VdS VERLAG

Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen (REA)

Richtlinien für den Brandschutz

VdS 2371 : 1993-10 (01)

Die vorliegende Publikation ist unverbindlich. Die Versicherer können im Einzelfall auch andere Sicherheitsvorkehrungen oder Installateur- oder Wartungsunternehmen zu nach eigenem Ermessen festgelegten Konditionen akzeptieren, die diesen technischen Spezifikationen oder Richtlinien nicht entsprechen.

Herausgeber: Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV)

Verlag: VdS Schadenverhütung GmbH • Amsterdamer Str. 174 • D-50735 Köln
Telefon: (0221) 77 66 - 0 • Fax: (0221) 77 66 - 341
Copyright by VdS Schadenverhütung GmbH. Alle Rechte vorbehalten.

INHALT

1 Allgemeines ... 3

2 Begriffe ... 4

3 Geltungs- und Anwendungsbereich ... 5
3.1 Grundsätzliche Brandschutzmaßnahmen (Teil A) ... 6
3.2 Zusätzliche Brandschutzmaßnahmen bei der Montage und für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten (Teil B) ... 6

Teil A Grundsätzliche Brandschutzmaßnahmen ... 6

4 Bauliche Brandschutzmaßnahmen ... 6
4.1 Bauart ... 6
4.2 Abtrennung der REA von anderen Anlageteilen ... 6
4.3 Unterteilung der REA in brandschutztechnische Abschnitte ... 7
4.4 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen ... 7

5 Maßnahmen zur Branderkennung und -meldung ... 7

6 Maßnahmen zur Brandbekämpfung ... 8
6.1 Feuerlöscher, Wandhydranten, Steigleitungen ... 8
6.2 Feuerwehr und Einsatzvoraussetzungen ... 8
6.3 Automatische Feuerlöschanlagen ... 8
6.4 Sonstige Löscheinrichtungen ... 9
6.5 Löschwasserversorgung ... 9
6.6 Löschwasser-Rückhaltesysteme ... 9

7 Organisatorische Brandschutzmaßnahmen ... 10

8 Blitzschutzmaßnahmen ... 10

Teil B Zusätzliche Brandschutzmaßnahmen während der Montage und für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten ... 10

9 Abschottungsmaßnahmen ... 10

10 Maßnahmen für die Branderkennung und -meldung ... 11

11 Maßnahmen zur Brandbekämpfung ... 11
11.1 Manuelle Brandbekämpfung ... 12
11.2 Nutzungsmöglichkeiten der Anlagentechnik ... 12

12 Organisatorische Brandschutzmaßnahmen ... 13
12.1 Einrichtung und Betrieb der Baustelle /14/ ... 13
12.2 Generelle organisatorische Brandschutzmaßnahmen ... 14
12.3 Besondere organisatorische Brandschutzmaßnahmen für Gummierungs- und Beschichtungsarbeiten ... 15
12.4 Ergänzende Maßnahmen ... 18

13 Literatur und Quellen ... 18

1 Allgemeines

Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen (REA) werden für Feuerungsanlagen in Kraftwerken und Müllverbrennungsanlagen eingesetzt. Überwiegend hat sich das Naß- beziehungsweise Sprühabsorptionsverfahren bei REA durchgesetzt (siehe Bild 1). Die Brandgefahr muß nach den jeweiligen Verfahren individuell beurteilt werden.

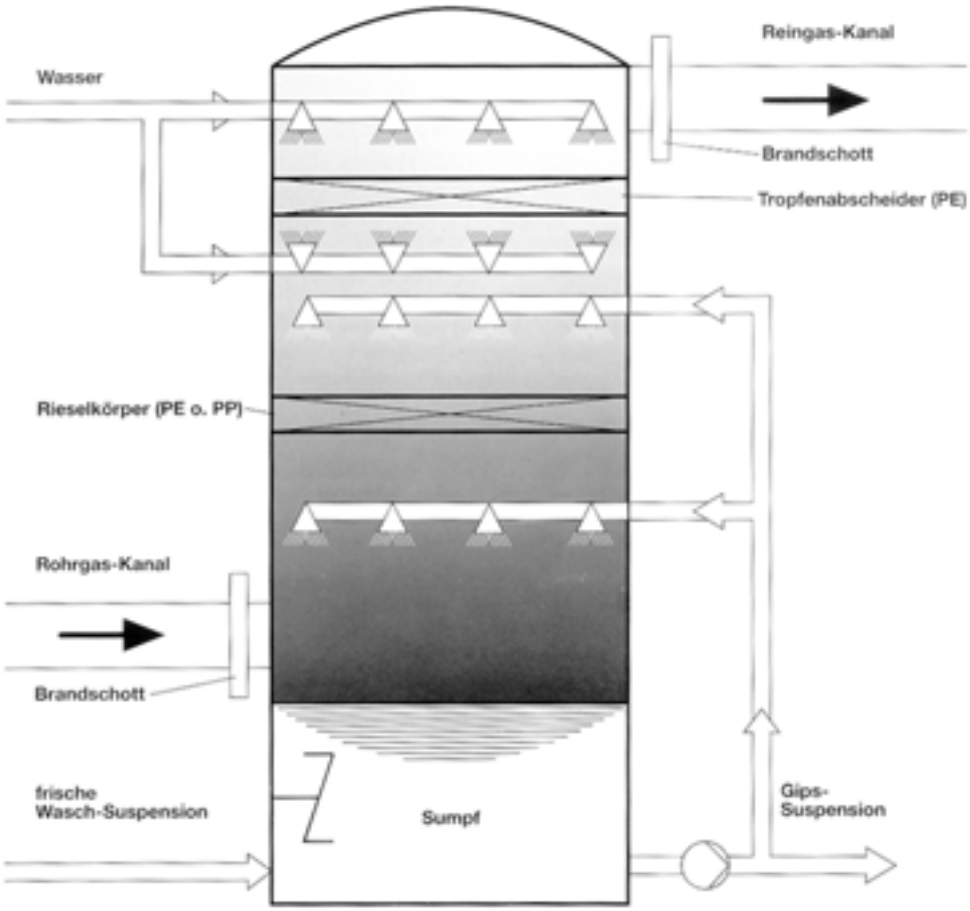

Bild 1 Prinzip einer Rauchgas-Entschwefelungsanlage

In der Errichtungsphase und während Revisionsarbeiten ist die Gefahr einer Brandentstehung nach den bisherigen Erfahrungen besonders groß. Die Empfehlungen in diesen Richtlinien basieren auf den heutigen Erkenntnissen. Sie enthalten Maßnahmen, die die Brandgefahren und deren möglichen Auswirkungen verringern.

Brände in REA finden alle Voraussetzungen vor, um zu einem Großschaden zu führen. Die Brandausbreitung ist in den großen, kompakt mit Anlagenteilen ausgerüsteten Bauwerken oft unkontrollierbar; die Rauchentwicklung ist intensiv.

Das Gefahrenpotential während der Errichtung und der Revisionsphasen wird gekennzeichnet:

a) durch eine hohe verfahrens- und anlagenspezifische Brandbelastung, zum Beispiel

- innengummierter Absorber,
- Absorber aus glasfaserverstärkten Kunststoffen (GFK),
- innenbeschichtete Reingaskanäle und GFK-Liner,
- Kunststoffeinbauten in der REA und im Kühlturm,
- gummierte beziehungsweise aus Gummiwerkstoffen bestehende Kompensatoren und Rohrleitungen,
- Füllkörper aus Polyethylen (PE) und Polypropylen (PP)

b) durch eine erhöhte Brandlast während der Montage sowie späterer Wartungs- und Reparaturmaßnahmen durch zusätzliche Stoffe, zum Beispiel

- brennbare Gerüsteinbauten,
- Abdeckfolien,
- Verpackungsmaterialien,
- lösemittelhaltige Kleber und Laminate,
- Bevorratung von brennbaren Materialien, insbesondere von brennbaren Flüssigkeiten

c) durch Zündquellen, wie

- Schweiß-, Brennschneid- und sonstige Feuerarbeiten,
- Heizgeräte, zum Beispiel Heizstrahler,
- Beleuchtungsanlagen,
- elektrische Anlagen,
- Rauchen

2 Begriffe

Absorber
Reaktionsbehälter zur Absorption des SO_2 aus den Verbrennungsrauchgasen

Reingas
von SO_2 gereinigtes Rauchgas

Rohgas
Verbrennungsrauchgas der Kesselanlage

Kompensator
Anschlußelement zum Montageausgleich sowie zum Dehnungsausgleich temperaturbeanspruchter Leitungen

Füllkörper
Benötigte Körper zur Vergrößerung der Reaktionsfläche

GFK-Liner
Aus glasfaserverstärktem Laminat bestehender Reingaskanal (üblicher Einsatz im Bereich der Kühlturmeinführung)

Äußerer Blitzschutz
Maßnahmen, die geeignet sind, um eine bauliche Anlage gegen die Auswirkungen eines Blitzschlages zu schützen

Innerer Blitzschutz
Maßnahmen, die zum Schutz elektrischer Anlagen gegen die Wirkungen des Blitzstromes und der von ihm erzeugten magnetischen und elektrischen Felder geeignet sind

Überspannungsschutz
Maßnahmen, mit denen auftretende Überspannungen auf ein für elektrische Einrichtungen ungefährliches Maß reduziert werden

Stationäre Löscheinrichtungen
Ortsfest installierte Löschanlagen-Einrichtung mit stationärer Löschmittelbevorratung und automatischer Auslösung

Temporäre Löscheinrichtungen
Zeitlich begrenzt, ortsfest installiertes Löschanlagen-Rohrleitungsnetz mit mobiler Löschmittelbevorratung und manueller Inbetriebsetzung

Die Einspeisung des Löschwassers erfolgt außerhalb des Löschanlagen-Schutzbereiches aus einer gesicherten Löschwasserversorgung in Abstimmung mit der örtlichen Feuerwehr.

Brandschutzordnung
Aufstellung von vorbeugenden Maßnahmen

- gegen Brandausbruch,
- zum Verhalten im Brandfall sowie
- zum Verhalten nach einem Brand

Baustellenordnung
Verbindliche Verhaltensregeln für die auf einer Baustelle tätigen Gewerke

Alarmplan
Ein für ein bestimmtes Objekt aufgestellter Plan zur schnellen Alarmierung der Löschkräfte und anderer wichtiger Stellen bei einem Schadenereignis

Feuerwehrplan (Brandschutzplan)
Ein für ein bestimmtes Objekt aufgestellter Plan für die Löschkräfte. Er zeigt die Gefahrenschwerpunkte und die für den vorbeugenden und abwehrenden Brandschutz vorhandenen Sicherheitseinrichtungen.

Sicherheitszone
Zu kennzeichnender Bereich, in dem besondere Sicherheitsmaßnahmen erforderlich sind

Explosionsschutzzone
Zu kennzeichnender Bereich nach Explosionsschutz-Richtlinien (EX-RL), in dem besondere Explosionsschutzmaßnahmen erforderlich sind

3 Geltungs- und Anwendungsbereich

Diese Richtlinien gelten für den Bau und Betrieb von Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen (REA).

3.1 Grundsätzliche Brandschutzmaßnahmen (Teil A)

Bei bestehenden Anlagen, die noch nicht diesen Richtlinien entsprechen, sollten die betrieblichen, abwehrenden und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen innerhalb einer angemessenen Frist vervollständigt werden. Bauliche und spezielle technische Brandschutzmaßnahmen sind im Rahmen der gegebenen Möglichkeiten durchzuführen. Sie sollen die Brandgefahren reduzieren und einer schnellen Brand- und ungehinderten Rauchausbreitung innerhalb der Anlage vorbeugen.

3.2 Zusätzliche Brandschutzmaßnahmen bei der Montage und für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten (Teil B)

Neben den Brandschutzmaßnahmen für den REA-Betrieb, Teil A, ist es erforderlich, während aller Bau- und Montagearbeiten sowie bei allen Stillstandszeiten im Zuge von Revisionen, Instandhaltungsarbeiten usw., weitere Maßnahmen vorzusehen.

Unter Berücksichtigung der bestehenden Installationen, der technischen Auslegungen der REA und der Schadenerfahrungen muß ein geeignetes Brandschutzkonzept /1/ aus einer Summe von Einzelmaßnahmen (zum Beispiel Brandabschottungen, Branderkennung und Brandbekämpfungseinrichtungen) für die jeweilige Anlage zusammengestellt werden.

Teil A Grundsätzliche Brandschutzmaßnahmen

4 Bauliche Brandschutzmaßnahmen

4.1 Bauart

Der brandschutztechnischen Ausführung der Gebäude kommt besondere Bedeutung zu. Grundsätzlich sind Baustoffe der Klasse A nach DIN 4102 /2/ (nichtbrennbare Baustoffe) zu verwenden. Das gilt insbesondere für Außenwände und Dächer. Tragende Teile sind entsprechend der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102 (feuerbeständig) auszuführen.

4.2 Abtrennung der REA von anderen Anlageteilen

Bei neu zu errichtenden Anlagen ist anzustreben, zwischen Kraftwerk und der REA eine räumliche oder bauliche Trennung zu schaffen. Die erforderliche räumliche Trennung ist abhängig vom Gefahrenpotential und der Anlagenhöhe und sollte 20 m nicht unterschreiten. Bei besonderen Gefahren sollte dieser Mindestabstand angemessen erhöht werden.

Bei einer nachträglichen Installation von REA in vorhandene Kraftwerks- und Müllverbrennungsanlagen ist eine Trennung oft nicht möglich. Dies führt in der Regel zu einem kompakten Anlagenverbund. In diesen Fällen ist eine bauliche Trennung zwischen REA und benachbarten Bereichen durch eine Brandwand /3/ vorzusehen.

Bauliche Trennungen sind bei sachgerechter Anordnung und Ausführung geeignete Alternativen zu räumlichen Trennungen.

4.3 Unterteilung der REA in brandschutztechnische Abschnitte

Betriebswichtige Anlagen, wie

- elektrische Betriebsräume,
- Steuer- und Schalträume sowie Räume für die prozeßleittechnischen Anlagen (PLT-Anlagen),
- Kabelkanäle, Kabelkeller, Kabelschächte,

sind entsprechend der Feuerwiderstandsklasse F 90-A nach DIN 4102 von Nachbarbereichen abzutrennen.

Gleiches gilt für gefahrerhöhende Betriebsbereiche, zum Beispiel für Läger mit brennbaren Stoffen.

Feuerschutzabschlüsse in baulichen Trennungen müssen der Feuerwiderstandsklasse T 90 nach DIN 4102 entsprechen. Sie müssen mit bauaufsichtlich zugelassenen Feststellanlagen ausgestattet sein, um zu verhindern, daß solche Abschlüsse durch Verkeilen oder Festbinden offengehalten werden.

Durchbrüche für Kabel, Rohre usw. sind mit bauaufsichtlich zugelassenen Abschottengen zu schützen.

Bereits während des Entwurfes neuer REA sollten Trennungsmechanismen im Verlauf des Reingaskanals eingeplant werden. Hierfür eignen sich ähnliche Jalousie- und Schwenkklappen, wie sie zur Unterteilung des Rohgaskanals üblicherweise eingesetzt werden.

4.4 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Es sind Rauch- und Wärmeabzugs-Anlagen (RWA) entsprechend den VdS-Richtlinien /4/ vorzusehen. Für innenliegende Räume, z.B. innenliegende elektrische Betriebsräume, können maschinelle Rauchabzüge installiert werden.

5 Maßnahmen zur Branderkennung und -meldung

Die Risikosituation erfordert eine frühzeitige Brandentdeckung, um erfolgversprechende Löschmaßnahmen einzuleiten. Die gesamte REA sollte daher einschließlich der elektrischen Betriebsräume, Schaltwarten, Pumpenräume, Kabelkanäle, Kabelkeller, Kabelschächte, Anlagen der Prozeßleittechnik usw., mit einer automatischen Brandmeldeanlage überwacht werden.

Die Brandmeldeanlage ist nach den Richtlinien des Verbandes der Sachversicherer (VdS) /5/ und den VDE-Bestimmungen /6/ zu errichten. Die Brandmeldung muß auf eine ständig besetzte Stelle aufgeschaltet sein, von der aus die Feuerwehr unmittelbar alarmiert wird.

6 Maßnahmen zur Brandbekämpfung

6.1 Feuerlöscher, Wandhydranten, Steigleitungen

Feuerlöscher müssen an gut sichtbarer und stets leicht zugänglicher Stelle angebracht sein. Die Anzahl richtet sich nach den festzulegenden betrieblichen und organisatorischen Brandschutzmaßnahmen. Für die Auswahl geeigneter Feuerlöscher sind die „Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern“ /7/ zu beachten.

In allen Gebäuden sind zusätzlich Wandhydranten mit angeschlossenen Schläuchen und Mehrzweckstrahlrohren so zu installieren, daß jeder Punkt des Betriebes im Bereich eines wirksamen Wasserstrahles liegt. Die Wandhydranten sind so anzuordnen, daß sie im Brandfall sicher erreicht werden können. Zur Versorgung der Wandhydranten sind Naß-Steigleitungen (mindestens DN 100) in den Treppenräumen entsprechend dem Baufortschritt zu installieren und betriebsbereit zu halten. An der höchsten Entnahmestelle muß ein Betriebsdruck von mindestens 3 bar anstehen. Die Entnahmestellen sollten auf jeder Nutzungsebene unmittelbar neben der Treppenraumtür außerhalb des Treppenraumes eingerichtet werden. Es sollen formbeständige Schläuche gewählt werden.

Um in allen Betriebsbereichen über ausreichende Löschmittel verfügen zu können, sind in Absprache mit der Feuerwehr an geeigneten und gut zugänglichen Stellen zentrale Feuerlöschstationen einzurichten. Diese Stationen sollen die erforderlichen Löschmittel und Löschgeräte (Strahlrohre, Schlauchmaterial, Feuerlöscher, Sonderlöschmittel) enthalten. Dieses gilt insbesondere während der Errichtungs- und Revisionsphase, da in dieser Zeit erfahrungsgemäß erhöhte Brandgefahren bestehen.

6.2 Feuerwehr und Einsatzvoraussetzungen

Neben der bestehenden öffentlichen Feuerwehr ist eine Betriebsfeuerwehr mit ständiger Einsatzbereitschaft /8/ schon während der Errichtungsphase einzurichten.

Um ausreichende Einsatzvoraussetzungen zu gewährleisten, sind Bewegungsflächen, Umfahrungsmöglichkeiten für Feuerwehrfahrzeuge, Zugänge und Aufzüge (Feuerwehraufzüge) in Absprache mit der Feuerwehr vorzusehen.

6.3 Automatische Feuerlöschanlagen

In Rauchgas-Entschwefelungs-Anlagen sind besonders gefährdete Bereiche und Bereiche mit hohen Brandlasten durch eine vom Verband der Sachversicherer anerkannte ortsfeste Löschanlage, wie

- Sprinkleranlagen /9/,
- Sprühwasser-Löschanlagen /10/,
- Schaum-Löschanlagen /11/,
- Inertgas-Löschanlagen /12/

zu schützen.

Sprinkleranlagen sind insbesondere geeignet für Lagerräume und Werkstätten sowie Notstromanlagen, Kompressorräume, evtl. auch Kabelkanäle, -schächte und

-keller sowie für sonstige feuergefährdete und während des Betriebes nicht besetzte Räume.

Sprühwasserlöschanlagen sind insbesondere sinnvoll für Kabelkanäle,-schächte und -keller, Schmierstoff- und Öllager, Bereiche mit Hydraulikölanlagen und für ölgefüllte Transformatoren.

Schaumlöschanlagen sind insbesondere in Bereichen, in denen brennbare Flüssigkeiten lagern und auslaufen können, einzusetzen.

Inertgas-Löschanlagen werden insbesondere als Einrichtungsschutz für elektrische Anlagen, zum Beispiel Schaltschränke, Elektronikschränke, Doppelböden, sowie als Raumschutz für Notversorgungsanlagen, Umformergruppen usw. eingesetzt.

6.4 Sonstige Löscheinrichtungen

Sonstige Löscheinrichtungen wie festinstallierte Zuführungs- und Verteilerleitungen (temporäre Löschanlagen), mobile Löschanlagen, Sonderlöschgeräte (Leichtschaumgeneratoren) können insbesondere bei Revisionsarbeiten erforderlich sein (siehe Teil B dieser Richtlinien). Die Installation mobiler Sprühwasser-Löscheinrichtungen ist bei Revisionsarbeiten für innengummierte Anlagenteile sinnvoll.

6.5 Löschwasserversorgung

Auf dem Gelände ist ein Löschwasser-Ringleitungssystem der Mindestgröße DN 200 zu errichten. Es ist eine Wasserlieferung von mindestens 5.000 l/min über eine Zeitdauer von zwei Stunden sicherzustellen. Im Abstand von 50 m sind Überflurhydranten vorzusehen.

Es können gegebenenfalls frostsichere Löschwasser-Entnahmestellen wie Kühlturmtassen, Teiche oder andere offene Gewässer bei der Bemessung der Gesamt-Wasserversorgung berücksichtigt werden. Druckerhöhungspumpen sind so auszulegen, daß an der höchsten Entnahmestelle am Strahlrohr noch ein Fließdruck von 3 bar gewährleistet ist.

6.6 Löschwasser-Rückhaltesysteme

Es sind Maßnahmen vorzusehen, die verhindern, daß kontaminiertes Löschwasser unkontrolliert in das öffentliche Abwassernetz beziehungsweise in das Erdreich oder in Wasserläufe gelangen kann.

Folgende Möglichkeiten der Löschwasserrückhaltung stehen zur Verfügung:

- außerhalb der Gebäude
  - Löschwasser-Rückhaltebecken, in die das kontaminierte Wasser über Auffangrinnen oder Ableitungsrohre eingeleitet wird oder Absperren von Kanälen und Umleitung des Löschwassers in Stapelbecken;
- innerhalb der Gebäude
  - durch Aufkantungen und wasserdichte Bauweise geschaffene Gebäudebereiche (zum Beispiel Kellerräume). Dabei sollte eine Verbindung nach außen zum Abpumpen des Löschwassers bestehen.

7 Organisatorische Brandschutzmaßnahmen

Neben den baulichen und betrieblichen Brandschutzmaßnahmen ist der organisatorische Brandschutz von wesentlicher Bedeutung. Die empfohlenen Maßnahmen werden ausführlich im Teil B dieser Richtlinien behandelt.

8 Blitzschutzmaßnahmen

Hohe Gebäude sind mit einer Blitzschutzanlage in Verbindung mit einer Fundamenterdung auszustatten. Neben dem äußeren Blitzschutz ist auch der innere Blitzschutz und zusätzlich der Überspannungsschutz zur Sicherung von Anlagen der Prozeßleittechnik zu realisieren /13/.

Teil B Zusätzliche Brandschutzmaßnahmen während der Montage und für Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten

9 Abschottungsmaßnahmen

Während Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten ist die REA durch Abschottungen der Rauchgasführung von weiteren Betriebsanlagen zu trennen. Vollwertige, stationär installierte Brandabschottungen im Sinne einer baulichen Brandabschnittsbildung (geprüfte und bauaufsichtlich zugelassene Systeme) sind auf Grund der Größe und der Konstruktion der REA sowie aus verfahrenstechnischen Gründen für die im Betrieb befindliche Anlage in der Regel schwer nachrüstbar.

Diese Maßnahmen sind erst unmittelbar vor der Wiederinbetriebnahme der REA zu demontieren.

Als geeignete Bauteile für einen Raumabschluß mit Feuerwiderstandscharakter (Brandschott) sind folgende Systeme zu empfehlen (siehe Bild 1):

- Feuerbeständige Konstruktion F 90-A, in Anlehnung an DIN 4102, bestehend aus einem mit nichtbrennbaren Platten beplankten Stahlrahmengerüst, deren Gewicht als Zusatzlast von den Anlageteilen aufgenommen werden kann.
- Stahlplatte, geschützt durch eine Berieselungseinrichtung (Wasserbeaufschlagung 15 mm/min, automatische Auslösung mittels Anreger-Rohrnetz). Eine Wasserabführung ist sicherzustellen.

Für die Installation derartiger Bauteile sind folgende Einbauorte zu empfehlen (siehe Bild 1):

- Am letzten Kompensatorspalt des Rohgaskanals vor Eintritt in den Absorber, wenn nicht eine Jalousie- oder Schwenkklappe aus verfahrens- und anlagentechnischen Gründen hier bereits installiert ist (bypass)
- Am ersten Kompensatorspalt des Reingaskanals hinter dem Absorber
- Am Kompensatorspalt unmittelbar vor dem Übergang oder Eingang des Reingaskanals in den Naturzugkühlturm oder Kamin

Mit zusätzlichen Absperrungen lassen sich gegebenenfalls weitere Anlageteile voneinander trennen. Hierzu gehören unter anderem

- Filteranlagen,
- Gasvorwärmer (GAVO) und
- Entstickungsanlagen (DeNOx-Anlagen).

Sonstige Rohrleitungen wie

- Suspensionsleitungen,
- Notentleerungsleitungen usw.

können durch Herausnehmen von Rohrleitungsstücken oder Setzen von Steckscheiben wirksam unterbrochen werden.

10 Maßnahmen für die Branderkennung und -meldung

Für die Branderkennung können mobile, leicht montierbare Einrichtungen eingesetzt werden. Es sollten vorzugsweise Brandmeldeanlagen mit Rauchmeldern verwendet werden.

Die Installation von automatischen Brand- Früherkennungseinrichtungen bedarf detaillierter Vorplanungen, um einerseits eine Früherkennung auch tatsächlich sicherzustellen und andererseits Täuschungsalarme auf ein akzeptables Maß zu beschränken. Die Komponenten der Brandmeldeanlage müssen vom Verband der Sachversicherer geprüft und anerkannt sein.

Eine zweckmäßige Innenüberwachung des Absorbers und der Rauchgaskanäle ist von den räumlichen und betrieblichen Gegebenheiten abhängig zu machen (zum Beispiel Klimabereiche, eingezogene Zwischenbühne).

Es haben sich Brandmeldeanlagen mit Ionisations-Rauchmeldern bewährt. Innerhalb eines Absorbers sind Überwachungsebenen zu bilden, deren Abstandsbemessung sich weitgehend an der Anordnung der Einbauten orientieren sollte. Der vertikale und horizontale Abstand zwischen den Meldern sollte 8 m und die maximale Überwachungsfläche 60 m^2 nicht überschreiten.

In gradlinig verlaufenden Kanälen sollten optische Melder nach dem Sender-/Empfängerprinzip (Lichtschrankenprinzip) installiert werden. Das flächen-/raumabdeckende Melderprinzip ist wegen seiner einfachen Installation und seiner höheren Fehlalarmsicherheit an diesen Orten zu bevorzugen.

11 Maßnahmen zur Brandbekämpfung

Die Installation von Brandbekämpfungseinrichtungen ist für die Beherrschung eines Entstehungsbrandes, insbesondere im Bereich beschichteter Rauchgaskanäle und des Absorbers, unabdingbar. Da in der Mehrzahl der Fälle die Brandbekämpfungsmöglichkeiten von außen weitgehend beschränkt sind, müssen geeignete mobile Löscheinrichtungen vor Ort verfügbar sein. Vorhandene Sprüh- oder Berieselungseinrichtungen der REA sollten in das Brandschutzkonzept einbezogen und genutzt werden.

11.1 Manuelle Brandbekämpfung

An den jeweiligen Arbeitsplätzen sind Löschgeräte bereitzuhalten. Eine ausreichende Löschwasserversorgung ist sicherzustellen. Mindestens ein unter Druck (3 bar) stehender C-Schlauch mit Strahlrohr ist für die entsprechende Gummierungsebene oder den Beschichtungsabschnitt vorzuhalten.

Zur schnellen Alarmierung der Feuerlöschkräfte (Betriebs-, Werk- oder öffentliche Feuerwehr) sind Notrufeinrichtungen im gesamten Objekt einzurichten.

Vor Beginn von Innengummierungs- und Beschichtungsarbeiten sind alle Löscheinrichtungen (wie Steigleitungen und Wandhydranten) betriebsbereit zu machen. Der Arbeitsplatz ist mit geeigneten Feuerlöschern auszustatten.

11.2 Nutzungsmöglichkeiten der Anlagentechnik

11.2.1 Schutzmaßnahmen für Absorber

Die hohe Brandgefahr im Absorber macht den Einsatz vor stationären oder temporären Löschanlagen unabdingbar.

Die meisten Absorber (Naß- beziehungsweise Sprühabsorber) sind für den bestimmungsgemäßen Betrieb bereits mit Vorrichtungen ausgerüstet, die ähnlich wie Löschanlagen Wasser versprühen. Folgende Komponenten können bei der Auslegung der Löscheinrichtungen berücksichtigt werden:

- Notbedüsungsebenen
- Sprühabsorptionsebenen oder
- Sprüheinrichtungen der Tropfenabscheider

Es wird empfohlen, auch während der Stillstandszeiten der REA die Suspensionspumpenanlagen in Betrieb zu halten (stand-by Funktion), so daß die oberste Sprühebene für Löschzwecke ausreichend mit Wasser oder Suspension versorgt werden kann.

Sofern die Notbedüsungsebenen oder Sprüheinrichtungen der Tropfenabscheider in Funktion bleiben, sind sie entweder ständig an das Feuerlöschnetz anzuschließen oder im Brandfall über C-Kupplungsanschlüsse von der Feuerwehr mit Löschwasser zu versorgen.

Unterschiedliche technische Gründe oder verschiedene sicherheitstechnischen Auflagen können eine „Bereitschafts-Funktion“ (stand-by) der Anlagentechnik verhindern, zum Beispiel Freischaltungsanforderung an in Revision befindlichen Anlagen. Aus diesem Grunde sind ungeachtet vorhandener Sprühvorrichtungen immer besondere Sprühwasser-Löscheinrichtungen für eine wirkungsvolle Brandbekämpfung zu empfehlen. Diese Sprühwasser-Löscheinrichtungen (Hydroschild) sind vor Beginn der Innengummierung/Beschichtung und für alle weiteren Reparaturarbeiten im Absorber so zu montieren, daß eine löschwirksame Berieselungsdichte von mindestens 2,5 mm/min auf der inneren Behälteroberfläche sichergestellt ist.

Horizontale Sprühebenen im Absorber sollten in Abständen von maximal 30 m angeordnet werden. Die Eindüsung im Absorber muß so erfolgen, daß die Wände ausreichend besprüht werden.

Besonders zu beachten sind in diesem Zusammenhang horizontale Abschnittsbildungen im Absorber, die aus arbeits- und klimatechnischen Gründen errichtet

werden. Es ist erforderlich, jeweils unterhalb vollflächig geschlossener Ebenen, die eine vollständige Behälterinnenwand-Berieselung verhindern können, eine zusätzliche Sprühwasser-Löscheinrichtung zu installieren.

11.2.2 Schutzmaßnahmen für Reingaskanäle

Aufgrund der Form und Größe der Reingaskanäle kann sich die Brandbekämpfung innerhalb dieser Kanäle außerordentlich schwierig gestalten. Es sind daher folgende Brandbekämpfungsmöglichkeiten zu prüfen und eine geeignete auszuwählen:

- Es werden mobile Sprühwasser-Löscheinrichtungen installiert, (Löschwasserbeaufschlagung mindestens 2,5 mm/min bezogen auf die Innenoberfläche) die durch ein Anregerrohrnetz oder über eine Brandmeldeanlage ausgelöst werden können.
- Für die Brandbekämpfung mit Leicht- oder Mittelschaum sind Schaumlöschgeräte an den Mannlöchern und an den Revisionsöffnungen bereitzuhalten. Hierzu kommen Leichtschaumgeneratoren oder Mittelschaumrohre infrage.

12 Organisatorische Brandschutzmaßnahmen

Rechtzeitig vor Beginn der Arbeiten ist gemeinsam durch Auftraggeber und Auftragnehmer (Betriebs- und Bauleitung) eine Brandschutzordnung in Verbindung mit der Baustellenordnung aufzustellen. Sie ist den ausführenden Firmen auszuhändigen und sollte als Vertragsgrundlage dienen. Verstöße gegen diese Regelungen sind disziplinarisch zu ahnden, zum Beispiel durch Verweis von der Baustelle.

12.1 Einrichtung und Betrieb der Baustelle /14/

Zu den Vorbereitungsarbeiten zählen bereits das Aufstellen und Einrichten von Bauunterkünften (fliegende Bauten). Es gelten die Vorschriften der jeweiligen Landesbauordnung /15/.

Behelfsbauten vor allem solche aus brennbaren Baustoffen, sind in ausreichenden Abständen zu bestehenden Kraftwerksbereichen (30 m) und untereinander (20 m) so anzuordnen, daß im Brandfall eine Brandausbreitung verhindert und genügend Bewegungs- und Aufstellflächen für die Feuerwehr sichergestellt sind.

Alternativ ist bei einer Aneinanderreihung von Baracken mindestens alle 30 m eine über Dach und über die Seitenwand geführte Brandwand vorzusehen. Auf keinen Fall dürfen fliegende Bauten unterhalb von Rohr- und Bandbrücken sowie unter Kabeltrassen aufgestellt werden.

Läger für brennbare Flüssigkeiten /16/, /17/ und für Gase /18/ sind ebenfalls in ausreichendem Abstand, mindestens 20 m, von bestehenden Kraftwerksbereichen sowie von Behelfsbauten einzurichten und als solche zu kennzeichnen. Das gleiche gilt sinngemäß auch für Bereiche zur Lagerung von brennbaren Einbauteilen.

Die REA-Baustelle ist gegen Zutritt von Unbefugten einzufrieden, zum Beispiel mit einem Sicherheitszaun. Der Zugang muß ständig bewacht werden.

Die nicht unmittelbar für die Arbeiten erforderlichen mobilen (betrieblichen) Brandlasten sind aus den Arbeitsbereichen zu entfernen oder gering zu halten. Hierzu zählen auch Arbeitshilfen (wie Gerüste, Verkleidungen, Holz, Textilien und Kunststoffe) und brennbare Hilfsstoffe (wie Kleber und Lösemittel). Letztere sollten

nur bis zum halben Tagesbedarf in den Arbeitsbereichen vorrätig sein. Weitere Vorräte sind in sicheren Abständen zur Baustelle (mindestens 20 m) - Kleber und Lösemittelgebinde zusätzlich in Auffangwannen - zu lagern.

Gerüste und Arbeitsbühnen sollten aus nichtbrennbaren Materialien bestehen (Stahl, Aluminium). Brennbare Schal- und Gerüstbauteile sind nur in Ausnahmefällen zu genehmigen. Wird aus Gründen des Witterungsschutzes ein Verkleiden von Arbeitsplätzen oder Tätigkeitsbereichen erforderlich, sind hierzu nichtbrennbare Abdeckungen der Baustoffklasse A nach DIN 4102 zu wählen (zum Beispiel Abdeckplanen aus mineralischen Stoffen).

Die einzelnen Gewerke (Fachfirmen) haben sich vor Aufnahme der Arbeiten gemeinsam mit der Bauleitung vom ordnungsgemäßen Zustand ihres Arbeitsbereiches zu überzeugen und die Abgrenzungen zum jeweiligen Nachbargewerk festzulegen. Brandschutztechnische Mängel sind vor Arbeitsaufnahme schriftlich festzuhalten. Die sofortige Mängelbeseitigung ist von der Bauleitung zu veranlassen und zu bestätigen. Ebenfalls schriftlich festzuhalten ist der Umfang der erforderlichen Löschhilfen. Unabhängig von der Eigenverantwortung der jeweiligen Fachfirmen ist von der Bauleitung, im Einvernehmen mit der Betriebs- oder Werkfeuerwehr und der zuständigen Brandschutzbehörde, die Mitwirkung der öffentlichen Feuerwehren anzustreben und ein Alarm- und Feuerwehrplan /19/, /20/ zu erstellen.

12.2 Generelle organisatorische Brandschutzmaßnahmen

Die folgenden Sicherheitsempfehlungen müssen beachtet werden:

- Benennung eines verantwortlichen Bauleiters, der die Koordinierung der einzelnen Arbeitsschritte vorzunehmen hat
- Erstellung eines Terminplanes, um Überschneidungen von gefahrerhöhenden Arbeitsvorgängen auszuschließen (zum Beispiel Schweiß- und Verklebearbeiten)
- Durchführung von Sicherheitsbelehrungen vor Arbeitsaufnahme
- Grundsätzliche Einschaltung der Brandschutz- beziehungsweise Sicherheitsabteilung des Betriebes
- Schriftliche Einzelgenehmigungen für feuergefährliche Arbeitsverfahren, besonders in gefährdeten Betriebsbereichen und Anlageteilen
- Einsatz einer ständigen Brandwache, die am besten durch die Werk- oder Betriebsfeuerwehr zu stellen ist
- Kontrollgänge sind bei Bau, Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten nicht allein der auftragnehmenden Fremdfirma zu überlassen, sondern müssen durch leitendes Betriebspersonal überwacht werden (Führen eines Kontrollbuches).
- Löschanlagen auf „Bereitschaft“ schalten (zum Beispiel durch Funktionserhaltung der Notbedüsungsebene im Absorber)
- Bereitstellen von Löscheinrichtungen in unmittelbarer Nähe von Arbeitsstellen (zum Beispiel Auslegen von wasserführenden Schläuchen)
- Vorhalten von Brandmeldegeräten in der Nähe der Arbeitsstellen (mobile, automatische Brandmelder, Druckknopfmelder)
- In Betrieb befindliche Anlageteile müssen gegen Einwirkung von außen (u.a. durch bauliche Abtrennungen, Abdeckplanen aus nichtbrennbaren Stoffen oder anderen Schutzverkleidungen) sowie gegen bestimmungswidriges Wiedereinschalten geschützt werden.

- Ersatzteile und anderes REA-Zubehör (wie Gummierungs- und Beschichtungsmaterialien oder Füllkörper) sind zur Reduzierung der Brandlast außerhalb des REA-Gebäudes zu lagern. Für diese brennbaren Stoffe sind aktualisierte Sicherheitsdatenblätter nach Norm /21/ mit Angabe der Stoffe, Lagermenge und Lagerort bereitzuhalten. Die Vorhaltung eines Brandschutzplans (Übersichtszeichnung) am Eingang ist zweckmäßig.
- Die Freigabe der Baustelle hat nach vorhergehender Inspektion durch den verantwortlichen Bauleiter zu erfolgen.
- Das VGB-Merkblatt M 112 /22/ ist zu beachten; die Aussagen der VGB-Richtlinien R 108, Abschnitte 9 und 10 „Besondere Maßnahmen während der Errichtung, Inbetriebnahme und Revision“ und R 128 /23/ sowie die Technischen Regeln für Dampfkessel TRD 460 /24/ sind auch für REA sinngemäß anzuwenden.

12.3 Besondere organisatorische Brandschutzmaßnahmen für Gummierungs- und Beschichtungsarbeiten

Folgende Regelungen sind insbesondere beim Umgang mit leichtentzündlichen Stoffen zu beachten:

- Die Explosionsrichtlinien /25/ sind einzuhalten.
- In Behältern und Rohrleitungen muß durch eine ausreichende Lüftung dafür gesorgt werden, daß kein zündfähiges Lösemittel-Luftgemisch entstehen kann. Die Be- und Entlüftung muß so ausgelegt sein, daß 50 % der unteren Explosionsgrenze nicht überschritten wird. Diese Maßnahme muß durch kontinuierliche Messung mit einer ausreichenden Anzahl von Explosimetern überwacht und vom Montageleiter oder einer anderen aufsichtsführenden Person kontrolliert werden. Es muß gewährleistet sein, daß bei Ausfall eines Lüfters (mechanische Defekte oder Stromausfälle) die untere Explosionsgrenze nicht erreicht wird. Die Energieversorgung der Lüfter und deren Steuerung muß gesichert sein (Ersatzstromversorgung, zweite unabhängige Einspeisung).
- Vor Aufnahme der Gummierungsarbeiten ist ein geeigneter Standort für die Abluftventilation festzulegen. Im Zuge wiederkehrender Konzentrationsmessungen während der Durchführung der Arbeiten sind gegebenenfalls auftretende strömungstechnische Totzonen durch Veränderung der Abluftventilation zu beseitigen.
- Die Abluftöffnung sollte mehrere Meter über dem Boden angeordnet sein, damit sich schwere Gase nicht in explosionsfähiger Konzentration außerhalb der Behälter auf dem Boden sammeln können. Ferner dürfen stärkere Winde nicht in einer Weise auf Abluftöffnungen einwirken, daß die Entlüftung behindert wird.
- Alle zum Einsatz kommenden elektrischen Betriebsmittel müssen den Bestimmungen fürden Einsatz in explosionsgefährdeten Bereichen /26/ entsprechen. Ortsveränderliche elektrische Betriebsmittel sind mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung (30 mA) zu betreiben. Elektrische Verteilungen sind außerhalb der Räume beziehungsweise Behälter zu installieren.
- Behälter, Apparate oder Gegenstände, die sich elektrostatisch aufladen können, müssen zur Vermeidung zündfähiger Entladungen geerdet werden.
- Es dürfen im Bereich der Verarbeitungs- und Abstellzonen von leicht entzündlichen Beschichtungsstoffen keine Gegenstände benutzt werden, die durch Anstoßen oder gegenseitige Berührung Funken erzeugen können. Weiterhin sind Textilien verboten, die sich elektrostatisch aufladen können (zum Beispiel Nylon-, Perlon- oder sonstige Kunststoffkleidung).

- Baustellen-Leuchten sind so aufzustellen und zu montieren, daß sie nicht umstürzen oder herunterfallen können. Brennbare Stoffe dürfen nicht in deren unmittelbarer Nähe gelagert oder abgestellt werden.
- Beim Umgang mit leicht entzündlichem Material ist jede Arbeitsgruppe mit zwei Feuerlöschern PG 12 und einer Feuerlöschdecke auszurüsten. Bis zur Arbeitsstelle (am Behältereinstieg) ist ein Feuerlöschschlauch mit C-Rohr oder Mittelschaumrohr auszulegen. Wenn keine ausreichende Löschwasserversorgung zur Verfügung steht, ist alternativ ein Feuerlöscher PG 50 am Einstieg bereitzuhalten. Durch das Inbetriebsetzen des Feuerlöschers dürfen keine Personengefahren entstehen (zum Beispiel durch Löschpulver).
- Bei Arbeiten in Behältern und engen Räumen ist ein Sicherungsposten oder eine Brandwache zu stellen.
- Bei Arbeiten in einem weitgehend geschlossenen Absorber, während Gummierungsarbeiten oder in einem weitgehend geschlossenen Rauchgaskanal, während Beschichtungsarbeiten, muß eine Explosionsschutzzone im Umkreis von 2 m und eine Sicherheitszone im Umkreis von 10 m um diese Außenhüllen herum festgelegt werden (siehe Bild 2 und Bild 3).

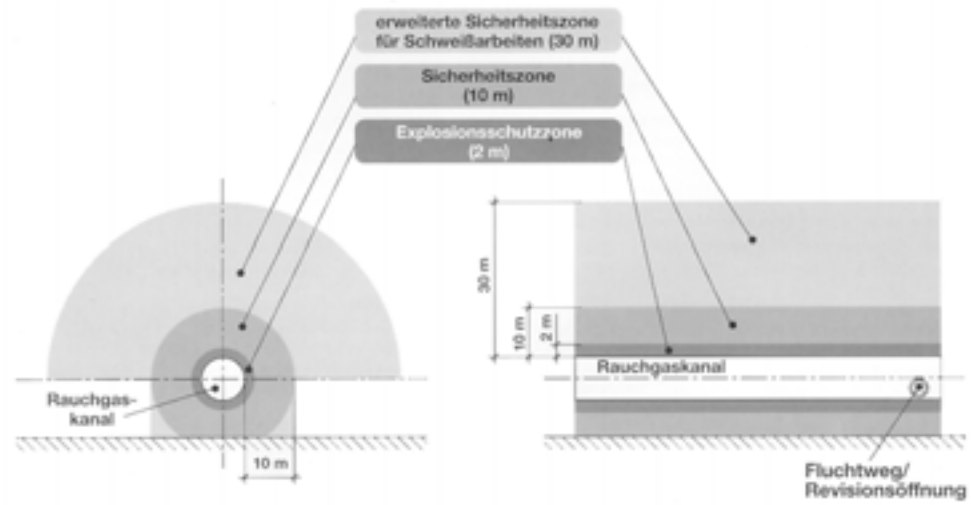

Bild 2 Explosionsschutz-, Sicherheits- und erweiterte Sicherheitszone um den Rauchgaskanal

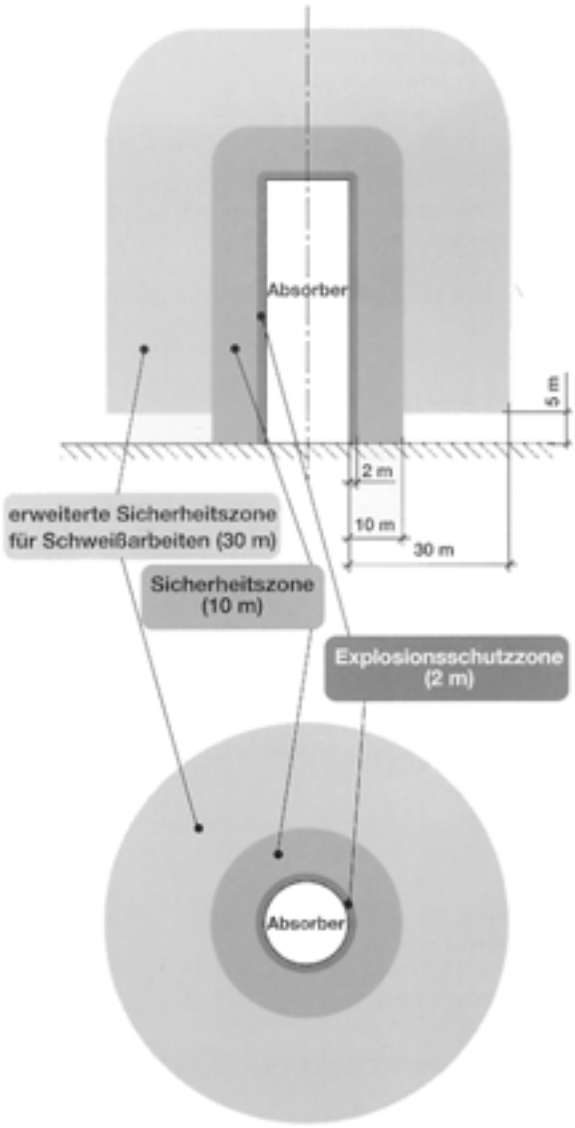

Bild 3 Explosionsschutz-, Sicherheits- und erweiterte Sicherheitszone um den Absorber

- Für Schweißarbeiten ist die Sicherheitszone oberhalb von 5 m über Gelände auf 30 m zu erweitern, da sich glühende Partikel, Funken usw. unkontrolliert ausbreiten können.
- Hinsichtlich der Bemessung der Explosionsschutzzonen im Bereich von Behälterzugängen/Fluchtwegen kann ebenfalls ein Abstand von 2 m als ausreichend erachtet werden. Es muß sichergestellt werden, daß diese Zugänge durch eine vorgebaute Schleuse abgesichert sind. Darüber hinaus muß die Zwangsbe- oder -entlüftung im Absorber die Freisetzung eines explosionsfähigen Lösemittel-Luftgemisches sicher ausschließen.
- Schweiß- und Schleifarbeiten, offenes Feuer sowie Rauchen sind in der Sicherheitszone verboten. Aus einer entsprechend ausgewiesenen Sicherheitszone sind alle brennbaren Stoffe zu entfernen oder in besonderen Einzelfällen zu schützen.

12.4 Ergänzende Maßnahmen

- Die REA sollte zum frühestmöglichen Zeitpunkt in den Überwachungs- und Kontrolldienst von Betreiber und Betriebs- bzw. Werkfeuerwehr einbezogen werden.
- Ist ein Werkschutz beziehungsweise ein Wachdienst auf dem Kraftwerksgelände tätig, sind besonders an entlegenen Punkten in den REA-Bereichen Kontrollstellen mit Stechuhren einzurichten.
- Die Kraftwerksleitung ist von jeder Reparatur beziehungsweise Bautätigkeit (zum Beispiel im Rahmen von Revisionen) in Kenntnis zu setzen und hat eine Freigabe der Arbeiten schriftlich zu veranlassen.
- Nach Inbetriebnahme einer REA ist für eine eindeutige Kennzeichnung der folgenden Brandschutzeinrichtungen und -bereiche zu sorgen:
  - Brandmeldeanlagen/Brandmelder - Löschanlagen/Auslösepunkte
  - Feuerschutzabschlüsse
  - Notabschalt- beziehungsweise Notabsperrvorrichtungen
  - Feuerlöscherstandorte
  - Rauchverbots-/Erlaubnisbereiche
  - Löschbereiche
  - Löschwasser-Entnahmestellen
  - Flächen für die Feuerwehr
  - Notausgänge/Rettungswege
  - Sicherheitsbereiche/Zutrittsverbote
  - Zuständigkeitsbereiche mit Namensangabe
  - Rohre nach Inhalt und Fließrichtung
- Bereits während der Errichtungsphase ist das spätere Betriebspersonal mit den Besonderheiten beziehungsweise den besonderen Gefahren einer REA bekannt zu machen und in der Bedienung der Brandschutzeinrichtungen zu schulen.

13 Literatur und Quellen

/1/ **VdS 2000**
Brandschutz im Betrieb
Verband der Sachversicherer e.V.,
Postfach 10 37 53, 50477 Köln

/2/ **DIN 4102**
Brandverhalten von Baustoffen und Bauteilen
Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin

/3/ **VdS 2234**
Brandwände und Komplextrennwände
Merkblatt für die Anordnung und Ausführung
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/4/ **VdS 2098**
Rauch- und Wärmeabzugsanlagen (RWA)
Richtlinien für Planung und Einbau
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/5/ **VdS 2095**
Automatische Brandmeldeanlagen
Richtlinien für Planung und Einbau
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/6/ **VDE 0833**
Gefahrenmeldeanlagen für Brand, Einbruch und Überfall
Teil 1: Allgemeine Festlegungen
Teil 2: Festlegungen für Brandmeldeanlagen (BMA)
VDE-Verlag GmbH, Postfach 12 23 05, 10591 Berlin

/7/ **VdS 2001**
Sicherheitsregeln für die Ausrüstung von Arbeitsstätten mit Feuerlöschern
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/8/ **VdS 2034**
Werk- und Betriebsfeuerwehren
Merkblatt für die Rabattierung
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/9/ **VdS 2092**
Sprinkleranlagen
Richtlinien für Planung und Einbau
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/10/ **VdS 2109**
Sprühwasser-Löschanlagen
Richtlinien für Planung und Einbau
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/11/ **VdS 2108**
Schaum-Löschanlagen
Richtlinien für Planung und Einbau
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/12/ **VdS 2093**
CO_2-Löschanlagen
Richtlinien für Planung und Einbau
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/13/ **VdS 2031**
Überspannungsschutz in elektrischen Anlagen
Richtlinien zur Schadenverhütung
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/14/ **VdS 2021**
Brandschutz bei Bauarbeiten
Merkblatt zur Schadenverhütung
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/15/ Bauordnungen der Länder
Oberste Bauaufsicht der Bundesländer

/16/ Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten - VbF) und Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)
Ausschuß für brennbare Flüssigkeiten des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung (BMA)
Carl Heymanns Verlag KG, 50939 Köln

/17/ Technische Regeln für Gefahrstoffe (TRGS)
Ausschuß für Gefahrstoffe des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung (BMA)
Carl Heymanns Verlag KG, 50939 Köln

/18/ Druckbehälterverordnung (DruckbehV) und Technische Regeln
Druckbehälter (TRB) und Druckgase (TRG)
Druckbehälterausschuß des Bundesministers für Arbeit und Sozialordnung (BMA)
Carl Heymanns Verlag KG, 50939 Köln

/19/ **DIN 14095**
Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen
Beuth Verlag GmbH,10772 Berlin

/20/ **VdS 2030**
Brandschutzplan
Anleitung und Hilfsmittel für die Erstellung
Verband der Sachversicherer e.V., Köln

/21/ **DIN 52900**
DIN-Sicherheitsdatenblatt für chemische Stoffe
Formblatt und Hinweise zum Ausfüllen
Beuth Verlag GmbH,10772 Berlin

/22/ **VGB-Merkblatt M 112**
Brandschutzmaßnahmen in Rauchgasreinigungsanlagen
Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.
VGB-Kraftwerkstechnik GmbH
Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften Klinkestraße 27-31, 45136 Essen

/23/ **VGB-Richtlinien R 108**
Brandschutz im Kraftwerk
VGB-Richtlinien R 128
Baulicher Brandschutz bei fossilbefeuerten Kraftwerken
Technische Vereinigung der Großkraftwerksbetreiber e.V.
VGB-Kraftwerkstechnik GmbH
Verlag technisch-wissenschaftlicher Schriften Klinkestraße 27-31,45136 Essen

/24/ **Entwurf TRD 460**
Technische Regel für Dampfkessel, Rauchgas-Reinigungsanlagen; (Verlags-Publikation)
Anlagen zur Verminderung von luftverunreinigenden Stoffen in Rauchgasen von Dampfkesselanlagen
Beuth Verlag GmbH,10772 Berlin

/25/ **ZH 1/10**
Richtlinien für die Vermeidung der Gefahren durch explosionsfähige Atmosphäre
Carl Heymanns Verlag KG, Luxemburger Str.449, 50939 Köln

/26/ **VDE 0170/171**
Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche
VDE Verlag GmbH, Postfach 12 23 05,10591 Berlin