

Sanierung von Brandschäden bei Hochbauten

Leitfaden für Sachverständige und Schadenreferenten

1. Allgemeines

Unter Brand oder Feuersbrunst, abhängig vom Schadenumfang und den Löschaufwendungen, versteht man einen unkontrollierten oder außer Kontrolle geratenen Verbrennungsvorgang der in einer sog. „Chaosreaktion“ abläuft.

Unter Brandbedingungen können aus unbedenklichen Stoffen, Waren und Bauteilen eine komplexe Vielfalt an Verbrennungsprodukten und Rückständen entstehen, deren Gefahrenpotenzial unter Umständen schwer einzuschätzen ist. Den daraus erwachsenden Herausforderungen müssen sich Geschädigte, Versicherer, Behördenvertreter, Sachverständige und Sanierungsunternehmen gleichermaßen stellen.

Dieses Werk soll technischen Sachverständigen und Schadenreferenten als Leitfaden für die Bearbeitung und Abwicklung von Brandschäden bei Hochbauten dienen.

Behandelt wird der Umgang mit der erkalteten Brandstelle.

2. Definition des Brandablaufes – VdS 2357

Um in weiterer Folge Sanierungsschritte setzen zu können muss man sich grundsätzlich über den Brandablauf im Klaren sein.

Der Verbrennungsvorgang bei einem Schadenfeuer ist eine „Chaosreaktion“, bei welcher der vorhandene brennbare Stoff in eine nicht überschaubare Zahl von stofflich nur bedingt definierten Umwandlungsprodukten überführt wird.

Der chemisch- physikalische Ablauf kann vereinfacht folgend beschrieben werden:

Brennbarer Stoff + Luftsauerstoff \rightarrow Verbrennungsprodukte + Energiefreisetzung

Ein Teil der Verbrennungsenergie wird für Pyrolyse- und Crackvorgänge(1) verbraucht, bei denen die brennbare Substanz zu niedermolekularen

Bruchstücken abgebaut wird. Diese können in der Flammhitze über Radikalmechanismen zu neuen Verbindungen weiterreagieren. Die Vielfalt der brennbaren Ausgangsstoffe und der chaotisch ablaufende Verbrennungsvorgang beinhalten unwägbar Faktoren, die schließlich die stoffliche Zusammensetzung der Endprodukte des Brandgeschehens beeinflussen. Unter diesen können sich toxische, umwelt- und wassergefährdende Substanzen befinden.

Der Schadenablauf kann unterteilt werden in

- **heiße Brandphase**
- **kalte Brandstelle**

2.1 Heiße Brandphase

Schadstoffentstehung und Verteilung

Die Stoffe, die sich beim Verbrennungsvorgang bilden, werden in der heißen Phase in Form von Brandrauch(2) gasförmig, flüssig oder fest aus der Brandstelle ausgetragen. Die gesamte Substanzfracht ist damit zunächst mobil. Die in dieser Phase in hoher Konzentration entstehenden giftigen bzw. reizenden Gase und Dämpfe, wie z.B. CO (Kohlenmonoxid), CO² (Kohlendioxid), HCl (Chlorwasserstoff) und HCN, stellen für die Rettungs- und Löschkkräfte die potenzielle Gefahr dar.

Mit Abkühlung des Brandrauches findet eine Schadstoffausscheidung statt. Kondensierfähige und feste Stoffe, vorwiegend Ruß, lagern sich ab, wobei letzterer als Träger für die gasförmigen und flüssigen Stoffe dient.

Luftpfad

Hauptverteilungsweg der Verbrennungsprodukte ist der Luftpfad. Ein Teil von ihnen bleibt auf der Schadenstelle als Ruß- und Rauchgaskondensat auf den Oberflächen von Gebäuden und deren Inhalt zurück. Thermik und Wind können aber die vor allem bei Großbränden ins Freie gelangenden Rauchmassen samt ihrer Stofffracht unter Lufteinmischung und Verdünnung in die Umgebung transportieren.

Wasserpfad

Die an der Schadenstelle verbleibenden Reste der brennbaren Stoffe enthalten noch eine Vielzahl von Pyrolyse-(1) und Synthesefolgeprodukten sowie Aschebestandteilen. Ein Stofftransport kann dadurch möglich werden, dass die vorhandenen Substanzen durch die Wirkung des Löschwassers in den Regen- oder Abwasserkanal einlaufen bzw. auf unbefestigtem Untergrund versickern, wobei auslaufende Betriebsmittel, Brennstoffe oder Chemikalien aus brandbedingt beschädigten Behältern oder Rohrleitungen eine besondere Gefahr für Boden und Grundwasser darstellen können.

2.2 Kalte Brandstelle

In der Regel betritt der bautechnische Sachverständige die kalte Brandstelle. Nach Ablöschen des Schadensfeuers und mit Abkühlung des Brandgutes sind die verbliebenen organischen Schadstoffe direkt an Oberflächen und insbesondere an Rußpartikel auf den Oberflächen adsorptiv gebunden. Die starke adsorptive Bindung der Schadstoffe bewirkt eine deutliche Verringerung ihrer Mobilität und reduziert damit vor allem auch die biologische Verfügbarkeit, so dass beispielweise beim Verschlucken schadstoffkontaminierter Partikel die Resorption⁽²²⁾ der Schadstoffe äußerst niedrig ist.

3. Typische Schadstoffe als Brandfolgeprodukte

Schadstoffe sind Stoffe oder Stoffgemische (Reinstoff, Produkt, Erzeugnis, Rückstand, Reststoff, Abfall), die bei Eintrag in Ökosysteme oder Aufnahme durch lebende Organismen oder an Sachgütern nachteilige Veränderungen hervorrufen können.

Die stoffliche Zusammensetzung des Brandgutes und die Abbrandbedingungen sind entscheidende Faktoren für Art und Menge der entstehenden Brandfolgeprodukte.

An metall- und baustoffaggressiven sowie toxischen Substanzen sind zu nennen:

- Chlorwasserstoff (HCl), Bromwasserstoff (HBr)
- Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) (3)
- Polychlorierte Biphenyle (PCB) (4)
- Polyhalogenierte Dibenzo-p-dioxine (PHDD) und Dibenzofurane (PHDF) (5)

3.1. Chlorwasserstoff (HCl), Bromwasserstoff (HBr)

Entstehung

Pyrolyse von halogenorganischen (6) Verbindungen (z.B. PVC, Kunststoffe mit halogenhaltigen flammhemmenden Zusätzen, Halogenkohlenwasserstoffe).

Folgen

Halogenwasserstoffe und deren Niederschläge führen je nach Werkstoff und relativer Luftfeuchtigkeit auf metallischen Oberflächen zur Auslösung eines fortschreitend verlaufenden Korrosionsprozesses.

Eine zunehmende Reaktionsbeschleunigung erfolgt bei steigender relativer Luftfeuchtigkeit ab etwa 45%.

Zement- und kalkgebundene Baustoffe reagieren mit Halogenwasserstoffsäure zum entsprechenden Calciumsalz (Kontaminationsphase). Baufolgeschäden sind nur dann möglich, wenn Halogenide bis zur Stahlarmierung vordringen (Verteilungsphase), wenn dort Feuchtigkeit vorliegt, die Alkalität des Betons abgesunken und folgende Grenzwerte überschritten sind:

Grenz- oder Richtwerte

MAK-Wert(7) Chlorwasserstoff (HCl) 8 mg/m³ (GKV 2001)

MAK-Wert Bromwasserstoff (HBr) 2 ml/m³ (ppm), 6,7mg/m³ (GKV2001)

Korrosiv kritischer Richtwert

bei Metallen: >10µg Halogenid/cm²

bei Elektronikbauteilen 5-8µg Cl/cm²

für Stahlbeton: >0,06% Cl, bezogen auf Beton
>0,40% Cl, bezogen auf Zement

für Spannbeton >0,20% Cl, bezogen auf Zement

Abfallgrenzwert keiner

Sanierungsziel

Unterschreiten der Grenzen

Gesundheitliche Risiken

HCl- und HBr-Gase reizen Augen und Schleimhäute der Atemwege. Die Halogenwasserstoffniederschläge beinhalten nur ein geringes dermales Gefährdungspotenzial (Hautreizungen).

3.2. Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)

Entstehung

Pyrolyse und De-Novo-Synthese(8) jeglichen organischen Materials.

Folgen

Ablagerung als Kondensat auf Oberflächen von Gebäuden und Inventar, wobei die PAK in der Regel adsorptiv(9) an Ruß- bzw. Brandrückstände gebunden sind.

Grenz- oder Richtwerte

Nach GKV 2001 ist Benzo(a)pyren als Stoff der Kategorie A2 einzustufen. Unter diese fallen Stoffe, die sich bislang nur im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen haben, und zwar unter Bedingungen, die der möglichen Exponierung des Menschen am Arbeitsplatz vergleichbar sind bzw. aus denen Vergleichbarkeit abgeleitet werden kann.

TRK-Wert(10) (Benzo(a)pyren) 0,002mg/m³ (GKV 2001)

Abfallgrenzwert für Hausmülldeponie 25 – 200 mg/kg

Sanierungsziel

<100 µg/m² Gesamtsumme der 16 Verbindungen nach EPA(11)-Empfehlung

Gesundheitliches Risiko

Eine Vielzahl der PAK zählen zu den krebserregenden bzw. krebserfördernden Verbindungen mit Benzo(a)pyren als Leitsubstanz.

Eine Gesundheitsgefährdung ist allerdings nur bei einer Langzeiteinwirkung und bei Überschreitung der v.g. Grenzwerte zu befürchten. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die biologische Verfügbarkeit(12) wegen der starken adsorptiven Bindung an Ruß gering ist.

3.3. Polychlorierte Biphenyle (PCB)

Entstehung

Bei Freisetzung oder Verdampfung von Isolierflüssigkeit aus Kondensatoren, Transformatoren oder Hydraulikflüssigkeiten sowie als Ausgasungsprodukt von Weichmachern aus dauerelastischen Dichtungsmassen und Beschichtungen.

In der Liste krebserzeugender Arbeitsstoffe wird PCB unter dem Anhang B als Stoff mit begründetem Verdacht auf krebserzeugendes Potential geführt.

Folgen

Ablagerung als Kondensat auf Oberflächen von Gebäuden und Inventar oder als Flüssigkeitsansammlung mit permanenter Ausgasung in die Raumluft.

Grenz- oder Richtwerte

MAK-Wert	0,05ml/m ³ (ppm), 0,5mg/m ³ (nach GKV 2001 bei 54% Chlor)
	0,1 ml/m ³ (ppm), 1mg/m ³ (nach GKV 2001 bei 42% Chlor)
Abfallgrenzwert	für Hausmüllentsorgung 25 – 100mg/kg
Sanierungsziel	<100µg/m ²

Gesundheitliche Risiken

Die akute Toxizität(13) (Giftwirkung nach einmaliger oder kurzzeitiger Aufnahme) von reinem PCB ist gering.

Als kritisch ist die chronische Belastung (wiederholte Aufnahme über einen längeren Zeitraum) durch PCB mit Auswirkungen auf die Leber anzusehen. Grund ist das hohe Akkumulationsvermögen, die hohe Fettlöslichkeit, die hohe chemische Stabilität und die geringe biologische Abbaubarkeit. Gefahrenerhöhend wirken sich die herstellungs- und betriebsbedingten Belastungen von PCB-Produkten durch Polychlorierte Dibenzofurane aus, die zusätzlich durch chemische Umsetzung beim Brand entstehen.

3.4. Polyhalogenierte Dibenzo-p-dioxine (PHDD) und Dibenzofurane (PHDF)

Entstehung

Pyrolyse von organischen oder anorganischen Halogenverbindungen in Kombination mit organischem Material (De-Novo-Synthese bei Verbrennungsprozessen)

Es sind 75 Dioxin- und 135 Furankongenere möglich, jeweils mit Chlor- (PSDD/PSDF) bzw. Bromsubstitution (PBDD/PBDF). Werden die möglichen gemischten halogenierten Kongenere (14) berücksichtigt, so erhöht sich die Zahl auf über 5000.

Folgen

Ablagerung als Kondensat auf Oberflächen von Gebäuden und Inventar. Die PHDD/F sind in der Regel adsorptiv an Ruß- bzw. Brandrückstände gebunden.

Grenz- oder Richtwerte

Die Grenz- oder Richtwerte sind in Abhängigkeit zur Toxizität ausgerichtet und einzeln zu ermitteln.

Zubereitungen und Gemische, die 2,3,7,8-TCDD (15) ab 2×10^{-7} Massenprozent enthalten, gelten nach NATO/CCMS 1988 als krebserzeugend.

Nach GKV 2001 TRK Liste Anhang 2 gilt für chlorierte Dibenzodioxine und – furane ein Luftgrenzwert von 50 pg TE/m^3 (16) (erfasst nach der Gesamtstaubdefinition).

Dieser Grenzwert findet jedoch keine Anwendung auf Sanierungs- und Abbrucharbeiten sowie unfallartige Ereignisse.

Abfallgrenzwert $< 1000 \text{ ng TE/kg TS}$

Sanierungsziel

bei kontaminierten Oberflächen $< 50 \text{ ng TE/m}^2$

in Räumen für gelegentlichen Aufenthalt
 $< 100 \text{ ng TE/m}^2$

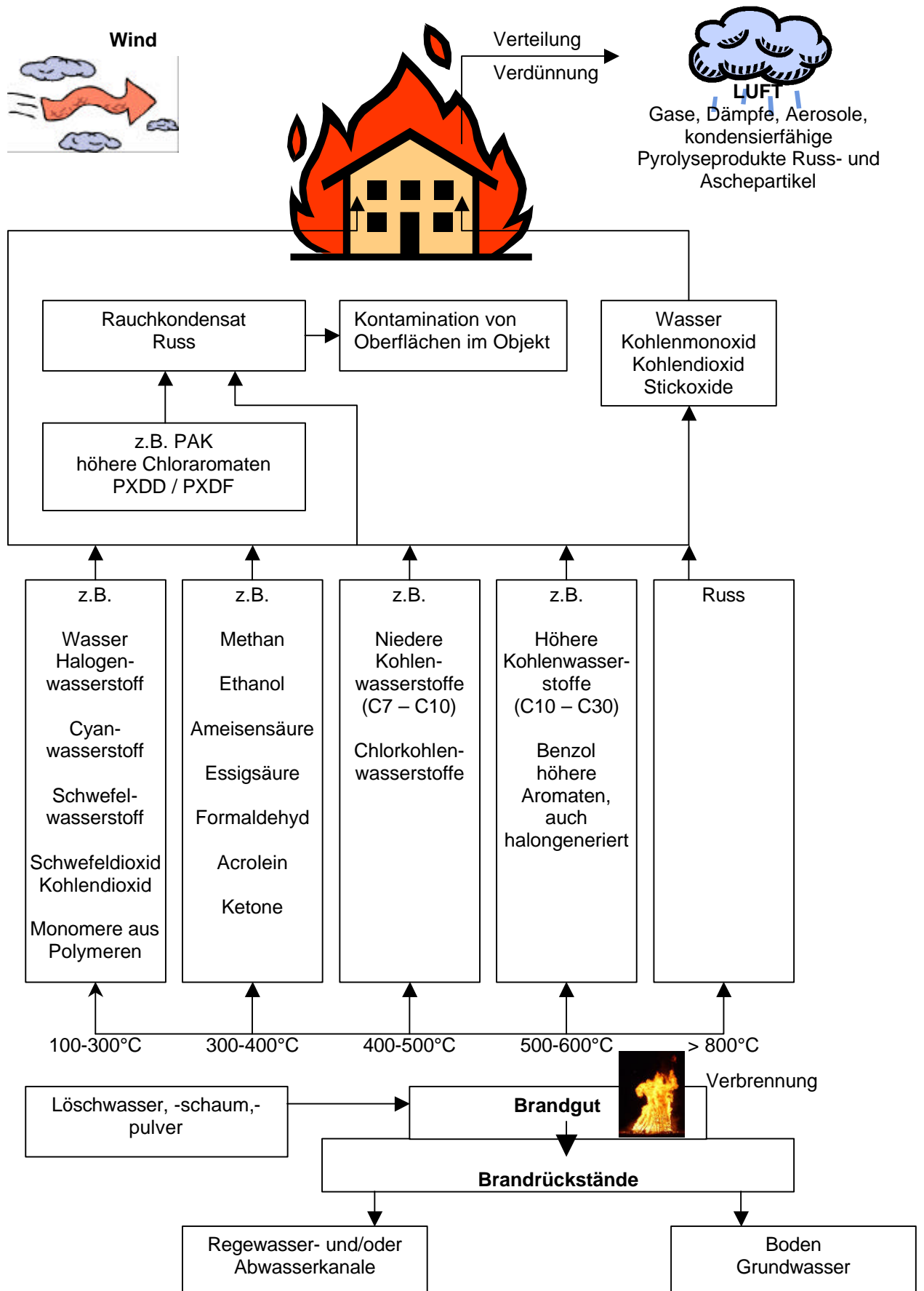
Gesundheitliche Risiken

Einmalig hohe Exposition mit PHDD/F kann zu Chlorakne führen, wiederholte Aufnahme kleiner Mengen zu chronischer Intoxikation. Letztere kann sich durch die Anreicherung der PHDD/F im Körperfett in Form von Überpigmentierungen, Leberparenchymschädigungen, Störungen des Fettstoffwechsels oder Auslösung von Krebs äußern.

Bei Brandschäden ist zu berücksichtigen, dass die biologische Verfügbarkeit wegen der starken adsorptiven Bindung der PHDD/F an Ruß gering ist. Selbst bei Hautkontakt, inhalativer oder oraler Aufnahme von rußadsorbierten PHDD/F kann von einer minimalen Resorption ausgegangen werden. Berufstypische Krankheitssymptome sind weder aus dem Bereich der Feuerwehr noch aus dem Kreis der Brandschadenssanierungsfirmen bekannt.

Die bromhaltigen Dioxine und Furane werden bezüglich ihrer Toxizität zurzeit den Chlorverbindungen gleichgestellt.

4. Verbrennungsvorgänge und Verteilungswege der freiwerdenden Stoffe



5. Brand aus – was nun

Der Autor geht in seinen nachfolgenden Betrachtungen davon aus, dass es, mit Ausnahme von Bundesgebäuden, für ca. 95% aller in Österreich errichteten Gebäude eine versicherungstechnische Deckung in Bezug auf Feuerschaden gibt.

Unmittelbar nach **Brand aus**, wenn nicht schon früher, ist die Meldung des Schadenereignisses an den Versicherer zu tätigen. Dies vor allem deshalb, da neben der Unterstützung bei der Schadensanierung der Versicherer das Recht hat sich ein Bild über Schadenursache und –Umfang unmittelbar nach Schadenereignis zu machen.

Auf Basis der erfolgten Schadenmeldung beginnt in Abhängigkeit zum Schadensumfang folgendes Prozedere:

- Erstbesichtigung des Schadenortes durch einen Vertreter des Versicherers, eventuell bereits unter Beiziehung eines technischen Sachverständigen.
- Besichtigung durch den technischen Sachverständigen und Gefährdungsabschätzung
- Anordnung von schadenminimierenden Erstmaßnahmen durch den technischen Sachverständigen an fachlich kompetente Unternehmen
- Ermittlung des Schadensumfanges und nach Bedarf Erstellung des Sanierungskonzeptes durch den technischen Sachverständigen
- Durchführung der Schadenbehebungsmaßnahmen
- Abrechnung der Schadenbehebungsmaßnahmen

5.1. Erstbesichtigung des Schadenortes

Ehe welche immer geartete Maßnahmen eingeleitet werden, muss sich der Versicherer ein grobes Bild vom Schadensumfang machen. Wird der Gefahrenbereich 1 nicht überschritten und ist der Schadensumfang auf max. 3.000€ einzuschränken erscheint die Einschaltung eines technischen Sachverständigen aus Kostengründen nicht sinnvoll.

Wird jedoch einer der beiden Werte überschritten sollte ein technischer Sachverständiger hinzugezogen werden.

5.2. Die Funktion des (bau)technischen Sachverständigen

Nach Brandereignis treten 2 funktional verschieden tätige Sachverständige an der Schadstelle auf:

- Sachverständiger für Brandursachenermittlung
- (bau)technischer Sachverständiger

Sachverständiger für Brandursachenermittlung

Er wird von der Exekutive oder dem Gericht beauftragt und hat die Aufgabe die Schadenursache festzustellen. In Ausnahmefällen erfolgt auch eine Beauftragung durch den Versicherer. Dies dann, wenn dem Versicherer die Ergebnisse der behördlichen Ermittlungen, die Ursache betreffend, nicht ausreichen.

(bau)technischer Sachverständiger

Er wird vom Versicherer, aber auch manchmal vom Geschädigten beauftragt. Im Gegensatz zum Sachverständige für Brandursachenermittlung der keine Aussagen über Schadenumfang tätigen sollte hat sich der (bau)technische Sachverständige nur mit Schadenumfang und Sanierung zu beschäftigen. (Ausnahme siehe Pkt.20)

In Abhängigkeit zur Nutzung und Ausstattung des Schadenobjektes wird der (bau)technische Sachverständige durch Sachverständige aus dem Bereich Maschinen- und Elektrotechnik und/oder Hausrat unterstützt.

Ab Schadstellen welche der GB2 zuzuordnen sind, oder wenn sonstige kritische Gefahrensituationen im Zusammenhang mit chemischen Produkten bestehen, muss sich der (bau)technische Sachverständige zu seiner Unterstützung eines Chemie-Sachverständigen bedienen.

Der (bau)technische Sachverständige ist in seiner Tätigkeit als verlängerter Arm seines Auftraggebers zu sehen, dies jedoch bei ständiger Überparteilichkeit. Da es sich beim (bau)technischen Sachverständigen in der Regel um einen **Allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen** handeln wird hat er bei all seinen Tätigkeiten streng auf seinen Eid und die Standesregeln zu achten.

Um Interessenskonflikte zu vermeiden darf der (bau)technische Sachverständige nie die Funktion eines Bauleiters oder ähnliches im Rahmen der Schadensabwicklung übernehmen.

Folgendes ist die Aufgabe des (bau)technischen Sachverständigen:

- Gefährdungsabschätzung
- Aufnahme des Ist-Zustandes
- Anordnung von Erstmaßnahmen
- Ermittlung des Schadenumfanges
- Erstellung des Sanierungskonzeptes
- Ermittlung der Kosten der Schadenbehebungsmaßnahmen
- Überprüfung des Umfanges des Versicherungsschutzes
- Feststellung des Versicherungswertes zum Neuwert und Zeitwert
- Bestimmung des Verkehrswertschadens
- Prüfung der, dem Auftraggeber vorgelegten Schadenabrechnungen

Um den obig gelisteten Aufgaben zielführend nachkommen zu können muss ein besonderes Vertrauensverhältnis zwischen Versicherer und (bau)technischem Sachverständigen bestehen.

5.3. Besichtigung durch den technischen Sachverständigen und Gefährdungsabschätzung

Vom technischen Sachverständigen sind alle Informationen einzuholen, die zu einer vorläufigen Einstufung in die Gefahrenbereiche (GB) beitragen können. Eine genaue Erläuterung der Definition und Einteilungskriterien von Gefahrenbereichen erfolgt unter Pkt. 6.

Weiters sind eventuelle Gefährdungspotenziale wie eingelagerte Waren oder bereits erkannte Schäden an der Tragstruktur zu hinterfragen.

Eine kurzzeitige Begehung von erkalteten Schadstellen die den GB 0 bis 2 zuzuordnen sind ist in der Regel mit keinen Gefahren für die Gesundheit verbunden.

Kritische Gefahrensituationen können jedoch vorliegen wenn

- Schäden an der Tragstruktur entstanden sind
- eingelagerte Behältnisse mit Gefahrstoffen beschädigt wurden
- Asbestfeinstäube freigesetzt wurden
- künstliche Mineralfaserstoffe freigesetzt wurden

5.4. Anordnung von Erstmaßnahmen durch den technischen Sachverständigen

Als unmittelbare weitere Gefährdung des Objektes nach **Brand aus** ist Feuchtigkeit zu nennen.

Halogenwasserstoffe (HCl und HBr) und deren Niederschläge können je nach Werkstoff und relativer Luftfeuchtigkeit auf metallischen Oberflächen zur Auslösung eines fortschreitend verlaufenden Korrosionsprozesses führen.

Eine zunehmende Reaktionsbeschleunigung erfolgt bei steigender relativer Luftfeuchtigkeit ab etwa 45%.

Zement- und kalkgebundene Baustoffe reagieren mit Halogenwasserstoffsäure zum entsprechenden Calciumsalz (Kontaminationsphase). Baufolgeschäden sind dann möglich, wenn Halogenide bis zur Stahlarmierung vordringen (Verteilungsphase), wenn dort Feuchtigkeit vorliegt, die Alkalität des Betons abgesunken und die unter 3.1 angeführten Grenzwerte überschritten sind.

Feuchtigkeit ist an der kalten Brandstelle auf Grund von Löschwasserresten vorhanden. Weiters besteht die Gefahr von Regenwassereintritt über schadhafte Dachflächen oder Wand- und Deckenöffnungen.

Folgende Maßnahmen sind daher im Rahmen der technischen Machbarkeit als Erstmaßnahmen zu setzen:

- provisorisches Verschließen von Wand- und Deckenöffnungen
- Notdacheindeckung herstellen (Planen)
- Auslagern von Fahrnissen aus den unmittelbaren Risikobereichen
- Schleusenverschlüsse herstellen zwischen stark und schwach belasteten Schadstellen
- Absenken der relativen Luftfeuchtigkeit durch Einsatz von Trocknungsgeräten
- reinigen und neutralisieren von Metalloberflächen

5.5. Ermittlung des Schadensumfanges und Erstellung des Sanierungskonzeptes durch den technischen Sachverständigen

Im 2. Ermittlungsschritt hat der (bau)technische Sachverständige den genauen Schadensumfang zu ermitteln. Voraussetzung dafür ist, dass die Fahrnisse weitestgehend ausgelagert sind und ein Zutritt zur Schadstelle möglich ist.

Die sich dem (bau)technischen Sachverständigen zeigende Schadenstruktur ist zu unterscheiden in:

- oberflächliche Schäden
- strukturelle Schäden

Die Grenzen zwischen oberflächlichen und strukturellen Schäden sind und oft erst nach oberflächlichen Sanierungsversuchen klar erkennbar.

In Abhängigkeit von der Brandart, dem GB, dem Abstand zum Brandherd und der Dauer des Brandes sind beide Schadensarten in mehr oder weniger intensiver Form gleichzeitig bei jedem Brandereignis anzutreffen.

Oberflächliche Schäden

Dabei handelt es sich um Beaufschlagungen welche teilweise in Zusammenhang mit Hitzeeinwirkung auch geringfügig die Oberflächenstruktur des Objektes schädigten. Die ursprüngliche Oberflächenstruktur kann jedoch nach dem derzeitigen Stand der Technik und unter Einsatz von verhältnismäßigen Mitteln gleichartig und qualitativ gleichwertig wieder hergestellt werden.

Strukturelle Schäden

Dabei handelt es sich um Einwirkungen welche die Materialstruktur des Objektes derart verändert haben, dass aufwendige Reparaturmaßnahmen oder Neuherstellung notwendig sind.

Dies können sein:

- intensivere oberflächliche Abbrandschäden
- substanzielle Abbrandschäden
- Schädigung an der Tragfähigkeit durch Hitzeeinwirkung
- Verformungsschäden durch Hitzeeinwirkung
- Schädigung durch intensiven Halogenwasserstoffsäureangriff (z.B. Chloridbeaufschlagung)
- irreparable Funktionsschädigung von Bauteilen durch Verunreinigungen

Die Strukturellen Schäden sind zu unterteilen in:

- reparable Schäden
- irreparable Schäden

Reparable Schäden

Bei reparablen Schäden ist das Schadensobjekt als solches noch erhaltenswürdig.

Man spricht dann von reparablen Schäden sowohl am Gesamtobjekt als auch an Objektteilen, wenn zu deren Behebung anspruchsvolle handwerkliche Tätigkeiten ausgeführt werden müssen welche über die reine Oberflächenanierung hinausgehen.

Irreparable Schäden

Von irreparablen Schäden spricht man, wenn Objektteile oder das Gesamtobjekt nicht mehr erhaltungswürdig sind, oder wenn die Reparaturkosten den Neuwert des Objektes übersteigen.

6. Gefährdungseinschätzung (übernommen aus VdS 2357)

Von entscheidender Bedeutung für die gebildete Schadstoffmenge und die daraus resultierende Schadstoffbelastung auf der erkalteten Brandstelle sind die Art und Menge des Brandgutes, der Brandverlauf und die Abführung des Brandrauches. Diese Kriterien prägen das Brandbild.

Je weniger sich Hinweise für einen Brand unter Sauerstoffmangel (Schwelbrand) finden lassen, umso weniger gravierend müssen die Verdachtsmomente für das Auftreten von Schadstoffen eingeschätzt werden. Ein helles Flammenbild während des Brandes oder die Zerstörung und damit Öffnung von Dächern und Wänden stellen Hinweise auf eine weitgehend vollständige Verbrennung mit hohen Temperaturen und damit geringerer Schadstoffbildung dar.

Auch eine anzunehmende Schadstoffbildung bedeutet jedoch noch keine unmittelbare Gefahr, sondern es muss zudem eine entsprechende Exposition und gegebenenfalls ausreichende Bioverfügbarkeit dieser Schadstoffe gegeben sein.

Auf Brandstellen sind Schadstoffe mit geringerem Dampfdruck erfahrungsgemäß so stark adsorptiv an Ruß gebunden, so dass die Gefahr der Aufnahme über die Atemwege bzw. bei einer möglichen Beschmutzung über die Haut erfahrungsgemäß als gering angesehen werden kann. Zur Beurteilung der Aufnahmemöglichkeit ist die Konsistenz und Mobilisierbarkeit des Rußes (flockiger bzw. klebriger Ruß) und das Vorhandensein hautresorptiver bzw. hautschädigender Brandfolgeprodukte zu beachten.

Außer einer möglichen Gefahr durch chemische Schadstoffe sind auch Gefahren durch biologische Arbeitsstoffe(17) zu berücksichtigen, sei es dass sie betriebsbedingt vorhanden waren, brandbedingt freigesetzt wurden oder aus dem Brandgut bei längerer Lagerung entstehen können.

Unter Berücksichtigung dieser Zusammenhänge lassen sich folgende Gefahrenbereiche für das auf der Schadstelle tätige Personal definieren:

6.1. Gefahrenbereich 0

Brände, bei denen nur kleine Mengen Material verbrannt sind, z.B. Papierkorbbrand, Kochstellenbrand, Brand eines Kerzengestecks mit räumlich begrenzter Ausdehnung und mit auf den Brandbereich beschränkter Brandverschmutzung.

6.2. Gefahrenbereich 1

Brände, bei denen lediglich allgemein übliche Mengen an chlor- oder bromorganischen Stoffen, insbesondere PVC, beteiligt waren oder bei denen auf Grund des Brandbildes keine gravierende Schadstoffkontamination (18) auf der Brandstelle zu erwarten ist.

Der Gefahrenbereich 1 wird unterteilt in:

- | | |
|-------|---|
| GB 1a | Ausgedehnte Brände im Wohnbereich, z.B. Küchen-, Zimmer-, Wohnungs-, Keller- und Dachraumbrände |
| GB 1b | Brände in öffentlichen Gebäuden, z.B. Schulen, Kindergärten, Krankenhäusern |
| GB 1c | Brände im gewerblichen und Industriebereich sowie landwirtschaftliche Anlagen |

6.3. Gefahrenbereich 2

Brände gemäß GB 1a bis c, an denen größere Mengen an chlor- oder bromorganischen Stoffen, insbesondere PVC (z.B. stark belegte Kabeltrassen, PVC-haltige Lagermaterialien), beteiligt waren, bei denen auf Grund des Brandbildes und des Brandablaufes eine gravierende Schadstoffkontamination auf der Brandstelle wahrscheinlich ist.

6.4. Gefahrenbereich 3

Brände im gewerblichen und industriellen Bereich mit Beteiligung größerer Mengen kritischer Stoffe, die als Roh-, Hilfs- oder Betriebsstoffe eingesetzt waren, sowie weiterer giftiger oder sehr giftiger Stoffe im Sinne der Grenzwertverordnung 2001, wie z.B.

- Polychlorierte Biphenyle (PCB), derzeit noch enthalten in elektrischen Betriebsmitteln wie Transformatoren und Kondensatoren
- Pentachlorphenol (PCP) als Bestandteil von Holzschutzmitteln und Holzimprägnierungsmitteln, soweit größere Gebinde betroffen sind
- Pflanzen- und Vorratsschutzmittel in größeren Gebinden
- kritische biologische Arbeitsstoffe der Risikogruppe 3 oder 4 im Sinne der Verordnung biologische Arbeitsstoffe

6.5. Zuordnung zu einem Gefahrenbereich

Die Brandstelle ist anhand der tatsächlichen Gegebenheiten und mit Hilfe objektiver Beurteilungskriterien einem Gefahrenbereich zuzuordnen. Die Zuordnung basiert im Wesentlichen auf den zur Verfügung stehenden Informationen zu Art und Menge des Brandgutes und dem Wissen über die Schadstoffbildung entsprechend dem Brandverlauf. Sie ist auf Grund der vorhandenen Erfahrung im Umgang mit Brandschäden durch den zur Schadenermittlung hinzugezogenen Sachverständigen oder durch Fachleute der Sanierungsunternehmen vorzunehmen.

Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich die Zuordnung zu einem Gefahrenbereich ändern kann, wenn

- im Zuge der Erstbegehung oder auch der Sanierungsarbeiten Brandgut und damit auch event. Brandfolgeprodukte mit höherem Gefahrenpotenzial angetroffen werden, die zuvor nicht bekannt wurden
- sich im zeitlichen Ablauf bzw. bei Verzögerungen notwendiger Aufräumungs- und Sanierungsarbeiten unkontrolliert biologische und/oder chemische Schadstoffe aus dem Brandgut entwickeln

6.6. Beziehung eines Chemie-Sachverständigen

Bei einer Zuordnung in die Gefahrenbereiche GB 0 und GB 1a ist die Beziehung eines Chemie-Sachverständigen nicht erforderlich.

In den Gefahrenbereichen GB 1b und 1c ist die Beziehung eines Chemie-Sachverständigen fallbezogen zu prüfen.

Führt das Brandbild dagegen zu einer Einstufung in den Gefahrenbereich GB 2, dann ist die Beziehung eines Chemie-Sachverständigen dringen zu empfehlen.

Bei Einstufung in den Gefahrenbereich GB 3 ist die Beauftragung eines Chemie-Sachverständigen zwingend notwendig.

6.7. Probeentnahme und Schadstoffanalyse

Eine Probeentnahme und Schadstoffanalyse erscheint aus Arbeits- und Gesundheitsschutzgründen in der Regel erst ab dem GB 2 erforderlich. Für die Festlegung von erfolgversprechenden Sanierungsmaßnahmen können Probeentnahmen jedoch bereits ab dem GB 1 sinnvoll sein.

Das Schadenausmaß wird durch chemische Analysen nach Ausdehnung und Intensität ermittelt. Bei dieser Ermittlung sind sowohl die Brandfolgeprodukte als auch event. noch vorhandene und ggf. thermisch veränderte Gefahrstoffe aus Lagerbeständen oder Produktionsbereichen zu berücksichtigen.

Hinsichtlich der Brandfolgeprodukte erfolgt die Probenentnahme beim Inventar flächenbezogen über Wischproben, an der Bausubstanz massebezogen durch Entnahme von Bohrproben.

Die Übersichtsanalysen, die am Rauchgaskondensat vorzunehmen sind, sollen dem (bau)technischen Sachverständigen Auskunft geben über:

- den pH-Wert (z.B. Prüfung durch Stick)
- die Mitbeteiligung von Chlor- und Bromwasserstoff
- das Vorhandensein von PCB
- die Anwesenheit von PAK
- das Vorhandensein lipophiler Pyrolysestoffe(20) und reiner Pyrolysekohlenwasserstoffe

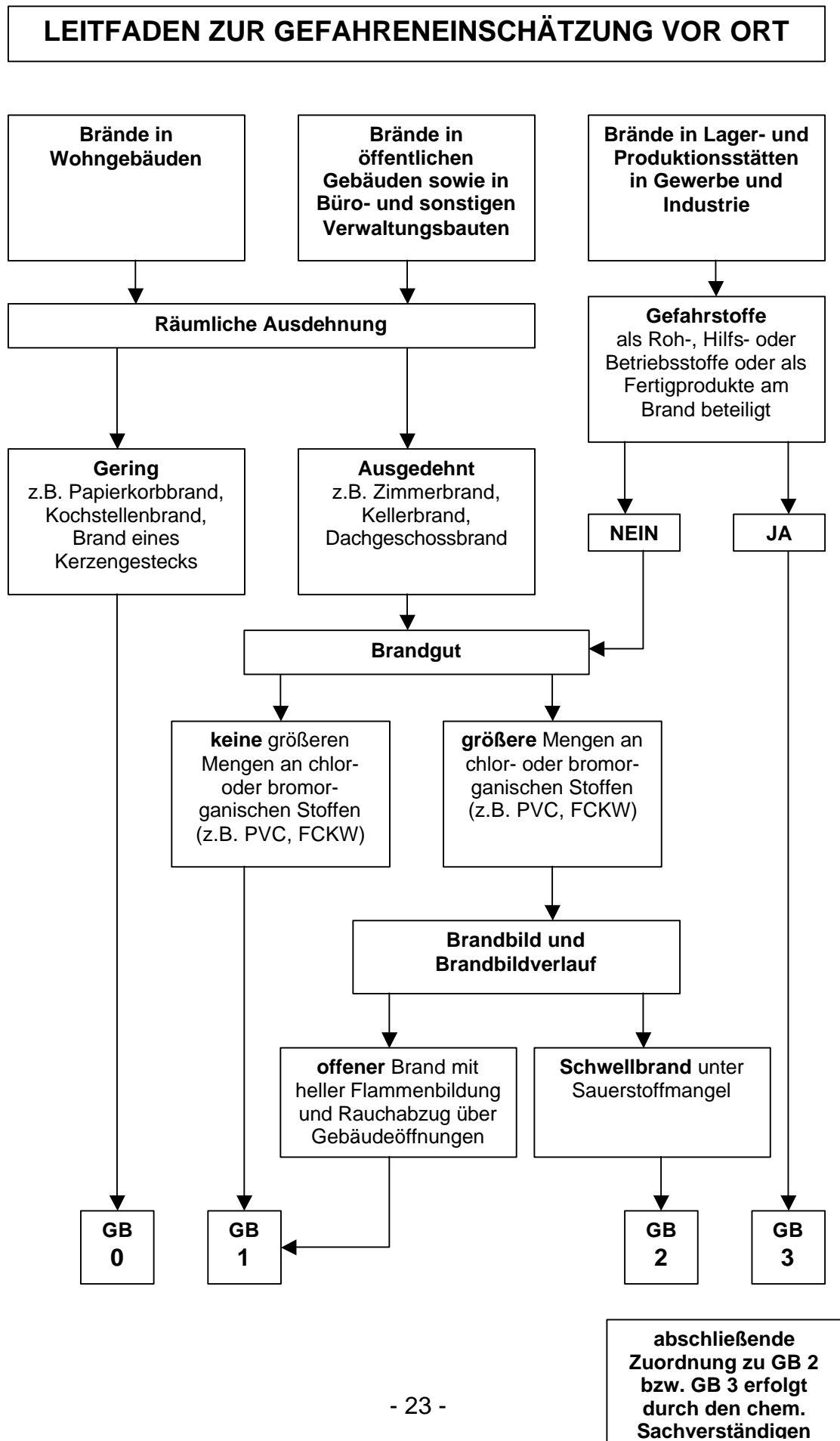
Normalerweise steht die Halogenwasserstoff-Beaufschlagung im Vordergrund.

Bei kontaminierten Baukörperflächen, vor allem wenn es sich um kalk- und zementgebundene Baustoffe handelt, findet sekundär ein Verteilungsprozess statt, der insbesondere bei Chlorwasserstoff zur Einschleppung der Pyrolysestoffe führen kann. Hier ist daher eine dreidimensionale Probenentnahme notwendig, die über einen schichtenweisen mechanischen Abtrag erfolgt.

Eine Untersuchung auf PHDD/PHDF muss nur dann erfolgen, wenn durch den Sachverständigen erhöhte Werte von Halogenwasserstoff und EOX(19) oder PCB oder Penta- und Hexachlorbenzol festgestellt werden.

Das Ergebnis der Untersuchungen ist sachverständig zu bewerten und einschließlich Probenentnahmeplan zu dokumentieren. Es bildet mithin die Basis für die Festlegung des Sanierungs- und Entsorgungskonzeptes sowie des SIGE-Planes(21)

6.8. Leitfaden zur Gefahreneinschätzung vor Ort



7. Ablaufschema für Schadensreferenten und Sachverständigen

Die Abwicklung von Brandschäden wird wohl von jeder Versicherung als auch jedem Sachverständigen individuell gehandhabt. Es hat sich jedoch gezeigt, dass es für die erfolgreiche Zusammenarbeit von Sachverständigem und Schadensreferenten notwendig ist bestimmte Ablaufschemata einzuhalten. Dadurch weiß jeder der Beteiligte was seine eigenen operativen Aufgaben sind und was er vom anderen erwarten kann.

Die nachfolgenden Ablaufschemata sollen eine grundsätzliche Richtung sowohl für den Schadensreferenten als auch den Sachverständigen vorgeben.

Dabei werden Brandereignisse in

- Kleinschaden
- Mittelschaden
- Großschaden

eingeteilt.

Kleinschaden

bis 3.000€ bei GB0 und GB1

Der Schaden wird in der Regel vom Schadensreferenten ohne Beiziehung eines Sachverständigen abgewickelt.

Mittelschaden

über 3.000€ bis 30.000€ bei GB0 und GB1, bis 3.000€ bei GB2

Ein Sachverständiger wird beigezogen. Bei GB1 kann ein Chemie-Sachverständiger ab GB2 muss ein Chemie-Sachverständiger beigezogen werden.

Der Schadensreferent wird mit dem Sachverständigen den Geschädigten ein bis zweimal besuchen. Vom Sachverständigen werden die grundsätzlichen Sanierungsmaßnahmen vorgegeben.

Die Abrechnung des Schadens erfolgt vor allem durch Abklärung zwischen dem Sachverständigen und dem Geschädigten.

Großschaden

über 30.000€ bei GB0 und GB1, über 3.000€ bei GB2, immer bei GB3

Innige Kooperation zwischen Sachverständigem und Schadensreferenten.

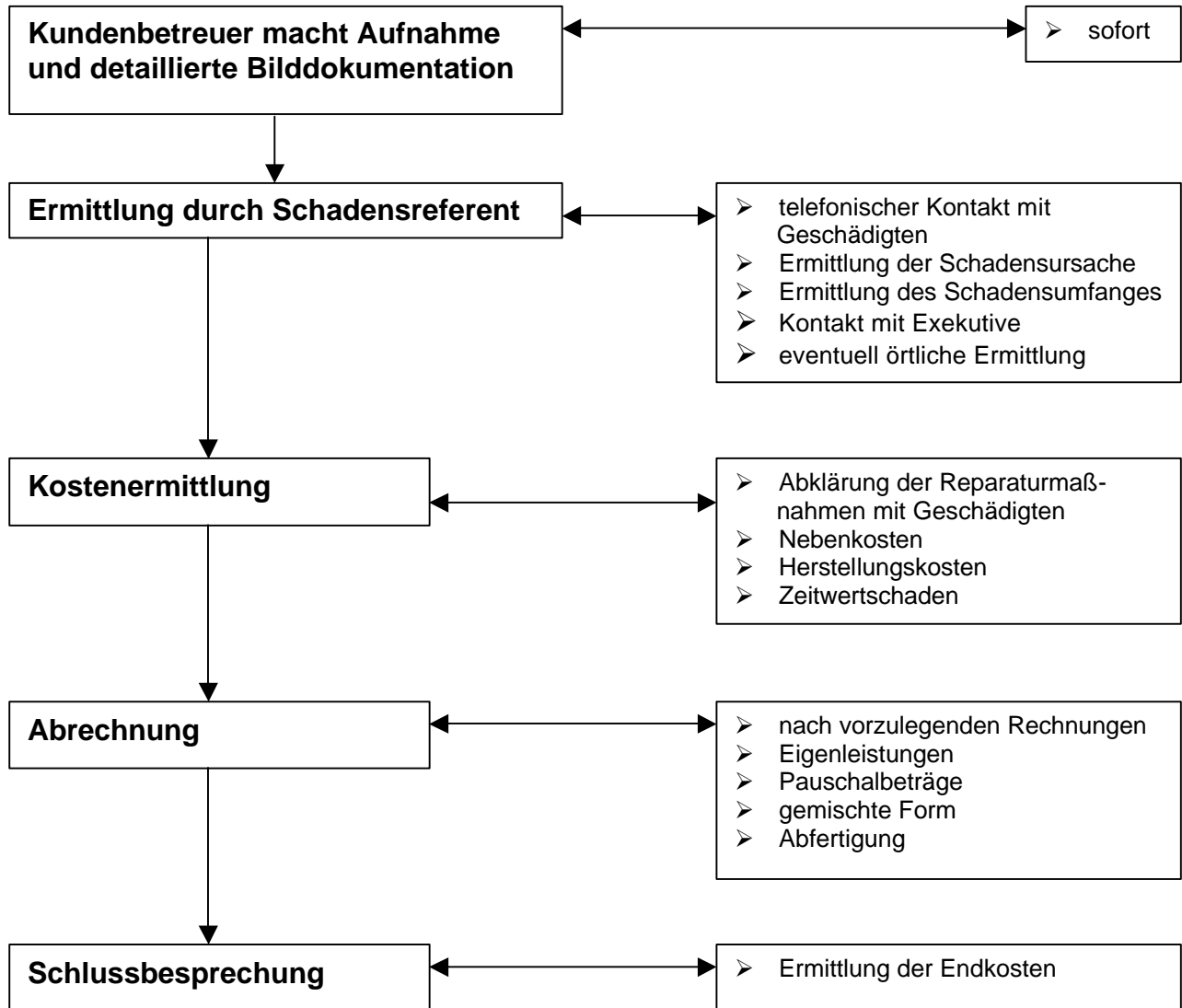
Erstermittlung durch den Sachverständigen. Eventuell Beiziehung von fachspezifischen Sachverständigen. Bei GB1 kann ein Chemie-Sachverständiger ab GB2 muss ein Chemie-Sachverständiger beigezogen werden.

Logistische Unterstützung des Geschädigten.

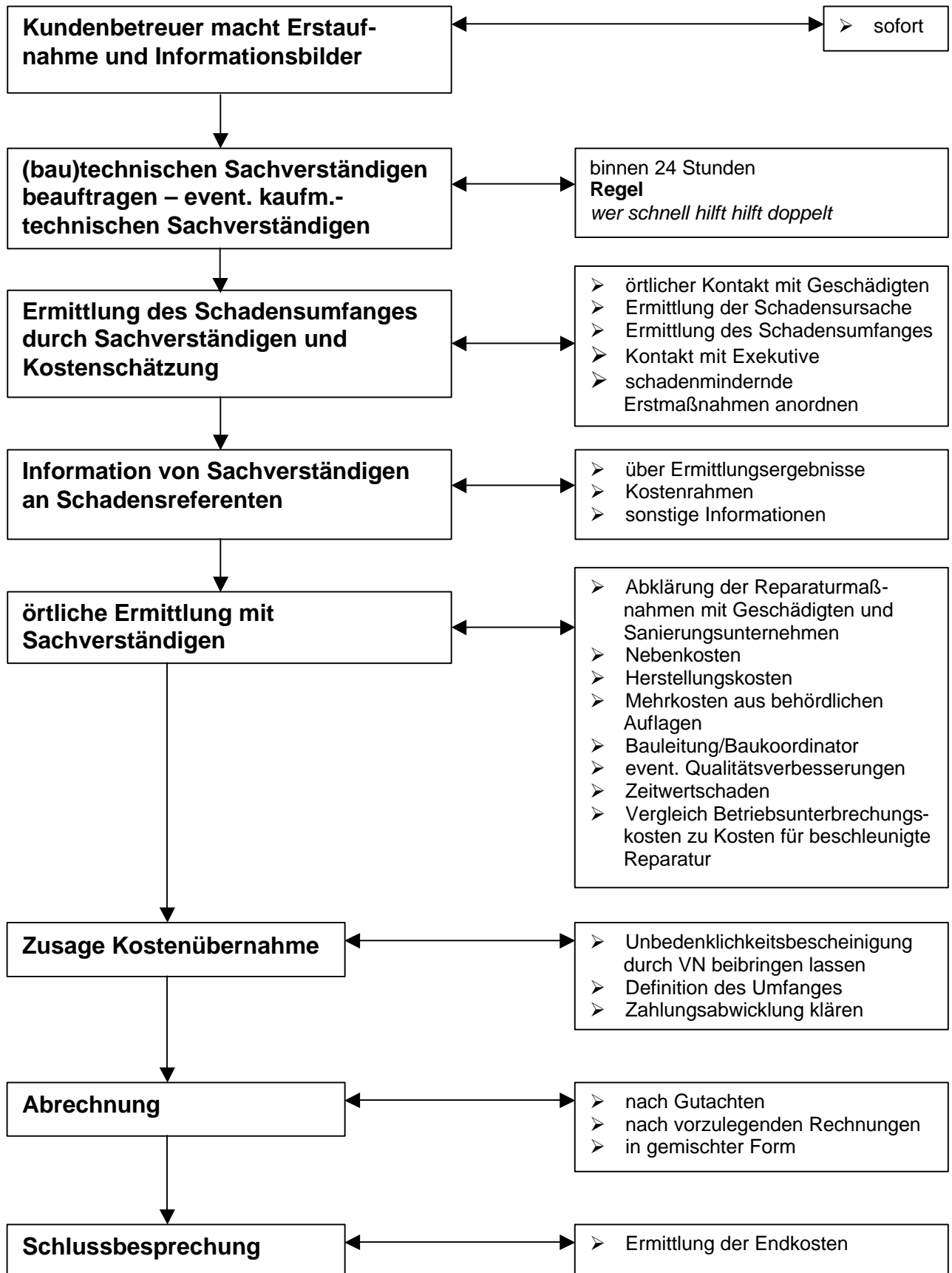
Detaillierte Erstellung eines Sanierungskonzeptes durch den Sachverständigen in Zusammenarbeit mit Geschädigten und Sanierungsunternehmen.

7.1. Ablaufschema für Schadensreferent

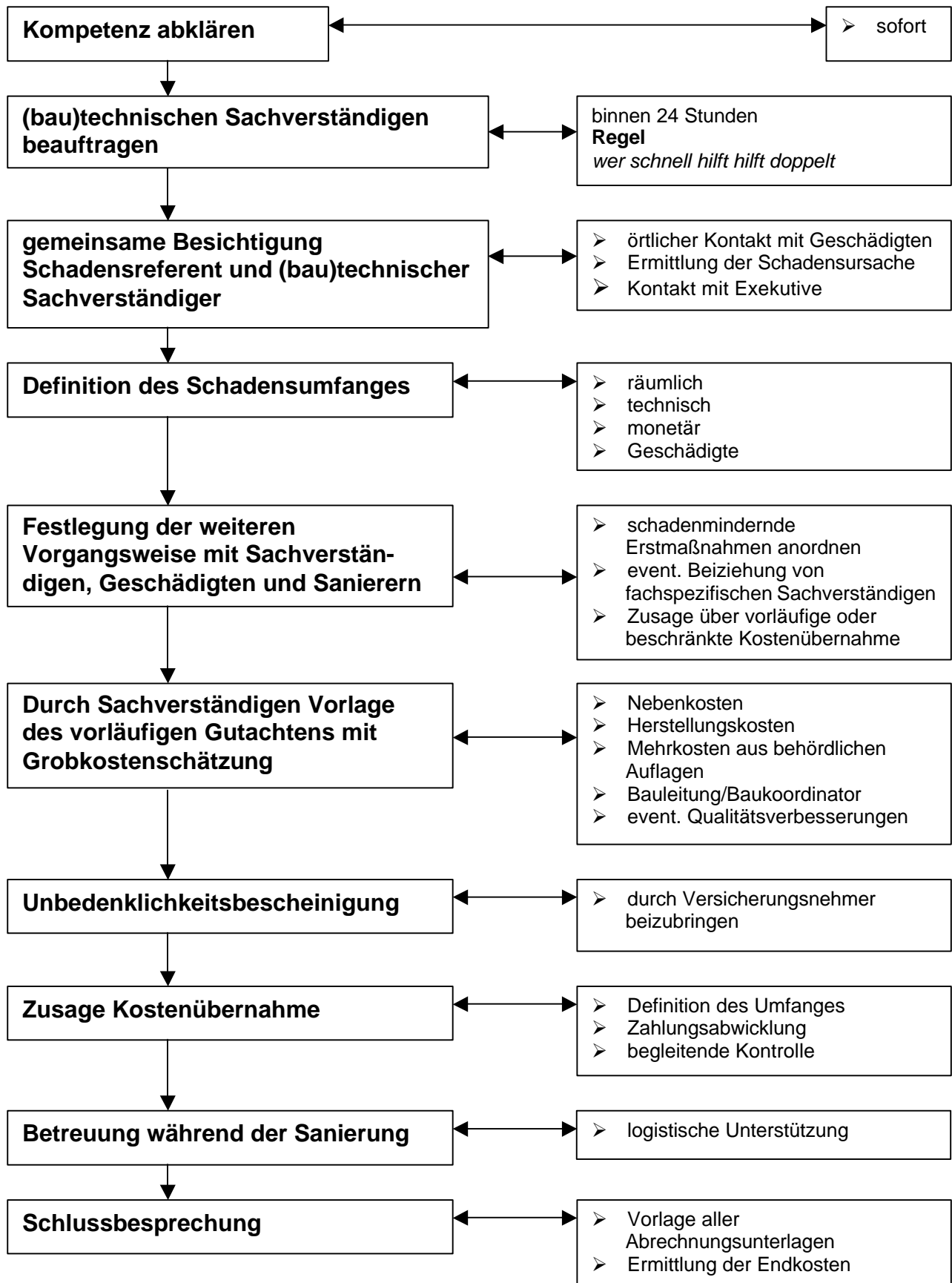
Kleinschaden – bis 3.000€ bei GB0 + GB1 – keine Sachverständigenbeauftragung



Mittelschaden – über 3.000€ bis 30.000€ bei GB0 + GB1, bis 3.000 bei GB2

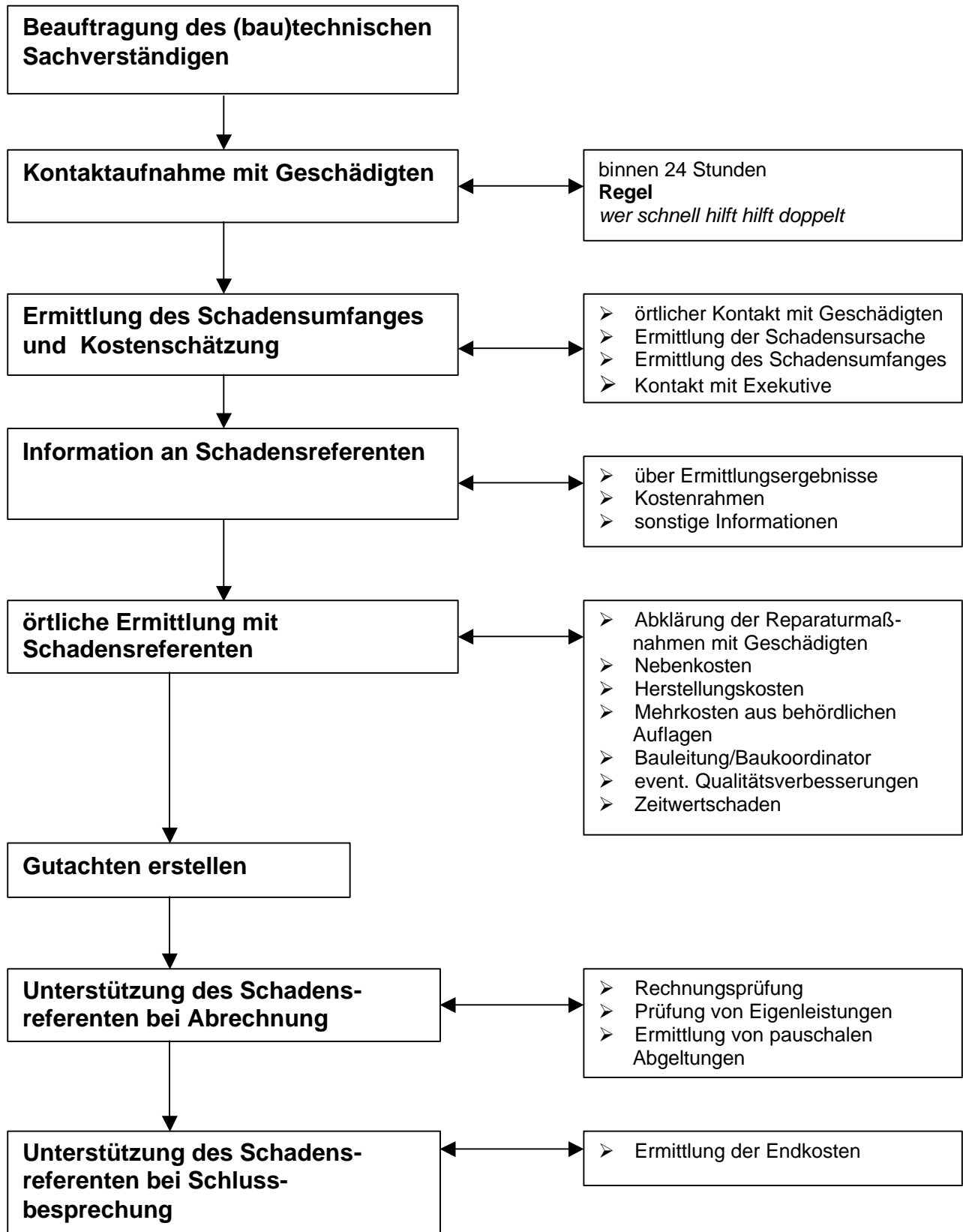


Großschaden – über 30.000€ bei GB0 + GB1, über 3.000€ bei GB2, immer GB3

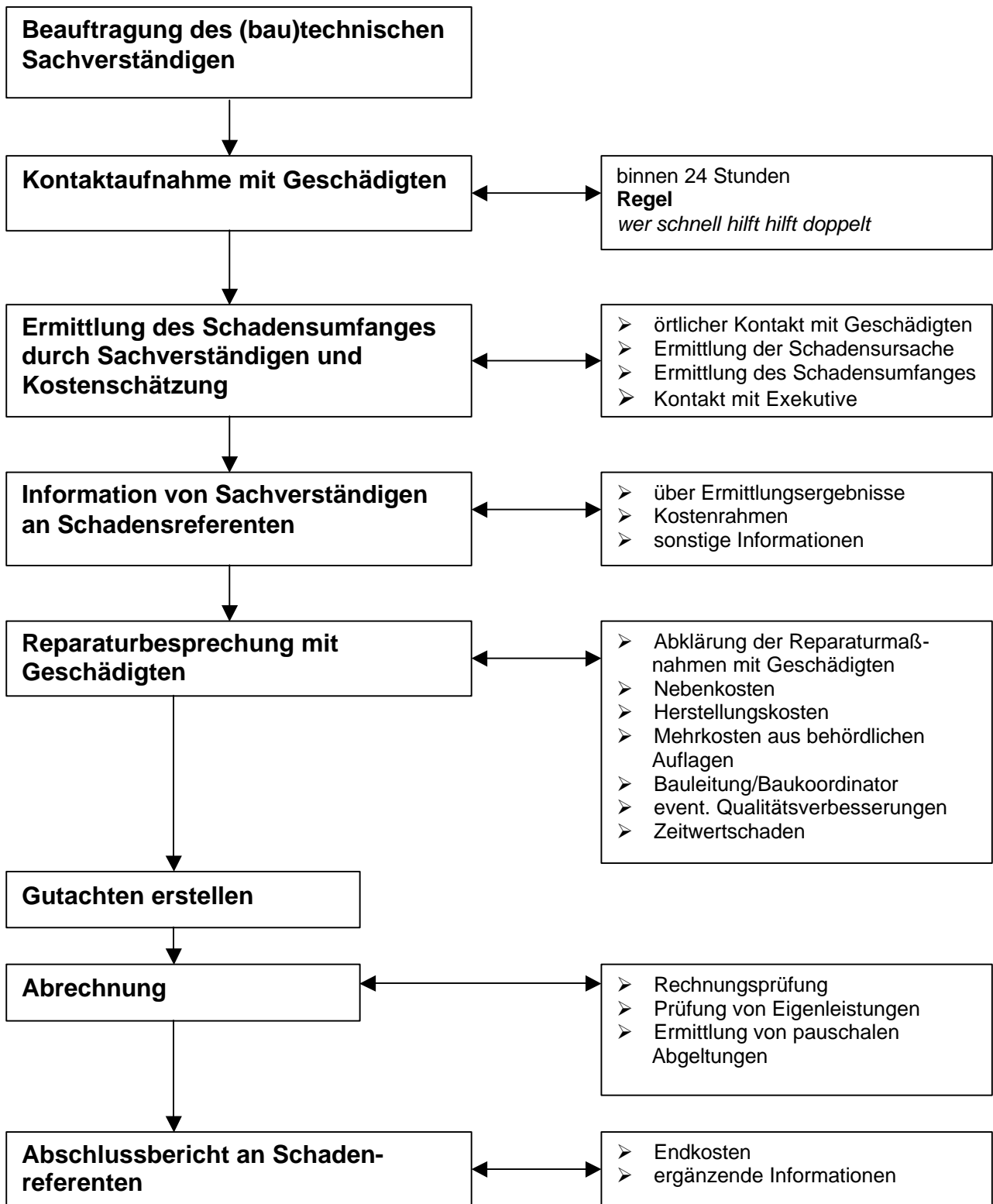


7.2. Ablaufschema für (bau)technischen Sachverständigen

Mittelschaden – über 3.000€ bis 30.000€ bei GB0 + GB1, bis 3.000€ bei GB2
mit örtlicher Beteiligung durch den Schadensreferenten



Mittelschaden – über 3.000€ bis 30.000€ bei GB0 + GB1, bis 3.000€ bei GB2 ohne örtliche Beteiligung durch den Schadensreferenten (Sonderfall)



Großschaden – über 30.000€ bei GB0 + GB1, über 3.000€ bei GB2, immer GB3



8. Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen

Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen bei Sanierungstätigkeiten, Abbruch- Aufräum- und Entsorgungsmaßnahmen sollen verhindern, dass bei diesen Arbeiten schadstoffbeladene Staub- und Russpartikel in relevanten Mengen inkorporiert werden und bei längerem Hautkontakt Schadstoffe in das Hautfett übertreten.

Gleiches gilt auch für Mikroorganismen, die beim Menschen Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können.

Die Aufgabe der Einhaltung der einschlägigen Gesundheitsschutzmaßnahmen liegt bei den ausführenden Sanierungsunternehmen und Handwerkern.

Die auch dem (bau)technischen Sachverständigen geläufigen Mindestmaßnahmen seien trotzdem genannt:

8.1. Arbeits- und Gesundheitsschutz bei Sofortmaßnahmen

Sofort- und Sicherungsmaßnahmen nach dem Schadenfall dienen dazu Werte zu retten und eine weitere Schadensausweitung zu verhindern.

Hierbei sind Schutzmaßnahmen nach GB 1 anzuwenden, es sei denn, dass die Anwesenheit besonderer Gefahrstoffe bekannt ist und weiterführende Schutzmaßnahmen erfordern.

8.2. Arbeits- und Gesundheitsschutz im Gefahrenbereich GB 0

Auf Grund der vorliegenden Erkenntnisse gehen unter Beachtung von normalen Hygienestandards von diesem Gefahrenbereich keine signifikanten Risiken aus. Die erforderlichen Arbeiten können mit haushaltsähnlichen Reinigungsmitteln (z.B. verdünnte Waschmittellösungen) somit auch von Laien durchgeführt werden, da die Schadstoffbelastung zu vernachlässigen ist. Es empfiehlt sich, einfache geeignete Hygienemaßnahmen zu ergreifen, wie beispielsweise Schutzhandschuhe sowie Maßnahmen gegen das Einatmen von Stäuben.

8.3. Arbeits- und Gesundheitsschutz im Gefahrenbereich GB 1

Die Reinigungs- und Sanierungsarbeiten können unter Einhaltung der empfohlenen Schutzmaßnahmen nach Anhang A1 von Fachfirmen, aber auch vom Brandgeschädigten selbst vorgenommen werden, denn selbst bei nicht ganz fachgerechter Anwendung der Schutzmaßnahmen durch von einem Brandschaden betroffenen Laien ist eine Gesundheitsgefährdung wegen der Einmaligkeit des Ereignisses unwahrscheinlich.

Schutzhandschuhe und Einwegschutanzüge verbleiben im Schadenbereich und können, wenn ihr Zustand dies zulässt, durchaus mehrfach verwendet werden. Nach Verlassen des Schadensbereiches ist eine gründliche Körperreinigung vorzunehmen.

8.4. Arbeits- und Gesundheitsschutz im Gefahrenbereich GB 2

Für die Arbeiten im Gefahrenbereich GB 2 müssen spezielle Brandschaden-Sanierungsfirmen herangezogen werden, die im Umgang mit Schadstoffen vertraut sind, über geeignetes Personal sowie die notwendigen Fachkenntnisse und Geräte verfügen.

Folgende Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen sind als wesentlich zu nennen:

- Absicherung und geg. Abschottung des Sanierungsbereiches
- Zutrittsverbote für Unbefugte
- persönliche Schutzausrüstung

Je nach Schadensituation und der Beurteilung durch den Sachverständigen können darüber hinaus besondere Maßnahmen festgelegt werden.

8.5. Arbeits- und Gesundheitsschutz im Gefahrenbereich GB 3

Für die Arbeiten im Gefahrenbereich GB 3 müssen spezielle Brandschaden-Sanierungsfirmen herangezogen werden, die im Umgang mit Schadstoffen vertraut sind, über geeignetes Personal sowie die notwendigen Fachkenntnisse und Geräte verfügen.

Folgende Arbeits- und Gesundheitsschutzmaßnahmen sind als wesentlich zu nennen:

- Absicherung und geg. Abschottung des Sanierungsbereiches
- Zutrittsverbote für Unbefugte
- persönliche Schutzausrüstung
- Einrichtung von Schwarz-/Weiß-Anlagen, geg. mit Dekontaminations- und Stiefelwaschanlage
- Bei Fahrzeugeinsatz im kontaminierten Bereich ist dieses mit einer Anlage zur Atemluftversorgung für den Geräteführer auszustatten. Werden Filteranlagen eingesetzt, ist die Festlegung der einzusetzenden Filter anhand des Gefahrenpotenziales gemäß AUVA M719 vorzunehmen.

Je nach Schadensituation und der Beurteilung durch den Sachverständigen können darüber hinaus besondere Maßnahmen festgelegt werden.

8.6. Baustellenkoordination

Die Bestimmungen des Bauarbeiten Koordinationsgesetzes sind auch bei Sanierungsmaßnahmen einzuhalten.

Gerade diese Tätigkeiten werden unter ständigem Wechsel der Arbeitsbedingungen und unter Zeitdruck ausgeführt. Weiters treffen gerade bei größeren Schäden verschiedene Unternehmen aufeinander.

Wenn einer der beiden nachfolgend angeführten Punkte zutrifft findet das Bauarbeitenkoordinationsgesetz Anwendung:

- a. wenn der voraussichtliche gesamte Personaleinsatz aller an der Sanierung vor Ort beteiligten Unternehmen 500 Personentage übersteigt
- b. wenn mehr als 20 ArbeitnehmerInnen (wenn auch nur kurzzeitig) gleichzeitig beschäftigt werden und die Dauer der Arbeiten mehr als 30 Arbeitstage beträgt

Punkt a – kann folgend grob überrechnet werden:

Die mittlere Arbeitszeit pro Tag beträgt 8 Stunden, 500 Personentage entsprechen somit ca. 4.000 Arbeitsstunden.

Der mittlere Materialzuschlag bei Sanierungsarbeiten, nicht bei Instandsetzung oder Neuherstellung beträgt ca. 18%.

Als Bruttomittelohn, der sich jedoch ständig verändert und somit anzugleichen ist, wird für diese Berechnung 36€ angesetzt.

4.000h	36,00€/h	144.000,00€
18% Materialzuschlag		25.920,00€
Grenzwert excl. MWSt. – gerundet		170.000€

Im Rahmen des Bauarbeiten Koordinationsgesetzes sind folgende Schritte ab Überschreitung des Grenzwertes zu setzen:

- Bestellung eines Planungs- und Baustellenkoordinators
- Erstellung eines Sicherheits- und Gesundheitsschutzplanes (SiGe-Plan)

Die detaillierte Vorgangsweise betreffend Bauarbeitenkoordination kann dem Merkblatt der AUVA M200 entnommen werden.

9. Schadenarten und deren Behandlung

Wie unter 5.5 bereits ausgeführt sind die in Folge eines Brandereignisses auftretenden Schäden zu unterteilen in

- oberflächliche Schäden
- strukturelle Schäden

Die strukturellen Schäden sind wiederum zu unterscheiden in

- reparable Schäden
- irreparable Schäden

9.1. Oberflächliche Schäden

In Abhängigkeit vom Gefahrenbereich kann die Sanierung von oberflächlichen Schäden von Laien oder Fachfirmen, die jedoch nicht konzessioniert sein müssen, ausgeführt werden.

Ein eingesetztes Sanierungsunternehmen muss in der Lage sein, die Brandfolgeschäden komplett zu beheben und dadurch eine dauerhafte Instandsetzung zu erreichen. Der Sanierer muss auch in der Lage sein, die eventuellen Grenzen einer Sanierung rechtzeitig zu erkennen und im Fall von Zweifel an dem Erfolg einer angedachten Sanierung auf Risiken hinzuweisen.

Eine detaillierte Auflistung und Beschreibung verschiedener Sanierungsmaßnahmen erfolgt unter Pkt. 11 + 12

9.2. Strukturelle Schäden

Bei der Bearbeitung von strukturellen jedoch reparablen Schäden ist davon auszugehen, dass diese durch von dazu befugten Handwerksbetriebe nach den Regeln der Technik ausgeführt werden.

Abbrucharbeiten können teilweise in Eigenleistung ausgeführt werden. Bei Einsatz eines Unternehmers ist darauf zu achten, dass dieser die entsprechenden fachlichen Voraussetzungen erfüllt.

Auf alle Fälle ist auf die Einhaltung der Baurestmassenverordnung zu achten.

9.3. Reinigungsversuche

Vor der Festlegung ob es sich um oberflächliche oder strukturelle Schäden handelt sind geg. Reinigungsversuche durchzuführen. Dabei werden kleinere eingegrenzte Teilflächen einer Bearbeitung zugeführt. Es soll damit rasch und auf technisch einfache Weise die zweckmäßigste Sanierungsform ermittelt werden.

10. Grundsätzliches zu Sanierungsmaßnahmen bei oberflächlichen Schäden

Die im Nachfolgenden angeführten Maßnahmen sollen eine Übersicht über die zu setzenden Schritte nach Erkalten der Brandstelle darlegen.

Grundsätzlich sollten verrußte, verschmutzte Oberflächen als Erstmaßnahme mit geeigneten, zugelassenen Industriesaugern abgesaugt werden. Die konzentrierten Russpartikel sind zu entsorgen, z.B. Abfallverbrennung. Die Grundbelastung wird somit reduziert und die Entsorgung des Waschwassers kann positiv beeinflusst werden.

Anschließend wird mit geeigneten Verfahren die weitere Sanierung durchgeführt. Ziel ist die Wiederherstellung geschädigter Gebäuden bzw. deren dauerhafte Instandsetzung. Sämtliche Abfälle sind umweltgerecht zu entsorgen oder zu recyceln.

10.1. Sofortmaßnahmen bei Korrosionsschäden – nach Abbrand von PVC und anderen halogenhaltigen Stoffen

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.

Die direkte Einwirkung der bei einem Brand freigesetzten aggressiven Stoffe auf Metall ist vom Brandverlauf 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.

Chloridbeaufschlagung

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.
- 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.

Erkennungsmerkmale von Korrosionsschäden

Auf blankem Eisen lässt sich das Korrosionsbild am deutlichsten erkennen. Ein typisches Kennzeichen bei Einwirkung 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:

- Edelstahl erhält 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.

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. PVC und andere Stoffe mit Halogen- oder Schwefelanteilen sind in folgenden Bereichen anzutreffen:

- **Gebäude** – Fußbodenbeläge, Plastik-Sichttüren, Abflussrohre, Heizungsrohrisolierungen, Geländerhandläufe, Rollläden, Wandverkleidungen

- **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, Klebstoffe, Förderbänder

Einfach Testmethode für PVC

PVC sinkt in Wasser aufgrund seiner höheren Dichte. Viele andere Kunststoffe schwimmen und können so von PVC unterschieden werden.

Beim Verbrennen einer Probe entstehen salzsaure ätzende Rauchgase, die am charakteristischen 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.

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 Silbernitrat 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.

Quantitativer Chloridnachweis – Chloridelektrode

Eine quantitative Untersuchung soll darüber Aufschluss geben, ob eine bedenkliche Korrosionsgefahr vorhanden und ein Fachgutachter hinzuziehen ist. Als mobil einsetzbare Methode hat sich die spezifische Chloridelektrode bewährt. Je nach Umfang kann die Ausrüstung zur Probennahme und Analytik von einfachen Wischproben auf Oberflächen bis hin zur Betonuntersuchung gewählt werden.

10.2. Schadenminderungsmaßnahmen – 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.

10.3. Schadenminimierungsmaßnahmen – Maschinen, Einrichtungen und Vorräte

Die im Rahmen der Gebäudesanierung durchzuführenden Trocknungsmaßnahmen kommen auch den 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 entfernen.
- Transportable Gegenstände nach Grobreinigung möglichst umgehend in trockene, nicht vom Brand betroffene Räume bringen.

- In der Umgebung von nicht transportablen oder demontierbaren Maschinen und Geräten die relative Luftfeuchtigkeit möglichst unter 40% senken. Dies lässt sich mit mobilen, kontinuierlich arbeitenden Luftentfeuchtern sowohl für ganze Räume als auch für einzelne Maschinen, die mit Folien abgedeckt 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 elektrischen und mit Löschpulver beaufschlagten Geräte, da sonst an diesen zusätzlicher Schaden entstehen kann.

11. Oberflächenbehandlung mit Abtrag an Bauteilen

Die Maßnahmen zur Entfernung von Chloridbeaufschlagungen und damit die Abwendung bzw. Minderung von Korrosionsschäden sind auf das vom Brand betroffene Objekt abzustimmen.

Entscheidend ist die Intensität sowie Eindringtiefe der Chloride.

In Abhängigkeit zu Eindringtiefe und Chloridgehalten sind Oberflächenbehandlungen mit oder ohne Abtrag durchzuführen. Bei großen Eindringtiefen und sehr hohen Chloridgehalten sind letztlich aufwendige Methode in Form des Abtragens der chloridhaltigen Schichten auszuführen. Nach Ermittlung der kritischen Eindringtiefe wird das Oberflächenmaterial entsprechend abgetragen.

Die Wiederherstellung der Oberfläche erfolgt unter Verwendung materialkonformer Reparaturprodukte.

Wird im Zuge dieser Maßnahmen Bewehrungsstahl freigelegt ist dieser vor dem Aufbringen der neuen Oberflächenbeschichtung Rostzuschützen.

In diesem Abschnitt werden Behandlungsmethoden erläutert mittels derer die kontaminierte Oberfläche in verschiedenen Stärken abgenommen werden.

11.1. Sandstrahlverfahren

Grobe Abresivmittel (Schleifmittel wie Sand) werden unter hohem Druck auf die zu bearbeitende Fläche geschleudert und schälen diese je nach Vorgaben ca. 1 – 5mm ab. Die Methode wird überwiegend zum Abtragen von Betonschichten eingesetzt. Es findet sowohl im **Feuchtstrahl-**, aber auch im **Trockenstrahlverfahren**, seine Anwendung. Lose Betonteile müssen manuell durch Abklopfen entfernt werden, die Armierung (Bewehrung) wird entrostet, gereinigt, rostgeschützt, gespült und konserviert. Anschließend erfolgt der Betonneuaufbau.

Eigenschaften:

- + hohe Flächenleistung
- hohe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- relativ hohe Entsorgungskosten
- sehr substanzschädigend
- relativ hoher Personenschutz

11.2. Niederdruck Rotations Wirbelverfahren

Basis dieses Verfahrens ist eine spezielle Keramikdüse in der auf Grund der Konstruktion ein Rotationseffekt erreicht wird. Mit niederem Luftdruck von ca. 0,5 bis 2,0bar werden pro Stunde ca. 30 – 80 lt. Wasser und gleichzeitig ein neutrales Granulat (z.B. Steinpudermehl oder Glaspudermehl) spiralförmig auf die zu behandelnde Oberfläche geschleudert. Anschließend wird mit klarem Wasser nachgespült. Auf den Einsatz von Reinigungskemikalien wird verzichtet. Durch den erzeugten Wirbel wird ein leicht schleifender, scheuernder Reinigungseffekt erzielt.

Je nach Einsatz ist ein geringer Oberflächenabtrag möglich oder die Oberflächenstruktur bleibt erhalten.

Dieses Verfahren eignet sich sowohl für alle Natursteine, Ziegel- und Betonoberflächen, Holzoberflächen und Fliesen, wie auch für die Behandlung von Stahl, Bronze und Kupfer. Mineralfarbanstriche und Dispersionsanstriche sowie Graffitis werden ebenfalls weitestgehend bis vollständig entfernt.

Eigenschaften:

- + mittlerer Wasseranfall/ geringe Luftfeuchtigkeit
- + mittlere bis geringe Abdeck- und Sicherungsmaßnahmen
- + mittlere Entsorgungskosten
- mittlere Flächenleistung

11.3. Kugelstrahlverfahren

Das Blastrac- oder Kugelstrahlverfahren ist ein Spezial-Bodenschälverfahren, bei dem in der Oberfläche zerstörte Beton- oder Bitumenböden mittels Kugelstrahltechnik abgefräst werden. Im Anschluss kann ein neues Oberflächenmaterial aufgebracht werden.

Eigenschaften:

- + staubarmes System
- + mittlere Entsorgungskosten
- + kaum Schutz- und Abdeckmaßnahmen erforderlich
- +/-nur für Bodenflächen geeignet
- hoher Stromanschlusswert erforderlich
- nur bei Flächen über 50m² sinnvoll

11.4. Abnadeln und Abspitzen

Mit speziellen Nadelhämmern oder Abspitzhämmern wird die geschädigte Betonschicht gemäß Stärkenangabe entfernt und der Beton neu im Spritzverfahren aufgebracht.

Eigenschaften:

- hohe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- relativ hohe Entsorgungskosten
- sehr substanzschädigend
- geringe Flächenleistung

11.5. Trockeneisstrahlreinigungsverfahren – CO² Verfahren

Dieses Verfahren kann sowohl für Oberflächenbehandlungen mit und ohne Abtrag verwendet werden.

Trockeneis (Kohlendioxid bei ca. -78°C) wird in Form von kleinen Pallets mit Druckluft auf die zu bearbeitende Fläche gestrahlt. Sofort beim Auftreffen der Pallets wird die kinetische Energie (Beschleunigungsenergie) der Pallets in Wärme umgewandelt, wobei das gefrorene, feste Kohlendioxid in den gasförmigen Zustand übergeht. Durch die unterschiedliche Ausdehnung von Verunreinigung und Trägermaterial (Beton, Putz, Metall) und durch die Temperaturbedingte Versprödung löst sich die Verschmutzung.

Eigenschaften:

- + kein Wasseranfall/ geringe Luftfeuchtigkeit
- + relativ hohe Verwirbelung relativ mittlere bis geringe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- + relativ geringe Entsorgungskosten (nur abgetragenes Material, keine Strahlrückstände)
- Gefahr der Kondenswasserbildung in der unmittelbaren Bearbeitungsumgebung
- sehr geringe Flächenleistung

12. Oberflächenbehandlung ohne Abtrag an Bauteilen

12.1. Handwischverfahren

Das Handwischverfahren gilt als die einfachste Form der Oberflächenbehandlung. Hierbei wird in Form häuslicher Putzmethoden unter Verwendung von geeigneten Chemikalien bzw. Putzmittel die Oberflächenbeaufschlagung abgewischt. Je nach Konsistenz der Beaufschlagung sind die Benetzung (Feuchte) des verwendeten Putzlappens oder Schwammes sowie das Putzmittel zu wählen.

Eigenschaften:

- + einfache Handhabung, keine besondere Ausbildung erforderlich
- + mittlere Flächenleistung
- + umgebungsschonende Anwendung möglich
- nur bei geringfügiger Beaufschlagung einsetzbar
- Gefahr des übertriebenen Einsatzes von Chemikalien
- Gefahr von zu hohem Feuchtigkeitsauftrag und damit ansteigen der Luftfeuchtigkeit im Sanierungsbereich

12.2. Heißwasserhochdruckwäsche

Ist eine nasse Reinigung der Räume möglich, wird für Normalbeton die Heißwasserhochdruckwäsche 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.

Eigenschaften:

- + hohe Flächenleistung
- hoher Wasseranfall/ Luftfeuchtigkeit (im Innenbereich)
- hohe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- hohe Entsorgungskosten (mengenbezogen)

12.3. Sand Waschverfahren - Nass-Sandstrahlverfahren

Als Weiterentwicklung der Heißwasserhochdruckwäsche ist das Sand Waschverfahren zu sehen. Dabei wird feiner Flusssand mittels einer Spezialdüse dem Wasser beigemischt, um einen besseren abresiven Effekt zu erreichen.

Eigenschaften:

- +/- hohe Flächenleistung
- +/- mittlere Abdeckungs- und Schutzmaßnahmen
- hoher Wasseranfall
- hohe Entsorgungskosten des Reinigungsmaterial.

12.4. Heißdampfreinigungsverfahren

Zur Abnahme thermoplastischer Anstriche ist das Heißdampfreinigungsverfahren geeignet.

Es wird mit Heißdampf im Temperaturbereich von 98 – 150°C ohne dem Einsatz von Chemie oder Abresivmitteln gearbeitet. Der in einem Heißdampferzeuger gebildete Dampf wird über eine Schlauchleitung und Lanze direkt auf die zu bearbeitende Fläche geleitet.

Eigenschaften:

- + mittlere bis hohe Flächenleistung
- +/-mittlerer Wasseranfall
- +/-mittlere Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- sehr hohe Luftfeuchtigkeit (Vernebelungseffekt)
- hohe Luftturbulenzen

12.5. Vakuum Extraktionsverfahren

Ein Waschautomat, ausgerüstet mit Frisch- und Schmutzwasserbehälter und einer fest und direkt über die behandelnde Oberfläche geführte sogenannte Vakuum-Düse wäscht mittels kaltem Wasser, spült und saugt im gleichen Arbeitsgang das Reinigungswasser möglichst rückstandsfrei ab. Besonders geeignet bei textilen Belägen mit geringer Verunreinigung.

Eigenschaften:

- + geringe Luftfeuchtigkeit
- + geringe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- + keine Luftturbulenzen wie bei „offenen“ Verfahren
- + umgebungsschonend
- geringe Flächenleistung
- stark eingeschränktes Anwendungsgebiet (ebene Flächen)

12.6. Fußbodenstandartreinigungsverfahren

Bei glatten, eventuell geringfügig porösen Böden sind industrielle standardisierte Bodenreinigungsmaschinen einzusetzen. Das Absaugsystem sollte in geschlossener Form ausgeführt sein. In Abhängigkeit zum zu bearbeitenden Untergrund ist eine Nass- oder Trockenreinigung zu bevorzugen.

12.7. Niederdruck Rotations Wirbelverfahren

Basis dieses Verfahrens ist eine spezielle Keramikdüse in der auf Grund der Konstruktion ein Rotationseffekt erreicht wird. Mit niederem Luftdruck von ca. 0,5 bis 2,0bar werden pro Stunde ca. 30 – 80 lt. Wasser und gleichzeitig ein neutrales Granulat (z.B. Steinpudermehl oder Glaspudermehl) spiralförmig auf die zu behandelnde Oberfläche geschleudert. Anschließend wird mit klarem Wasser nachgespült. Auf den Einsatz von Reinigungskemikalien wird verzichtet. Durch den erzeugten Wirbel wird ein leicht schleifender, scheuernder Reinigungseffekt erzielt.

Je nach Einsatz ist ein geringer Oberflächenabtrag möglich oder die Oberflächenstruktur bleibt erhalten.

Dieses Verfahren eignet sich sowohl für alle Natursteine, Ziegel- und Betonoberflächen, Holzoberflächen und Fliesen, wie auch für die Behandlung von Stahl, Bronze und Kupfer. Mineralfarbanstriche und Dispersionsanstriche sowie Graffitis werden ebenfalls weitestgehend bis vollständig entfernt.

Eigenschaften:

- + mittlerer Wasseranfall/ geringe Luftfeuchtigkeit
- + mittlere bis geringe Abdeck- und Sicherungsmaßnahmen
- + mittlere Entsorgungskosten
- mittlere Flächenleistung

12.8. Trockeneisstrahlreinigungsverfahren – CO² Verfahren

Dieses Verfahren kann sowohl für Oberflächenbehandlungen mit und ohne Abtrag verwendet werden.

Trockeneis (Kohlendioxyd bei ca. –78°C) wird in Form von kleinen Pallets mit Druckluft auf die zu bearbeitende Fläche gestrahlt. Sofort beim Auftreffen der Pallets wird die kinetische Energie (Beschleunigungsenergie) der Pallets in Wärme umgewandelt, wobei das gefrorene, feste Kohlendioxyd in den gasförmigen Zustand übergeht. Durch die unterschiedliche Ausdehnung von Verunreinigung und Trägermaterial (Beton, Putz, Metall) und durch die Temperaturbedingte Versprödung löst sich die Verschmutzung.

Eigenschaften:

- + kein Wasseranfall/ geringe Luftfeuchtigkeit
- + relativ hohe Verwirbelung relativ mittlere bis geringe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- + relativ geringe Entsorgungskosten (nur abgetragenes Material, keine Strahlrückstände)
- Gefahr der Kondenswasserbildung in der unmittelbaren Bearbeitungsumgebung
- sehr geringe Flächenleistung

12.9. Kalkbreiverfahren

Das Kalkbreiverfahren ist dann anzuwenden wenn zwar höhere Chloridgehalte vorhanden jedoch keine konstruktiven Brandschäden aufgetreten sind.

Es wird dabei Kalkbrei auf die zunächst von Russ und Schmutz gesäuberte Betonfläche mehrmals hintereinander mit einer Schichtdicke von ca. 8mm aufgetragen.

Der Chloridgehalt des Kalkbreis liegt bei Null. Durch die Kapillartätigkeit des Betons werden zunächst die Poren der obersten Betonschicht mit calciumhydroxydhaltigem Wasser gefüllt, die in den Poren enthaltenen Chloride werden darin gelöst. Beim Austrocknen der Kalkbreischicht erfolgt eine Umkehr der kapillaren Wandervorgänge. Das in den Poren befindliche Kalkwasser mit den eindringenden Chloriden wird in die Kalkbreibeschichtung zurückgesogen und anschließend mit der ausgetrockneten Kalkschicht entfernt.

Für den Ablauf der kapillaren Wandervorgänge in beiden Richtungen sind ca. 8 Stunden erforderlich. Dieser Zeitraum, wie überhaupt das gesamte Arbeitsschema ist möglichst genau einzuhalten, damit die Methode entsprechende Erfolge zeigt.

In der Praxis besteht das Problem, dass durch ein Überangebot an Feuchtigkeit eine Einwanderung der Chloride in tiefere Schichten auftritt.

Das Kalkbreiverfahren ist eine Sanierungsmethode mit der bei geringen Eindringtiefen bei kurzfristiger Anwendung nach dem Brand der Chloridgehalt des Betons entsprechend abgesenkt werden kann. Sinnvoll ist die Anwendung nur wenn die örtlichen und zeitlichen Verhältnisse eine exakte Anwendung der einzelnen Arbeitsschritte erlauben.

Bei zu großer Eindringtiefe und zu hohen Chloridgehalten ist die Wirksamkeit in Frage zu stellen.

Eigenschaften:

- +/-mittlere bis geringe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- hohe Entsorgungskosten (gefährlicher Abfall)
- sehr zeitaufwendige Methode

12.10. Elektrodiffusionsverfahren

Dieses Verfahren eignet sich für die Sanierungen von mittleren bis höheren Beaufschlagungen mit Chloriden bei Beton. Besonders ist sie geeignet bei hohen Eindringtiefen.

Beim Elektrodiffusionsverfahren wird die Wanderung der Chloride in einem wässrigen Medium durch ein elektrisches Feld beeinflusst. Dazu wird wässriger Betonit-Schlamm auf den betroffenen Bauteil gespritzt und anschließend mit einer Aluminiumfolie abgedeckt. Diese Folie bildet als Elektrode den Pluspol, während die Armierung des Bauteils als Minuspol verwendet wird. An Folie und Armierung wird eine Gleichspannung von 30V gelegt. Dabei fließen Ströme von 2 bis 3A pro m². Bei diesem elektrochemischen Prozess wandern die Chlorid-Ionen aus dem kontaminierten Bauteil. Die Aluminiumfolie wird aufgelöst.

Bei besonders starker Beaufschlagung ist der Vorgang mehrmals hintereinander durchführbar.

Eigenschaften:

- + sehr Material schonend
- + keine Erhöhung der Luftfeuchtigkeit
- +/- mittlere bis geringe Abdeck- und Schutzmaßnahmen
- Explosionsgefahr durch Wasserstoffbildung
- Versprödung von hochwertigen Stählen

13. Sanierungsmaßnahmen – Maschinen, Einrichtungen und Vorräte

Elektrische und teilweise auch elektronische Geräte und Einrichtungen lassen sich nach keinem gängigen Schema wiederherstellen. Entscheidend für den Erfolg sind neben der Qualität der Bauelemente (Dichtigkeit, Unempfindlichkeit gegen Lösemittel) die Erfahrung und technische Ausstattung des Sanierungsunternehmens.

13.1 Handwischverfahren

Metallflächen von nicht demontierbaren Einrichtungen oder Maschinen werden im Wischverfahren entrostet, passiviert und anschließend mit einem Konservierungsmittel nachbehandelt.

13.2 Tauchverfahren

Für transportable Gegenstände hat sich das Tauchverfahren mit maximal fünf Arbeitsgängen (Reinigung/Entfettung, Passivierung, Wasserspülung, Wasserverdrängung/Trocknung und Konservierung) bewährt.

Der Markt bietet für viele Metalle und Legierungen mehrere Sanierungschemikalien mit unterschiedlichen Eigenschaften und Anwendungsbereichen an. VdS-empfohlene Produkte sind in ihrer Wirkung bekannt und können deshalb auch bei nicht alltäglichen Problemen gezielt eingesetzt sowie gefahrlos entsorgt werden.

13.3 Trockeneisstrahlverfahren

Die Strahlreinigung mit Trockeneis wird zur Reinigung von Maschinenteilen, Werkzeugen und Formen verwendet. Diese können wirtschaftlich, schnell, material- und umweltschonend von Verschmutzungen wie Fetten, Ölen, Klebern sowie Beaufschlagungen befreit werden.

Das Verfahren verwendet festes Kohlendioxid (Trockeneis), das der Atmosphäre entnommen und auch wieder in sie freigesetzt wird, ohne zum Nettoanstieg der Treibhausgase beizutragen.

Seine Temperatur beträgt ca. -78°C . In speziell gestalteten Matrizen erhält es eine Kornform mit hoher Dichte und damit großer Energie. Zum Reinigen wird es im Strahlgerät mit Druckluft angesaugt und mit einer Geschwindigkeit von 180m/s auf die verschmutzte Oberfläche gestrahlt. Das Reinigungsergebnis ergibt sich aus der kinetischen Energie des Luft-Eiskristall-Stromes, seiner Schichten abkühlenden und so aufbrechenden Wirkung sowie den zwischen die Schicht und Werkstoffoberfläche eindringenden Eispartikeln.

Das Verfahren arbeitet schonend, so dass auch Schaltschränke und elektrische Bauelemente problemlos damit gereinigt werden können.

Die Reinigungsvorgänge laufen so schnell ab, dass die Temperatur der Untergrundflächen nur um 10 bis 15° sinkt.

14. Vorgangsweise bei Elektronikbrandschäden

Elektronikbrandschäden im gewerblichen Bereich führen in der Regel zu Betriebsunterbrechungen und somit zu mitunter hohen betriebswirtschaftlichen Schäden.

Da Elektronikanlagen und Spezialmaschinenparks in der Regel für einen Nutzer maßgeschneidert sind ist kurzfristiger Ersatz auch kaum möglich.

Das Sanieren scheint hier die sinnvolle Möglichkeit zur Kostenreduktion zu sein.

Elektronische Geräte bestehen aus den unterschiedlichsten Werkstoffen wobei an Metallen Zinn, Zink, Aluminium, Magnesium, Stahl und Kupfer, aber auch Edelmetalle wie Silber und Gold überwiegen. Oberflächenvergütungen an Rahmenteilen werden meist durch Gelbchromatierung verzinkter Stahlbleche ausgeführt.

Die zunehmende Verbreitung von Kunststoffen mit Halogenanteilen führt beim Brandereignis zur Freisetzung von Halogenwasserstoffen was in weiterer Folge wie bereits detailliert ausgeführt zu Korrosionsschäden führen kann.

Als Chloridgrundbelastung, welche bei den meisten längerfristig betriebenen elektronischen Anlagen auftritt, können 3 bis 5 Microgramm Cl je cm² akzeptiert werden. Ab 7 Microgramm Cl/cm² kann es bereits zu großen Schäden kommen, sodass eine entsprechende Sanierung durchgeführt werden muss.

Am Schadensort kann man höhere Belastungen bereits kurz nach dem Brand und bei normaler Luftfeuchtigkeit an ungeschützten Stahloberflächen erkennen. Federn, nicht gefettete Wellen, beschädigte Stellen laufen sehr bald rotbraun an. Da zufällig abgedeckte Stellen nicht oder nur in geringem Maße Veränderungen zeigen unterscheiden sie sich meist deutlich von alten, aus dem laufenden Betrieb stammenden Verrostungen. Ferner verursachen hohe HCl-Konzentrationen Ausblühungen an Aluminium- und Zinkoberflächen, während verzinkte und nicht lackierte Leiterbahnen von gedruckten Schaltungen ihren Glanz verlieren und stumpf werden.

Wassereinwirkung im Verlauf der Schadensbekämpfung erschwert die Beurteilung ob eine Sanierung Erfolg verspricht. Wenn die Geräte dabei noch unter Spannung standen ist mit Korrosion durch elektrolytische Prozesse zu rechnen. Der Schadensumfang ist dabei nur sehr grob abzuschätzen.

Die betroffenen Anlageteile können irreparabel geschädigt sein, weil etwa Leiterbahnen unterbrochen oder Bauelemente durch hohe Ströme im Elektrolyten zerstört sind. In Geräten die dem Wasser ausgesetzt waren müssen nach dem Austrocknen alle Rückstände entfernt werden, weil sich unter ihnen Feuchtigkeit halten kann und dadurch die Gefahr besteht, dass beim Wiedereinschalten erneut elektrolytische Prozesse ablaufen.

Im Schadensfall sind die Erfolgsaussichten späterer Sanierungen umso höher und der damit verbundene Aufwand umso geringer je früher man Hilfsmaßnahmen ergreift. Zu den wichtigsten zählt das Verlangsamen chemischer Folgeprozesse.

Sinnvoller Weise sind die unter Pkt. 10.3 beschriebenen Maßnahmen baldmöglich zu setzen.

Nach Besichtigung des Schadensumfanges durch den kaufmännisch-technischen Sachverständigen und Abklärung der Sanierungsmaßnahmen können die Sanierungsmaßnahmen nach folgendem Ablaufplan gestaltet werden:

14.1. Schadensmindernde Sofortmaßnahmen

- Chlorid-Schnelltest mit Silbernitratlösung
- Luftfeuchtigkeit herabsetzen
- Konservieren empfindlicher und Rostgefährdeter Anlagen (nur mit Konservierungsöl)

14.2. Herabsetzen der Luftfeuchtigkeit in Schalt- bzw. Steuerschränken

- Schranktüren und diverse verschlossene Steuerungen im Schrank öffnen
- Mit PE-Folie abdecken
- Im Innenraum der Plastikabdeckung Entfeuchtungsgerät aufstellen und event. beheizen (**Vorsicht mit Heizlüftern – Brandgefahr**)

14.3. Herabsetzen der Luftfeuchtigkeit in mobilen Elektro- und Elektronikgeräten

- Geräte in trockenen Räumen lagern
- Geschlossene Gehäuseteile demontieren
- Entfeuchtungsgeräte aufstellen und beheizen

14.4. Vorkonservierung an E-Anlagen sowie Elektro- und Elektronikgeräten

Um den Säureangriff nach Elektrobränden zu reduzieren, sind sämtliche Metalle bzw. Legierungen (z.B. Gehäuseteile aus Metall, Klemmleistenkontakte, etc.) mit Konservierungsöl zu konservieren.

Ausnahme:

- Elektromagnetische Spulen (Spulen von Schützen, Relais, Trafos, Motorenwicklungen)
- Beschichtete, nicht verschlossene elektronische Bauteile (Potentiometer, Timer, optische Einrichtung)

14.5. Konservieren an E-Anlagen sowie Elektro- und Elektronikgeräten nach der Reinigung

Da durch die Reinigung sämtliche Materialien entfettet werden, müssen alle Metalle und Legierungen mit einem Konservierungsöl leicht konserviert werden.

14.6. Reinigen, neutralisieren und konservieren bei leichter Beaufschlagung

- Verbaute Gehäuseteile und Platinen codieren und demontieren (Platinen nur mit C-MOS-Schutz demontieren)
- Absaugen mit Pinselunterstützung
- Ausblasen mit Kompressor
- Reinigen und Neutralisieren mit LOC-Wasser-Gemisch im Handwischverfahren
- Konservieren sämtlicher Metalle und Legierungen mit Konservierungsöl
- Montieren der konservierten Gehäuseteile und Platinen
- Leicht konservieren der Gehäuseteile mit Konservierungsöl, um den restlichen Brandgeruch zu beseitigen und den optischen Eindruck zu verstärken

14.7. Reinigen, neutralisieren und konservieren bei starker Beaufschlagung

- Verbaute Gehäuseteile und Platinen codieren und demontieren (Platinen nur mit C-MOS-Schutz demontieren)
- Größte Beaufschlagung mit Pinselunterstützung absaugen
- Reinigen und Neutralisieren mit LOC-Wasser-Gemisch im Handwischverfahren
- Abspülen mit HD-Gerät (Airless oder E-Spritze) und Elektroreiniger
- Gut ausblasen mit Kompressor
- Trocknen der Anlage oder der Geräte
 - E-Geräte mit Heizlüfter unter guter Kontrolle trocknen
 - Mobile Elektrik und Elektronikgeräte mit einem Trockenschrank oder einer provisorischen Einrichtung trocknen
- Konservieren sämtlicher Metalle und Legierungen mit Konservierungsöl
- Montieren der konservierten Gehäuseteile und Platinen
- Leicht konservieren der Gehäuseteile mit Konservierungsöl, um den restlichen Brandgeruch zu beseitigen und den optischen Eindruck zu verstärken

14.8. Reinigen, neutralisieren und konservieren der Platinen

- Absaugen mit Pinselunterstützung
- Reinigen bzw. Waschen mit LOC-Wasser-Gemisch
- Gut ausblasen mit Kompressor
- Trocknen im Trockenschrank (50°C) oder einer provisorischen Einrichtung mit PE-Folie und Heizlüftern **unter guter Kontrolle**
- Wenn sich durch die Reinigung Flecken auf der Platine gebildet haben, leicht mit Pinsel und Konservierungsöl konservieren

15. Leistungspositionen und Richtsätze für Oberflächensanierungsmaßnahmen

15.1 Personal

Sanierungshelfer	25,00€/h	bis	28,00€/h
Sanierungsarbeiter	30,00€/h	bis	32,00€/h
Sanierungsfacharbeiter	33,00€/h	bis	36,00€/h
Vorarbeiter - mitarbeitend	34,00€/h	bis	38,00€/h
Einsatzleiter, Koordinator	45,00€/h	bis	48,00€/h

15.2 Geräte

Heißwasser-Hochdruckgerät für 1 Lanze	28,00€/d	bis	32,00€/d
Heißwasser-Hochdruckgerät für 2 Lanze	41,00€/d	bis	45,00€/d
Kaltwasser-Hochdruckgerät	11,00€/d	bis	14,00€/d
Hochdruckgerät für Elektronikreinigung	16,00€/d	bis	18,00€/d
Niederdruckgerät für die Aufbringung von Reinigungs- und Konservierungsmittel	7,00€/d	bis	9,00€/d
Elektro-Kompressor zum Ab- und Ausblasen	18,00€/d	bis	20,00€/d
Druckluftgerät für Reinigung von elektrischen und elektronischen Komponenten	21,00€/d	bis	23,00€/d
Staub- und Wassersauger	20,00€/d	bis	22,50€/d
Wassersauger mit Förderpumpe	28,00€/d	bis	30,50€/d
Wassersauger – stundenweise	4,00€/h	bis	5,00€/d
Halogenscheinwerfer bis 1000W	5,00€/d	bis	7,00€/d
Rollgerüst – je m ² und Tag	2,30€/VE	bis	3,20€/VE
Kondenstrockner – für Brandstellen geeignet	10,30€/d	bis	13,00€/d
Waschsauger – mit Arbeitsdruck bis 15bar	13,20€/h	bis	15,00€/h
Elektrische Bodenbürste incl. Reinigungsscheiben	7,50€/h	bis	8,50€/h
Elektrischer Schrämmhammer	4,90€/h	bis	5,50€/h
Elektrischer Schrämmhammer	38,50€/d	bis	42,00€/d
Extrahiergerät	7,80€/h	bis	8,30€/h
Feuchtstrahlanlage – ohne Kompressor und Material	15,00€/h	bis	18,00€/h
Sandstrahlanlage – ohne Kompressor	34,20€/h	bis	36,00€/h
Schraubenkompressor – 6,5m ³ /min	71,20€/d	bis	80,00€/d
Industriesauganlage	49,40€/d	bis	55,00€/d
Elektro-Stripper für Bodenentfernung	32,70€/d	bis	35,00€/d

Reinigungskrake – ohne Absauggerät und Hochdruckkomponente (geschlossenes System)	9,50€/d	bis	11,00€/d
Bodenschleifmaschine – ohne Bänder	29,10€/d	bis	33,00€/d
Ultraschallgerät	16,40€/d	bis	20,00€/d
Luftreiniger (Ozongerät)	67,60€/d	bis	75,00€/d
Rohrbürstanlage für Lüftungskanäle	16,30€/h	bis	18,00€/h

15.3 Leistungspositionen

Sandstrahlverfahren – Feuchtstrahl	9,20€/m ²	bis	11,80€/m ²
Trockenstrahlverfahren	9,60€/m ²	bis	17,00€/m ²
			(bei Metall)
Niederdruck Rotations Wirbelverfahren	3,50€/m ²	bis	4,50€/m ²
Kugelstrahlverfahren	2,90€/m ²	bis	8,70€/m ²
Abnadeln und Abspitzen	12,00€/m ²	bis	28,00€/m ²
Trockeneisstrahlreinigungsverfahren – CO² Verfahren	...	bis
Heißwasserhochdruckwäsche	2,50€/m ²	bis	4,10€/m ²
Sand Waschverfahren	...	bis
Heißdampfreinigungsverfahren	4,30€/m ²	bis	7,20€/m ²
Vakuum Extraktionsverfahren	2,60€/m ²	bis	6,40€/m ²
Fußbodenstandartreinigungsverfahren	2,00€/m ²	bis	4,80€/m ²
Niederdruck Rotations Wirbelverfahren	2,00€/m ²	bis	4,80€/m ²
Kalkbreiverfahren	5,80€/m ²	bis	9,20€/m ²
Elektrodiffusionsverfahren	...	bis
Handwischverfahren auf gefärbelter Oberfläche	4,70€/m ²	bis	5,10€/m ²
Handwischverfahren auf Fliesenflächen	4,60€/m ²	bis	5,00€/m ²
Betonboden reinigen	3,40€/m ²	bis	4,10€/m ²
Kunststoffboden reinigen	2,10€/m ²	bis	2,50€/m ²
Holzboden (versiegelt) reinigen	4,90€/m ²	bis	5,50€/m ²
Fliesenboden reinigen	4,80€/m ²	bis	5,20€/m ²
Teppichboden extrahieren	6,40€/m ²	bis	7,00€/m ²
Kunststofffenster – bis 2m² reinigen	74,10€/St	bis	90,00€/St
Kunststofffenster – über 2m² reinigen	117,80€/St	bis	145,00€/St
Holzfenster – bis 2m² reinigen	74,10€/St	bis	90,00€/St
Holzfenster – über 2m² reinigen	117,80€/St	bis	145,00€/St
Türblätter incl. Stock reinigen	37,80€/St	bis	50,00€/St
Flachheizkörper – bis 1m² reinigen	45,00€/St	bis	55,00€/St
Flachheizkörper – über 1m² reinigen	75,00€/St	bis	110,00€/St
Neuanstrich – einfarbig von Wand- und Deckenflächen	3,50€/m ²	bis	4,80€/m ²
Illusionsmalerei – nachmalen	363,00€/m ²	bis	820,00€/m ²
Holzfenster – bis 2m² streichen	47,00€/St	bis	70,00€/St
Holzfenster – über 2m² streichen	65,00€/St	bis	130,00€/St
Türblätter incl. Stock streichen	52,00€/St	bis	105,00€/St
Holzboden – versiegeln	21,80€/m ²	bis	25,00€/m ²
Materialzuschlag für Chemie	15%	bis	22%

16. Allgemeine Feuerversicherungs-Bedingungen (AFB)

Versicherungsrechtliche Basis für die Bearbeitung von Brandschäden sind die **Allgemeinen Feuerversicherungs-Bedingungen (AFB)** sowie die **Allgemeinen Bedingungen für die Sachversicherung (ABS)**. Weiters die besonderen Vereinbarungen zwischen dem Versicherer und dem Versicherungsnehmer. Derartige Vereinbarungen basieren in der Regel auf individuellen Produkten der Versicherungswirtschaft.

17. Kostenschätzung – Neuwert / Zeitwert

Unter Kostenschätzung versteht man die Ermittlung der Sanierungs- und Wiederherstellungsaufwendungen nach Eintritt des Schadensereignisses vor Abschluss der Sanierungs- und Wiederherstellungsmaßnahmen.

Es sind diejenigen Aufwendungen zu ermitteln die wahrscheinlich für die Herstellung des ursprünglichen Zustandes anfallen werden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass es schon deshalb meistens zu einer Verbesserung kommt da ja die Restnutzungsdauer des Objektes durch die Sanierung oder Wiederherstellung in Teilbereichen oder seiner Gesamtheit verlängert wird.

Beispielhaft sei hier ein einfacher Zimmerbrand genannt bei dem im Zuge der Sanierung Wand- und Deckenflächen neu zu streichen sind. Wand- und Deckenanstriche unterliegen einer sehr kurzen Abnutzungs(Amortisations-)phase von 10 bis 15 Jahren. Beträgt das Alter des Anstriches z.B. 5 Jahre und muss dieser in Folge des Zimmerbrandes nach Reinigung der Flächen neu aufgebracht werden, so beträgt die Verbesserung 1/3 des Anstrichwertes, da ja der nächste turnusmäßig fällige Anstrich erst 5 Jahre später aufgebracht werden muss.

Um diesem Problem gerecht zu werden ist es notwendig bereits die Kostenschätzung sehr intensiv zu unterteilen.

Die Kostenschätzung ist nach folgenden Hauptgruppen zu gliedern:

- **Nebenkosten**
 - Aufräumungskosten
 - Abbruchkosten
 - De- und Remontagekosten

- **Herstellungskosten**
 - Sanierungskosten
 - Instandsetzungskosten
 - Neuherstellungskosten

➤ **Zusatzkosten**

- Qualitätsverbesserungen aus behördlichen Auflagen
- Bauleitung
- Baustellenkoordination

17.1 Nebenkosten

Unter Nebenkosten fallen die Aufwendungen für Aufräumung und Abbruch von geschädigten Bauteilen sowie die Entsorgung des Abbruches und des Brandschutts.

Die Aufwendungen für Entsorgungskosten von gefährlichem Abfall sind generell gesondert zu ermitteln.

Da Nebenkosten im konventionellen Gebrauch eines Objektes nicht regelmäßig anfallen unterliegen sie auch keiner zeitlichen Abnutzung und sind somit grundsätzlich ohne Abschlag zu behandeln.

17.2 Herstellungskosten

Die Herstellungskosten sind in Abhängigkeit des technischen und strukturellen Umfanges zu unterteilen in

- Sanierungskosten
- Instandsetzungskosten
- Neuherstellungskosten

Bei den Herstellungskosten ist der Zeitwert zu berücksichtigen.

Zur Festlegung der Nutzungsdauer einzelner Komponenten ist der

„Nutzungsdauerkatalog des Hauptverbandes der allgemein beeideten und gerichtlich zertifizierten Sachverständigen Österreichs – Landesverband Steiermark und Kärnten“ heranzuziehen.

Zu berücksichtigen ist jedoch stets auch der Zustand des geschädigten Objektes vor Schadenseintritt – soweit eruierbar.

17.2.1. Sanierungskosten

Von Sanierung spricht man bei Tätigkeiten die in erster Linie der Wiederherstellung des ursprünglichen Zustandes von Oberflächen dienen.

Dabei handelt es sich um folgende Tätigkeiten:

- Abbrechen von Verkleidungen und Verschalungen
- Dekontaminieren (reinigen und neutralisieren) von bis zu einer Tiefe von 2cm kontaminierte Oberflächen
- Wiederherstellung der ursprünglichen Oberfläche

Die Arbeiten werden im Allgemeinen von Sanierungsfirmen, Malereibetrieben sowie für den speziellen Bauteil zuständigen Handwerkern ausgeführt.

Abbrechen von Verkleidungen und Verschalungen

So diese Kosten nicht unter Nebenkosten berücksichtigt sind, sind sie hier anzusetzen. Für sie gilt wie bereits unter „Nebenkosten“ beschrieben der Grundsatz, dass sie keiner Amortisation oder Zeitwertbeurteilung zu unterziehen sind.

Dekontaminieren von kontaminierten Oberflächen

Dabei handelt es sich um, unter den Pkt. 10 – 12 beschriebene Sanierungstätigkeiten. Es handelt sich dabei um einmalige, nur durch das Schadensereignis notwendige Maßnahmen. Sie sind keiner Amortisation oder Zeitwertbeurteilung zu unterziehen.

Wiederherstellung der ursprünglichen Oberfläche

In Abhängigkeit von Objekt, Bauteil und Produkt ist hier individuell zu prüfen ob der Zeitwert zu berücksichtigen ist.

Handelt es sich bei der Wiederherstellung der ursprünglichen Oberfläche zum Beispiel um Vorsatzschalen aus langlebigen Materialien wie Holz oder Gips, so wird die Amortisation nur dann zu berücksichtigen sein, wenn der ursprüngliche Zustand als am Ende der technischen Lebensdauer zu beurteilen ist.

Handelt es sich bei der Oberfläche um Anstriche oder Tapeten so wird die Amortisation sicherlich zu bewerten sein.

17.2.2. Instandsetzungskosten

Von Instandsetzung spricht man, wenn in, um oder auf dem Objekt strukturelle Schäden zu beheben sind. Eingriffe in die statische Struktur sind dabei nur in geringfügigem Umfang vorgesehen.

Dabei handelt es sich um folgende Tätigkeiten:

- Reinigungsversuche
- abbrechen von Teilen in geringfügigem bis mittleren Umfang
- neu herstellen der Teile in geringfügigem bis mittleren Umfang

Die Arbeiten werden im Allgemeinen von für den speziellen Bauteil zuständigen Handwerkern ausgeführt.

Reinigungsversuche

Reinigungsversuche sind Vorleistungen zwecks Ermittlung einer technisch sinnvollen und durchführbaren Sanierungsmethode.
Es ist keine Amortisation zu berücksichtigen.

abbrechen von Teilen

So diese Kosten nicht unter Nebenkosten berücksichtigt sind, sind sie hier anzusetzen. Für sie gilt wie bereits unter „Nebenkosten“ beschrieben der Grundsatz, dass sie keiner Amortisation oder Zeitwertbeurteilung zu unterziehen sind.

neu herstellen der Teile

Bei diesen Kosten ist die Amortisation zu berücksichtigen.

17.2.3. Neuerstellungskosten

Von Neuerstellung spricht man, wenn Teile oder das gesamte Objekt abzubrechen und neu herzustellen sind.
Bei diesen Kosten ist die Amortisation zu berücksichtigen.

17.3 Zusatzkosten

Dabei handelt es sich um Kosten die zwar mit dem Schadensereignis in Verbindung stehen jedoch nur unter besonderen Bedingungen zum Tragen kommen.

Folgende Kosten sind hier beispielhaft zu nennen:

- Qualitätsverbesserungen aus behördlichen Auflagen
- Bauleitung
- Baustellenkoordination

Diesen Kosten ist gemein, dass sie keiner Amortisation unterliegen.

17.4 Betriebsunterbrechung - Mietverlust

Sowohl betrieblich genutzten Objekten als auch bei Wohnobjekten obliegt es auch dem Sachverständigen die Zeitdauer der Nicht- oder Teilnutzbarkeit zu ermitteln.

Diese Werte sind die Basis für die Ermittlung von Betriebsunterbrechungszahlungen oder die Abgeltung des Mietverlustes bzw. des Mietwertes.

18. Konzept der Brandschadengutachten für Gebäude und kaufmännisch-technischen Betriebseinrichtung

Es hat sich aus abwicklungs-technischen Gründen als sinnvoll erwiesen wenn die Bereiche

- Gebäude
- kaufmännisch-technische Betriebseinrichtung

gutachterlich getrennt ausgearbeitet werden.

Das Gutachten ist so zu konzipieren, dass ein Dritter das zu begutachtende Ereignis oder den zu begutachtenden Gegenstand klar und eindeutig erfassen kann. Die Erkenntnisse und Folgerungen sind nachvollziehbar darzustellen.

Neben den allgemeinen Anforderungen an ein Gutachten werden an ein Brandschadengutachten zusätzliche spezifische Anforderungen gestellt.

Beispielhaft sei hier der Aufbau und die an die einzelnen Abschnitte gestellten Anforderungen beschrieben.

Das Gutachten ist zu unterteilen in die Abschnitte

- **Befund**
- **Gutachten**

18.1 BEFUND

➤ **Allgemeine örtliche Beschreibung**

- Regionale Lage des Gegenstandes oder Objektes
- Zufahrtsmöglichkeit
- Nutzung

➤ **Objektbeschreibung**

- Gliederung des Gegenstandes oder Objektes
- technische Beschreibung – allgemein
- detaillierte technische Beschreibung des Schadensbereiches
- Aussagen über Alter und Zustand des Gegenstandes oder Objektes

➤ **Schadenbeschreibung**

- Allgemeine Beschreibung des Schadenereignisses
- Löschmaßnahmen, behördliche Aufnahme
- detaillierte Beschreibung der Schädigung
- Photodokumentation

18.2 GUTACHTEN

➤ Schadenursache

- Beschreibung der Schadenursache
- wer hat Schadenursache ermittelt
- Verweis zu Behördenakt mit GZ
- Nennung des physischen Verursachers

➤ Schadenbehebungskonzept

- **Nebenleistungen**
 - Abbruch
 - Entsorgung
 - gefährlicher Abfall
- **Herstellungsleistungen**
 - Sanierung
 - Instandsetzung
 - Neuherstellung
- **Zusatzleistungen**
 - Qualitätsverbesserungen aus behördlichen Auflagen
 - Bauleitung
 - Baustellenkoordination

➤ Schadenbehebungskosten

- **Nebenleistungen**
 - Abbruch
 - Entsorgung
 - gefährlicher Abfall
- **Herstellungsleistungen**
 - Sanierung Neuwert - Zeitwert
 - Instandsetzung Neuwert - Zeitwert
 - Neuherstellung Neuwert - Zeitwert
- **Zusatzleistungen**
 - Qualitätsverbesserungen aus behördlichen Auflagen
 - Bauleitung
 - Baustellenkoordination

➤ Zusammenstellung der Schadenbehebungskosten

- **Nebenleistungen**
- **Herstellungsleistungen**
- **Zusatzleistungen**

➤ **Neu- und Zeitwertermittlung des Objektes**

- Unterteilung nach einzelnen Bauteilen
- verschiedene Bauzeiten berücksichtigen

➤ **Stellungnahme zur Sanierungsdauer**

- Zeitaufwand der Sanierung
- wann ist Teilnutzung möglich
- wann ist Vollnutzung möglich

➤ **Information zur Preisbildung**

- Stundensätze
- Leistungspreise
- Materialpreise
- Zeitansätze
- Nutzungsdauer / Amortisation

➤ **Abschließende Erklärung**

19. Beschreibung einer Brandschadensabwicklung am Beispiel eines Hotelbrandes

Am 03.04.2002 kam es in einem Ferienhotel zu einer Feuersbrunst die ihren Brandherd im Saunabereich hatte und in Folge beinahe das gesamte Hotel in verschieden starkem Ausmaß schädigte.

Obwohl das Hauptbrandereignis auf einen relativ kleinen, technisch in sich abgeschlossenen Teilbereich beschränkt war führten gewisse, im nachfolgenden noch näher beschriebene Umstände zu einem Schadenvolumen das letztendlich ca. 20% des Objektneuwertes betrug.

19.1 Beschreibung des Objektes

Beim Schadenobjekt handelt es sich um einen sogenannten Traditionsgasthof der im Kernbereich sicherlich über hundert Jahre alt ist und im Laufe der Zeit durch Zu- Um- und Aufbauten ständig erweitert wurde.

Im Wesentlichen besteht das Objekt aus einem in gemischter Bauweise hergestellten Altbauteil mit erdgeschossigem Gastronomiebereich und im Obergeschoss Fremdenzimmer sowie die Eigentümerwohnung. Im, in massiver Bauweise im Jahre 1998 errichteten Südbaukörper befindet sich im Erdgeschoss u.A. die Rezeption, in den Obergeschossen befinden sich Fremdenzimmer verschiedener Größe und Ausstattung.

Der im Jahre 2001 errichtete Westbaukörper beginnt auf Grund der Hanglage des Gebäudes als unterstes Geschoss mit dem 1.OG in welchem sich eine Saunanlage sowie der Wellnessbereich befinden. Darüber angeordnet sind 2 Stockwerke in welchen hochwertige Fremdenzimmer in sog. Allgikerausstattung eingerichtet sind.

Der von mir als Anbau bezeichnete Teilbereich des Westbaukörpers ist in massiver Bauweise ausgeführt. Der Bereich der Sauna sowie der darüber befindliche Abschnitt ist in gemischter Bauweise ausgeführt und lagert sozusagen auf den Altbauteil auf.

Die Aufschließung des Gesamtobjektes erfolgt über 3 getrennt platzierte Stiegenanlagen und Verbindungsgänge.

So weit aus technischer Sicht in der Umbauphase 2001 erkennbar wurden Brandabschnitte eingeführt.

Insbesondere erfolgte eine senkrechte Abschottung nach den 3 vorab beschriebenen Baukörpern sowie geschosswerksmäßig.

Eine Brandmeldeanlage wurde lediglich für den Stiegenhausbereich des Bauteiles 3 errichtet.

In die Lüftungsanlage im Bereich Bauteil 3 welche die Warmluftführung und Belüftung für den Sauna- und Wellnessbereich über hatte und auch über Dach geführt wurde waren keine Brandabschottungen ausgeführt. Die Lüftungssteuerung stand nicht in Verbindung mit der Brandmeldeanlage.

19.2 Beschreibung des Brandereignisses

Am 03.04.2002 um ca. 16:00Uhr ging ein Brandalarm bei der FFW ein. Gemeldet wurde ein Hotelbrand. Der Hotelier, selbst Mitglied der FFW war zum Alarmierungszeitpunkt in seiner Wohnung im 1. Stock des Objektes und erfuhr erst durch den Funkalarm vom Brandereignis im eigenen Haus.

Den ersten eintreffenden Löschmannschaften stellte sich folgendes Bild dar:

- massiver Rauchgasaustritt im Bereich der Dachfläche Bauteil 1 und Bauteil 3
- massiver Rauchgasaustritt im Bereich der Südfassade im Bereich Bauteil 1 und Bauteil 3
- kein offenes Flammenbild an den Außenseiten

Als Brandherd wurde relativ rasch der Saunabereich lokalisiert. Da durch die Hotelleitung keine genaue Information erteilt werden konnte in welchen Zimmern sich Gäste befinden, mussten alle Zimmer überprüft werden.

Der Brandverlauf ist folgend zu beschreiben:

- Brandherd – Saunaanlage
- Brandausbreitung – über Schlitze und Wandhohlräume in die darüber befindlichen Bereich des 2.OG sowie des Dachgeschosses, weiters in den angrenzenden Wellnessbereich
- Brandgutausbreitung über Lüftungsschächte - im gesamten 1.OG Bereich des Bauteiles 3
- Brandgutausbreitung über Wand- und Deckenhohlräume – im Bereich aller Geschosse des Bauteiles 1
- Brandgutausbreitung über Installationsleitungen – im Bereich Bauteil 1 und Bauteil 3
- Brandgutausbreitung in Folge Lösch- und Sicherungsmaßnahmen – in allen Bereichen des Bauteiles 1 und Bauteiles 2

19.3 Die Tätigkeit des (bau)technischen Sachverständigen

Um ca. 21:00 Uhr wurde **Brand aus** gegeben. Der Versicherer wurde bereits um ca. 18:00 Uhr über das Brandereignis informiert und beauftragte noch am selben Tag den (bau)technischen Sachverständigen.

19.4 Gefährdungsabschätzung – Aufnahme des Ist-Zustandes

Bereits am nächsten Tag um 8:00Uhr, somit bereits 11 Stunden nach Brand aus, erfolgte die erste Besichtigung durch den (bau)technischen Sachverständigen. Im Rahmen der Gefährdungsabschätzung wurde die Belastung im konstruktiven Bereich geprüft, weiters wurden die Wege des Brandgutes ermittelt.

Dabei wurde festgestellt, dass es in der Region des Brandherdes sowie der angrenzenden und darüber befindlichen Bereiche zu strukturellen Schäden an tragenden Bauteilen gekommen ist, welche in der augenblicklichen Situation die Stabilität des Bauteiles in Frage stellen.

Weiters wurde erkannt, dass es in verschieden starkem Umfang zu Rauchgasausbreitungen im gesamten Gebäude gekommen war. Dies war, soweit bei der ersten Begehung feststellbar, auf folgende Ursachen zurückzuführen:

- Die Lüftungsanlage im Hauptbrandbereich lief zumindest über 10 Minuten während des Hauptbrandes und transportierte Rauchgase in, nicht durch das Feuer direkt betroffene Bereiche.
- Brandschutztüren im Bereich der Stiegenanlagen wurden während der Brandbekämpfungsphase aus verschiedenen Gründen geöffnet und offen gehalten.
- Elektroinstallationen überbrückten ungesichert verschiedene Brandabschnitte

19.5 Anordnung von Erstmaßnahmen

Es liegt am (bau)technischen Sachverständigen Erstmaßnahmen anzuordnen welche der Sicherung von Mensch und Gebäude dienen und auch zur Schadenbegrenzung führen.

Gegenständlich wurde folgendes angeordnet:

- Im Hauptschadensbereich – abstützen von nur mehr beschränkt tragfähigen Bereichen
- Abschottungen zu weniger belasteten Bereichen herstellen
- Metallische Teile von Beaufschlagungen befreien und schützen
- Entfernen von Brandschadensteilen im Hauptschadensbereich
- Abbrechen von Verkleidungen bei Lüftungen im Nahbereich des Brandherdes

Mit der Durchführung der Erstmaßnahmen wurde ca. 24 Stunden nach Brand aus begonnen.

19.6 Ermittlung des Schadenumfanges

Die Durchführung der Erstmaßnahmen, insbesondere das Ausräumen des Brandschuttes sowie das Abbrechen der Lüftungsverkleidungen dauerte 2 Tage.

Nun erfolgte eine detaillierte Aufnahme der Schadensituation.

Das Schadenbild konnte in 3 Zonen unterteilt werden:

- Brandherd – Totalschaden
- Innerer Kreis (dem Brandherd naheliegende Bereiche, vor allem im selben oder angrenzenden Brandabschnitten) – massive Schädigungen durch Hitze und Beaufschlagung
- Äußerer Kreis (entferntere Brandabschnitte) – Beaufschlagungen mittlerer und geringerer Intensität durch Rauchgaswanderung

Es wurde eine detaillierte Auflistung des Schadensumfanges erstellt aus welcher Zonen- und Gewerk bezogen die Schäden beschrieben wurden.

Der (bau)technische Sachverständige erkannte bald, dass der Geschädigten mit der Abwicklung der Wiederinstandsetzungsmaßnahmen überfordert sein würde. Nach Rücksprache mit dem Versicherer wurde dem Geschädigten daher nahe gelegt sich zur Koordination eines Fachmannes zu bedienen.

19.7 Erstellung des Sanierungskonzeptes

Auf Basis der schriftlichen Schadensermittlung wurde in Folge vom (bau)technischen Sachverständigen unter Beiziehung der in weiterer Folge mit den Reparaturarbeiten zu beauftragenden Firmen das Sanierungskonzept erstellt.

Dabei war der vom Geschädigten mit der Abwicklung beauftragte Architekt bereits voll integriert. Vom (bau)technischen Sachverständigen war die Methode sowie der Umfang der Sanierung vorzugeben. Auf Grund des Umfanges der Sanierungsmaßnahmen war auch nach dem Baustellenkoordinationsgesetz ein sog. Sicherheits- und Gesundheitsplan zu erstellen.

19.8 Ermittlung der Kosten der Schadensbehebungsmaßnahmen

Auf Basis des Sanierungskonzeptes sowie der örtlichen Besichtigung waren von den beauftragten Handwerkern Richtanbote vorzulegen. Die Zeitansätze wurden dabei vorab mit dem (bau)technischen Sachverständigen abgeklärt.

Auf Basis dieser Richtanbote sowie auch der eigenen Berechnungen wurden die vorläufigen Kosten der Schadensbehebungsmaßnahmen ermittelt.

Es war dabei jedoch allen Beteiligten klar, dass bei einem derart komplexen Schadenereignis Unwegbarkeiten vorhanden sind die erst im Zuge der Reparaturmaßnahmen detailliert und somit kostenmäßig erfasst werden können.

Im Rahmen seiner Tätigkeit hatte der (bau)technische Sachverständige auch die Betriebsunterbrechungskosten zu berücksichtigen. Auf Grund der Größe des Schadens erfolgte dabei die BU Berechnung durch einen externen Fachmann. Zu ermitteln war ob durch gesteigerten Personaleinsatz oder/und spezielle Sanierungsmethoden die Betriebsunterbrechung so gekürzt werden könnte, dass sich dies trotz gesteigerter Sanierungskosten zu Gunsten der Gesamtkosten auswirkt.

19.9 Prüfung der, dem Auftraggeber vorgelegten Schadensabrechnungen

Auch wenn der Geschädigte einen Architekten mit der Planung und Abwicklung der Sanierung beauftragte war eine Begleitung der Maßnahmen durch den Sachverständigen notwendig. Dies weil während der Maßnahmen immer wieder kostenrelevante Entscheidungen zu treffen waren. Hierbei war eine entsprechende Entscheidungsfreiheit des Sachverständigen erforderlich. Gerade bei derartigen Sanierungsmaßnahmen ist immer wieder auf neue Situationen einzugehen und das Konzept an die neue Situation anzupassen.

Auch bei dieser Sanierungen zeigte sich, dass im Zuge der Behebungsmaßnahmen Änderungen in der Baustruktur erfolgen. Dies in Form von Funktionsänderungen aber auch in qualitativer Hinsicht.

Die vorgelegten Rechnungen und Unterlagen waren durch den Sachverständigen nach folgenden Kriterien zu prüfen:

- ist eine Funktionsänderung kostenwirksam
- ist eine Qualitätsverbesserung kostenwirksam
- basiert eine Qualitätsverbesserung auf behördlichen Vorschriften
- sind Leistungen enthalten die nicht im Zusammenhang mit dem Schadenereignis stehen
- sind die Aufwendungen plausibel
- entsprechen die verrechneten Kosten dem ortsüblichen Niveau bzw. den vorgelegten Angeboten und Vereinbarungen

Letztendlich ermittelte der Sachverständiger für den Versicherer die tatsächlich angefallenen Behebungskosten und bestätigte diese auch durch sein Gutachten.

20. Erkennen von technischen Problemen und Gefahrenquellen

Auch wenn der (bau)technische Sachverständige in erster Linie für die Schadenbewertung und Unterstützung bei der Sanierung verantwortlich ist, ist sein Wissen besonders auch in Bezug auf Ausbreitungsursache und Möglichkeit der Brandlast sowie Ursache von Rauchgasausbreitungen gefragt.

Durch den brandtechnischen Sachverständigen bzw. den kriminaltechnischen Dienst wird in der Regel nur die Brandursache erforscht.

Dem (bau)technischen Sachverständigen ist es jedoch möglich im Zuge der Sanierungsmaßnahmen Einblick in technische Zusammenhänge zu nehmen sowie Schwachstellen in der Konstruktion des Schadensobjektes zu erkennen. Beim Erkennen von Ausführungsdetails die nicht den einschlägigen Bestimmungen entsprechen und möglicherweise sogar zur Erhöhung des Schadensumfanges letztendlich führten ist dies im Rahmen des Abschlussgutachtens zu vermerken.

Eine besondere Verantwortung trifft den (bau)technischen Sachverständigen bei Kleinbränden. Dabei handelt es sich um solche die per Definition nicht unter Feuersbrunst fallen und somit in der Regel auch keiner Ermittlung der Exekutive unterliegen.

Hier hat der (bau)technische Sachverständige im Rahmen seiner Möglichkeiten und auf Grund seiner Erfahrung Erkundungen betreffend der Brandursache einzuholen. Bei Unklarheiten oder Zweifel an der angetroffenen Situation sollte durch den (bau)technischen Sachverständigen der kriminaltechnische Dienst oder die Brandverhütungsstelle eingeschaltet werden.

Beispielhaft sei hier die Häufung von Küchenbränden im Jahr 1999 zu nennen die auf einen Festbrennstoffherd welcher in Einbauküchen verwendet wurde zurückzuführen war. Innerhalb von nicht einmal 6 Monaten wurde der Autor zu 3 gleichgearteten Küchenbränden gerufen, die jedoch alle, auf Grund des geringen Schadensumfanges, nicht an die Exekutive gemeldet wurden. Erst durch die vom Autor erkannte Häufung und Weitermeldung an die Brandverhütungsstelle wurde ein, in der Einbauanleitung des Erzeugers enthaltener Fehler erkannt.

21. Quellennachweis

Richtlinien zur Brandschadensanierung – VdS 2357
Sofortmaßnahmen bei Korrosionsschäden – VdS 2016
VdS-Seminar – Schadenverhütung und Technik vom 30. Juni 1999 in Köln
Dienstnehmerschutzverordnung - Bau
MIBAG-Studie über Elektrosanierung
Grenzwerteverordnung 2001
Verordnung für biologische Arbeitsstoffe
Verordnung über die Gesundheitsüberwachung am Arbeitsplatz
AUVA Merkblatt 200
AUVA Merkblatt 719
Allgemeine Versicherungsbedingungen (AFB)

22. Stichwortverzeichnis

(1) Pyrolyse- und Crackvorgänge

Als Pyrolyse wird die thermische Zerlegung/Zerstörung von Molekülverbindungen in organischen Stoffen unter Sauerstoffmangel verstanden. Wird die Pyrolyse in einem technischen Verfahren gezielt durchgeführt (z.B. Benzinherstellung), so wird in der Regel von Crackprozessen gesprochen.

(2) Brandrauch

Brandrauch besteht aus Gasen, Aerosolen/Dämpfen und Partikeln. Während leichtflüchtige Stoffe an der Brandquelle im noch heißen Rauch gasförmig vorliegen, jedoch durch die starke Vermischung mit der Umgebungsluft bei der weiteren Ausbreitung und der damit verbundenen raschen Abkühlung der Rauchgase zu Aerosolen/Dämpfen kondensieren und zum Teil auch an Partikel absorbieren, kondensieren schwererflüchtige Stoffe rascher bzw. liegen vorwiegend partikeladsorbiert vor. Die Ablagerung der Partikel und Aerosole ist abhängig von ihrer Größe bzw. Masse und die Abscheidung an Oberflächen ist von der Art der Oberfläche abhängig. Bereits in der heißen Phase finden beim Kontakt mit der Oberfläche Abscheidungen statt, die mit weiterer Abkühlung des Brandrauches sich verstärken und aus Kondensation und Partikeln (vorwiegend Russ) bestehen.

(3) PAK – Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe

Sie entstehen bei unvollständiger Verbrennung organischen Materials. Einige Substanzen dieser Stoffklasse gelten als krebserzeugende Schadstoffe, wobei das Benzo(a)pyren als Leitsubstanz dient.

(4) PCB – Polychlorierte Biphenyle

PCB fanden auf Grund ihrer Eigenschaften (u.a. Unbrennbarkeit, thermische Stabilität, chemische Resistenz) früher einen breiten Anwendungsbereich, z.B. als Isolier- und Kühlmittel oder Hydraulikflüssigkeiten. Da PCB herstellungsbedingt unterschiedlich hohe Mengen an PCDD/PCDF enthalten, wurde ihre Herstellung eingestellt. Bei der thermischen Belastung von PCB im Temperaturbereich von 600 bis 900°C können wie im Brandfall zusätzlich Dioxine und Furane gebildet werden.

(5) PHDD/PHDF

Der Begriff „Dioxine“ steht synonym für die 75 chlorierten p-Dibenzodioxine (PCDD) und im erweiterten Sinne auch für die 135 Dibenzofurane (PCDF); die gleiche Kongenerenzahl analoger Bromverbindungen (PBDD/PBDF) ist möglich. Unter Berücksichtigung aller gemischthalogener Dioxine und Furane (PHDD/PHDF = PHDD/F) handelt es sich um über fünftausend Einzelverbindungen.

(6) Halogene/halogenorganische Verbindungen

Als Halogene (griech.: Salzbildner) bezeichnet man die chemischen Elemente Fluor, Chlor, Brom, Iod und Astat. Folglich versteht man unter halogenorganischen Verbindungen Kohlenstoffverbindungen, die neben funktionellen Gruppen wie Alkohol-, Aldehyd- oder Ketongruppen auch Halogene wie z.B. Chlor und Brom enthalten. (z.B. Chlorkohlenwasserstoffe, Pentachlorphenol (PCB), Brombenzol).

(7) MAK-Wert

Der MAK-Wert (**M**aximale **A**rbeitsplatz-**K**onzentration) gibt die höchstzulässige Konzentration eines Stoffes in der Luft am Arbeitsplatz an, die auch bei langfristiger Exposition (8 Stunden täglich, 40 Stunden wöchentlich) die Gesundheit nicht beeinträchtigt. Er wird von einer Kommission begründet und in einer Technischen Regel veröffentlicht.

(8) De-Novo-Synthese

Reaktionen von in der Flammenhitze erzeugten Radikalen unter Bildung neuer Verbindungen mit vorwiegend aromatischer Struktur.

(9) Adsorption/adsorptiv

Anreicherung eines Stoffes an der Oberfläche eines Festkörpers durch Molekularkräfte (Adhäsion). Eine besonders starke Adsorptionswirkung zeigen fein verteilte und poröse Stoffe, wie Ruß und Feinstaub, wegen ihrer großen inneren Oberfläche (z.B. Aktivkohle bis zu 500m²/g)

(10)TRK - Technische Richtkonzentration

Für eine Reihe krebserzeugender und erbgutverändernder Arbeitsstoffe können **MAK-Werte** nicht ermittelt werden. Die Gründe dafür liegen darin, dass sich Krebs erst nach Jahren und unter Umständen erst in künftigen Generationen manifestiert. Absolute Wirkungsgrenzkonzentrationen lassen sich in Tierversuchen grundsätzlich nicht ermitteln und auf den Menschen übertragen.

Da bestimmte krebserzeugende Stoffe technisch unvermeidbar sind und Expositionen gegenüber diesen Stoffen nicht ausgeschlossen werden können, ist es notwendig, hierfür Richtwerte (Technische Richtkonzentrationen) zu schaffen, um die notwendigen Arbeitsschutzmaßnahmen treffen zu können.

(11)EPA

Environmental **P**rotection **A**gency (amerikanische Umweltbehörde)

(12)Biologische Verfügbarkeit (Bioverfügbarkeit)

Darunter wird die Verfügbarkeit von Schadstoffen für den menschlichen Organismus über die Blutbahn verstanden. Damit diese überhaupt eine Wirkung entfalten können, müssen die Schadstoffe entweder in einer verfügbaren Form aufgenommen oder im Körper entsprechend freigesetzt werden.

Für Schadstoffe aus Brandschäden bedeutet dies, dass deren biologische Verfügbarkeit wegen der starken adsorptiven Bindung an Ruß in der Regel gering ist.

(13) Toxizität

Giftigkeit

(14) Kongenere

unter Kongeneren wird die Vielzahl von Einzelsubstanzen eines in Anzahl und Stellung unterschiedlich substituierten Grundkörpers, z.B. des p-Dibenzodioxins oder Dibenzofurans, verstanden. Bei gleicher Anzahl, aber verschiedener Stellung der Substituenten handelt es sich um Isomere.

(15) TCDD

Das 2,3,7,8-Tetrachlor-dibenzo-p-dioxin (2,3,7,8-TCDD) stellt den bekanntesten und toxischsten Vertreter aus der Gruppe der PHDD/PHDF dar.

(16) TE (Toxizitätsäquivalente)

Die akute und chronische Toxizität der Vielzahl an Einzelverbindungen, die meist zusammenfassend als „Dioxine“ bezeichnet werden, ist sehr unterschiedlich und kann bis zu einem Faktor von 10 000 variieren. Zur Abschätzung der Toxizität von Kongenerengemischen polychlorierter Dibenzodioxine und -furane wurden Toxizitätsäquivalenzfaktoren (TEF) eingeführt, wobei dem 2,3,7,8-TCDD als Vertreter mit der höchsten Giftigkeit ein TEF von 1 zugeordnet wurde. Für die toxikologisch wichtigsten Kongenere, die mindestens in 2,3,7,8-Stellung mit Chlor substituiert sind, wurde die relative Wirkungsintensität im Vergleich zu 2,3,7,8-TCDD ermittelt und entsprechende TEF festgelegt.

(17) Biologische Arbeitsstoffe

Im weitesten Sinne handelt es sich dabei um Mikroorganismen, die Infektionen, sensibilisierende oder toxische Wirkungen hervorrufen können. Der Begriff der biologischen Arbeitsstoffe ist in der Verordnung für biologische Arbeitsstoffe definiert.

(18) Kontamination

Der Begriff stammt aus der Medizin und bedeutet Verseuchung mit schädlichen, insbesondere radioaktiven Stoffen. Teilweise wird auch heute noch umgangssprachlich von „verseuchtem“ an Stelle von schadstoffbelastetem Boden, Wasser usw. gesprochen. Um die durch Mikroorganismen hervorgerufenen Seuchen eindeutig von einer „Schadstoffbelastung“ abzugrenzen, sollte letztere ausschließlich als Kontamination bezeichnet werden.

(19) EOX

Eluierbares (herauslösbares, auswaschbares) organisches Halogen

(20) lipophile Pyrolysestoffe

sich in Fetten, Ölen und fettähnlichen Substanzen leicht lösende
Verbrennungsprodukte

(21) SIGE-Plan

Sicherheits- und Gesundheitsplan gem. Bauarbeitenkoordinationsgesetz

(22) Resorption

die Aufnahme flüssiger oder gelöster Substanzen in das Zellinnere