

## 1.4 Korrosionsschutz Feuerverzinken

Feuerverzinken ist das gebräuchlichste Verfahren, Eisen oder Stahlteile durch Eintauchen in eine flüssige Zinkschmelze mit einem Zinküberzug zu versehen.

Die Schutzdauer eines Zinküberzuges ist bei atmosphärischer Belastung in der Regel höher als die von Beschichtungssystemen. Normative und informative Hinweise zum Feuerverzinken (Stückverzinken) enthält DIN EN ISO 1461.

### Anwendungsbereich

Grundsätzlich kann jede Stahlkonstruktion feuerverzinkt werden, sofern die verfahrensbedingten und konstruktiven Einschränkungen beachtet werden. Besonders vorteilhaft ist es, feingliedrige Stahlkonstruktionen wie z. B. Maste, Hochregallager u. a. zu verzinken.

### Grundsätze der baulichen Durchbildung

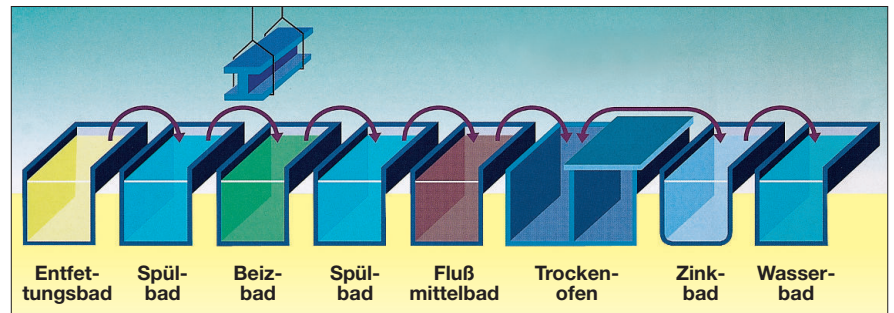
Bei der Planung und Konstruktion von Stahlbauteilen sind wesentliche Grundsätze des korrosionsschutzgerechten und insbesondere des verzinkungsgerechten Konstruierens zu beachten. Nur dann können ausreichender Korrosionsschutz und befriedigende Zinküberzüge erreicht und ein Verzug der Konstruktion, Risse oder andere Beschädigungen der Bauteile weitestgehend vermieden werden. Empfehlungen werden in DIN EN ISO 14713 gegeben. Insbesondere sicherheitsrelevante Besonderheiten beim Feuerverzinken, wie

- Vermeidung geschlossener Hohlräume oder Vorsehen von Entlüftungsöffnungen,
  - Vermeidung großflächiger Überlappungen (> 100 cm<sup>2</sup>) durch aufeinandergelegte Bleche und Profile (verdeckte Hohlräume),
  - Sicherstellung eines ungehinderten Ablaufes der Zinkschmelze
- sind zu beachten.

Bei der Planung von Stahlbauteilen, die feuerverzinkt werden sollen, sollte möglichst frühzeitig eine Abstimmung mit dem Feuerverzinkungsunternehmen zur Festlegung wesentlicher Qualitätsparameter erfolgen.

### Technologie des Feuerverzinkens

Das Feuerverzinken (Schema) erfordert eine metallisch blanke Oberfläche (Oberflächenvorbereitungsgrad Be nach DIN EN ISO 12944-4). Diese wird durch Entfetten und Entfernen von Rost und Zunder in Salzsäure-Beizbädern mit anschließender Flussmittelbehandlung hergestellt. In der Regel werden



Schematischer Verfahrensablauf der Feuerverzinkung (Varianten sind möglich)

die Stahlkonstruktionen ohne mechanische Oberflächenvorbereitung den Feuerverzinkerien angeliefert. Verunreinigungen, die durch Entfetten und Beizen nicht zu beseitigen sind, z. B. Beschichtungsreste, Schweißschlacken bzw. -rückstände u. ä., sind vom Anlieferer zu entfernen.

Das Feuerverzinken erfolgt in Zinkschmelzen bei Temperaturen von ca. 450 °C. Gebräuchliche Kesselmaße für die Verzinkung von Stahlkonstruktionen sind  
Länge: ca. 7 bis 16 m  
Breite: ca. 1,30 bis 1,90 m  
Tiefe: ca. 1,80 bis 3,20 m  
Bei überlangen Stahlkonstruktionen kann durch Doppeltauchung die Feuerverzinkung ermöglicht werden.

### Verzinkungsverhalten von Stahl

Feuerverzinken ist eine Reaktion der Stahloberfläche mit der Zinkschmelze. Das Ergebnis dieser Reaktion, der Zinküberzug bzw. die Zink-Eisen-Legierung, ist in entscheidendem Maße abhängig von der chemischen Zusammensetzung, insbesondere vom Si + P-Gehalt der Stähle, von den Verzinkungsbedingungen (Schmelztemperatur, Tauchdauer) und von

der Topografie der Stahloberfläche (Tabelle 1). Silbrig glänzende Zinküberzüge, wie sie allgemein für die Anwendung der Feuerverzinkung unter gestalterischen oder ästhetischen Gesichtspunkten gewünscht werden, sind nur mit Stählen mit einem Si+P-Gehalt < 0,03 % oder durch Verwendung speziell legierter Zinkschmelzen erreichbar.

### Schichtdicke

Die Mindestschichtdicken von Zinküberzügen für Stahlteile in Abhängigkeit von der Materialdicke ist in Tabelle 2 angegeben. Die Werte werden in der Praxis meist überschritten. Sie sind abhängig vom Si+P-Gehalt des Stahls, der Zusammensetzung der Zinkschmelze und den Verzinkungsbedingungen. Die Schichtdicke kann mit magnetischen Messgeräten nach DIN EN ISO 2178 wie die Schichtdicke von Beschichtungen gemessen werden.

### Ausbesserung

Die Summe der Bereiche ohne Überzug (Fehlstellen) darf 0,5 % der Gesamtoberfläche eines Einzelteiles nicht überschreiten, eine Einzelfehlstelle darf nicht > 10 cm<sup>2</sup> betragen.

Nr.	Silizium + Phosphor [%]	Zinküberzug
1	< 0,03	silbrig glänzend, Zinkblume, niedrige Schichtdicke
2	0,03 ... < 0,13 Sandelin-Bereich	grau, z. T. grießig, hohe Schichtdicke
3	0,13 ... < 0,28 Sebisty-Bereich	silbrig-glänzend bis mattgrau, mittlere Schichtdicke
4	≤ 0,28	mattgrau, hohe Schichtdicke

Tabelle 1: Klassifizierung des Verzinkungsverhaltens von Baustählen

Bauteildicke [mm]	Mindestschichtdicke [ $\mu\text{m}$ ]
Stahl $\geq 6$ mm	85
Stahl $\geq 3$ mm < 6 mm	70
Stahl $\geq 1,5$ mm < 3mm	55
Stahl < 1,5 mm	45
Guss $\geq 6$ mm	80
Guss < 6mm	70

**Tabelle 2: Mindestschichtdicken von Zinküberzügen nach DIN EN ISO 1461**

Die Ausbesserung muss durch thermisches Spritzen mit Zink oder durch eine geeignete Zinkstaubbeschichtung nach Oberflächenvorbereitung der Fehlstelle zum Vorbereitungsgrad Sa 2 1/2 bzw. PMa nach DIN EN ISO 12944-4 erfolgen. In Deutschland werden für die Ausbesserung zinkreiche Beschichtungsstoffe auf Basis 2-Komponenten-Epoxidharz oder luftfeuchtigkeitshärtendem 1-Komponenten-Polyurethan empfohlen.

### Schutzdauer

Die Schutzdauer von Zinküberzügen bei atmosphärischer Belastung kann näherungsweise aus der Schichtdicke und den durchschnittlichen jährlichen Dickenverlust berechnet werden. Der jährliche Dickenverlust in Abhängigkeit von der Korrosionsbelastung

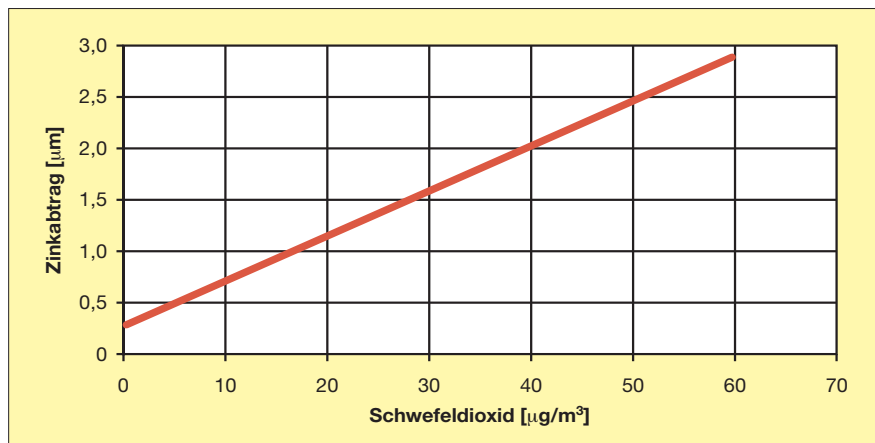
Korrosivitäts-kategorie	Dickenverlust von Zink [ $\mu\text{m}$ ]
C 1 unbed.	$\geq 0,1$
C 2 gering	$> 0,1 - 0,7$
C 3 mäßig	$> 0,7 - 2,1$
C 4 stark	$> 2,1 - 4,2$
C 5 sehr stark I	$> 4,2 - 8,4$
C 5 sehr stark M	$> 4,2 - 8,4$

**Tabelle 3: Dickenverlust von Zink in Abhängigkeit von der Korrosionsbelastung nach DIN EN ISO 12944-2**

ist in Tabelle 3 ausgewiesen. Abbildung 1 zeigt den Dickenverlust in Abhängigkeit vom  $\text{SO}_2$ -Gehalt der Atmosphäre. Die mittleren Jahresdurchschnittswerte für  $\text{SO}_2$  liegen in Deutschland zwischen  $5$  und  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , meist um  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . In Bereichen der verzinkten Konstruktion mit örtlich höheren Korrosionsbelastungen, z. B. lange Befeuchtungsdauer, Ablagerungen von Verunreinigungen u. a., kann der Dickenverlust pro Jahr erheblich größer sein.

### Verbindungsmittel

Für feuerverzinkte Stahlkonstruktionen sollten auch feuerverzinkte Verbindungsmittel verwendet werden. Für die Feuerverzinkung von Verbindungsmitteln gilt DIN 267 T10.



**Bild 1: Zinkabtrag in Abhängigkeit von  $\text{SO}_2$ -Belastung (nach Knotkova/Porter)**

### Literatur

- Stahlbau Arbeitshilfen Korrosionsschutz 1, 1.1, 1.2, 1.3
- DIN EN ISO 1461 „Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge (Stückverzinken), Anforderungen und Prüfungen“
- DIN EN ISO 14713 „Zink- und Aluminiumüberzüge, Leitfäden“
- DIN EN ISO 12944-1-8 „Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme“
- Verbände-Empfehlung „Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Feuerverzinken“, DSTV, IVF
- Merkblätter des Stahl-Informations-Zentrums, Düsseldorf, M 293, M 359 und M 329

### Sicherheit: ausgereifte Technik und qualifizierte Beratung

- Die Mitgliedsfirmen des Deutschen Stahlbauverbandes DSTV beherrschen die modernen Korrosionsschutzverfahren. Diese Unternehmen sind in der Lage, Sie bei der Auswahl eines wirksamen und wirtschaftlichen Oberflächenschutzes fachmännisch zu beraten und diesen auszuführen.
- Wünschen Sie, z. B. im frühen Entwurfsstadium, eine firmenneutrale Beratung, steht Ihnen BAUEN MIT STAHL gern mit Rat und Information zur Verfügung.



Sohnstraße 65 · 40237 Düsseldorf  
 Postfach 10 48 42 · 40039 Düsseldorf  
 Telefon (02 11) 67 07-828  
 Telefax (02 11) 67 07-829  
 Internet: [www.bauen-mit-stahl.de](http://www.bauen-mit-stahl.de)  
 E-Mail: [zentrale@bauen-mit-stahl.de](mailto:zentrale@bauen-mit-stahl.de)