

Oberflächenschutz für Stahlkonstruktionen

Konzeption & Submission

Impressum:

Das vorliegende Dokument stellt den aktuellen Stand der Kenntnisse der Autorinnen und Autoren zum Zeitpunkt der Publikation ohne Gewähr zusammen.

steela**id** Oberflächenschutz für Stahlkonstruktionen, Stand: 02.12.2021

Autorin: Technische Kommission SZS
Redaktion: SZS Geschäftsstelle

Einleitung

Stahlkonstruktionen benötigen einen Oberflächenschutz, um die gewünschte Lebensdauer zu erreichen und die gestalterischen Anforderungen zu erfüllen. Oberflächenschutz macht einen wesentlichen Teil der Erstellungskosten für Stahlkonstruktionen aus. Zudem haben Oberflächenschutzsysteme erhebliche Auswirkungen auf die Ökobilanz von Stahlkonstruktionen.

Im konstruktiven Stahlbau stehen die Feuerverzinkung und organische Beschichtungen im Vordergrund – bei hohen Anforderungen kombiniert als Duplex-System. Die vorliegende Publikation konzentriert sich auf diese.

Heutige Oberflächenschutzsysteme sind hochkomplex. Daher steht für Planende und Ausschreibende im Vordergrund, Oberflächenschutzsysteme funktional auszu-schreiben.

Gewisse Bauherrschaften geben definierte Systeme und Schichtaufbauten für den Oberflächenschutz vor. Zum Beispiel kommen die «*Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) für Korrosionsschutz von Stahlbrücken*», die «*Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) für Korrosionsschutz von Perron- und Perronhallendächern*» und die «*Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) Geländer im Publikumsbereich*» der SBB bei Projekten für die SBB zum Einsatz.

Bei eco-zertifizierten Projekten sind die entsprechenden Anforderungen an den Oberflächenschutz ebenfalls zu berücksichtigen.

Zusammenfassung

Damit Oberflächenschutz funktioniert braucht es:

- Geeignete Wahl von **Korrosivitätskategorie** gem. Tabelle 1 und **Schutzdauer** (z. B. >25 Jahre) durch die Planenden.
- Gute, korrosionsgerechte **konstruktive Durchbildung** der Tragwerke, Bauteile und Details
- Oberflächenvorbereitung** (Vorbereitungsgrade P1-P3 nach SN EN 1090-2, Tab. 22)
- Fachgerechte Vorbereitung und Ausführung des Oberflächenschutzes inkl. QM** nach den Vorgaben der entsprechenden Normen (SN EN 12944, ISO 1461 für Feuerverzinkungen) und den Angaben des Beschichtungslieferanten.
- Bei besonders hohen ästhetischen Anforderungen Ausführung des letzten Anstrichs auf der Baustelle.

Abweichungen von den Standard-Regelungen nach SIA 118-263 sind in den Ausschreibungsunterlagen zu dokumentieren.

Ökologie

Der Oberflächenschutz hat einen erheblichen Einfluss auf die Ökobilanz von Stahlkonstruktionen. Nach Empfehlung «Ökobilanzdaten im Baubereich 2009/1:2016 der KBOB sind für Baustahl (Profilstahl) 1'000 UBP/kg (Umweltbewertungspunkte) anzusetzen. Eine Feuerverzinkung wird gem. KBOB mit 41'000 UBP/m² bewertet. Für organische Beschichtungen fehlen entsprechende Daten.

Bewitterte Oberflächen werden mit der Zeit abgewaschen. Bei feuerverzinkten Oberflächen werden dabei auch Schwermetalle abgetragen. Diese dürfen nicht ins Erdreich gelangen und werden entsprechenden Abscheidern in der Kanalisation abgefangen.

Beim Recycling von feuerverzinkten Stahlbauteilen kann die Verzinkung wiedergewonnen und recycelt werden. Organische Beschichtungen werden beim Rezyklieren von Stahlbauteilen zerstört und können nicht recycelt werden.

Bei organischen Beschichtungen stehen aus ökologischer Sicht die Reduktion des Lösungsmittelbedarfs sowie die Rückgewinnung von Lösungsmitteln bei der Verarbeitung im Vordergrund. Seit einiger Zeit sind wasserbasierte Beschichtungssysteme und sogenannte «High Solids» mit günstigeren ökologischen Eigenschaften auf dem Markt. Die Verarbeitung solcher Produkte stellt jedoch besondere Anforderungen (etwa an Geräte, Verfahren, klimatische Bedingungen, Taupunktabstand, Trockenzeiten), und bei einigen Stahl- und Metallbaufirmen fehlen noch Erfahrungswerte im Umgang mit diesen Systemen.

Brandschutz

Oberflächenschutzsysteme können auch wirksam Brandschutzfunktionen übernehmen. Beschichtungen, welche im Brandfall aufschäumen («Brandschutzanstriche», «intumeszierende Beschichtungen») sind verbreitet für Stahlbauteile mit hohen ästhetischen Anforderungen. Die SZS Publikationen C2.5 und steeltec 02:2017 (steel-doc 05/17) enthalten als VKF-anerkannte Standard-Technik-Papiere (STP) die zur Planung und Realisierung von Brandschutzanstrichen nötigen Informationen.

Feuerverzinkte Oberflächen reflektieren in der Anfangsphase eines Brandes einen erheblichen Teil (rund 2/3) der Wärmestrahlung und erhöhen so den Feuerwiderstand von Stahl- und Verbundbauteilen. Oft kann dank Feuerverzinkung ein Feuerwiderstand R 30 ohne weitere Schutzmassnahmen nachgewiesen werden. Derzeit wird noch wissenschaftlich untersucht, ob dies auch für duplexierte Oberflächen gilt. Bis zum Vorliegen einer entsprechenden Bestätigung darf die Brandschutzwirkung der Feuerverzinkung bei duplexierten Oberflächen nicht angesetzt werden. Infos dazu: www.szs.ch.

Konstruktive Durchbildung

Unabhängig von der Art des Oberflächenschutzes ist eine günstige konstruktive Durchbildung von Bauteilen und Anschlussdetails entscheidend für deren Lebenserwartung und Unterhaltskosten. Dies gilt auch bei Verwendung von rostfreien Stählen und noch viel mehr beim Einsatz von wetterfesten Stählen. Detaillierte Regelungen enthält SN EN 12944-3.

Bauteiloberflächen müssen möglichst trocken und frei von Verschmutzungen bleiben. Dazu müssen Wasser und Verschmutzungen ungehindert abfließen können. Entwässerungsvorkehrungen müssen so gestaltet sein, dass sie nicht verstopfen. Insbesondere zu vermeiden sind etwa stehendes Wasser oder Vogelnester.

Bauteile müssen konstruktiv auf das gewählte Oberflächenschutzsystem optimiert werden. So müssen organisch beschichtete Oberflächen zum Strahlen und Beschichten zugänglich sein und bleiben (z. B. keine engen Zwischenräume). Nicht begehbare Hohlräume müssen zuverlässig luftdicht verschlossen (in der Regel zugeschweisst) werden. An feuerverzinkten Bauteilen dürfen hingegen keinesfalls luftdicht verschlossene Hohlräume vorhanden sein! Zudem sind bei Feuerverzinkung stark unterschiedliche Bauteilstärken zu vermeiden, um Verzugserscheinungen vorzubeugen. Ebenso sind unterbrochene Schweissnähte, enge Spalte oder grosse Überlappungen zu vermeiden und weitere besondere konstruktive Vorgaben einzuhalten, etwa um sicherzustellen, dass das der Zink beim Eintauchen ins Zinkbad jeden Winkel des Bauteils einwandfrei erreicht und beim Herausheben sauber abfließt. Zudem müssen Bauteile auf die verfügbaren Zinkbadgrößen abgestimmt sein.

Vorbereitungsgrad

Im flüssigen Zustand neigen Beschichtungen aufgrund ihrer Oberflächenspannung dazu, im Eck- und Kantenbereichen deutlich geringere Schichtdicken auszubilden als inmitten von Flächen («Kantenflucht»). Zudem sind Eck- und Kantenbereiche eher anfällig für lokale mechanische Beanspruchungen. Daher sind gut ausgerundete Ecken und Kanten von Vorteil. Die Anforderungen sind für organische Beschichtungen eher strenger als für Feuerverzinken. Rohre, Rechteckrohre und Konstruktionen aus Abkantblechen sind günstiger als Querschnitte mit scharfen Kanten. In vielen Fällen genügen die ohnehin vorhandenen Ausrundungsradien. Gerade für hohe Korrosivitätskategorien, etwa im Brücken- und Infrastrukturbau, wird aber die fachgerechte Kantenvorbereitung, etwa durch Anfasen bis hin zur Abrundung mit definierten Minimalradien, besonders wichtig und kostenrelevant.

Nach Norm SN EN 1090-2 Tabelle 22 ist je nach Korrosivitätskategorie und Schutzdauer Vorbereitungsgrad P1, P2 oder P3 nach SN EN ISO 8501-3 zu wählen.

Strahlen

Zu beschichtende Oberflächen werden als letzter Arbeitsschritt vor der Grundbeschichtung gestrahlt. Dabei wird die Oberfläche von Schmutz und Ablagerungen befreit, indem Strahlmittel mit hoher Geschwindigkeit gegen die Stahloberfläche geführt wird. In der Regel ist Reinheitsgrad Sa2½ gemäss SN EN ISO 8501-1 nötig. Zudem bestehen Anforderungen an die Rauigkeit der Oberfläche nach SN EN ISO 8503-2, und die Oberfläche muss frei von Staub, Chloriden und weiteren Verunreinigungen sein.

Für feuerverzinkte Oberflächen gelten andere Verfahrensregeln und Anforderungen.

Bei duplexierten Oberflächen erfolgt zuerst eine Feuerverzinkung, welche nachträglich durch Feinstrahlen aufgeraut und so für eine organische Beschichtung vorbereitet wird.

Grundbeschichtung

Nach dem Strahlen ist in zeitlicher Abhängigkeit zu den klimatischen Bedingungen die Grundbeschichtung zeitnah aufzubringen. Diese stellt sicher, dass die Folgeschichten auf dem Untergrund haften.

Unterschieden werden:

- Zinkstaubreiche Grundbeschichtungsstoffe, Zn (R), bilden eine Beschichtung mit einem Zinkstaubanteil $\geq 80\%$ (Massenanteil) im trockenen Film.
- Andere Grundbeschichtungsstoffe (div.) sind alle anderen Arten von Grundbeschichtungsstoffen.

Das Zinkstaubpigment muss ISO 3549 entsprechen.

Bei einfachen Schichtaufbauten übernimmt die Grundbeschichtung auch die Aufgaben der Zwischen- und Deckbeschichtung.

Zwischenbeschichtung

Bei komplexen Schichtaufbauten werden zwischen der Grund- und der Deckbeschichtung eine oder mehrere Zwischenbeschichtungen aufgetragen. Diese wirken hauptsächlich als Barriere gegen korrosive Medien.

Deckbeschichtung

Deckbeschichtungen bestimmen als letzte Beschichtung in einem Beschichtungssystem das optische Erscheinungsbild von Stahlbauten. Bei der Wahl der Bindemittelart sind die Glanz- und Farbhaltung sowie die UV- und Chemikalienbeständigkeit zu berücksichtigen.

Arbeitssicherheit und Umweltschutz

Für Beschichtungsarbeiten gelten gesetzliche Anforderungen bezüglich Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz.

Umgebungsbedingungen, Taupunkt

Beschichtungsarbeiten dürfen nur ausgeführt werden, wenn die Umgebungsbedingungen im Rahmen der Herstellerangaben liegen. Wichtigste Kenndaten sind die Temperatur und die relative Luftfeuchtigkeit, sowie der sogenannte **Taupunkt**abstand.

Qualitätssicherung

Die Qualität von Oberflächenschutzmassnahmen ist entscheidend für das Erscheinungsbild und die Dauerhaftigkeit von Stahlbauten. Norm SN EN ISO 12944-7 enthält umfassende Regelungen zur Ausführung und Überwachung von Beschichtungsarbeiten.

Beschichten im Werk und auf der Baustelle?

Beschichtungsarbeiten werden üblicherweise soweit möglich im Werk ausgeführt. Dort können optimale Umgebungsbedingungen (Temperatur, Luftfeuchte, Taupunkt, Zirkulation) sowie die Einhaltung der Arbeits- und Umweltschutzmassnahmen einfacher sichergestellt und die Qualitätssicherung besser umgesetzt werden.

Bei Projekten mit Baustellenschweissungen müssen die Bereiche um die Schweissnähte auf der Baustelle beschichtet werden.

Bei Transport und Montage können Schäden am werkseitigen Oberflächenschutz nicht vollständig vermieden werden. Diese Schäden werden auf der Baustelle örtlich repariert. Auf der Baustelle ausgebesserte Transport- und Montageschäden weisen Struktur- und optische Farbdifferenzen auf. **Bei erhöhten ästhetischen Anforderungen wird empfohlen, den letzten Anstrich auf der Baustelle auszuführen.**

Abweichungen von den Standard-Regelungen nach SIA 118-263 sind in den Ausschreibungsunterlagen zu dokumentieren.

Andere Arten von Korrosionsschutz

Nebst Feuerverzinken und Beschichten gibt es auch andere Arten, Stahlbauten von Korrosion zu schützen. Für grosse Bauteile kommt vermehrt **Spritzverzinken** («**thermisches Spritzen**») nach SN EN ISO 2063 zum Einsatz. Dabei wird ein metallischer Überzug aus einer Zink- oder Aluminiumlegierung auf die entsprechend vorbereitete Stahloberfläche aufgebracht. Spritzverzinkte Oberflächen können auch duplexiert werden. Daneben werden vor allem im Brückenbau vermehrt **wetterfeste Stähle** eingesetzt. **Rostfreie Stähle** bleiben aufgrund ihres hohen Preises weiterhin eine Nischenlösung für kleine, besonders hoch beanspruchte Bauteile. **Kathodischer Korrosionsschutz** wird besonders im Wasser- und Anlagenbau gerne eingesetzt.

Ausschreibung von Oberflächenschutz

Ausschreibende müssen bei der Submission von Stahlbauten mindestens die **Korrosivitätskategorie** (vgl. Tabelle 1) und die gewünschte **Schutzdauer** (in der Regel «>25 Jahre» gem. Tabelle 2) definieren.

Optional dürfen weitere Vorgaben gemacht werden, etwa zur Farbwahl (meist RAL- oder NCS-Farbtöne), ob die am Schluss sichtbare Oberfläche verzinkt oder beschichtet sein soll, und zu weiteren Anforderungen (z. B. Brandschutzanforderungen, ökologische Anforderungen, etc.).

Auf Wunsch dürfen auch vorgegebene Schichtaufbauten definiert werden (insbesondere bei Bauten für SBB, RhB und ASTRA). SZS steelwork C5/18 Seite 162/163 bietet wichtige Hilfestellungen zur Bestimmung der **Korrosivitätskategorie** und enthält zudem Beispiele für geeignete Schichtaufbauten.

Die Schutzdauer wird in der Regel eher hoch angesetzt, da periodische Erneuerungen des Oberflächenschutzes hohe Nutzungseinschränkungen und Kosten verursachen, welche die Mehrkosten für eine höhere Schutzdauer beim Bau in der Regel um ein Vielfaches übersteigen.

Nachstehend sind für die einzelnen Korrosivitätskategorien verschiedene Beispiele von Oberflächenschutzsystemen und deren zu erwartende Schutzdauer angegeben. Die Systeme wurden aufgenommen, weil sie nachweislich mit Erfolg verwendet wurden, wobei die Liste jedoch nicht erschöpfend ist. Weitere ähnliche Systeme können ebenfalls geeignet sein. Nur die Arten von Bindemitteln, die in den Systemen der Tabelle erwähnt werden, sind in diesem Abschnitt beschrieben. Pigmente, Füllstoffe und Additive sind ebenfalls wichtige Bestandteile eines Beschichtungsstoffes. Je nach Zusammensetzung des Beschichtungsstoffes kann die Leistungsfähigkeit der Beschichtung innerhalb einer bestimmten Bindemittel-Technologie stark variieren. Die beschriebenen Bindemitteltypen stellen nur Beispiele dar; es können auch Beschichtungsstoffe auf der Basis anderer Bindemittel verwendet werden.

Die Angaben erfolgen in der Form «Mindestanzahl Schichten / Schichtdicke in µm». Aufgeführt sind Sollschichtdicken nach SN EN ISO 12944-5:2018. Es gilt: Mindestschichtdicke = 0.8 x Sollschichtdicke. Tiefere Werte sind nicht erlaubt und müssen nachgebessert werden. Rauigkeitszuschläge sowie allfällige Schichtdickenzuschläge aus anderen Gründen sind zusätzlich einzuhalten.

Für Brandschutzbeschichtungssystem gelten andere Bestimmungen (vgl. SZS C2.5 sowie steelt^{ec}02:2017 (steeldoc 05/17)).

Tabelle 1: Bestimmung der Korrosivitätskategorie nach SZS steelwork C5/18 Seite 162/163.

Korrosivitätskategorie	Beispiele typischer Umgebungen	
	Freiluft	Innenraum
C1 unbedeutend		beheizte Gebäude mit neutraler Atmosphäre, z. B. Büros, Verkaufsräume, Schulen, Hotels
C2 gering	Atmosphäre mit geringem Verunreinigungsgrad: meistens ländliche Gebiete	unbeheizte Gebäude, in denen Kondensation auftreten kann, z. B. Lagerhallen, Sporthallen
C3 mässig	Stadt und Industrielatmosphäre mit mässiger Schwefeldioxidbelastung; Küstenatmosphäre mit geringer Salzbelastung	Produktionsräume mit hoher Luftfeuchte und gewisser Luftverunreinigung, z. B. Lebensmittelverarbeitungsanlagen, Wäschereien, Brauereien, Molkereien
C4 stark (evtl. Beratung durch Fachperson)	Industrieatmosphäre und Küstenatmosphäre mit mässiger Salzbelastung	Chemieanlagen, Schwimmbäder, küstennahe Werften und Bootshäfen
C5 sehr stark (i.d.R. Beratung durch Fachperson)	Industriebereiche mit hoher Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit hoher Salzbelastung	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung
CX extrem (Beratung durch Fachperson)	Offshore-Bereiche mit hoher Salzbelastung und Industriebereiche mit extremer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre sowie subtropische und tropische Atmosphäre	Industriebereiche mit extremer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre

Tabelle 2: Unverbindliche Angaben zu geeigneten Oberflächenschutzsystemen u. Schichtaufbauten nach SN EN ISO 12944-5:2018. Grosse Abweichungen je nach Produkt möglich. **Nicht für Submission geeignet.**

Kat.	Untergrund ①	Art der Grundbeschichtung	Bindemittelbasis ⑤		Beschichtung für Schutzdauer ④			
			Grundbeschichtung	Folge-schichten	<7 Jahre	7–15 Jahre	15–25 Jahre	>25 Jahre
C1	Kein Oberflächenschutz erforderlich. C2(<7 Jahre) empfohlen wegen Ästhetik, Lager-, Bau- und Transportzuständen							
C2	Strahlen Sa 2½	Zinkstaub (Zn R)	ESI, EP, PUR	EP, PUR, AY	1/60	1/60	1/60	2/160
	Strahlen Sa 2½	div.	EP, PUR, ESI	EP, PUR, AY	1/100	1/100	1/120	2/180
	Strahlen Sa 2½	div.	AK, AY	AK, AY	1/100	1/100	1/160	2/200
	Feuerverzinkt ②				√	√	√	√
	Feuerverzinkt ③		EP, PUR	EP, PUR	1/80	1/80	1/80	1/120
C3	Strahlen Sa 2½	Zinkstaub (Zn R)	ESI, EP, PUR	EP, PUR, AY	1/60	1/60	2/160	2/200
	Strahlen Sa 2½	div.	EP, PUR, ESI	EP, PUR, AY	1/120	1/120	2/180	2/240
	Strahlen Sa 2½	div.	AK, AY	AK, AY	1/100	1/160	2/200	2/260
	Feuerverzinkt ②				√	√	√	√
	Feuerverzinkt ③		EP, PUR	EP, PUR, AY	1/80	1/80	1/120	2/160
	Feuerverzinkt ③		AY	AY	1/80	1/80	2/160	2/200
C4	Strahlen Sa 2½	Zinkstaub (Zn R)	ESI, EP, PUR	EP, PUR, AY	1/60	2/160	2/200	3/260
	Strahlen Sa 2½	div.	EP, PUR, ESI	EP, PUR, AY	1/120	2/180	2/240	2/300
	Strahlen Sa 2½	div.	AK, AY	AK, AY	1/160	2/200	2/260	
	Feuerverzinkt ②				√	√	≥85µm	≥140µm
	Feuerverzinkt ③		EP, PUR	EP, PUR, AY	1/80	1/120	2/160	2/200
	Feuerverzinkt ③		AY	AY	1/80	2/160	2/200	
C5	Strahlen Sa 2½	Zinkstaub (Zn R)	ESI, EP, PUR	EP, PUR, AY	2/160	2/200	3/260	3/320
	Strahlen Sa 2½	div.	EP, PUR, ESI	EP, PUR, AY	2/180	2/240	2/300	3/360
	Feuerverzinkt ②				√	≥85µm	≥140µm	≥200µm
	Feuerverzinkt ③		EP, PUR	EP, PUR, AY	1/120	2/160	2/200	2/240
	Feuerverzinkt ③		AY	AY	2/160	2/200		

① Oberflächenvorbereitung nach SN EN ISO 12944-4:2017 nötig (siehe auch SN EN 1090-2 Tab. 22, P1–P3)

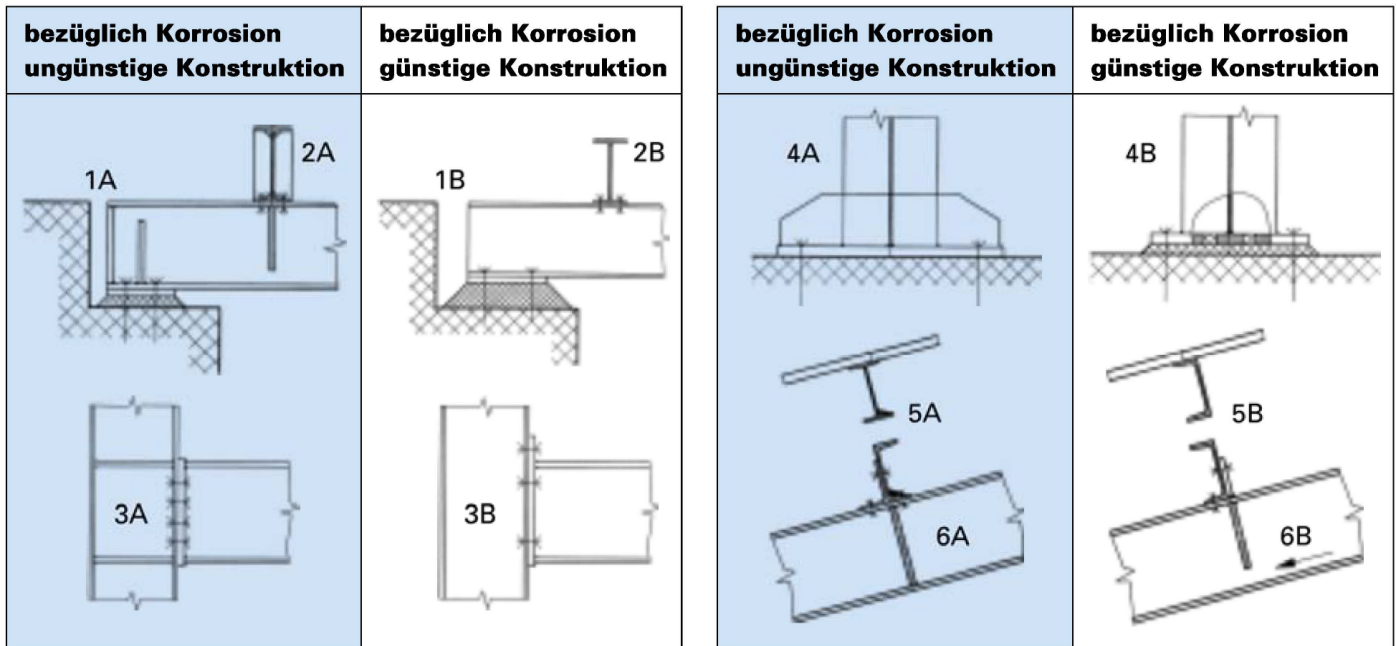
② Feuerverzinkung gem. ISO 1461:2009 und ISO 2063, Angaben gemäss SN EN ISO 14713-1:2017.

③ Feuerverzinkung gem. ISO 1461:2009 und ISO 2063, danach Feinstrahlen als Vorbereitung für Beschichtung (Duplexierung)

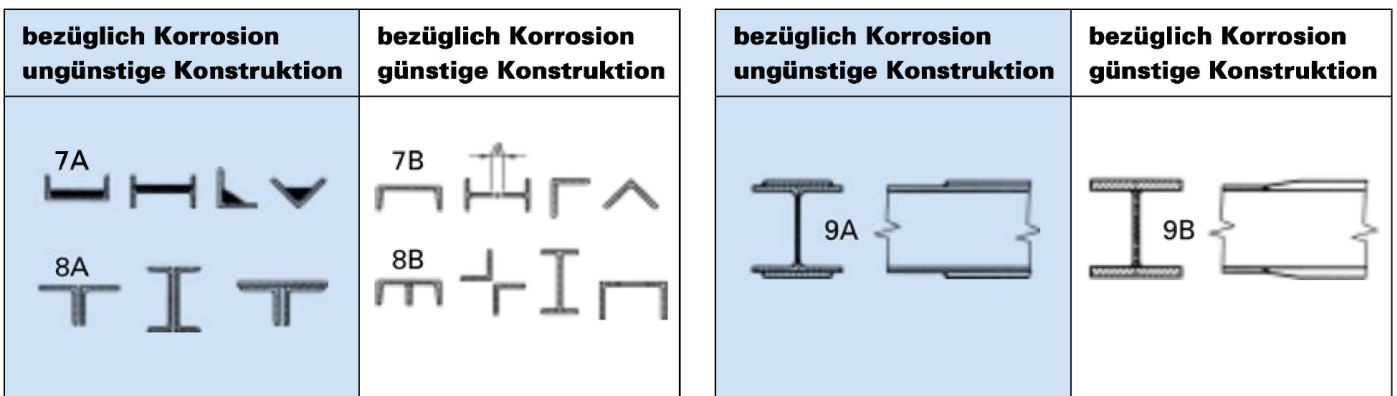
④ Für Feuerverzinkung gelten nach SN EN ISO 14713-1 leicht abweichende Schutzdauern: L: 2–5, M: 5–10, H: 10–20, VH: >20 (in Jahren)

⑤ Abkürzungen für die Bindemittelbasis von Beschichtungsstoffen nach SN EN 12944-5:2018, vgl. letzte Seite

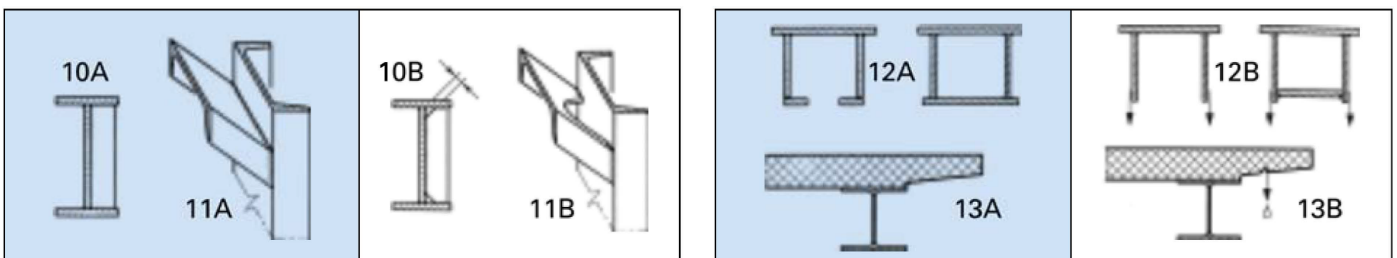
Regeln für die oberflächenschutzgerechte Konstruktion (© by SIA)



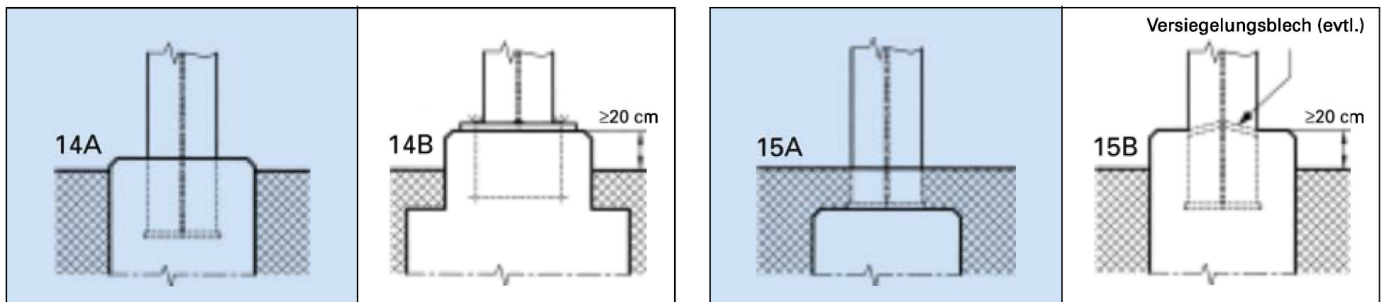
Wasser soll an allen Stellen der Konstruktion ungehindert abfließen können; liegenbleibendes Wasser und feuchte Schmutzablagerungen in Wannen, Spalten, Ecken und Winkeln vermeiden (Details 1 bis 6).



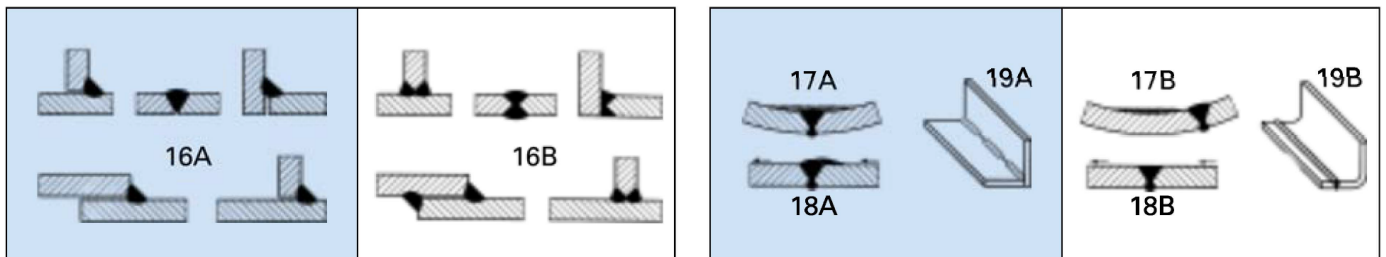
Profilformen mit nach unten weisenden Öffnungen und wegen Kapillarwirkung ohne Spalten und Überlappungen wählen (Details 7 bis 9).



Ecken aussparen (Details 10, 11); Flächen mit Gefälle und Abtropfkanten vorsehen (Details 12, 13).



Stahlstützen in porösen, feuchten Belägen durch geeignete Beschichtungen oder Einbetonieren schützen; Betonfundamente ausreichend hochziehen, um Stützenfüsse trocken zu halten (Details 14, 15).



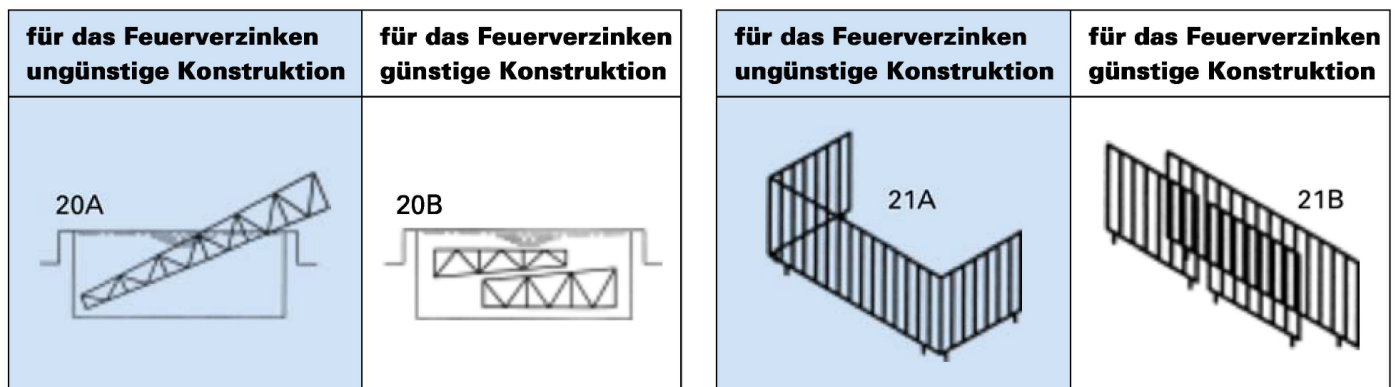
Einseitige, unterbrochene, undichte oder ungünstig angeordnete Schweissnähte (Details 16 bis 19); Punktschweißungen und scharfe Kanten sind Schwachstellen bei erhöhter Korrosionsbelastung.

Ungeschützte Hohlräume luftdicht abschliessen.

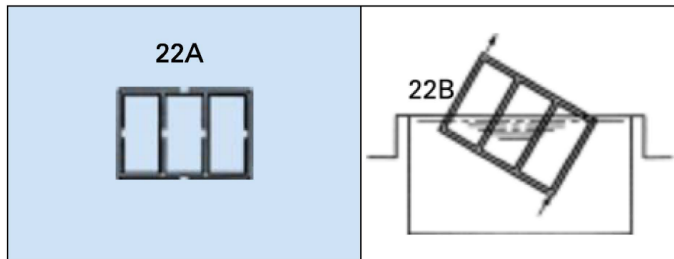
Mindestens qualitätsgleichen Oberflächenschutz auch für die Verbindungsmittel vorsehen. Gleitfeste Verbindungen sind als solche zu spezifizieren. Bei vorgespannten Schraubverbindungen sind die Schichtdicken nach oben zu begrenzen. Bei grossen Schichtdicken unter den Unterlegscheiben sowie bei Langlöchern sind zusätzliche, grössere Unterlegscheiben empfehlenswert.

Zusätzliche Regeln für das Feuerverzinken

Für das Feuerverzinken sind zusätzliche Regeln zu beachten, die durch das Beizen und anschliessende Tauchen in die ca. 450°C heisse Zinkschmelze bedingt sind (siehe auch SN EN ISO 14713 sowie Merkblätter der Fachverbände).

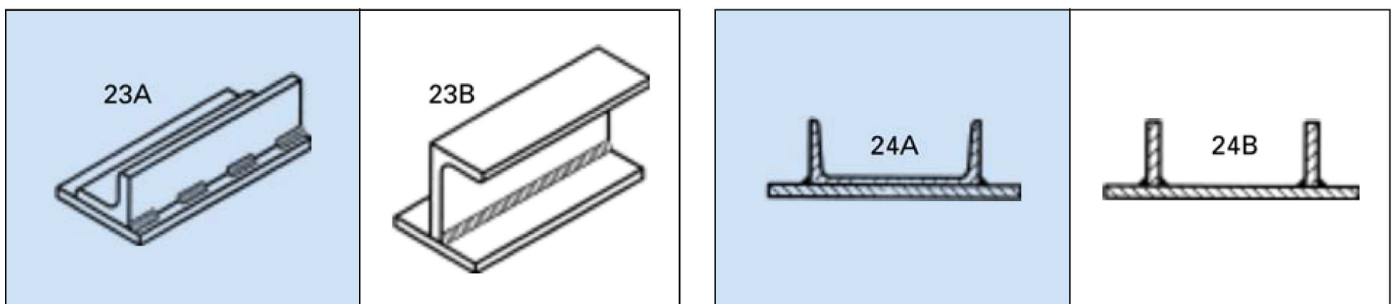


Abmessungen der Zinkbäder und Kapazität der Hebezeuge berücksichtigen (max. 16 x 2 x 3 m, max. 10 t); sperrige Bauteile vermeiden (Details 20, 21).



Bauteile mit Hohlräumen aus Sicherheitsgründen zwingend mit ausreichend grossen, diagonal gegenüberliegenden Zulauf- und Entlüftungsöffnungen versehen (Detail 22).

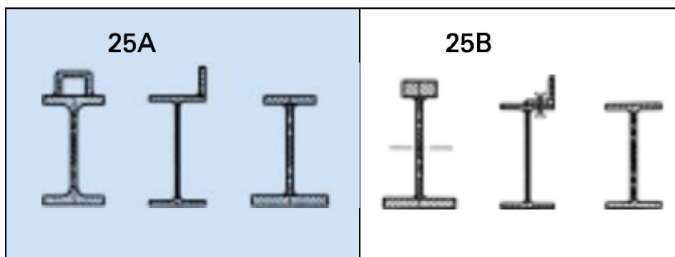
Stark unterschiedliche Werkstoffdicken (Dickenverhältnisse > 1 : 5) am gleichen Bauteil vermeiden (Verzugsgefahr).



Unterbrochene Schweissnähte vermeiden (Detail 23); Kontaktflächen und enge Spalte durch umlaufende Schweissnähte hohlraumfrei verschliessen; grossflächige Überlappungen möglichst vermeiden (Detail 24).

Aussteifungen an den Ecken aussparen; «tote» Ecken anbohren (Detail 10).

Den örtlich dickeren Zinküberzug in Schraubenlöchern berücksichtigen.



Eigenspannungen durch zweckmässige Querschnittswahl, Schweissnahtanordnung und Schweissreihenfolge möglichst klein halten, um die Verformungen infolge der Temperatureinwirkungen beim Feuerverzinken zu verkleinern (Detail 25); Ausdehnungsmöglichkeiten schaffen.

Aussehen, Schichtdicke und Haftfestigkeit des Zinküberzuges hängen von der Zusammensetzung des Stahls ab. Entsprechende Anforderungen sind in der Ausschreibung festzulegen.

ISO-Normen zu Beschichtungen:

SN EN ISO 12944-1: Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 1: Allgemeine Einleitung

SN EN ISO 12944-2: Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen

SN EN ISO 12944-3: Beschichtungsstoffe — Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme — Teil 3: Grundregeln zur Gestaltung

SN EN ISO 12944-4: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 4: Arten von Oberflächen und Oberflächenvorbereitung

SN EN ISO 12944-5: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 5: Beschichtungssysteme

SN EN ISO 12944-6: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 6: Laborprüfungen zur Bewertung von Beschichtungssystemen

SN EN ISO 12944-7: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 7: Ausführung und Überwachung der Beschichtungsarbeiten

SN EN ISO 12944-8: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 8: Erarbeiten von Spezifikationen für Erstschutz und Instandsetzung

SN EN ISO 12944-9: Beschichtungsstoffe – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 9: Beschichtungssysteme und Leistungsprüfverfahren im Labor für Bauwerke im Offshorebereich

ISO-Normen zu Verzinkungen:

SN EN ISO 1461: Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen

SN EN ISO 2063-1: Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen – Teil 1: Bauteilgestaltung und Qualitätsanforderungen für Korrosionsschutzsysteme

SN EN ISO 2063-2 Thermisches Spritzen – Zink, Aluminium und ihre Legierungen – Teil 2: Ausführung von Korrosionsschutzsystemen

SN EN ISO 14713-1: Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit

SN EN ISO 14713-2, Zinküberzüge — Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion — Teil 2: Feuerverzinken

Glossar: Beispiele für Arten von Beschichtungstoffen (siehe auch SN EN ISO 12944-5)

- AK: Alkydharz-Beschichtungstoffe

Einkomponentige Beschichtungstoffe. Filmbildung durch Verdunsten von Lösemitteln und/oder Wasser, und durch Reaktion des Bindemittels mit dem Sauerstoff der Luft.

- AY: Acrylharz-Beschichtungstoffe

Einkomponentige Beschichtungstoffe, können sowohl wasserverdünbar als auch lösemittelhaltig sein.

Filmbildung lösemittelhaltig durch Verdunsten der Lösemittel ohne weitere Veränderung (d. h. Vorgang ist reversibel, Beschichtung kann jederzeit im ursprünglichen Lösemittel wieder gelöst werden).
Filmbildung wasserverdünbar durch Verdunsten von Wasser und Koaleszenz des dispergierten Bindemittels (Vorgang irreversibel, d. h. diese Filme sind nach dem Trocknen nicht wasserlöslich).

Trocknungsdauer u. a. von Luftbewegung, relativer Luftfeuchte und Temperatur abhängig.

- ESI: Ethylsilikat-Beschichtungstoffe

Ein- oder zweikomponentige Zinkgrundierungen.

Filmbildung/Trocknung durch Verdunsten der Lösemittel und chemische Härtung durch die Reaktion mit der Feuchte in der Luft. Zweikomponenten-Beschichtungstoffe bestehen aus einer flüssigen Komponente, die das Bindemittel enthält, und einer Pulverkomponente, die Zinkstaub enthält. Die Mischung von Flüssigkeit und Pulver hat eine begrenzte Verarbeitungszeit.

Trocknungsdauer u. a. von Temperatur, Luftbewegung, Luftfeuchte und Schichtdicke abhängig. Je niedriger die relative Luftfeuchte, desto langsamer die Härtung.

Einhaltung der Herstellerangaben zu relativer Luftfeuchte sowie Nass-/Trockenschichtdicke wichtig, um Blasenbildung, Poren oder sonstige Fehler in der Beschichtung zu vermeiden. Rissbildungsgefahr bei Überschreitung der maximalen Sollsichtdicke.

- EP: Beschichtungstoffe für Epoxidharz-Beschichtungen

Zweikomponentige Beschichtungstoffe, härten durch chemische Reaktion zwischen Stammkomponente und Härterkomponente, falls vorhanden zusätzlich durch Verdunsten von Lösemitteln. Begrenzte Verarbeitungszeit für die Mischung von Stamm- und Härterkomponente. Die Stammkomponente besteht aus Polymeren mit Epoxidgruppen, z. B. Epoxid, Epoxid-Vinyl/Epoxid-Acryl oder Epoxid-Kombinationen (z. B. Epoxidharze mit Kohlenwasserstoffharzen) als Bindemittel.

Härterkomponente besteht z. B. aus Polyaminen, Polyamiden oder Addukten.

Trocknungsdauer u. a. abhängig von Luftbewegung und Temperatur.

Können lösemittelhaltig, wasserverdünbar oder lösemittelfrei sein.

Die meisten Epoxidharz-Beschichtungen kreiden, wenn sie dem Sonnenlicht ausgesetzt sind. Wenn Farb- oder Glanzstabilität gefordert ist, sollte eine geeignete Deckbeschichtung aufgetragen werden.

- PUR: Beschichtungstoffe für Polyurethan-Beschichtungen

Einkomponentige Polyurethan-Beschichtungstoffe trocknen durch eine chemische Reaktion mit der Feuchte in der Luft und durch Verdunsten der Lösemittel (wenn Lösemittel vorhanden sind). Der Vorgang ist irreversibel. Verfügbar sowohl auf der Basis von aromatischen als auch aliphatischen Rohstoffen.

Beschichtungstoffe auf der Basis aromatischer Bindemittel werden nicht für Deckbeschichtungen empfohlen, da diese zum Kreiden neigen.

Zweikomponentige Beschichtungstoffe für Polyurethan-Beschichtungen härten durch eine chemische Reaktion zwischen einer Stammkomponente und einer Härterkomponente und trocknen durch Verdunsten von Lösemitteln, falls vorhanden. Begrenzte Verarbeitungszeit für die Mischung von Stamm- und Härterkomponente.

Die Bindemittel der Stammkomponente sind Polymere mit freien Hydroxylgruppen, wie Polyesterharze, Acrylharze, Epoxidharze, Polyetherharze, Fluorharze, die mit geeigneten Isocyanat-Härtern reagieren. Sie können mit nichtreaktiven Bindemitteln, z. B. Kohlenwasserstoffharzen, kombiniert werden.

Die Härterkomponente enthält ein aromatisches oder aliphatisches Polyisocyanat.

Eine besondere Art der PUR-Beschichtung basiert auf Fluorpolymeren.

Beschichtungstoffe für Beschichtungen auf der Basis von Fluorpolymeren/Vinylether-Copolymeren (FEVE) sind zweikomponentige Beschichtungstoffe, die sowohl wasserverdünbar als auch lösemittelhaltig erhältlich sind. Lösemittelhaltige Beschichtungstoffe trocknen durch Verdunsten von Lösemitteln und härten durch eine chemische Reaktion zwischen einer Stammkomponente und einer Härterkomponente. Beschichtungstoffe für FEVE-Beschichtungen sind Beschichtungstoffe, die bei Umgebungsbedingungen mit Isocyanaten aushärten.

Das Harz der Stammkomponente ist ein Fluorpolymer mit freien Hydroxylgruppen, das mit geeigneten Isocyanaten reagiert.

Die Trocknungsdauer hängt unter anderem von der Luftbewegung, der relativen Luftfeuchte und der Temperatur ab.

- PAS: Beschichtungstoffe für Polyaspartat-Beschichtungen

Die zweikomponentigen Beschichtungstoffe für Beschichtungen auf der Basis von Polyaspartaten trocknen durch Verdunsten von Lösemitteln, falls vorhanden, und härten durch eine chemische Reaktion zwischen einer Stammkomponente und einer Härterkomponente. Die Mischung von Stamm- und Härterkomponente hat eine begrenzte Verarbeitungszeit.

Der Vorgang ist irreversibel, d. h. dass die Beschichtung nicht im ursprünglichen Lösemittel gelöst werden kann. Die Bindemittel der Stammkomponente sind aminofunktionelle Aspartate, die mit geeigneten Polyisocyanaten reagieren. Sie können mit nichtreaktiven Bindemitteln, z. B. Kohlenwasserstoffharzen, kombiniert werden.

Die Härterkomponente enthält ein aliphatisches Polyisocyanat.

Die Trocknungsdauer hängt unter anderem von der Luftbewegung, der relativen Luftfeuchte und der Temperatur ab.

- PS: Beschichtungstoffe für Polysiloxan-Beschichtungen

Beschichtungstoffe für Polysiloxan-Beschichtungen können entweder ein- oder zweikomponentig sein.

Polysiloxane durch die Verwendung von Silikonharz teilweise anorganisch und durch den Einsatz von modifizierten Bindemitteln, üblicherweise auf der Basis von Acryl-, Acrylat- oder Epoxidpolymeren teilweise organisch aufgebaut.

Einkomponentige Beschichtungstoffe trocknen anfänglich durch Verdunsten der Lösemittel und anschliessend durch eine chemische Reaktion mit der Feuchte in der Luft. Wie im Fall von Beschichtungstoffen für Polyurethan-Beschichtungen ist diese Reaktion irreversibel, d. h. der Film ist nicht im ursprünglichen Lösemittel löslich.

Zweikomponentige Beschichtungstoffe trocknen durch die Kombination aus Verdunsten von Lösemitteln und der chemischen Reaktion zwischen der Stamm- und der Härterkomponente. Die Mischung hat nur eine begrenzte Verarbeitungszeit.