard) zwingend erforderlich. Bei älteren und einfacheren Zu- und Abluftanlagen kann üblicherweise der Luftaustausch in mehreren Stufen eingestellt werden oder er wird über eine Zeitschaltautomatik gesteuert. Bei diesen Systemen kann es im Winter zu sehr niedriger Luftfeuchte kommen. Moderne Anlagen nutzen die eingebrachte Luft effizienter durch einfache oder mehrfache Überströmung (kaskadische Mehrfachnutzung) und arbeiten mit Sensoren-unterstützter Bedarfsregelung. Sie enthalten auch eine Feuchterückgewinnung, damit die Luft in den Wintermonaten nicht zu trocken wird.

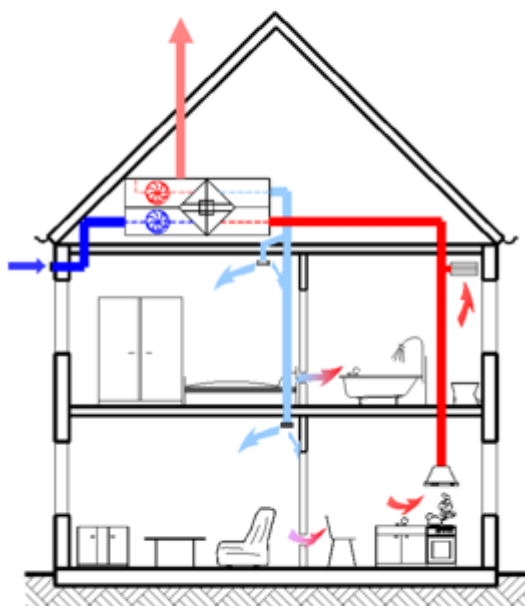


Abb. 19: Zentrale (wohnungswise) Lüftungsanlage mit Zu- und Abluftführung mit Wärmerückgewinnung (rot = Abluft; blau = Zuluft)

Neben zentralen (wohnungsweisen) Lüftungsanlagen erfreuen sich dezentrale Lüftungssysteme zunehmender Beliebtheit. Mit dezentralen Lüftungsgeräten (siehe Abb. 20) können einzelne Räume belüftet werden. Diese Geräte werden bevorzugt an der Außenwand neben dem Fenster oder im Bereich der Fensterbank montiert. Eine andere Variante besteht in der Kombination des Lüftungsgerätes mit dem Heizkörper unter dem Fenster. Abgesehen von einigen Sonderlösungen handelt es sich um Zu- und Abluftgeräte. Wie bei der zentralen Zu- und Abluftanlage ist der Einsatz eines Wärmetauschers mittlerweile Standard.

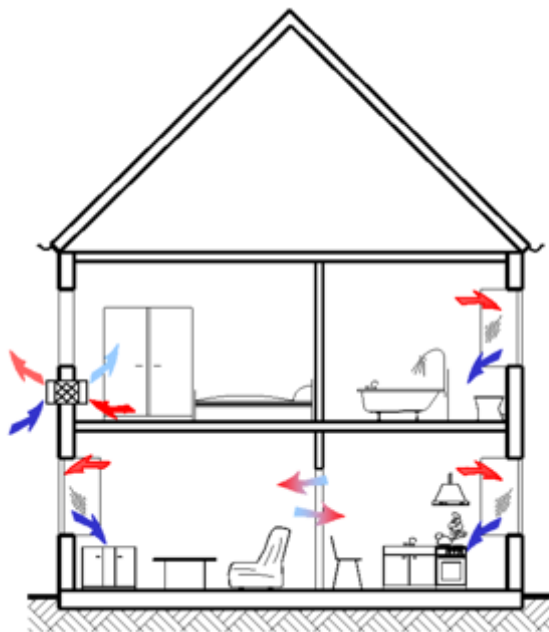


Abb. 20: Dezentrale (raumweise) Lüftungsgeräte mit Wärmerückgewinnung
(rot = Abluft; blau = Zuluft)

Für dezentrale Lösungen sind keine längeren Lüftungsleitungen erforderlich. Die Lüftung lässt sich gut – oft auch mit Zeitprogramm – an die Raumnutzung anpassen. Besonders wichtig sind leise Ventilatoren, da besonders in den Schlafräumen Lüftungsgeräusche zu Recht als störend empfunden werden. Nachteile dezentraler Lösungen ergeben sich aus den oft zu geringen Luftleistungen derartiger Geräte, die keine ausreichende Abfuhr anthropogener Luftverunreinigungen erlauben.

Dezentrale Lüftungseinrichtungen eignen sich besonders bei der Altbauanierung, wo es baulich kaum oder nur mit hohem Kostenaufwand möglich ist, zentrale Zu- und Abluftanlagen für das ganze Haus oder die Wohnung zu installieren. Sie eignen sich auch als Lösung für besonders beanspruchte bzw. ungünstig gelegene Räume, wie z.B. in Wohn- und Schlafräumen an viel befahrenen Straßen.

Für jedes Lüftungsgerät sind in der Regel Öffnungen in der Außenwand erforderlich.

Klimaanlagen

Als „Klimaanlagen“ werden zentrale RLT-Anlagen bezeichnet, wenn die Zuluft zusätzlich noch be- oder entfeuchtet bzw. gekühlt werden kann. Meist erfolgt dies zentral in Klimazentralen. Der Vorteil derartiger Anlagen liegt in der genauen Einstellung des gewünschten Innenraumklimas. Nachteile sind der energie- und kostenintensivere Betrieb und der erhöhte Wartungsbedarf. Die Auswahl und Anordnung der Luftauslässe erfordert strömungstechnisches Fachwissen, da sonst leicht Zugerscheinungen auftreten.

Unter „**Klimaanlagen**“ versteht man raumluftechnische Anlagen, die nicht nur eine Temperierung der Luft über eine Wärmerückgewinnung ermöglichen, sondern auch zusätzliche Komponenten zur Kühlung / Heizung und/oder zur Be- und Entfeuchtung der Luft verfügen. An die Installation und Wartung solcher Anlagen sind hohe Anforderungen zu stellen. Klimaanlagen arbeiten meist mit zwei **Filtersystemen**, die Verunreinigungen aus der angesaugten Luft filtern.

Auch Verfahren zur „Luftverbesserung“ wie Ozonung oder Ionisation der Zuluft werden angeboten, sind aus hygienischen Gründen aber weder erforderlich noch sinnvoll. In Wohnungen sind Klimaanlagen eher die Ausnahme und zur Vermeidung von Schimmelbefall nicht notwendig.

INFOBOX

Hintergrundkonzentrationen in Baumaterialien

In diesem Projekt im Umweltforschungsplan des Bundes (Förderkennzeichen 3710 62 223, abgeschlossen 2015) wurde zum ersten Mal systematisch untersucht, welche Konzentrationen von Mikroorganismen (Schimmelpilze, Gesamtbakterien, Aktinomyzeten) in Baumaterialien verschiedenen Alters „natürlicherweise“ zu erwarten sind (Hintergrundkonzentrationen). Dazu wurden vier Arten von Materialien - Polystyrol (Styropor, Styrodur), Künstliche Mineralfaser (KMF), Kalk- und Gipsputze, OSB- und Spanplatten - in vier verschiedenen „Altersstadien“ untersucht: fabrikneues Material, auf der Baustelle gelagertes Material, Material aus dem Neubau, Material aus dem Altbau. Da in jeder Material- und Alterskategorie eine begrenzte Anzahl von jeweils ca. 20-30 Proben untersucht wurde, können die nachgewiesenen Konzentrationen nur als erste Orientierung für die Ableitung von Hintergrundkonzentrationen dienen.

Es zeigte sich, dass die Konzentration der Schimmelpilze mit zunehmenden „Alter“ der Materialien zunahm. In fabrikneuen Materialien lag die Konzentration der Schimmelpilze im Bereich bzw. unterhalb der Nachweisgrenze (max. 3×10^2 KBE/g). In Proben aus dem Neubau (mit Ausnahme von Putzproben) und Altbau waren Konzentrationen von 10^3 KBE/g bis 10^4 KBE/g nachweisbar; im Altbau in einzelnen Fällen auch von 10^5 KBE/g. Eine systematische mikroskopische Untersuchung der Proben fand in dem Projekt nicht statt, so dass bei hohen Konzentrationen im Material nicht zwischen Verunreinigung und Wachstum aufgrund eines unbekannten Feuchteschadens unterschieden werden kann. Für die Schimmelpilzkonzentrationen ergaben sich je nach Material und Alterskategorie 95. Perzentile, die von unterhalb der Nachweisgrenze bis zu $3,2 \times 10^5$ KBE/g reichten (siehe Tabelle). Wenn die Konzentrationen in einem Material über den 95. Perzentilen liegen, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass es sich um ein Wachstum von Schimmelpilzen handelt. Bei den meisten Materialien deuten daher Konzentrationen im Bereich von 10^5 KBE/g Material im Neu- und Altbau auf aktive Vermehrung von Schimmelpilzen hin. Ausnahme ist Putz im Neubau, bei dem die Schimmelpilzkonzentrationen unter der Nachweisgrenze lagen sowie Polystyrol im Altbau, wo das 95. Perzentil der Hintergrundbelastung 10^5 KBE/g erreicht. Für Polystyrol im Fußboden lagen die 95. Perzentile im Neubau bei ca. 4×10^4 KBE/g Material (Daten nicht gezeigt). Da keine Proben aus Fußböden in Altbauten untersucht wurden, kann zu Polystyrol aus Fußböden im Altbau allerdings keine Aussage gemacht werden.

Tabelle: Hintergrundkonzentrationen (95. Perzentile) der Schimmelpilzkonzentrationen aus dem UFOPLAN-Projekt in Materialien unterschiedlichen Alters

Alterstadium	Polystyrol	KMF	Putze	OSB-/Spanplatten
Fabrikneu	$2,3 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$	$3,4 \times 10^2$	$2,2 \times 10^3$
Baustelle	$6,0 \times 10^2$	$4,0 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^2$
Neubau	$4,1 \times 10^4$	$5,0 \times 10^3$	< NG	$2,3 \times 10^4$
Altbau	$3,2 \times 10^5$	$4,1 \times 10^4$	$8,3 \times 10^4$	$6,2 \times 10^4$

NG = Nachweisgrenze (entspricht 50 KBE/g)

Die Beurteilung der Konzentration und Zusammensetzung von Schimmelpilzsporen in der Innenraumluft dient vor allem dem Auffinden von nicht sichtbaren (verdeckten) Schimmelquellen.

Eine quantitative Expositions- und Risikoabschätzung ist nicht möglich und die Ableitung von gesundheitlich begründeten Richt- oder Grenzwerten ist auch in naher Zukunft nicht zu erwarten.

Bei gesundheitlichen Fragestellungen kann es in Einzelfällen sinnvoll sein, spezielle Methoden zum Nachweis bestimmter Schimmelpilzarten anzuwenden (bspw. durch Anzucht bei 36° C für fakultativ infektiöse Arten).

Die nachfolgend dargestellten Bewertungshilfen werden mit dem Ziel angewendet, die Wahrscheinlichkeit des Vorliegens eines versteckten oder nicht sichtbaren Schimmelbefalls zu ermitteln.

Als Bewertungs- und Orientierungshilfe bei Schimmelpilzbestimmungen in der Innenraumluft können die unten angegebenen drei Bereiche dienen (siehe Tab. 14 und 15).

- der Bereich der Hintergrundbelastung für wichtige Schimmelpilzgattungen oder Schimmelpilzarten,
- ein Übergangsbereich, innerhalb dessen erhöhte Konzentrationen bestimmter Schimmelpilzgattungen oder Schimmelpilzarten vorliegen, die möglicherweise auf Innenraumquellen hinweisen,
- ein Bereich mit Konzentrationen, die diesen Übergangsbereich überschreiten und mit hoher Wahrscheinlichkeit auf eine Innenraumquelle hinweisen.

Wichtig ist, dass nicht alle Situationen mit dem vorgeschlagenen Schema bewertet werden können. Eine schematische Herangehensweise ausschließlich nach den Tabellen 14 und 15 ist problematisch. So kann z.B. die Bewertung einer Luftprobe im Spätherbst schwierig sein, wenn sich der Sporengehalt der Außenluft in kurzer Zeit stark verringert (Oktober-November mit kalter und feuchter Witterung). In diesem Zeitraum können aus der Außenluft stammende, sedimentierte Sporen das Ergebnis einer im Innenraum gezogenen Luftprobe stark beeinflussen (falls diese vor oder während einer Probenahme aufgewirbelt werden) und im Verhältnis zur Außenluft eine Belastung der Innenluft vortäuschen. Umgekehrt können auch ungewöhnlich belastete Außenluftproben eine Interpretation der Ergebnisse erschweren. Die Anwendung der Tabellen setzt daher einen hohen Sachverstand voraus.

Zur Beurteilung von Bakterien generell oder Aktinomyzeten in der Innenraumluft gibt es bisher keine einheitliche Vorgehensweise.

3.6 UBA Sanierungsempfehlungen

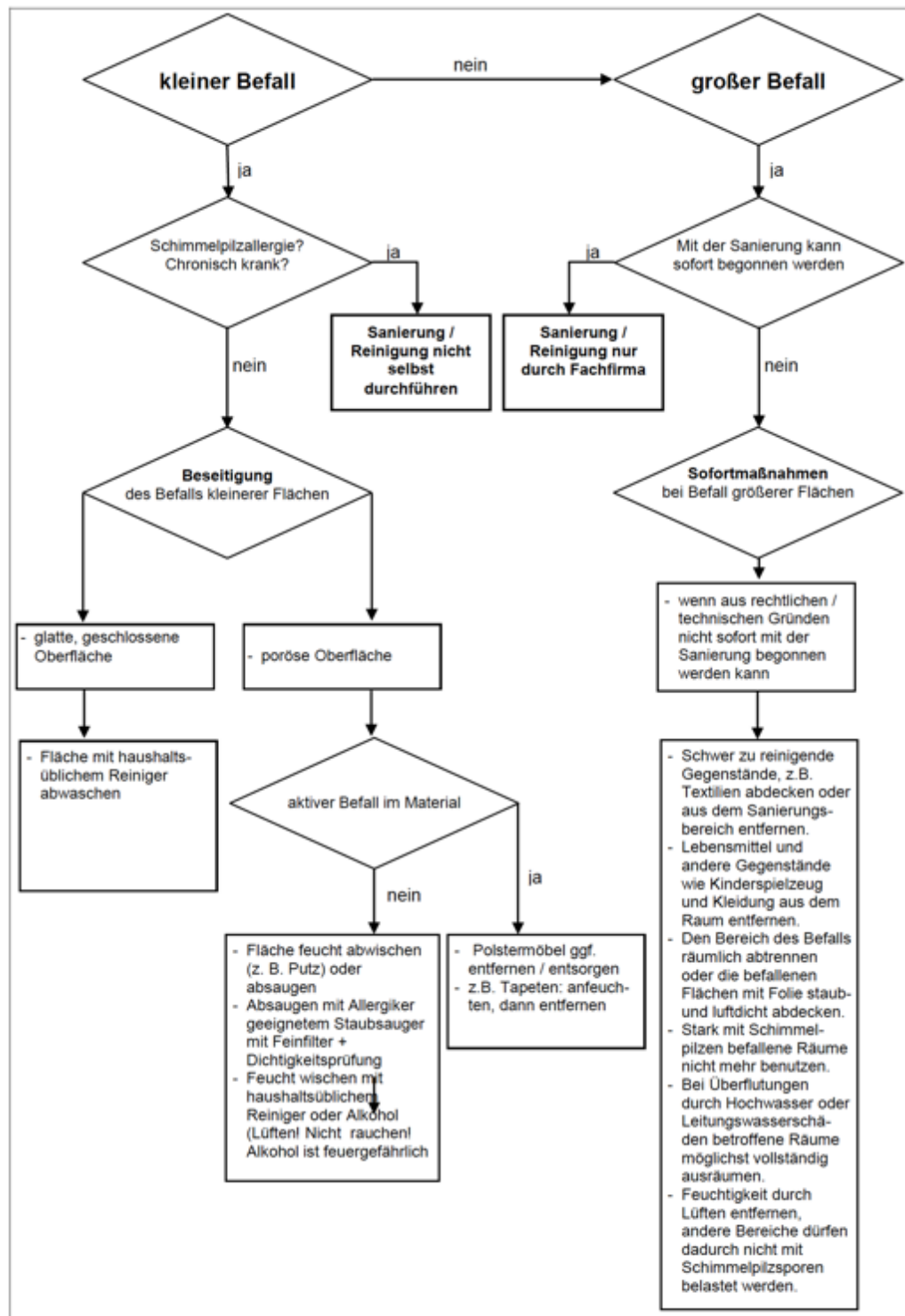


Abbildung 21: Vorgehensweise (Ablaufschema) bei der Beseitigung von Schimmelbefall bei kleineren und größeren Schäden, Erklärungen im Text

Die zu ergreifenden Schutzmaßnahmen richten sich nach der ermittelten Gefährdungsklasse.

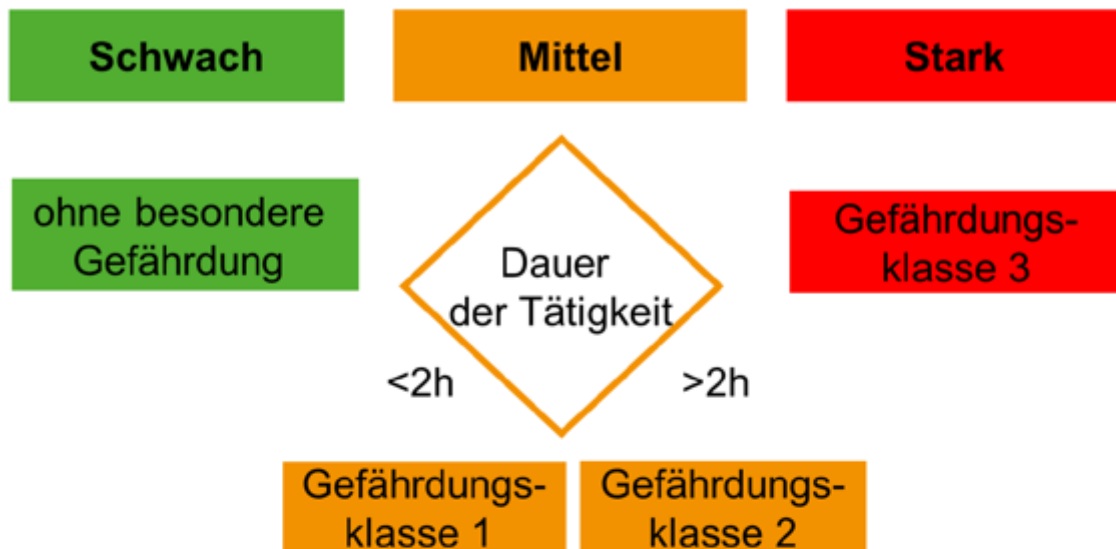


Abbildung 22: Zuordnung der Tätigkeiten zu einer Gefährdungsklasse in Abhängigkeit von der zu erwartenden Sporenkonzentration und der Dauer der Exposition (DGUV-Information 201-028)

Auswahl geeigneter Schutzmaßnahmen

Bei den Tätigkeiten der Beschäftigten sind stets die grundlegenden Maßnahmen der Technischen Regeln für Biologische Arbeitsstoffe (TRBA) 500 umzusetzen. Diese umfassen neben Maßnahmen der persönlichen Körperhygiene auch technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen zur Verringerung der Exposition. Zu den grundlegenden technischen Maßnahmen zählen:

- Anwendung staubarmer Arbeitsverfahren
- Befeuchten der befallenen Oberflächen vor dem Abtrag
- Verwendung von Maschinen und Geräten mit integrierter Absaugung
- Raumluftechnische Maßnahmen
- Reinigung der Sanierungsbereiche mit Staubsaugern der Staubklasse H
- Waschgelegenheit bereitstellen

Abhängig von der ermittelten Gefährdungsklasse werden folgende Schutzmaßnahmen erforderlich (siehe Abb. 23).

Maßnahmen	Gefährdungs- klasse 1	Gefährdungs- klasse 2	Gefährdungs- klasse 3
Abtrennung des Arbeitsbereiches	-	Staubdichte Abtrennung, ggf. Übergangsbereich/ Personenschleuse	Schwarz-Weiß-Trennung mit Personenschleuse
Lüftung	-	ggf. technische Lüftung	technische Lüftung
Atemschutz	-	Halbmaske mit P2-Filter	gebläseunterstützte Hauben oder Masken mit P3-Filter
Augenschutz	bei Spritzwasserbildung oder Arbeiten über Kopf		immer erforderlich
Schutzanzug	-	staubdichter Schutzanzug	staubdichter Schutzanzug
Handschutz	flüssigkeitsdichte Handschuhe, z.B. aus Nitril		

Abbildung 23: Schutzmaßnahmen abhängig von der Gefährdungsklasse

Sofortmaßnahmen können sein:

- Information der Betroffenen
- Aufenthaltsdauer beschränken
- Nutzung aussetzen und verunreinigte Räume abschotten, Fugen an Türen mit Klebeband abkleben (Kennzeichnen der Räume als "Zutritt verboten")
- Verschleppen mikrobieller Partikel und Stäube vermeiden und daher besiedelte Gegenstände vor Ort belassen oder verpackt entsorgen
- Befall abschotten durch (vorübergehende) dichte Abdeckung mit Folie
- Befall binden (Überstreichen mit Farben/Lacken als Übergangsmaßnahme)
- verunreinigte, nicht mikrobiell besiedelte Gegenstände, die aus den Räumen geholt werden, reinigen.
- Luftreiniger oder Lüftungsmaßnahmen, dabei ist eine Verschleppung / Gefährdung Dritter zu vermeiden

INFOBOX

Trocknungsverfahren

Mit einem **Kondensationstrockner** ist eine Entfeuchtung der Raumluft mit Hilfe einer Kältemaschine möglich: Die Raumluft wird angesaugt und durch einen kalten Wärmetauscher geleitet. Die Luft kühlt unter den Taupunkt ab, die enthaltene Luftfeuchte kondensiert teilweise am Wärmetauscher und tropft in einen Auffangbehälter oder wird über einen Schlauch abgeführt. Anschließend wird die Raumluft wieder auf ihre ursprüngliche Temperatur erwärmt. Der Raum muss dabei geschlossen bleiben.

Der **Adsorptionstrockner** entzieht der Raumluft mit einem Sorptionsrotor die Feuchtigkeit. Die Raumluft wird durch eine Trommel mit einer wabenförmigen Struktur geleitet. Diese Struktur ist mit feuchteaufnehmenden Substanzen beschichtet, die der vorbeiströmenden Luft die Feuchtigkeit entziehen. Die Trommel dreht weiter in einem (elektrisch) beheizten Bereich. Die Wärmeenergie treibt die Feuchtigkeit aus, die dann durch einen zweiten Luftstrom (Sekundärluftstrom) nach außen abgeführt wird. Daher ist eine Raumöffnung erforderlich (unter Baustellenbedingungen häufig gekipptes Fenster), so dass Außenluft nachströmt. Dadurch kann - je nach Witterungsbedingungen - die Trocknung verzögert werden.

Mit **Infrarot-Strahlern** oder **Wärmeplatten** kann eine Beschleunigung des Trocknungsprozesses in feuchten Wänden bzw. Mauerwerken mit hoher Porosität erreicht werden. Durch die abgegebene Wärmestrahlung wird die Oberfläche erhitzt und somit ein Transport der Feuchte durch Diffusion erreicht.

Trocknung von Räumen und Wänden

Räume können durch die Aufstellung von Kondensationstrocknern entfeuchtet werden. Ein schnelleren Trocknungseffekt erzielt man bei stark durchfeuchteten Wänden und Mauerwerken, wenn Verkleidungen und Putzschichten entfernt worden sind. Oft ist dies ohnehin erforderlich, wenn dieser bereits mürbe oder mikrobiell befallen ist, sich Salze ausgebildet haben oder die Oberfläche mit diffusionshemmendem Anstrichen versehen wurde. Denn hierdurch liegt eine Blockade der Feuchteabgabe vor.

Sind Wände nur partiell, auf kleineren Flächen durchfeuchtet, können diese z.B. mit Folien eingekapselt und vom restlichen Raum abgetrennt werden oder durch eine Tiefenbestrahlung ausgetrocknet werden, um die Entfeuchtung auf den Schadensbereich zu konzentrieren. Eine weitere Möglichkeit ist die gezielte lokale Bauteilerwärmung mit Infrarotstrahlen, um die Entfeuchtung auf den Schadensbereich zu konzentrieren.

Trocknung von Bodenkonstruktionen und Hohlräumen

Sind Bodenkonstruktionen ohne Trittschall- und Wärmedämmschichten, sog. Verbundestriche, stark durchnässt, kann die Feuchtigkeit nur durch Entzug über Diffusionsvorgänge erfolgen.

Eine Verzögerung oder gar Verhinderung dieser Wasserdampftransportprozesse wird durch dichte Oberbeläge verursacht. Diffusionsdichte Versiegelungen, Anstriche oder verklebte Beläge (z.B. aus PVC) sind daher zuvor auszubauen bzw. zu entfernen.

INFOBOX

Trocknungsverfahren Fortsetzung

Spezielle Trocknungsverfahren sind bei **Fußbodenkonstruktionen** mit darunter liegenden Hohlräumen und Dämmschichten anzuwenden. Vor Durchführung von Trocknungsmaßnahmen ist durch Öffnung der Fußbodenkonstruktion und ggf. mikrobiellen Untersuchungen an einzelnen Stellen zu prüfen, ob mit Schimmelpilzen befallene Schüttungen und Bodenfüllungen (Trittschalldämmungen etc.) entfernt werden müssen oder ob sie im Baukörper verbleiben können. Die technische Trocknung von Fußböden mit Trittschall- und Wärmedämmschichten kann mit drei Verfahren durchgeführt werden.

Beim **Druckverfahren** wird die im Bautrockner getrocknete Luft mittels eines Seitenkanalverdichters über Einblasöffnungen (z.B. über Randfugen oder Bohrungen im Estrich) unter den Estrich in die Trittschalldämmung geblasen. Die trockene Luft reichert sich mit Feuchtigkeit aus den Baumaterialien an, gelangt über Austrittsöffnungen in den Raum und muss anschließend dort abgeführt werden. Dieses Verfahren sollte nur dann eingesetzt werden, wenn die Räume nicht benutzt werden (bspw. im Rohbau).

Beim **Saugverfahren** wird die Raumluft mittels eines Adsorptionstrockners getrocknet und über die Randfugen bzw. Einblasöffnungen unter den Estrich herausgesaugt. Diese trockene Luft nimmt die Feuchtigkeit aus der Trittschalldämmung beim Hindurchströmen mit. Die in der abgesaugten Luft vorhandenen mikrobiellen Bestandteile werden direkt nach außen geleitet oder über einen nachgeschalteten Filter gefiltert.

Beim **Saug-/Druckverfahren** wird wie beim saugenden Verfahren die Luft durch Öffnungen unter dem Estrich angesaugt. Parallel dazu wird getrocknete Luft unter Druck in die Trittschalldämmung eingeblasen. Der Saug-Volumenstrom muss bei diesem Verfahren größer sein als der Druck-Volumenstrom.

Die Beseitigung von Durchfeuchtungen unter schwimmenden Estrichen oder in Hohlräumen von Bodenkonstruktionen – und dort verbauter Dämmstoffe – hat in benutzten Räumen im Saugverfahren oder im kombinierten Saug- / Druckverfahren mit Wasserabscheidung und unter Einsatz von HEPA-Filtern zu erfolgen. Dies gilt nicht nur bei Verdacht auf mikrobiellen Befall (selbst wenn sich dieser nur im Bereich der Randfugen zeigt), sondern auch um Stäube, Fasern etc. nicht an die Umgebung zu verteilen. Schimmelpilzbefall ist vor der Installation und Inbetriebnahme der Trocknungsgeräte fachgerecht zu beseitigen.

Damit keine Sporen und andere Bestandteile eines mikrobiellen Befalls in die Dämmschichten und Hohlräume eingesaugt werden, sind mikrobielle Bestandteile zunächst im Randbereich sorgfältig zu entfernen.

Nach erfolgter Trocknung sind die Fußbodenöffnungen, Einblasöffnungen und Randfugen wieder zu verschließen.

6.2.7 Feinreinigung nach der Schimmelsanierung

Durch die Schimmelsanierung werden mikrobiell belastete Stäube in die Raumluft freigesetzt, die in der Regel auch zu einer Verunreinigung der Raumbooberflächen führen. Daher ist in jedem Fall eine abschließende sorgfältige Feinreinigung durchzuführen. Ziel der Feinreinigung ist die weitestgehende Entfernung sämtlicher Feinstäube, Schimmelbestandteile und sonstiger mikrobieller Partikel, unabhängig davon, ob sie noch keimfähig oder bereits abgestorben sind. Bei einer sorgfältigen Feinreinigung ist der Einsatz von Bioziden nicht erforderlich, da die Schimmelbestandteile mechanisch entfernt werden.

Eine Feinreinigung der Oberflächen ist nach den eigentlichen Schimmelsanierungsarbeiten vor dem Wiederaufbau erforderlich.

Abschottungen, Zugangsbereiche (z.B. Personenschleusen) und ggf. angrenzende Bereiche sind hierbei zu berücksichtigen. Ziel der Feinreinigung ist die weitestgehende Entfernung sämtlicher Feinstäube, Schimmelbestandteile und sonstiger mikrobieller Partikel, unabhängig davon, ob die Mikroorganismen noch lebensfähig oder bereits abgestorben sind.

Überzogene Maßnahmen sind dabei zu vermeiden. In der Praxis werden als "Feinreinigung" häufig sehr kostenintensive Maßnahmen angeboten, die in der Regel weit über das Ziel hinausgehen. Im Zweifelsfall sollten die Angebote durch erfahrene und qualifizierte Sachverständige geprüft werden.

Eine nochmalige Feinreinigung nach dem Wiederaufbau ist nur dann erforderlich, wenn mit mikrobiellen Partikeln verunreinigte Gegenstände wie Möbel oder Bücher oder bspw. verunreinigter Baustaub in die Räume eingebracht wurden (siehe Kap. 6.4).

Vom Einsatz von Bioziden zum Abtöten der Mikroorganismen vor dem Rückbau oder vor der Feinreinigung sowie von der Vernebelung Biozid-wirksamer Mittel zur Behandlung der Raumluft **ist abzuraten**. Nur in speziellen und begründeten Sonderfällen kann die Verwendung von Bioziden sinnvoll sein (siehe Kap. 6.3).

Wichtig ist die Ausrüstung des verwendeten Staubsaugers mit einem hochabscheidenden Filter, damit die aufgenommen Feinstäube, Partikel und Schimmelpilzsporen nicht wieder aus dem Gerät entweichen können. Diese Sicherheitssauger entsprechen der DIN EN 60335-2-69.

Wichtige Aspekte für eine erfolgreiche Feinreinigung sind:

- Es ist darauf zu achten, dass die Feinreinigung vor Abbau der Abschottungen und Schleusen erfolgt und diese Schutzvorrichtungen ebenfalls, am besten durch feuchtes Abwischen (durch die statische Aufladung von Folien besteht die Möglichkeit einer Anhaftung mikrobiell belasteter Stäube), mit gereinigt werden. Erst nach erfolgreicher Feinreinigung sollen installierte Abschottungen gegen unbelastete Bereiche demontiert werden.
- Zur Reinigung aller glatten Oberflächen (z. B. Fenster, Türen, etc.) ist ein feuchtes Abwischen mit mehrfach frisch ausgetauschtem Wasser und unter Zusatz einer Seifenlauge bzw. eines Haushaltsreinigers durchzuführen.

- Alle übrigen Raumbooberflächen (Böden, Decken, Wände, Fugen, etc.) sind mit einem Industriestaubsauger der Staubklasse H mehrfach abzusaugen. Dies geschieht am effektivsten durch erstes Absaugen aller horizontalen Oberflächen (Böden), sowie im Anschluss aller Oberflächen von oben nach unten (Decken, Wände und nochmals der Böden) und in Richtung der Zugangsbereiche bzw. mit dem Luftstrom.
- Bei der Feinreinigung nach der Entfernung des befallenen Materials ist zwar sorgfältig zu arbeiten, aber überzogene Maßnahmen sind zu vermeiden. In der Praxis werden häufig sehr kostenintensive Maßnahmen angeboten, die in der Regel weit über das Ziel hinausgehen. Im Zweifelsfall sollten die Angebote durch erfahrene und qualifizierte Sachverständige geprüft werden. Die Entfernung staubförmiger lose anhaftender Ablagerungen von Oberflächen erfordert die empfohlenen Maßnahmen, wie feucht Abwischen und gründlich Absaugen in der richtigen Reihenfolge. Zu sehr guten Ergebnissen gelangt man bei großen Schäden wenn während der Feinreinigung Restaufwirbelungen mittels Lüften, Unterdruckanlage, in Sonderfällen auch mit Hochleistungs-Luftreinigern reduziert wird. Jedoch sind darüber hinaus gehende Maßnahmen wie zusätzliche Biozid-Vernebelung oder Flächendesinfektion, wie auch der Einsatz spezieller Techniken zur Oberflächenbehandlung nicht notwendig.

6.2.8 Kontrolle des Sanierungserfolges, Abnahme des Bauwerks

Nach Abschluss der Schimmelsanierungsarbeiten sollte vor Abbau von Staubschutzwänden, Schleusen und anderen Abschottungen der Erfolg der Maßnahmen kontrolliert und dokumentiert werden.

Die erfolgreiche Ursachenbeseitigung muss durch Inspektion festgestellt werden, ggf. begleitet mit speziellen Messungen. Je nach Ursache sind entsprechende Fachleute hinzuzuziehen, die in der Lage sind, das Werk fachmännisch zu überprüfen, wie erfolgte Abdichtungen im Gebäude, neu installierte Wärmedämmung, das Instandsetzen von Rohrleitungen, Dächern, Fassaden etc..

War die technische Trocknung eine im Rahmen der Sanierung zu erbringende Leistung, sind qualifizierte Messungen zur Feststellung des Trocknungsergebnisses durchzuführen, zu bewerten und zu dokumentieren, siehe hierzu Vorgaben im WTA-Merkblatt 2016).

Der Materialrückbau kann nur durch Inaugenscheinnahme kontrolliert werden. Es kann nach der Sanierung zur Überprüfung der beauftragten Leistung nicht das Schadensausmaß ermittelt werden; dieses muss vor Beginn, spätestens während der Schimmelsanierungsarbeiten geschehen. Kontrolliert werden muss, ob der ausführende Sanierungsfachbetrieb das Material laut Auftrag demontiert hat, z.B.: Wurde der Wandputz bis zu einer bestimmten Höhe abgetragen? Wurden alle Reste der befallenen Gipskartonplatten in einem Raum komplett begutachtet und entfernt? Wurde die Tapete von der Außenwand entfernt? Zeigt sich nach Rückbau, dass der Schaden über das im Auftrag vereinbarte Maß hinausgeht, ist der Auftrag entsprechend zu erweitern (sog. Nachtragsauftrag).

Fachlich anspruchsvoll ist insbesondere die Aufgabe, die erfolgreiche Feinreinigung zu kontrollieren und zu dokumentieren. Materialproben auf Mikroorganismen zu analysieren ist keine Option, da das befallene Material vor der Reinigung demontiert wurde und deshalb kein befallenes Material mehr vorhanden sein darf.

Oberflächenproben mittels Abklatschplatten oder Folienkontaktpollen erfassen jeweils nur einen sehr geringen Teil der zu reinigenden Flächen. Für eine repräsentative Aussage wären viele Stellen zu beproben, was aus wirtschaftlicher Sicht jedoch meist nicht möglich ist.

Bewährt hat sich in der Praxis bei nicht geringfügigen Schäden daher folgende Vorgehensweise:

- Zunächst eine optische Kontrolle unterstützt mit Wischproben (Stoffhandschuh, Wischtuch), um zu prüfen, ob noch relevante Staubablagerungen vorhanden sind.
- Ergibt die optische Kontrolle, dass noch nennenswerte Staubablagerungen vorhanden sind, muss nochmals gereinigt werden. Sind keine auffälligen Staubablagerungen erkennbar, wird eine Gesamtsporenmessung nach DIN ISO 16000 Teil 20 durch unabhängige, dazu befugte Institutionen durchgeführt (frühestens 12 Stunden, maximal 48 Stunden nach Beendigung der Feinreinigung).
- Nach der Luftmessung im „Ruhezustand“ werden die Oberflächen mit einem Ventilator angeblasen und hierdurch sedimentierte Sporen mobilisiert, d.h. in die Raumluft transportiert. Nach einer Wartezeit von 10 Minuten wird erneut eine Gesamtsporenmessung der Raumluft durchgeführt.
- Vorteile der Gesamtsporenmessung vor und nach Mobilisierung ist, dass die Ergebnisse nach wenigen Tagen vorliegen, die vorhandenen Staubablagerungen flächig erfasst und Störungen durch andere Parameter erkannt werden können.
- Ziel der Bewertung der Gesamtsporenmessungen als Kontrolle der Feinreinigung ist es nicht, völlig „schimmelpilzfreie“ Räume oder Gebäudeteile herzustellen. Nach Rückbau des Schadens an sich soll nach Feinreinigung eine nicht maßgeblich über die gewöhnliche Hintergrundkonzentration hinausgehende Raumluftbelastung vorliegen und gleichzeitig eine im Bereich der Hintergrundbelastung liegende Verunreinigung von Oberflächen mit sedimentierten mikrobiellen Partikeln.

Detaillierte Angaben, wie die Messungen durchzuführen sind, wann Außenluftmessungen sinnvoll sind und wie die Messergebnisse zu bewerten sind, sind im WTA-Merkblatt „Ziele und Kontrolle von Schimmelsanierungen in Innenräumen“, WTA 2016 zu entnehmen. Messungen sind durch qualifizierte Untersuchungseinrichtungen durchzuführen (siehe Kap. 5.1.3.1).

Die skizzierte Vorgangsweise gibt Hinweise zur Konzentration mikrobieller Bestandteile auf den sichtbaren Oberflächen nach den Schimmelsanierungsmaßnahmen. Allfällig noch vorhandener verdeckter Schimmel bzw. neuerliche Einträge von mikrobiellen Partikeln beim Wiederaufbau können auch mit dieser Methode nicht erfasst werden.

3.7 Materialvorschläge lt. UBA nach der Sanierung

Spezielle Anstriche und Putze:

Da Schimmelpilze bevorzugt in einem bestimmten pH-Bereich wachsen (siehe Kap. 1), kann man durch Silikatfarben, Kalkanstriche und Kalkputze oder andere mineralische Anstriche mit hohem pH-Wert (> 11) erneutem Schimmelbefall vorbeugen, zumindest das Wachstum deutlich hemmen. Der pH-Wert wird dabei so weit in den alkalischen Bereich verschoben, dass ein erneutes Keimwachstum an der Oberfläche reduziert oder sogar unterbunden wird. Allerdings hält diese Wirkung nicht für immer an; Kalkanstriche z.B. müssen bei starkem Feuchteanfall (bspw. im Keller) regelmäßig erneuert werden, u.a. weil sich der pH-Wert durch Neutralisationsreaktionen allmählich verändern kann und Schimmelbefall auf der sich bildenden Staubschicht entsteht. Ein Nachteil von reinen Kalkanstrichen ist zudem, dass diese Farben oft nicht wisch- und abriebfest sind. Besser sind Silikatfarben, die ähnlich wie Kalkfarben durch einen hohen pH-Wert ein erneutes Keimwachstum unterbinden können. In jedem Fall ist abzuklären, ob der Untergrund für die jeweilige Anwendung geeignet ist.

Bei Innenwanddämmungen haben sich dampfdurchlässige Materialien (zum Teil mit hoher Schichtdicke) bewährt, die einen nicht zu vernachlässigenden Dämmeffekt erzielen und selbst auf Grund ihrer hohen Alkalität nicht von Schimmel befallen werden können (bspw. Calcium-Silikatplatten).

Für alle Neuentwicklungen ist es wichtig, dass die Wirksamkeit und Dauerhaftigkeit der vorgegebenen Eignung der Materialien, Mittel und Verfahren wissenschaftlich und im praktischen Einsatz belegt ist. Das Einsatzgebiet muss eindeutig beschrieben werden. Konkrete Anwendungsvorschriften sowie Sicherheitsdatenblätter und Betriebsanweisungen müssen vorliegen.

Bevor möglicherweise neu verputzte Bauteile wieder tapeziert bzw. gestrichen werden, ist darauf zu achten, dass sie zuvor vollständig durchgetrocknet sind. Ebenso ist bei Einbringen neuer Estriche etc. darauf zu achten, dass keine Restbaufeuchte mehr im Estrich und Gebäude verbleibt.

Eine häufig gewählte Alternative zur Entfernung von Estrichen (siehe Kap. 6.2.6) ist die sog. Randfugensanierung mit Entfernen des Randstreifens, biozider Behandlung und Abdichten der Fuge. Sehr selten werden Schäden mit Diffusionsbremsen (Kunststofffolien) oder Diffusionssperren (Alu-Folie) abgeschottet. Eine Randfugensanierung ist dann sinnvoll, wenn tatsächlich nur der Randbereich mikrobiell befallen war oder der Befall in der Bodenkonstruktion sich als nicht gravierend herausstellt, was insbesondere bei Schäden aufgrund von Neubaurestfeuchte sehr häufig der Fall ist.

Erwägt man den Einbau einer dauerhaft dichten Abschottung, muss der Sachverständige folgende Aspekte prüfen und bei der Planung berücksichtigen:

- Es ist sicher zu stellen, dass die Abschottung inklusive Randabdichtung komplett und dauerhaft dicht ausgeführt wird.
- Es darf sich keine neuerliche Feuchtigkeit im abgeschotteten Bereich bilden.
- Bei einer wasserdampfdichten Abschottung kann es sich um einen Eingriff in die Bauphysik des Gebäudes handeln. Es ist zu prüfen, ob dies zu anderen Nachteilen bezüglich Raumklima, Material-Pufferverhalten oder Kondensations-effekten führt.
- Es ist sicherzustellen, dass bei späteren handwerklichen Arbeiten das mikrobiell belastete Bauteil nicht unbedacht geöffnet wird, sondern die ausführenden Handwerker informiert werden, damit diese die gebotene Gefährdungsbeurteilung vornehmen können.
- Der Eigentümer sollte aufgeklärt werden, welche Risiken auch bei mangelfreier Ausführung der Abschottung bestehen.

3.8 Ergebnisauswertung lt. LGA Bad. Württ. - Raumluft

Tab. 3: Median, 95. Perzentil und Maximalwert kultivierbarer Schimmelpilze (KBE/m³)

Schimmelpilze	Winter						Sommer					
	Außenluft			Raumluft			Außenluft			Raumluft		
	Median	95. P	Max	Median	95. P	Max	Median	95. P	Max	Median	95. P	Max
Alternaria spp.	0	10	220	0	5	10	20	80	140	20	60	120
Aureobasidium spp.	0	0	5	0	5	10	0	0	0	0	0	0
Botrytis cinerea	5	20	40	0	5	15	0	20	20	0	11	20
Cladosporium spp.	50	337	1060	20	101	135	980	4155	5600	640	1802	3220
Hefen spp.	5	115	280	5	61	130	20	2000	2000	180	2000	2000
sterile Myzelien	5	80	300	0	20	60	0	20	20	0	20	40
Aspergillus flavus	0	0	0	0	0	0	0	20	40	0	20	60
Aspergillus fumigatus	0	65	100	0	51	540	10	45	100	10	40	100
Emmericella nidulans	0	0	0	0	0	0	10	40	120	10	60	200
Aspergillus niger	0	0	0	0	0	0	0	20	60	0	20	180
Aspergillus ochraceus	0	0	0	0	0	95	0	0	10	0	20	60
Aspergillus penicillioides	0	0	0	0	0	130	0	0	10	0	0	0
Aspergillus restrictus	0	0	60	0	0	120	0	0	0	0	0	20
Aspergillus sydowii	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Aspergillus versicolor	0	0	70	0	80	380	0	20	20	0	40	160
Aspergillus ustus	0	0	0	0	0	0	0	20	40	0	20	40
Aspergillus spp.	8	20	40	10	25	35	0	20	20	0	20	80
Summe Aspergillus	10	81	130	10	207	660	35	109	260	40	200	280
Eurotium amstelodamii	0	2	110	0	0	0	0	0	60	0	20	140
Eurotium herbariorum	0	0	0	0	0	0	0	0	60	0	0	20
Eurotium spp.	10	30	60	5	10	40	0	29	40	0	42	100
Summe Eurotium	10	41	125	5	10	40	10	39	120	0	60	140
Penicillium brevicompactum	0	80	3000	0	40	3000	0	49	120	0	40	260
Penicillium chrysogenum	0	2	355	0	80	430	0	20	60	0	20	60
Penicillium expansum	0	0	1140	0	0	190	0	20	40	0	20	80
Penicillium glabrum	0	0	0	0	0	65	0	0	20	0	20	40
Penicillium olsonii	0	0	55	0	2	60	0	58	80	10	80	906
Penicillium spp.	15	50	60	23	110	460	20	98	400	20	82	840
Summe Penicillium	20	217	3000	40	292	3200	50	160	420	60	262	906
Mucor spp.	0	5	10	0	5	5	0	20	20	0	20	20
Rhizopus spp.	0	5	50	0	5	20	0	20	20	0	20	20
andere Mucorales	0	5	20	0	0	5	0	0	0	0	0	5
Acremonium spp.	0	0	5	0	5	20	0	0	10	0	0	0
Chaetomium spp.	0	0	5	0	5	5	0	0	0	0	0	0
Fusarium spp.	5	40	300	5	10	20	80	200	500	60	162	240
Paecilomyces spp.	0	0	5	0	0	45	0	10	40	0	10	20
Phialophora spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20
Scopulariopsis spp.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stachybotrys chartarum	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0
Engyodontium album	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trichoderma spp.	0	0	20	0	0	5	0	20	20	0	5	20
Wallemia sebi	5	45	1140	5	30	780	0	19	60	0	20	200
andere Spezies	8	26	440	5	20	240	0	20	60	0	20	200

Die Ergebnisse der vom Umweltbundesamt geförderten Studie bestätigen, dass die ursprünglich in diesem Heft abgeleiteten Bewertungsvorschläge sinnvoll sind. Tab. 3 zeigt, dass in der Regel das 95. Perzentil unter dem Bewertungsvorschlag (Hintergrundkonzentrationen) der Kategorie 1 lag. Die festgestellten Konzentrationsschwankungen in der Luft verdeutlichen aber auch, dass eine exakte Trennung zwischen Hintergrundkonzentration und Konzentrationen, die sehr wahrscheinlich durch Schimmelpilzschäden verursacht wurden, nicht möglich ist. Beide Konzentrationsbereiche sind durch einen Übergangsbereich verbunden, in dem sowohl die Konzentrationen erhöhter Hintergrundwerte als auch schwache Schimmelpilzschäden enthalten sind.

BERICHT

Raumlufthuntersuchung

Privatgebäude, Verwaltungsgebäude und Öffentliche Gebäude – Schulen, KiGa etc.



PROBLEMSTELLUNG: Überprüfung des Erfolgs der Schimmelsanierungsmaßnahme im Dachstuhl des

AUFTRAGGEBER:

Verfasser:

Dipl.-Ing. Robert Simon (Holztechnik/Holzbau)

Vorgang	- 3 -
1 Vorbemerkung	- 4 -
1.1 Messziel, Fragestellungen und Vorgehensweise	- 4 -
2 Ergebnis	- 5 -
2.1 Aussichten.....	- 6 -
2.2 Laborergebnisse.....	- 7 -
2.2.1 Probenbezeichnung	- 7 -
2.2.2 Gesamtpartikel	- 7 -
2.2.3 Bewertungshilfe von Luftproben-Gesamtpartikel.....	- 9 -
2.2.4 Luftproben	- 11 -
2.2.5 Analyse der Luftproben.....	- 12 -
2.2.6 Bewertungshilfe für Luftproben	- 14 -
2.3 Messprotokolle	- 16 -
3 Bildnachweis	- 24 -
4 Anlagen	- 26 -
4.1 Wahrscheinlichkeit bzgl. Schadenseinschätzungen/Indizien.....	- 26 -
4.2 Nutzungsklassen für die Beurteilung von Schimmel in Gebäuden	- 27 -
4.3 Ursachenbaum für Schimmelbefall	- 28 -

Vorgang

Auftraggeber:

Ihre Auftragserteilung:

Siehe Auftraggeber

Auftragsnummer:

Gem. AN.Nr. #16086

Durchführung:

Meßplanung, Messtechnik, Bericht
Robert Simon, Dipl.-Ing.

Fragestellung:

War die Schimmelsanierung des Dachstuhls erfolgreich?

Labor – Analytik:

Biolytiqs

Termin:

31.5-01.6.2016 (über Mitternacht)

Anwesende-Ortstermin:

Herr Kempf, Messingenieur: Robert Simon

Ort:

1 Vorbemerkung

Der Verfasser ist als Dipl. Ing Holztechnik und Holzbau, sowie als Bausachverständiger kdR vor allem in den Bereichen der Meßtechnik, sowie der Bauteil- und Produkteinschätzung tätig. Des weiteren wirkt er aktiv als Mitglied des CEN TC 351 WG2 an der Erarbeitung aktueller Europäischer Normen in den Bereichen „Emissionen aus Baustoffen“ mit. Darüber hinaus ist er als Vorstandsmitglied und AK Leiter „Raumgesundheit“ in der Deutschen Gesellschaft für Umwelt und Humantoxikologie e.V. (DGUHT.e.V.) auch im gemeinnützigen Bereich für das Thema „Innenraumhygiene“ engagiert.

1.1 Messziel, Fragestellungen und Vorgehensweise

Ziel der Messung war die Qualität der Schimmelsanierungsmaßnahme in dem Objekt zu überprüfen (Schimmelfreimessung).

In dem genannten Objekt wurde im Kaltdachbereich ein Schimmelbefall entdeckt. Dieser wurde nach den Vorgaben des IQUH (Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene, Weikersheim) saniert.

Die zu messenden Räume- im Kaltdach zwei Messstellen und im Foyer OG eine Messstelle- wurden gemäß den Richtlinien zur Messraumvorbereitung des IQUH's durch die vorbereitet.

Dabei wurde im Foyer eine Feinreinigung durchgeführt. Da das Kaltdach durch das aufgebrachte Weißkalkhydrat nicht feucht gereinigt werden konnte, wurden die Altimmissionen durch einen Raumluftfilter (HEPA Filter) entfernt.

Die Zu- und Abluftöffnungen im Kaltdach wurden durch Klebebänder abgedichtet, sodass kein nennenswerter Luftaustausch stattfinden konnte.

Nach Fertigstellung der Reinigungsmaßnahmen wurden die Messräume für 8 Stunden verschlossen.

Der Messingenieur sowie der Bauleiter waren bei der Messung im Foyer OG anwesend. Dabei wurden erst im Foyer Staubschutzanzüge angezogen. Die sich im Foyer befindliche Küche wurde zwar nebelfeucht gereinigt, jedoch lag noch ein benutzter Spüllappen offen auf der Spüle. Ebenso befanden sich Küchenabfälle im Abfalleimer in der Küche.

Die zu messenden Räume wurden von außen sichtbar gekennzeichnet (Zutritt verboten) und abgeschlossen, so dass angenommen werden kann, dass während der Verschlusszeit die Räume nicht betreten wurden.

Es wurden insgesamt 4 Messungen durchgeführt. Dabei wurden je 100l Luftvolumen auf MEA, DG10 und PS 30 (Spur 2) gezogen.

2 Ergebnis

Ort	Luftprobe (MEA, DG18)	Gesamtpartikel (PS30)	
Außen	Entsprechend den Ergebnissen der Bestimmung und Anzüchtung von Schimmelpilzen gibt es keine Auffälligkeiten in Gattung und Art der Schimmelpilze in der Außenluft. Es handelt sich um ein normales jahreszeittypisches und temperaturbedingtes Bild.	20.140 6.784 2.332 8.056 424 30	Basidiosporen Ascosporen Cluster (1) <i>Cladosporium</i> <i>Cladosporium</i> sonstige Sporen Typ <i>Alternaria</i> <i>Ulocladium</i> °
		GESAMT 35434 plus	
OG Foyer	Die Menge der nachgewiesenen Keime liegt in der Innenluft unter der Außenluftmenge. Entsprechend den Ergebnissen der Bestimmung und Anzüchtung von Schimmelpilzen unterscheidet sich die Innenluftflora nicht auffällig von der Außenluftflora.	424 318 530 212 106 318	Basidiosporen Ascosporen <i>Cladosporium</i> Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> ° Myzelbruchstücke sonstige Sporen
		Gesamt 1802 plus	
DG1	Entsprechend den Ergebnissen der Bestimmung und Anzüchtung von Schimmelpilzen ist die Menge der nachgewiesenen Keime in der Innenluft unter der Außenluftmenge. Das Innenluftspektrum bzw. die Keimflora unterscheidet sich durch den Nachweis von <i>Penicillium</i> sp. vom Außenluftspektrum.	212 106 106	Basidiosporen Ascosporen Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> °
		Gesamt 424	
DG2	Entsprechend den Ergebnissen der Bestimmung und Anzüchtung von Schimmelpilzen ist die Menge der nachgewiesenen Keime in der Innenluft unter der Außenluftmenge. Das Innenluftspektrum bzw. die Keimflora unterscheidet sich durch den Nachweis von <i>Penicillium</i> sp. vom Außenluftspektrum.	424	Basidiosporen
		Gesamt 424	

Zwar wurden im DG1 und DG2 (Kaltdach) geringe Mengen an Arten der Gattung *Penicillium* sp. nachgewiesen, jedoch muss dabei beachtet werden, dass die Nährböden der Außenprobe so überladen waren, dass die Koloniezahl nicht eindeutig bestimmt werden konnte, Achtung: dadurch können andere Kolonien am Wachstum gehindert werden.

Im Foyer OG wurden keine *Penicillium* sp. Gattungen gefunden. Eine plausible Erklärung hierfür ist, dass im Foyer zuvor eine Feinreinigung (nebelfeucht) stattgefunden hat. Im Kaltdach hingegen eine Reinigung über einen Luftfilter.

2.1 Aussichten

Aus den gewonnenen Ergebnissen der Messungen kann mit höchster Sicherheit ein Erfolg der Sanierungsmaßnahmen angenommen werden.

Der Erfolg der Sanierung basiert auf der basischen (PH-Wert) Wirkung des Kalkes. „Allerdings hält diese Wirkung nicht für immer an.“¹

Der Autor empfiehlt im Rahmen des standardmäßigen Facility Managements, das Kaltdach visuell und olfaktorisch auf Schimmelreinheit zu prüfen. Sollte hierbei nichts Auffälliges bemerkt werden sind vorerst keine weiteren Maßnahmen nötig.

Des weiteren sollten alle 12 Monate der PH-Wert des Kalkes überprüft werden um dessen Alkalität einzustufen. Bei Fragen hierzu sprechen Sie uns an.

Außerdem wäre ein Raumklima Datenlogger empfehlenswert, welcher die Temperatur und Luftfeuchtedaten im Kaltdach permanent dokumentiert. Somit kann man bei kritischen Feuchtwerten schnell entsprechend gegensteuern um erneute schimmelbegünstigende Klimatas zu korrigieren.

Marktheidenfeld, den 22.06.2016

.....
Dipl. Ing (FH) HT Robert Simon
Bausachverständiger kdR,

¹ Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen, S51-52, UBA

2.2 Laborergebnisse

2.2.1 Probenbezeichnung

Pos.	Anzahl	Probenart	Entnahmeort		Int. Probennummer
1	4	Partikelsammlung gesamt	OT I Spur 2	Außen	1606_1088.1
			OT II Spur 2	DG 1	1606_1088.2
			OT III Spur 2	DG 2	1606_1088.3
			OT IV Spur 2	OG Foyer	1606_1088.4
2	4	Luftprobe	Außen		1606_1088.5
			DG1		1606_1088.6
			DG2		1606_1088.7
			OG Foyer		1606_1088.8

2.2.2 Gesamtpartikel

Die Objektträger der Gesamtpartikelsammlungen wurden 1 Stunde mit Lactophenolblau angefärbt und mikroskopisch mit einer 1000fachen Vergrößerung untersucht.

Probeort	Proben- bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
Außen			
OT I Spur 2	1606_1088.1	20.140 <i>Basidiosporen</i> 6.784 <i>Ascosporen</i> 2.332 Cluster (1) <i>Cladosporium</i> 8.056 <i>Cladosporium</i> 424 sonstige Sporen 30 Typ <i>Alternaria</i> / <i>Ulocladium</i> °	Partikelkonzentration (keine Pilze): niedrig Hautschuppen- konzentration: Ø Insektenteile: 20 / m ³ Luft Fasern: 60 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	35.434 plus 2.332 aus Clustern (1)	150 Pollen/ m ³ Luft

Probeort	Proben-bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
DG 1			
OT II Spur 2	1606_1088.2	212 <i>Basidiosporen</i> 106 <i>Ascosporen</i> 106 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> °	Partikelkonzentration (keine Pilze): sehr niedrig Hautschuppen- konzentration: sehr niedrig Fasern: 10 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	424	

Probeort	Proben-bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
DG 2			
OT III Spur 2	1606_1088.3	424 <i>Basidiosporen</i>	Partikelkonzentration (keine Pilze): niedrig Hautschuppen- konzentration: niedrig Fasern: 70 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	424	

Probeort	Proben- bezeichnung	Sporen/m ³ Luft* (qualitativ)	Sonstiges/ Bemerkungen pro m ³
OG Foyer			
OT IV Spur 2	1606_1088.4	424 <i>Basidiosporen</i> 318 <i>Ascosporen</i> 530 <i>Cladosporium</i> 212 Typ <i>Aspergillus/Penicillium</i> [°] 106 Myzelbruchstücke 318 sonstige Sporen	Partikelkonzentration (keine Pilze): niedrig Hautschuppen- konzentration: niedrig Bakterienaggregate: 424 / m ³ Luft Fasern: 120 / m ³ Luft
	Pilzsporen Gesamtzahl/m ³	1.802 plus 106 Myzelbruchstücke	10 Pollen/ m ³ Luft

* berechneter Wert ausgehend von 100L Probenahmenvolumen

° mangels charakteristischer morphologischer Merkmale nicht genau bestimmbar und zu unterscheiden

2.2.3 Bewertungshilfe von Luftproben-Gesamtpartikel

Quelle: UBA, Leitfaden zur Ursachensuche und Sanierung bei Schimmelpilzwachstum in Innenräumen („Schimmelpilzsanierungs-Leitfaden“); 2005

Die sechs Zeilen der Tabelle sind nicht als eigenständige Kriterien gedacht, sondern sind in einer umfassenden Auswertung gemeinsam zu betrachten. Die nachfolgenden Angaben beziehen sich auf Luftproben, die unter normalen Bedingungen gezogen wurden (keine gezielte Staubaufwirbelung).

Gesamtpilzsporen Holbach Objektträger (C-1.2.5)	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ^{1) 3)}	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Sporentypen, die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen z.B. Typ <i>Ascosporen</i> , Typ <i>Alternaria Ulocladium</i> , Typ <i>Basidiosporen</i> , <i>Cladosporium spp.</i>	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft nicht über dem 1 bis 1,2 fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1 (+0,2)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft nicht über dem 1,6 ($\pm 0,4$) – fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} \leq A_{typ A} \times 1,6 (+0,4)$	Wenn die Summe eines Sporentyps in der Innenluft über dem 2-fachen der Außenluft liegt $I_{typ A} > A_{typ A} \times 2$
Typ <i>Penicillium/Aspergillus</i>	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft für den Sporentyp <i>Penicillium/Aspergillus</i> nicht über 300 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft für den Sporentyp <i>Penicillium/Aspergillus</i> nicht über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} \leq A_{\Sigma P+A} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft für den Sporentyp <i>Penicillium/Aspergillus</i> über 800 liegt $I_{\Sigma P+A} > A_{\Sigma P+A} + 800$
Typ <i>Chaetomium</i>	Wenn in der Innenluft nicht mehr <i>Chaetomium</i> sporen als in der Außenluft vorliegen $I_{Chaetomium} \leq A_{Chaetomium}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der <i>Chaetomium</i> sporen nicht über 20 liegt $I_{Chaetomium} \leq A_{Chaetomium} + 20$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der <i>Chaetomium</i> sporen über 20 liegt $I_{Chaetomium} > A_{Chaetomium} + 20$
Typ <i>Stachybotrys</i>	Wenn in der Innenraumlufte nicht mehr <i>Stachybotrys</i> sporen als in der Außenluft vorliegen $I_{Stachy} \leq A_{Stachy}$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der <i>Stachybotrys</i> sporen nicht über 10 liegt $I_{Stachy} \leq A_{Stachy} + 10$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der <i>Stachybotrys</i> sporen über 10 liegt $I_{Stachy} > A_{Stachy} + 10$
diverse Pilzsporen, die nicht dem Typ <i>Basidiosporen</i> oder <i>Ascosporen</i> angehören	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 400 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 400$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der diversen Pilzsporen nicht über 800 liegt $I_{divers} \leq A_{divers} + 800$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der diversen Pilzsporen 800 übersteigt $I_{divers} > A_{divers} + 800$
Myzelstücke	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Myzelstücke nicht über 150 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 150$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Myzelstücke nicht über 300 liegt $I_{Myzel} \leq A_{Myzel} + 300$	Wenn die Differenz zwischen Innenraumlufte und Außenluft der Myzelstücke 300 übersteigt $I_{Myzel} > A_{Myzel} + 300$

1) Indiz für Quellensuche

2) Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

3) Bei einer geringen Sporenkonzentration (Indiz für Quellensuche) kann eine Beurteilung nur in Kombination mit einer Luftkeimsammlung erfolgen

A

Konzentration in der Außenluft in Anzahl Sporen/m³

I

Konzentration in der Innenraumlufte in Anzahl Sporen/m³

typ A

Sporen die in der Außenluft erhöhte Konzentrationen erreichen wie z.B. *Ascosporen*, *Alternaria/Ulocladium*, *Basidiosporen*, *Cladosporium sp.*

ΣP+A

Summe der Sporen vom Typ *Penicillium* und *Aspergillus*

Chaetom

Summe der Sporen vom Typ *Chaetomium sp.*

Stachy

Summe der Sporen vom Typ *Stachybotrys chartarum*

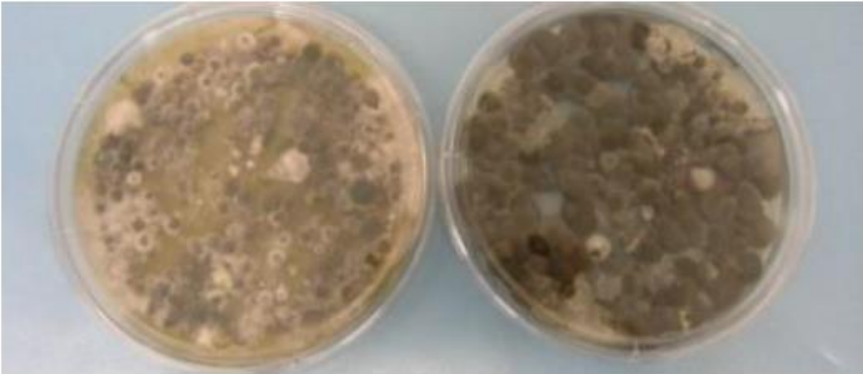
divers

Summe diverser uncharakteristischer Sporen, die nicht dem Typ *Ascosporen*, Typ *Alternaria/Ulocladium*, Typ *Basidiosporen* oder *Cladosporium sp.* angehören

2.2.4 Luftproben

Methode

Die gesammelten Malzextrakt (MEA)- und DG 18 Luftprobenplatten wurden bei $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ inkubiert. Nach 1 und 3 Tagen wurden die 25°C Platten abgelesen. Beim Ablesen der Platten erfolgte eine Koloniezählung und mikroskopische Differenzierung. Es wurden Folienkontaktpräparate angefertigt und nach Färbung mit Lactophenolblaulösung mikroskopisch untersucht.

	Außen 1606_1088.5 100 L Probenvolumen nach 1d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C
	DG1 1606_1088.6 100 L Probenvolumen nach 1d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C

	DG2 1606_1088.7 100 L Probenvolumen nach 1d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C
	OG Foyer 1606_1088.8 100 L Probenvolumen nach 1d Inkubation (v.li.) MEA 25°C DG 18 25°C

2.2.5 Analyse der Luftproben

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung Außen 1606_1088.5 100 L	MEA 25°C	überwachsen mit sterilen Kolonien <i>Cladosporium spp.</i> <i>Penicillium spp.</i>	- 200 4	- 2000 40
		Summe	überwachsen	überwachsen
	DG 18 25°C	überwachsen mit: <i>Cladosporium spp.</i> <i>Penicillium spp.</i> <i>Eurotium sp.</i>	~200 2 1	~2000 20 10
		Summe	überwachsen	überwachsen

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung DG1 1606_1088.6 100 L	MEA 25°C	<i>Penicillium spp.</i>	10	100
		<i>Penicillium sp.</i> ¹	7	70
		<i>Cladosporium spp.</i>	2	20
		Bakterien (nicht identifiziert)	2	20
		sterile Kolonien	2	20
		<i>Aspergillus versicolor</i>	1	10
		Summe	22	220
	DG 18 25°C	<i>Penicillium spp.</i>	20	200
		<i>Penicillium sp.</i> ¹	18	180
		sterile Kolonien	4	40
<i>Cladosporium sp.</i>		1	10	
<i>Eurotium sp.</i>		1	10	
	Summe	44	440	

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung DG2 1606_1088.7	MEA 25°C	<i>Penicillium spp.</i> (4 Arten)	15	150
		<i>Penicillium sp.</i> ¹	10	100
		<i>Cladosporium spp.</i>	3	30
		<i>Tritirachium oryzae</i>	1	10
		<i>Aspergillus versicolor</i>	1	10
100 L		Summe	30	300
	DG 18 25°C	<i>Penicillium spp.</i>	14	140
		<i>Penicillium sp.</i> ¹	10	100
		<i>Cladosporium sp.</i>	1	10
		Summe	25	250

Probenart	Nährboden/ Temperatur	Auswertung	KBE/Nährboden	KBE/m3 Luft*
Luftmessung OG Foyer 1606_1088.8	MEA 25°C	Bakterien (nicht identifiziert)	4	40
		sterile Kolonien	4	40
		<i>Cladosporium spp.</i>	3	30
		<i>Penicillium spp.</i> (2 Arten)	3	30
		Summe	10	100
100 L	DG 18 25°C	<i>Cladosporium spp.</i>	3	30
		sterile Kolonien	3	30
		<i>Alternaria sp.</i>	1	10
		Summe	7	70

Bakterien gehen nicht mit in die KBE Berechnung ein. KBE

spp.

sp.

überwachsen

*

Sterile Kolonien

Gruppe

Koloniebildende Einheiten

Plural der Art (Species) mehrere Arten einer Gattung, ohne nähere Bestimmung der Art

Art (Species) einer Gattung, ohne nähere Bestimmung der Art

Nährboden war so überladen, dass die Koloniezahl nicht eindeutig bestimmt werden konnte, Achtung: dadurch Behinderung anderer Kolonien am Wachstum berechneter Wert

nicht bestimmbar Pilze, die in der Laborkultur nur Myzel, aber keine Fruchtkörper oder Sporen bilden kulturell bzw. mikroskopisch nicht oder schwer zu unterscheidende Arten einer Gruppe

2.2.6 Bewertungshilfe für Luftproben

Innenluft	Innenraumquelle unwahrscheinlich	Innenraumquelle nicht auszuschließen ¹⁾	Innenraumquelle wahrscheinlich ²⁾
Cladosporium sowie andere Pilzgattungen, die in der Aussenluft erhöhte Konzentrationen erreichen können, z. B. Alternaria, Botrytis, Hefen sowie Basidiomyceten bzw. sterile Myzelien	Wenn die KBE einer Gattung in der Innenluft unter dem 0,7 (+0,3) – fachen der Aussenluft liegen $I_{\text{typA}} \leq A_{\text{typA}} \times 0,7 (+0,3)$	Wenn die KBE einer Gattung in der Innenluft unter dem 1,5 $\pm$ 0,5 – fachen der Aussenluft liegen $I_{\text{typA}} \leq A_{\text{typA}} \times 1,5 (\pm 0,5)$	Wenn die KBE einer Gattung in der Innenluft über dem 2-fachen der Aussenluft liegen $I_{\text{typA}} > A_{\text{typA}} \times 2$
Summe KBE der untypischen Aussenluft-Spezies (S)	Wenn die Differenz der KBE-Summen Aussen- zu Innenluft der untypischen Aussenluft-Spezies unter 150 liegt $I_{\Sigma \text{untypA}} \leq A_{\Sigma \text{untypA}} + 150$	Wenn die Differenz der KBE-Summen Aussen- zu Innenluft der untypischen Aussenluft-Spezies unter 500 liegt $I_{\Sigma \text{untypA}} \leq A_{\Sigma \text{untypA}} + 500$	Wenn die Differenz der KBE-Summen Aussen- zu Innenluft der untypischen Aussenluft-Spezies über 500 liegt $I_{\Sigma \text{untypA}} > A_{\Sigma \text{untypA}} + 500$
eine Art der untypischen Aussenluft-Spezies (!)	Wenn die Differenz der KBE von Aussen- zu Innenluft einer untypischen Aussenluft-Spezies unter 50 liegt $I_{\text{EuntypA}} \leq A_{\text{EuntypA}} + 50$	Wenn die Differenz der KBE von Aussen- zu Innenluft einer untypischen Aussenluft-Spezies unter 100 liegt $I_{\text{EuntypA}} \leq A_{\text{EuntypA}} + 100$	Wenn die Differenz der KBE von Aussen- zu Innenluft einer untypischen Aussenluft-Spezies über 100 liegt $I_{\text{EuntypA}} > A_{\text{EuntypA}} + 100$

¹⁾ Indiz für Quellensuche ²⁾ Indiz für kurzfristige intensive Quellensuche

KBE	= Koloniebildende Einheiten
Typ A	= Konzentration einer typischen Aussenluft Spezies bzw. Gattung (wie z.B. Cladosporium, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. Alternaria, ggf. Botrytis)
Σ untyp A	= Summe der Konzentrationen untypischer Aussenluft-Spezies
Euntyp A	= eine Art der untypischen Aussenluft-Spezies, insbesondere die der unter Kapitel Indikatororganismen aufgeführten Schimmelpilzspezies
S	= Summe-KBE – KBE typischer Aussenluft Spezies bzw. Gattung (wie Cladosporium, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. Alternaria, ggf. Botrytis)
!	= die angegebenen Konzentrationen gelten für Pilzarten mit gut flugfähigen Sporen. Für thermotolerante Pilzsporen sowie Pilzsporen mit geringer Flugfähigkeit gelten deutlich geringere Konzentrationen

Hinweis: Die in der Tabelle angegebenen Bewertungsgrenzen sind als vorläufige Werte zu verstehen, die ggf. den praktischen Anforderungen noch stärker angepasst werden müssen. Bei einer sehr niedrigen Gesamt-KBE-Zahl in der Aussenluft, wie sie z.B. bei längerer Kälte auftritt, ist das Bewertungskriterium des Vergleiches der Konzentration der typischen Aussenluft Spezies bzw. Gattung (wie z. B. Cladosporium, sterile Myzelien, ggf. Hefen, ggf. Alternaria, ggf. Botrytis) in der Innenraumluft mit der in der Aussenluft nicht anwendbar.

(Quelle: LGA Baden-Württemberg: „Schimmelpilze in Innenräumen“ 14.12.2001, überarbeitet Dezember 2004)

2.3 Messprotokolle

DIN EN 16 000 1
RL 8006 | BvB

1

iqh **RaumLuftAnalytiX®**
MESSPROTOKOLL



Ident.-Nr.: _____ Datum: _____

Messtechniker: _____
geruchsfrei ☐ unparfümiert ☐ Schutzkleidung ☐ Fotodokumentation ☐

Anlass | Messauftrag:
Schimmelfreimessung

ADRESSDATEN

RAUMDATEN

Ort der Probenahme _____ Geschoss: Außenmauer Raum: _____

Lage der Probenahmestelle _____ in Höhe 1,4 m Raummitte ☐

Raumvolumen m³: _____ Grundfläche m²: _____ Raumhöhe m: _____

Raumausstattung mit Möbel ☐ ohne Möbel ☐ Bauweise Rohbau - massiv - leicht - Holzständer - Mischform

Gebäudedichtheit gut ☐ mittel ☐ ausreichend ☐

Raumpflege nein ☐ ja ☐ wann | was _____

Ausbauarbeiten nein ☐ ja ☐ wann | was _____

Beschattung nein ☐ ja ☐ von: _____ Uhr bis: _____ Uhr

RLT-Anlage (Klima, Lüftung) an ☐ aus ☐ seit _____ Uhr

Geruch unauffällig ☐ mikrobiell ☐ chemisch ☐ feucht ☐

Querlüftung nach DIN 16000 von: _____ Uhr bis: _____ Uhr

Verschusszeit von: _____ Uhr bis: _____ Uhr

KLIMADATEN

Lufttemperatur °C Aussen: 21,8 Innen: _____

Luftfeuchte rH% Aussen: 72,8 Innen: _____

Luftdruck hPa | mbar Aussen: 1007 Innen: _____

Windgeschwindigkeit m/s Aussen: - Innen: _____

Niederschlag: _____ Bewölkung: _____

© iQUH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfeldhygiene | 97990 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 | 07934-9121-0 | info@iqh.de | www.iqh.de

IQH RaumLuftAnalytiX°

DIN EN 16 000 I
RL 8006 | BvB

4

MESSPROTOKOLL

MESSZIEL | ANALYTIK

☒ Norm Case (DIN EN ISO 16000 | DIN 4108) ☐ Nutzerbedingungen ☐ WorstCase
☒ Schimmel (100L) ☐ andere:

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

PROBENAHMESYSTEM

Messraum: Außenmessung

Probenahmesystem ☐ optisch OK ☒ ☐ dicht ☒
Pumpe Nr.: ☐ Gasuhr **03** ☐ KNF ☐ GMT

Probenbezeichnung: MEA außen Messraum
Zählerstand Anfang: 2,646 Ende: 2,746
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 22.37 Uhr bis: 22.41 Uhr

MEDIUM
☒ MEA
☐ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: DG18 außen Messraum
Zählerstand Anfang: 2,746 Ende: 2,846
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 22.45 Uhr bis: 22.49 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☒ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: PS30 außen Messraum
Zählerstand Anfang: 2,545 Ende: 2,646
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 22.25 Uhr bis: 22.29 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☐ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

RAUM LuftAnalytiX®
MESSPROTOKOLL

DIN EN 18 000 I
RL 8006 | BvB

1



Ident.-Nr.: _____ Datum: _____

Messtechniker: _____
geruchsfrei ☐ unparfümiert ☐ Schutzkleidung ☐ Fotodokumentation ☐

Anlass | Messauftrag:
Schimmelfreimessung

ADRESSDATEN

RAUMDATEN

Ort der Probenahme _____ Geschoss: OG Raum: Foyer 6,00
Lage der Probenahmestelle _____ in Höhe 1,5 m Raummitte 250 370
Raumvolumen m³: ca 66 Grundfläche m²: ca 22 Raumhöhe m: ca 3
Raumausstattung mit Möbel ☒ ohne Möbel ☐ Bauweise Rohbau - massiv - leicht - Holzständer - Mischform Küdenzeile
Gebäudedichtigkeit gut ☒ mittel ☐ ausreichend ☐
Raumpflege nein ☐ ja ☐ wann | was Feuerreinigung
Ausbauarbeiten nein ☒ ja ☐ wann | was _____
Beschattung nein ☒ ja ☐ von: _____ Uhr bis: _____ Uhr
RLT-Anlage (Klima, Lüftung) an ☐ aus ☒ seit _____ Uhr
Geruch Lindencar unauffällig ☒ mikrobiell ☐ chemisch ☐ feucht ☐
Querlüftung nach DIN 16000 von: 14.30 Uhr bis: 15.00 Uhr
Verschlusszeit von: 15.00 Uhr bis: 23.00 Uhr

KLIMADATEN

Lufttemperatur °C Aussen: 21.8 Innen: 22.4
Luftfeuchte rH% Aussen: 72.8 Innen: 74
Luftdruck hPa | mbar Aussen: 1007 Innen: 1007
Windgeschwindigkeit m/s Aussen: Windschill Innen: _____
Niederschlag: _____ Bewölkung: _____

© IQUH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfelddhygiene | 97990 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 | 07934-9121-0 | i f d @ q h . d e | w w w . i q u h . d e

RAUM LUFT ANALYTIK[®]
MESSPROTOKOLL

RL 8006 | BvB

4

MESSZIEL | ANALYTIK

☒ Norm Case (DIN EN ISO 16000 | DIN 4108) ☐ Nutzerbedingungen ☐ WorstCase
☒ Schimmel (100L) ☐ andere:

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

PROBENAHMESYSTEM

Messraum: OG-Foyer

Probenahmesystem ☒ optisch OK ☒ dicht ☒
Pumpe Nr.: Gasuhr 03 KNF ☐ GMT ☐

Probenbezeichnung: MEA OG Messraum
Zählerstand Anfang: 2846 Ende: 2947
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min. Luftmenge: 101 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 23.00 Uhr bis: 23.04 Uhr

MEDIUM
☒ MEA
☐ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: DG18 OG Messraum
Zählerstand Anfang: 2947 Ende: 3046
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min. Luftmenge: 99 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 23.10 Uhr bis: 23.14 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☒ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: PS30 OG Messraum
Zählerstand Anfang: 3046 Ende: 3145
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min. Luftmenge: 99 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 23.20 Uhr bis: 23.24 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☐ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

IKUH RaumLuftAnalytiX®

DIN EN 16 000 1
RL 8006 | BvB

1

MESSPROTOKOLL



Ident.-Nr.: _____ Datum: _____

Messtechniker: _____
geruchsfrei ☐ unparfömiert ☐ Schutzkleidung ☐ Fotodokumentation ☐

Anlass | Messauftrag: _____
Schimmelfreimessung

ADRESSDATEN

RAUMDATEN

Ort der Probenahme _____ Geschoss: DG 1 Raum: Kalldes 1
Lage der Probenahmestelle _____ in Höhe 1.2 m Raummitte ☒
Raumvolumen m³: _____ Grundfläche m²: _____ Raumhöhe m: _____
Raumausstattung mit Möbel ☐ ohne Möbel ☒ Bauweise Rohbau - massiv - leicht - Holzständer - Mischform
Gebäudedichtheit gut ☒ mittel ☐ ausreichend ☐
Raumpflege nein ☐ ja ☒ wann | was Luftreinigung
Ausbauarbeiten nein ☐ ja ☒ wann | was alle Flächen wurden geputzt
Beschattung nein ☐ ja ☒ von: _____ Uhr bis: _____ Uhr
RLT-Anlage (Klima, Lüftung) an ☐ aus ☒ seit _____ Uhr
Geruch unauffällig ☒ mikrobiell ☐ chemisch ☐ feucht ☐
Querlüftung nach DIN 16000 von: _____ Uhr bis: _____ Uhr
Verschlusszeit von: 15.00 Uhr bis: 23.00 Uhr

KLIMADATEN

Lufttemperatur °C Aussen: 21,8 Innen: 24,8
Luftfeuchte rH% Aussen: 72,8 Innen: 82
Luftdruck hPa | mbar Aussen: 1007 Innen: 1007
Windgeschwindigkeit m/s Aussen: Windstill Innen: _____
Niederschlag: _____ Bewölkung: _____

© IKUH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfelddhygiene | 97950 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 | 07934-9121-0 | info@iqh.de | www.iqh.de

iqh RaumLuftAnalytiX®

MESSPROTOKOLL

DIN EN ISO 16000-1
RL 8006 | BvB

4

MESSZIEL | ANALYTIK

☒ NormCase (DIN EN ISO 16000 | DIN 4108) ☐ Nutzerbedingungen ☐ WorstCase
☒ Schimmel (100L) ☐ andere:

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

PROBENAHMESYSTEM

Messraum: DG 1

Probenahmesystem ☐ optisch OK ☒ ☐ dicht ☒
Pumpe Nr.: ☐ Gasuhr 03 ☐ KNF ☐ GMT

Probenbezeichnung: MEA DG 1 Messraum
Zählerstand Anfang: 3246 Ende: 3346
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 23.40 Uhr bis: 23.44 Uhr

MEDIUM
☒ MEA
☐ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: DG 18 DG 1 Messraum
Zählerstand Anfang: 3346 Ende: 3446
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 23.46 Uhr bis: 23.50 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☒ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: PS3 DG 1 Messraum
Zählerstand Anfang: 3145 Ende: 3246
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min Luftmenge: 101 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 23.33 Uhr bis: 23.37 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☐ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

IQH RaumLuftAnalytiX®
DIN EN 16 000 I
RL 8006 | BvB

1

MESSPROTOKOLL



Ident.-Nr.: _____ Datum: _____

Messtechniker:
geruchsfrei ☐ unparfümiert ☐ Schutzkleidung ☐ Fotodokumentation ☐

Anlass | Messauftrag: _____

Schimmelfreimessung

ADRESSDATEN

RAUMDATEN

Ort der Probenahme _____ Geschoss: OG 2 Raum: Kalldae 2

Lage der Probenahmestelle _____ in Höhe 1.2m Raummitte ☒

Raumvolumen m³: - Grundfläche m²: - Raumhöhe m: -

Raumausstattung mit Möbel ☐ ohne Möbel ☒ Bauweise Rohbau - massiv - leicht - Holzständer - Mischform

Gebäudedichtigkeit gut ☒ mittel ☐ ausreichend ☐

Raumpflege nein ☐ ja ☐ wann | was Luftreinigung

Ausbauarbeiten nein ☐ ja ☐ wann | was alle Flächen werden gehalten

Beschattung nein ☒ ja ☐ von: _____ Uhr bis: _____ Uhr

RLT-Anlage (Klima, Lüftung) an ☐ aus ☒ seit _____ Uhr

Geruch unauffällig ☒ mikrobiell ☐ chemisch ☐ feucht ☐

Querlüftung nach DIN 16000 von: _____ Uhr bis: _____ Uhr

Verschlusszeit von: 15.00 Uhr bis: 23.00 Uhr

KLIMADATEN

Lufttemperatur °C Aussen: 21.8 Innen: 23.5

Luftfeuchte rH% Aussen: 72.8 Innen: 80.7

Luftdruck hPa | mbar Aussen: 1007 Innen: 1007

Windgeschwindigkeit m/s Aussen: Windstill Innen: -

Niederschlag: - Bewölkung: -

© IQH – Institut für Qualitätsmanagement und Umfelddhygiene | 97990 Weikersheim, Deutschordenstr. 4/3 | 07934-9121-0 | ifa@iqh.de | www.iqh.de

iqum RaumLuftAnalytiX®

RL 8006 | BvB

4

MESSPROTOKOLL

MESSZIEL | ANALYTIK

☒ Norm Case (DIN EN ISO 16000 | DIN 4108) ☐ Nutzerbedingungen ☐ WorstCase
☒ Schimmel (100L) ☐ andere:

MEDIUM
☒ MEA
☒ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

PROBENAHMESYSTEM

Messraum: DG2

Probenahmesystem optisch OK ☒ dicht ☒
Pumpe Nr.: Gasuhr 03 KNF ☐ GMT ☐

Probenbezeichnung: MEA DG2 Messraum
Zählerstand Anfang: 3445 Ende: 3545
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min. Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 0.05 Uhr bis: 0.09 Uhr

MEDIUM
☒ MEA
☐ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: DG18 DG2 Messraum
Zählerstand Anfang: 3545 Ende: 3645
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min. Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 0.10 Uhr bis: 0.14 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☒ DG 18
☐ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

Probenbezeichnung: PS30 DG2 Messraum
Zählerstand Anfang: 3645 Ende: 3745
Flussrate Start: ca. 26 l/min Ende: ca. 26 l/min
Durchflußrate: 26 l/min. Luftmenge: 100 l Dauer: 3.50 min.
Zeitraum der Messung von: 0.20 Uhr bis: 0.24 Uhr

MEDIUM
☐ MEA
☐ DG 18
☒ PS30
☐ YM
☐ LPS
☐ 100 l/min
☒ 30 l/min

3 Bildnachweis

Bildnachweis	Bemerkung
	
	Messstelle- Außenmessung
	Messstelle-Foyer OG
	Messstelle-Kaltdach DG1

Bildnachweis	Bemerkung
	Messstelle-Kaltdach DG2
	Klimadaten Kaltdach: T: 25°C rLF: 80%
	Luftkeimsammler
	Küche mit benutztem Lappen und Abfall Messstelle Foyer OG

4 Anlagen

4.1 Wahrscheinlichkeit bzgl. Schadenseinschätzungen/Indizien

Nicht immer sind Feststellungen bzw. Bewertungen „mit Gewissheit“ oder „mit Gewissheit nicht“ möglich. Dies ggf. auch in Abhängigkeit vom Stand der Feststellungen bzw. vom Umfang und Aufwand der Untersuchungen. Dies kann dazu führen, dass Beweisfragen (oder ggf. Teilfragen) nur unter Angabe von Wahrscheinlichkeitsgraden bewertet werden können. Für die Formulierungen bei der Beantwortung der Beweisfragen bedient sich unser Institut der Skalierung der Wahrscheinlichkeitsgrade mit einer Skalierung nach Dr. Aurnhammer:

- +6 Ursache bzw. Aussage mit Gewissheit (100%)
- +5 Ursache bzw. Aussage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit (99%)
- +4 Ursache bzw. Aussage sehr hoch / wahrscheinlich (80%)
- +3 Ursache bzw. Aussage wahrscheinlich (60%)
- +2 Möglichkeit für Ursache wahrscheinlicher als „Nicht-Ursächlich“ (40%)
- +1 Ursache bzw. Aussage möglich (20%)
- +/- 0 Ursache technisch nicht klärbar bzw. Aussage aus technischer Sicht nicht möglich
- 1 Ursache bzw. Aussage wenig möglich (20%)
- 2 Nicht-Ursächlichkeit ist wahrscheinlicher als Möglichkeit für die Ursache (40%)
- 3 Ursache bzw. Aussage unwahrscheinlich (60%)
- 4 Ursache bzw. Aussage sehr unwahrscheinlich (80%)
- 5 Ursache bzw. Aussage mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit nicht (99%)
- 6 Ursache bzw. Aussage mit Gewissheit nicht (100%)

Sofern die betreffenden Feststellungen bzw. Bewertungen (falls möglich) „mit Gewissheit“ oder „mit Gewissheit nicht“ beurteilt werden sollen, sind ggf. weitergehende Untersuchungen und Beweisverfahren erforderlich.

4.2 Nutzungsklassen für die Beurteilung von Schimmel in Gebäuden

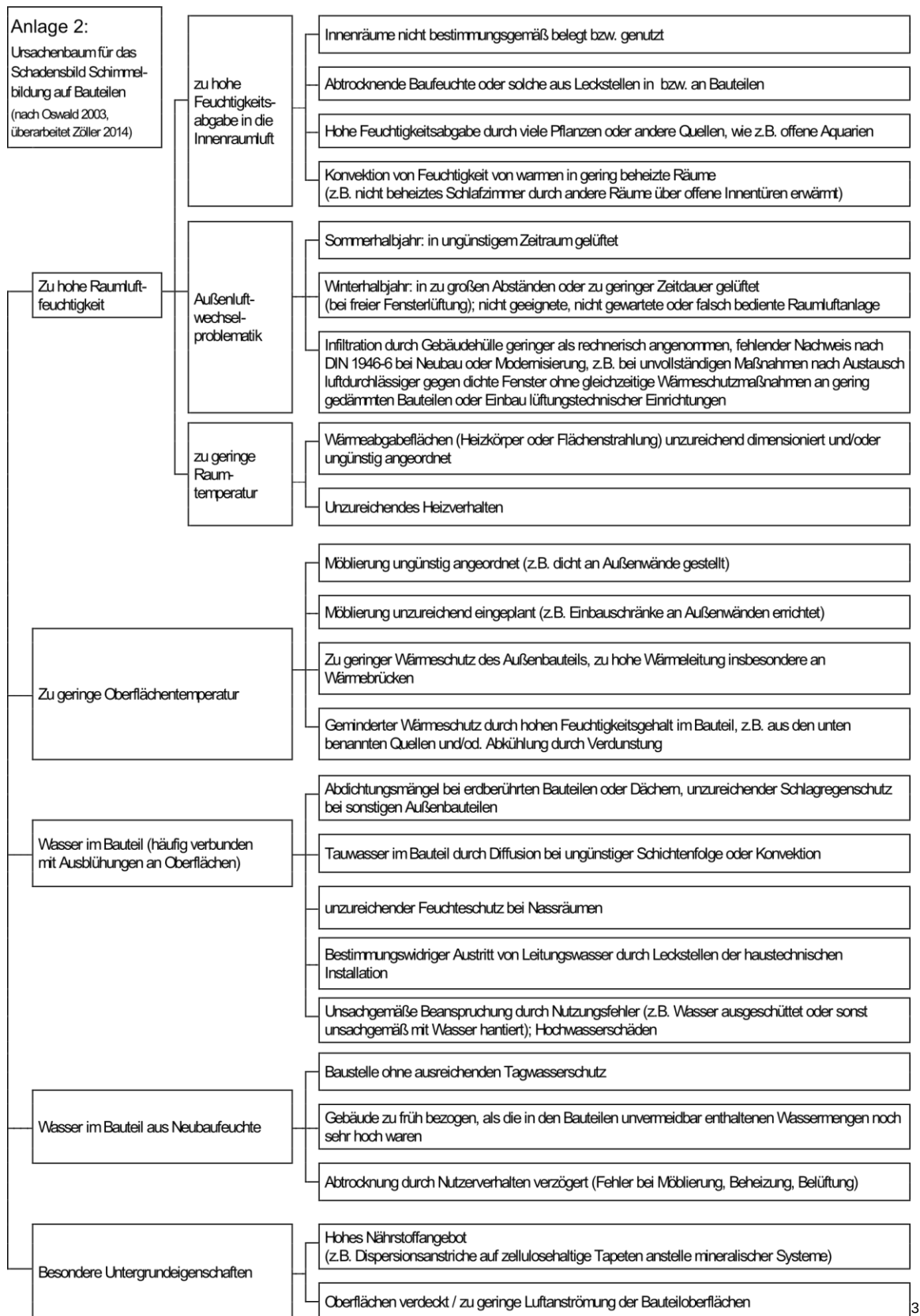
Nutzungs- klasse	Anforderungen an die Innenraumhygiene	Beispiel	Anmerkungen
I	Spezielle, sehr hohe Anforderungen wegen individueller Disposition	Räume für Patienten mit Immunsuppression	Nicht in diesem Leitfaden behandelt; die Anforderungen bedürfen gesonderter Vereinbarung.
II	Normale Anforderungen	Innenräume zum nicht nur vorübergehenden Aufenthalt von Menschen: Wohn- oder Büroräume, Schulen etc. einschließlich dazu gehörender Nebenräume	Es gelten die gleichen Anforderungen für alle genutzten Räume (bei Wohnungen alle Räume einschließlich in der Wohnung liegender Nebenräume)
III	Reduzierte Anforderungen	nicht dauerhaft genutzte Nebenräume <u>außerhalb</u> von Wohnungen, Büros, Schulen etc., z.B. Kellerräume und Abstellräume (ohne direkten Zugang zur Wohnung), nicht ausgebaute Dachböden sowie Garagen oder Treppenhäuser	Verringertes Anforderungsniveau für Sanierung und Instandsetzung; geringere Dringlichkeit (vgl. Kap. 6)
IV	Abgestufte Maßnahmen möglich	Luftdicht abgeschottete Bauteile und Hohlräume in Bauteilen oder Räumen, die nach Anforderung der DIN 4108-7 mit geeigneten Stoffen gegenüber Innenräumen abgeschottet sind	Bestimmungsgemäß trockene Bauteile hinter der Abschottung sollen trocken bzw. dürfen nicht regelmäßig oder dauerhaft feucht sein (vgl. Kap. 6)

Anlage 1: Nutzungsklassen für die Beurteilung von Schimmel in Gebäuden

2

² Schimmelleitfaden Anlage1, Nutzungsklassen, UBA

4.3 Ursachenbaum für Schimmelbefall



³ Schimmelleitfaden, Anlage 2, Ursachenbaum, UBA

KURZPROTOKOLL

ZWISCHENERGEBNISSE BESTANDSAUFNAHME, RAUMLUFTFOGGRN, OBERFLÄCHEN MIT H₂O₂ BEHANDELN

Auftraggeber:	Weinischer GmbH 
Objekt	
Fragestellung	-Bestandsaufnahme nach Feuchteschaden -Ermittlung der Materialfeuchten -Raumluft- und Oberflächenbehandlung zur Verminderung des Pilz- und Schimmelwachstums -Erarbeitung möglicher Trocken- und Schimmelbeseitigungsmaßnahmen
Vor Ort Termin	9.2.2018-11.30-16.00Uhr
Anwesende	Ingenieurbüro Simon (IBS) Robert Simon (Dipl. Ing. Holtechnik)

1. Bestandsaufnahme

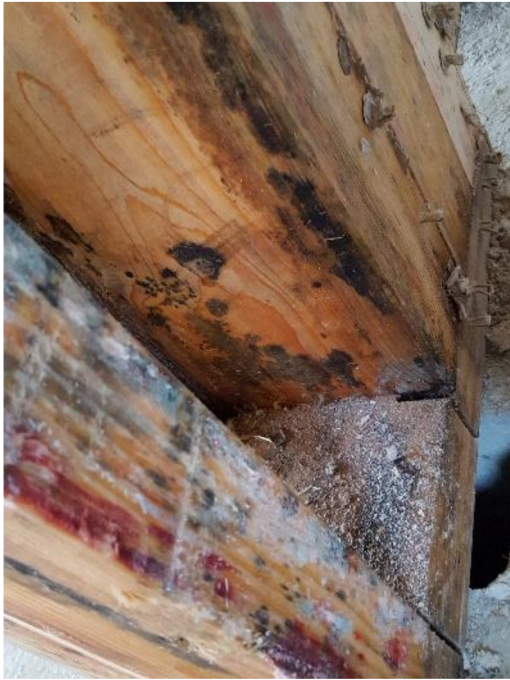
	Fotodokumentation	Bemerkungen
1		

	Fotodokumentation	Bemerkungen
2		Zwei Kondensationstrockner waren bauseits vorhanden
3		Beim Betreten des Gebäudes war ein typischer Schimmelgeruch erkennbar. Aus diesem Grunde wurde die Eingangstür mit einem „Zutritt Verboten“ Hinweis und Absperrband gesichert. Aus Personenschutzgründen wurden alle Räume in allen Geschossen mit einer 0.3%en Lösung im Foggerverfahren behandelt. Somit konnten Schimmelpartikel in der Raumluft und an den Oberflächen gebunden werden.
	Bestandsaufnahme EG	
4		Holzfeuchtemessung: Sowohl dort wo Feuchte äußerlich erkennbar war als auch dort wo dies nicht sichtbar war lagen die Holzfeuchtwerte an der Oberfläche und in ca 4cm Tiefe überwiegend oberhalb von 20% T= Tiefenmessung(Ca 4cm) O= Oberflächenmessung (Ca 1cm) Messung mit Gann Wider-

	Fotodokumentation	Bemerkungen
		standsmessgerät, Temperaturkompensiert und Holzartauswahl, mit isolierten Elektroden zur Tiefenmessung
5		Geöffnete Gefache mit sichtbarem Pilzbefall. Die auf dem Foto noch vorhandene Holzfaserdämmplatte wurde entfernt, da sie spürbar nass war. Die dahinter liegende Gipsfaserplatte hatte Schwarzsimmel auf der Oberfläche

	Fotodokumentation	Bemerkungen
6		Holzfeuchte Oberfläche: 26% Tiefe: 26%
7		Wandöffnung Außenwand

	Fotodokumentation	Bemerkungen
8		Holzfeuchte: T= 74%
9		Bauteilöffnung Zwischenwand
10		Holzfeuchte Oberfläche:36%

	Fotodokumentation	Bemerkungen
11		Holzfeuchte Oberfläche: 60% Tiefe: 30%
12		Weißer und schwarzer Bewuchs der Oberfläche, sowie leichter Abbau der Holzsubstanz bzw Aufweichung der Oberfläche durch die Feuchte.
13		Kapazitive Materialfeuchtemessung. Kalibrierung des Gerätes an einer trockenen Platte

	Fotodokumentation	Bemerkungen
14		Feuchte Messung Gipsfaserplatte: Sichtbare Feuchteränder auf vielen Oberflächen
15		Materialfeuchte in Digits: MF:36

	Fotodokumentation	Bemerkungen
16		MF:74
17		Sichtbare Feuchteränder
18		MF: 24
	Bestandsaufnahme 10G	Die Feuchteverteilung zeigte sich analog zu EG

	Fotodokumentation	Bemerkungen
19		Holzfeuchten über 20%
20		

	Fotodokumentation	Bemerkungen
21		MF: 28
22		MF: 45

	Fotodokumentation	Bemerkungen
23		Holzfeuchtemessung Treppenaufgang EG-OG1 T:18%
24		Schimmelbewuchs auf mehreren geöffneten Gefachen. Holzfeuchten alle über 20%

	Fotodokumentation	Bemerkungen
25		Viele noch ungeöffnete Beplankungen mit Feuchtespuren
26		MF: 42
27		Feuchtespuren auf der gesamten Wandbreite

	Fotodokumentation	Bemerkungen
28		Feuchtespuren auf der gesamten Wandbreite
29		Feuchtespuren auf der gesamten Wandbreite
	Bestandsaufnahme OG2	

	Fotodokumentation	Bemerkungen
30		OG2
31		Treppen OG1-OG2
32		Schwarzsimmel Schwelle Wand

	Fotodokumentation	Bemerkungen
33		Aufgang zum Spitzboden
34		Verfärbungen an mehreren Sparren
35		

	Fotodokumentation	Bemerkungen
36		Schimmelbewuchs an OSB der Dachschräge
37		Feuchtespuren an vielen Beplankungen MF: 2

	Fotodokumentation	Bemerkungen
38		MF: 11
39		MF: 44
40		Feuchtespuren an Beplan- kungen Im Spitzboden
41		

	Fotodokumentation	Bemerkungen
42		Feuchtespuren an der Firstpfette
43		
44		Behandlung mit H2O2

	Fotodokumentation	Bemerkungen
45		Starke Reaktion des H2O2 mit den befallenen Oberflächen
46		

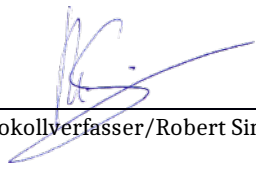
Aufgrund der vorgefundenen Situation sind nach meiner Ansicht keine kurzfristigen ad-hoc-Maßnahmen möglich. Es müssen großflächig Gefache geöffnet werden um die dahinterliegenden KFH und Dämmmaterialien zu prüfen und ggf. gezielt zu trocknen.

Da die Beplankungen statisch relevant sind, konnte dies im Zuge der Bestandsaufnahme nicht erfolgen. Sofortige Trocknungsmaßnahmen können nicht durchgeführt werden, da die Gefahr besteht durch ein Aufheizen weitere Feuchte in die geschlossenen Gefache(Dämmung) zu treiben.

Wir weisen hiermit auf die Einhaltung aller geltenden Maßnahmen zum Arbeits-Umwelt- und Gesundheitsschutz hin.

Weikersheim, den 22.1.2018

Ort/Datum



Protokollverfasser/Robert Simon