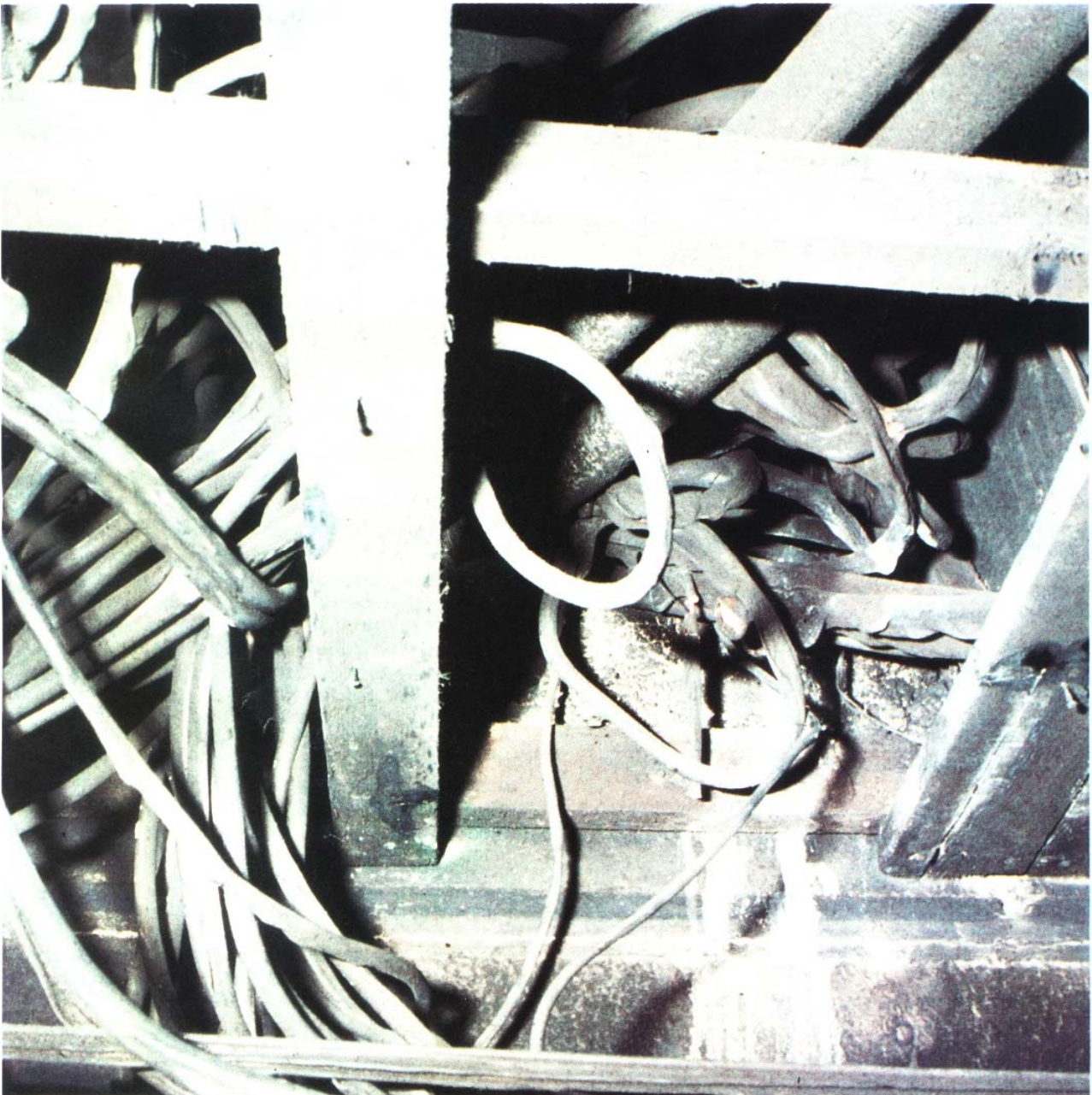


Sofortmaßnahmen bei Korrosionsschäden nach Abbrand von PVC und anderen halogenhaltigen Stoffen



1. Vorbemerkung

Diese Richtlinien enthalten Hinweise, mit deren Hilfe mögliche Korrosionsgefahren oder bereits eingetretene Korrosionsschäden erkannt werden können. Außerdem werden Sofortmaßnahmen zur Schadensminderung empfohlen. Mit der Durchführung dieser Maßnahmen sollte möglichst unverzüglich begonnen werden, selbst dann, wenn noch keine Korrosion an blanken Metallteilen erkennbar ist. Spezielle Kenntnisse in Bau- und Maschinentechnik oder Chemie sind nicht erforderlich.

2. Korrosionsrisiken nach Bränden

Metallene Bau- und Werkstoffe werden den Umwelt- und Gebrauchseinflüssen entsprechend ausgewählt oder durch besondere Maßnahmen gegen Korrosion

geschützt. Brandeinwirkung kann den Korrosionsschutz zerstören und so die Bedingungen für das Eintreten von Korrosion erheblich begünstigen. Insbesondere Rauchgase können sich wegen ihrer Ausbreitung und stofflichen Zusammensetzung schadenfördernd auswirken.

Die direkte Einwirkung der bei einem Brand freigesetzten aggressiven Stoffe auf Metall ist vom Brandablauf her kaum zu vermeiden. Folgekorrosionen entstehen aus dem Zusammenwirken des vorhandenen Sauerstoffes der Luft mit der durch Löschwasser bewirkten Feuchte und den Reaktionsprodukten der aggressiven Rauchgasbestandteile.

3. Brandverhalten von halogenhaltigen Kunststoffen

Zu den Halogenen (= Salzbildner) gehören die Elemente Fluor (F₂), Chlor (Cl₂), Brom (Br₂) und Jod (J₂).

Polyvinylchlorid (PVC) ist der meistverwendete halogenhaltige Kunststoff. Er enthält je nach Verwendungszweck 30 bis 60 Gewichtsprozent gebundenes Chlor. Nicht nur wenn PVC selbst verbrennt, sondern auch wenn Strahlungshitze oder heiße Brandgase darauf einwirken, wird aus PVC Chlorwasserstoffgas (HCl) abgespalten. Die Abspaltung kann bereits bei 120 °C beginnen und führt bei ca. 300 °C zur vollständigen Zersetzung des Kunststoffes.

Das beim Verschwelen oder Verbrennen freigesetzte Chlorwasserstoffgas breitet sich mit den Brandgasen aus und löst sich in Wasser (Luftfeuchtigkeit, Löschwasser) zu Salzsäure. Auf ähnliche Weise kann aggressive Bromwasserstoffsäure entstehen, wenn nach DIN 4102 Teil 1 schwerentflammbare Kunststoffe mit bromhaltigen Flammschutzmitteln im Brandfall Bromwasserstoffgas (HBr) freisetzen. Solche Fälle sind jedoch selten und führen normalerweise zu geringeren Schäden, da in dieser Art von Kunststoffen, wie Polystyrol und Polypropylen, nur etwa ein Hundertstel Brom im Vergleich zu der in PVC gebundenen Chlormenge enthalten ist. Chlorwasserstoffgas und Salzsäure wirken ätzend, werden jedoch in der Gesundheitsgefährdung von anderen Rauchgasbestandteilen wie Kohlenmonoxid weit übertroffen.

Korrosionsgefahren können auch durch den Abbrand von schwefelhaltigen Stoffen, z.B. Gummi, entstehen. Ist mit einer solchen Sulfat-(SO₄²⁻) Korrosion zu rechnen, sollte auf jeden Fall ein Spezialist zur Beurteilung des Schadenrisikos hinzugezogen werden.

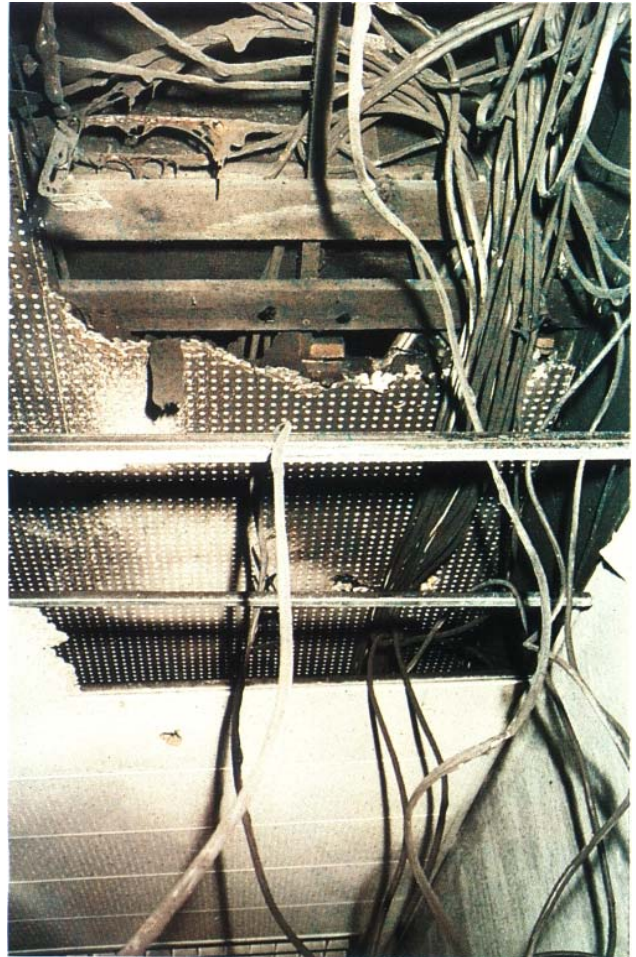
4. Rauchgasverteilung und Chloridbeaufschlagung in Gebäuden

Ruß und Verschmutzungen liefern erste Anhaltspunkte für den Weg der Rauchgase. Wärme und Überdruck des Brandes führen die Rauchgase bevorzugt in die Deckenbereiche und durch alle Öffnungen.

Häufig beaufschlagt werden Zwischendeckenbereiche, Nebenräume, Kanäle, Anlagen und Einrichtungen. Die Rauchgase kühlen mit zunehmender Entfernung vom Brandherd ab, wobei ihre gegenüber Luft größere Dichte dazu führt, daß sich ihre Bestandteile meist sehr gleichmäßig auf Oberflächen niederschlagen.

Die Chloridbeaufschlagung kann sich aus verschiedenen Gründen an anderen Orten ergeben, als nach der sonstigen Rauchgasverteilung zu erwarten wäre:

- Chlorwasserstoffgas wird vor der eigentlichen Verbrennung des PVC abgespalten. Die Chloridbeaufschlagung kann deshalb von Ruß überlagert sein.



Rauchgasbeaufschlagung im Zwischendeckenbereich

- Chlorwasserstoffgas wird an Oberflächen, die reaktionsfähig sind, gebunden. Dies führt zu besonders hohen Beaufschlagungen an Durchzugstrecken und Öffnungen und damit z.B. an Türstürzen, Unterzügen sowie in Kanälen und Gängen. In verzinkten Lüftungsleitungen können extrem hohe Chloridwerte auftreten.
- Chlorwasserstoffgas kondensiert mit Wasser durch Taupunktunterschreitung an kalten Flächen zu Salzsäure. Deshalb ist der heiße Brandherd häufig geringer beaufschlagt als die zunächst kalte Umgebung.
- Auf der Oberfläche von Stoffen, wie Glas, Fliesen, Mineralwolle, Kunststoffen, Holz, Öl- und Latexfarben, reagiert Salzsäure nicht und verteilt sich deshalb nach ihrem Niederschlag durch Rückgasung in die Raumluft und von dort aus auf die reaktiven Stoffe. Dieser Vorgang tritt sowohl während des Brandes als auch danach auf und muß besonders bei der Sanierung berücksichtigt werden.

5. Erkennungsmerkmale von Korrosionsschäden

Auf blankem Eisen läßt sich das Korrosionsbild am deutlichsten erkennen. Ein typisches Kennzeichen bei Einwirken von Chlorwasserstoffgas ist die gleichmäßige Rostbildung auf größeren Flächen. Abgedeckte Flächen bleiben von Korrosion verschont und ermöglichen damit den Vergleich mit

dem Zustand vor dem Schadenereignis.

Ähnlich wie Eisenwerkstoffe sind auch andere Metalle und Legierungen der Korrosion ausgesetzt:

- Edelstähle erhalten Rostflecken
- Kupfer, Messing und Bronze verfärben sich grün
- Zink und Aluminium erhalten weiße Ausblühungen und Pusteln.

Bei derartigen Schadenbildern ist die Korrosion bereits weitgehend fortgeschritten. Deshalb sind frühzeitige Kontrollen ratsam.

Eine nur durch Löschwasser oder hohe Luftfeuchtigkeit ausgelöste Korrosion zeigt ein ganz anderes Bild: Der Rostbelag ist unregelmäßig und tritt vermehrt an Tropfstellen auf.

Salzsäurebeaufschlagungen auf Mauerwerk, Beton, Putz und offenen Anstrichen sind ohne analytische Hilfsmittel nicht erkennbar. Die Reaktion mit diesen Baustoffen führt zur Salzbildung und läßt deshalb keine Rückgasung zu. Ein Korrosionsrisiko besteht hier im Regelfall bei erhöhten Chloridkonzentrationen, jedoch nur für die eingebetteten Metalle dieser Bauteile, z.B. für den Bewehrungsstahl. Sind Einrichtungen, Bauteile oder Inventar durch Beaufschlagungen erkennbar gefährdet oder zeigen sich bereits Korrosionserscheinungen, sollte unverzüglich ein Fachgutachter hinzugezogen werden, mit dem Erstmaßnahmen abzustimmen sind.¹⁾ In Zweifelsfällen kann eine den Gegebenheiten angepaßte Voruntersuchung als Entscheidungshilfe herangezogen werden.

6. Voruntersuchung

Konzentration und Verteilung der Beaufschlagung aggressiver Rauchgase hängen wesentlich von der Art und Menge der verbrannten Stoffe ab. Diese lassen sich z.B. aus Unterlagen oder durch Befragung ermitteln. (Kunststoffe werden von Unkundigen oft generell als PVC bezeichnet.) PVC und andere Stoffe mit Halogen- oder Schwefelanteilen sind in folgenden Bereichen anzutreffen:

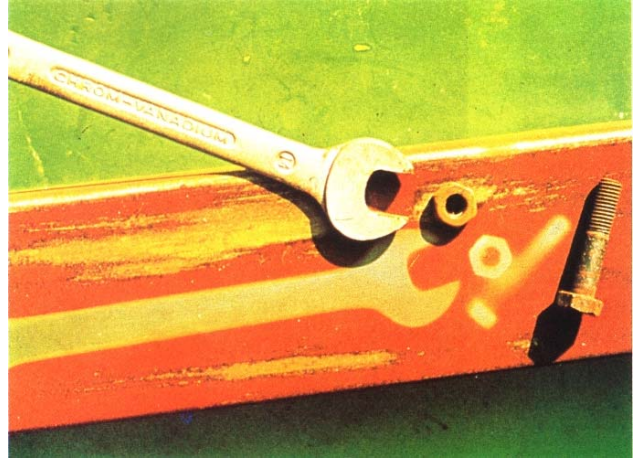
- Gebäude
 - Fußbodenbeläge, Plastik-Sichttüren, Abflußrohre, Heizungsrohrisolierungen, Geländerhandläufe, Rolläden, Wandverkleidungen (z.B. Vinyltapeten)
- Einrichtungen
 - Elektrische Kabel und Leitungen, Leitungskanäle, Zu- und Abluftkanäle, Vorhänge, Möbel, Kunstleder
- Vorräte und Betriebsmittel
 - Rohstoffe, Halbzeuge, Fertigwaren, Magazin- und Transportkästen, Verpackungsmaterial, Löse- und Reinigungsmittel (z.B. Methylenchlorid, "Tri", "Per"), Klebstoffe, Förderbänder.

¹⁾ Siehe VdS 2144 Liste der dem VdS bekannten Gutachter und Institute, die für die Versicherer bei der Beurteilung von brandbedingten Korrosionsschäden tätig sind.

6.1 Einfache Testmethoden für PVC

PVC sinkt in Wasser aufgrund seiner höheren Dichte (größer als 1 g/cm³). Viele andere Kunststoffe schwimmen und können so von PVC unterschieden werden.

Beim Verbrennen einer Probe, z.B. mittels Feuerzeug, entstehen salzsaure, ätzende Rauchgase, die am charakteristisch stechenden Geruch erkannt werden können. Salzsaure Rauchgase oder deren Niederschläge färben feuchtes pH-Indikatorpapier. Andere saure Niederschläge, z.B. schwefelsaure aus Gummibränden, reagieren ebenso und sind ähnlich korrosionsgefährdend.



Abgedeckte Flächen bleiben von der Chlorid-Korrosion verschont.

6.2 Qualitativer Chloridnachweis - Silbernitrat-Methode

Die Silbersalze der Halogene Chlor, Brom, Jod (jedoch nicht Fluor) bilden im Wasser einen weißlichen bis gelblichen Niederschlag und eignen sich deshalb zum qualitativen Nachweis von Chlorid. Man verwendet dazu eine leicht salpetersaure 1%ige Silbernitratlösung, die wegen der Lichtempfindlichkeit in dunklen Pipettenflaschen aufbewahrt wird.

Die zu untersuchenden Flächen werden aus der Pipette beträufelt. Eine Trübung durch Silberchlorid ist nur dann zu erwarten, wenn eine ausreichende Benetzung erfolgt. Der Test erfordert etwas Erfahrung und Sorgfalt, seine Ausführung ist jedoch einfach.

Die 1%ige Silbernitratlösung kann Verätzungen an empfindlichen ungeschützten Körperteilen, z.B. den Augen, verursachen. Ferner entstehen durch Silberausscheidung Schwärzungen. Abhilfe schafft in beiden Fällen eine sofortige Spülung mit Wasser.

6.3 Quantitativer Chloridnachweis - Chloridelektrode

Eine unmittelbar am Schadenort durchführbare Analyse bietet schnellen Aufschluß über die Chloridkonzentration und damit wesentliche Vorteile für die Einschätzung der Korrosionsrisiken. Das setzt allerdings die entsprechende Ausrüstung, Ausbildung und Erfahrung voraus.

Als mobil einsetzbare Methode hat sich die spezifische Chloridelektrode bewährt. Je nach Umfang kann die Ausrüstung zur Probenahme und Analytik von einfachen Wischproben auf Oberflächen bis hin zur Betonuntersuchung gewählt werden. Die Anwendung setzt qualifiziertes technisches Verständnis und Übung, aber keine

chemische Ausbildung voraus. Bezugsquellen für fertig zusammengestellte Meßeinrichtungen sowie Schulungsmöglichkeiten können beim VdS erfragt werden.

Eine quantitative Untersuchung soll darüber Aufschluß geben, ob eine bedenkliche Korrosionsgefahr vorhanden und ein Fachgutachter hinzuzuziehen ist. In Zweifelsfällen und bei chemisch anders gelagerten Korrosionserscheinungen, z.B. Fluorwasserstoffkorrosion oder Sulfatkorrosion, sollte ein Fachchemiker oder der jeweilige Spezialist, z.B. für Elektronik oder Beton, hinzugezogen werden.



Quantitative Analyse mit der mobil einsetzbaren Chloridelektrode (Im Bild werden zwei unterschiedliche Ausrüstungen gezeigt)

7. Schadenminderungsmaßnahmen²⁾

Sind halogenhaltige Kunststoffe, z.B. PVC, vom Brand betroffen oder sind bereits Korrosionsschäden festgestellt worden, so ist der Versicherungsnehmer gehalten, erste Schadenminderungsmaßnahmen einzuleiten und seinen Feuerversicherer unverzüglich zu benachrichtigen, damit dieser über die weiter zu treffenden Maßnahmen entscheiden kann. Dies gilt insbesondere bei empfindlichen Anlagen und Einrichtungen, auch wenn noch keine Schäden sichtbar sind.

7.1 Gebäude

Folgende Maßnahmen helfen Schäden am Gebäude zu mindern:

- Rauchgase rasch abführen.
- Klimaanlage außer Betrieb halten, damit korrosive Stoffe nicht unnötig verbreitet werden.
- Ins Freie führende Türen und Fenster öffnen, Öffnungen im Innern geschlossen halten.
- Löschwasser umgehend entfernen, gegebenenfalls auch nasse, langsam trocknende Stoffe.
- Benachbarte Räume mit empfindlichem Inhalt zum Brandbereich hin provisorisch abtrennen, um eine weitere Ausbreitung korrosiver Stoffe zu verhindern, z.B. durch Abdichten von Türen und Durchgängen; bei großen Räumen gegebenenfalls einen Abschluß mit leichter Trennwand oder Folien herstellen.
- Luftfeuchtigkeit durch geeignete Maßnahmen senken, z.B. mit kontinuierlich arbeitenden Entfeuchtungsgeräten, gegebenenfalls heizen und lüften.
- Das Verschleppen von Brandverschmutzung

verhindern: den Transport von Brandschutt durch nicht oder wenig vom Brand betroffene Räume vermeiden.

- Schmutz- und Rußbelag auf Oberflächen vor der Beurteilung durch einen Sachverständigen nur trocken entfernen (Staubsauger, Besen, Bürste); Einrichtungsgegenstände und Vorräte gegebenenfalls sorgfältig abdecken.

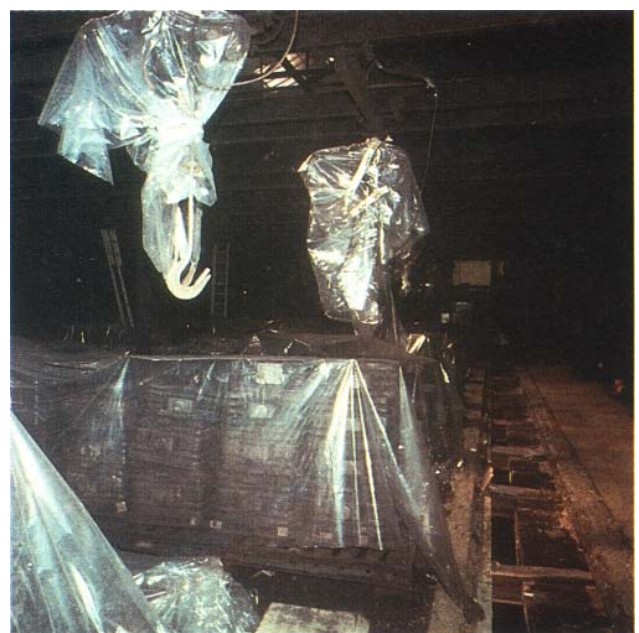
7.2 Maschinen, Einrichtungen und Vorräte

Die im Rahmen der Gebäudesanierung durchzuführenden Trocknungsmaßnahmen kommen auch Maschinen, Einrichtungen und Vorräten, elektrische und elektronische Anlagen eingeschlossen, zugute.

Zusätzlich sind jedoch noch folgende Maßnahmen zu treffen:

- Groben Brandschmutz von Maschinen und sonstigen Anlagen und Einrichtungen trocken entfernen.
- Transportable Sachen nach Grobreinigung möglichst umgehend in trockene, nicht vom Brand betroffene Räume bringen.
- In der Umgebung von nicht transportablen oder nicht demontierbaren Maschinen und Geräten die relative Luftfeuchtigkeit möglichst unter 40% senken. Dies läßt sich mit mobilen, kontinuierlich arbeitenden Luftentfeuchern sowohl für ganze Räume als auch für einzelne Maschinen, die mit Folien abgedichtet werden, erreichen.
- Sofern keine Luftentfeuchtung möglich ist, bietet sich als Notmaßnahme das Einsprühen der grob gereinigten Maschinen und Geräte mit Korrosionsschutzöl an. Hiervon ausgenommen sind jedoch alle elektronischen und mit Löschpulver beaufschlagten Geräte, da sonst an diesen zusätzlicher Schaden entstehen kann.

²⁾ Siehe VdS 2143 Brandschaden-Sanierungsfirmen



Abdeckung mit Folien von gering beaufschlagtem Inventar vor Beginn der Sanierungsarbeiten

8. Sanierungsmaßnahmen

8.1 Gebäude

Die Maßnahmen zur Abwendung und Minderung von Korrosionsschäden sind auf das vom Brand betroffene Objekt abzustimmen. Im Regelfall werden hierfür Fachleute hinzugezogen.

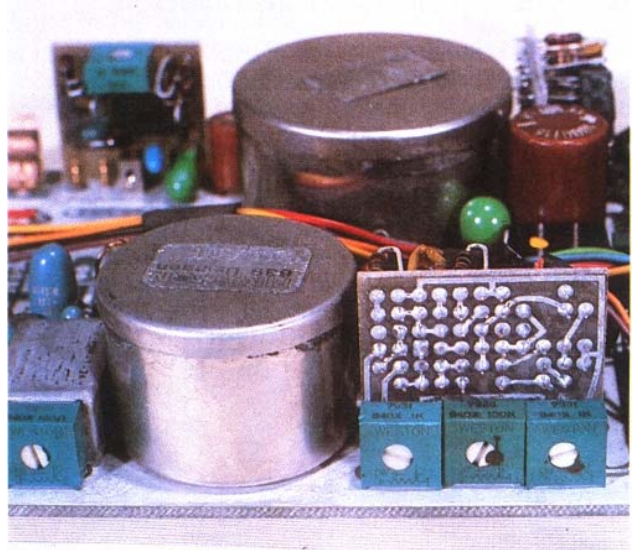
Ist eine nasse Reinigung der Räume möglich, wird für Normalbeton die Heißwasser-Hochdruckwäsche empfohlen. Mit dieser Art der Reinigung werden sowohl die sichtbaren Verschmutzungen (Ruß) entfernt als auch die Chloride ausgewaschen. Wesentlich dafür ist die richtige Ausführung, nämlich von unten nach oben mit kurzem Nachspülen.

Ist eine Heißwasser-Hochdruckreinigung z.B. wegen des anfallenden Wassers nicht möglich oder ist sie in seltenen Sonderfällen zur Chloridextraktion nicht ausreichend, sollten in Abstimmung mit einem Gutachter andere bewährte und wirksame Sanierungsmethoden angewendet werden.

8.2 Maschinen, Einrichtungen und Vorräte

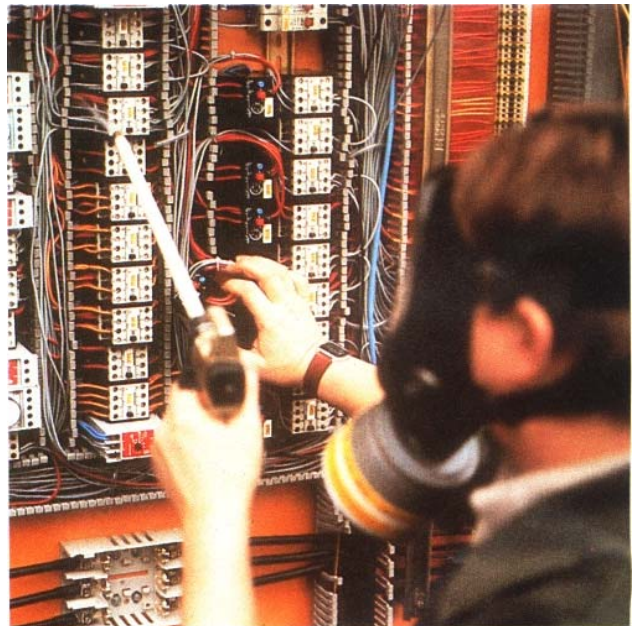
Metallflächen von nicht demontierbaren Einrichtungen oder Maschinen werden im Wischverfahren entrostet, passiviert und anschließend mit einem Konservierungsmittel nachbehandelt. Für transportable Gegenstände hat sich das Tauchverfahren mit maximal fünf Arbeitsgängen (Reinigung/Entfettung, Passivierung, Wasserspülung, Wasserverdrängung und Konservierung) bewährt. Der Markt bietet für viele Metalle und Legierungen mehrere Sanierungschemikalien mit unterschiedlichen Eigenschaften und Anwendungsbereichen an. VdS-empfohlene Produkte³⁾ sind in ihrer Wirkung bekannt und können deshalb auch bei nicht alltäglichen Problemen gezielt eingesetzt sowie gefahrlos entsorgt werden (Umweltschutz!).

3) Siehe VdS 2161 VdS-Liste der geprüften Sanierungs- und Korrosionsmittel



Platine eines elektronischen Geräts vor und nach der Sanierung

Elektronische und teilweise auch elektrische Geräte und Einrichtungen lassen sich nach keinem gängigen Schema wiederherstellen. Entscheidend für den Erfolg sind neben der Qualität der Bauelemente (Dichtigkeit, Unempfindlichkeit gegenüber Lösemitteln) die Erfahrung und technische Ausstattung des Sanierungsunternehmens. In den letzten Jahren haben sich die Möglichkeiten der Sanierung derartiger Geräte ständig verbessert, so daß sie insbesondere unter den Aspekten der Wirtschaftlichkeit und schnelleren Wiederinbetriebnahme vorteilhaft sein kann.



Sanierung einer Telefonanlage

Quelle: Verband der Sachversicherer e.V. Köln
VdS 2016 5/87

