

# ***ANLEITUNGEN ZUM KONSTRUIEREN VOR DER FEUERVERZINKUNG***

Pocinkovalnica d.o.o., Bezigrajska 6, SI-3000 Celje  
[www.pocinkovalnica.si](http://www.pocinkovalnica.si)  
[info@pocinkovalnica.si](mailto:info@pocinkovalnica.si)

## 1 Anwendung der Standards

Für das Verzinken müssen die Elemente gemäß dem folgenden Standard vorbereitet werden:

EN ISO 14713                      2010 Protection against corrosion of iron and steel in structures

Im Unternehmen Pocinkovalnica wird das Feuerverzinken gemäß dem folgenden Standard durchgeführt:

EN ISO1461                      2009 Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrauchte Zinküberzüge-Stückverzinken

## 2 Abmessungen der Konstruktionen

Die größten Konstruktionsmassen sind wegen der Zinkwanne begrenzt und betragen:

$$L \times B \times H = 12600 \times 1700 \times 2900 \text{ (mm)}$$

**Das Höchstgewicht des Elements kann bis zu 7000 kg betragen.**

## 3 Oberflächensauberkeit der Elemente und Konstruktionen

Die Oberfläche darf keine Rückstände an Farben, Lacken, Farbkennzeichnungen, Fetten und Ölen, die mit alkalihaltigen Mitteln nicht entfernt werden können (hochbeständige Mineralöle, Fette, Öle und Fettstoffe, die nur schwer emulgieren), Schweißsprays, Konservierungsmittel, Paraffin, Teer, sonstige Anstriche, noch Rückstände früherer Oberflächenschutzbehandlungen, aufweisen. In den Rohren und Winkeln der Konstruktionen dürfen sich keine Sandstrahlenrückstände (Stahlkügelchen, Staub) befinden.

## 4 Öffnungen

Jedes Werkstück oder Konstruktion muß Öffnungen (Bohrlöcher, Ausschnitte u. dergl.) gemäß dem Standard SIST EN ISO 14713 (1999) aufweisen, und zwar für:

### a) Luftaustritt und Zinkablauf aus geschlossenen Rohren und Winkeln.

Diese Öffnungen müssen sich an den obersten bzw. untersten Punkten dicht an der Schweißnaht befinden (Abb. 1, 2, 3, 4, 5). Falls die Konstruktion unsichtbare Öffnungen für den Luftaustritt und Zinkablauf hat (Abb. 6), muß der Auftraggeber dringend einen Plan vorlegen.

Tabelle 1: Notwendiger Durchmesser der Entlüftungsöffnungen

Stahlrohre – Abmessungen in mm			Minstdurchmesser $\phi$ Öffnung in mm		
			1	2 parallel	4 parallel
15	15	20x10	8		
20	20	30x15	10		
30	30	40x20	12	8	
40	40	50x30	14	10	8
50	50	60x40	16	12	10
60	60	80x40	20	16	10
80	80	100x60	20	18	12
100	100	120x80	25	20	12
120	120	160x80	30	20	16
160	160	200x120	40	25	20
200	200	260x140	50	30	25
grössere			25% der Durchmesser oder 5% der Querschnitt		

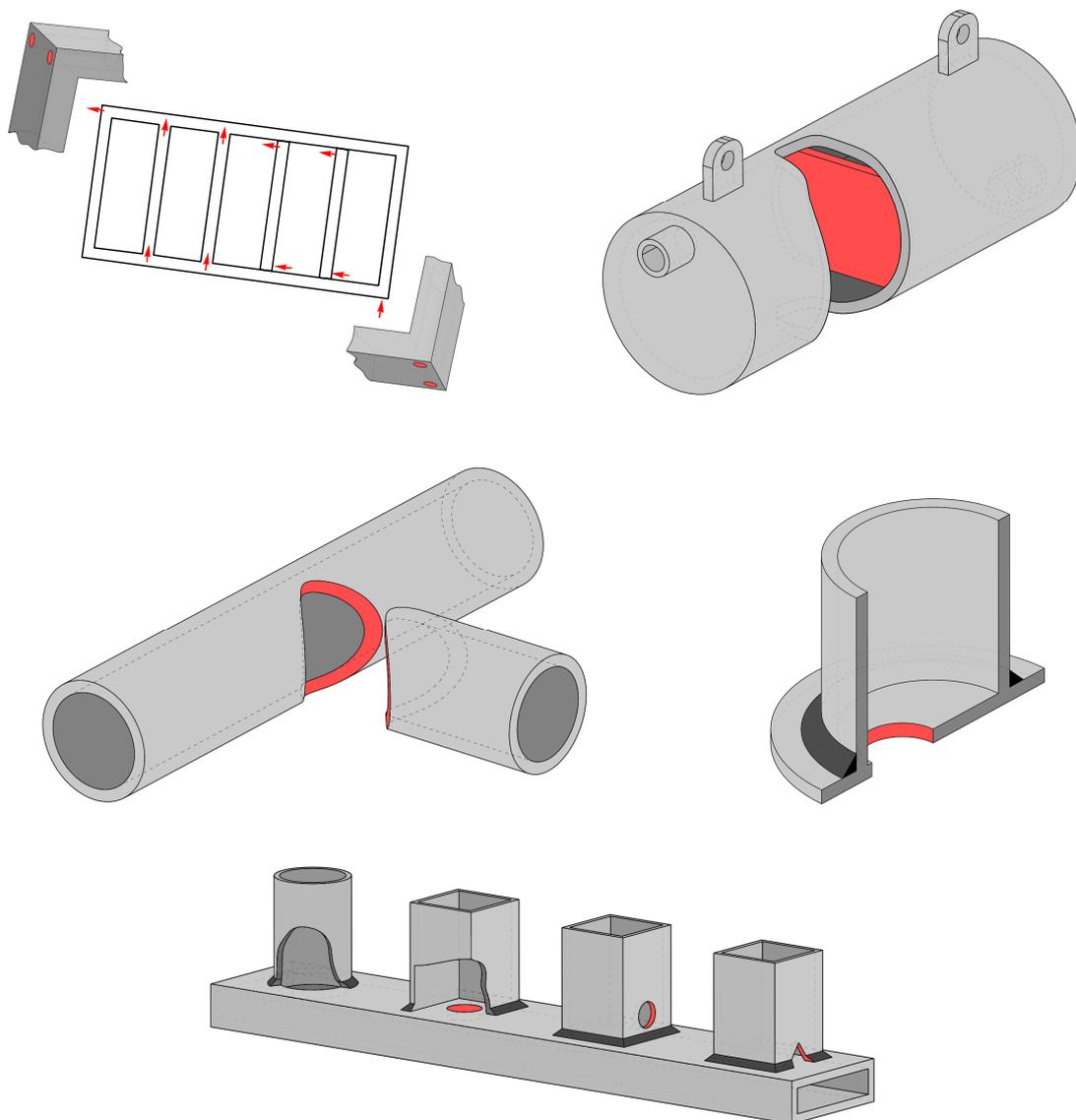


Abb. 1, 2, 3 – Beispiele für die Anordnung der Öffnungen an Rohrkonstruktionen

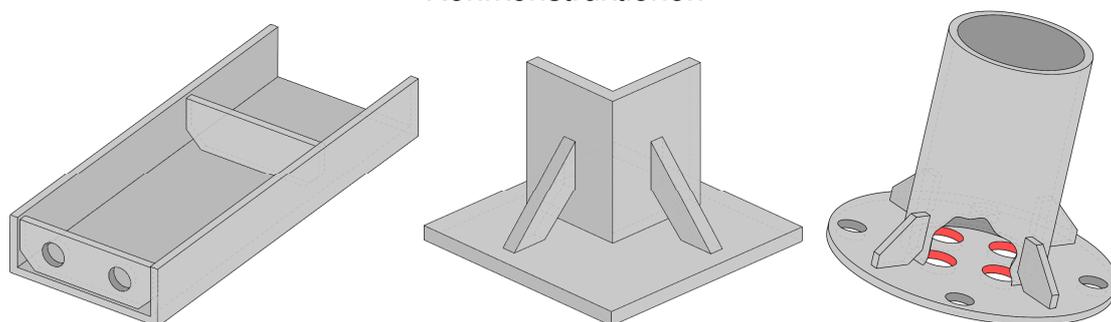


Abb. 4, 5 – Rippen- und Plattenentlüftung an U- und I-Profilen

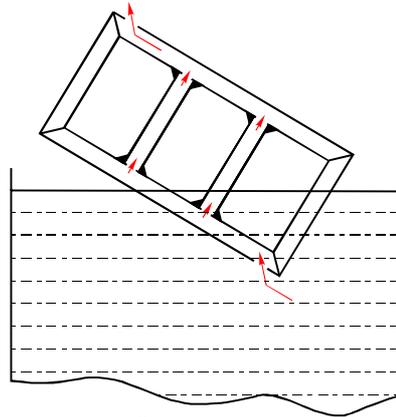


Abb. 6 – "Unsichtbare" Öffnungen an Rohrkonstruktionen

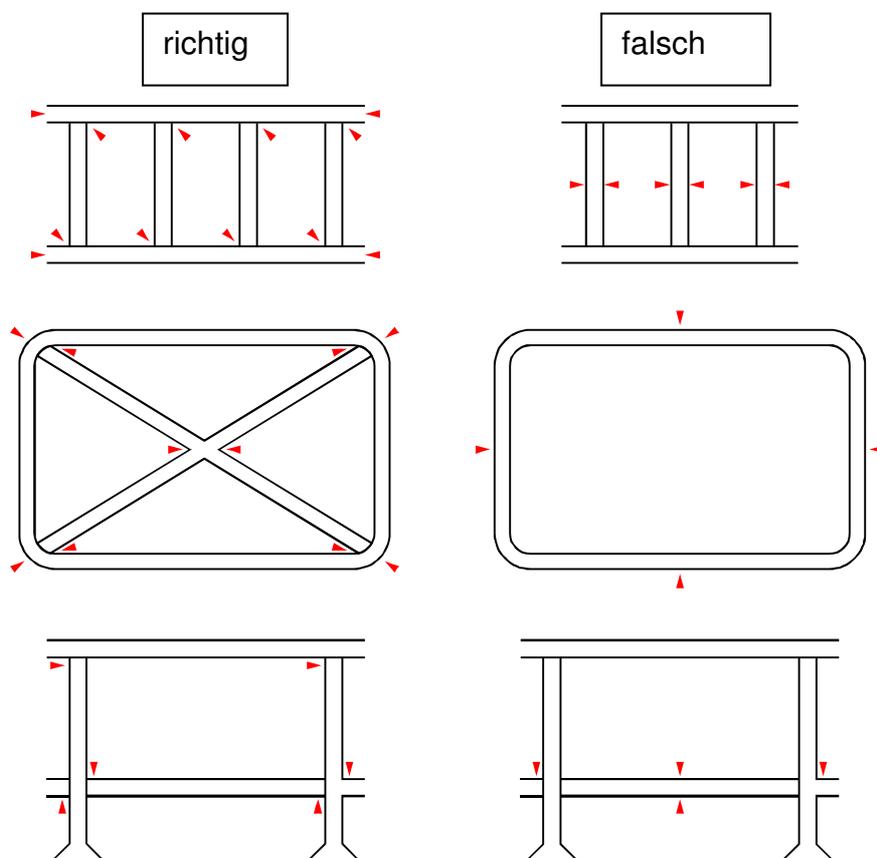


Abb. 7: Richtiges und falsches Erzeugen von Löchern

### b) Aufhängen

Die Konstruktion kann auf die dazu gesondert angeschweißten Ösen aufgehängt werden. Für einfache Elemente, mit einer Länge bis zu 2800 mm, reicht ein Aufhängepunkt, der mindestens 20 mm vom Rand entfernt sein muß. Für längere Konstruktionen und Elemente, die länger als 6000 mm sind, sind zwei oder mehrere Aufhängepunkte erforderlich, um den Durchhang von Profilen zu vermeiden, und zwar auf der  $\frac{1}{4}$  Länge des Profils von jeder Seite (Abb. 9).

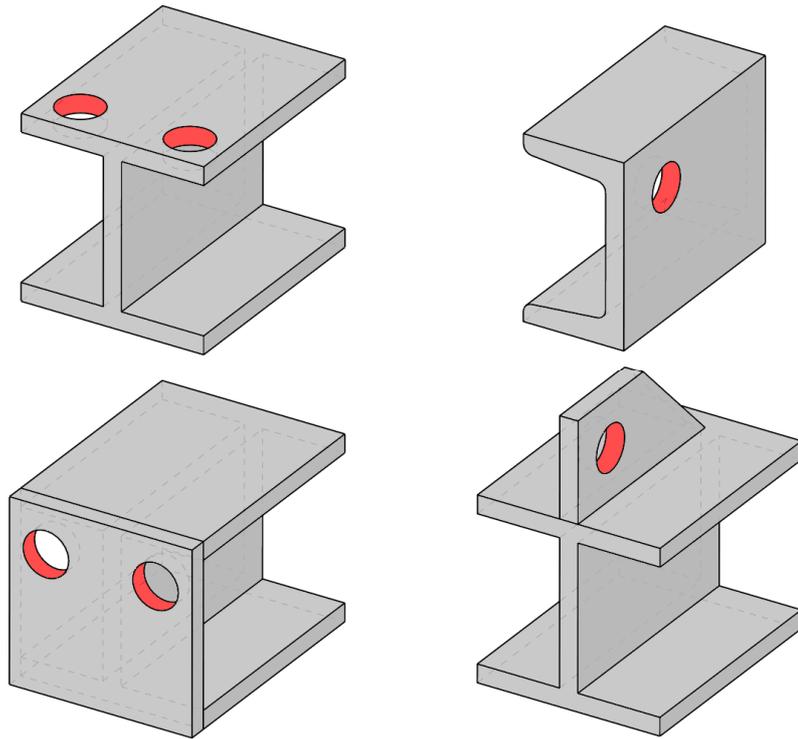


Abb. 8 – Bohrungen für das Aufhängen von I- und U-Profilen

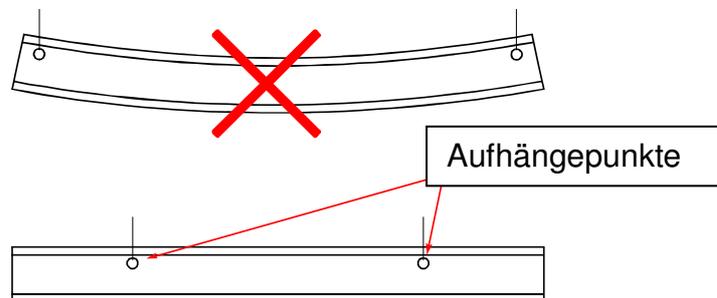


Abb. 9: Optimale Punkte für das Aufhängen eines langen Profils

c) **Entlüftung von geschlossenen Volumina zwischen zwei Flächen**, die gänzlich miteinander verschweißt sind, zur Vermeidung von Explosionen während des Verzinkungsverfahrens (Abb. 7). Die Öffnung darf sich nur auf einer Fläche befinden oder durch beide Flächen verlaufen. Für Flächen über 25 cm<sup>2</sup> sind zwei Öffnungen nötig, die voneinander diagonal bzw. maximal entfernt sind.

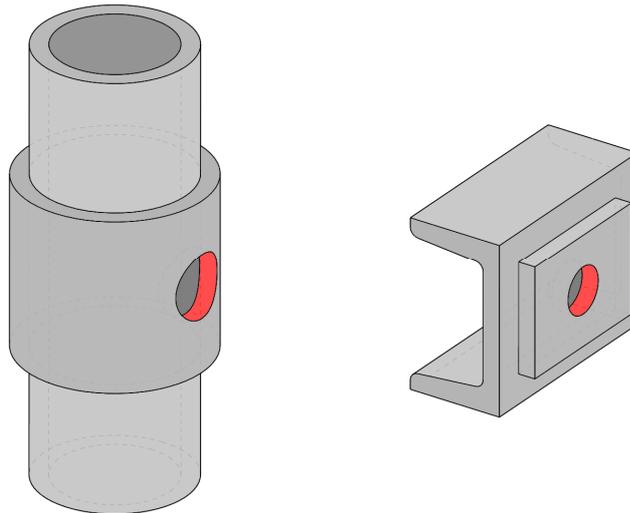


Abb. 10 – Entlüftung geschlossener Volumina

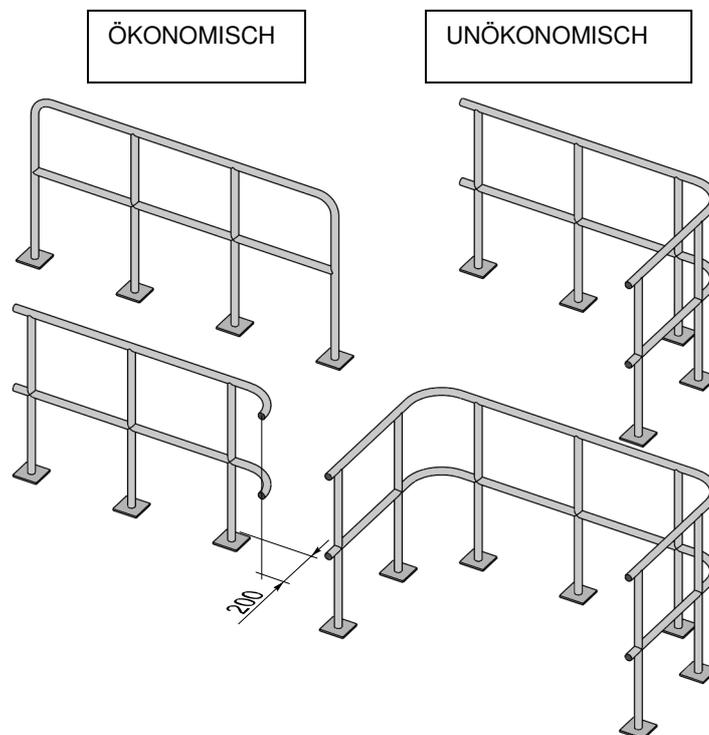


Abb. 11: Ökonomisches Konstruieren der Geländer für die Verzinkung

## 5 Fugen und Verbindungen

Bei jeglicher **Verbindung zweier Flächen** besteht die Gefahr eines nachträglichen Säureabflusses aus den Zwischenlücken, weil sie mit Zink nicht gefüllt werden.

**Die Verbindungen** müssen unporös, abgeschlossen, von Schweißzunder und Schweißperlen gereinigt sein. Die Schweißnaht kann entlang der Zinküberzugsdicke wegen anderer chemischer Zusammensetzung (Silizium) nach dem Verzinken von den

naheliegenden Flächen abtreten, deshalb muss beim Verzinken ein Zusatzmaterial mit dem gleichen Gehalt an Silizium, wie in den verwendeten Metallteilen, verwendet werden. Im allgemeinen müssen aber Zusatzmaterialien mit geringem Gehalt oder ganz ohne Silizium verwendet werden.

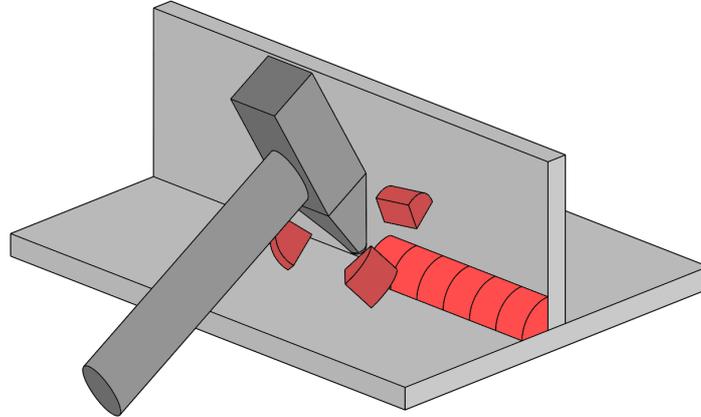


Abb. 12: Schweißzunder entfernen

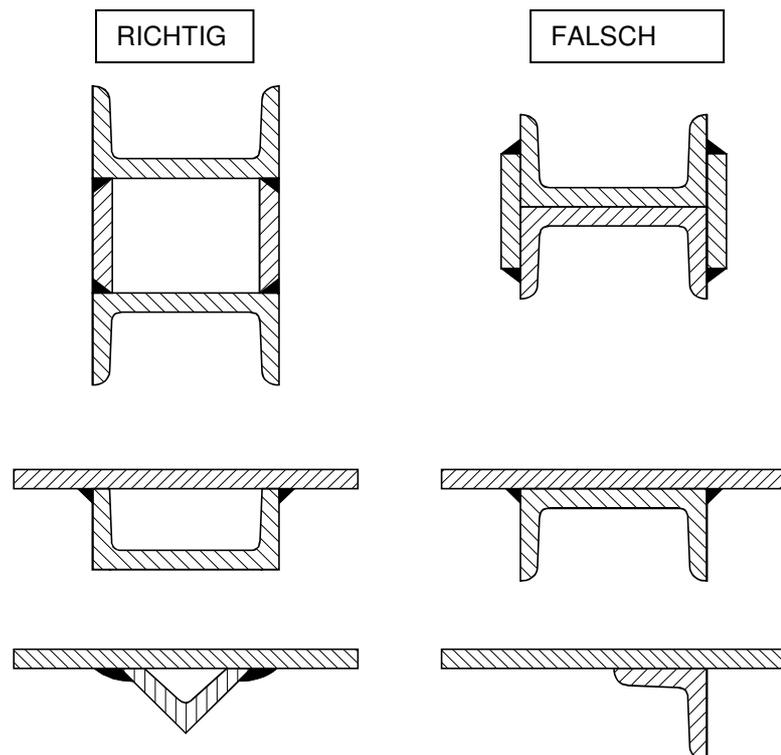


Abb. 13: Richtige Verbindung von Profilen für das Feuerverzinken

Die Verbindungen dürfen nicht mit Nieten aus Farbmatalen **vernietet** werden.

**Weiche Lotverbindungen** können nicht verzinkt werden. **Festlotverbindungen** müssen zuerst überprüft werden, sind aber im allgemeinen für das Feuerverzinken nicht geeignet.

**Schraubverbindungen** (Mutter- und Schraubenverbindungen) müssen nach dem Verzinken erneut nachgeschnitten werden, deshalb ist es sinnvoller bereits vorher die Toleranz für die Dicke der Zinkauftragung (50—200  $\mu\text{m}$ ) zu berücksichtigen. Vor dem Verzinken ist auch ein vorheriger Schutz der Schrauben und Muttern mit einer besonderen Farbe oder einem Leinenband möglich. Das Schraubenmaterial ist nur für das Schleuderfeuerverzinkungsverfahren geeignet.

**Scharniere und sonstige Schiebeteile** (z. B. Rundrohre oder Profile in Profilen) sind vom Auftraggeber gesondert anzuliefern. Sie werden erst nach dem Verzinken zusammengesetzt. Bei der Konstruktion sind auch Toleranzen bezüglich der Dicke des Zinküberzuges zu berücksichtigen. Die Aufsteckteile der Scharniere (an derselben Konstruktion) mit einer einzigen Öffnung müssen in die gleiche Richtung weisen oder an beiden Seiten geöffnet sein. Falls Rohre in Rohre nachträglich gesteckt werden, muss dabei eine 3-mm Toleranz berücksichtigt werden, bei größeren Längen aber eine größere Toleranz.

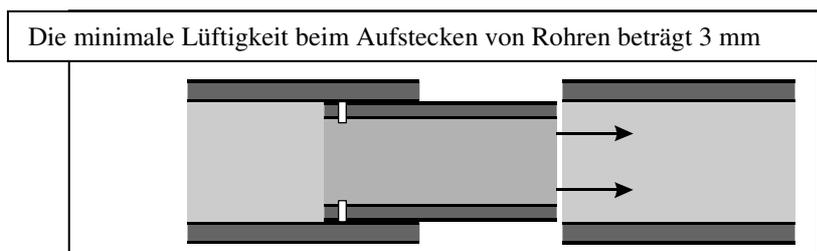


Abb. 14: Vorgesehene Toleranz beim Aufstecken von Rohren – 3 mm

## 6 Kaltverformung und Schmieden

Das Blech darf auf der Oberfläche keine Riefen oder Kratzer aufweisen, die bei der Kaltverformung entstanden sein sollten. Diese Fehler sind nach der Verzinkung sehr ausgeprägt (Rauheit des Überzuges). Geschnittene Rohrränder sind abzufassen (ohne Reste von Gräten, Dreh- und Feilspänen). Durch die Kaltverformung nach dem Verzinken wird der Überzug beschädigt, besonders bei Elementen mit einer Wanddicke von über 1 mm, da diese einen dickeren Überzug mit schlechteren Biegeeigenschaften haben.

## 7 Thermische Deformationen

Beim Zusammenbau von Elementen und Konstruktionen treten im Material - in Prozessen des Walzens, Schweißens, Ebnen und der Kaltverformung - Spannungen auf. Unter Einwirkung von hoher Temperatur der Zinkschmelzmasse setzen sich diese Spannungen frei und die Konstruktionselemente werden verformt.

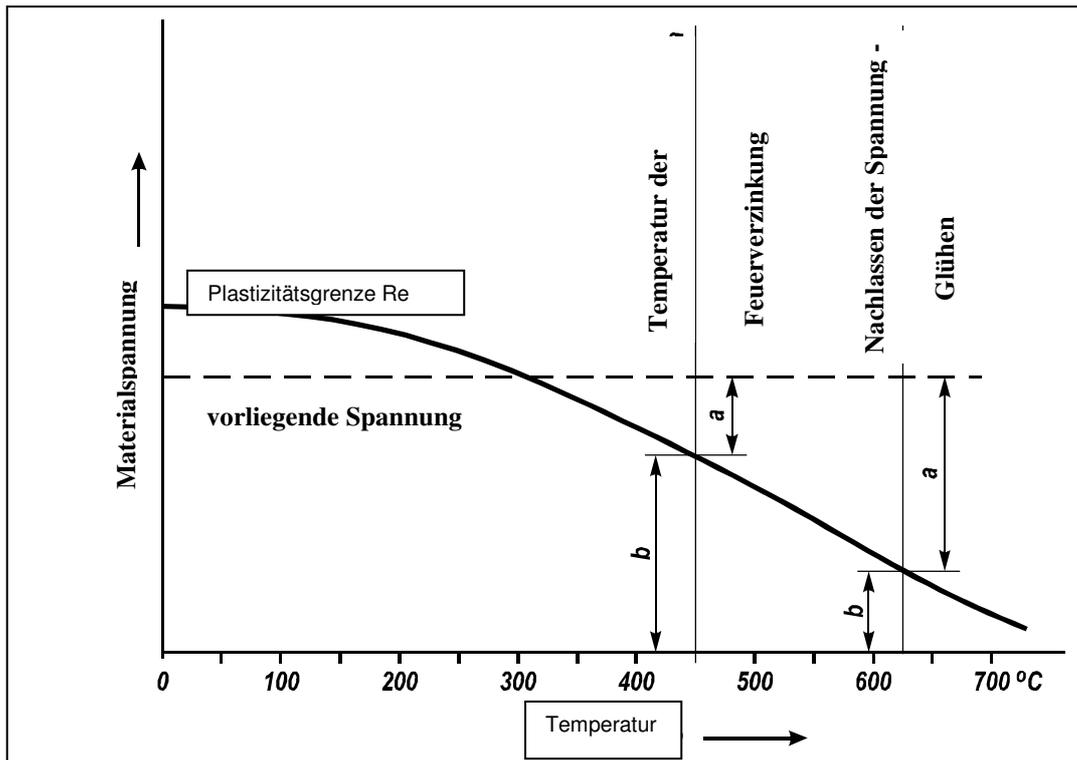


Diagramm 1 – Schematischer Verlauf der Plastizitätsgrenze von Stahl bei erhöhter Temperatur und der dabei anstehenden Verformung als Folge innerer Spannungen

Das Ausmaß der Verformungen ist abhängig von:

- der Größe der inneren Spannungen (Abb. B)
- der Wärmeaufnahme in Bezug auf die Position der Schwerlinie der Konstruktion
- dem Querschnitt: a) symetrische oder asymetrische Konstruktion  
b) offene (U- und T-Profile) oder geschlossene Konstruktion (Rohre).

Die innere Spannung vermindert sich beim Erhitzen um den Anteil a (eine plastische Verformung tritt auf), die innere Spannung in Größe von b bleibt jedoch weiterhin bestehen.

Die häufigsten Fälle der thermischen Verformungen treten auf bei:

- dünnen Blechen grösserer Abmessungen
- Konstruktionen mit geschweißten Blechen unterschiedlicher Dicke
- Gittern, die in Rahmen eingespannt sind oder einzeln sind
- längeren Rohren oder Profilen - Stangen

Verformungen können durch folgende Maßnahmen vermieden oder vermindert werden:

- Verschraubung anstatt Verschweißung

- Schweißen, wobei die Schweißnähte symmetrisch und möglichst dicht an der Schwerlinie liegen und nicht stärker als notwendig sind
- vorausgehendes Glühen - Nachlassen der Spannung im Material
- Vorspannen der Konstruktion
- Einsetzen von Verstärkungen, die aus demselben Material sind und eine möglichst gleiche Stärke haben
- kreuz- oder pyramidenförmige Eindrücke der Höhe von 20-30 mm und Blechbiegen - Bombieren
- Aufhängen von Konstruktionen an mehreren Punkten zur Vermeidung des Durchhanges (wenn die Ausführung der Konstruktion dies zulässt).

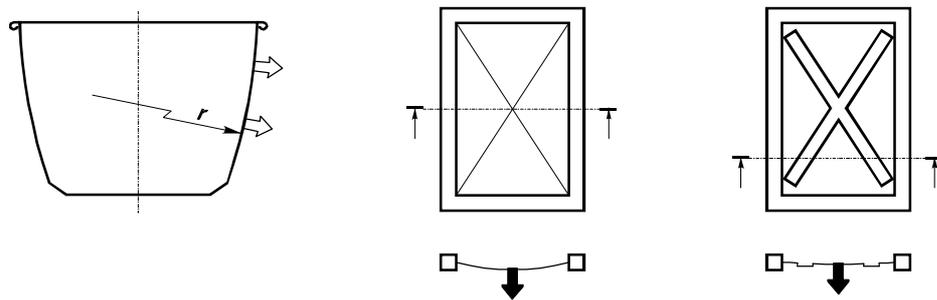


Abb. 15 – Methoden der Verminderung thermischer Verformungen durch Eindrücke

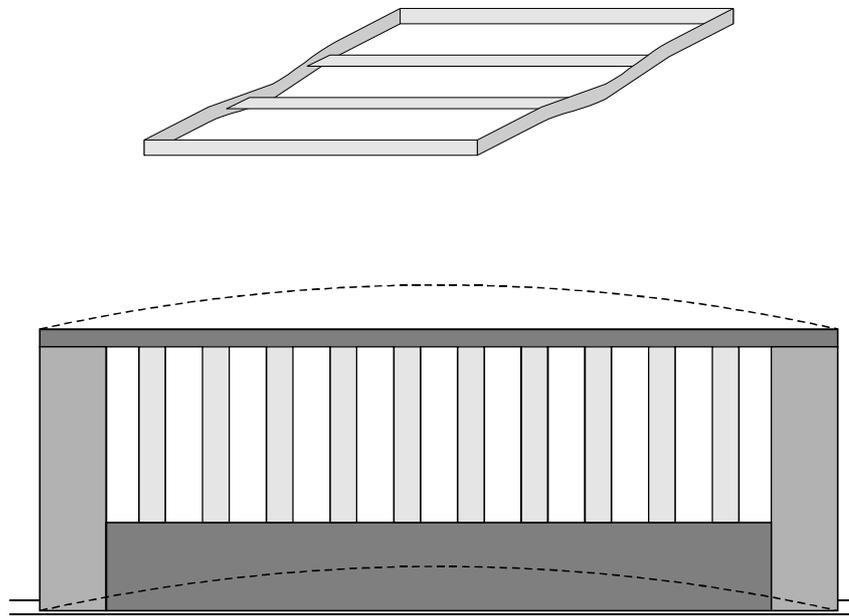


Abb. 16: Möglichkeiten der Deformierung längerer Elemente

## 8 Chemische Zusammensetzung des Stahls

Die chemische Zusammensetzung des Stahls hat einen entscheidenden Einfluß auf die Stärke, das Aussehen und die Qualität des Zinküberzuges. Den größten Einfluß haben Silizium (dicke und dunkle Überzüge) (Abb. 11) und Phosphor (rauhe Überzüge).

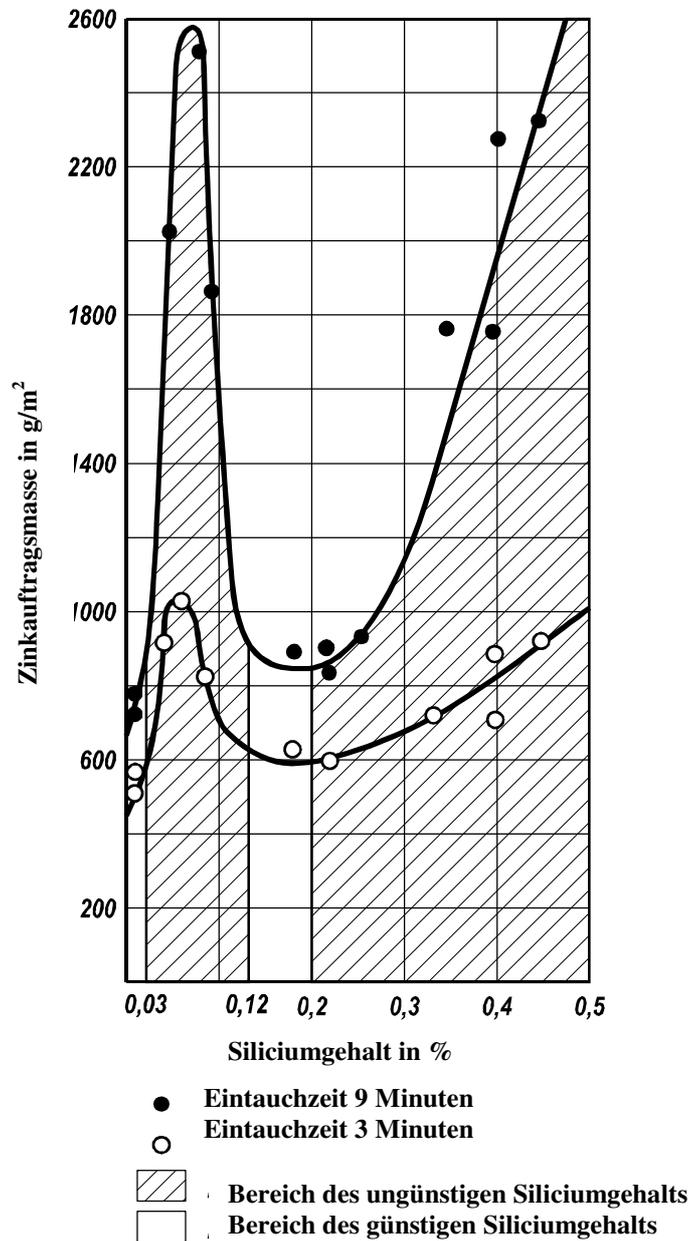


Diagramm 2 – Abhängigkeit der Auftragsmasse vom Siliziumanteil im Stahl

**Der Silizium- und Phosphorgehalt nach EN ISO 14713-2, Tabelle 1:****Günstig in folgenden zwei Bereichen**

**Kategorie A:** Si < 0,04%, P < 0,02% und  
Si + 2,5xP < 0,04 % (üblich helle Überzüge)  
**Aber ungenügende Zinkschichtdicke nach  
EN ISO 1461 an Blechen > 3mm**

**und Kategorie B**

0,14 % < Si ≤ 0,25 % (helle bis dunkelgraue Überzüge)  
**genügende Zinkschichtdicke nach EN ISO 1461**

**Ungünstiger Gehalt ist (Kategorie D):**

Si > 0,25 % (dicke, dunkelgraue Überzüge, schlechtere Haftfestigkeit)

**Nicht erlaubter Gehalt (Kategorie C):**

0,04% < Si < 0,14 % (*Sandelin* Bereich) (dunkelgraue Überzüge, Rauigkeit, Abplatzen)

Entsprechend sind alle Stähle, die den Forderungen des Standards DIN EN 10 025 entsprechen, wenn sie die entsprechende chemische Zusammensetzung haben.

Problematisch sind sehr feste und feinkörnige Konstruktionsstähle. Das Brechen von Stahl ist die Folge von der Wasserstoffaufnahme beim Laugungsverfahren. Die Stahlhärte darf die Markierungen 34 HRC, 340 HV oder 325 HB nicht überschreiten.

**9 Zustand der Stahloberfläche**

Der Stahl darf folgende Fehler nicht aufweisen:

- Zweilagigkeit
- Einwalzung, die in Form von Langstreifen sichtbar ist
- Zundereinwalzung
- Einwalzung von unreiner Emulsion und Unreinigkeiten (Oxide)

Die Stahloberfläche eignet sich am meisten, wenn sie eine helle Metallmattfarbe aufweist. Eine sehr glatte Oberfläche, die z. B. poliert ist, verursacht dickere Überzüge. Die Fehler zeigen sich nach der Verzinkung in Form von unebenem Überzug (ungleichmäßig gelaugte Oberfläche), starker parallel und örtlich begrenzter Rauheit (Pünktchen), grauem Aussehen und sogar durch intensives Abplatzen des Zinküberzuges.

**10 Farbmehalle und Güsse**

Farbmehalle werden nicht verzinkt.

Güsse müssen vor dem Verzinken sandgestrahlt werden, um von den Oberflächen Oxid, Sand, Unreinheiten und Graphit zu entfernen. Graugüsse mit 1,7–4,5 % Kohlenstoff verzinkt man sehr schwierig, weil beim Laugen der Kohlenstoff in der Salzsäure an die Oberfläche

diffundiert und somit die Haftung des Zinküberzuges verhindert. Bei Güssen besteht die Möglichkeit, dass sie nach der Verzinkung brechen.

## 11 Überzugsstärke

Die Überzugsstärke muss dem Standard SIST EN ISO 1461 (2009) entsprechen.

Tabelle2: Die Stärke des Zinküberzuges an Stücke, die nicht zentrifugiert sind

Stücke und deren Wanddicke	Örtliche Dicke (µm) (Mindestwert)(a)	Durchschnittsdicke (µm) (Mindestwert) (b)
Stahl > 6 mm	70	85
Stahl > 3 mm bis ≤ 6mm	55	70
Stahl ≥ 1,5 mm bis ≤ 3mm	45	55
Stahl < 1,5 mm	35	45
Guß ≥ 6 mm	70	80
Guß < 6 mm	60	70

## 12 Korrektur von nichtverzinkten Stellen

Die gesamte auszubessernde nicht verzinkte Oberfläche darf höchstens 0,5 % der Gesamtoberfläche eines Bauteils betragen. Eine einzelne nicht verzinkte Stelle kann maximal die Größe von 10 cm<sup>2</sup> haben.

## 13 Weißrost

Ist Folge der Bildung von Zinkhydroxid auf frisch verzinkten Elementen, und zwar auf Flächen, zu welchen ein Zufluß von Kohlenstoffdioxid in Anwesenheit von Kondensat (Feuchtigkeit) ermöglicht wurde. Weißrost ist kein Reklamationsgrund.

## 14 Palettieren und Transport

Die zur Verzinkung angelieferten Elemente müssen richtig palettiert sein, und zwar so, daß beim externen und internen Transport keine mechanischen oder chemischen Schäden an Konstruktionen oder Zinküberzügen auftreten können. Metallpaletten müssen oberflächengeschützt sein. Die Palettierung muß den Transport der Elemente in die Verzinkerei mit Paletten ermöglichen, ohne dass ein vorheriges Umverladen der Elemente oder deren Transport in die bzw. aus der Verzinkerei notwendig wäre, ohne direkten Kontakt mit dem Transportmittel.