

Richtlinie

Schwerer Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen

Oberflächenschutz

Oberflächenschutz unter
besonderer Berücksichtigung
wasser- und baurechtlicher
Anforderungen

1. Ausgabe, Juni 2004

**Fachverband der
Säureschutzindustrie (FSI)**

DEUTSCHE BAUCHEMIE ^{EV.}

Impressum

1. Ausgabe, Juni 2004
Redaktionsschluss: März 2004
Auflage: 3.500

Copyright 2004

Deutsche Bauchemie e. V.
Karlstraße 21
60329 Frankfurt am Main
Telefon: +49 (0)69-2556-1318
Telefax: +49 (0)69-251609
www.deutsche-bauchemie.de

Fachverband der Säureschutzindustrie
Georg-Steuler-Straße 39
Telefon: +49 (0)2624-13209
Telefax: +49 (0)2624-13339
56203 Höhr-Grenzhausen

Alle Rechte, insbesondere das Recht
der Vervielfältigung, Verbreitung und
Übersetzung, bleiben der Deutschen
Bauchemie e. V. vorbehalten.

Gestaltung

NEED COMMUNICATION GmbH, Bad Soden
www.needcom.de

Druck

Frotscher, Darmstadt
www.frotscher-druck.de

ISBN 3-935969-17-1

Hinweis für den Benutzer

Die vorliegende Richtlinie steht jedermann zur Anwendung frei. Wer sie anwendet, hat für die richtige Anwendung im konkreten Fall Sorge zu tragen. Durch das Anwenden dieser Richtlinie entzieht sich niemand der Verantwortung für eigenes Handeln.

Die Anwender dieser Richtlinie werden gebeten, ihre Erfahrungen mit der Richtlinie sowie eventuelle Anmerkungen an die Geschäftsstelle der Deutschen Bauchemie zu senden.



Inhalt

1	Vorwort	6
2	Anwendungsbereich	7
3	Korrosion von Beton und Stahl	10
4	Korrosionsschutzmaßnahmen	12
	4.1 Allgemeines	12
	4.2 Schwerer Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen	12
	4.2.1 Einleitung	12
	4.2.2 Beizanlagen	14
	4.2.3 Schwefelsäureanlagen	15
	4.2.4 Rauchgasentschwefelungsanlagen	18
	4.2.5 Papier- und Zellstoffindustrie	20
	4.2.6 Nichteisenmetallgewinnung (Zinkelektrolyse)	21
	4.3 Oberflächenschutz unter besonderer Berücksichtigung wasser- und baurechtlicher Anforderungen	22
	4.3.1 Allgemeines	22
	4.3.2 Industrieböden	25
	4.3.3 Rinnen, Kanäle, Pumpensümpfe	29
	4.3.4 Auffangräume und Ableitflächen	31
5	Schlusswort – Zusammenfassung	34
6	Literaturverzeichnis	35

Fachverband der Säureschutzindustrie (FSI) – Verband für schweren Korrosionsschutz und Umweltschutz

Der Fachverband der Säureschutzindustrie ist ein freiwilliger Zusammenschluss von Firmen, deren Hauptgeschäftsfeld der industrielle Säureschutzbau ist. Die Mitgliedschaft wird durch eine Satzung geregelt.

Unter dem Begriff Säureschutzbau werden heute alle Maßnahmen verstanden, die dem Schutz der Baukonstruktion vor Korrosion durch aggressive Medien und/oder dem Schutz der Umwelt (Boden, Gewässer, Luft) vor schädlichen Verunreinigungen dienen.

Der Fachverband vertritt die fachlichen und wirtschaftlichen Interessen der Mitgliedsfirmen, deren Tätigkeitsbereich die

- Herstellung von Säureschutz- bzw. Korrosionsschutzmaterialien,
- Planung und Konstruktion der Säureschutzmaßnahmen sowie
- deren fachgerechte Bauausführung und Verarbeitung sind.

Alle FSI-Mitgliedsfirmen sind Fachbetriebe gem. § 19I WHG.

In den Arbeitskreisen „Ausbildung“, „Recht“ und „Fachpublikationen“ werden regelmäßig technische und wirtschaftliche Erfahrungen ausgetauscht, die verbandsinterne Ausbildung und Prüfung der Fachmonteure organisiert sowie die Mitarbeit in anderen Fachverbänden geregelt.

Dazu gehören insbesondere Fragen zur Arbeitssicherheit und Umweltschutz, die mit den zuständigen Gremien der Berufsgenossenschaften gemeinsam bearbeitet werden.

Durch die Mitarbeit des FSI in Fachgremien und Verbänden, z. B. in DIN (Deutsches Institut für Normung) und CEN (Comité Européen de Normalisation), Arbeitsgemeinschaft Industriebau (AGI), Fachverband der Gummierungsindustrie (FDG) und in der Deutschen Bauchemie e.V. fließen dessen Erfahrungen und Neuerungen bei der Erstellung von Normen, Richtlinien und Empfehlungen für den industriellen Korrosionsschutz ein.

Deutsche Bauchemie e.V.

In der Deutschen Bauchemie, dem Industrieverband für Hersteller bauchemischer Produkte, sind über 110 Unternehmen organisiert. Die Deutsche Bauchemie bildet auf nationaler und europäischer Ebene die Schnittstelle zwischen ihren Mitgliedsunternehmen und der Politik, den Behörden, der Bauwirtschaft, den Normungsinstituten sowie Forschung und Lehre. Die Deutsche Bauchemie ist dem Verband der Chemischen Industrie (VCI) als Fachverband angegliedert.

Die technisch-wissenschaftliche Verbandsarbeit wird in etwa 40 internen Gremien wie Fachausschüssen, Arbeitskreisen und Projektgruppen durch rund 300 Experten aus den Mitgliedsunternehmen und durch das Team der Verbandsgeschäftsstelle in Frankfurt a. M. geleistet. Darüber hinaus ist die Deutsche Bauchemie in einer sehr großen Anzahl nationaler und europäischer Gremien vertreten.

Die Deutsche Bauchemie erarbeitet u. a. Richtlinien, Merkblätter und Sachstandsberichte als Informationsquelle für Architekten, Ingenieure, Baustoffhandel, Ausführende sowie Bauherren und Investoren.

Im Fachausschuss „Kunststoffe im Betonbau“ und im Arbeitskreis „Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen“ befassen sich die Experten der Deutschen Bauchemie besonders mit den Themen Anwendungssicherheit, Arbeitsschutz, Umweltschutz und Dauerhaftigkeit von z. T. sehr speziell ausgerichteten Beschichtungssystemen, wozu auch die Beschichtungssysteme für verfahrenstechnische Anlagen gehören. Die Deutsche Bauchemie wirkt bei der Gestaltung von technischen Regelwerken wie Normen oder Zulassungsgrundsätzen auf nationaler und europäischer Ebene mit.



Vorwort



Die vorliegende Richtlinie wurde vom Fachverband der Säureschutzindustrie in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bauchemie erarbeitet. Sie soll eine Entscheidungshilfe bei der Planung und Ausführung von Oberflächenschutzmaßnahmen in verfahrenstechnischen Anlagen sein, wobei auch die bau- und wasserrechtlichen Anforderungen berücksichtigt werden.

Diese Richtlinie beschäftigt sich im Wesentlichen mit den Komplexen:

- Schwerer Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen
- Oberflächenschutz unter besonderer Berücksichtigung wasser- und baurechtlicher Anforderungen

Der schwere Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen befasst sich vor allem mit typischen Schutzmaßnahmen für Behälter, Apparate und sonstige Anlagenteile, auf die aggressive Stoffe einwirken können. Er stellt das klassische Gebiet des Säureschutzbaues dar. Hierfür wurden eigene Vorschriften und Konstruktionsprinzipien entwickelt.

Gleichzeitig muss auch der Schutz von Bauwerken, in denen die Behälter, Apparate und sonstigen Anlagenteile aufgestellt sind, beachtet werden. Neben der Schutzfunktion für das Bauwerk selbst sind aber auch zusätzliche Anforderungen zum Schutz der Gewässer und des Erdreiches vor Schadstoffen bei der Auswahl der entsprechenden Oberflächenschutzmaßnahmen zu berücksichtigen. Deshalb wurde der zweite Komplex als „Oberflächenschutz unter besonderer Berücksichtigung wasser- und baurechtlicher Anforderungen“ bezeichnet.

Die vorliegende Richtlinie soll Architekten, Planer, Bauherren, Betreiber von Anlagen sowie Genehmigungsbehörden und Sachverständigenorganisationen über den Stand der Technik informieren. In zahlreichen Beispielen werden Korrosions- bzw. Oberflächenschutzmaßnahmen praxisnah dargestellt.

Wesentliche Grundlagen dieser Richtlinie sind die anerkannten Regeln der Technik des Säureschutzbaues (DIN 28052/1–6, DIN 28053 – 28055, DIN 28060 – 28062) und die AGI-Arbeitsblätter S10, S20, S30, S40 (Arbeitsgemeinschaft Industriebau) sowie diesen Bereich tangierende Regeln, wie die TRwS 132 (Technische Regeln wassergefährdender Stoffe), die Instandsetzungsrichtlinie des DAfStb (Deutscher Ausschuss für Stahlbeton), die ZTV-ING, Teil 3, Abschnitt 4 (Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten).

Anwendungsbereich

In allen Bereichen, in denen Chemikalien hergestellt, verarbeitet, gelagert und transportiert werden und wo aggressive Gase auftreten bzw. Gase und Abwässer verfahrenstechnisch gereinigt werden, müssen Gebäude und Anlagen wirksam gegen Korrosion (Bautenschutz) und die Umwelt effektiv vor wassergefährdenden Stoffen (Umweltschutz) geschützt werden.

Grundsätzlich sind beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen das Wasserhaushaltsgesetz (WHG), die Anlagenverordnung wassergefährdender Stoffe (VAwS) und die Verordnung zur Festlegung der wasserrechtlichen Eignung von Bauprodukten und Bauarten (WasBauPVO) der Länder, die Bauregelliste A, Teil 2 und die Technischen Regeln wassergefährdender Stoffe (TRwS) sowie die Zulassungsgrundsätze des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt, Berlin) zu beachten. Beim Umgang mit brennbaren Flüssigkeiten sind zusätzlich bestehende gesetzliche Regelungen und in der Elektronikindustrie die Vorschriften zum Schutz von elektrostatisch gefährdeten Bauelementen zu beachten.

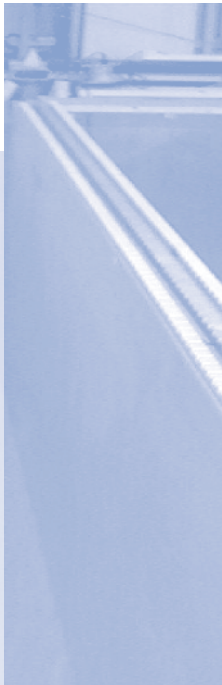
Für folgende Hauptbedarfsträger werden von den Mitgliedsfirmen des FSI Korrosions- und Umweltschutzmaßnahmen geplant sowie Materialien hergestellt und verarbeitet:

- Chemische- und pharmazeutische Industrie
- Stahl- und metallverarbeitende Industrie
- Papierindustrie
- Getränke- und Lebensmittelindustrie
- Elektronikindustrie
- Anlagen zur Oberflächenveredelung, z. B. Galvaniken und Beizen
- Schwefelsäure- und Phosphorsäureanlagen
- Kraftwerke
- Müllverbrennungsanlagen

Die Anwendungsbereiche innerhalb der verschiedenen Industriezweige können sehr unterschiedlich sein und umfassen z. B.:

- Behälter, Rohrleitungen, Wäscher und Rauchgaskanäle
- Industrieböden
- Rinnen, Kanäle, Pumpensümpfe
- Auffangräume, Ableitflächen

Außer den Kriterien Korrosions- und Umweltschutz werden auch Kriterien wie Verschleiß, elektrische Ableitfähigkeit und Befahrbarkeit behandelt.





Die zum Einsatz kommenden Materialien lassen sich in folgende Werkstoffgruppen einteilen:

Kunstharze auf Basis von:

- Acrylharz (PMMA)
- Epoxidharz (EP)
- Ungesättigtes Polyesterharz (UP)
- Vinylesterharz (VE)
- Polyurethane (PUR)
- Furanharz (FU)
- Phenolformaldehydharz (PF)

Elastomere auf Basis von:

- Naturkautschuk (NR)
- Butylkautschuk (IIR)
- Brombutylkautschuk (BIIR)
- Chlorbutylkautschuk (CIIR)
- Chloroprenkautschuk (CR)
- Polybutadien (BR)
- Chlorsulfoniertes Polyethylen (CSM)

Thermoplaste auf Basis von:

- Polyisobutylen (PIB)
- Polyethylen (PE)
- Polypropylen (PP)
- Polyvinylchlorid (PVC)
- Fluorkunststoffe

Wasserglaskitte für säure- und feuerfeste Anwendungen

Halbzeuge:

- säure- bzw. feuerfeste Keramik
- Kohlenstoff/Graphit oder
- Schmelzbasalt

Mögliche Oberflächenschutzarten sind:

- Ausmauerungen nach DIN 28060 – 28062
- Auskleidungen nach DIN 28052-4
- Kombinierte Beläge nach DIN 28052-5/ AGI S 10/ AGI S 30/ AGI S 40
- Beschichtungen nach DIN 28052-3/ AGI S 20/ AGI S 30

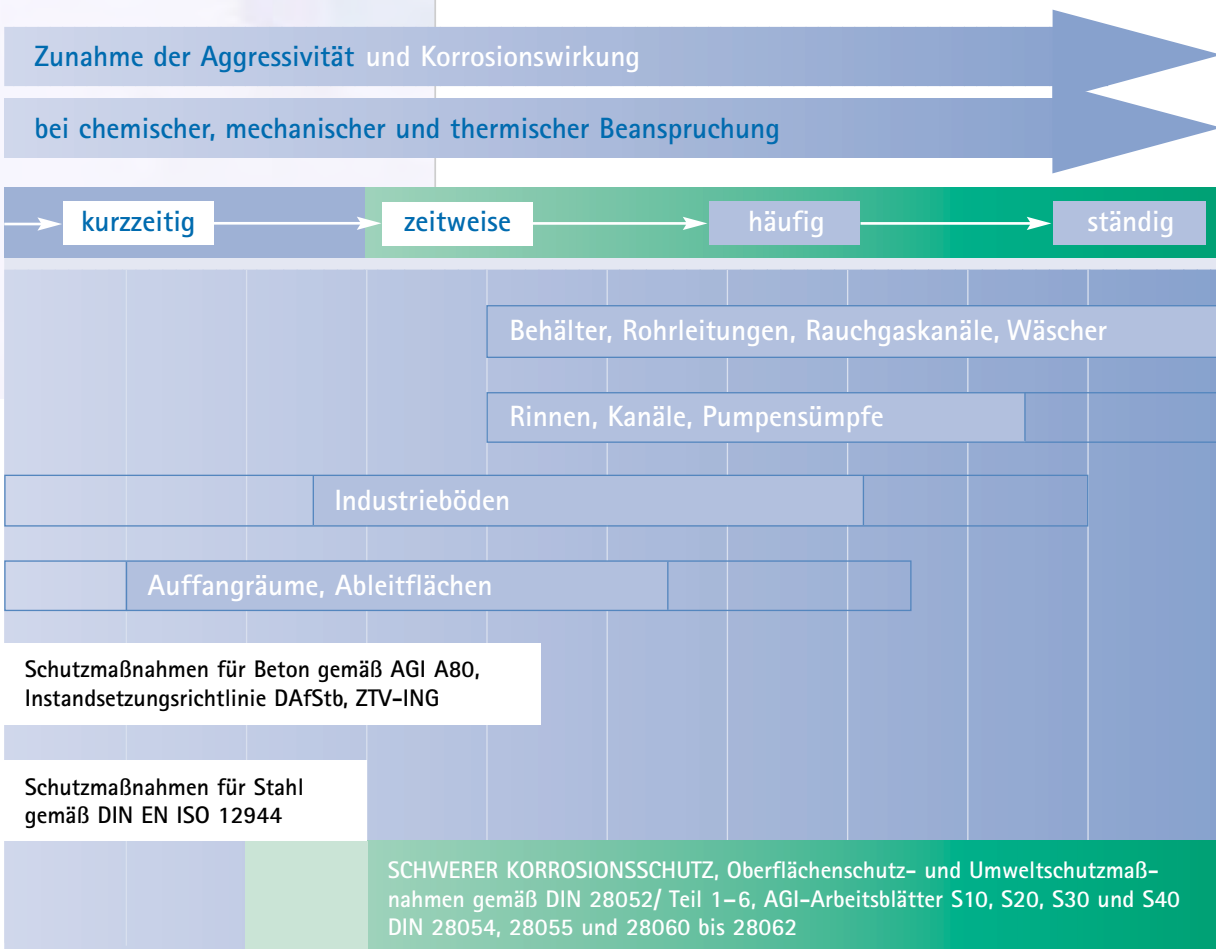


Schwerer Korrosionsschutz – Bauwerks- und Umweltschutz

Die Anforderungen an die Schutzwirkung der Korrosionsschutz- und Umweltschutzmaßnahmen werden von der Art und Häufigkeit der Medienbeanspruchung entscheidend beeinflusst. Diese kann von praktisch keiner bzw. nur vereinzelt auftretender tröpfchenförmiger Medienbelastung, z. B. auf Bodenflächen, bis hin zu ständiger Beanspruchung ohne zeitliche Begrenzung, z. B. in Behältern, Rohren, Kanälen und Pumpensämpfen reichen. Weiterhin sind Kriterien wie Druck-, Zug- und Vakuumbelastung, Temperatur, Verschleiß oder elektrische Ableitfähigkeit zu beachten.

Bei der Werkstoffauswahl sollte immer bedacht werden, dass der wirtschaftlichste und nicht der billigste Werkstoff eingesetzt wird. Vorzeitig erforderliche Sanierungen bedingen Betriebsstillstände und Produktionsausfälle, die weitaus höhere Kosten verursachen können.

Die nachfolgende Übersicht ordnet die Oberflächenschutzmaßnahmen den jeweiligen Anwendungsbereichen zu.



Korrosion von Beton und Stahl

3 Korrosion von Beton und Stahl

In nachfolgender Tabelle ist die Korrosionswirkung von Chemikaliengruppen bzw. ausgewählten Chemikalien auf Zementbeton und Zementestrich sowie Baustähle beschrieben („Bauwerksschutz“).

Neben den schädigenden Wirkungen wird aufgrund der Porosität und der möglichen Risse im Beton und Estrich auf die Gefahr des Eindringens von wassergefährdenden Stoffen oder des Durchdringens ins Erdreich hingewiesen („Umweltschutz“).

Die Chemikaliengruppen sind der DIN 28052 entlehnt und wurden geringfügig ergänzt.

Für Stahl als Konstruktionsmaterial für Rohre, Behälter und sonstige Apparate sind aufgrund der Vielzahl von verschiedenen Strukturen und Zusammensetzungen (legiert, unlegiert) sowie von elektrochemischen Besonderheiten allgemein gültige Aussagen zur Wirkung von einzelnen Chemikalien oder Chemikaliengruppen nur bedingt möglich.

Die Aussagen der Tabelle beziehen sich auf Baustähle und unlegierte Stahlqualitäten. Allgemeingültig können für Baustähle und unlegierte Konstruktionsstähle folgende Aussagen getroffen werden:

- bei einem pH-Wert < 11,5 kann die Korrosion beginnen, auch an der Stahlbewehrung im umgebenden Beton
- Säuren bewirken eine extrem starke Korrosion
- Alle Verbindungen, die Chlor enthalten, sind aufgrund der möglichen Abspaltung von Chlorid-Ionen besonders kritisch (Lochfraß- oder Spannungsrisskorrosion)

Häufig vorkommende Chemikalien und deren Wirkung auf Beton und Stahl¹⁾ (bei 20 °C)²⁾

Anorganische Chemikalien						
Chemikalien		Beispiele	WGK ³⁾	Korrosionswirkung auf Beton/Estrich ⁴⁾	auf Stahl ¹⁾	
1.	anorganische, nicht oxidierende Säuren ⁵⁾	HCl	Salzsäure	1	Zementstein wird schnell gelöst und zersetzt, je höher die Konzentration, desto intensiver zersetzend	nicht beständig
		H ₂ SO ₄	Schwefelsäure bis 70%	1		
		H ₂ SO ₃	schweflige Säure	1		
		H ₃ PO ₄	Phosphorsäure	1		
2.	anorganische, oxidierende Säuren ⁵⁾	HNO ₃	Salpetersäure	1	Zementstein wird schnell gelöst und zersetzt, je höher die Konzentration, desto intensiver zersetzend	nicht beständig
		H ₂ SO ₄	Schwefelsäure über 70%	1		
		CrO ₃ , H ₂ CrO ₄	Chromsäure	3		
		HClO ₃	Chlorsäure	1		
3.	anorganische, SiO ₂ -lösende Säuren ⁵⁾	HF	Flusssäure	2	Zementstein und Zuschlagstoffe werden schnell zerstört, je höher die Konzentration, desto intensiver zersetzend	nicht beständig
		H ₂ SiF ₆	Hexafluorokieselsäure	2		
		HF ₄	Tetrafluoroborsäure	1		
4.	Salze	NaCl	Natriumchlorid	1	SO ₄ ²⁻ -Ionen, lösend und treibend. NH ₄ ⁺ -Ionen, lösend. Mg ²⁺ -Ionen, langsam lösend. Cl ⁻ -Ionen, Lochfraßkorrosion auch im Stahlbeton.	Korrosion durch sauer oder alkalisch hydrolisierende Salze, oder Korrosion bei Anwesenheit von Luftsauerstoff, Cl ⁻ -Ionen führen zu Lochfraßkorrosion.
		FeSO ₄	Eisen(II)-Sulfat	1		
		Na ₂ CO ₃	Natriumcarbonat	1		
		NH ₄ Cl	Ammoniumchlorid	1		
		MgCl ₂	Magnesiumchlorid	1		
5.	Basen	NaOH	Natriumhydroxid (Natronlauge)	1	in Konzentrationen > 10% lösend	Korrosion möglich
		KOH	Kaliumhydroxid (Kalilauge)	1		
		Ca(OH) ₂	Calciumhydroxid	1		
		NH ₄ OH	(Ammoniakwasser)	2		
6.	oxidierende Basen	NaOCl	Natriumhypochlorit (Chlorbleichlauge)	2	langsam lösend	nicht beständig
7.	chemisch reine Wässer		Kondenswasser, Kondensat	nicht anwendbar	lösend, < 0,895 mmol (= 5°dH) (weiche Wässer)	Korrosion möglich

Organische Chemikalien						
Chemikalien		Beispiele		WGK ³⁾	Korrosionswirkung auf Beton/Estrich ⁴⁾	auf Stahl ¹⁾
1.	organische Säuren ⁵⁾	HCOOH	Ameisensäure	1	langsam lösend	nicht beständig
		CH ₃ COOH	Essigsäure	1		
		CH ₂ ClCOOH	Monochloressigsäure	2		
		CH ₃ CHOHCOOH	Milchsäure	1		
		(COOH) ₂	Oxalsäure	1	nicht schädigend	
2.	aliphatische Kohlenwasserstoffe	C ₆ H ₁₄	Hexan	1	nicht schädigend	nicht schädigend
		C ₈ H ₁₈	Octan	3		
3.	aromatische Kohlenwasserstoffe	C ₆ H ₆	Benzol	3	nicht schädigend, tiefes Eindringen, stark wassergefährdend	nicht schädigend
		C ₆ H ₅ CH ₃	Toluol	2		
		C ₆ H ₄ (CH ₃) ₂	Xylol	2		
4.	Alkohole	CH ₃ OH	Methanol	1	nicht schädigend	nicht schädigend
		C ₂ H ₅ OH	Ethanol	1		
		C ₄ H ₉ OH	Butanol	1		
		CH ₂ OHCH ₂ OH	Ethylenglykol	1		
		CH ₂ OHCHOHCH ₂ OH	Glycerin	1		
5.	Ketone, Ester	CH ₃ COCH ₃	Aceton	1	nicht schädigend	nicht schädigend
		C ₂ H ₅ COCH ₃	Methylethylketon	1		
		CH ₃ COOC ₂ H ₅	Essigsäureethylester	1	langsam lösend	Korrosion möglich
6.	aliphatische Halogenkohlenwasserstoffe	CH ₂ Cl ₂	Dichlormethan (Methylenchlorid)	2	nicht schädigend, tiefes Eindringen, stark wassergefährdend	nicht schädigend
		C ₂ HCl ₃	Trichlorethen	3		
		C ₂ Cl ₃ F ₃	Trichlortrifluorethan	2		
7.	aromatische Halogenkohlenwasserstoffe	C ₆ H ₅ Cl	Chlorbenzol	2	nicht schädigend, stark wassergefährdend	nicht schädigend
		ClC ₆ H ₄ CF ₃	p-Chlorbenzotrifluorid	2		
8.	Aldehyde	CH ₂ O	Formaldehyd	2	langsam schädigend	Korrosion möglich
9.	aliphatische Amine	CH ₃ NH ₂	Methylamin	2	nicht schädigend	Korrosion möglich
		(C ₂ H ₅) ₃ N	Triethylamin	1		
		NH ₂ C ₂ H ₄ NH ₂	Ethylendiamin	2		
10.	aromatische Amine	C ₆ H ₅ NH ₂	Anilin	2	nicht schädigend	Korrosion möglich
11.	Phenol	C ₆ H ₅ OH	Phenol	2	langsam zersetzend	Korrosion möglich
		CH ₃ C ₆ H ₄ OH	Kresol	2		
12.	Fette, Öle	pflanzliche und tierische Fette und Öle		1	auflockernd, festigkeitsmindernd, lösend durch Reaktion der Fettsäuren mit Ca-Salzen	Korrosion möglich
		andere Fette und Öle		6)		

Anmerkungen:

¹⁾ Baustähle

²⁾ Bei höheren Medientemperaturen tritt in der Regel eine schnellere Schädigung ein.

³⁾ Die Wassergefährdungsklasse (WGK) gibt wichtige Hinweise für die Lagerung der Stoffe (in Verbindung mit der Lagermenge kann daraus das Gefährdungspotential gemäß § 6 der VAWs ermittelt werden). Stand Oktober 2003 – Quelle: www.umweltbundesamt.de/wgs

⁴⁾ Je geringer die Festbetonporosität, desto langsamer die Korrosionsgeschwindigkeit (Zementstein ist jedoch prinzipiell säurelöslich).

⁵⁾ Bei Säuren ist die Gasphase ebenfalls besonders aggressiv.

⁶⁾ In der Regel WGK 2, aber keine konkrete Einstufung möglich, da Sammelbegriff.

Hinweise

4 Korrosionsschutzmaßnahmen

4.1 Allgemeines

Aus der Vielzahl typischer Anwendungsgebiete im schweren Korrosions-, Bauwerks- und Umweltschutz sollen anhand einzelner Beispiele wesentliche Kriterien und Lösungsvorschläge dargestellt werden, die bei der Planung und Realisierung zu beachten sind.

Für die Auswahl geeigneter Werkstoffe bei den unterschiedlichsten Beanspruchungen, wie z. B. hohe Chemikalienbelastung, Temperatur und Verkehrslasten, Abrieb, Vakuum, Druck ist eine große Fachkompetenz und langjährige Werkstoffkenntnis erforderlich. So ist z. B. bei der Auswahl von Werkstoffen zu beachten, dass bei einer chemischen, thermischen und mechanischen Beanspruchung die Dichtschicht allein anders als bei einem kombinierten Belag bewertet werden muss.

Für die Anwendung von Beschichtungen sind Mindestdicken einzuhalten, um Dichtheit und Funktionsfähigkeit zu gewährleisten (vergl. AGI-Arbeitsblatt S 20, Teil 2, Punkt 3).

Für Beschichtungen mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung sind die Mindestdicken in den Zulassungen festgelegt. Für die einzelnen Beschichtungsarten gemäß DIN 28052 sind die Mindestdicken in Teil 1 festgelegt. Diese sind entsprechend dem Anforderungsprofil im Teil 1, Anhang B der DIN 28052 auszuwählen.

Auch die Kombination der unterschiedlichen Materialien, besonders bei Anschlüssen an bestehende Systeme, erfordert hohe Sachkenntnisse und spezielle Lösungen.

Die im Folgenden dargestellten Beispiele sind in zwei Kategorien eingeteilt:

- a) Schwerer Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen
- b) Oberflächenschutz unter besonderer Berücksichtigung wasser- und baurechtlicher Anforderungen:
 - für Industrieböden
 - für Rinnen, Kanäle, Pumpensümpfe
 - für Auffangräume und Ableitflächen

Für einzelne Objekte ist die Anwendung meist mehrerer Kategorien bzw. Unterkategorien notwendig, z. B. Industrieböden in Verbindung mit Rinnen, Kanälen und Pumpensümpfen. Die Ausführung ist sowohl konstruktiv als auch werkstoffmäßig aufeinander abzustimmen.

4.2 Schwerer Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen

4.2.1 Einleitung

Für die Herstellung von Chemieprodukten sowie deren Anwendung werden Behälter und Baukonstruktionen benötigt, die spezifische Anforderungen zu erfüllen haben. Diese Bauteile sind dadurch gekennzeichnet, dass sie in der Regel einer dauerhaften Chemikalien-, Temperatur-, Gas- oder Feststoffbelastung ausgesetzt sein können. Da es selten um reine Chemikalien, sondern mehrheitlich um Stoffgemische geht, sind die resultierenden Beanspruchungen außerordentlich vielfältig.

Zur Sicherstellung der Funktionsfähigkeit von Korrosionsschutzmaßnahmen müssen an die konstruktive Gestaltung von Behältern, Apparaten, sonstigen Anlagenteilen und Tragkonstruktionen unabdingbare Anforderungen gestellt werden.

Die wesentlichen Angaben sind in den entsprechenden Normen zu finden wie z. B. für metallische Konstruktionen in:

- DIN 28060
- DIN 28051, DIN 28053

für zementgebundene Untergründe (Beton, Stahlbeton, Estrich usw.) in:

- DIN 28052, Teil 2
- AGI-Arbeitsblatt S 10, Teil 1
- AGI-Arbeitsblatt S 20, Teil 1
- Beton-Merkblatt der FSI-Mitgliedsfirmen

Für den Korrosionsschutz von diversen Bauteilen werden mit großem Erfolg organische Polymer- und Elastomerwerkstoffe, oftmals in Verbindung mit säurefesten keramischen Steinen oder Kohlenstoffsteinen, eingesetzt. Auch Thermoplaste kommen häufig zur Anwendung. Die für den Korrosionsschutz verwendeten Werkstoffe können in drei Gruppen eingeteilt werden:

Beschichtungen: auf Basis von Kunstharzen

Auskleidungen: Gummierungen (Elastomere)
Thermoplastbahnen

Ausmauerungen: Dichtschicht: aus Kunstharzen, Gummierungen
oder Thermoplastbahnen
Nutzschicht: aus säurefesten keramischen Steinen,
Kohlenstoffsteinen, Graphit, feuerfesten
Qualitäten, verlegt und verfugt in Kitt
auf Kunstharz- oder Wasserglasbasis

Bei der Auswahl der Werkstoffe sind chemische, thermische und mechanische Beständigkeiten zu berücksichtigen. Dazu zählen u. a. wichtige physikalische Eigenschaften, wie Zug- und Druckfestigkeit, Elastizitätsmodul, Wärmeleitfähigkeit, Wärmeausdehnung und Härte.

Wirken feststoffhaltige, abrasive Medien auf die Bauteile ein, ist die Abriebfestigkeit oder Verschleißfestigkeit bei der Werkstoffauswahl zu beachten.

Bei Betonbauteilen ist zusätzlich die Rissüberbrückungsfähigkeit der Werkstoffe von Bedeutung, damit im Beton auftretende Risse sich nicht in der Dichtschicht bzw. dem Plattenbelag fortsetzen, sondern überbrückt werden. Die möglichen Rissbreiten im Beton müssen entsprechend der eingesetzten Dichtschicht begrenzt werden.

Sind Bauteile brennbaren Flüssigkeiten ausgesetzt, müssen die zum Einsatz kommenden Werkstoffe eine ausreichende elektrische Ableitfähigkeit aufweisen.

Abb. 1: Beizbehälter für Normalstähle mit hochgeklappter Abdeckung



Zum Schutz der Dichtschichten vor mechanischen, thermischen oder besonders hohen chemischen Beanspruchungen werden Stein- bzw. Plattenlagen in entsprechend beständige Verlegekitte eingebracht. Die Dicke der Ausmauerung richtet sich nach den Belastungskriterien in den Behältern und Anlagenteilen.

Für den schweren Korrosionsschutz von Stahl und Beton kommen deshalb verschiedene Werkstoffe einzeln oder in Kombination zur Ausführung.

Die Ausführungen sind beispielhaft in den nachfolgenden Kapiteln 4.2.2 – 4.2.6 dargestellt.

4.2.2 Beisanlagen

In der metallurgischen Industrie werden zur Oberflächenbehandlung von Stahlblechen, Drähten und Formteilen die unterschiedlichsten, teilweise extrem aggressive Chemikalien eingesetzt.

Hauptbestandteile einer Beisanlage sind die in unterschiedlicher Größe aus unligiertem Stahl hergestellten Beizbehälter. Die Verwendung derartiger Stahlkonstruktionen erfordert geeignete Korrosionsschutzmaßnahmen.

Beispiel: Edelstahlbeize

Beanspruchung	chemisch	Mischsäure: 15 – 20%-ige Salpetersäure und 3 – 7%-ige Flusssäure
	thermisch	60 – 70 °C
	mechanisch	Stoß, Schlag und Abrieb
Lösungsvorschlag	Ausmauerung	
	Dichtschicht	Gummierung oder Fluorthermoplast
	Nutzschicht	Kohlenstoffsteine verlegt und verfugt in chemisch beständigem Polyester- oder Vinylesterharzkitt

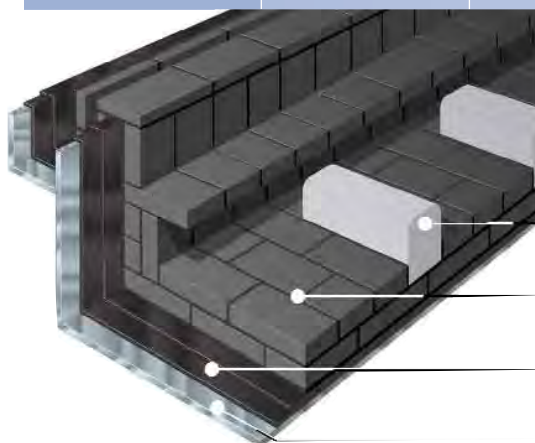


Abb. 2: Schematische Darstellung eines Beizbehälters für die Oberflächenbehandlung von Edelstählen.

Gleitsteine aus Spezialwerkstoffen

Kohlenstoffsteine in Kunstharzkitt

Gummierung oder Fluorthermoplast

Behältermantel aus Stahlblech

Beispiel: Normalstahlbeize

Beanspruchung	chemisch	18 – 25%-ige Salzsäure oder 20 – 25%-ige Schwefelsäure
	thermisch	90 – 100 °C
	mechanisch	Stoß, Schlag und Abrieb
Lösungsvorschlag	Ausmauerung	
	Dichtschicht	Gummierung
	Nutzschicht	säurefeste keramische Steine, verlegt und verfugt in chemisch beständigem Furan- oder Phenolharzkitt



Abb. 3: Schematischer Aufbau eines Beizbehälters für Normalbeizen

4.2.3 Schwefelsäureanlagen

Schwefelsäure wird heute üblicherweise nach dem Einfach- bzw. Doppelkontaktverfahren gewonnen. Das dazu erforderliche Schwefeldioxid (SO_2) erhält man entweder aus Erzköstanlagen als Nebenprodukt der Nichteisenmetallgewinnung (z. B. Zn, Cu) oder direkt durch Schwefelverbrennung in speziellen Schwefelverbrennungsöfen.

Bei der Schwefelverbrennung in Schwefelöfen wird zuvor elementarer Schwefel in Schwefelgruben aufgeschmolzen und den Öfen in flüssiger Form zugeführt.

Je nach Anlagentyp und nach Durchlaufen mehrerer Vorreinigungs- und Abkühlungsprozesse wird das Rohgas im Venturiwäscher im Gleichstromverfahren mit verdünnter Schwefelsäure weiter heruntergekühlt und von Begleitstoffen befreit.

Das aus dem Venturiwäscher austretende, noch feuchte SO_2 -Gas wird nach Passieren des Nass-Elektrofilters in einem Trockenturm mit konzentrierter Schwefelsäure getrocknet und anschließend dem Konverter zugeführt. Hier wird es über Vanadiumpentoxid geleitet und katalytisch zu SO_3 aufoxidiert. Das SO_3 wird je nach Verfahren (Doppelkontakt oder Einfachkontakt) im Zwischenabsorber und/oder Endabsorber in umlaufender konzentrierter Schwefelsäure absorbiert. Durch Wasserzugabe wird die Konzentration der Absorptionssäure konstant auf 98,5 bis 99 Gew. % gehalten.

Beispiel: Schwefelgrube aus Beton

Beanspruchung	chemisch	Schwefel S_8 , Schwefeloxyde (SO_2/SO_3)
	thermisch	140 – 150 °C
Lösungsvorschlag	Ausmauerung	
	Dichtschicht	entfällt
	Zwischenschicht	Thermoisolierschicht
	Nutzschicht	säurefeste keramische Steine, verlegt und verfugt in chemisch beständigem Kunstharz- oder Wasserglaskitt

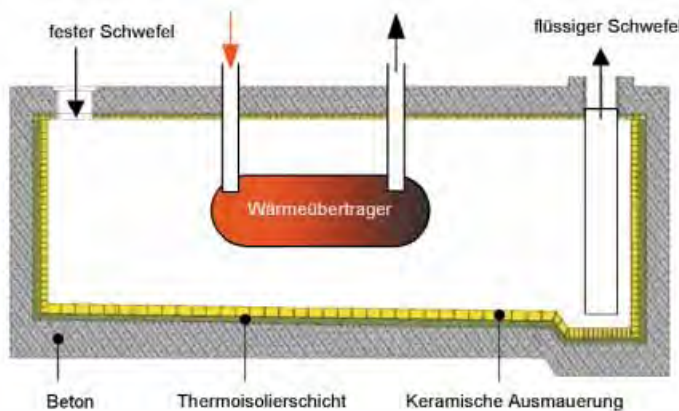


Abb. 4: Prinzipskizze einer Schwefelgrube für flüssigen Schwefel

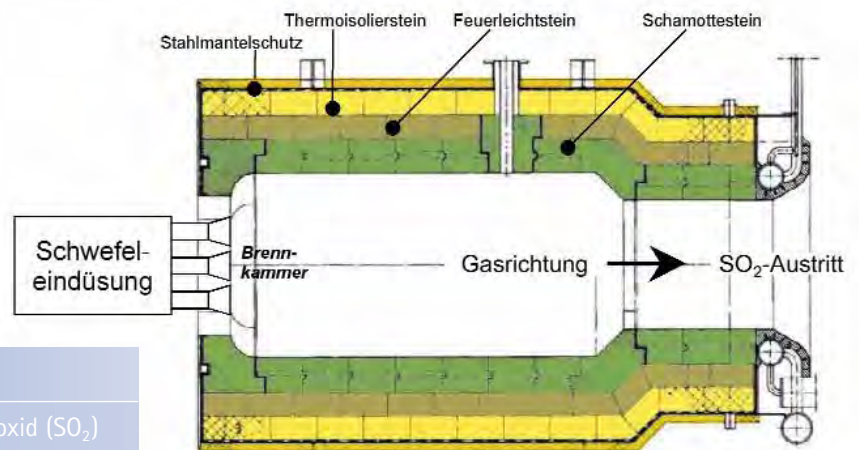


Abb. 5: Prinzipskizze Schwefelverbrennungssofen

Beispiel: Schwefelverbrennungssofen

Beanspruchung	chemisch	Schwefeldioxid (SO_2)
	thermisch	1000 – 1600 °C
Lösungsvorschlag	feuerfeste Ausmauerung	
	• Dichtschicht, Korrosionsschutz für Stahlmantel • Thermoisolierstein • Feuerleichtstein • Schamottestein (Qualität entsprechend den Temperaturanforderungen)	

Beispiel: Venturiwäscher

Beanspruchung	chemisch (trocken):	Schwefeldioxid, Schwefeltrioxid-Gas (SO_2/SO_3), Spuren von Fluorwasserstoff-Gas (HF)
	chemisch (nass):	Waschflüssigkeit : Schwefelsäure (H_2SO_4) max. 20% Flusssäure (HF) < 5%
	thermisch:	bis 350 °C
	mechanisch:	Abrieb durch Gasstrom und Bedüsung
Lösungsvorschlag:	Ausmauerung	
	Dichtschicht:	Gummierung
	Zwischenschicht:	Thermoisolierschicht in Teilbereichen
	Nutzschicht:	Säurefeste keramische Steine und Kohlenstoffsteine in Wasserglas- bzw. Kunstharzkitt

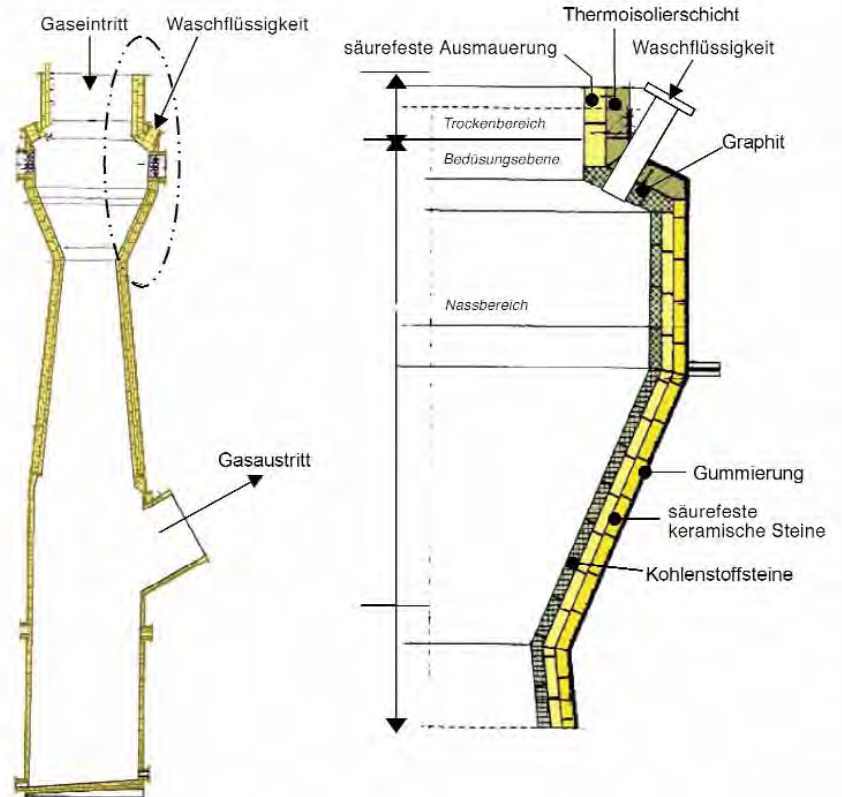


Abb. 6: Prinzipskizze (links) und Detailskizze Venturioberteil (rechts)

<i>Beispiel: Absorptionsturm (Zwischenabsorber/Endabsorber)</i>		
Beanspruchung	chemisch	> 92%-ige Schwefelsäure (H_2SO_4), Schwefeltrioxid (SO_3)
	thermisch	Gaseintritt: 250 °C Behälterinneres: 70 – 90 °C
Lösungsvorschlag:	Ausmauerung	
	Dichtschicht	je nach Auslegung der Anlage z. B. mit Thermoplast- oder Gummibahnen
	Nutzschicht	säurefeste keramische Steine, verlegt in Wasserglaskitt

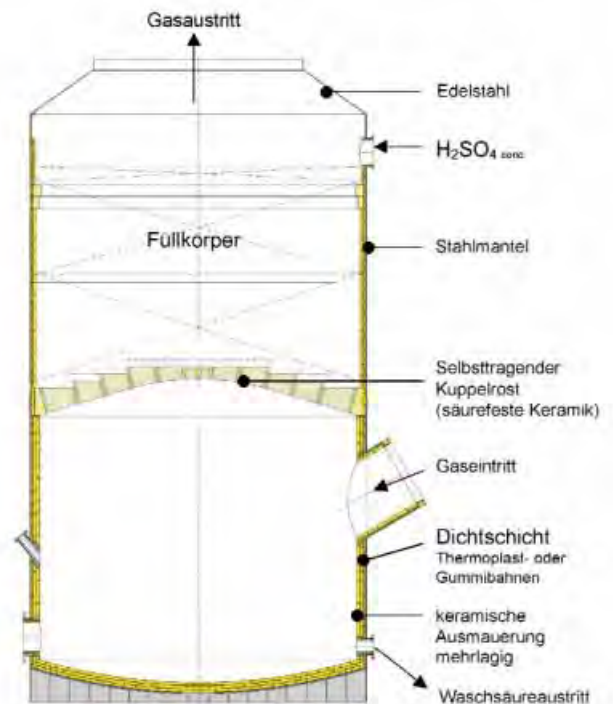
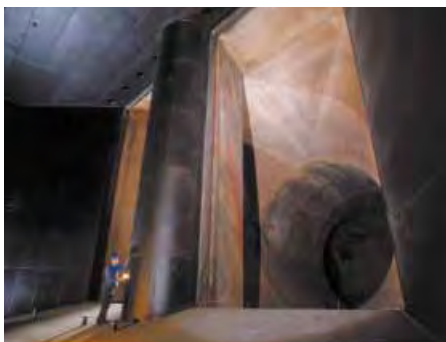


Abb. 7: Prinzipskizze Absorptionsturm

4.2.4 Rauchgasentschwefelungsanlagen

Rauchgasentschwefelungsanlagen (REA) sind Anlagen, bei denen Schwefeloxide (Schwefeldioxid SO_2 und Schwefeltrioxid SO_3) aus Rauchgasen abgeschieden werden. Rauchgasreinigungsanlagen werden außer bei Kohle- und Ölkraftwerken auch zur Reinigung von Rauchgasen in Müllverbrennungsanlagen und Anlagen anderer Industriezweige (z. B. Eisen- und Stahlindustrie, chemische Industrie) eingesetzt.

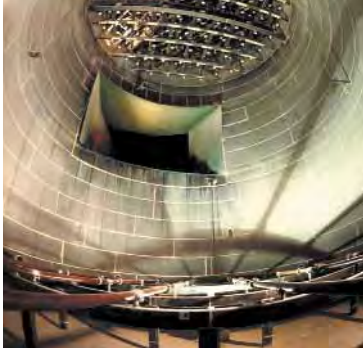


<i>Beispiel: Reingaskanäle in Rauchgasentschwefelungsanlagen</i>		
Beanspruchung	chemisch	saure, wasserdampfgesättigte Rauchgase
	thermisch	45 – 70 °C
	mechanisch	Strömungsgeschwindigkeit vom Rauchgas ca. 15 m/s
Lösungsvorschlag	Gummierung auf Basis IIR, BIIR oder CIIR bzw. Beschichtungssystem mit Flakefüllstoffen auf Basis Vinylester	

Abb. 8 und 9: Reingaskanäle mit Flakebeschichtung (oben) und Weichgummierung auf Basis BIIR



Abb. 10 und 11:
Thermoplastauskleidung (oben)
und Gummierung (unten)
eines Rauchgaswäschers



**Beispiel: Wäscher in einer Rauchgasentschwefelungsanlage
(Konstruktionsmaterial: Stahl; Beton)**

Beanspruchung	chemisch	Wäschersuspension
	thermisch	45 – 70 °C
	mechanisch	hoher Abrieb durch Kalkmilchsuspension, die über Düsen der Sprühebenen in den Wäscher eingetragen wird
Lösungsvorschlag	Auskleidung	auf Stahluntergrund: Gummierung auf Basis IIR, BIIR, CIIR (chemisch, thermisch und gegen Abrieb beständig)
		auf Betonuntergrund: verankerte Thermoplastauskleidung oder Gummierung

Beispiel: Sprühebenen in einem Rauchgaswäscher

Beanspruchung	chemisch	Wäschersuspension
	thermisch	45 – 70 °C
	mechanisch	hoher Abrieb durch Kalkmilchsuspension
Lösungsvorschlag	Gummierte Stahlrohrsysteme oder Thermoplastrohre	

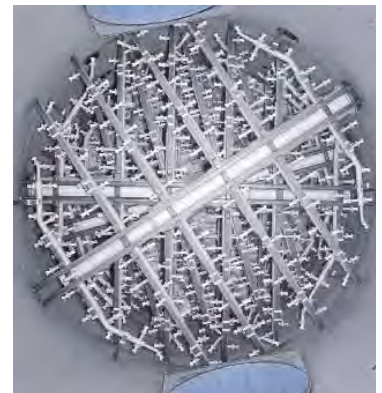
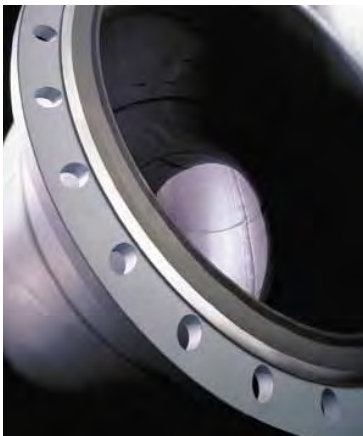


Abb. 12: Sprühebenen aus thermoplastischem Werkstoff in einem Rauchgaswäscher



Beispiel: Kreislaufleitung an einem Rauchgaswäscher

Beanspruchung	chemisch	Kalkmilchsuspension
	thermisch	45 – 70 °C
	mechanisch	Strömungsgeschwindigkeit 2 – 3 m/s, hoher Abrieb durch die Kalkmilchsuspension
Lösungsvorschlag	Auskleidung	Weichgummierung auf Basis IIR oder BIIR

Abb. 13: Innen gummiertes Stahlrohr mit spezieller Flanshdichtfläche

4.2.5 Papier- und Zellstoffindustrie

Zellstoff als Basis für die Papierherstellung wird im allgemeinen aus Holz, daneben auch aus anderen zellstoffhaltigen Naturstoffen z.B. Stroh, Schilf oder Bagasse gewonnen.

Holzspäne werden zu diesem Zweck in Zellstoffkochern mit Chemikalien unter Druck und Temperatur behandelt, wobei die Struktur des Holzes zerstört und die Zellulose isoliert wird.

Der so entstandene Rohzellulosebrei ist noch mit den Inhaltsstoffen des Holzes wie z. B. Lignin und Ligninsulfonsäure verunreinigt. Zur Reinigung und optischen Aufhellung muss die Rohzellulose gebleicht werden. Dieser Bleichvorgang wird durch einzelne oder kombinierte Bleichverfahren mittels Chlor, Chlordioxid, Hypochlorit, Sauerstoff, Ozon oder Wasserstoffperoxid durchgeführt. Das Verfahren bzw. die Sequenz der o.g. Verfahren ist abhängig vom geforderten Weißgrad des Zellstoffs bzw. der späteren Papierqualitäten.

Beispiel: Zellstoffkocher

Beanspruchung	chemisch	Bisulfitlauge
	thermisch	120 – 130 °C
	mechanisch	Druck bis 10 bar
Lösungsvorschlag	Ausmauerung	
	Dichtschicht	entfällt im dargestellten Fall
	Zwischenschicht	Spritzbeton
	Nutzschicht	als 2-lagige Ausmauerung, bestehend aus einer Lage säurefester keramischer Platten und einer 2. Lage aus Kohlenstoffsteinen, verlegt in einem chemisch beständigen Kunstharzkitt

Abb. 14: Zellstoffkocher

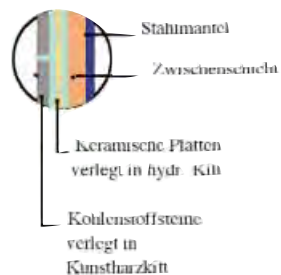
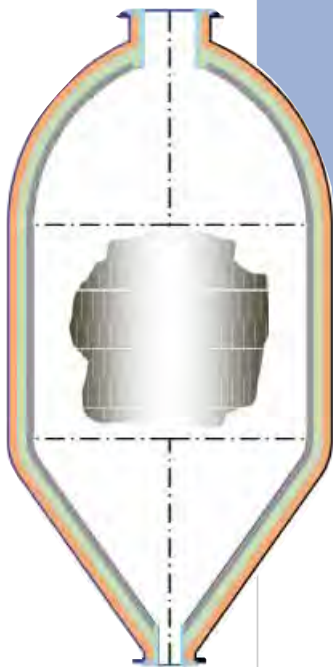
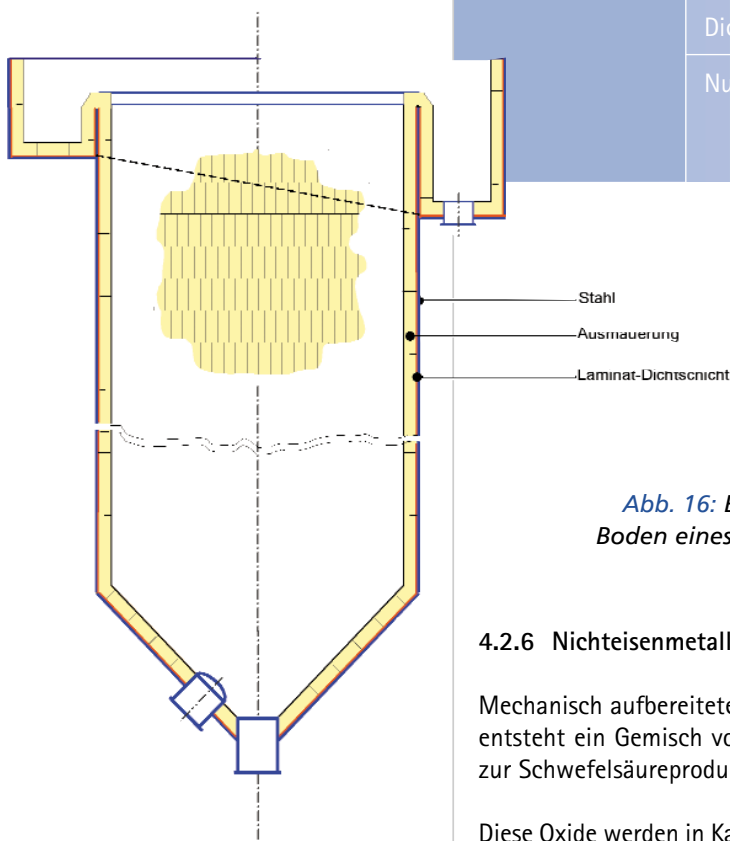


Abb. 15: Schema eines ClO_2 -Bleichturms mit Überlaufrinne



Beispiel: Bleichturm

Beanspruchung	chemisch	Chlor, Chlordioxid, Natriumhypochlorit, Sauerstoff, Wasserstoffperoxid, Ozon
	thermisch	bis 80 °C
	mechanisch	Abrieb
Lösungsvorschlag	Ausmauerung	
	Dichtschicht	Beschichtung, z.B. Kunstharzlaminat
	Nuttschicht	säurefeste Keramik, verlegt in chemisch beständigem Kunstharzkitt auf Polyester- oder Vinylesterharzbasis

Abb. 16: Blick auf den Boden eines Bleichturms



4.2.6 Nichteisenmetallgewinnung (Zinkelektrolyse)

Mechanisch aufbereitetes, sulfidisches Erz wird einem Röstprozess zugeführt. Dabei entsteht ein Gemisch von Metalloxiden und als Nebenprodukt Schwefeldioxid, das zur Schwefelsäureproduktion verwendet wird.

Diese Oxide werden in Kaskaden von korrosionsbeständig ausgemauerten Rührwerksbehältern in verdünnter Schwefelsäure gelöst (Laugung). Diese Lösung (Lauge) wird anschließend in einem mehrstufigen Verfahren, in Eindickern sowie anschließender Filtration, chemisch und physikalisch gereinigt, wobei die unerwünschten Stoffe in Form von schwerlöslichen Fällungsprodukten abgetrennt werden.

In Elektrolysezellen wird das Metall (Zink) elektrochemisch aus der hochgereinigten Metallsalzlösung abgeschieden. Anschließend wird es durch Umschmelzen gereinigt.

In den Verfahrensschritten Laugung und Laugenreinigung kommt eine Vielzahl von Aggregaten und Reaktionsbehältern sowie Tanks zur Anwendung, die aufgrund des aggressiven Charakters der verwendeten Medien gegen Korrosion geschützt werden müssen.



Abb. 17 und 18: Eindicker mit keramischer Ausmauerung



Abb. 19: Elektrolysezellen mit mechanisch verankerter Thermoplastauskleidung

4.3

Beispiel: Eindicker

Beanspruchung	chemisch	Metallsalzlösung (schwefelsauer)
	thermisch	80 – 90 °C
	mechanisch	Abrieb
Lösungsvorschlag	Ausmauerung	
	Dichtschicht	Gummierung oder Kunstharzbeschichtung
	Nutzschicht	säurefeste keramische Steine in chemisch und thermisch beständigem Kunstharzkitt

Beispiel: Elektrolysezellen aus Beton

Beanspruchung	chemisch	schwefelsaure Metallsalzlösung
	thermisch	bis 65 °C
	mechanisch	Abrieb
Lösungsvorschlag	Auskleidung	mechanisch verankertes Thermoplastsystem, Gummierung oder lose verlegte Thermoplastbahnen

Oberflächenschutz unter besonderer Berücksichtigung wasser- und baurechtlicher Anforderungen

4.3.1 Allgemeines

Oberflächenschutzmaßnahmen unter besonderer Berücksichtigung wasser- und baurechtlicher Anforderungen kommen vor allem für Bauwerke zur Anwendung, in denen Behälter und Apparate mit Medien aggressiven und/oder wassergefährdenden Inhaltes stehen. Dabei müssen Bodenflächen mit den Anschlüssen zu Wänden und anderen aufgehenden Bauteilen sowie Rinnen, Kanäle, Pumpensümpfe aber auch Auffangräume und Ableitflächen gegen den Einfluss von aggressiven Substanzen geschützt werden.

Bei Industrieböden, die mit korrosiven und/oder wassergefährdenden Medien beaufschlagt werden, handelt es sich überwiegend um Bauwerksteile aus Beton bzw. Stahlbeton. Zu deren Erhalt und zum Schutz der Umwelt sind entsprechende Oberflächenschutzmaßnahmen erforderlich.

Die Beaufschlagung mit aggressiven Stoffen kann bei Industrieböden, sowohl aus zeitlicher als auch quantitativer Sicht, diskontinuierlich und von selten bis häufig erfolgen.

Bei Industrieböden ist für die Auswahl der anzuwendenden Oberflächenschutzmaßnahmen, neben der chemischen und thermischen Belastung, auch die mechanische Beanspruchung von wesentlichem Einfluss.

Sie sind entscheidend für die anzuwendenden Werkstoffe und Technologien, die sich wie folgt unterteilen lassen:

- Beschichtungen mit verschiedenen Kunstharzen
- Kombinierte Beläge mit einer Dichtschicht (Beschichtungen oder Auskleidungen) und der die Dichtschicht abdeckende Nuttschicht
- Chemisch beständige Bodenbeläge im Rüttelverfahren

Die Auswahl ist stets von den konkreten Anforderungen in chemischer, thermischer und mechanischer Hinsicht abhängig. Weitere Anforderungen ergeben sich generell für alle Bauteile aus gesetzlichen Regelungen, z. B. dem Wasserhaushaltsgesetz (WHG) und den Landesverordnungen für Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Flüssigkeiten (VAwS).

Bei der Ausführung von Dichtflächen als Sekundärschutz nach WHG handelt es sich bei den Industrieböden gemäß TRwS 132 um Ableitflächen.

Auch hier sind projektbezogen weitere Anforderungen an die Oberfläche bezüglich hygienischer Bedingungen, Dekontaminierbarkeit, GMP-Regelungen und Farbgebung zu beachten.

Industrieböden, die mit korrosiven und/oder wassergefährdenden Medien beaufschlagt werden, müssen ein Bodengefälle erhalten. Dieses ist so anzulegen, dass die Fläche trockenläuft (Mindestgefälle $> 1,5\%$).

Die Ableitung der Medien erfolgt in Rinnen, Kanäle, Pumpensümpfe, in welchen dann eine längerfristige bis ständige Beaufschlagung mit korrosiven und/oder wassergefährdenden Stoffen stattfindet. Hier kann es zu Aufkonzentrationen und höheren Temperatureinwirkungen kommen, wodurch besondere Schutzmaßnahmen erforderlich werden.

Bei der Festlegung der Auskleidungstechnologie für derartige Bauteile sind mechanische Einflüsse auf die Oberfläche, bedingt durch hohe Fließgeschwindigkeiten, Förderung abrasiver Materialien oder aggressive Reinigungstechnologien (mechanisch, Hochdruckwasserstrahl), zu beachten. Sie können unter Umständen einen zusätzlichen mechanischen Schutz erforderlich machen.

Speziell in Pumpensümpfen können sich wassergefährdende Flüssigkeiten sammeln, so dass diese als Behälter angesehen werden müssen. In diesen Fällen kann ein Primär- und Sekundärschutz notwendig werden.

Bei nicht ebenerdig angeordneten oder unterkellerten Industrieböden kann die Ableitung der Flüssigkeiten auch über korrosionsbeständige Bodenabläufe und daran anschließende Rohrleitungen erfolgen.



Im Säureschutzbau ist die Ausbildung von Dehnfugen konstruktiv so vorzusehen, dass die Abdichtung mit elastischen Fugendichtstoffen zumindest bei einer kurzzeitigen Einwirkung eines aggressiven Mediums erhalten bleibt. Die Anordnung der Fugen ist bereits im baukonstruktiven Planungsstadium unter den speziellen Bedingungen des Säurebaues zu berücksichtigen.

Die Eignung von Fugendichtstoffen muss über die allgemeine bauaufsichtliche Zulassung des Deutschen Institutes für Bautechnik (DIBt) nachgewiesen sein.

Dehnfugen sind als dem Verschleiß unterliegende Bauteile zu betrachten und daher ständig zu warten und zu kontrollieren.

Vom Gesetzgeber werden an die Beschaffenheit von Ableitflächen und Auffangräumen hohe Anforderungen hinsichtlich Dichtheit und Beständigkeit bei chemischer, thermischer und mechanischer Belastung gestellt. Diese Einrichtungen müssen so ausgeführt sein, dass Verunreinigungen von Boden und/oder Gewässern sicher ausgeschlossen werden kann. Es gilt der Besorgnisgrundsatz § 19g WHG, nach dem jede Beeinträchtigung von Gewässern (auch des Grundwassers) zu vermeiden ist.

Entsprechend Wassergefährdungsklasse, Volumen und Art der verwendeten Medien sowie Infrastrukturmaßnahmen – organisatorisch und technisch – wird das Gefährdungspotential der Anlage bestimmt. Gemäß TRwS 132 und Zulassungsgrundsätzen des DIBt werden 3 Beanspruchungsstufen definiert.

- gering: kurzzeitige Beanspruchung
Beaufschlagungsdauer ≤ 8 Stunden
- mittel: begrenzte Beanspruchung
 $8 \text{ Stunden} < \text{Beaufschlagungsdauer} \leq 72 \text{ Stunden}$
- hoch: langzeitige Beanspruchung
 $72 \text{ Stunden} < \text{Beanspruchungsdauer} \leq 3 \text{ Monate}$

Die Eignung der Dichtschicht wird über allgemeine bauaufsichtliche Zulassungen des DIBt oder Nennung in der Bauregelliste A oder durch Eignungsfeststellung im Einzelfall nachgewiesen. Bei Dichtschichten für Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen muss in der Regel die Befahrbarkeit nachgewiesen werden.

Im Normalfall werden Auffangvorrichtungen chemisch nur kurzzeitig beansprucht (sekundäre Schutzmaßnahmen), dagegen muss häufiger mit mechanischer Belastung durch Stapler- oder LKW-Verkehr gerechnet werden.

Thermische Belastungen treten im Allgemeinen nur dann auf, wenn im Störfall Medien mit erhöhter oder tieferer Temperatur auf die Dichtschicht bzw. durch Temperaturwechsel im Freien einwirken.

Bei der Konstruktion von Auffangräumen und Ableitflächen muss die Beschränkung der Rissweiten in Verbindung mit der vorgesehenen Dichtschicht berücksichtigt werden. Gemäß den Zulassungsgrundsätzen des DIBt können Dichtschichten für Rissweiten von 0,1 bis 0,5 mm zugelassen werden.

4.3.2 Industrieböden

Industrieböden in verfahrenstechnischen Anlagen kommen fast in allen Industriezweigen vor, so dass die u.g. Beispiele nur eine Auswahl aus einer Vielzahl der Anwendungsmöglichkeiten sein können.

Es werden dabei die vorhandenen Beanspruchungen in chemischer, thermischer und mechanischer Hinsicht sowie weitere Anforderungen und die sich hieraus ergebenden Lösungsvorschläge sowie spezielle Hinweise angegeben.

Die Anforderungen an den Bodenbelag müssen vom Bauherrn oder Planer umfassend dargestellt sein, um eine optimale Systemscheidung herbeiführen zu können.



Abb. 20: Rüttelboden in einem pharmazeutischen Betrieb

Beispiel: Boden in einem pharmazeutischen Betrieb

Beanspruchung	chemisch	Säuren, Laugen und organische Lösemittel, Tenside, Belastung nur kurzzeitig oder im Störfall
	thermisch	10 bis max. 80 °C Temperaturwechsel in diesem Temperaturbereich auch schockartig
	mechanisch	Fußgängerverkehr; Gabelhubwagen Paletten (z.T. mit Eisenfüßen); Reinigung mittels Hochdruckreiniger (80 bar/40 °C)
Weitere Anforderungen	zu beachten sind Pharma-, Produktions- und Laborvorschriften! Oberfläche muss vollkommen eben sein (GMP-Anforderungen) Rutschhemmung: R10	
Lösungsvorschlag	Chemisch beständiger Bodenbelag im Rüttelverfahren (AGI S 40)	
	Dichtschicht	Dichtungsbahn oder Beschichtung mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt.
	Nutzschicht	Mörtelbett, darauf Platten aus Steinzeug in Kunstharzkitt verlegt und mit elektrisch ableitfähigem Vinylesterharzkitt verfugt
Hinweis	Wegen der erhöhten Anforderungen an die Ebenheit (GMP) sind auch planebene Fugen erforderlich.	

Es handelt sich wasserrechtlich um eine Ableitfläche gem. TRwS 132, vgl. Tabelle 1, Nr. 10 Baukonstruktionen mit Plattenbelägen gemäß AGI S10 (bzw. AGI S40 mit Dichtschicht) in Verbindung mit AGI S 30.



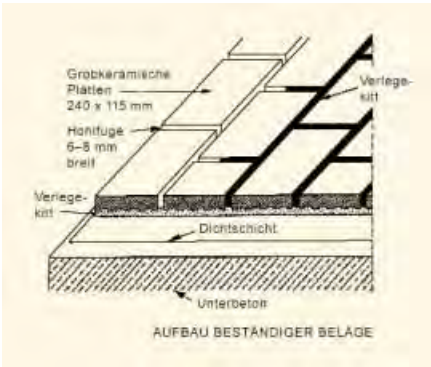


Abb. 21 und 22: Kombiniertes Belag in einem Technikum (oben) und einer Pumpenstation (unten)



Beispiel: Bodenflächen eines Technikums in einem chemischen Betrieb mit Pumpenstation		
Beanspruchung	chemisch	Schwefelsäure, Salzsäure 30%-ig, Milchsäure, Lösemittel unterschiedlichster Art
	thermisch	Raumtemperatur
	mechanisch	Fußgängerverkehr Gabelstapler mit Polyamidrädern, bis 4t
Weitere Anforderungen	Der Boden ist insgesamt elektrisch ableitfähig mit einem Ableitwiderstand < 10 ⁶ Ω herzustellen.	
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (AGI S10, DIN 28052, Teil 5)	
	Dichtschicht	ableitfähige Vinylesterharzbeschichtung mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung
	Nutzschicht	20 mm dicke keramische Platten verlegt und verfugt mit ableitfähigem Furanharzkitt
Hinweis	Die Prüfung der elektrischen Ableitfähigkeit erfolgt nach DIN 28052, Teil 6, Anhang G.	

Abb. 23: Prinzipskizze zum Aufbau beständiger Beläge



Beispiel: Bodenflächen eines Gipsentwässerungsgebäudes im Kraftwerksbereich		
Beanspruchung	chemisch	Gipssuspension mit Spuren von Säuren und Laugen, pH-Wert: 3 – 10, Deionat, hohe Nassbelastung
	thermisch	kurzzeitig bis 60°C
	mechanisch	Fußgängerverkehr; LKW – Verkehr punktuelle Belastung durch Abstellen von Anlagenteilen
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (AGI S10, DIN 28052, Teil 5)	
	Dichtschicht	Polyurethan- oder Epoxidharzbeschichtung
	Nutzschicht	säurefeste keramische Platten, unterschiedlicher Dicke je Nutzungsbereich, verlegt und verfugt mit Kunstharzkitt auf Basis ungesättigter Polyesterharze



Abb 24: Beständiger Plattenbelag im Kraftwerksbereich (Gitterrost zur Demonstration entfernt)



Abb. 25 und 26:
Rüttelboden nach AGI S 40
(oben) und mit Detailaus-
bildung Bodenablauf (unten)



Beispiel: CIP¹⁾-Station in einer Brauerei (Reinigungsanlage)

Beanspruchung	chemisch	Salpetersäure 65%-ig Salzsäure 37%-ig Natronlauge 50%-ig
	thermisch	max. 80 °C
	mechanisch	Gabelstapler, luftgummibereift, bis 5 t Paletten (z.T. Eisenfüße) Hochdruckreiniger 80 bar/40°C
Lösungsvorschlag	Bodenbelag im Rüttelverfahren (AGI S 40, DIN 28052, Teil 5)	
	Dichtschicht	Vinylesterharzlaminat mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt
	Nutzschicht	keramische Platten aus Steinzeug verlegt und verfugt mit Vinylesterharzkitt
Hinweis	Die Bodenflächen müssen ein Gefälle erhalten. Das Abführen von Flüssigkeiten erfolgt über Bodenabläufe und Rohrleitungen.	

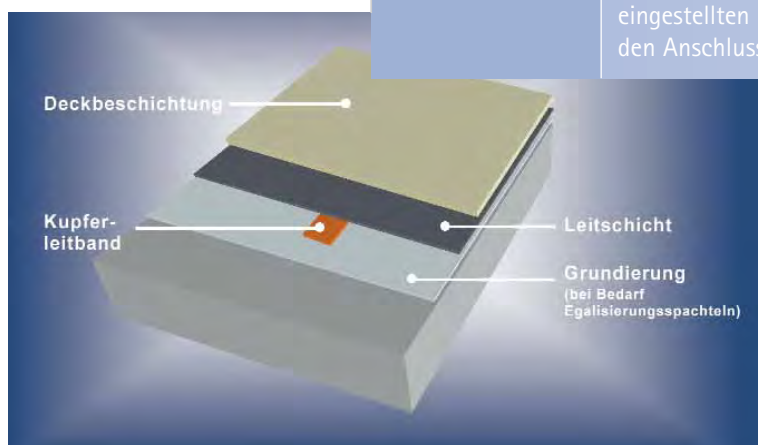
¹⁾ Cleaning in place



Abb. 27 und 28:
Batterieraum (oben) und
schematischer Aufbau
einer ableitfähigen Boden-
beschichtung (unten)

Beispiel: Bodenflächen von Batterieräumen

Beanspruchung	chemisch	Schwefelsäure ca. 37%-ig
	thermisch	Raumtemperatur
	mechanisch	Fußgängerverkehr, partiell hohe Druckbelastung durch das Aufstellen von Batterieblöcken
Weitere Anforderungen	Der Boden ist elektrisch ableitfähig herzustellen mit einem Ableitwiderstand $< 10^6 \Omega$. Aus den Anforderungen der VAwS ergibt sich eine stoffundurchlässige Fläche mit Nachweis VAwS (F ₂).	
Lösungsvorschlag	Beschichtung (AGI S 20 ; AGI S30 ; DIN 28052, Teil 3) auf Kunstharzbasis mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt	
Hinweis	Die Ableitfähigkeit wird durch die Verwendung einer leitfähig eingestellten Beschichtung erreicht; die Erdung erfolgt durch den Anschluss an den Potentialausgleich.	



Beispiel: Bodenflächen einer chemischen Anlage

Beanspruchung	chemisch	Styrol, Toluol, Methanol, Isopropanol, Isododecan, Acrylnitril, Divinylbenzol Dichlorethan, Dimethylethanolamin, Formaldehydlösung 30%-ig Salzsäure, Schwefelsäure, Natron- und Kalilauge 50%-ig
	thermisch	kurzzeitig bis 80 °C
	mechanisch	Gabelstapler, Hub- und Fasswagen für hohe Lasten mit kleinen Eisen- oder Kunststoffrädern
Weitere Anforderungen	Der Boden ist elektrisch ableitfähig mit einem Ableitwiderstand von $< 10^6 \Omega$ einzustellen	
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (AGI S10; DIN 28052, Teil 5)	
	Dichtschicht	Vinylesterharzlaminat mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt
	Nutzschicht	Pflasterklinkerbelag verlegt und verfugt mit kohlenstoffgefüllten Furanharzkitt
Hinweis	Auf Grund der Beanspruchung und der Tatsache, dass die zu schützende Bodenplatte sich im Erdgeschoss ohne Unterkellerung befindet, ist der Nachweis der Dichtheit und Beständigkeit gem. VAWs für diese Betriebs-Anlage (HBV-Anlage) gegen Erdreich zu führen. Bei der Bodenplatte handelt es sich um eine Ableitfläche nach TRWS 132. Zur Aufnahme der anfallenden Flüssigkeitsmengen, ist hierzu eine Rinne und Grube zu integrieren.	

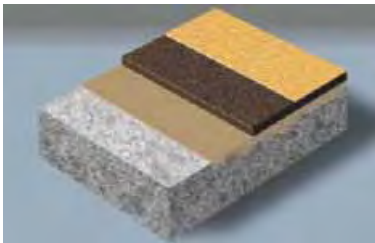


Abb. 29: Aufbaumuster für eine rutschhemmende Beschichtung

Beispiel: Hallenboden in einer Galvanik

Beanspruchung	chemisch	Salzsäure 20%-ig Schwefelsäure 20%-ig Natronlauge 20%-ig
	thermisch	bis 50 °C
	mechanisch	Fußgängerverkehr; Gabelhubwagen bis 1 t Gesamtgewicht; Gabelstapler, luftgummibereift bis 5 t Gesamtgewicht
Weitere Anforderungen	Rutschhemmung R12	
Lösungsvorschlag	Beschichtung (AGI S20 ; DIN 28052, Teil 3) auf Basis Epoxidharz. Die entsprechende Rutschfestigkeit wird durch die Abstreue der frischen Beschichtung mit feuergetrocknetem Quarzsand erreicht.	
Hinweis	Die Bodenflächen müssen ein Gefälle erhalten. Die Ableitung der verdünnten Säuren und Lauge erfolgt in einen Pumpensumpf.	

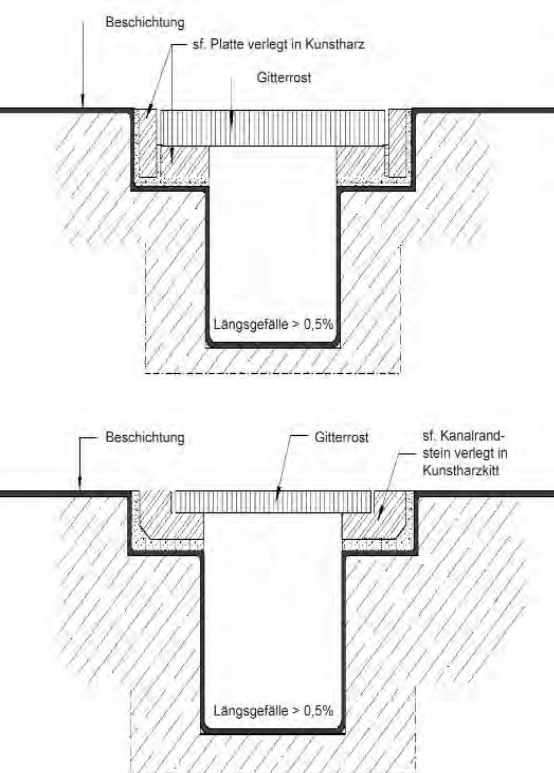
4.3.3 Rinnen, Kanäle, Pumpensümpfe

Rinnen, Kanäle und Pumpensümpfe dienen der gezielten Sammlung und Abführung belasteter und unbelasteter Flüssigkeiten und stellen Tiefpunkte von Industrieböden bzw. von Dicht- und Ableitflächen dar. Die unterschiedlichen Ausführungsarten sind im Anschluss an die einzelnen Beispiele als Prinzipdarstellung in Form von Detaillösungen angegeben.

Um Oberflächenschutzmaßnahmen in Rinnen, Kanälen und Pumpensümpfen fachgerecht zu applizieren, sind bereits bei der Planung die notwendigen Rohbaumaße zu berücksichtigen.

Beim Einsatz von Rinnensohlschalen richtet sich das Rohbaumaß nach den Standardsteinformaten. Dies gilt auch für die Falzausbildung am Kanalrand. Um einen fachgerechten Einbau der Dichtschicht bzw. Plattierung zu gewährleisten, sind abhängig von der Rohbautiefe bestimmte Rinnen- und Kanalbreiten einzuhalten (siehe Tabelle links).

Rohbautiefe	notwendige Breite
< 300 mm	350 mm
300 – 500 mm	500 mm
500 – 750 mm	600 mm
750 – 1000 mm	800 mm
1000 – 2000 mm	1200 mm



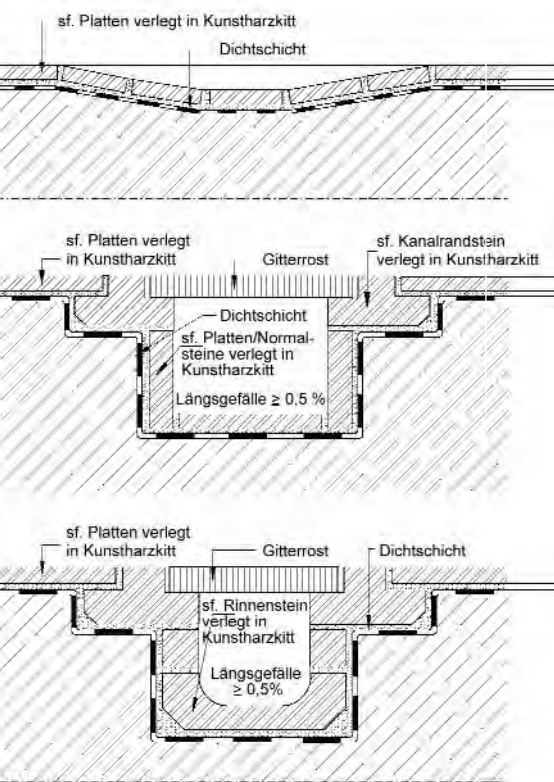
Beispiel: Auffangwanne mit umlaufender Rinne und Sammelgrube für Natriumhydroxidlösung (NaOH)

Beanspruchung	chemisch	50%-iges Natriumhydroxid, Belastung nur im Havariefall, Spülwasser nur schwach belastet
	thermisch	max. 50 °C
	mechanisch	Fußgängerverkehr, Reinigung
Weitere Anforderungen	Rinne gehört zum Auffangraum	
Lösungsvorschlag	Beschichtung: mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung des DIBt (AGI S 20; DIN 28052, Teil 3)	
Hinweise	Zu beachten ist die Falzausbildung für die Aufnahme der GFK ¹⁾ -Gitterrostabdeckung (siehe Details zu Rinnen, Kanälen, Pumpensümpfen). Die Dicke der Abdeckung ist entsprechend der zu erwartenden Druckbelastung zu bemessen (s. Abb. 30).	

Abb. 30: Beschichtungen in Rinnen, Kanälen und Pumpensümpfen

¹⁾ Glasfaserverstärkte Kunststoffe

Abb. 31: Kombinierte Beläge in Rinnen, Kanälen und Pumpensäumpfen



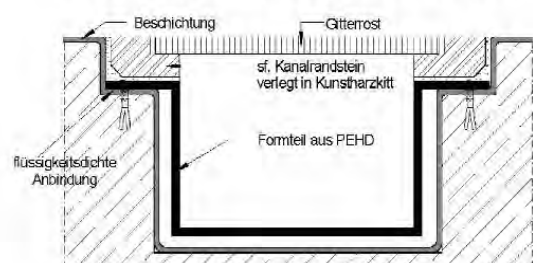
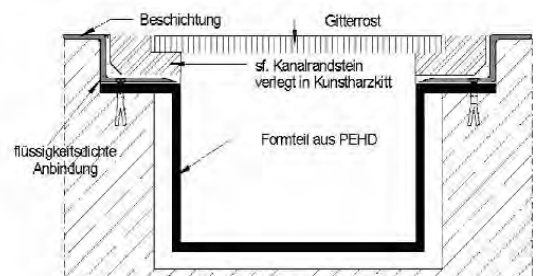
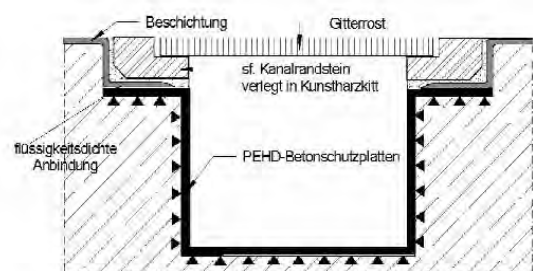
Beispiel: Pumpensumpf in einer Ableitfläche in einer Chemieanlage (Größe 2000 x 2000 mm, Tiefe 1500 mm)

Beanspruchung	chemisch	Natriumhydroxid 50%-ig Schwefelsäure 80%-ig Essigsäure 90%-ig Toluol, Aceton, Kondensat
	thermisch	max. 95°C
	mechanisch	Gabelstaplerverkehr bis 5t Gesamtgewicht Reinigung mechanisch und mit Hochdruckwasserstrahl
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (AGI S 10, DIN 28052 Teil 5)	
	Dichtschicht	Vinylesterharzlaminat
	Nutzschicht	säurefeste keramische Steine, verlegt und verfugt mit ableitfähigem Kunstharzkitt, einschließlich Kanalrandstein (s. Abb. 31).
Hinweise	Für eine fachgerechte Applikation sind die notwendigen Rohbaumaße zu beachten. Bei der Verarbeitung von styrolhaltigen Stoffen sind besondere Arbeitsschutzmaßnahmen zu treffen.	

Abb. 32: Auskleidungen in Rinnen, Kanälen und Pumpensäumpfen

Beispiel: Sanierung eines Kanals in der Mitte einer Ableitfläche in einer Chemieanlage (Kanaltiefe 400 mm, Länge 12 m)

Beanspruchung	chemisch	Salzsäure 37%-ig Eisen(II)-sulfatlösung
	thermisch	max. 40 °C
	mechanisch	Gabelstaplerverkehr bis 5 t Gesamtgewicht, Handhubwagen bis 1 t Gesamtgewicht (jeweils auf der Abdeckung) Reinigung mit Hochdruckwasserstrahl
Weitere Anforderungen	Realisierungszeit max. 4 Tage	
Lösungsvorschlag	Auskleidung (DIN 28052, Teil 4), Betonschutzplatte aus PEHD mit Verankerungselementen, mit keramischen Kanalrandsteinen zur Aufnahme der Gitterroste (s. Abb. 32).	



4.3.4 Auffangräume und Ableitflächen

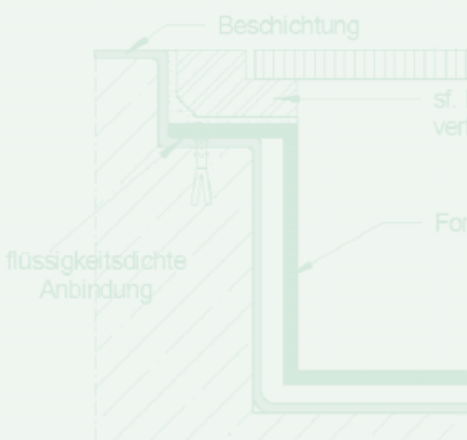
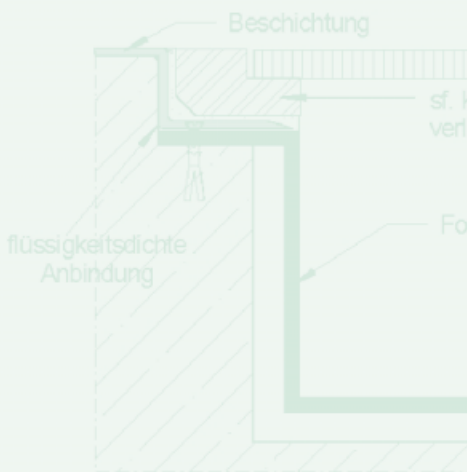
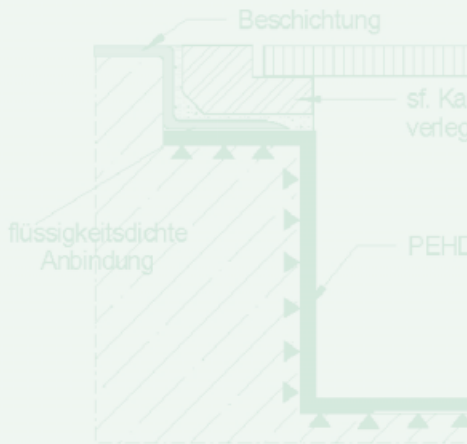
Auffangräume sind Rückhalteeinrichtungen zum Auffangen/Zurückhalten auslaufender wassergefährdender Flüssigkeiten beim Versagen von Anlagen oder Anlagenteilen (sekundäre Schutzmaßnahmen).

Ableitflächen dienen zum Ableiten wassergefährdender Flüssigkeiten über ein Gefälle, in der Regel $\geq 2\%$.

Auffangvorrichtungen und Ableitflächen werden den zugehörigen Anlagen räumlich zugeordnet. Sie können aus Stahl oder Beton bestehen.

Bei der Konstruktion von Auffangräumen und Ableitflächen muss die Beschränkung der Rissweiten in Verbindung mit der vorgesehenen Dichtschicht berücksichtigt werden. Gemäß den Zulassungsgrundsätzen des DIBt können Dichtschichten für Rissweiten von 0,1 bis 0,5 mm zugelassen werden.

Die Eignung von Fugendichtstoffen und Fugenbändern muss ebenfalls über eine allgemeine bauaufsichtliche Zulassung nachgewiesen werden.



Beispiel: Lager für brennbare Flüssigkeiten

Beanspruchung	chemisch	organische Lösemittel, Säuren, Laugen
	thermisch	Raumtemperatur
	mechanisch	Staplerverkehr, Montage, Reinigungsarbeiten
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (DIN 28052, Teil 5; AGI S 10; AGI S 30)	
	Dichtschicht	Furanharz- oder Vinylesterharzlaminat mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung
	Nutzschicht	säurefeste keramischen Platten verlegt und verfugt mit elektrisch ableitfähigem Furanharzkitt
Hinweis	Das Gesamtsystem muss elektrisch ableitfähig ausgebildet sein, siehe Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV). Ausführung des kombinierten Belages nach AGI S 10 unter Verwendung einer Dichtschicht mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung ist ein geregeltes Bauprodukt nach Bauregelliste A. Weitere Hinweise in AGI-Richtlinie: „Anforderungen an Dichtflächen“ sowie in DIN 28052, Teil 5.	



Abb. 33: Ableitfläche mit Rinne

Ermittlung des Gefahrenpotentials gemäß Anlagenverordnung

Wegen der Vielzahl der Chemikalien sind die repräsentativen Stoffe bzw. Stoffgruppen für die gesamte Anlage aufzulisten und anzugeben:

- brennbare Flüssigkeiten nach GefStoffV/BetrSichV,
- DIBt-Prüfgruppen bzw. Vergleichschemikalien
- Wassergefährdungsklasse (WGK)

Danach ist die gesamte Flüssigkeitsmenge je WGK in diesem Bereich (in m³) aufzulisten und das Gefährdungspotential nach § 6 VAwS zu ermitteln. Daraus resultieren die erforderlichen Maßnahmen.

Anschließend ist der Nachweis des Rückhaltevolumens gem. VAwS und Löschwasserrückhalterichtlinie (LöRüRL) zu führen. Entsprechend sind die baulichen Abmessungen zu bestimmen, wobei es sich bei der Bodenplatte um eine Ableitfläche handelt. Zur Aufnahme der anfallenden Flüssigkeitsmengen sind hierzu Rinnen und Gruben zu integrieren.

Beispiel: Ableitfläche mit Rinne

Beanspruchung	chemisch	Natronlauge 20%-ig
	thermisch	Raumtemperatur
	mechanisch	Abstellen von Anlagenteilen
Lösungsvorschlag	Beschichtung (DIN 28052, Teil 3; AGI S 20) auf Epoxidharz- oder Polyurethanharzbasis	



Abb. 34: Systemaufbau

Beispiel: Auffangbecken für Abwässer eines Stahlwalzwerkes

Beanspruchung	chemisch	Abwässer der Walzanlage (u. a. Alt-Walzöl)
	thermisch	Freibewitterung, Abwassertemperatur ca. 50 °C
	mechanisch	Montage, Reinigungsarbeiten, Schlammräumer
Lösungsvorschlag	Beschichtung (DIN 28052, Teil 3) Beschichtungssystem auf Polyurethanbasis mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung nach den Zulassungsgrundsätzen für Beschichtungssysteme für Beton in LAU-Anlagen des DIBt, Berlin Applikation im Heißspritzverfahren	



Abb. 35 und 36:
Spritzapplikation (links) und
Auffangbecken (rechts)



Abb. 37 und 38: LKW-Verladetassen

Beispiel: LKW-Verladetasse; Außenlager

Beanspruchung	chemisch	Schwefelsäure 70%-ig, Belastung im Havariefall
	thermisch	Temperaturwechsel durch klimatische Beanspruchung
	mechanisch	LKW-Verkehr, Gabelstapler
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (DIN 28052 Teil 5, AGI S 10)	
	Dichtschicht	Beschichtung mit allgemeiner bauaufsichtlicher Zulassung (wasserrechtliche Zulassung)
	Nutzschicht	säurefeste, keramischen Platten, verlegt und verfugt in chemisch beständigem Kunstharz- oder Wasserglaskitt.
Hinweise	Ausführungen gem. AGI Arbeitsblatt S 10 gelten ohne weiteren Nachweis als befahrbar (s. Bauregelliste A, Nr. 15.31 und DIN 28052, Teil 6 – Punkt 4.4.4)	

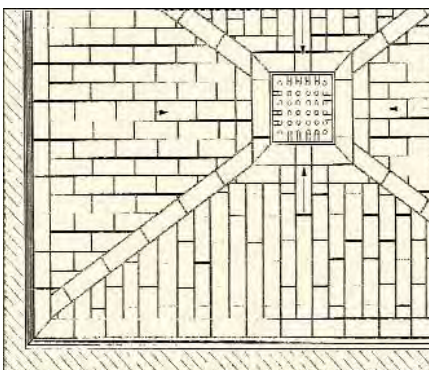
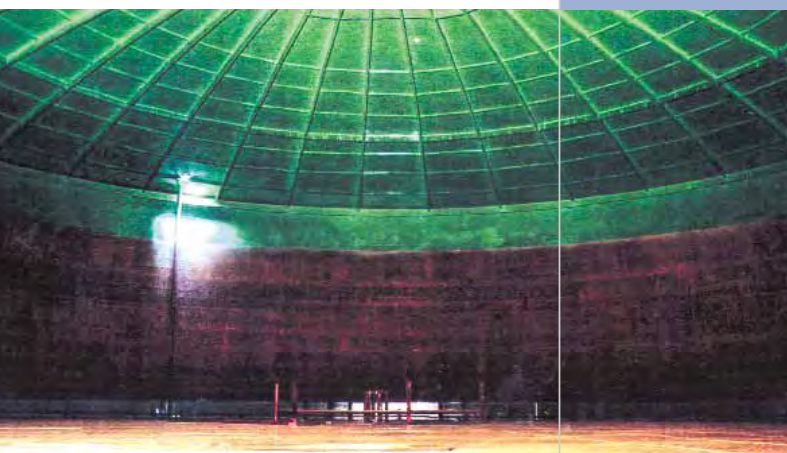


Abb. 39: Prinzipskizze:
Kombinierte Beläge –
Anordnung der Plattenbeläge
in den Gefällewechsellinien

Beispiel: Ableitfläche in einem chemischen Produktionsbetrieb

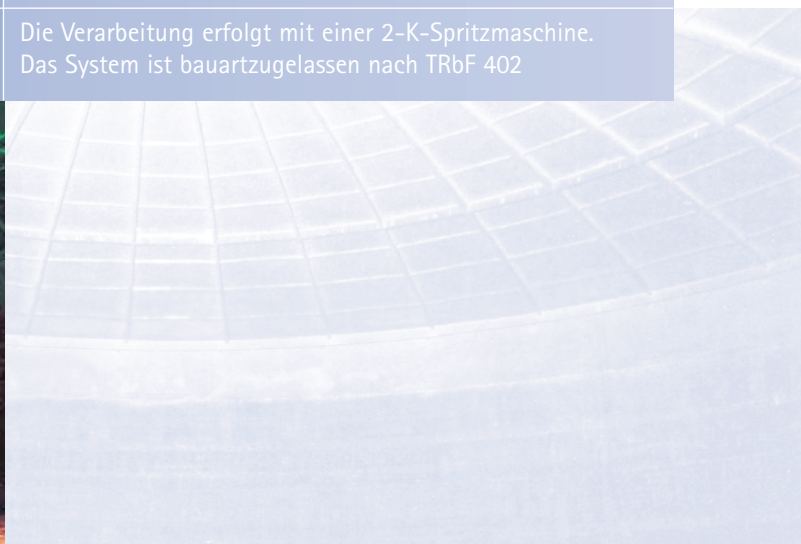
Beanspruchung	chemisch	Salpetersäure 65%-ig Schwefelsäure 96%-ig
	thermisch	kurzzeitig 90°C
	mechanisch	Gabelstaplerverkehr, Abstellen von Anlagenteilen
Lösungsvorschlag	Kombinierter Belag (DIN 28052, Teil 5; AGI S 10)	
	Dichtschicht	Laminat auf Basis Vinylesterharz
	Nutzschicht	säurefeste, keramische Spaltplatten in Polyesterharzkitt verlegt und verfugt
Hinweise	Aufgrund der extremen chemischen und thermischen Beanspruchung wurde diese Art der Ausführung gewählt. Dazu-gehörige Rinnen und Gruben werden ebenso ausgekleidet. Ausführung gemäß AGI S 10 sind als Bauprodukte für ortsfest verwendete Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen von wassergefährdenden Stoffen (LAU-Anlagen) ohne weiteren Nachweis geeignet (vgl. Bauregelliste A, Nr. 15.31).	

Abb. 40: Innenbeschichtung eines Tanks



Beispiel: Tankinnenbeschichtung eines Lagerbehälters

Beanspruchung	chemisch	Schweröl
	thermisch	Umgebungstemperatur
	mechanisch	Spritzreinigung
Lösungsvorschlag	Beschichtung (DIN 28054, TRbF 402), lösemittelfreie pigmentierte 2-Komponenten-Kunstharzbeschichtung	
Hinweise	Die Verarbeitung erfolgt mit einer 2-K-Spritzmaschine. Das System ist bauartzugelassen nach TRbF 402	



Schlusswort – Zusammenfassung

Diese Richtlinie soll mit ihren beispielhaften Darstellungen einen Überblick über das Gewerk des schweren Korrosions- und Oberflächenschutzes geben sowie Hinweise und Anregungen für die Planung im Vorfeld bieten.

Die erforderlichen Maßnahmen sind derart vielfältig, dass diese Richtlinie keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt. Es ist deshalb sinnvoll, auf die Möglichkeit der Beratung durch die Mitgliedsfirmen der Fachverbände bereits in der Planungsphase zurückzugreifen, damit eine fachgerechte Ausführung erfolgen kann.

Literatur

6 Literatur

- § 19g WHG – Besorgnisgrundsatz
- Ableitfähige Beschichtungen für Industriefußböden – Sachstandsbericht der Deutschen Bauchemie e.V., 1. Ausgabe, Juni 2003
- AGI-Arbeitsblätter S 10, S 20, S 30, S 40
- Alexejew, Rosenthal, „Korrosion von Stahlbeton in aggressiver Industrieluft“, Verlag für Bauwesen, 1979 und 1980
- Anlagenverordnungen der Länder (VAwS)
- Bauregelliste A (15.31; 15.32)
- Betonmerkblatt der FSI – Mitgliedsfirmen
- Betriebssicherheitsverordnung (BetrSichV)
- BGR 132 Richtlinie für die Vermeidung von Zündgefahren infolge elektrostatischer Aufladung – Richtlinie „Statische Elektrizität“ – (bisher ZH 1/200)
- BGR 181 Merkblatt für Fußböden in Arbeitsräumen und Arbeitsbereichen mit Rutschgefahr (bisher ZH 1/571)
- BPG (Bauproduktengesetz)
- DAfStb – Richtlinien „Betonbau beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen“, „Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen“
- Dechema-Werkstoff-Tabellen
- DIN 28051 – 28055, DIN 28060 – DIN 28062
- DVWK – Regel (TRwS 132)
- Ettel „Kunstharze und Kunststoffdispersionen für Mörtel und Betone“, VBT Verlag Bau und Technik, 1998
- Ettel, Diecke, Wolf, "Bautenschutztaschenbuch", Verlag für Bauwesen, 1992
- Falcke, Hrsg., „Kleines Handbuch des Säureschutzbaues“, Verlag Chemie, 1966
- Knoblauch, Schneider, „Bauchemie“, Werner, Düsseldorf 2001
- Landesbauordnungen der Länder in Verbindung mit § 19h WHG
- Merkblatt rutschhemmende Bodenbeschichtungen, Deutsche Bauchemie, Juni 2003
- Polyurethane in der Bauwirtschaft und Umwelt – Sachstandsbericht der Deutschen Bauchemie e.V., 1. Ausgabe, Juni 2003
- Technische Regeln für brennbare Flüssigkeiten (TRbF)
- Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS – (Katalog wassergefährdender Stoffe) s. a. www.umweltbundesamt.de/wgs
- Wasserbauprüfverordnungen der Länder
- ZTV-ING Teil 3, Abschnitt 4
- Zulassungsgrundsätze Beschichtungssysteme für Auffangwannen, Auffangräume und Flächen aus Beton in Anlagen zum Lagern, Abfüllen und Umschlagen wassergefährdender Flüssigkeiten, Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt)



Die vorliegende Richtlinie wurde im Arbeitskreis „Fachpublikationen“ des Fachverbandes der Säureschutzindustrie (FSI) in Zusammenarbeit mit dem AK 5.8 „Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen“ der Deutschen Bauchemie e.V., Frankfurt am Main, erarbeitet.

Den Gremien gehören an:

FSI-Arbeitskreis „Fachpublikationen“

Dipl.-Chem. Christiane Arndt, Steuler Industrierwerke GmbH, Höhr-Grenzhausen
 Dr. Joachim Baumann, Leipziger Säurebau GmbH, Leipzig
 Dr. Wolfram Diecke, Steuler Industrierwerke GmbH, Höhr-Grenzhausen
 Dr. Karl-Heinz Dunker, Steuler Industrierwerke GmbH, Höhr-Grenzhausen
 Dipl.-Ing. Hans Dekreon, DSB Säurebau GmbH, Königswinter
 Dipl.-Ing. Dieter Velte, SGL Acotec GmbH, Siershahn
 Dipl.-Ing. Jürgen Oehler, Wilke Säurebau GmbH, Bonn

AK 5.8 „Korrosionsschutz in verfahrenstechnischen Anlagen“ der Deutschen Bauchemie e.V., Frankfurt am Main:

Dipl.-Ing. Frank Huppertz, Obmann, MC-Bauchemie GmbH & Co., Bottrop
 Dipl.-Chem. Christiane Arndt, Steuler Industrierwerke GmbH, Höhr-Grenzhausen
 Dipl.-Ing. Dieter Biskop, StoCretex GmbH, Krißfeld
 Dr. Thomas Burkhart, SGL Acotec GmbH, Siershahn
 Dr.-Ing. Inga Hohberg, Deutsche Bauchemie e.V., Frankfurt a.M.
 Michael Vornhein, Caparol Farben Lacke Bautenschutz GmbH & Co., Ober-Ramstadt
 Alfred Mertens, Relius Coatings GmbH & Co., Oldenburg
 Dr. Uwe von der Brüggen, Deitermann GmbH, Leimen

Herausgeber:

Fachverband der Säureschutzindustrie	Telefon: +49 (0) 2624 13209
Georg-Steuler-Straße 39	Telefax: +49 (0) 2624 13339
56203 Höhr-Grenzhausen	

Deutsche Bauchemie e.V.	Telefon: +49 (0) 69 2556-1318
Karlstraße 21	Telefax: +49 (0) 69 251609
60329 Frankfurt	

Bildnachweis

AGI: Abb. 23, 39

Deutsche Bauchemie e.V.: Abb. 28

DSB: Abb. 14, 16

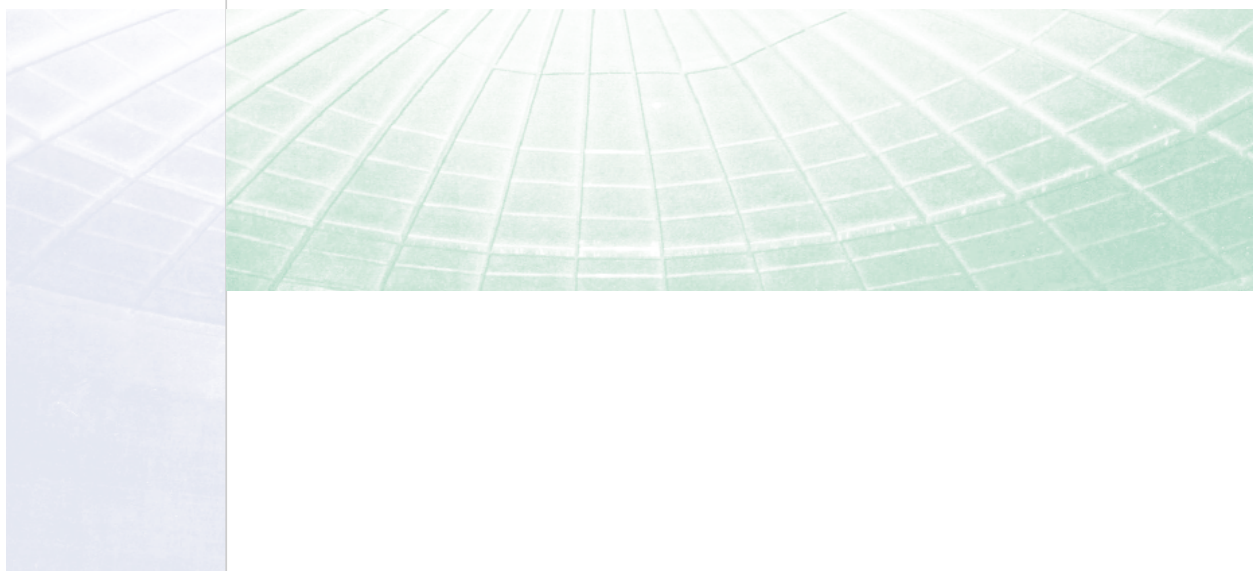
Leipziger Säurebau GmbH: Abb. 27, 30, 31, 32, 37, 38

MC Bauchemie GmbH & Co: Abb. 34, 35, 36

Relius Coatings GmbH: Abb. 40

SGL ACOTEC GmbH: Abb. 1, 8, 9, 13, 20, 21, 25, 26, 29

Steuler Industrierwerke GmbH: Abb. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 10, 11, 12, 15, 17, 18, 19, 22, 24, 33









Fachverband der Säureschutzindustrie
Georg-Steuler-Straße 39
56203 Höhr-Grenzhausen
Telefon: +49 (0) 2624-13209
Telefax: +49 (0) 2624-13339

Deutsche Bauchemie e. V.
Karlstraße 21
60329 Frankfurt am Main
Telefon: +49 (0) 69-2556-1318
Telefax: +49 (0) 69-25109
www.deutsche-bauchemie.de

**Fachverband der
Säureschutzindustrie (FSI)**

DEUTSCHE BAUCHEMIE ^{e.v.}