

## **»Schwarze« Wohnungen und der »Fogging«-Effekt – einem Phänomen auf der Spur**

**Dr.-Ing. Heinz-Jörn Moriske, Wiss. Direktor im Umweltbundesamt, Berlin**

### **Einleitung**

Im Winter 1995/96 wurden zum ersten Mal Anfragen an das Umweltbundesamt gerichtet, in denen von plötzlich, aufgetretenen rußähnlichen Staubablagerungen in Wohnungen berichtet wurde. Die Ablagerungen waren in der Regel innerhalb weniger Wochen, in Extremfällen auch innerhalb weniger Tage entstanden und traten zum Teil massiv in mehreren Räumen der Wohnung auf. Vom Aussehen her ähnelten sie rußartigen Stäuben, weshalb in vielen Fällen zunächst an undichte Schornsteine, defekte Heizungsanlagen oder rußende Verbrennungsvorgänge in der Wohnung als mögliche Ursache und Eintragsquelle dieser Stäube gedacht wurde.

Die zur Beurteilung des Sachverhaltes hinzugezogenen Bausachverständigen, Schornsteinfegermeister und/oder Sanitärfachleute konnten jedoch in allen Fällen gebäudetechnische Mängel als Entstehungsursachen für die Ablagerungen ausschließen.

In den Mehrfamilien- und Mietshäusern, in denen das Phänomen der schwarzen Staubablagerungen zumeist aufgetreten war, waren in der Regel nur ein oder zwei Wohnungen betroffen und nicht etwa das ganze Gebäude. Ein Staubeintrag durch Emittenten aus dem Umgebungsbereich (Kraftwerke, Industrie, Kfz.) schied deshalb ebenfalls aus.

Das Institut für Wasser-, Boden- und Lufthygiene des Umweltbundesamtes führte 1997 eine erste Fragebogenaktion durch. Über örtliche Gesundheits- und Umweltämter sollten Auftreten, Gemeinsamkeiten und Unterschiede des „Phänomens der „Schwarzen“ Wohnungen“ abgefragt werden.

### **Ergebnisse der Fragebogenaktion des Umweltbundesamtes von 1997**

Die Fragebogenauswertung ist ausführlich an anderer Stelle veröffentlicht (MORISKE 1997 und 1999).

Zusammengefasst ergeben sich daraus die folgenden Ergebnisse (zu rückgesandte Fragebögen, n = 132):

- Die Ablagerungen traten fast ausschließlich während der Heizperiode auf,
- Die Wohnungen wurden zuvor – zumeist in der letzten Nicht-Heizperiode – renoviert oder nach Neuerrichtung als Erstbezugswohnungen bezogen.
- Die Ablagerungen waren »schwarz-grau« und fühlten sich »öligschmierig« an.
- Sie setzten sich oberhalb von Wandheizkörpern, an Außenwänden, Decken, Vorhängen, gefliesten Wänden, kunststoffhaltigen Oberflächen (Kunststoff-Fenster, Steckdosen, Lichtschalter, Küchen- und Badmöbel mit kunststoffhaltigen Oberflächen) und elektronischen Geräten ab.
- Die Ablagerungen waren zumeist nur schwer, unter Zusatz von Tensiden oder mit »scharfen« Reinigungsmitteln zu entfernen.
- Sie verschwanden häufig in der nächsten Nicht-Heizperiode, um in einigen Fällen in der darauffolgenden Heizperiode erneut aufzutreten.
- Zum Zeitpunkt, als die Ablagerungen auftraten, waren keine besonderen Emissionsquellen in der Wohnung vorhanden. In einigen Fällen war das in der Vorweihnachtszeit übliche »Kontingent« von Weihnachtskerzen und/oder Öllämpchen verbraucht worden, als die Ablagerungen entstanden.
- (Offene) Kamine, Einzelofenanlagen etc. waren nicht vorhanden.
- Bei der Analyse von Inhaltsstoffen ergaben sich keine Hinweise auf vermehrte Verbrennungsrückstände (Ruß, »PAK«); statt dessen fand man schwerflüchtige organische Verbindungen, insbesondere Weichmacher, langkettige Alkane, Alkohole und Carbonsäuren in den Ablagerungen.

Mittlerweile wurde ein zweite Fragebogenaktion mit etwas modifiziertem Fragebogen durchgeführt (MORISKE 2000a). Daraufhin gingen nochmals mehr als 100 Fragebögen ein, deren

Auswertung im einzelnen noch nicht abgeschlossen ist. Eine erste Durchsicht ergibt jedoch im wesentlichen eine Bestätigung der bereits zuvor getroffenen Aussagen.

### **Mögliche Entstehungsursachen**

Nach derzeitigem Erkenntnisstand (WENSING et al. 1998; MORISKE 1999 u. 2000b; MORISKE et al. 2000) kommen folgende Einflussfaktoren für das Entstehen der Ablagerungen in Betracht:

- Bei der Errichtung oder Renovierung der Wohnungen wurden Produkte eingesetzt, die verstärkt schwerflüchtige (höhersiedende) organische Verbindungen (englisch »SVOC«) in die Raumluft abgeben.
- Nach der Analyse von Proben handelt es sich dabei vor allem um Weichmacherverbindungen (Phthalate) sowie langkettige Alkane.
- Aus vergleichbaren Untersuchungen, Prüfkammerversuchen etc. wissen wir, dass das Ausgasen von SVOC in die Raumluft nach der Anwendung der Produkte noch Monate danach andauern kann und durch Umgebungseinflüsse, wie erhöhte Raumlufttemperaturen und Raumluftfeuchtigkeiten, beeinflusst wird.
- Im Winter, wenn geheizt wird und wenn weniger oft gelüftet wird, wird das Konzentrationsniveau der SVOC in der Raumluft weiter erhöht.
- Die SVOC lagern sich an vorhandene Schwebstaubpartikel in der Luft an und führen zur Agglomeration kleinerer Staubteilchen zu größeren Partikeln. Diese setzen sich in Folge an verschiedenen Oberflächen ab, insbesondere an Außenwandflächen, Bereichen mit baulichen Mängeln (»Wärmebrücken«), an Kunststoffoberflächen und im Bereich stromdurchflossener Leiter (Lichtschalter, Steckdosen, Elektrogeräte).

Bereits aus früheren Studien, z.B. in der Automobilindustrie, ist bekannt, dass SVOC sich nach Freisetzung in der Innenraumluft verstärkt an kalten Flächen abscheiden können und dort schmierige Beläge bilden. In der Literatur ist dieser Vorgang als »Fogging«-Phänomen beschrieben (WENSING u. BAUHOF 1999).

Die in diesem Zusammenhang vor allem in die Raumluft abgegebenen Phthalsäureester (Einsatz als Weichmacherverbindungen in Kunststoffen, höhersiedende Lösemittel etc.), sind aus hygienischer Sicht und bei den in den Wohnungen gemessenen Konzentrationen nicht gesundheitsschädigend. Die Verbindungen kommen in niedrigen Konzentrationen ubiquitär in der Außen- und Innenraumluft vor. Bei erhöhten Expositionen an Arbeitsplätzen wird allerdings eine Gesundheitsgefährdung durch einzelne Phthalate diskutiert (MORISKE und TUROWSKI 1998).

Der Eintrag der Phthalate und anderer SVOC in die Raumluft ist zwar der erste und wichtigste Schritt in der Ursachenkette, genügt in den meisten Fällen aber nicht, um bereits dadurch die Ablagerungen zu erzeugen. Dazu sind weitere Begleiterscheinungen notwendig, die sich folgendermaßen gruppieren lassen (WENSING et al. 1998; MORISKE et al. 2000):

- Bauliche Gegebenheiten (Wärmebrücken etc., ggf. auch sehr »dichte« Gebäude),
- Raumausstattung (Materialien, die zusätzlich Weichmacher abgeben, wie Laminat-, PVC-, Teppichböden, Paneele etc.),
- Raumnutzung (Verwendung zusätzlicher Emissionsquellen für SVOC wie Öllämpchen, Kerzen etc.; Lüftungsverhalten; evtl. auch Heizverhalten),
- Raumklimatische und Witterungseinflüsse (Luftfeuchtigkeit; Elektrostatik der Luft).

### **Einfluss verwendeter Bau- und Renovierungsprodukte**

Aus der Zusammenstellung der Einflussfaktoren und Begleiterscheinungen ergibt sich, dass offenbar die Emissionen aus Bauprodukten bzw. der bei Renovierungsmaßnahmen eingesetzten Produkte einen erheblichen Beitrag für das Entstehen der plötzlichen schwarzen Ablagerungen liefern. Wie Abb. 1 zeigt, handelt es sich bei den vorgenommenen Bau- und Renovierungsmaßnahmen in den betroffenen Wohnungen in etwa jedem zweiten Fall um Malerarbeiten, wobei die Anwendung »konventioneller« und umweltfreundlicher Farben und Lacke, soweit dies überhaupt angegeben wurde, sich in etwa die Waage hielten. Fußbodenarbeiten (Entfernen und Neuverlegen von Fußbodenbelägen) fanden in etwa jeder dritten Wohnung statt. Zum Teil wurden auch größere Baumaßnahmen durchgeführt, bei denen

z.B. die gesamte Heizungsanlage erneuert wurde, neue Fenster und Türen eingebaut wurden, Wärmedämm-Maßnahmen, Fußbodenarbeiten inklusive Estricharbeiten etc. vorgenommen wurden. Etwa jede fünfte betroffene Wohnung war eine Neubauwohnung, bei der naturgemäß im Zuge der Errichtung Bauarbeiten vorgenommen worden waren.

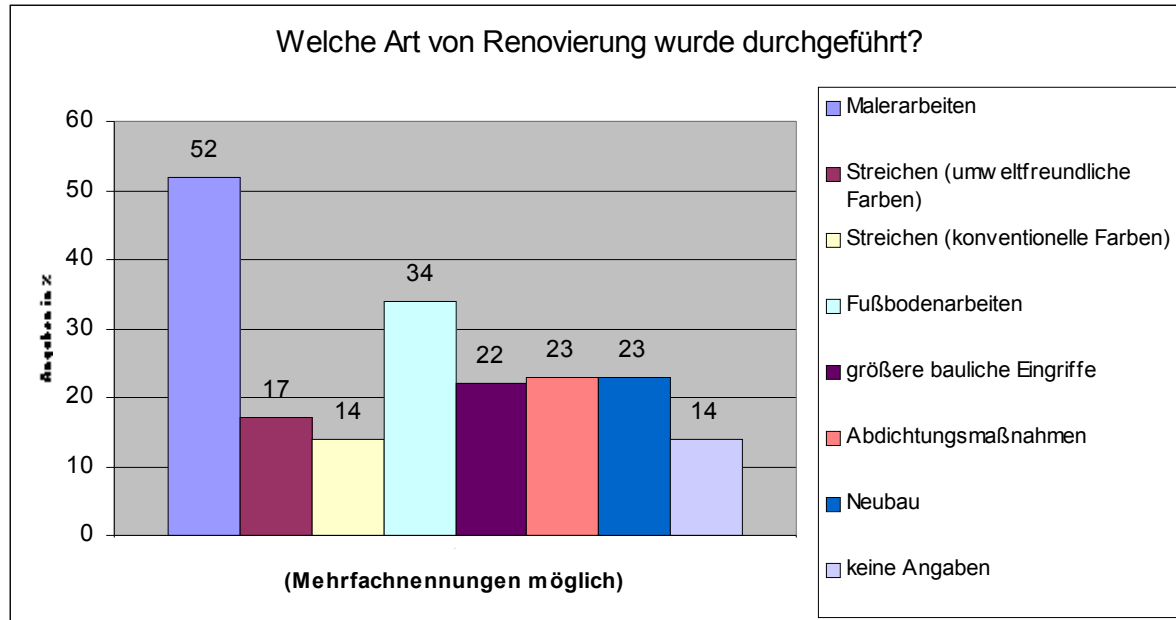


Abbildung 1: Bau- und Renovierungsarbeiten in den betroffenen Wohnungen (Quelle: MORISKE 1999)

Leider ist es nur in wenigen Fällen möglich, im Nachhinein zu prüfen, welche inhaltliche Zusammensetzung die bei der Renovierung eingesetzten Produkte, wie z.B. Farben und Lacke, exakt aufwies. Viele Fälle wurden erst nach außen gemeldet, als das »Phänomen« bereits einige Zeit in der Wohnung vorhanden war. Oft lag zwischen dem Zeitpunkt der Meldung bzw. Einschaltung externen Sachverständigen zur Aufklärung des Problems und dem eigentlichen Entstehen der Ablagerungen ein halbes Jahr und mehr. Wie wir aus der Fragebogenaktion wissen, lagen die Renovierungen dann zumeist noch einmal \_ Jahr und länger zurück. Dies erschwerte in vielen Fällen nicht nur die Analyse der Ablagerungen und die Erfolgsaussichten, darin die Verbindungen zu finden, die zum Zeitpunkt des Entstehens der Ablagerungen in die Raumluft abgegeben worden waren, es erschwerte auch die Recherche, was tatsächlich an Produkten seinerzeit bei der Renovierung eingesetzt worden war. Den Bewohnern, Hausverwaltern, leider auch vielen Handwerksfirmen, war oft nicht mehr bekannt, was z.B. zum Streichen der Wände konkret für ein Produkt eingesetzt worden war – zumindest konnten keine Angaben dazu gemacht werden.

Weichmacherhaltige Farben und Lacke (umweltfreundliche und lösemittelfreie Produkte sind übrigens nicht unbedingt frei von Weichmacherverbindungen) könnten neben nachgewiesenen weichmacherhaltigen Klebern zum Verkleben von Teppichen, Vinyltapeten, Laminatböden, Paneele etc. zusätzlich Weichmacher in die Raumluft abgegeben haben und damit wahrscheinlich die »Reaktionskette« für das Entstehen der schwarzen Ablagerungen in Gang gesetzt haben.

Es sei an dieser Stelle nochmals betont, dass der Einsatz solcher Produkte an sich nicht zum Phänomen der »Schwarzen« Wohnungen führt; sonst müssten in allen Fällen, bei denen derartige Produkte zum Einsatz kamen und kommen, anschließend schwarze Ablagerungen entstehen. Dies ist nicht der Fall. Vielmehr führen erst die im Einzelfall ungünstig hinzugekommenen Begleiterscheinungen (siehe oben) zum dem beschriebenen »Fogging«-Effekt.

### **Minimierungsmaßnahmen**

Aus durchgeführten Analysen, bei denen der Einfluss von Bau- und Renovierungsprodukten im Zusammenhang mit dem Entstehen der Ablagerungen nachgewiesen werden konnte (WENSING et al. 1998) sowie aus jüngeren Erkenntnissen eigener Messungen und Recherchen in betroffenen Wohnungen kennen wir die Einflussfaktoren und zusätzlich Begleiterscheinungen, die zum Entstehen des Phänomens beitragen, inzwischen recht gut. Es fehlt nach wie vor jedoch die Erkenntnis darüber, in welcher Konstellation die Faktoren im Einzelfall zusammenkommen, um die Ablagerungen zu erzeugen. Es gibt deshalb bis heute auch keine generelle Empfehlung, wie das »Problem aus der Welt geschafft« werden kann. Vielmehr muss durch Veränderung von Einflussfaktoren und Begleiterscheinungen im Einzelfall versucht werden, die Neuentstehung der Ablagerungen nach deren Entfernung zu verhindern. Im Einzelfall kann bereits die Erhöhung der relativen Luftfeuchtigkeit oder ein verändertes Heizverhalten genügen, damit die Ablagerungen nicht erneut entstehen. Hilfreich kann im Einzelfall auch ein intensives Lüften, bei gleichzeitig aufgedrehten Heizkörperthermostaten über eine gewisse Zeit (ca. 8-10 Tage) sein, um das Ausgasen von SVOC in die Raumluft zu beschleunigen und das Problem damit zu lösen. In einigen Fällen »verschwindet« das Problem auch von selbst, wenn nur genügend lange abgewartet wird – nur wer will das schon, wenn das »Abwarten« 1 bis 2 Jahre oder länger dauern kann. In einigen Fällen mussten Wand- und Bodenbeläge entfernt werden, damit die Ablagerungen nicht mehr auftraten. Gerade größere bauliche Eingriffe lassen aber sofort bei den Betroffenen die Frage aufkommen, wer denn für die Kosten der Wiederherstellung der Wohnung aufkommen soll. Es kam und kommt in solchen Fällen schnell zu Rechtsstreitigkeiten, bei den die Gerichte klären müssen, wer rechtlich die Verantwortung für das Entstehen des Phänomens oder für dazu »auslösende Faktoren« trägt. Je nach Ausgangssituation und/oder Gutachteraussage können dabei unterschiedliche Gerichtsurteile herauskommen (MORISKE 2000 c).

### **Literatur**

- 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
- MORISKE, H.-J. und E. TUROWSKI (Hrsg.): Handbuch für Bioklima und Lufthygiene. ecomed-Verlag. Landsberg (1998), 760 Seiten
- MORISKE, H.-J.: Auftreten von plötzlichen Staubimmissionen in Wohnungen. In: Handbuch für Bioklima und Lufthygiene. Hrsg.: H.-J. MORISKE und E. TUROWSKI. ecomed-Verlag, Landsberg (1998). 1. Ergänzungslieferung (1999) Kap. 111-4.4. 1, S. 1-6
- MORISKE, H.-J.: Zum »Phänomen der Schwarzen Wohnungen«. Umweltmedizinischer Informationsdienst. Umweltbundesamt Nr. 1 (2000a) (im Druck)
- MORISKE, H.-J.: Plötzlich auftretende »schwarze« Ablagerungen in Wohnungen – das »Fogging«-Phänomen. Tagungsband, 26. Aachener Bausachverständigentage 2000. Bauverlag, Wiesbaden (2000b) (im Druck)
- MORISKE, H.-J.: Das Phänomen »schwarzer« Wohnungen – ein hygienisches und juristisches Problem. Neue Zeitschrift Miet- und Wohnungsrecht (NZM) 3 (2000c) (im Druck)
- MORISKE, H.-J., A. RUDOLPHI, T. SALTHAMMER und M. WENSING: Zum Phänomen der »Schwarzen« Wohnungen – Aktueller Sachstandsbericht. Gesundheits-Ingenieur 121 (2000) im Druck
- WENSING, M. und H. BAUHOF: Luftverunreinigungen in Pkw-Innenräumen. In: Handbuch für Bioklima und Lufthygiene. Hrsg.: H.-J. MORISKE und E. TUROWSKI.

ecomed-Verlag, Landsberg (1998). 1. Ergänzungslieferung (1999) Kap. III-4.4.2, S. 1-11

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