

# Sanierung nach Brandschäden - Erfolge und Mißerfolge

Nahezu drei Jahrzehnte lang beschäftigt man sich im Allianz Zentrum für Technik (AZT) schon mit der Sanierung von Maschinen, Einrichtungen und Vorräten sowie von elektrischen und elektronischen Anlagen. Dabei konnten umfangreiche und belastbare Praxiserfahrungen gesammelt werden. Im Folgenden wird anhand ausgewählter Beispiele über erfolgreiche, aber auch über weniger erfolgreiche Sanierungen berichtet.

## 1. Brand in einem Biotechnologiezentrum

An einem Maitag ereignete sich gegen 23 Uhr in einem Laborraum eines Biotechnologiezentrums ein Brand, dessen Ursache bis heute unklar ist. Schon am darauf folgenden Tag veranlassten das betroffene Institut und einschlägige Behörden eine Probennahme durch den TÜV, um die Laborräume bezüglich toxischer Stoffe untersuchen zu lassen.

Am zweiten Tag nach dem Brandereignis fanden sich Angehörige des AZT zu einer ersten Besichtigung und Probennahme vor Ort ein; gleichzeitig wurden zusammen mit dem Sanierungsunternehmen erforderliche Erstmaßnahmen festgelegt. Betroffen waren insbesondere medizinisch-biologische Analysengeräte, unter anderem ein DNA-Synthesizer und Laborgeräte.

Als *Erstmaßnahme* wurde daher vereinbart, die Geräte äußerlich grob zu reinigen und sodann in die Werkstatträume des Sanierungsunternehmens zu verbringen. Dort sollten sie in Zusammenarbeit mit dem Hersteller demontiert, gereinigt und wieder montiert werden. Da jedoch ein Wochenende bevorstand, wurde empfohlen, die relative Luftfeuchte <40 % zu halten. Anlässlich einer erneuten Besichtigung am sechsten Tag nach dem Brandereignis sollten endgültige *Sanierungsmaßnahmen* mit dem Hersteller besprochen werden. Inzwischen war auch die Dioxinbelastung bekannt; sie betrug  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Da die Vorgabe von <40 % rF nicht gewährleistet war, hatten die Korrosionsfolgeschäden innerhalb von 6 Tagen ein Ausmaß erreicht, das *die Sanierung der Geräte nicht mehr möglich* erscheinen ließ.

## 2. Brand in einem Reinraum

An einem Oktobertag kam es in einem Reinraum der Klasse 10 - dort befanden sich umfangreiche Messeinrichtungen zur Qualitätskontrolle einer Chipproduktion - zu einem Brand. Die festgestellte Chloridbeaufschlagung lag auf den Außenflächen der Geräte im Bereich von  $15 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , während im Geräteinnern lediglich Werte von  $\leq 10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$  nachgewiesen wurden. Einige Geräte wiesen äußerlich thermische Beschädigungen auf, weshalb ihre Reinigung ohnehin ausschied.

Thermisch nicht geschädigte Geräte hätten wohl *gereinigt werden* können, jedoch lehnte der Hersteller - er war teilweise noch Eigentümer - deren Überprüfung und weitere Wartung grundsätzlich ab; auch war er nicht bereit, nach der Reinigung besagter Geräte eine Funktionsgarantie zu übernehmen. Sollten die Beteiligten auf der

Instandsetzung der Geräte bestehen, wäre sie ausschließlich im Werk in den USA und überdies frühestens etwa acht Monate nach dem Schadeneintritt möglich. Als Begründung wurde die Auslastung sämtlicher Kapazitäten im Werk aufgrund hoher Nachfrage in der Branche angegeben.

Zugleich gab der Hersteller aber zu erkennen, dass eine neue Einrichtung »zufällig« verfügbar sei, da ein Kunde vom Vertrag zurückgetreten wäre. Angesichts eines Kaufpreises von etwa 440 000 US-\$ lagen die Kosten sogar noch unter jenen der Wiederinstandsetzung der brandgeschädigten Einrichtung, die mit etwa 470 000 US-\$ veranschlagt wurden. Aus Zeit- und Kostengründen erfolgte daher *keine Instandsetzung*, obwohl sie technisch problemlos gewesen wäre. Es zeigt sich, dass hier die Sanierung wohl mehr an geschäftspolitischen Erwägungen und weniger an technischer Durchführbarkeit scheiterte.



Bild 1 Einblicke in eine brandgasbeaufschlagte Halle nach einem Brand in einer Strahlkabine

### 3. Brand in einem Fahrradgeschäft

In einem Fahrradgeschäft sollten nach bereits erfolgter Sanierung die Putzoberflächen auf restliche Kontaminationen von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Dioxinen (PCDD/F) untersucht werden. Ein Vorschlag besagte, diese Räume im *Hochdruckrotationsverfahren* von der Brandverschmutzung zu säubern und anschließend die noch verbliebenen Kontaminationen zu bestimmen. Aus *Tafel 1* sind die betreffenden Werte vor und nach der Sanierung ersichtlich (Positionen 1 und 2 bzw. 3 und 4).

Wie sich herausstellte, wurden die betroffenen Räume aber lediglich im *Handwischverfahren* gereinigt, sodass der Misserfolg - wie die einzelnen Ergebnisse offenbaren - nicht ausbleiben konnte. Das in VdS-Richtlinien festgelegte Sanierungsziel von 100 µg/m<sup>2</sup> PAK und 0,01 µg/m<sup>2</sup> PCDD/F wurde bei weitem verfehlt, weshalb die *Sanierung schlichtweg missglückt* ist. Als endgültige Maßnahme blieb einzig, den Putz zu entfernen und durch neuen zu ersetzen.

	Position 1	Position 2	Position 3	Position 4	Grenzwerte bzw. Sanierungsziel
	Flur, über Tür zum WC	Flur, über Tür zum Verkaufsräum	Flur, über Tür zum WC	Flur, über Tür zum Verkaufsräum	
	vor Sanierung	vor Sanierung	nach Sanierung	nach Sanierung	
PAK	1252 µg/m <sup>2</sup>	1923 µg/m <sup>2</sup>	1078 µg/m <sup>2</sup>	1593 µg/m <sup>2</sup>	<100 µg/m <sup>2</sup>
PCDD/F	0,30 µg/m <sup>2</sup>	0,77 µg/m <sup>2</sup>	0,16 µg/m <sup>2</sup>	0,56 µg/m <sup>2</sup>	<0,01 µg/m <sup>2</sup>

Tafel 1 PAK- und PCDD/F-Kontaminationen nach einem Brand in einem Fahrradgeschäft, und zwar vor (Positionen 1 und 2) bzw. nach (Positionen 3 und 4) der Sanierung gemessen

### 4. Brand in einer Strahlkabine

In einer großen Gießerei war eine mit Chlorkautschuk ausgekleidete Strahlkabine ausgebrannt. Chlorwasserstoffhaltige Brandgase hatten die gesamte Halle beaufschlagt, sodass sich deren umfangreiche Sanierung als unumgänglich erwies. Wohl aus wirtschaftlichen Gründen wurden diese Arbeiten dem billigsten Anbieter übertragen; sie sollten mit Nachuntersuchungen begleitet und kontrolliert werden. Einen Eindruck von der zu reinigenden Räumlichkeit vermittelt *Bild 1*, während *Bild 2* einige der bereits »gereinigten« Flächen nach der zweiten Reinigung (!) zeigt; zugehörige Analysenwerte sind aus *Tafel 2* ersichtlich.



Bild 2 Einige bereits »gereinigten« Flächen nach der zweiten Reinigung (vgl. Tafel 2)

Wie Chloridbestimmungen nach der ersten und auch nach der zweiten Reinigung belegen, kann von einem Reinigungserfolg keinesfalls die Rede sein;

erst nach der dritten Reinigung sind Chloridgehalte bis auf einige Ausnahmen - dort wurde unter der Aufsicht des Auftraggebers erneut gereinigt - auf akzeptable Werte zurückgegangen. Um zu klären, ob nach ordnungsgemäßer Reinigung möglicherweise noch Korrosionsfolgeschäden an Trapezblechdächern zu erwarten seien, wurden Deckenprofile versuchsweise ausgelagert. Klimawechselversuche während 28 Tagen ergaben *keine weiteren Schäden*, weshalb bei Chloridbeaufschlagungen von < 10 µg/cm<sup>2</sup> keine weitere Korrosion an diesen Teilen zu erwarten ist.

	Chloridbeaufschlagungen			
	Ausgangswert	1. Reinigung	2. Reinigung	3. Reinigung
Kran Nordseite	205 µg/cm <sup>2</sup>	75 µg/cm <sup>2</sup>	15 µg/cm <sup>2</sup>	5,2 µg/cm <sup>2</sup>
Kran Südseite	155 µg/cm <sup>2</sup>	48 µg/cm <sup>2</sup>	9,3 µg/cm <sup>2</sup>	3,3 µg/cm <sup>2</sup>
Stütze		15 µg/cm <sup>2</sup>	23 µg/cm <sup>2</sup>	9,5 µg/cm <sup>2</sup>
Unterzug 7. Segment			130 µg/cm <sup>2</sup>	53 µg/cm <sup>2</sup>
Unterzug 2. Segment		65 µg/cm <sup>2</sup>	15 µg/cm <sup>2</sup>	14 µg/cm <sup>2</sup>

Tafel 2 Chloridbeaufschlagungen nach einem Brand in einer Strahlkabine (Auszug aus Analysenprotokollen)

### 5. Brand in einer Papiersortieranlage

In einer Papiersortieranlage kam es zu einem Brand und infolgedessen zu starken Rußablagerungen auf sämtlichen Anlagen und auch an der Gebäudeoberfläche. Die Bestimmung der Chloridbeaufschlagung ergab Werte bis 40 µg/cm<sup>2</sup>, sodass die Sanierung der betroffenen Oberflächen notwendig war. Die Genehmigungsbehörde verlangte zusätzlich, die Anlage nach der Reinigung auf vollständige Entfernung polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) zu kontrollieren.

Als *Sanierungsmaßnahme* wurde vorgeschlagen, die betroffenen Gebäudeoberflächen, aber auch die Anlagen und Förderbänder zunächst von locker anhaftendem Ruß durch Absaugen zu befreien und die Gebäudeoberflächen mittels Dampfstrahler zu reinigen bzw. die maschinelle Einrichtung zu demontieren und im Handwischverfahren ebenfalls zu reinigen. Anschließend, insbesondere auf PAK ausgerichtete Kontrollmessungen ergaben Werte von 2,5 µg/m<sup>2</sup>, wobei der VdS-Richtwert 100 µg/m<sup>2</sup> deutlich unterschritten wurde. Damit konnte die Anlage dem Betreiber als *vollständig sauber und frei von toxischen Stoffen* übergeben werden.

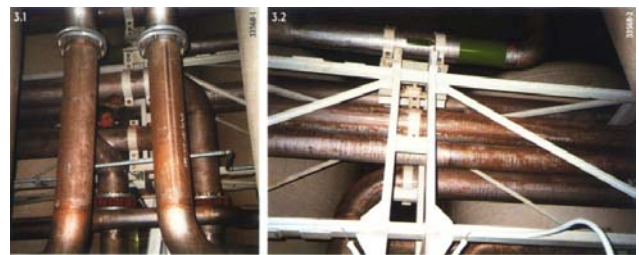


Bild 3 Beispiele deutlicher Korrosion an Rohren aus nichtrostendem Stahl einige Tage nach Beaufschlagung

### 6. Brand in einem Einkaufszentrum

Infolge Brandstiftung drangen Rauchgase in eine Bäckereifiliale ein, weshalb die Gefahr einer Dioxin- oder PAK-Beaufschlagung bestand. Da es sich hier um einen Lebensmittelbetrieb handelt, wurde insbesondere die *Qualität der Reinigung* von gemessenen Dioxin- bzw. PAK-Werten abhängig gemacht. Die

erste Kontrollmessung ergab PAK-Werte von 18 bzw. 70  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , doch konnten sie - wiewohl die einschlägige VdS-Richtlinie  $< 100 \text{ g}/\text{m}^2$  als Sanierungsziel vorsieht - nicht akzeptiert werden, zumal die Glasplatten der Verkaufstheke noch mit Rußpartikeln behaftet waren und die in vergleichbaren Bereichen festgestellte *Hintergrundbelastung* von 5  $\mu\text{g}/\text{m}^2$  noch *deutlich überschritten* wurde. Eine zweite Reinigung mit entsprechender Kontrolle ergab dann PAK-Werte im Bereich 2...5  $\mu\text{g}/\text{m}^2$ , die als akzeptabel gelten können. In diesem Fall zeigte sich, dass die so genannte *erste Reinigung nicht oder qualitativ schlecht* erfolgte.



Bild 4 Beispiele deutlicher Korrosion an Teilen der technischen Einrichtung einige Tage nach Beaufschlagung

### 7. Salzsäureaustritt in einer Wasseraufbereitungsanlage

Ein deutscher Hersteller lieferte eine Anlage zur Bereitstellung von Deionat nach Tschechien. Bei der Erstregeneration der Ionenaustauscher traten größere Mengen 6%iger Salzsäure aus und führten zur Beaufschlagung nahezu der gesamten Anlage. *Bild 3 und 4* ermitteln einen Eindruck vom Zustand der Anlage einige Tage nach der Beaufschlagung, und zwar Rohre aus nichtrostendem Stahl (*Bild 3*) sowie einige Teile der technischen Einrichtung (*Bild 4*); in beiden Fällen ist *deutliche Korrosion* feststellbar. Betroffen waren die gesamte Betriebs-halle, das Salzsäure- und das Natronlaugelager sowie weitere Lagerräume und der Pumpenraum. In intensiven Gesprächen gelang es, den künftigen Betreiber - die Anlage war zu diesem Zeitpunkt noch nicht abgenommen - zu überzeugen, dass die Anlage aus technischer Sicht *gereinigt* werden könne und nach erfolgter Reinigung einschließlich Kontrollmessungen als *neuwertig* anzusehen ist. Da der Anlagenlieferant bereit war, bereits abgegebene Gewährleistungen auch nach besagter Reinigung aufrechtzuerhalten, wurde die gesamte Anlage im Handwischverfahren mit einem alkalischen Reiniger gereinigt; die Edelstahlrohre wurden mit einer Beizpaste behandelt und anschließend passiviert. Bei der Feststellung des Schadenausmaßes wurden ursprünglich Chloridbeaufschlagungen bis zu 400  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  gemessen; etwa 30 Tage nach dem Schadenereignis ergab eine Zwischenkontrolle Werte um 2  $\mu\text{g}/\text{cm}^2$  und die endgültige Abnahmemessung nach weiteren etwa 30 Tagen durchweg Werte von  $< 2 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ , sodass die *Reinigung als erfolgreich* bezeichnet werden darf.

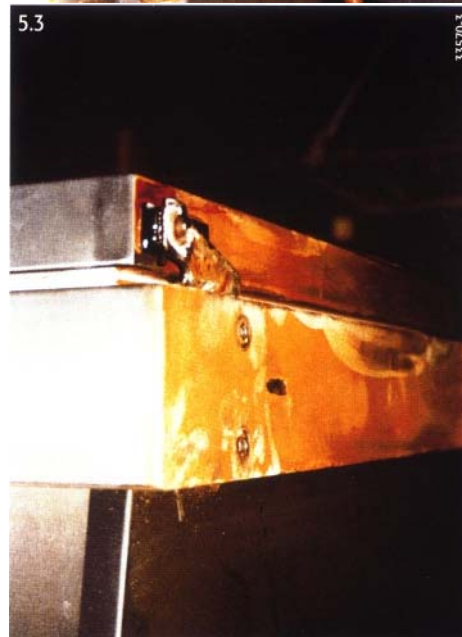


Bild 5 Einige Eindrücke von einer Sickerwasserreinigungsanlage nach Kontaminationen mit konzentrierter Salzsäure

Zusätzlich sollte der *Korrosionsangriff an austenitischen Leitungen* kontrolliert werden. Dazu wurden Kunststoffabdrücke gefertigt und die maximale Korrosionstiefe zu <100 mm ermittelt. Damit konnte auch gezeigt werden, dass der Korrosionsangriff an diesen Leitungen bei den herrschenden Drücken *vernachlässigbar* ist und die Rohre uneingeschränkt *betriebsbereit* sind. Des Weiteren wurde der Nachweis gefordert, dass die *Lackierung der Stahlkonstruktion* des Gebäudes unbeschädigt ist. Die entsprechende Schichtdickenmessung ergab größtenteils Werte um 250 mm, wobei laut Ausschreibung die geforderte Mindestschichtdickenmessung >180 mm betragen musste. Da es jedoch Bereiche mit stark schwankender Schichtdicke des Schutzanstrichs gab und Stellen gefunden wurden, wo sie <100 mm ausmachte, ergab sich die Notwendigkeit *teilweiser Nachlackierung*.

Rund 60 Tage nach dem Schadenereignis war die Sanierung bereits abgeschlossen, doch etwa 15 Tage später ereignete sich während der Inbetriebnahme ein *zweiter Schaden*, sodass die Anlage erneut bis zu 70 µg/cm<sup>2</sup> mit Chloriden beaufschlagt wurde. Da beim Anlagenerrichter sowie auch beim künftigen Betreiber und beim Sanierungsunternehmen gewisse Erfahrungen im Umgang mit dieser Problematik vorlagen, wurden die vorherigen *Sanierungsmaßnahmen wiederholt* und etwa 180 Tage nach Schadeneintritt im Verlauf einer erneuten Reinigungskontrolle lediglich Chloridbeaufschlagungen von <2 µg/cm<sup>2</sup> festgestellt. *Die Anlage arbeitet seitdem störungsfrei*.

## 8. Salzsäureaustritt in einer Sickerwasserreinigungsanlage

In einer Sickerwasserreinigungsanlage - sie hat die Aufgabe, Sickerwasser aus einer benachbarten Deponie in Oberflächenwasserqualität aufzubereiten, um somit die kommunale Kläranlage nicht weiter zu belasten - ereignete sich knapp 30 Tage vor deren Präsentation in der Öffentlichkeit ein Salzsäureaustritt. So traten an einem Samstag etwa 500 L konzentrierte Salzsäure aus, die zur *Kontamination der gesamten Anlage* führten. Das Schadenausmaß war deshalb so groß, weil der Salzsäurevorratsbehälter in die Anlage integriert ist und diese infolgedessen nahezu gleichmäßig beaufschlagt worden ist.

Ein paar Eindrücke von der Anlage nach erfolgter Kontamination mit konzentrierter Salzsäure vermittelt *Bild 5*. Ursache des Salzsäureaustritts war die unsachgemäße Remontage einer Schlauchverbindung, die sich vermutlich infolge Vibration gelöst hat. Da die Dosierpumpe weiterlief, wurden rund 500 L Salzsäure in den Raum gefördert. Nachdem der Inbetriebnahmetermin aus kommunalpolitischen Gründen beibehalten werden musste, fand zunächst nur eine »kosmetische« Instandsetzung statt, ehe die konsequente Sanierung erfolgen konnte. Die vom Betreiber durchgeführte *Erstmaßnahme* - Abspritzen

sämtlicher Anlagenteile mit Wasser - hat zweifellos *erheblich zur Schadenminderung beigetragen*.

Die anschließende konsequente Sanierung aller Einzelkomponenten sowie optische und chemische Nachkontrollen verliefen *zufriedenstellend*. Ebenfalls ergaben Schichtdickenmessungen an verzinkten Bauteilen, wie Gitterroste und Geländer, sowie an Anstrichen von Decken und Behältern *keinerlei Beeinträchtigungen* der Zinkschicht bzw. der Lackierung durch ausgetretene Salzsäure.

Allerdings war es bei dieser noch nicht an den Besteller übergebenen Anlage nicht ganz unproblematisch, den Generalunternehmer wie auch die Unterlieferanten zur Aufrechterhaltung ihrer Gewährleistung anzuhalten, was letztlich dennoch in langwierigen und intensiven Verhandlungen erreicht werden konnte.

## 9. Großschaden in einem Unternehmen der Elektronikindustrie

Ein Unternehmen zur Herstellung von Videoprojektionssystemen großer Fertigungstiefe hatte einen Brand in einem Laborraum zu verzeichnen, der im Vergleich zum Folgeschaden zu einem eher geringen Ausmaß des eigentlichen Brandschadens geführt hat. Im Unternehmen werden Leiterplatten gefertigt und geprüft, Projektionssysteme montiert sowie Endabnahmen und -kontrollen zugeführt. Durch das Schadenereignis ist die *Hauptproduktionshalle* in einer Größe von 90 m x 145 m zwar nur mit geringer Chlorwasserstoffbeaufschlagung, aber mit *deutlicher Rußbeaufschlagung* kontaminiert worden. Daneben war der Lagerbereich für Zwischen- und Endprodukte ebenfalls betroffen. Gemeinsam mit dem Sanierungsunternehmen und der Qualitätsstelle des betroffenen Unternehmens wurden ein *Sanierungsplan* entwickelt und die einzelnen Sanierungsschritte in ihrer zeitlichen Zuordnung abgestimmt. Aus verschiedenen Gründen erwies es sich als notwendig, vom üblichen Chloridgrenzwert von 10 µg/cm<sup>2</sup> abzuweichen; dies vor allem deshalb, weil in der eigenen Fertigung - wie Kontrollmessungen ergeben hatten - Chloridgehalte von <1 µg/cm<sup>2</sup> eingehalten wurden. Als *Sanierungsziel vereinbarte* man in diesem speziellen Fall daher den Grenzwert von 1 µg/cm<sup>2</sup>. Unter dieser Maßgabe war das Unternehmen bereit, sanierte Steckkarten sowie Zwischen- und Endprodukte als *neuwertig* zu verkaufen. Es versteht sich, dass diese Sanierung sehr konsequent und auch sehr intensiv begleitet werden musste. Mehr als 3000 Einzelmessungen sowie sehr genaue visuelle Kontrollen gereinigter Steckkarten wurden dazu ausgeführt.

In diesem Schadenfall ist es gelungen, etwa 400 000 bereits gefertigte Steckkarten zu reinigen, sämtliche Bestückungsmaschinen wieder instand zu setzen und die Geräte zur Endabnahme der Steckkarten zufriedenstellend zu säubern, sodass die Produktion schon knapp 30 Tage nach Schadeneintritt wieder aufgenommen werden konnte. Diese ausgesprochen *umfangreiche Sanierung mit entsprechend hoher Zielsetzung* war allein dank konstruktiver

Zusammenarbeit zwischen dem betroffenen Unternehmen, dem Versicherer, den Sanierungsunternehmen und den Sachverständigen sowie konsequenter Endkontrolle der Reinigung möglich; die Voraussetzung für die Bereitschaft, gereinigte Einzelteile als *neuwertig* zu betrachten und zu verkaufen. Seitdem sind etwa drei Jahre ins Land gegangen und Geräte aus der Schadenepoche in Betrieb. *Irgendwelche Störungen* aus diesem Schadenereignis bzw. aus der damit zusammenhängenden Sanierung sind *bislang nicht bekanntgeworden*.

#### **10. Schlussbetrachtungen**

Aufgrund langjähriger Erfahrungen des AZT mit Sanierungsmaßnahmen nach Brandschäden kann festgestellt werden, dass aus technischer Sicht nahezu alle kontaminierten Geräte und Einrichtungen *sanierbar* sind. Sofern Sanierungen dennoch scheiterten, waren dafür wirtschaftliche oder auch geschäftspolitische Überlegungen maßgeblich, die technische Argumente überlagert haben. Insbesondere Garantiefragen trugen in einigen Fällen bei, Sanierungsmaßnahmen scheitern zu lassen. Überhaupt neigen Versicherer mehr und mehr dazu, mögliche *Folgeschäden auch nach durchgeführten Sanierungsarbeiten noch als Schäden anzuerkennen*. Wie aber die Erfahrung zeigt, ist bei sorgfältig ausgeführten und visuell wie auch chemisch kontrollierten Sanierungen mit derartigen Schäden nicht zu rechnen. Es sind jedenfalls von den seitens des AZT begleiteten Sanierungsmaßnahmen weder kurz- noch langfristig eingetretene Folgeschäden bekannt geworden, sodass heutzutage *Sanierungen als endgültige Instandsetzungsmaßnahmen* zum Stand der Technik zählen.

---

Dipl.-Ing. Hartmut Grupp  
Allianz Zentrum für Technik GmbH  
D-85729 Ismaning  
Quelle: Allianz Report 5/2001