

Zum Auftreten von plötzlichen Staubimmissionen in Wohnungen - das Phänomen der »schwarzen« Wohnungen

Dr.-Ing. Heinz-Jörn Moriske, Umweltbundesamt, Berlin

*Fachzeitschrift des Bundesverbandes des Schornsteinfegerhandwerks –Zentralinnungsverband (ZIV)
Westerbachstraße 6, 53757 Sankt Augustin, Telefon (02241)3407-0
August 2000 / Heft 8 Jahrgang 54*

Einleitung

Seit dem Winter 1995/96 werden verstärkt Anfragen an das Umweltbundesamt gerichtet, in denen von plötzlich aufgetretenen schwarzen Staubablagerungen in Wohnungen berichtet wird, die teilweise derart massiv auftreten, dass die Wohnungen aussehen, als hätten dort Schwelbrände stattgefunden.

Anfangs konnte in keinem der bekannt gewordenen Fälle Auskunft darüber gegeben werden, woher die Ablagerungen stammten. Da die Ablagerungen oft von rußähnlichem Aussehen waren, wurde in vielen Fällen zunächst der zuständige Bezirksschornsteinfegermeister und/oder die Sanitärfachfirma, die die Heizungsanlage in dem Gebäude errichtet hatte, zu Rate gezogen. Es stellte sich jedoch heraus, dass unsachgemäß betriebene Heizungsanlagen, Undichtigkeiten in den Abgasführungssystemen, Risse im Schornsteinmauerwerk etc. nicht für das Entstehen der Ablagerungen verantwortlich waren. Ein Eintrag durch Rußquellen aus der Umgebungsluft schied ebenfalls in allen Fällen aus.

Das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene führte 1996 eine erste Bestandsaufnahme der bis dahin bekannt gewordenen Fälle [MORISKE 1996] durch.

Fragebogenaktion

Nachdem in den Folgemonaten zahlreiche weitere Fallmeldungen eintrafen, wurde 1997 eine erste Fragebogenaktion durchgeführt, mit dem Ziel Gemeinsamkeiten und Unterschiede der aufgetretenen Fälle zu erfassen und zu dokumentieren [MORISKE 1997]. Die Ergebnisse aus dieser Fragebogenaktion lassen sich folgendermaßen zusammenfassen (eine ausführliche Darstellung ist an anderer Stelle veröffentlicht [MORISKE 1999]) - vgl. Tabelle 1. Es wurden 132 Fragebögen ausgewertet. Danach waren die Staubablagerungen fast ausschließlich und plötzlich während der Heizperiode aufgetreten (in 92% der Fälle) und die Wohnungen waren zuvor renoviert worden bzw. wurden als Neubauwohnungen bezogen (in 86 % der Fälle). Die Renovierungen lagen (soweit angebar) in 41 % der Fälle weniger als 1 Jahr zurück (davon 22% weniger als 6 Monate); in 41 % der Fälle lag die Renovierung weiter zurück. In wenigen Fällen waren diese Ablagerungen schon einmal in der Wohnung aufgetreten (11% der genannten Fälle). Wichtig zur späteren Beurteilung war die Frage nach möglichen Emissionsquellen für aus Verbrennungsprozessen stammende Stäube von innerhalb und außerhalb der Wohnung. Als Emissionsquellen in der Wohnung zum Zeitpunkt des Auftretens der Ablagerungen wurde lediglich der Gebrauch von Öllämpchen und/oder Kerzen in der Vorweihnachtszeit üblichen Menge genannt. Große Übereinstimmung gab es bei der Beurteilung des Aussehens der Staubablagerungen. 88% bezeichneten sie als »ölig-schmierig«, 89% als »schwarz-grau« und vom Aussehen her ähnlich wie Ruß. Bei der Analyse von Inhaltsstoffen der Ablagerungen, die allerdings in lediglich etwa jedem dritten Fall erfolgte, fand man nur in wenigen Fällen typische Indikatoren für Verbrennungsrückstände, wie sie aus der (chemisch unvollständigen) Verbrennung fossilen und organischen Materials herrühren, wie polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (»PAK« oder englisch »PAH«) oder Ruß (= elementarer Kohlenstoff). Statt dessen wurden in vielen Fällen Weichmacherverbindungen (Phthalsäureester), langkettige Alkane und Alkohole, Fettsäureester allesamt so genannte schwerflüchtige organische Verbindungen (englisch »SVOC«) gefunden.

Es wurde bei der Fragebogenaktion auch abgefragt, welche Art Renovierungsarbeiten in den Wohnungen erfolgt waren. 52% der Befragten gaben an, dass Malerarbeiten in der Wohnung erfolgten, bevor später die Ablagerungen auftraten. In 17% bzw. 14% der Fälle wurde dabei zwischen der Anwendung umweltfreundlicher Farben und Lacke (erkennbar am Umweltzeichen »Blauer Engel«, an »wasserlöslichen« oder »emissionsarmen« Produkten) bzw. »herkömmlicher«, lösemittelhaltiger Produkte differenziert. 34 % nannten Fußbodenarbeiten als Renovierungsgrund. Die restlichen Prozente (Mehrfachnennungen waren möglich) verteilten sich auf kleinere und größere bauliche Eingriffe, wie Erneuerung der Heizungsanlage, Fenstereinbauten, Wärmedämm-Maßnahmen etc.

Tabelle 1: Ergebnisse der Fragebogenaktion des Umweltbundesamtes von 1997 zum Phänomen der »Schwarzen« Wohnungen; Gesamtzahl der ausgewerteten Fragebögen, n = 132; nach MORISKE 1998+1999.

Frage	Antwort (n = 132) (Angaben in %)	
Wann ist das Staubphänomen in der Wohnung aufgetreten?	Heizphase	92
	Nicht-Heizphase	2
	Keine Angaben	6
Wie lange liegt das Phänomen zurück?	<6 Monate	48
	>6 Monate	18
	>1 Jahr	26
	Keine Angaben	8
Ist das Staubphänomen bereits früher einmal in derselben oder in einer benachbarten Wohnung aufgetreten?	Ja	11
	Nein	70
Wurde die Wohnung, in der das Staubphänomen auftritt, zuvor renoviert?	Renoviert	63
	Erstbezug/Neubau	23
	Nicht renoviert	6
	Keine Angaben	8
Wie lange liegt die Renovierung zurück?	<6 Monate	22
	< 1 Jahr	19
	1 Jahr	41
	> 1 Jahr	18
Welche Art der Renovierung wurde durchgeführt?	Malerarbeiten	52
	Fußbodenarbeiten	34
	Bauliche Eingriffe	22
	(Ab)dichtungsmaßnahmen	23
	Neubau	23
	Keine Angaben	14
Welches Aussehen haben die Ablagerungen?	Schwarz-grau	89
	Ölig-schmierig	88
	Anders	11 bzw. 12

Wie die Bilder 1 und 2 exemplarisch zeigen, setzten sich die Ablagerungen in vielen Wohnungen an Außenwandflächen oberhalb der Heizkörper, Zimmerdecken, auf Fliesen, Gardinen, auf allen kunststoffhaltigen Oberflächen (Küchen-, Badmöbel, Fensterborde, Kunststofffenster etc.) und im Bereich von Stromführungen (Lichtschalter, Steckdosen, elektronische Geräte) ab. Sie waren schwer, zumeist nur mit tensidhaltigen Waschmitteln oder speziellen Reinigungsmitteln zu entfernen.

Mögliche Entstehungsursachen

Die Auswertung der Fragebogenaktion zeigte, dass es beim Auftreten dieser plötzlichen Staubablagerungen gemeinsame Gesichtspunkte gibt, die sich bis heute (inzwischen liegen etwa 300 Fragebögen vor [MORISKE 2000]) »wie ein roter Faden« durch alle Mitteilungen hin durchziehen.

1. Die Ablagerungen treten plötzlich (innerhalb von 3 bis 4 Wochen, manchmal auch innerhalb

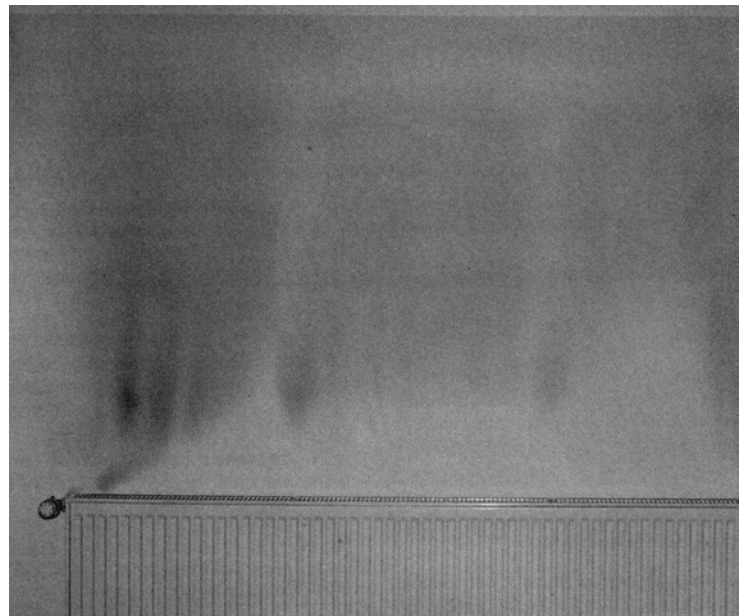


Bild 1: Schwarze Ablagerungen an Außenwand oberhalb eines Wandheizkörpers nach Renovierungsarbeiten in der Wohnung.

weniger Tage) während der Heizperiode (circa von Oktober bis März) auf

2. Fast alle betroffenen Wohnungen wurden zuvor, zumeist in der letzten Nicht-Heizperiode, renoviert oder wurden als Erstbezugswohnungen nach Errichtung des Gebäudes bezogen.

3. Die Ablagerungen sind schmierig und von rußähnlicher Färbung, bestehen jedoch nicht oder nur in seltenen Fällen aus Ruß, sondern enthalten vielmehr Weichmacher- und andere höhersiedende organische Verbindungen.

4. Die Ablagerungen setzen sich zum Teil in einzelnen Räumen, zum Teil in der ganzen Wohnung, vorwiegend auf Außenwandflächen, Gardinen, Kunststoffflächen, Lichtschaltern, Steckdosen und elektronischen Geräten ab.

5. In Mehrfamilienhäusern tritt das Phänomen fast immer nur in ein oder zwei Wohnungen auf, selbst dann, wenn die Wohnungen in etwa alle zur selben Zeit fertiggestellt worden waren sowie bau-technisch und malermäßig in derselben Art und Weise hergerichtet sind.

Für die Entstehung der Ablagerungen gilt demnach Folgendes:

Bei der Fertigstellung oder Renovierung von Wohnungen werden Produkte (Lacke, Farben, Kleber etc.) eingesetzt, die zur Emission höhersiedender (schwerflüchtiger) organischer Verbindungen (SVOC) führen. Der Eintrag der SVOC in die Raumluft geschieht relativ langsam über Wochen und Monate (im Einzelfall über 1-2 Jahre) und, da die Stoffe im Gegensatz zu vielen »klassischen« Lösemitteln aus der Gruppe der flüchtigen organischen Verbindungen (englisch »VOC«) geruchlich nicht wahrnehmbar sind, im Wesentlichen von den Bewohnern unbemerkt.

Als SVOC wurden vor allem Phthalsäureester in der Luft und in den Ablagerungen nachgewiesen [WENSING et al., 1998; MORISKE 1999]. Phthalsäureester (Phthalate) werden chemisch als Weichmacher in vielen Kunststoffen eingesetzt und sind damit auch in vielen Bauprodukten (Laminat-, PVC-Böden, Vinyltapeten, Latexfarbe etc.) zu finden. Phthalate sind außerdem Trägerflüssigkeiten für Pestizide, Vorprodukte von Duoplasten und synthetischen Fasern, Bestandteile von Schaumverhütungsmitteln, Parfüms und Kosmetika. Als »Hintergrundbelastung« kommen sie ubiquitär in der Umwelt vor [MORISKE und TUROWSKI 1998]. Die Verbindungen sind in den üblicherweise vorkommenden Hintergrundkonzentrationen und auch bei den bisher in betroffenen Wohnungen gefundenen Konzentrationswerten nicht gesundheitsschädlich. Gesundheitliche Probleme werden erst bei deutlich höheren Konzentrationswerten diskutiert [MORISKE und TUROWSKI 1998].

Die Weichmacherverbindungen und anderen SVOC (relevanter Siedepunktbereich zwischen ca. 250 bis ca. 450°C) lagern sich aufgrund ihrer physikalischen Eigenschaften nach Freisetzung in der Raumluft an vorhandene Schwebstaubpartikel an und führen zum »Zusammenkleben«, besser zur Agglomeration kleinerer Staubpartikel zu größeren Partikeleinheiten. Bereits aus anderen Studien, unter anderem in der Automobilindustrie, ist bekannt, dass SVOC sich nach Freisetzung in der Innenraumluft verstärkt an kalten Flächen abscheiden können und dort schmierige Beläge bilden (das so genannte »Fogging«-Phänomen) [WENSING et al. 1998].

Damit es zum Absetzen der Stäube bzw. zum Entstehen der Ablagerungen im Einzelfall kommt, bedarf es aber weiterer Begleitumstände, die sich nach gegenwärtigem Erkenntnisstand folgendermaßen gruppieren lassen:

- **Bauliche Gegebenheiten:**

- Wärmebrücken
- schadhafte Dämmungen
- durchsottete Schornsteine und Kamine

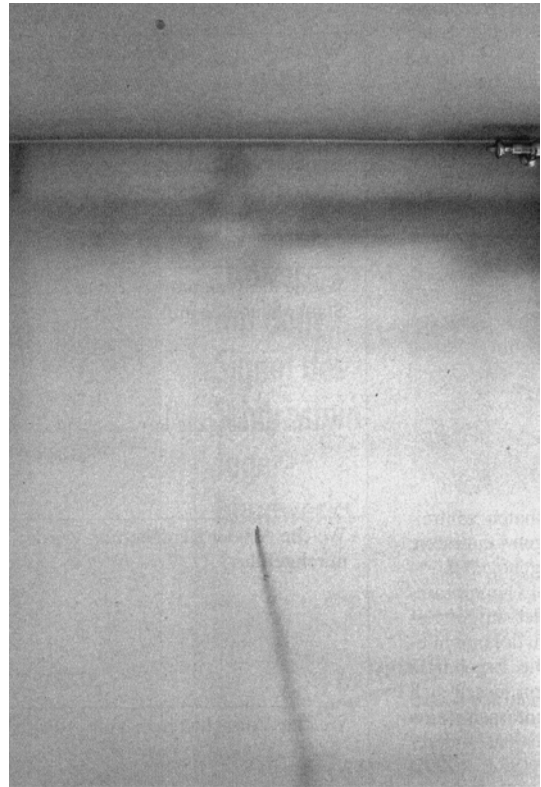


Bild 2: Schwarze Ablagerungen an Außenwand und Zimmerdecke in einer Neubauwohnung.

- **Ausstattung der Wohnung:**
 - Vorhandensein kunststoffhaltiger Materialien, die zusätzlich SVOC emittieren, wie:
 - Laminatfußböden, Melaminoberflächen von Möbeln, Kunststoff-Paneele
 - Hartschaumdekorplatten
 - Latexwandfarben, Vinylschaumtapeten
 - Teppichböden
- **Raumnutzung:**
 - Regelmäßige Verwendung zusätzlicher Emissionsquellen für SVOC (Öllämpchen, Kerzen)
 - Verbrennungsvorgänge, die Staub und Ruß produzieren
 - Lüftungsverhalten
 - (periodisches) Heizverhalten
- **Raumklimatische Einflüsse:**
 - niedrige Luftfeuchtigkeit
 - erhöhte Elektrostatik
 - Witterungseinflüsse von außen

Bauliche Mängel führen dazu, dass sich Kondensationsfeuchtigkeit an kalten Oberflächen bildet, was zum verstärkten Absetzen der Ablagerungen an solchen Stellen in der Wohnung führt. Die baulichen Mängel sind also nicht die Ursache des Entstehens der Ablagerungen, können aber das Erscheinungsbild erheblich verstärken. Erhöhte Elektrostatik im Zusammenspiel mit zu trockener Raumluft (Letzteres erhöht wiederum die Elektrostatik der Luft) führt physikalisch zur Verstärkung des Anlagerns von SVOC an Staubpartikel. Hohe Partikelkonzentrationen in der Wohnung begünstigen ebenfalls den Effekt, wobei allerdings entgegen erster Annahmen der Tabakrauch nicht von entscheidender Bedeutung für das Auftreten schwarzer Ablagerungen in den Wohnungen ist. Es sind in erheblichem Maße nämlich auch Nichtraucherwohnungen von dem Phänomen betroffen. Typische durch Tabakrauch bedingte Verfärbungen von Wänden und Decken in Wohnungen sehen darüber hinaus eher gelblich-bräunlich und nicht schwarz-grau aus. Das Gleiche gilt für Verfärbungen an Wänden, die z. B. durch durchsottete Schornsteine und den Eintritt von Ammoniumsulfaten aus dem Schornsteinmauerwerk in die Räume entstanden sind. Der Einbau und die Verwendung kunststoffhaltiger Materialien (Hartschaumdekor, melaminbeschichtete Fußbodenkonstruktionen [Laminat] und Möbel, Vinylschaumtapeten, Latexfarbe etc.) kann zu erhöhten Raumluftkonzentrationen, z.B. von Phthalsäureestern etc., beitragen. Unterschiedliches Wohnverhalten schließlich kann zu einem vermehrten Staubeintrag und -anfall in der Wohnung führen. Im Winter können die individuellen Heiz- und Lüftungsgewohnheiten das Entstehen der Ablagerungen in nicht unerheblichem Maße beeinflussen, wobei auch hier zu betonen ist, dass selbst extrem geringes Fensterlüften für sich betrachtet nicht zu den beschriebenen Ablagerungen führt, ebenso wenig, wie der Gebrauch weniger Kerzen etc. Im Zusammenspiel jedoch mit den anderen negativen Begleitumständen kann es dann doch »das Fass zum Überlaufen« bringen und es kommt zu dem beschriebenen Effekt im Einzelfall.

Minimierungsmaßnahmen - praktische Vorgehensweise

Die komplexen Gründe, die für das Entstehen und das Ausmaß der schwarzen Ablagerungen in Wohnungen nach gegenwärtigem Erkenntnisstand verantwortlich sind, machen sehr schwierig, ja derzeit fast unmöglich, generelle Empfehlungen und Lösungen zur Beseitigung des Problems vorzuschlagen. Vielmehr muss im Einzelfall genau untersucht werden,

a) ob es sich überhaupt um das von uns so bezeichnete »Phänomen der Schwarzen Wohnungen« handelt oder ob eventuell andere Gründe für eine Schwarzfärbung von Wänden und Flächen in Frage kommen.

Andere Gründe können z.B. sein: Verbrennungsprozesse, bei denen Ruß entstand und sich auf Flächen abgesetzt hat. Hier kann, wie gezeigt, eine chromatographische Analyse auf polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe oder eine Analyse des elementaren Kohlenstoffs Aufschluss bringen. Handelt es sich um Verbrennungsrückstände, ist in der Regel das Verfolgen der Ursachen eindeutig, da die Verbrennungsquelle ausgemacht werden kann; der Verbrennungsvorgang hat überdies in der Regel bereits zuvor stattgefunden und ist abgeschlossen, so dass die Ablagerungen entfernt werden können und anschließend nicht wieder auftreten - was beim Phänomen der Schwarzen Wohnungen nicht unbedingt der Fall ist, da, wie wir wissen, die Ablagerungen in einigen Fällen in jedem Winter über mehrere Jahre hinweg erneut auftreten.

In Einzelfällen wird in diesem Zusammenhang hin und wieder auch der Einfluss von Kohlefiltern in Küchenabzugshauben mit Umluftbetrieb als mögliche Ursache des Entstehens schwarzer Ablagerungen diskutiert - auch hier kann die Analyse von elementarem Kohlenstoff Auskunft darüber bringen, ob dies im Einzelfall als Ursache oder Verstärkung des Erscheinungsbildes in Frage kommt.

Ein anderer Grund für schwarze Verfärbungen an Wänden kann auch das Eindringen von Feuchtigkeit in das Mauerwerk und die Bildung von Schimmelpilzen sein, deren Mycel ebenfalls schwarz aussehen kann. Ein versierter Fachmann kann aber bereits mit bloßem Auge erkennen, ob es sich um mikrobiellen Befall oder um chemische Ablagerungen handelt.

b) Hat diese Ausschlussanalyse ergeben, dass es sich nicht um die genannten anderen Gründe handelt und hat sich andererseits durch Inaugenscheinnahme der Wohnung und Analyse der Ablagerungen ergeben, dass es sich um das typische Phänomen der Schwarzen Wohnungen handelt, sollte zur Beseitigung des Problems abgestuft vorgegangen werden.

Durch Einsatz von Luftbefeuchtergeräten ist es in einigen Fällen gelungen, die im Winter auch physiologisch oft zu niedrige relative Luftfeuchtigkeit in den Wohnungen (empfohlen sind 40-60% relativer Feuchte) zu erhöhen und damit einen negativen Begleitumstand, der zur Entstehung der Ablagerungen beigetragen hat, zu beseitigen. Die Ablagerungen traten anschließend nicht erneut auf. Leider gibt es aber auch Fälle, bei denen die Luftfeuchtigkeit bereits beim Entstehen der Ablagerungen ausreichend hoch war und nicht weiter erhöht werden kann, um damit nicht das Wachstum von Pilzen und Bakterien zu begünstigen. Weiterhin gibt es Fälle, in denen die relative Luftfeuchtigkeit zwar zu niedrig lag, aber auch trotz Erhöhung dennoch weiterhin schwarze Ablagerungen entstanden. Fazit: »Probieren«.

Ebenso austesten sollte man, ob bereits durch Änderung des Lüftungsverhaltens und/oder des Heizverhaltens (kontinuierliches Heizen statt periodisches Drosseln und Wiederaufheizen der Heizungsanlage) das Phänomen verschwindet.

Helfen die oben genannten Schritte nicht weiter, sollte die Ausstattung der Wohnung überprüft werden. Weichmacherhaltige Materialien sollten, soweit möglich, aus den betroffenen Räumen entfernt werden (kunststoffhaltiges Inventar, PVC-Böden, Vinyltapeten, auch der neue Teppichboden, falls das Phänomen z. B. nach Verlegen eines neuen Teppichbodens auftrat).

Aufwendiger ist es, wenn bauliche Eingriffe vorgenommen werden müssen, wie zum Beispiel die Entfernung eines fest installierten Laminatfußbodens, von Paneelen an den Wänden oder bei gravierenden baulichen Mängeln das nachträgliche Dämmen, Beseitigen von Wärmebrücken, Rissen im Mauerwerk etc.

Da gerade die letztgenannten baulichen Mängel jedoch auch unabhängig vom Phänomen der Schwarzen Wohnungen in jedem Fall beseitigt werden müssen, um ein gesundes und energiebewusstes Wohnen zu gewährleisten, ist dies zwar eine im Einzelfall gravierende Maßnahme, die aber ohnehin fällig wird und dem Träger des Gebäudes damit keine zusätzlichen Kosten aufbürdet als die, die ohnehin zum Erhalt des Gebäudes notwendig sind.

Nach Entfernen der Ablagerungen muss die Wohnung erneut renoviert und gestrichen werden. Dabei sollte darauf geachtet werden, dass möglichst weichmacherfreie Lacke und Farben eingesetzt werden [die Farben- und Lackindustrie beabsichtigt in Kürze Produkte auf den Markt zu bringen, die zusätzlich zu der Bezeichnung »emissionsarm« auch die Bezeichnung »weichmacherfrei« erhalten sollen (gemäß Auskunft des Verbandes der Farben- und Lackindustrie vom Herbst 1999)]. Auf Anbringen von Kunststoffpaneelen etc. sollte verzichtet werden. Nach dem Renovieren sollte wenigstens 14 Tage lang intensiv gelüftet werden - wenn Heizkörper lackiert wurden, auch bei Inbetriebnahme der Heizkörper.

Literaturhinweis

- für Hintergrundinformationen:

H.-J. MORISKE und E. TUROWSKI (Hrsg.):

Handbuch für Bioklima und Lüftthygiene. ecomed-Verlagsgesellschaft, Landsberg (1998), 760 Seiten

- zum Thema »Schwarze Wohnungen«:

MORISKE, H.-J.: *(Plötzliches) Auftreten von*

Staubimmissionen in Wohnungen. Umweltmedizinischer Informationsdienst. Umweltbundesamt. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Heft Nr.3 (1996), S. 29-32

MORISKE, H.-J.: Plötzliche Staubimmissionen in Wohnungen: Neue Aspekte, Fragebogenaktion. Umweltmedizinischer Informationsdienst. Umweltbundesamt. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene, Heft Nr. 1 (1997), S. 15-19

MORISKiS, H.-J.: Plötzliche Staubablagerungen in Wohnungen - Auswertung der Fragebogenaktion aus ÜMID 1/1997. Umweltmedizinischer Informationsdienst. Umweltbundesamt. Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene Heft Nr. 2 (1998), S. 28-30

MORISKE, H.-J.: Auftreten von plötzlichen Staubimmissionen in Wohnungen. In: Handbuch für Bioklima und Lufthygiene. Hrsg.: H.4. MORISKE und E. TUROWSKI. ecomed-Verlagsgesellschaft, Landsberg (1998). 1. Ergänzungslieferung (1999) Kap. III-4.4.1, S. 1-6

MORISKE, H.-J.: Plötzlich auftretende »schwarze« Ablagerungen in Wohnungen - das »Fogging« - Phänomen. Tagungsband. 26. Aachener Bausachverständigentage 2000. Bauverlag, Wiesbaden (2000), im Druck

WENSING, M., H.-J. MORISKE und T. SALTJAMMER: Das Phänomen »Schwarze Wohnungen«. Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft 58 (1998), S. 463-468