

Schadenmanagement heißt Kostenbewußtsein und Umweltschutz

Teil 2: Sanierung von Maschinen und technischen Einrichtungen

Auch der Sanierung von Maschinen und technischen Einrichtungen kommt angesichts nicht vernachlässigbarer Schadenzahlen und stetig steigender Kosten erhöhte Bedeutung zu. Nach einführenden Betrachtungen über Schadenursachen und entsprechende Auswirkungen werden in diesem Beitrag zunächst zweckdienliche Sofortmaßnahmen im Schadenfall und der Ablauf von Sanierungsverfahren behandelt. Anschließend geht es dann um die Alternative »Maschineninstandsetzung oder Totalschaden« sowie um Erfahrungen aus Großprojekten.



Bild 9 Demontage des Winkelgetriebes einer Wasserturbine mit Hilfe einer Abziehvorrichtung (vgl. Bild 10)

6. Schadenursachen und Auswirkungen bei Maschinen- und Einrichtungsschäden

Schadenursachen sind auch auf diesem Gebiet äußerst vielfältig; im folgenden werden wesentliche Kategorien behandelt, und zwar Brandschäden (Abschnitt 6.1), Wasserschäden (Abschnitt 6.2), Staubschäden (Abschnitt 6.3) und Umweltschäden (Abschnitt 6.4).

6.1 Brandschäden

Häufig verursachen aggressive Brandgase auf

Metalloberflächen deutlich sichtbare Säurekorrosion; betroffen werden vor allem *unveredelte* Metalloberflächen. Hierbei bilden sich auf Eisenoberflächen beispielsweise Eisenchloride (FeCl_2 bzw. FeCl_3); ähnlich verhält es sich mit Kupfer, Aluminium und Zink, wobei im Fall von Messing der Zinkanteil selektiv angegriffen wird. Da die Korrosionsrate unlegierter Stähle von der Luftfeuchte abhängig ist, kann deren Herabsetzung bei Einrichtungsschäden eine *sinnvolle Erstmaßnahme* darstellen.



Bild 10 Teller- und Kegelrad des Winkelgetriebes von Bild 9 mit Ausbrüchen der Bogenverzahnung - dahinter neu konstruiertes Zahnradpaar mit geänderter Lauffrichtung

Korrosiv angegriffene Metalloberflächen von Maschinen können - im Gegensatz zu elektrischen und elektronischen Anlagen - vorübergehend mit *Konservierungsölen* geschützt werden. Ohne solche Maßnahmen würde rasch fortschreitende Korrosion jeden bereits eingetretenen Schaden noch merklich vergrößern, indem beispielsweise die Maßhaltigkeit mechanischer Bauteile wie auch Oberflächenstrukturen unter widrigen Umständen irreparabel beeinträchtigt werden.

Alles in allem Gründe genug, korrosionsfördernde Brandrauchkontaminationen und eventuell schon entstandene Korrosionsprodukte durch umgehend eingeleitete Sanierungsmaßnahmen zu entfernen und somit den Schadenumfang zu begrenzen. In Extremfällen können aufwendige Demontage-, Instandsetzungs- und Revisionsarbeiten sowie Funktions- und Abnahmeprüfungen oder auch Nachbearbeitungen, wie etwa Neuveredelung, erforderlich sein.

Bei ungünstigem Brandverlauf führen hohe Temperaturen sogar zu *thermischen Schäden* an mechanischen Bauteilen. Nicht selten entstehen Gefügeveränderungen und infolgedessen möglicherweise irreparable Schäden.

6.2 Wasserschäden

Nach Wassereinwirkung sind davon betroffene Anlagen vor allem durch Feuchtigkeit und Verunreinigungen beeinträchtigt oder gar gefährdet. Auch hier stellen Luftentfeuchtung und Trocknung eine *sinnvolle Sofortmaßnahme* dar. Dies gilt gleichermaßen für *Korrosionsinhibitoren*, die vorhandene Feuchtigkeit und bereits entstandene Korrosion unterwandern. Von eingedrunenem Wasser eingeschleppte Verunreinigungen erfordern zumeist aufwendige Teildemontagen und bei komplexen Mechaniken vielfach noch den Ersatz von Teilen, vornehmlich in Lagerbereichen.

6.3 Staubschäden

Staub erhöht die Reibung zwischen gegeneinander bewegten Teilen; insbesondere Partikeln mit *kristalliner Struktur* zerstören Schmier- bzw. Gleitfilme und tragen dadurch zu erhöhtem Verschleiß bei. Vereinzelt können auch aggressive

chemische Reaktionen, etwa nach Löschpulveranwendung, zu Korrosion auf metallenen Oberflächen führen. Im allgemeinen sind schadenmindernde Sanierungsmaßnahmen weniger aufwendig, wenn nicht komplexe Mechaniken umfangreiche Demontagen bedingen sollten.

6.4 Umweltschäden

Aus der Umwelt drohen Maschinen und technischen Einrichtungen durch den Niederschlag aggressiver Kontaminationen üblicherweise *schleichende* Schäden. So können metallisch blanke Oberflächen in einem solchen Ausmaß korrodieren, daß Folgeschäden unausbleiblich sind. Erfreulicherweise spielen Umweltschäden im betrachteten Bereich jedoch eine *untergeordnete* Rolle, da die verwendeten Basismaterialien hier weniger als etwa elektrische und elektronische Anlagen auf Umweltkontaminationen reagieren.

Bei Chemieunfällen können Schäden durch Säuren und Basen entstehen. Dies gilt gleichermaßen für den nicht bzw. nicht mehr korrekten Betrieb verfahrenstechnischer oder chemischer Anlagen, wie Filmentwickler, Galvanikanlagen u.a.m.

7. Sofortmaßnahmen und Sanierungsablauf

Im Schadenfall ist es unbedingt erforderlich, schnellstens zweckdienliche Maßnahmen zur Schadenbegrenzung zu ergreifen, um - soweit möglich - die Wiederherstellung betroffener Maschinen und Einrichtungen nicht durch erhebliche Mehrkosten zu belasten. *Sofortmaßnahmen* sind von der jeweiligen Schadenursache abhängig; sie sind darauf wie auch auf die betroffenen Objekte abzustimmen (*Tafel 4*);

allgemein gilt indes:

- Einsturzgefährdete Bereiche absichern,
- Maschinen und technische Einrichtungen unverzüglich abschalten,
- Klimaanlage sowie Strom-, Gas- und Druckluftversorgung außer Betrieb setzen,
- keine Funktionskontrollen vornehmen und den
- Zustand dokumentieren.

Schadenart	Auswirkungen	Abhilfemaßnahmen
Salzsäure	Starke Korrosion, Oberflächenbeschädigung	Demontieren, je nach Belastung mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Organische Brandprodukte (Ruß)	Umweltbelastende Ablagerungen	Absaugen, mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Löschwasser	Korrosion, Verteilung von Brandprodukten	Absaugen, mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Wasser oder hohe Luftfeuchte	Korrosion	Absaugen, evtl. mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Salzhaltige alkalische Wässer, Abwässer, Überschwemmung	Starke Korrosion, Ablagerungen (Salze, Oxide, Silikate, Sand u.a.m.), Lackauflösung, Geruch	Schlamm mit Wasser abspülen, mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Gefährliche Stäube	Korrosion, Umweltbelastungen, abrasiv beschädigte Oberflächen	Absaugen, evtl. mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Löschpulver	Korrosion, abrasiv beschädigte Oberflächen (Achsen, Lager, Kontakte u.a.m.)	Absaugen, mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Säuren und Basen	Korrosion, beschädigte Oberflächenschichten (Lack, Verzinkung, Kunststoffe und dgl.)	Mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Direkter Kontakt mit Schwefel-, Salpeter- oder Flußsäure, Natronlauge und dgl.	Völlig abgelöste Oberflächenschichten (Verzinkung, Lack und dgl.), Kunststoffe gequollen oder zerstört	Mit Wasser abspülen, mit Korrosionsschutzmittel behandeln
Organische Stoffe (Öle, Fette, Lösungsmittel u.a.m.)	Lacke angelöst, Kunststoffe gequollen	Absaugen, mit rückfettendem Fettreiniger abspülen

Tafel 4 Übersicht von Schadenarten und ihren Auswirkungen sowie zweckdienliche Abhilfemaßnahmen

Darüber hinaus haben sich im Zusammenhang mit Brandschäden (Abschnitt 7.1), Wasserschäden (Abschnitt 7.2), Staubschäden (Abschnitt 7.3) und

Umweltschäden (Abschnitt 7.4) weitere zweckdienliche Sofortmaßnahmen bewährt. Generell gilt bei alledem natürlich, daß tatsächlich *sofort* gehandelt wird.

7.1 Sofortmaßnahmen nach Brandschäden

Folgende *Sofortmaßnahmen* sind nach Brandschäden zu ergreifen:

- Verbliebene Rauchgase ins Freie ableiten (Fenster, Außentüren, Rauchabzugsklappen u.a.m. öffnen).
- Löschwasser durch Absaugen, Wischen oder dergleichen entfernen.
- Nasse Einrichtungsgegenstände (Möbel, Vorhänge, Bodenbeläge u.a.m.) entfernen.
- Nicht betroffene Bereiche gegen Rußverschleppung abschotten; an Übergängen (Türen/Tore) feuchte Lappen oder Fußmatten auslegen.
- Maschinen und technische Einrichtungen abdecken, solange Löschwasser läuft oder tropft.

Ist ein Brandschaden eingetreten, dürfen im betroffenen Bereich befindliche Maschinen und Einrichtungen keineswegs ohne genaue Schadenanalyse wieder in Betrieb genommen werden. Beispielsweise können Lager kurzfristig korrodieren, so daß schon bei einem Probelauf erhebliche Folgeschäden möglich sind.

Da Korrosionsprozesse feuchteabhängig vonstatten gehen, kann man sie durch Wasserentzug hemmen; bei einer relativen Luftfeuchte <40% kommt die Korrosion zum Stillstand. Sind größere Produktionsbereiche betroffen, müßten einzelne Maschinen gegebenenfalls in einem Trocknungszelt untergebracht und dort die Luft entfeuchtet werden. Allein aus praktischen und Kostengründen wird hiervon jedoch kaum Gebrauch gemacht.

Statt der Entfeuchtung hat sich bei Maschinen und technischen Einrichtungen der Einsatz von speziell im Hinblick auf den jeweiligen Schadenfall entwickelten *Korrosionsschutzmitteln* bewährt. Diese Maßnahme ist wichtig, um weitere Korrosion für längere Zeit zu unterbinden und über die Vorgehensweise bei der Sanierung zu entscheiden. Hierbei eingesetzte Mittel unterwandern Feuchtigkeit und Wasser, spezielle Inhibitoren stoppen den Korrosionsangriff selbst bei extremen Säurebelastungen.

Damit sicherer Korrosionsstopp aller kontaminierten metallenen Oberflächen gewährleistet ist, müssen verdeckt liegende Teile, wie Spindeln, Wellen und Führungsbahnen, zwecks Konservierung demontiert werden. Obendrein sind alle ungeschützten metallenen Oberflächen, wie Werkzeuge, Halbfertigprodukte und sonstige Einrichtungen, schnellstens *zu konservieren*. Dabei werden die Konservierungsmittel gezielt eingesetzt (Tafel 4).

7.2 Sofortmaßnahmen nach Wasserschäden

Auch nach Wasserschäden müssen *Sofortmaßnahmen* zur Stabilisierung der Schaden- auswirkungen ergriffen werden. Außerst wichtig ist,

daß die noch vorhandene Stromversorgung völlig abgeschaltet wird, um zum einen Personenschäden vorzubeugen und zum anderen Korrosion infolge elektrochemischer Reaktionen auszuschließen. Darüber hinaus sind folgende *Sofortmaßnahmen* einzuleiten:

- Maschinen und technische Einrichtungen - soweit erforderlich - teildemontieren und metallene Oberflächen konservieren sowie
- Maschinen und feuchte Teile mit Druckluft abblasen und mit Warmluft trocknen.

Korrosionsschutzmittel werden hierbei gezielt eingesetzt (Tafel 4).



Bild 11 Beispiel einer thermisch geschädigten Textilmaschine

7.3 Sofortmaßnahmen nach Staub- bzw. Löschpulverbefall

Staub- bzw. Löschpulverbefall kann Maschinen und bewegten Teilen schaden. Besonders wenn es sich um kristallinen - häufig durch Baumaßnahmen hervorgerufenen - Staub handelt, sind vor allem Präzisions- und/oder feinwerktechnische Teile sehr verschleißanfällig. Gefährlichere Stäube sind funktionsstörende oder toxische Ablagerungen von Einzelkomponenten oder vielerlei Stoffen. Störende oder gar zum Ausfall führende Stäube auf mechanischen Anlagen können auf

- Bauarbeiten mit abrasivem Sand, Betonstaub oder/und Gips,
 - Flexarbeiten mit leitfähigen und verschleißfördernden Metallkugeln,
 - Produktionsstoffen bzw.
 - toxischen Brandprodukten (Dioxine)
- beruhen. Als *Sofortmaßnahmen* nach starkem Staub- oder Löschpulverbefall sind
- staubempfindliche Maschinen und Einrichtungen sofort abzuschalten, da Verunreinigungen mit kristalliner Struktur bei bewegten Teilen zu erhöhtem Verschleiß führen, und eine
 - trockene Umgebung herzustellen, um Korrosion zu verhindern.

Im übrigen siehe hierzu auch Tafel 4.

7.4 Sofortmaßnahmen nach Umwelt- und Kontaminationsschäden

Umweltbelastungen rufen bei Maschinen und technischen Einrichtungen selten Schäden hervor, die sich so schnell entwickeln, daß *Sofortmaßnahmen* einzuleiten wären. Unfälle in

verfahrenstechnischen und chemischen Anlagen können vornehmlich Schäden durch Säuren und Basen auslösen. In solchen Fällen sind stabilisierende Maßnahmen gemäß Tafel 4 zu ergreifen.



Bild 12 Beschädigte Drahtrollwickelmaschinen nach der Demontage (vgl. Bild 13)



Bild 13 Drahtrollwickelmaschinen von Bild 12 nach der Sanierung und Remontage

8. Alternative: »Maschineninstandsetzung oder Totalschaden«

Die Funktion technischer Systeme - Maschinen wie auch Anlagen - ist durch innere und äußere Bedingungen beeinflussbar. Bei Überforderung kann es zu einer Störung kommen; der damit einhergehende Systemausfall kann im Rahmen einfacher Instandsetzungsmaßnahmen behoben werden, wenn die Veränderung nicht so ausgeprägt ist, daß ein Schaden vorliegt.

8.1 Maschinenbruch und Sanierung

Auch komplexe Schäden sind in bis zu 90% aller Fälle mit geeigneten Sanierungs- und Reparaturtechniken zu beheben. Dies gilt sogar für scheinbare Totalschäden, wobei allein *Wirtschaftlichkeit* über die Ausführung aufwendiger Maßnahmen entscheidet. Moderne Meßmethoden dienen dazu, einen entstandenen Schaden auch *quantitativ* zu erfassen. So sind auf der Basis lasertechnischer Messungen gesicherte Aussagen über das

- Verhalten von Maschinen an der Leistungsgrenze, das
- Schwingverhalten von Maschinensystemen, die
- Korrekturmöglichkeiten mechanischer Antriebe

- über ein elektronisches Rechnersystem, das
- Langzeitverhalten in bezug auf Verschleiß,
- exakte Meßergebnisse (keine subjektiven Meßfehler) mit Dokumentation sowie
- Aussagen über Deformationsgrad, Reparaturtechniken und möglichen System- oder Komponentenausfall

erhältlich, um nur einige Beispiele zu nennen.

Ausfallursachen technischer Systeme - seien sie noch so redundant konzipiert - sind äußerst vielfältig. Oft liefert die genaue Kenntnis der Schadenursache auch den Schlüssel zur geeigneten Sanierungs- oder Reparaturtechnik; die wirtschaftliche Schadenminderung ist dann ebenso wie die Vermeidung von Folgeschäden nur die logische Konsequenz. Neben bekannten Sanierungstechniken, die häufig auf chemischen Zusammenhängen beruhen, spielen bei komplexen Schäden auch folgende Reparaturtechniken eine Rolle:

- Moderne Klebetechniken,
- Hartverchromen als Auftragstechnik bei hochbeanspruchten Wellen, Spindeln und Hülsen,
- Aufmetallisieren im Plasmaverfahren und PTFE-Beschichten (z.B. Führungsbahnen),
- moderne Schweißverfahren (Auftragschweißen),
- neue CAD-gestützte konstruktive Lösungen,
- Austausch von Werkstoffen,
- klassische mechanische Bearbeitungsverfahren (Drehen, Schleifen, Schaben u.a.m.) sowie
- Modernisierung einzelner Komponenten oder/und Systeme.

Diese Techniken tragen bei vielen Schäden zu wirtschaftlichen Lösungen bei und untermauern damit die Realität der Alternative »Maschineninstandsetzung oder Totalschaden«. Betriebsunterbrechungsschäden können auf diese Weise oft erheblich gemindert werden, da gegenüber Neuinstallationen *wesentliche Zeitvorteile* im Spiel sind.

Art der sanierten Maschinenteknik	Sanierungskosten %	Ersparnis etwa %
Bearbeitungszentren	40...50	...60
Druckmaschinen	30...50	...70
Konventionelle Werkzeugmaschinen	40...50	...60
Sondermaschinen	30...70	...70

Tafel 5 Durchschnittliche Sanierungsaufwendungen für verschiedene Maschinenarten und jeweilige Ersparnis gegenüber Neuersatz



Bild 14 Beschädigte Maschine zur Herstellung von Weißblechdosen (vgl. Bild 15)

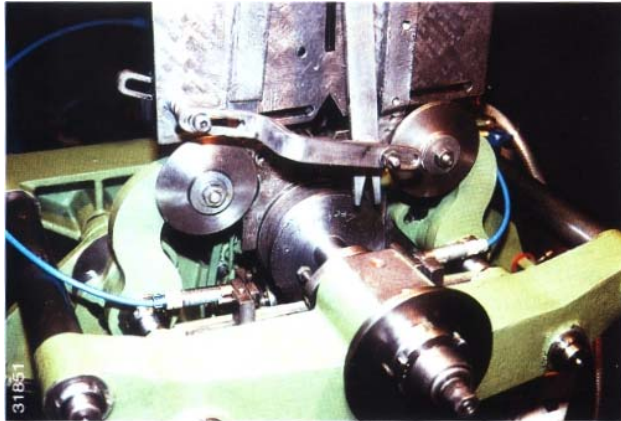


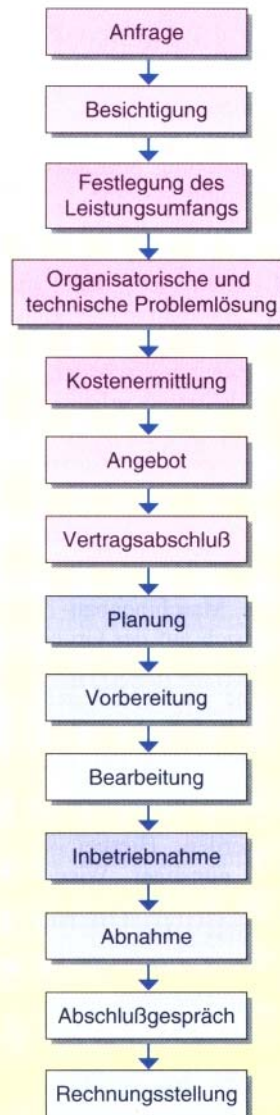
Bild 15 Maschine von Bild 14 nach erfolgreich abgeschlossener Sanierung

8.2 Wirtschaftlichkeit

Instandsetzungs- bzw. Reparaturverfahren im Maschinenbau haben gezeigt, daß sich auf der Grundlage von 100% Wiederbeschaffungswert eines Systems die in *Tafel 5* gelistete Ersparnis nach Teil- bzw. Totalschaden ergibt. Im jeweiligen Fall sollten Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen vor Ausführung aufwendiger Maßnahmen angestellt werden. Hierbei kann sehr wohl ein günstiger Wiederbeschaffungswert oder ein niedriger Zeitwert den Ausschlag geben.

8.3 Gewährleistung

Bei Sanierungsarbeiten wird Gewähr dafür übernommen, daß die ausgeführten Arbeiten die Funktionsfähigkeit des betreffenden Systems in keiner Weise beeinträchtigen und schadenbedingte Kontaminationen vollständig entfernt worden sind. Für herstellerspezifische Reparaturen, Grundüberholungen, Vermessungen und Justierungen gilt eine Gewährleistung von sechs Monaten auf das jeweilige Gesamtsystem bei Einschichtbetrieb; sie beschränkt sich auf die einwandfreie Funktion und schließt Aufwendungen für eventuelle Reparatur- und Serviceleistungen ein.



31854

Tafel 6 Ablaufschema von Projekten, die eine längerfristige Planung ermöglichen

9. Erfahrungen aus Großprojekten

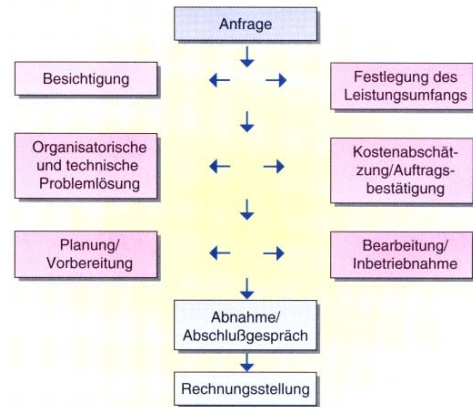
Der Begriff »Projekt« ist in diesem Zusammenhang als Vorhaben zu verstehen, das hauptsächlich durch

- Einmaligkeit der Bedingungen in ihrer Gesamtheit,
 - Zielvorgaben - sie sind oftmals erst zu erarbeiten bzw. zu präsentieren - ,
 - zeitliche, finanzielle, personelle oder auch andere Begrenzungen,
 - Abgrenzung gegenüber anderen Projekten und den Linienaufgaben sowie
 - projektspezifische Organisation
- gekennzeichnet ist. Im Schadenfall wird ein regulärer Fall aufgrund seiner Größe, Art, Komplexität und dergleichen zum *Großprojekt*. Jegliches Projekt umfaßt die Behebung des Gesamtschadens, wobei die einwandfreie Wiederherstellung (Sanierung) das Ziel darstellt.

Aus den mittlerweile gesammelten Erfahrungen geht hervor, daß es in Schadenfällen zwei verschiedene Arten von Projekten gibt, nämlich

- Projekte, die eine *längerfristige* Planung ermöglichen (Tafel 6), und
- Projekte, die eine *kurzfristige* Planung erfordern (Tafel 7).

Der Unterschied zwischen beiden wird durch mehrere Faktoren bestimmt, wie Art und Höhe der Kontamination, Betriebsunterbrechung, Produktionsausfall u.a.m. Hieraus folgt, daß der Ablauf von Projekten maßgeblich von der verfügbaren Zeit bestimmt wird; erstere Projekte erlauben *seriellen* Ablauf, wogegen letztere in wesentlichen Punkten *parallel* ablaufen. Auch hat die Erfahrung gelehrt, daß professionelles Projektmanagement und mithin Schadenmanagement von unschätzbarem Nutzen ist; es hilft Kosten zu sparen, ermöglicht optimale Koordination und verkürzt die Zeit zwischen Schadeneintritt und Wiederinbetriebnahme wesentlich.



Tafel 7 Ablaufschema von Projekten, die eine kurzfristige Planung erfordern

Quelle: Allianz Report 70 (1997) Heft 2