Das Phänomen der beschleunigten Schwarzfärbung in Innenräumen

Das Ende der Hypothese: SVOC-Emissionen aus Bau- und Bauhilfsstoffen als relevante Schadensursache

Dipl. Chem. Martin Wesselmann
Gebäudediagnostik Wesselmann

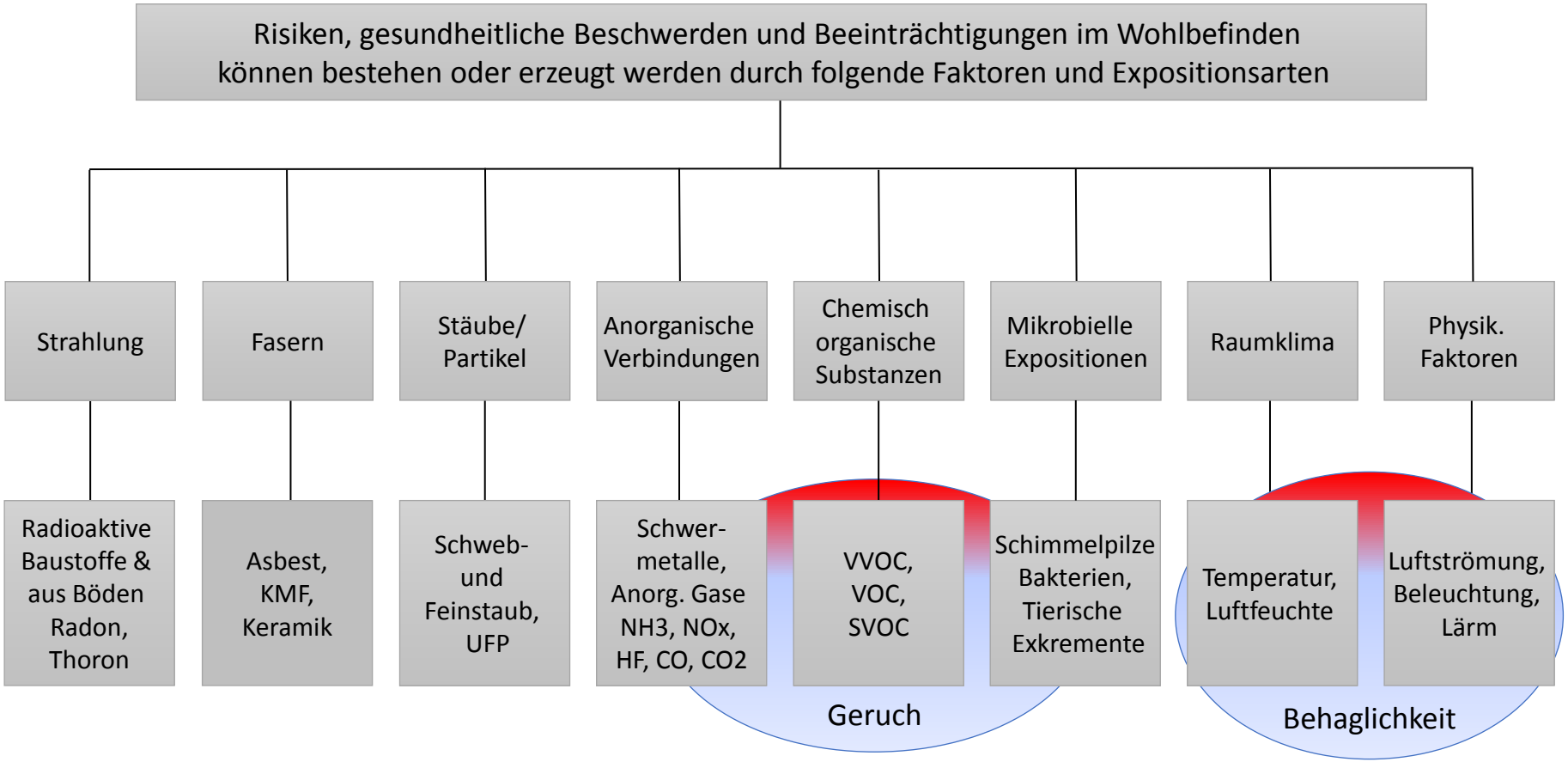
WaBoLu – Innenraumtage, Berlin, 16.5.2017

Vortragsablauf

- Kurze Einführung anhand zweier Schadensbeispiele
- Darlegung des bisherigen gesicherten Kenntnis-standes zu dem Phänomen der schwarzen Ablagerungen
- SVOC-Emissionen aus Baustoffen und Einrichtungsgegenstände als nennenswerte Ursache ?

  Erfahrungen aus 145 Foggingunterschungen
- Fazit und Vorschlag zum Vorgehen in Schadensfällen und Aufzeigen von Strategien zur Vermeidung der Schwarzstaubbelastungen

Einführung



Altlasten

Fogging

Thema Fogging: 1. Fallbeispiel

- Denkmalgeschütztes Ensemble aus der Gründerzeit, 2008 umfassend saniert unter strengen Auflagen des Amtes für Denkmalschutz
- Innenwände verputzt, ohne Tapezierung, nur Silikatfarben-anstrich
- Betreffende Wohnung war nach Fertigstellung ca. 1,5 Jahre vermietet gewesen, ohne Beanstandungen
- Frühjahr 2012 Einzug einer neuen Mieterin
- Seit Herbst 2012 erhebliche Schwarzstaubablagerungen

1. Fallbeispiel

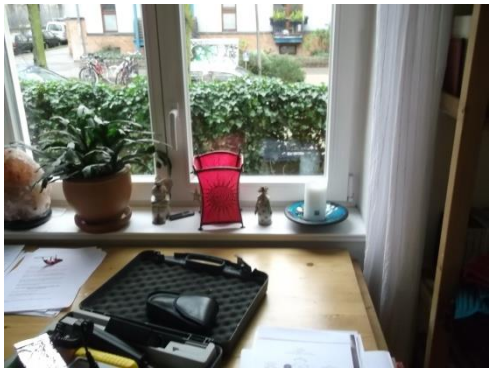
- Betroffen waren Außen- und Innenwände, Gardinen, Vorhänge, Mobiliar & Einrichtungen

- zudem wurde beobachtet, dass die Nasensekrete deutlich geschwärzt sind

1. Fallbeispiel

- Schwarzfärbung von vormals weißen Lautsprecherkabeln
- Wischprobe von Fensterglas (vor 2 Wochen geputzt)

1. Fallbeispiel



2. Fallbeispiel

- 50er Jahre Wohnblock, Wohnung einer älteren Dame, wohnhaft seit ca. 30 Jahren, starke Raucherin
- Ereignis vor spontaner Schwärzung: eintägiger Ausfall der Heizung bei äußeren Minusgraden
- Nach Schadensbehebung erfolgte über Nacht eine sehr intensive Schwarzfärbung in der ganzen Wohnung

2. Fallbeispiel

- Betroffen waren Außen- und Innenwände, Gardinen, Vorhänge, Mobiliar & Einrichtungen

- zudem waren am nächsten Morgen auch die Haare und Nasensekrete tiefschwarz

Typische Schadensbilder

Einteilung in Schadenskategorien

Vorschlag nach Santen/Wesselmann, 2006

Kategorie	Beschreibung	Abschätzung zur Häufigkeit in D
Stufe 1	Kleine dunkle Verfärbungen an Wandflächen über Heizkörper und HeisswasserRohrleitungen	Sehr häufig (> 25%)
Stufe 2	Wie 1, zuzüglich an einzelnen Wandecken und Deckenbereichen	Relativ häufig (> 2 %)
Stufe 3	Deutliche partielle Verfärbungen über Heizkörper oder wie Stufe 2, jedoch ganze Wohnung oder mehrere Räume betroffen	Relativ Selten (< 0,5%)
Stufe 4	Wie 3, zusätzlich ölig/schmierige Ablagerungen an diversen Einrichtungsgegenständen	sehr selten (< 0,1%)
Stufe 5	Wie 4, jedoch spontane Schwarzfärbung über Nacht, Schleimhäute und Haare „schwarz“	Extrem selten (< 1000 Fälle/a)

- Darlegung des bisherigen Kenntnisstandes

Erstens:
es gibt keine Beschränkung auf bestimmte Gebäudekonstruktionen und Gebäudealter

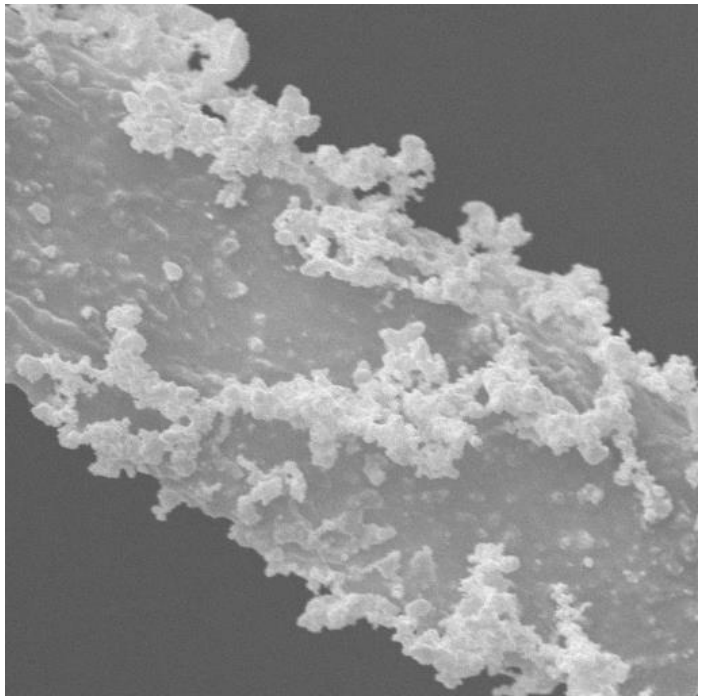
Alle Gebäudetypen jedweden Alters können betroffen sein

- Keine Auffälligkeiten bzgl. vermehrter Schwarzbildungen auf Grund des Wärmedämmstandards (Passivhäuser, Niedrigenergiehäuser, alte Bausubstanz: in allen Typen können Schwarzfärbungen auftreten)
- keine Auffälligkeiten nach Standort (Verkehr, Waldnähe etc.)
- Keine signifikante Auffälligkeiten nach der Beheizungsart

Zweitens: „Fogging“ ist nicht vergleichbar mit der Tauwasser- / Schimmelpilzproblematik !

- Messungen Oberflächentemperaturen: bevorzugte Ablagerungen an kühleren Wandoberflächen, z.B. bei nicht oder wenig gedämmten Decken, Fensterstürze und Außenwände
- Jedoch ist das kein Beleg, dass die Ursache auf mangelhafte Bausubstanz als Folge unzureichender Dämmung zurückzuführen ist; es genügen bereits Temperaturunterschiede von < 0,2 K, um Schwarzstaub-Ablagerungen zu erzeugen; auch Neubauten, sogar Passivhäuser sind betroffen, Schwarzstaub tritt auch in Schränken mit Beleuchtungsmittel bei T > 30°C auf

Drittens:
Schwarzfärbung wird durch „Feinstaubpartikel“ in Folge Lichtbrechung verursacht



Bedeutet auch:

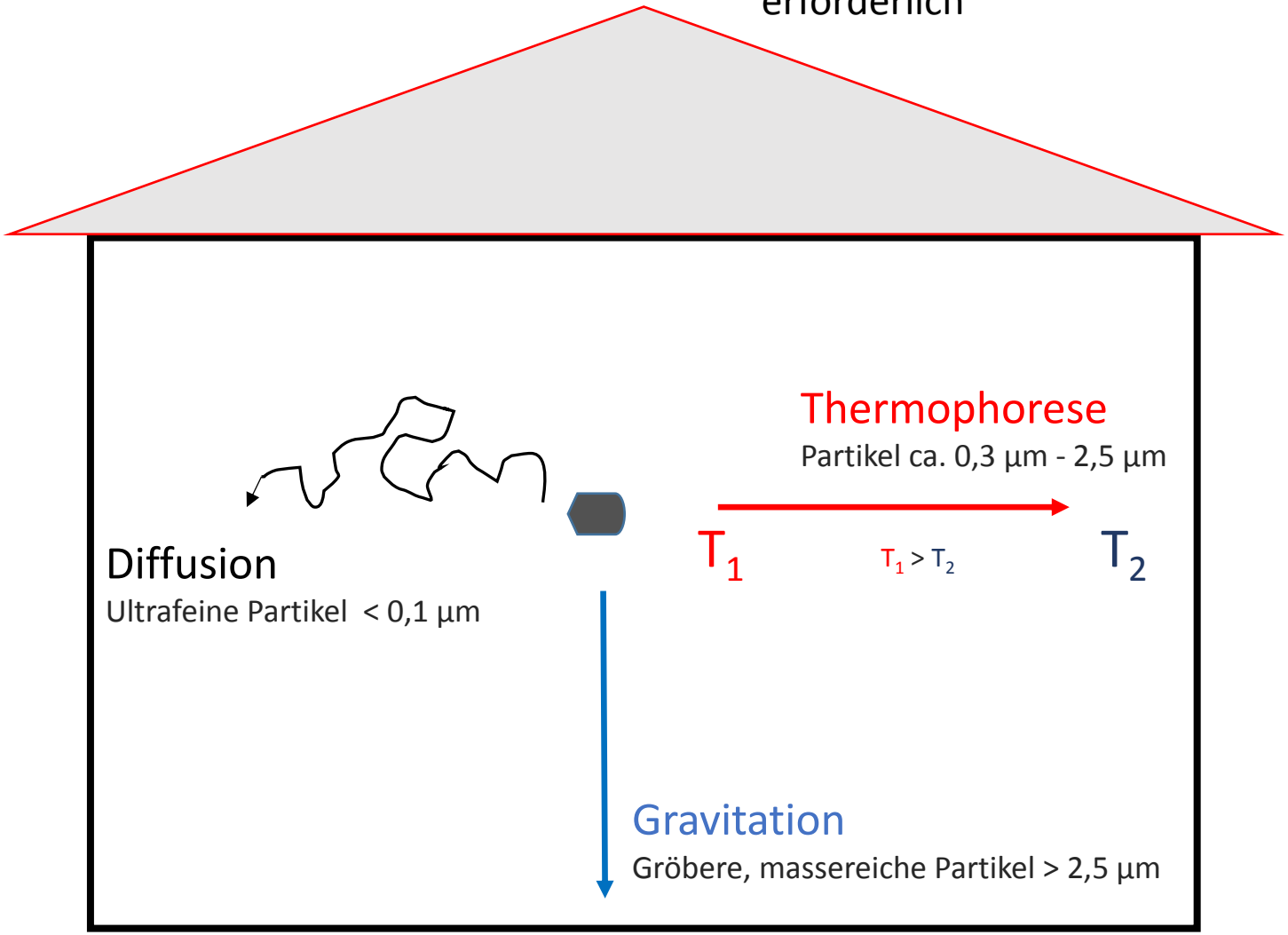
- These der Verfärbung durch chemische Reaktion von VOC/SVOC an Tapeten etc. ist nicht haltbar

- „Maillard-Reaktion“ (nicht enzymatische *Bräunungsreaktion) als Verfärbungsursache ist…..Unsinn*

Viertens: Die Schwarzfärbungsmuster erklären sich durch verschiedene Transportphänomene

- Laminare + turbolente Strömungen
- *Thermophorese*

In Schwarzstaubwohnungen sind vermehrt bestimmte Partikelgrößen in der Raumluft erforderlich



Untersuchung der Feinstaub-Konzentration in „Schwarzen“ und „Weißen“ Wohnräumen

(2005/2006 Santen/Wesselmann)

- Messungen in 192 Wohnungen, von Dezember 2005 bis März 2006
- Davon waren 55 „Schwarze Wohnungen“, die im Januar und Februar 2006 untersucht wurden

Befunde aus dem Messprogramm (Santen / Wesselmann 2005)

PM 10 – Befunde; Durchschnittswerte bei 15 min Messung im ungelüfteten Zustand

	Alle Wohnungen	„weiße“ Wohnungen	„schwarze“ Wohnungen
Anzahl	192	134	56
PM_{10}, Mittelwert	62,3 µg/m³	58,1 µg/m³	72,5 µg/m³
PM_{10}, Medianwert	58 µg/m³	50 µg/m³	70 µg/m³

PM 2,5 – Befunde, Durchschnittswerte bei 15 min Messung im ungelüfteten Zustand

	Alle Wohnungen	„weiße“ Wohnungen	„schwarze“ Wohnungen
Anzahl	86	59	27
$PM_{2,5}$, Mittelwert	18,5 µg/m³	15,3 µg/m³	**27,3 µg/m³**
$PM_{2,5}$, Medianwert	15 µg/m³	12 µg/m³	23 µg/m³

Bislang offene Fragen:

- Warum sind in „Foggingwohnungen“ erhöhte Partikelbelastungen feststellbar ?
- Haben SVOC-Ausdünstungen einen Einfluß auf das Entstehen Fogging relevanter Partikelgrößen ?

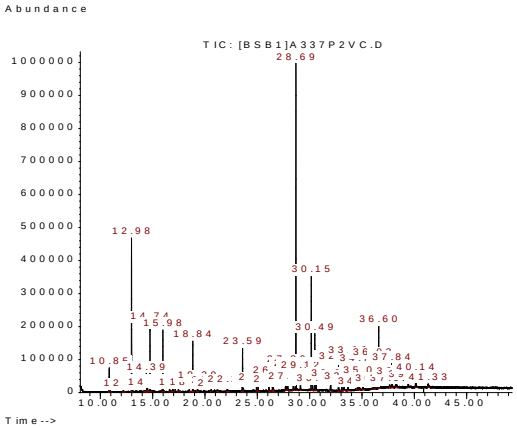
<u>SVOC-Hypothesen:</u>

a) SVOC (Phthalate, Fettsäureester, Flammschutz-mittel….je nach Belieben) bewirken Agglomeration feinster Partikel in der Raumluft zu größeren, Partikeln, die über die Transportmechanismen an die Oberflächen getragen werden

b) SVOC bilden auf Bauteilflächen einen „Klebefilm“, an denen Feinstaubpartikel über die Strömungsmechanik und Thermophorese angetragen werden

SVOC aus Baustoffen - wirklich ein entscheidender Faktor zum Fogging?

- Aktuelle Untersuchungen in schwarzen Wohnungen weisen in den Wischproben nur geringe bis sehr geringe SVOC-Gehalte auf (< 10 µg/m²)
- Trotz Austausch SVOC-haltiger Ausstattungsmaterialien und Einbringen neuer, wenig emittierender Produkte ist es in vielen Fällen zu erneuten Belastungen gekommen



Vergleich SVOC-Befunde aus verschiedenen Dekaden

Gebäudediagnostik Wesselmann, 2001-2016

SVOC-Substanzen bzw. Substanzklassen	Befunde 2000-2006 N = 33	Befunde 2011 – 2016 N=31
Phthalate (Weichmacher)	55,2	10,8
Nicotin	61,3	18,7
Paraffine (C12-C33)	35,3	42,2
PAK-Substanzen	1,8	< 0,1
Summe SVOC	255	85

[1)] Die Differenz zwischen Summe SVOC und der Summe der hier aufgeführten Stoffgruppen begründet sich in weiteren, hier nicht aufgeführten schwerflüchtigen Organika wie Fettsäureester, Squalen u. a.

- Noch nicht überzeugt ?

SVOC-haltige Bau- und Bauhilfsstoffe und/oder fest-installierte Einrichtungsgegenstände können nicht plausibel für das Phänomen der beschleunigten Schwarzfärbung verantwortlich sein…..da…

„Gemeinsamkeiten“ in Wohnungen mit beschleunigter Schwarzfärbung

Aus Veröffentlichungen hinlänglich bekannt :

- Schwarzfärbungen korrelieren mit der Heizperiode
- *Oft nach Renovierungsarbeiten oder Neubezug*

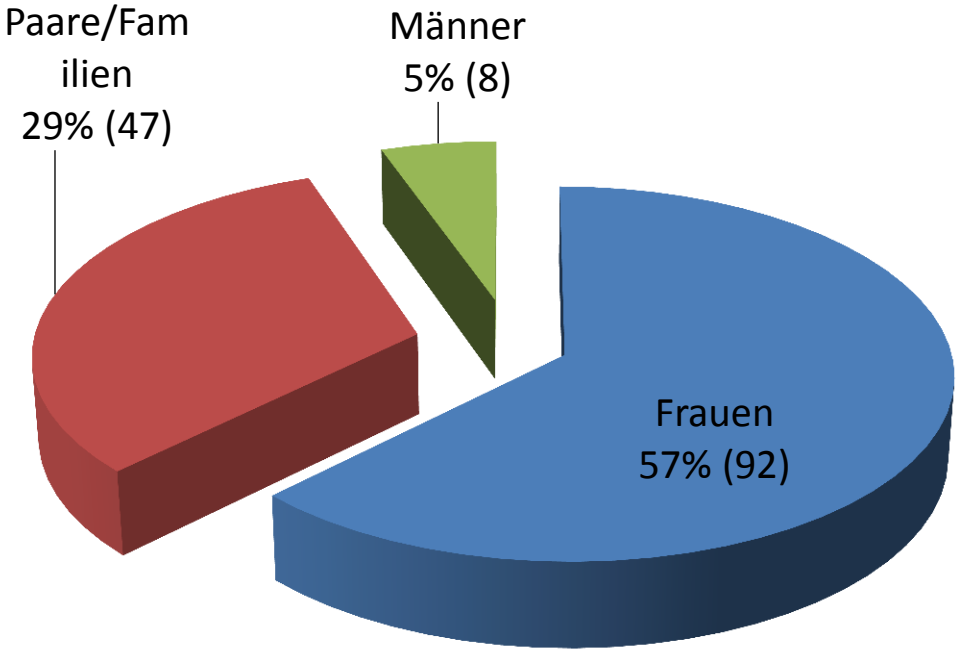
Weitere Beobachtungen:

- *Auffällig höhere Feinstaubkonzentrationen an PM 2.5 (i.d.R. durch Verbrennungsvorgänge verursacht)*
- *Häufig 1-Personenhaushalte*
- *keine gleichmäßige Beheizung / Temperierung der Räume möglich oder bewusst nicht gewollt*

Genderspezifische Auflistung untersuchter schwarzer Wohnungen

147 Schadensfälle Kategorie 4 und 5 im Zeitraum 2001-2017

- 2 von 3 „Fogging-Fällen“ werden in Wohnungen beobachtet, die ausschließlich von Frauen bewohnt werden
- Rest verteilt sich auf Familien, Paare ohne Kinder und alleiner-ziehende Frauen mit Kind(ern)
- Ausnahmefall: Wohnungen, die aus-schließlich von Männern bewohnt wurden



Ursachen ?

- *These:*

Das Entstehen eines Fogging-Phänomens wird durch ein genderspezifisches Wohnverhalten offenkundig begünstig

SVOC-haltige Bau- und Bauhilfsstoffe und/oder fest-installierte Einrichtungsgegenstände können auf Grund der klaren genderspezifischen Auffälligkeit nicht plausibel für das Phänomen der beschleunigten Schwarzfärbung verantwortlich sein

In den betroffenen Wohnungen ist

- *(a)* ein häufigerer Einsatz von Teelichtern, Kerzen, Duftölen, Räucherstäbchen etc. sowie
- (b) eine Intensivere Anwendung von Haushaltsreinigern und Körperpflegeartikel und Kosmetika und auch ggf.
- (c) ein anderes Heizverhalten mit Konsequenz größerer Temperaturunterschiede in der Wohnung

zu beobachten (a), zu erwarten (b), zu unterstellen (c).

Hypothese zur Entstehung „Fogging relevanter“ Partikel

(Wesselmann)

Voraussetzungen

- Regelmäßiges, erhöhtes Aufkommen feiner und ultrafeiner Partikel durch Verbrennungsvorgänge (Rauchen, Kerzen etc.)
- *Ggf.: Erhöhte (S)VOC-Belastungen durch Kosmetika, Pflege- und Reinigungsmittel; diese bewirken Agglomeration ultrafeiner Partikel zu größeren Partikeln (ca. 1 µm) ?!*
- zuzüglich weiterer Ereignisse / Beschaffenheiten der Wohnung: hohes ΔT der Bauteile; Lage der Heizkörper und zu hoher Vorlauftemperaturen

Schwarze Wohnungen – ein multikausales Phänomen

Gebäudespezifische Faktoren

Nutzungs-unabhängiger Luftwechsel

Wärmedämm-standard/ Wärmebrücken

Heiz- und Lüftungs-verhalten

Nutzung

Rauchen

Reinigungs- und Pflegemittel und Kosmetika

Kerzen-abbrand

Duftöle / Räucher-stäbchen

Heizungssystem:
- Aufstellungsort
- Verlaufstemperatur

VOC-/SVOC-emittierende Einrichtungs-gegenstände

Ausstattung

Quelle: Wesselmann

Fazit und Folgerungen für die Begutachtung

- Ausführliche Dokumentation von
- den Nutzungsgewohnheiten (Rauchen, Kerzenabbrand etc.)
- dem Heizverhaltens, zur Lage und Dimensionierung von Heizkörpern und zur Vorlauftemperatur
- der Belüftungsart und -frequenz,
- Einsatz direktanzeigender Messtechnik zur Partikelquellensuche, zur VOC-Belastung, zu Wärmebrücken und zur Abgrenzung von Feuchteschäden
- Umfangreiche SVOC-Analysen von Materialen und von Stäuben sind nicht erforderlich; es genügt eine Probenahme eines ölig/schmierigen Belages von einer inerten Oberfläche (z.B. Fensterglas) zur Bestimmung von sehr auffälligen SVOC-Befunden

Wie kann man „Fogging“ zukünftig vermeiden?
1. „betriebliche“ Maßnahmen

a) Konstantere Beheizung der Räume, ein Auskühlen der Wohnung bzw. einzelner Räume vermeiden; Reduzierung der Vorlauftemperaturen

b) Deutliche Reduzierung des Kerzenabbrandes, der Verwendung von Duftölen und Räucherstäbchen

   Kein „Auspusten“ der Kerzen, Anwendung von Löschkappen

c) Erhöhung der Belüftungsintensität und der -frequenz, insbesondere nach Anwendung von VOC-/SVOC-emittierenden Haushalts- und Kosmetikutensilien

d) Regulierung rel. Luftfeuchte auf 35% - 50%

Wie kann man „Fogging“ zukünftig vermeiden?
2. „bauliche“ bzw. weitere Maßnahmen

a) Erhöhung des natürlichen Luftwechsels durch Zwangsbelüftungsmaßnahmen
b) Aufstellen/Einbau von Umluftfiltrationsgeräten
c) Wrasenabzüge, falls möglich, nicht mehr im Umluftbetreib betreiben, Abluft nach Außen führen
d) Anbringen von Filtersystemen an Heizkörpern

Bsp. Wirksamkeit Umluftfiltrationsgeräte

links: 20 Tage in Fogging Wohnung /// Mitte: 1 Monat in Normalwohnung /// rechts: neuer Filter

Option: Filterung an Heizkörpern ??
(elektrostatische Filtervliese)

Das war`s, Danke für Ihre Aufmerksamkeit

- Zum Nachlesen:

Bauen im Bestand, Ausgabe 3/2016