



Ihr Stahl in guten Händen.

Kundeninformation Feuerverzinken

Technische Arbeitsblätter



Vorwort

Liebe Leserinnen und Leser,

das Feuerverzinken ist der perfekte Korrosionsschutz für nahezu alle Konstruktionen im Metallbau. Die Langlebigkeit ist ein Plus beim Kunden, die Robustheit ein Vorteil bei der Montage und die Wirtschaftlichkeit einer Feuerverzinkung im Vergleich zu anderen Korrosionsschutzsystemen unschlagbar.

Täglich sorgen über 1.800 Mitarbeiter an mittlerweile 37 Standorten in Deutschland, Österreich, Tschechien und der Slowakei für die sorgfältige Ausführung aller beim Feuerverzinken erforderlichen Prozessschritte. Aber auch alle Leistungen drum herum werden mit höchster Sorgfalt ausgeführt: Vom Kommissionieren über das Feinverputzen bis zur Gewindereinigung, von der Vormontage über Sonderverpackungen für Übersee bis hin zu einer möglichen Nachbehandlung. Eine Pulverbeschichtung auf feuerverzinktem Stahl lässt sodann ihr Bauteil noch in glänzenderem Licht erscheinen. So wurde aus dem reinen Feuerverzinken mehr und mehr eine Full-Service-Dienstleistung und das alles aus einer Hand.

Wie Sie sehen können ist nachhaltiger Korrosionsschutz wie ein Staffellauf – ein Teamsport. Denn nur wo durchtrainierte Hände präzise ineinandergreifen, wo alle Prozessbestandteile sicher beherrscht werden und jeder einzelne Schritt mit Erfahrung, Kraft und Umsicht gesetzt wird, entsteht am Ende Spitzenleistung. Nur diese Spitzenleistung wird Sie dauerhaft zufriedenstellen.

Jeder Staffellauf beginnt jedoch immer mit der richtigen Stabübergabe. Genauso ist es beim Feuerverzinken. Ein maßgeblicher Anteil am Erfolg hat Ihr zu verzinkendes Bauteil selbst, welches Sie bei uns anliefern oder wir bei Ihnen am Hof abholen dürfen. Damit die Übergabe von Erfolg gekrönt ist, sind eine Vielzahl unterschiedlicher Dinge zu beachten. Sie beeinflussen die Qualität der Feuerverzinkung in einem beträchtlichen Maß.

Aus diesem Grund sind diese Technischen Arbeitsblätter entstanden. Sie bieten die Möglichkeit sich ganz gezielt nur zu einem ganz speziellen Thema zu informieren und dies kurz und auf den Punkt gebracht. Darin inbegriffen sind eine Vielzahl praktischer Empfehlungen rund um das Feuerverzinken, die von Praktikern für Praktiker stammen! Ganz nach dem Motto „Fehler im Vorfeld vermeiden spart Kosten und Ärger“.

In diesem Sinne wünschen wir Ihnen mit jedem einzelnen Technischen Arbeitsblatt eine interessante Lektüre.

IHR FEUERVERZINKER

Inhaltsverzeichnis

Vorwort

1	Feuerverzinken	5	Weiterverarbeitung
1.1	Feuerverzinken – ein Schmelztauchverfahren	5.1	Weißrost
1.2	Wichtige Arbeitsschritte beim Feuerverzinken	5.2	Lagerung und Transport
1.3	11 Argumente für das Feuerverzinken	5.3	Konservierung oder Passivierung
1.4	Umweltschutz beim Feuerverzinken	5.4	Kontaktkorrosion
2	Korrosionsschutzplanung	5.5	Fachgerechte Ausbesserung
2.1	Korrosion (Rost)	6	Wichtige Regelwerke
2.2	Kathodischer Schutz	6.1	DIN EN ISO 1461: Das tonangebende Regelwerk zum Feuerverzinken
2.3	Korrosionsschutzdauer	6.2	ISO 14713: Das unterstützende Regelwerk zum Feuerverzinken
2.4	Fachgerechte Planung	6.3	DIN EN 1090-2: Herstellung von tragenden Stahlbauteilen in Europa
3	Einfluss des Feuerverzinkungsgutes auf Aussehen und Dicke der Zinkschicht	6.4	DAST-Richtlinie 022: Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen in Deutschland
3.1	Einfluss der Begleitelemente		
3.2	Einfluss der Stahlver- und -bearbeitung		
3.3	Feuerverzinken von Gusswerkstoffen		
4	Feuerverzinkungsgerechte Konstruktion		
4.1	Tauchbadabmessungen		
4.2	Sperrige Konstruktionen		
4.3	Verzug		
4.4	Überlappungen		
4.5	Aufhängemöglichkeiten		
4.6	Durchflussmöglichkeiten		
4.7	Verzinken von Behältern und Hohlkonstruktionen		
4.8	Verzinken von Rahmenkonstruktionen aus offenen Profilen		
4.9	Feuerverzinkungsgerechte Vorbereitung		
4.10	Feuerverzinkungsgerechtes Material		
4.11	Folgen nicht feuerverzinkungsgerechter Konstruktion		

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

1.1 Feuerverzinken – ein Schmelztauchverfahren

Feuerverzinken ist ein Schmelztauchverfahren, bei dem metallische Werkstücke für mehrere Minuten in einen Kessel mit schmelzflüssigem Zink bei 450 °C getaucht werden. Das Besondere am Feuerverzinken ist hierbei die metallurgische Reaktion. Die Stahloberfläche geht mit dem Zink im Schmelzbad durch gegenseitige Diffusion eine feste Verbindung ein. Im Überzug entstehen untrennbare Eisen-Zink-Legierungen. Eine feste Verbindung, die mit keinem anderen Korrosionsschutz erreicht wird. Darüber entsteht ein lückenloser widerstandsfähiger Überzug aus Zink. Die Schichtdicke variiert dabei in der Regel je nach Materialstärke des Bauteils von mindestens 50 µm bis über 200 µm. Dadurch wird das Werkstück auf Jahrzehnte hin vor Korrosion (Rost) geschützt.

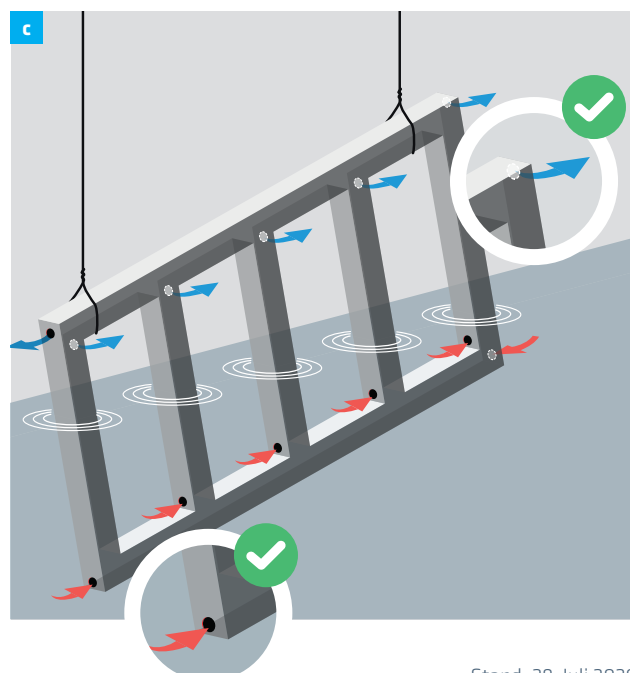
Im Vergleich zu anderen Beschichtungsmethoden ist das Feuerverzinken als Tauchverfahren eindeutig überlegen: Da das flüssige Zink in alle Hohlräume eindringt, werden durch das Eintauchen ins Schmelzbad die Werkstücke rundum geschützt, innen wie außen, an Ecken und Kanten und an den Schweißnähten – egal wie komplex die Form auch immer sein mag.

c Die 450 °C heiße Zinkschmelze fließt in alle Hohlräume und bedeckt auch die Innenseiten räumlich komplexer Werkstücke lückenlos.



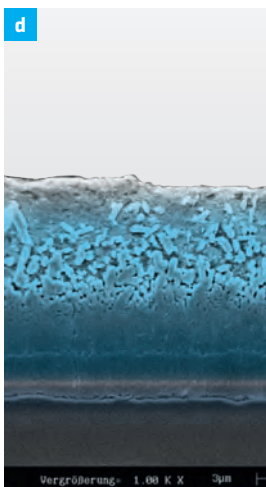
a Das in geschmolzenem Zustand relativ dünnflüssige Zink dringt schnell in alle Hohlräume vor.

b Zum Feuerverzinken müssen die Werkstücke komplett in der Zinkschmelze untergetaucht werden.

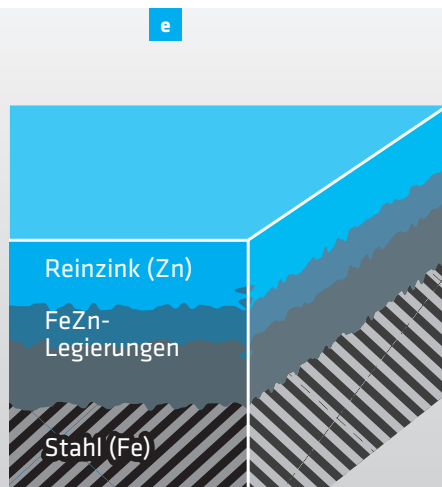


1 Feuerverzinken

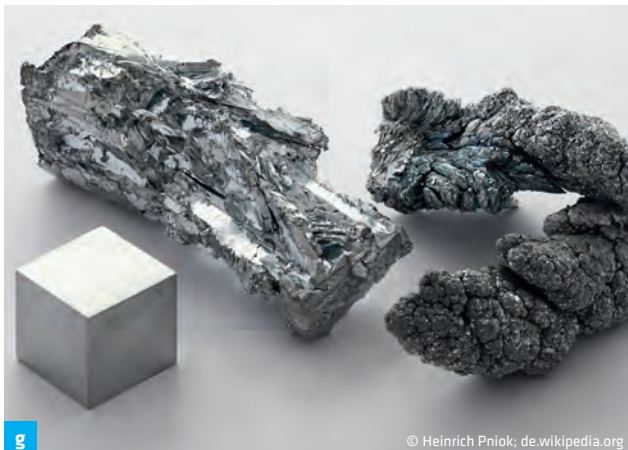
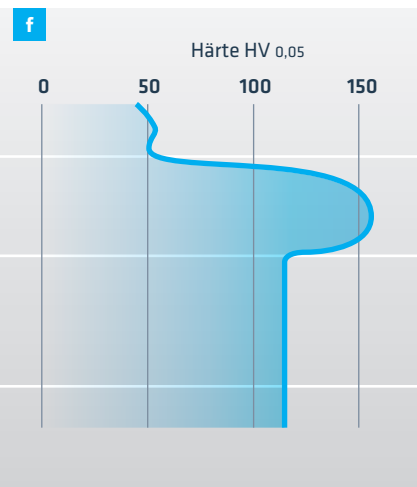
d Abbildung eines mikroskopischen Schliffbildes durch eine feuerverzinkte Oberfläche.



e Schematische Darstellung von **d**: An der Stahloberfläche bilden sich FeZn-Legierungen unterschiedlicher Zusammensetzung. Nach außen hin wird die Oberfläche durch einen Überzug aus Reinzink abgeschlossen.



f Härteverlauf in einem typischen Zinküberzug. Die Eisen-Zink-Legierung ist härter als der Grundwerkstoff.



g Elementares Zink in verschiedenen Ausbildungen



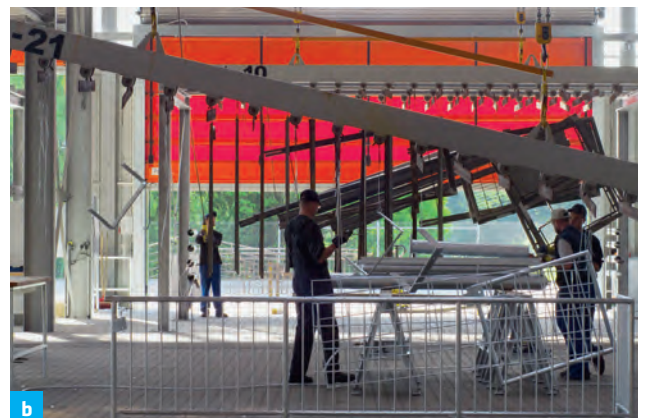
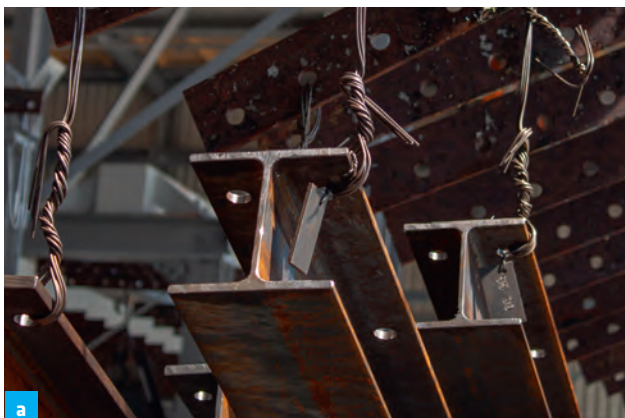
h Zinkbarren zur Beschickung des Verzinkungskessels.

1.2 Wichtige Arbeitsschritte beim Feuerverzinken

Feuerverzinken ist die erste Wahl, wenn es um optimalen Korrosionsschutz für Stahl geht. Sorgfältige Vorbereitung und Durchführung aller Verfahrensschritte sind die Garanten für langanhaltenden Schutz. Von daher nun die 4 Verfahrensschritte beim Feuerverzinken – kurz und bündig erklärt!

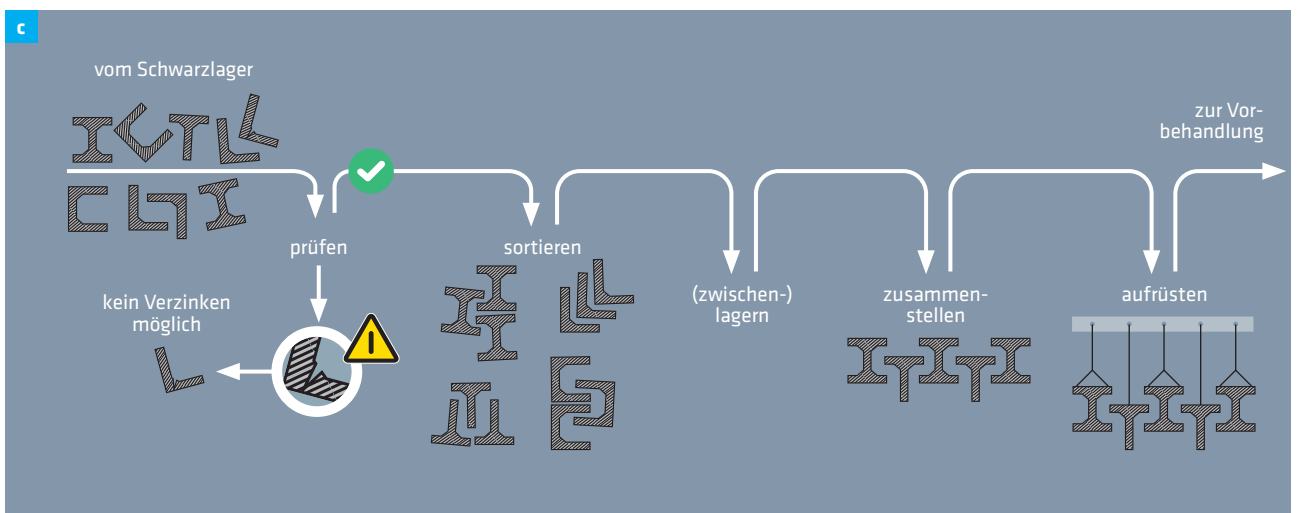
Das Aufrüsten

Das angelieferte Material wird auf seine Verzinkungsfähigkeit überprüft, sortiert und zwischengelagert. Unterschiedliche Bauteileigenschaften (Dicke, Form, Material) erfordern unterschiedliche Vorbehandlungen und Verzinkungszeiten. Es werden daher möglichst gleichartige Chargen zusammengestellt. An der Aufrüststation wird jedes Bauteil nochmals auf ausreichende Zu- und Ablauföffnungen sowie Be- und Entlüftungsbohrungen geprüft. Anschließend werden die Teile einzeln in der jeweils idealen Tauchposition an den Materialträgern befestigt.



a b Die Werkstücke werden mittels Bindedraht befestigt, geeignete kleinere Teile können auch direkt an den Materialträgern aufgehängt werden.

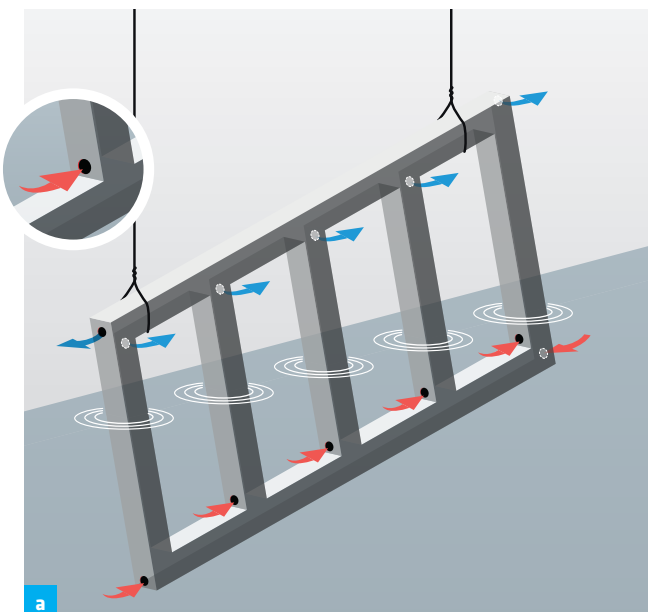
c Arbeitsschritte: Das Aufrüsten



Die Vorbehandlung

Für eine dauerhafte und lückenlose Eisen-Zink-Reaktion muss das Verzinkungsgut metallisch rein sein, also frei von Fett, Öl, Rost und Zunder. In einer sauren Lösung werden Rückstände von Fetten und Ölen entfernt und die Oberfläche angebeizt. Es folgen mehrere Beizbecken mit verdünnter Salzsäure (4 - 12 % HCl), um Verunreinigungen wie Rost

und Zunder zu beseitigen. Anschließend folgt das sog. Fluxen. Ein Flussmittelbad mit einem Gemisch aus Zinkchlorid und Ammoniumchlorid erhöht die Benetzungsfähigkeit und dient, ähnlich wie beim Löten, zur Feinreinigung der Oberfläche vor dem Eintauchen des Verzinkungsguts in die Zinkschmelze bei 440 °C bis 460 °C.

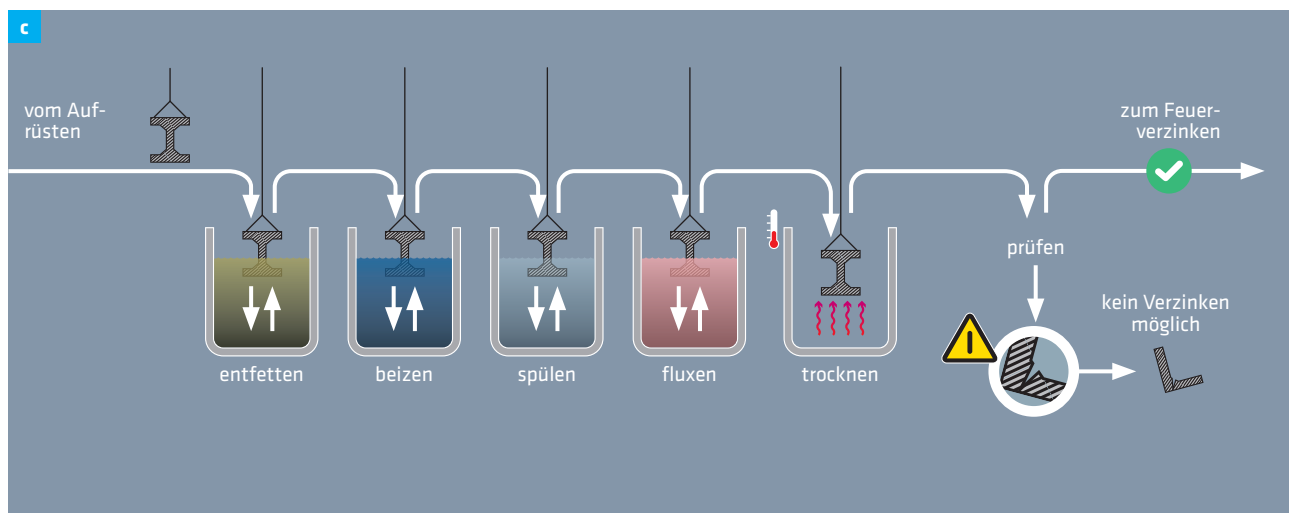


a Die Werkstücke müssen ausreichende und richtig positionierte Zu- und Ablauföffnungen aufweisen, andernfalls ist kein optimales Verzinkungsergebnis möglich, unter Umständen besteht sogar Explosionsgefahr.



b Blick in die Vorbehandlungshalle mit zahlreichen Tauchbecken.

c Arbeitsschritte: Die Vorbehandlung



Das Feuerverzinken

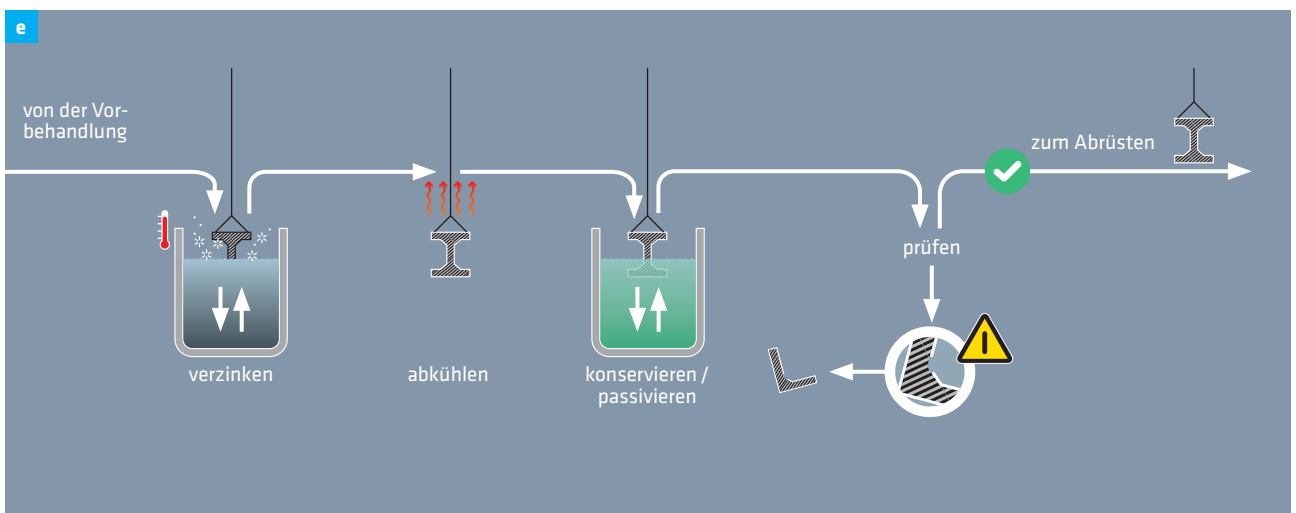
Die Zinkschmelze: Das Zink selbst muss einen hohen Reinheitsgrad besitzen. Die Vorgaben an die Schmelze werden in der DIN EN ISO 1461 und der DAST-Richtlinie 022 geregelt. In der Zinkschmelze gehen Stahl und Zink eine Legierung ein. Beim Herausziehen aus der Zinkschmelze wird die Legierung noch von einer Reinzinkschicht umhüllt.

Die Eisen-Zink-Reaktion: Der wichtigste Vorgang beim Feuerverzinken ist die Eisen-Zink-Reaktion selbst. Die Stahloberfläche geht mit dem Zink im Schmelzbad durch gegenseitige Diffusion eine feste Verbindung ein. Eine Verbindung, die in dieser Qualität mit keinem anderen Schutzverfahren erreicht wird.



d Nach einer gewissen Verweildauer im Verzinkungsbecken werden die Werkstücke langsam wieder ausgezogen,

e Arbeitsschritte: Das Feuerverzinken



Das Abrüsten

Nach dem Abkühlen erfolgt die Überprüfung der Verzinkung gemäß DIN EN ISO 1461 und für tragende Bauteile nach der DASt-Richtlinie 022. Auch eine Kontrolle auf die erfolgreiche Erfüllung der kundenspezifischen Anforderungen erfolgt hier.

Das frisch verzinkte Material wird jetzt transportsicher verpackt. Je nach Kundenwunsch werden die Teile sofort

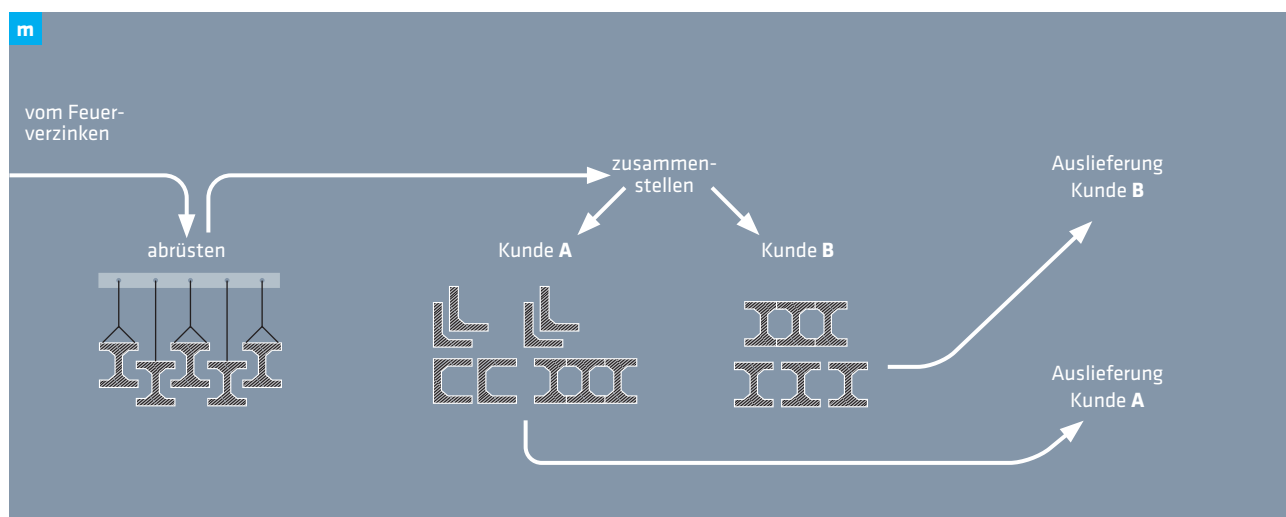
zur Lieferung verladen oder zwischengelagert und kommissioniert, evtl. auch vormontiert, konserviert oder spezielle Nacharbeiten durchgeführt.

Der Wiegel-Tourendienst sorgt zu guter Letzt für die schnelle und pünktliche Anlieferung.



k | l Zusammenstellung und Umreifung einer Charge für den Transport.

m Arbeitsschritte: Das Abrüsten



1.3 11 Argumente für das Feuerverzinken

1 Zuverlässigkeit

Der Zinküberzug bietet einen zuverlässigen Korrosionsschutz, der industriell unter definierten Bedingungen nach DIN EN ISO 1461 ausgeführt wird.

2 Langlebigkeit

Feuerverzinken bietet einen extrem langlebigen Korrosionsschutz. Unter normalen Bedingungen schützt es mehr als 40 Jahre vor Korrosion. Selbst bei höherer Belastung (z. B. in Industrieluft oder am Meer) beträgt die Schutzdauer in der Regel über 25 Jahre.

3 Widerstandsfähigkeit

Die Feuerverzinkung hat einzigartige Eigenschaften. Durch das Eintauchen der Werkstücke in ein schmelzflüssiges Zinkbad erhält man einen metallischen Überzug, der durch die Legierung unlösbar mit dem Stahl verbunden ist. Damit bietet die Feuerverzinkung einen unerreichten Schutz vor Abrieb, Beschädigungen und Korrosion.

4 Preiswert

Die Feuerverzinkung kann als industrielles Verfahren sehr zuverlässig und wirtschaftlich durchgeführt werden. Sie ist in der Herstellung meist nicht teurer als andere konventionelle Schutzsysteme für Stahl.

Überall auf der Welt zuhause – feuerverzinkte Stahlkonstruktionen:

a Außentreppe Kirchturm Nikolaikirche, Erfurt

b Balkonanlage

c „The Cube“ in Birmingham. Die Außenfassade des oberen

Teils besteht aus feuerverzinkten Formelementen.

d Gewächshauskuppeln des „Eden Project“ in Cornwall mit feuerverzinkter Stahlkonstruktion.

5 Wartungsfreiheit

Die Feuerverzinkung ist über die gesamte Lebensdauer wartungsfrei. Dadurch gehört sie zu den preisgünstigsten Langzeitschutzsystemen und verursacht keine Folgekosten.

6 Optimaler Schutz, überall

Konventionelle Korrosionsschutzsysteme weisen an Kanten und Ecken oft zu geringe Schichtdicken auf, Hohlräume bleiben ungeschützt. Das Feuerverzinken liefert dagegen mit ausgeprägten Überzügen an Ecken und Kanten einen erhöhten Schutz. Durch das Tauchverfahren werden Hohlräume „versiegelt“.

7 Kathodischer Schutz

Wird der Zinküberzug doch einmal beschädigt, verhindert das unedlere Zink auf elektrochemischem Weg in feuchter Umgebung trotzdem die Korrosion des Stahls. So stellen auch kleinere Kratzer und Schrammen kein Problem dar.



8 Leicht überprüfbar

Der Zustand eines Korrosionsschutzes mittels Feuerverzinkung lässt sich auch von Nichtfachleuten optisch leicht prüfen, da nichts überdeckt wird. Ein gleichmäßig erscheinender Zinküberzug verbirgt keine Schwachstellen.

9 Zeitsparend

Feuerverzinken als industrielles Verfahren lässt sich unter stets optimalen Bedingungen und völlig unabhängig von der Witterung durchführen. Auf der Baustelle werden bereits korrosionsschutzgeschützte und daher voll einsatzbereite Bauteile angeliefert. Es gibt keinen Zeitverlust durch nachträgliche Korrosionsschutzmaßnahmen.

10 Attraktiv

Metallische Zinküberzüge unterstreichen den Materialcharakter und die Eigenschaften des Stahls. Der Stahl bleibt weiterhin ein attraktives architektonisches Baumaterial, da

Aussehen und Oberflächenstruktur erhalten bleiben. Durch eine zusätzliche Farbbeschichtung lässt sich beim Duplexsystem der langlebige Korrosionsschutz des Feuerverzinkens mit anspruchsvoller Farbgestaltung verbinden.

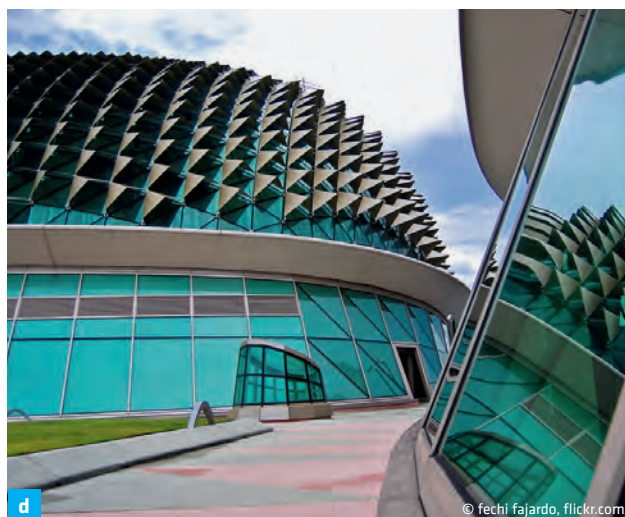
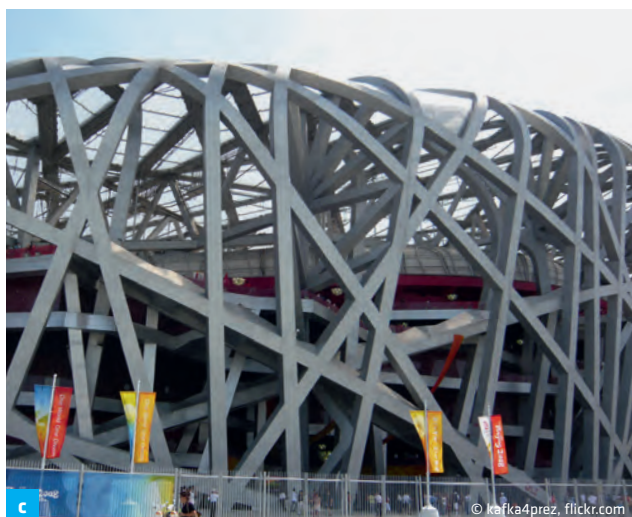
11 Umweltfreundlich

Feuerverzinken ist umweltfreundlich. Und das aus zwei Gründen: Erstens werden in einer modernen Feuerverzinkerei Abluft, Abwasser, Abfälle und Abwärme reduziert, gereinigt, recycelt und rückgeführt. Zweitens ist feuerverzinkter Stahl sehr leicht recycel- und damit wiederverwendbar. Mehr als 80 % des in Deutschland verfügbaren Zinks werden wieder recycelt.

Überall auf der Welt zuhause – feuerverzinkte Stahlkonstruktionen:

c Das „Vogelnest“: Die faszinierende Außenhülle des Nationalstadions für die Olympischen Spiele 2008 in Peking besteht aus 42.000 t feuerverzinktem Stahl.

d Das spektakuläre „Esplanade – Theatres on the Bay“ in Singapur: Ebenfalls eine feuerverzinkte Stahlkonstruktion.



1.4 Umweltschutz beim Feuerverzinken

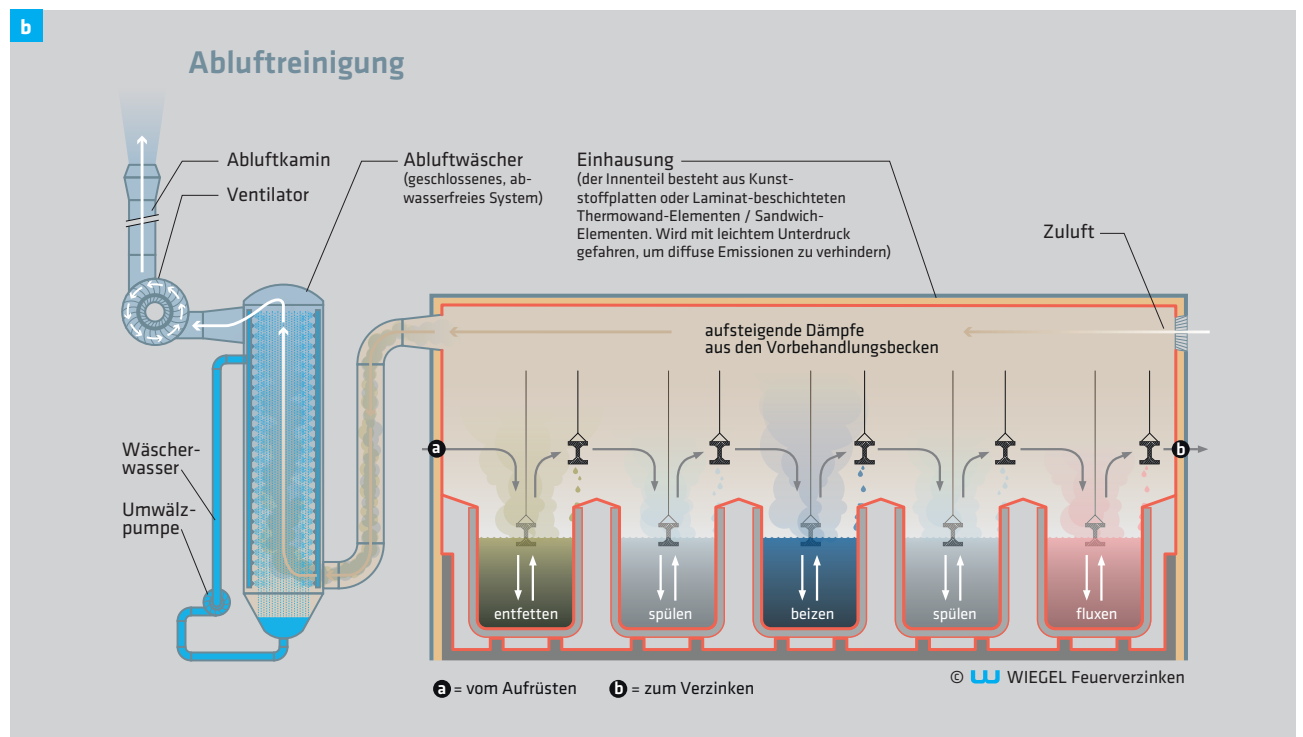
Schon vor mehr als 25 Jahren haben wir uns entschieden, konsequent in den Umweltschutz zu investieren. Seitdem ist es uns gelungen, das Feuerverzinken Schritt für Schritt zu einem die Umwelt schonenden Verfahren weiter zu entwickeln.

Durch unsere optimierte Anlagentechnik mit eingehauster und gedämmter Vorbehandlungslinie, mit Abluftwäscher, Abwärmenutzung aus der Verzinkungslinie und Vortrocknung des Materials vor dem Verzinkungsprozess ist es uns durch viele Einzelmaßnahmen gelungen, die Ressourcennutzung und die Abfallminimierung weitgehend zu optimieren. Alle Medien werden optimal gepflegt und durch eine eigenentwickelte Prozesssteuerung im optimalen Nutzungsbereich so geführt, dass möglichst wenig Einsatzstoffe notwendig sind. Durch internes Recycling werden deren Nutzung verlängert und wiederverwertbare Rohstoffe erzeugt.

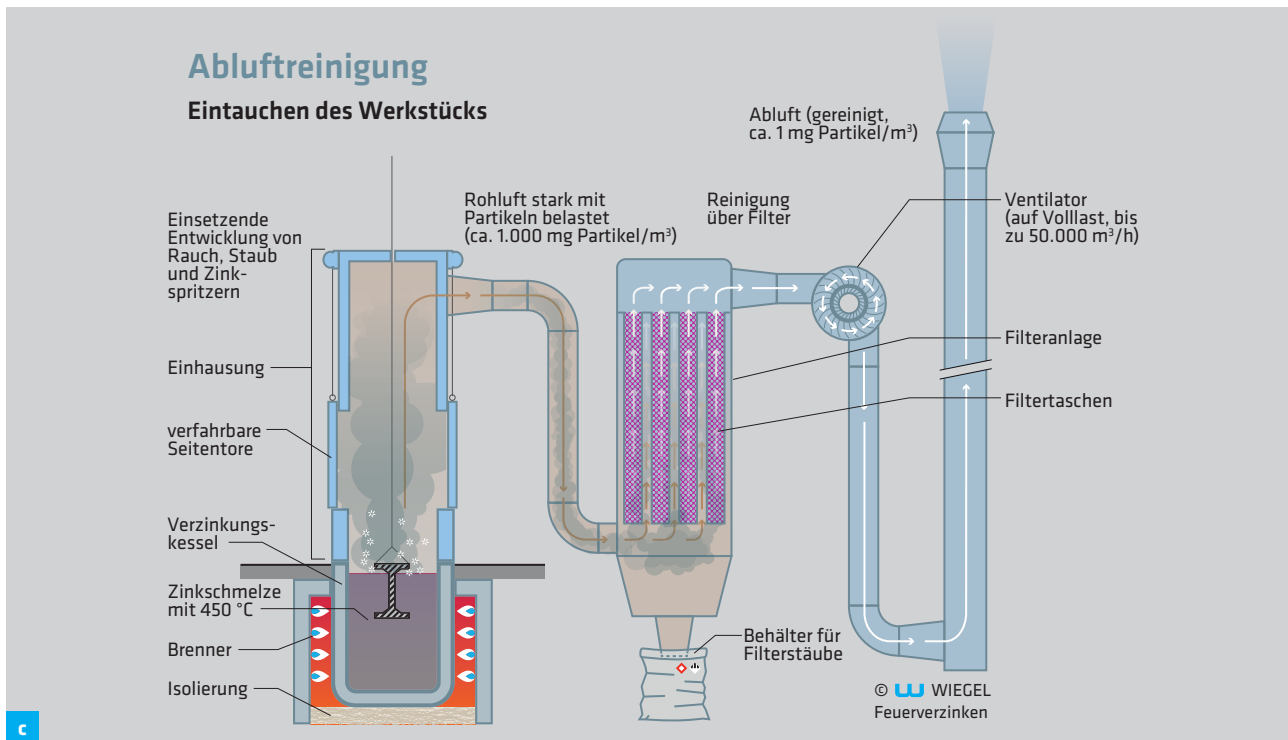
Für diese hochwertigen Bemühungen, die Umweltbelastungen zu minimieren, erhielt Wiegel im Rahmen des EMAS-Awards – der renommiertesten Auszeichnung für ein Umweltmanagement – erst kürzlich einen Ehrenpreis für seine umfassenden Aktivitäten im Umweltschutzbereich. Die beim Feuerverzinken im Hause Wiegel anfallenden Stoff- und Energieströme stehen daher für exzellente Prozessführung.



- a** Eines unserer Werke
- b** Abluftreinigung in der Vorbehandlungslinie



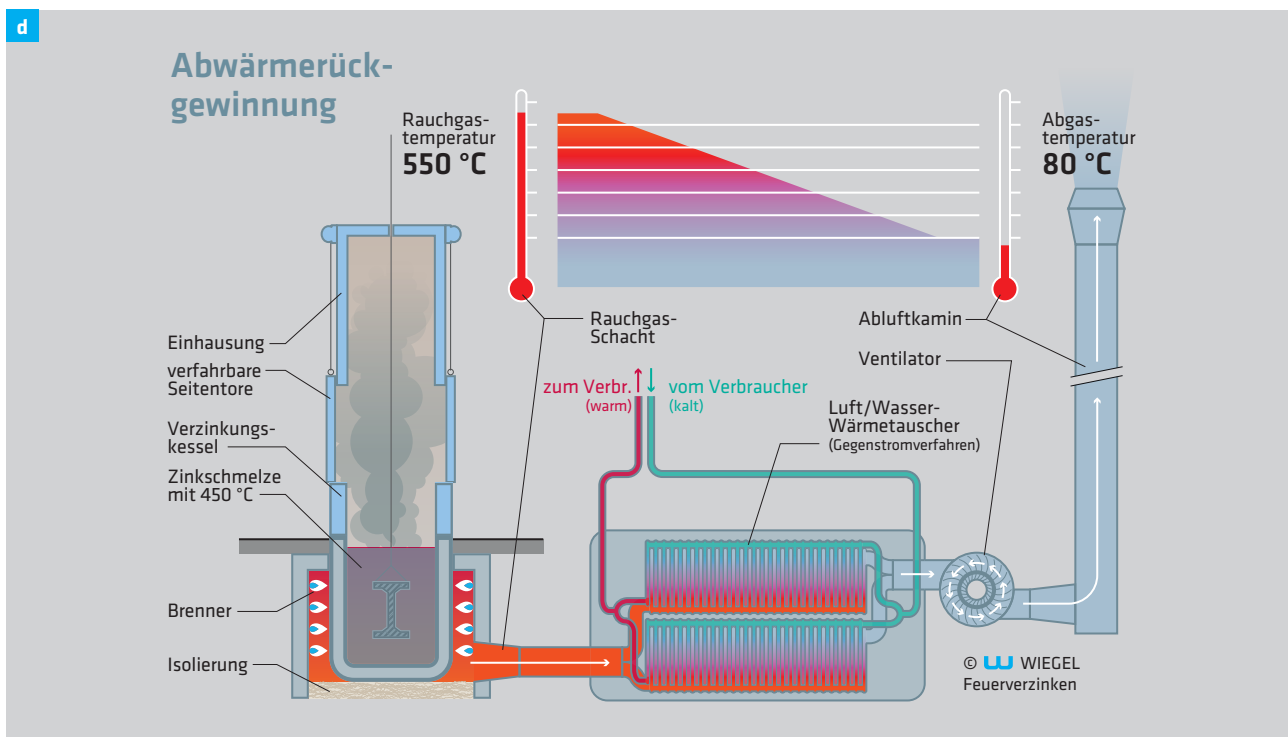
Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



c

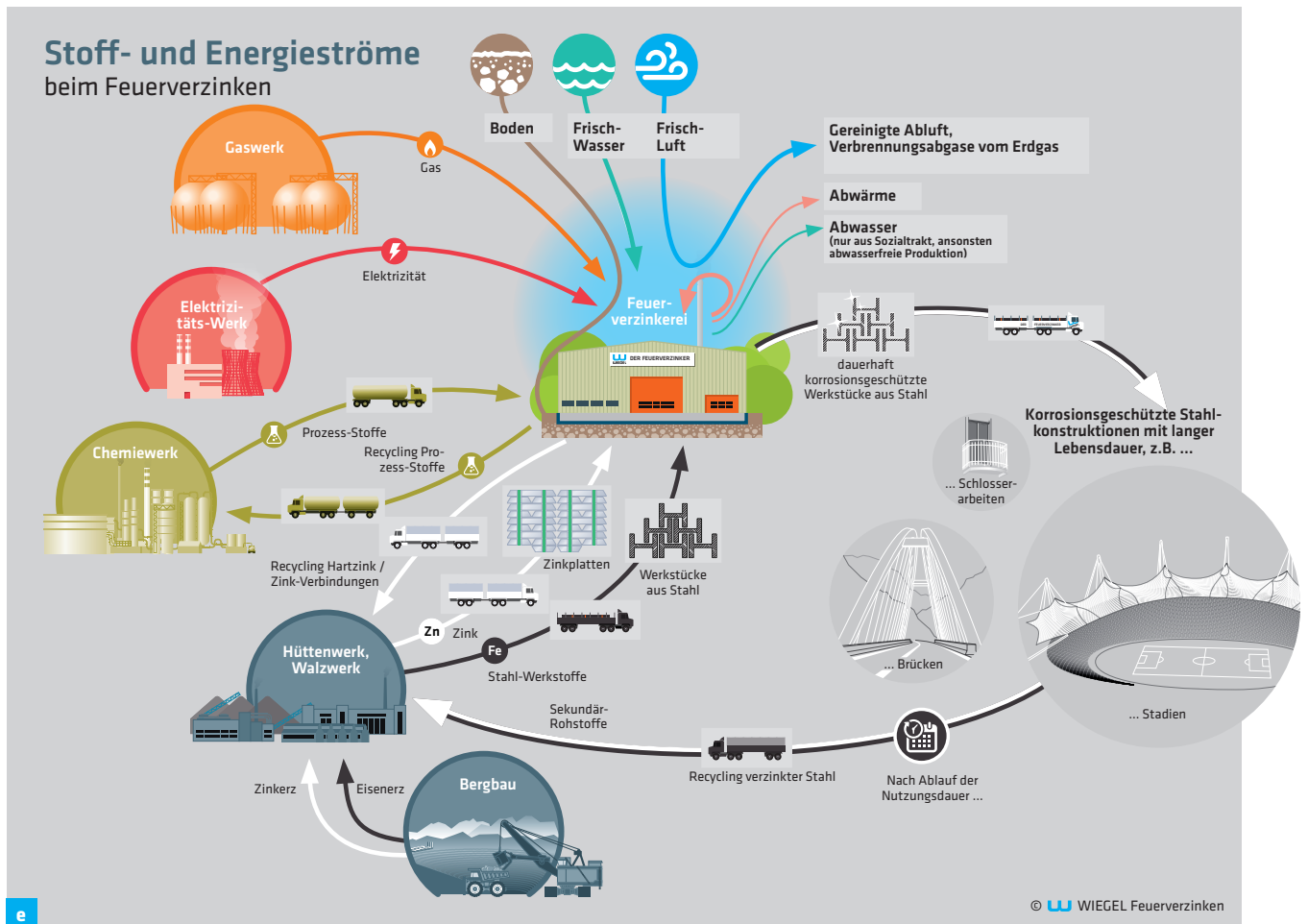
c Abluftreinigung in der Verzinkungslinie

d Abwärmerückgewinnung in der Verzinkungslinie

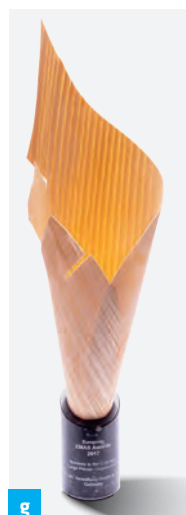


d

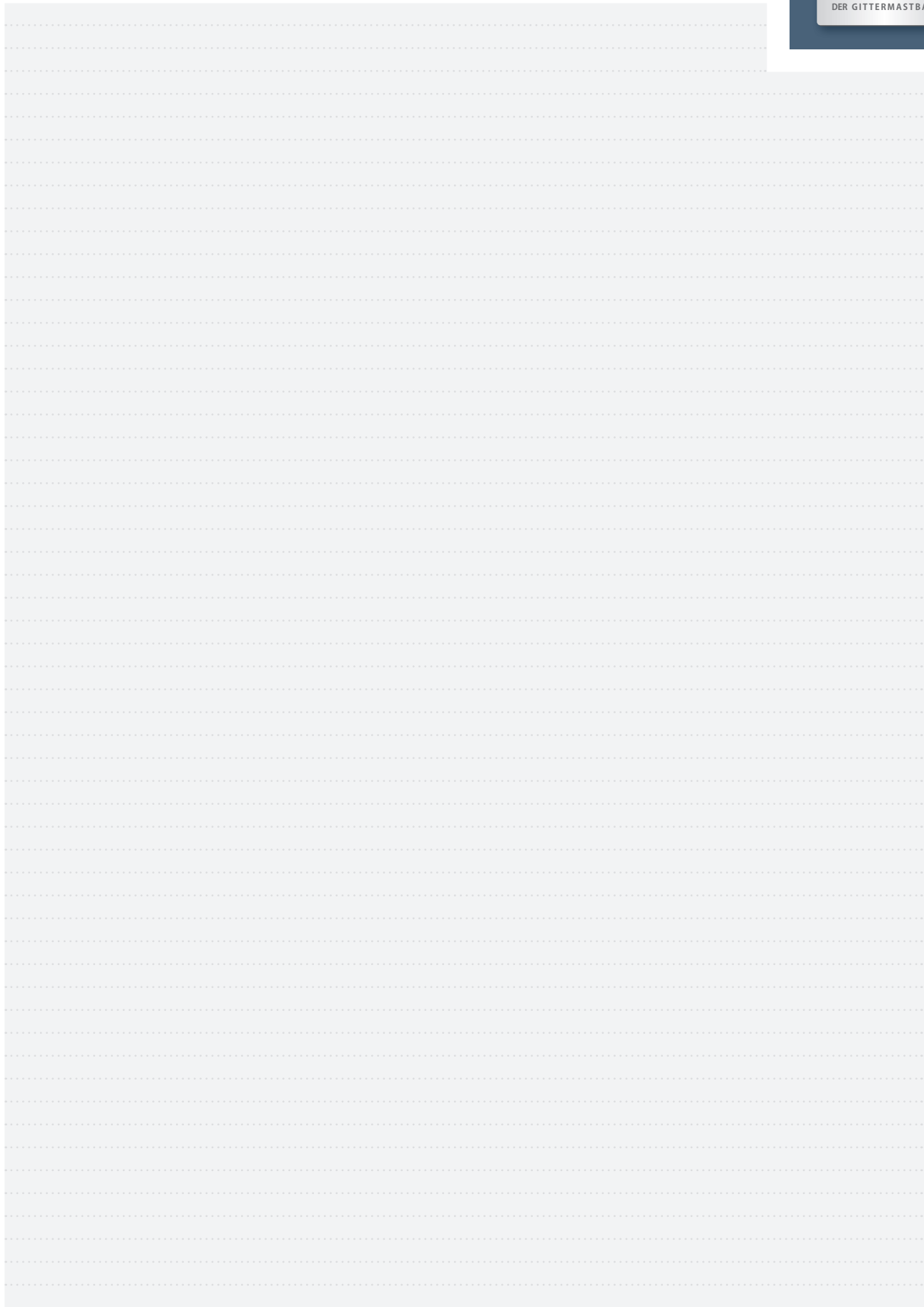
Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



Stoff- und Energieströme beim Feuerverzinken



Für unser Engagement im Umweltschutz erhielten wir 2017 die EMAS-Urkunde und den EMAS-Award



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

2.1 Korrosion (Rost)

Feuerverzinkung – unübertroffen gegen Unterrostung

Zink ist ein natürlich in Mineralien vorkommendes Element. Stahl und Zink sind nach Ende der Nutzung optimal wiederverwertbare Rohstoffe. Schätzungen haben ergeben, dass die durch Korrosion verursachten ökonomischen Folgekosten etwa 4 % des Bruttoinlandproduktes betragen. Metallherzeugung ist sehr energieintensiv, was entsprechend hohe CO₂-Emissionen zur Folge hat: 1 t Stahl benötigt ca. 9.000 Megajoule zur Erzeugung, 1 t Zink ca. 16.000 Megajoule. Allerdings benötigt man für das Feuerverzinken von 1 t Stahl grob nur ca. 50 kg Zink, so dass der Energiebeitrag des Zinks zum System „Feuerverzinkter Stahl“ nur etwa 10 % beträgt.

Worin liegt nun aber der entscheidende Unterschied beim Feuerverzinken, das gegenüber ungeschütztem Stahl eine im Mittel bis zu 26-fach längere Nutzungsdauer ermöglicht? ^[1] Die Antwort ist relativ einfach: Durch die wechselseitige Diffusion von Zink und Stahl entsteht ein fester und absolut lückenloser Schutz, der – ganz im Gegensatz zu anderen Verfahren – nicht unterwandert werden kann. So ergibt sich eine Energieeinsparung von ca. 24.000 bis 44.000 Megajoule pro nicht als Ersatz benötigter Tonne Stahl. Entsprechend gewaltige Mengen CO₂ können dadurch eingespart werden. ^[2]

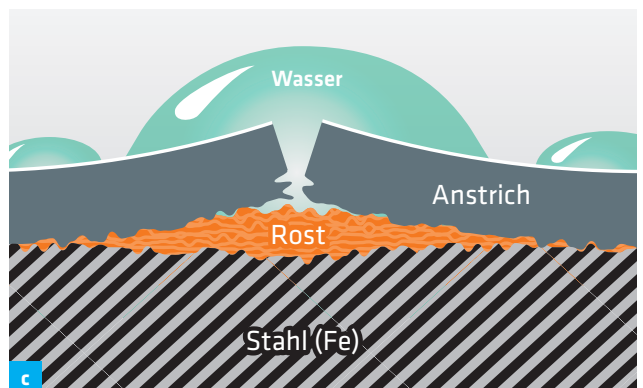
Weiterhin kann bei anderen Beschichtungen über kleinste Risse Feuchtigkeit durch eine womöglich intakt erscheinende Oberfläche bis zum Stahl vordringen und sich zunächst unerkannt an der Grenze allseitig ausbreiten. Die unter dem Einfluss der Feuchtigkeit einsetzende Bildung von Fe-Hydroxiden („Rost“) erfolgt unter Volumenvergrößerung, bis die Beschichtung aufplatzt. Wird der Schaden sichtbar, ist die Korrosion bereits vorangeschritten.



a Rundum gesicherter Schutz: Zink umschließt alle Oberflächen lückenlos.



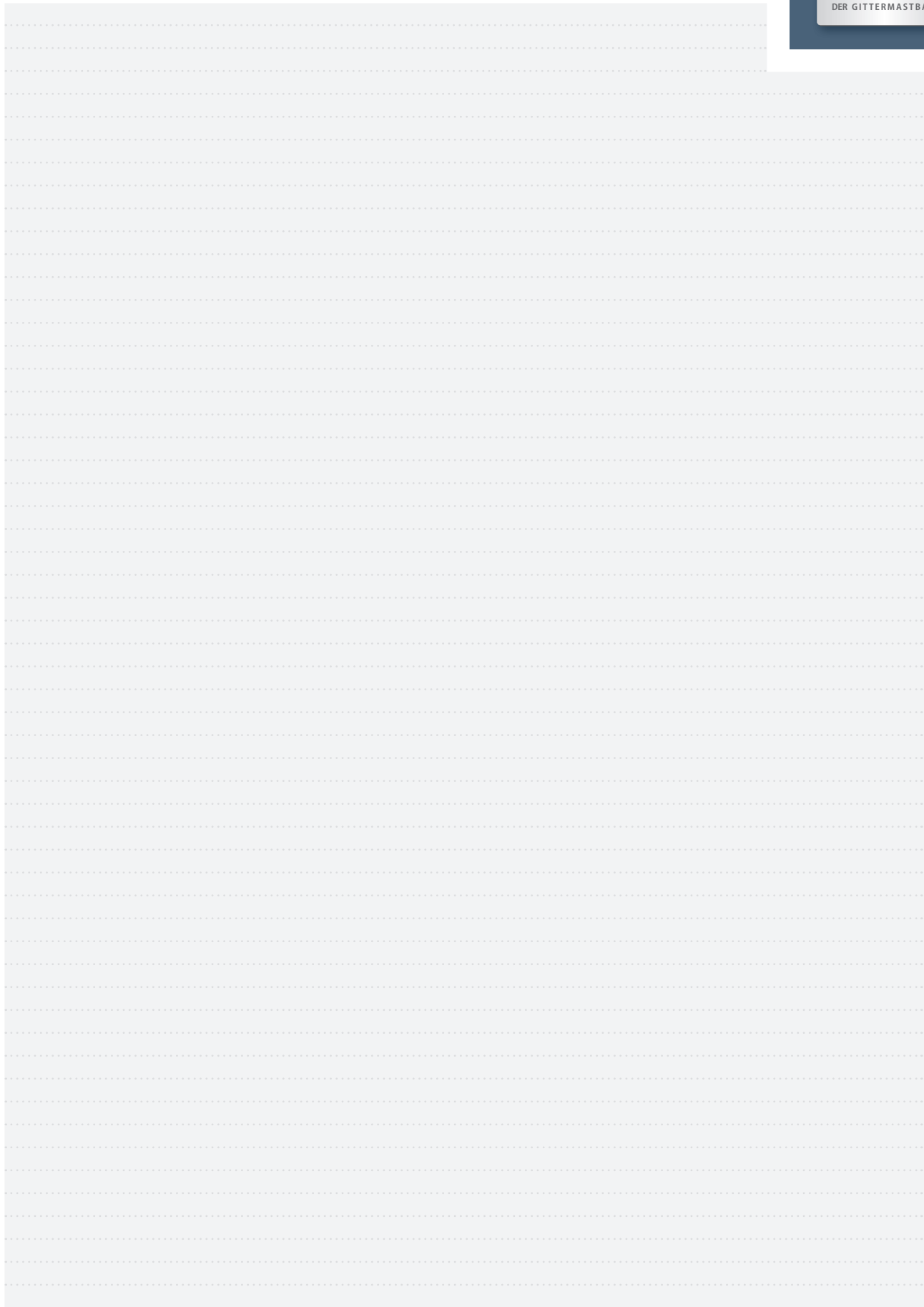
b Die volkswirtschaftlichen Kosten von Korrosion sind enorm.



c Schematische Darstellung der Korrosion unter einer herkömmlichen Beschichtung.

^[1] DIN EN ISO 12944-2 Beschichtungssysteme – Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme – Teil 2: Einteilung der Umgebungsbedingungen (ISO 12944-2:2017); Deutsche Fassung EN ISO 12944-2:2017, Tabelle 1 – Korrosivitätskategorien für atmosphärische Umgebungsbedingungen und Beispiele für typische Umgebungen

^[2] Studie der International Zinc Association, Brüssel

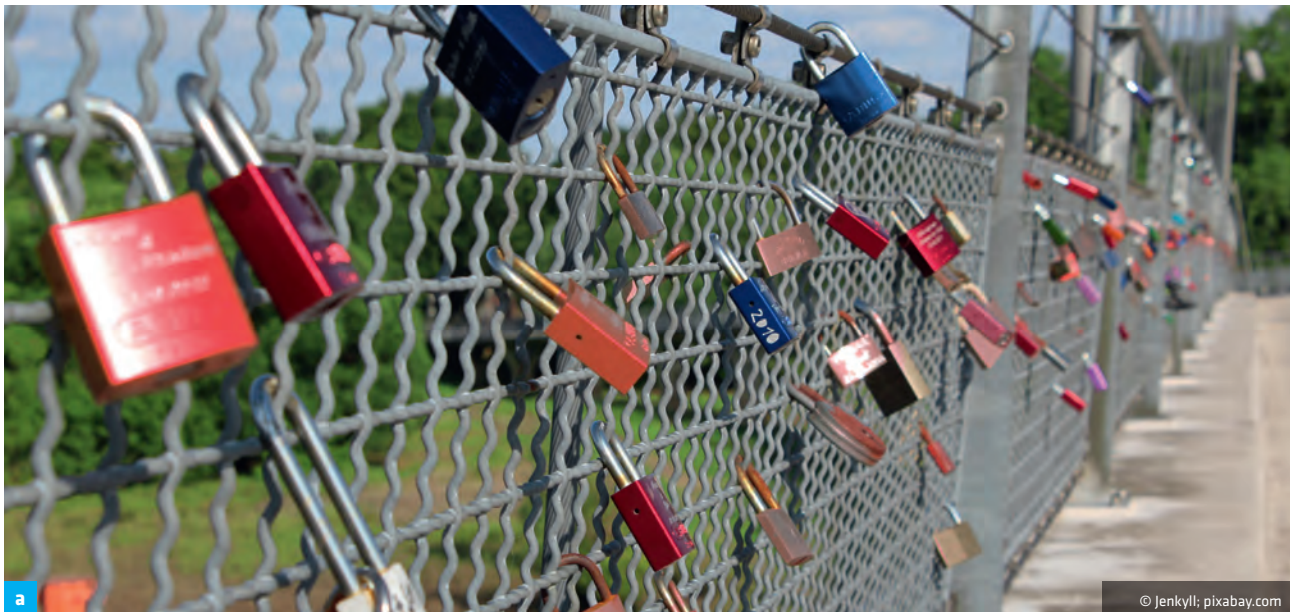


2.2 Kathodischer Schutz

Unedles schützt Edles: „Aufopferungsvolles“ Zink

Feuerverzinken schützt aber nicht nur passiv physikalisch. Durch die elektrochemische Reaktion von Zink und Eisen unter Einfluss von Feuchtigkeit wird der Stahl geschützt (kathodischer Schutz). Das Zink fungiert dabei gegenüber dem edleren Metall als sogenannte „Opferanode“.

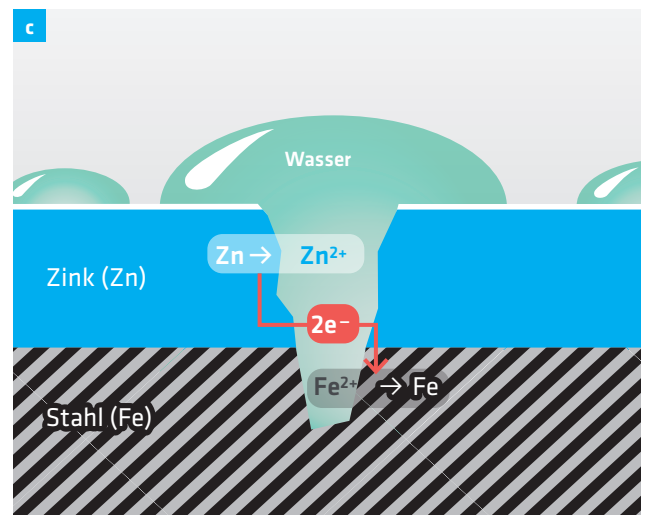
a Hält länger durch: Auch eine durch leichte Kratzer beschädigte Zinkschicht kann ihrer Aufgabe als Korrosionsschutz nachkommen. Unter feuchten Bedingungen bildet sich ein galvanisches Element, das auch weiterhin den Stahl vor Korrosion schützt. Im Gegensatz zu den Liebeschlossern zeigt das Brückengeländer noch keine Anzeichen von Rost ...



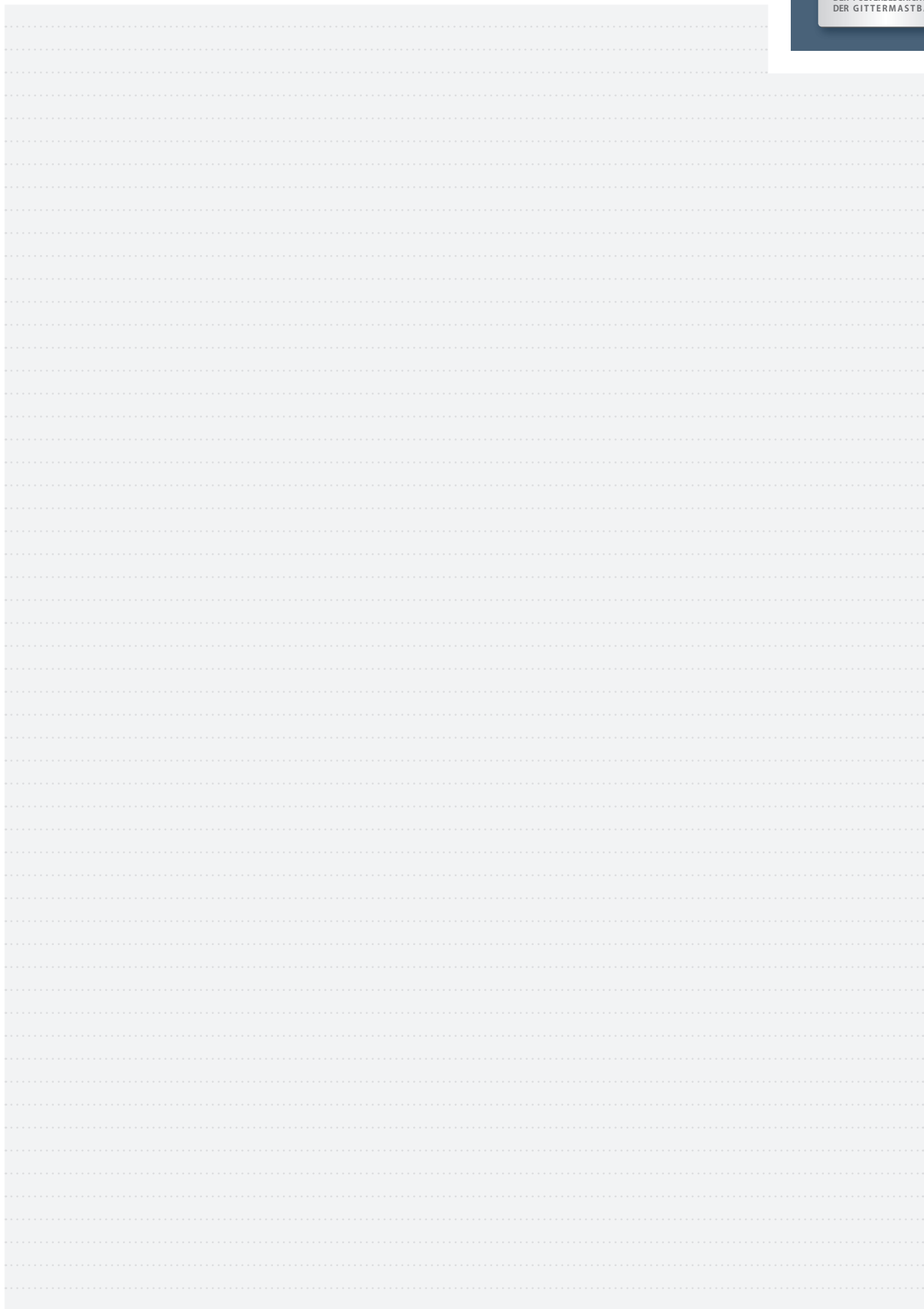
b

Mg	Magnesium	$Mg^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Mg$	-2,36 V	unedel
Al	Aluminium	$Al^{3+} + 3 e^- \rightleftharpoons Al$	-1,66 V	
Zn	Zink	$Zn^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Zn$	-0,76 V	
Fe	Eisen	$Fe^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Fe$	-0,41 V	
Cd	Cadmium	$Cd^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Cd$	-0,40 V	
Ni	Nickel	$Ni^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Ni$	-0,23 V	
Sn	Zinn	$Sn^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Sn$	-0,14 V	
Pb	Blei	$Pb^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Pb$	-0,13 V	
Cu	Kupfer	$Cu^{2+} + 2 e^- \rightleftharpoons Cu$	+0,35 V	edel

b Spannungsreihe einiger ausgewählter metallischer Elemente.



c Schematische Darstellung der Reaktionen von Zink und Stahl bei einer Verletzung der Zinkschicht.



2.3 Korrosionsschutzdauer

Korrosionsschutz für Generationen

Feuerverzinken macht Ihre Leistung unerreichbar langlebig. Sogar unter extremen Bedingungen wie dem Offshore-Einsatz oder aggressiver Industrielatmosphäre kann ein nachhaltiger Schutz für viele Jahrzehnte erreicht werden. Feuerverzinken schützt nicht nur passiv.

Durch die elektrochemische Reaktion von Zink und Eisen unter Einfluss von Feuchtigkeit wird der Stahl sogar bei kleineren Beschädigungen geschützt (kathodischer Schutz).

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

Korrosions- kategorie	Durchschnittl. Zinkschicht- dicke [µm]	Abtrags- rate für Zink [µm / a]	Schutzdauer [a]		Schutz- dauer Mittelwert [a]	VL	L	M	H	VH
						very low unbe- deutend	low gering	middle mäßig	high stark	very high sehr stark
			max.	min.		0 bis < 2 [a]	≥ 2 bis < 5 [a]	≥ 5 bis < 10 [a]	≥ 10 bis < 20 [a]	≥ 20 [a]
C1	55	≤ 0,1	n.a.	550	n.a.	•	•	•	•	•
	70		n.a.	700	n.a.	•	•	•	•	•
	85		n.a.	850	n.a.	•	•	•	•	•
C2	55	> 0,1 bis ≤ 0,7	550	79	314,5	•	•	•	•	•
	70		700	100	400	•	•	•	•	•
	85		850	121	485,5	•	•	•	•	•
C3	55	> 0,7 bis ≤ 2,1	79	26	52,0	•	•	•	•	•
	70		100	33	66,5	•	•	•	•	•
	85		121	40	80,5	•	•	•	•	•
C4	55	> 2,1 bis ≤ 4,2	26	13	19,5	•	•	•	•	
	70		33	16	24,5	•	•	•	•	•
	85		40	20	30,0	•	•	•	•	•
C5	55	> 4,2 bis ≤ 8,4	13	6	9,5	•	•	•		
	70		16	8	12,0	•	•	•	•	
	85		20	10	15,0	•	•	•	•	
	100		23	11	17,0	•	•	•	•	
	120		28	14	21,0	•	•	•	•	•
	140		33	16	24,5	•	•	•	•	•
a	160		38	19	28,5	•	•	•	•	•

a Erzielbare Schutzdauer von Zinküberzügen in Abhängigkeit von Schichtdicke und Abtragsrate für Zink (abgewandelt)

n.a. = nicht anwendbar

Korrosivitäts- kategorie C	Beispiele typischer Umgebungen	
	Innenbereiche	Außenbereiche
C1 unbedeutend	Beheizte Räume m. niedriger rel. Luftfeuchte u. unbedeutender Luftverunreinigung, z.B. Büros, Schulen, Museen.	Trockenes o. kaltes Klima, atmosphär. Umgebung m. sehr nied. Luftverunreinigung u. geringer Nässe, z.B. bestimmte Wüsten, zentrale arktische/antarktische Bereiche.
C2 gering	Nicht beheizte Räume m. schwankender Temp. u. rel. Luftfeuchte. Seltene Kondensatbildung u. geringe Luftverunreinigung, z.B. Lagerräume, Sporthallen.	Gemäßigtes Klima, atmosphär. Umgebung m. geringer Verunreinigung ($SO_2 < 5 \mu\text{g}/\text{m}^3$), z.B. ländliche Gebiete, Kleinstädte. Trockene o. kalte Klimata, atmosphär. Umgebung m. kurzzeitiger Nässe, z.B. Wüsten, subarktische Bereiche.
C3 mäßig	Räume m. gelegentlicher Kondensatbildung u. mäßiger, durch den Produktionsprozess bedingter Luftverunreinigung, z.B. Lebensmittelverarb., Wäschereien, Brauereien, Molkereien.	Gemäßigtes Klima, atmosphär. Umgebung m. mittlerer Verunreinigung ($5 \mu\text{g}/\text{m}^3 < SO_2 < 30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o. leichter Chloridbelastung, z.B. städtische Bereiche, Küstenbereiche m. nied. Chloridablagerung, subtropische u. tropische Klimata m. Atmosphären geringer Verunreinigung.
C4 stark	Räume m. häufiger Kondensatbildung u. hoher, durch den Produktionsprozess bedingter Luftverunreinigung, z.B. Industrieanlagen, Schwimmbäder.	Gemäßigtes Klima, atmosphär. Umgebung m. hoher Verunreinigung ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3 < SO_2 < 90 \mu\text{g}/\text{m}^3$) o. beträchtlicher Chloridbelastung, z.B. verunreinigte städt. Bereiche, industrielle Bereiche, Küstenbereiche ohne Versprühen von Salzwasser, starke Tausalzbelastung, subtropische u. tropische Klimata m. mittlerer Verunreinigung.
C5 sehr stark	Räume m. sehr häufiger Kondensatbildung u./o. hoher, durch den Produktionsprozess bedingter Luftverunreinigung, z.B. Bergwerke, industriell genutzte Kavernen, unbelüftete Schuppen in Gebieten m. subtropischem u. tropischem Klima.	Gemäßigtes u. subtropisches Klima, atmosphär. Umgebung m. sehr hoher Verunreinigung ($90 \mu\text{g}/\text{m}^3 < SO_2 < 250 \mu\text{g}/\text{m}^3$) u./o. wesentliche Chloridbelastung, z.B. industrielle Bereiche, Küstenbereiche, Schutzhütten an der Küste.

b

b Korrosivitätskategorien verschiedener atmosphärischer Umgebungen gemäß DIN EN ISO 14713-1

2.4 Fachgerechte Planung

Ausschreibungstexte zum Feuerverzinken nach DIN EN ISO 1461

Die Feuerverzinker der Wiegel Gruppe stellen für Sie Ausschreibungstexte für das Feuerverzinken nach DIN EN ISO 1461 zur Verfügung.

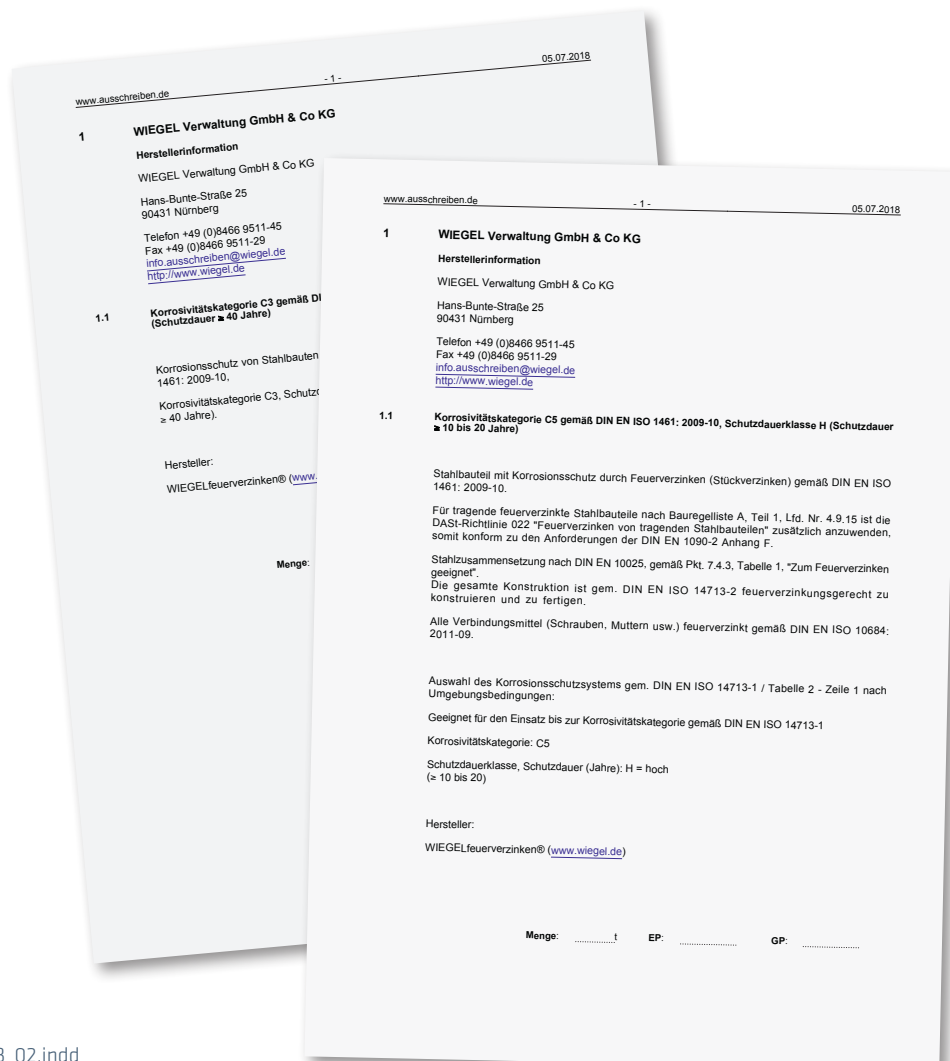
Dabei steht besonders die Eignung der Feuerverzinkung für den Einsatz in Korrosivitätskategorien C1 bis CX mit Bezug auf die benötigte Schutzdauerklasse im Mittelpunkt.

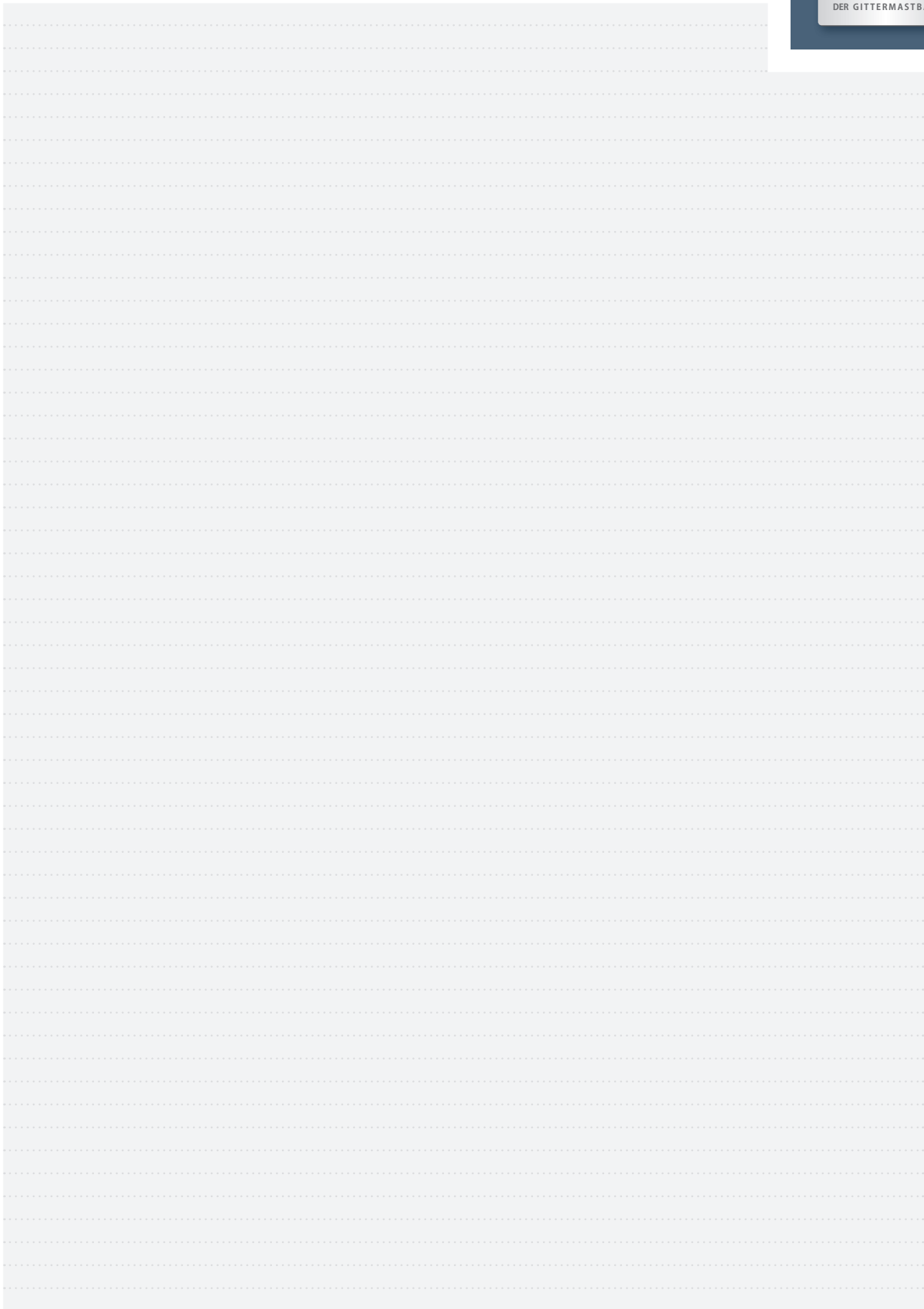
Die Ausschreibungstexte wurden den Korrosivitätskategorien mit Bezug auf die zu erreichende Schutzdauer zugeordnet und auch spezifische Texte für die einzelnen Korrosivitätskategorien bzw. Schutzdauerklassen entwickelt. Verwenden Sie diese und Sie gewinnen Planungssicherheit beim Einsatz der Feuerverzinkung als Korrosionsschutzsystem, vor allem im Bereich von tragenden Stahlbauteilen gemäß DIN EN 1090.

Unsere Empfehlung:

Nutzen Sie unsere kostenlosen Ausschreibungstexte! Sie können Sie als Kurz- oder Langtext kostenlos unter <http://www.ausschreiben.de/katalog/wiegel/position/1> herunterladen.

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!





Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

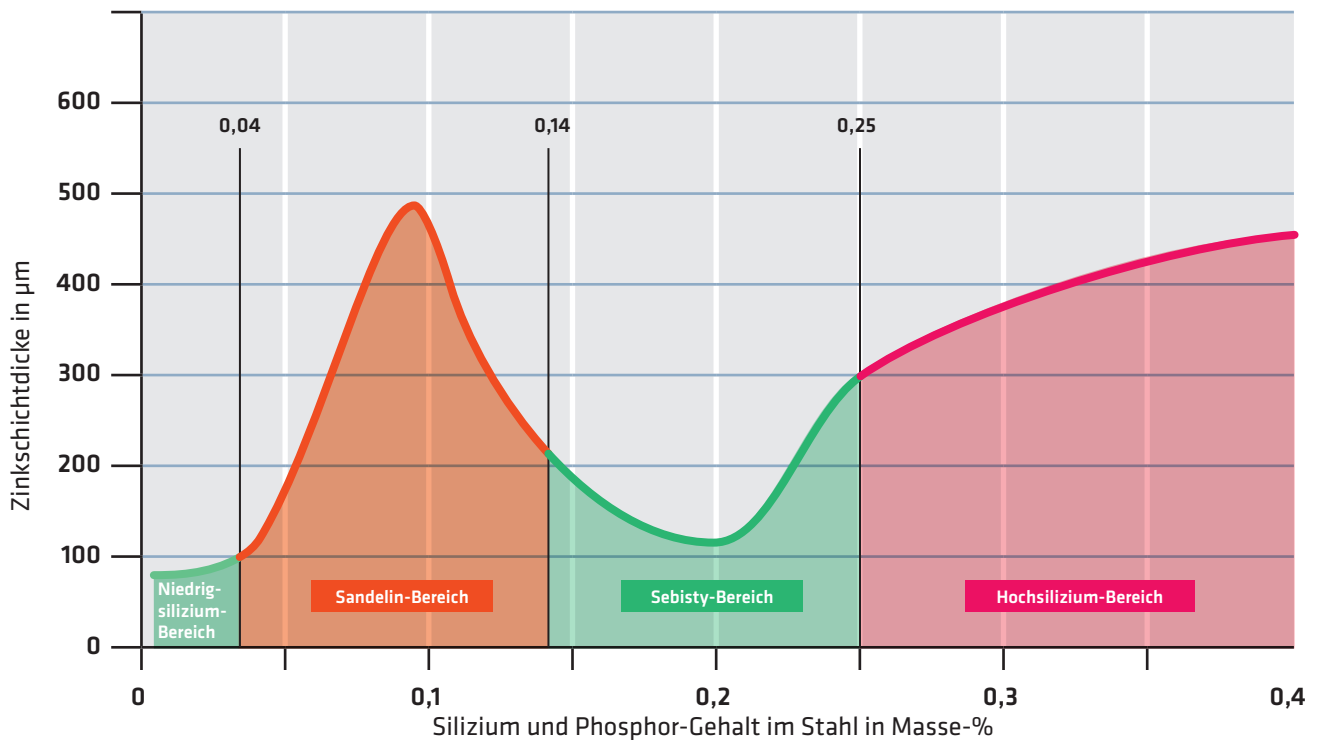
3.1 Einfluss der Begleitelemente im Stahl auf die Zinkschicht

Silbrig glänzend bis mattgrau – Ihr Stahl bestimmt die Optik

Aussehen und Dicke des Zinküberzugs hängen entscheidend von der chemischen Zusammensetzung des Stahls und den Verzinkungsbedingungen (Temperatur der Zinkschmelze und Verweildauer im Bad) ab. Besonders der Anteil von Silizium (Si) und Phosphor (P) im Stahl hat einen Einfluss auf die Geschwindigkeit der Eisen-Zink-Reaktion und die Dicke der Eisen-Zink-Legierungs-

schicht. Je nach Gehalt dieser beiden Elemente werden die Stähle in vier unterschiedliche Bereiche eingeteilt. [1]

[1] DIN EN ISO 14713-2 Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 2: Feuerverzinken (ISO 14713-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 14713-2:2009, Tabelle 1 – Zusammenhang zwischen Überzugseigenschaften und Stahlzusammensetzung

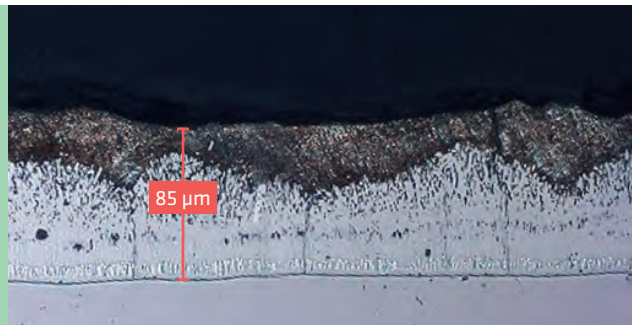


a Diagramm: Dicke des Zn-Überzugs in Abhängigkeit vom Silizium-Gehalt des verwendeten Stahls

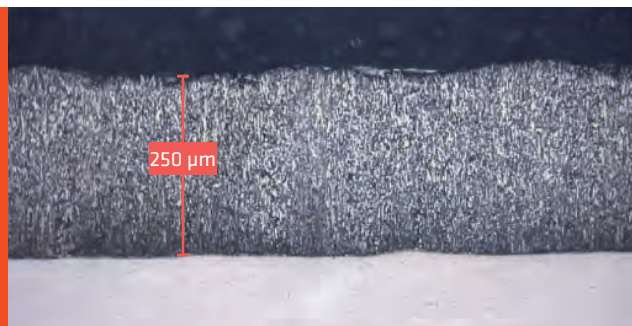
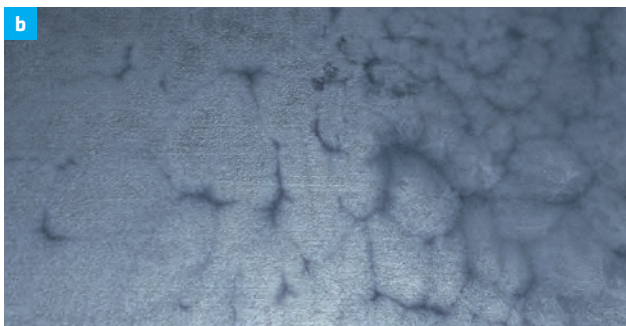
b Aussehen der Zinkschicht in Abhängigkeit vom Si-Gehalt und teilweise vom P-Gehalt im Stahl

Bezeichnung	Aussehen und Dicke des Zinküberzugs
Niedrilsilizium-Bereich	< 0,04 % Si und 0,02 % P Silbrig glänzend, Zinkblume, niedrige Schichtdicke
Sandelin-Bereich	> 0,04 % Si ... ≤ 0,14 % Si Grau, zum Teil grießig, hohe Schichtdicke
Sebisty-Bereich	> 0,14 % Si ... ≤ 0,25 % Si Silbrig glänzend bis mattgrau, mittlere Schichtdicke
Hochsilizium-Bereich	> 0,25 % Si Mattgrau, hohe Schichtdicke

Visueller Vergleich der Zinküberzüge in Abhängigkeit von der Stahl-
sorte (links) und das zugehörige metallurgische Schliffbild (rechts):



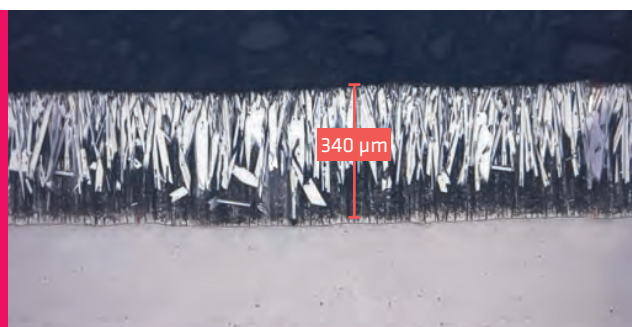
a Stahl im Niedersilizium-Bereich



b Stahl im Sandelin-Bereich



c Stahl im Sebesty-Bereich



d Stahl im Hochsilizium-Bereich

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



Unsere Empfehlung:

i Das für Ihr Bauteil eingesetzte Vormaterial sollte grundsätzlich zum Schmelztauchverzinken gemäß DIN EN 10025 geeignet sein.

i Bestellen Sie nur geeignete Baustahlvorprodukte mit entsprechendem Eignungshinweis in der jeweiligen Prüfungsbescheinigung gemäß DIN EN 10204.

i Für ein silbrig glänzendes Aussehen Ihres feuerverzinkten Bauteils sollte der Gehalt an Si + P in den Bereichen Niedrigsilizium oder Sebesty liegen. Liegt Ihr Stahl in den Bereichen „Sandelin“ oder „Hochsilizium“ empfehlen wir eine Probeverzinkung durchzuführen!

i Wenn die chemische Zusammensetzung des Stahls bekannt ist, kann Ihr Feuerverzinker über Temperatur und Tauchdauer das Aussehen des Zinküberzugs geringfügig beeinflussen, aber auch eine besondere über die Norm hinausgehende Schichtdicke erreichen.

i Bei Serienaufträgen wird eine Probeverzinkung empfohlen, um im Vorfeld die Verzinkungsfähigkeit des Stahls zu überprüfen.

Auszug eines Abnahmeprüfzeugnisses 3.1 gemäß DIN EN 10204 für unterschiedliche Chargen von warmgewalzten Stahlträgern HEB260 aus S235JR+M gemäß den technischen Lieferbedingungen für unlegierte Baustähle DIN EN ISO 10025-2 mit einem Silizium-Anteil von 0,17 %

Abnahmeprüfzeugnis 3.1
Inspection certificate 3.1
DIN EN 10204

Nr. (A07) Z217003032
 14.09.2017 Nr. (A07)
 Bestellnr. / Purchase / (A05) / Werkzeuge / Vorname

Erzeugnis: Warmgewalzter Profilstahl gem. EN 10365
 Product: Hot rolled sections acc. to EN 10365

Werkstoff und Lieferbedingung: EN10025-2-S235JR+M
 Steel grade and terms of delivery: EN 10025-2:2004
 (B02-B03) Zum Verzinken: Si 0,15-0,25 %

Nr./No. (A03) 757716
 Seite/Page 2/4
 Datum/Date 18.11.2017

Werksauftrags-Nr. 0000433868
 Werk order No. (A04)
 Lieferschein-Nr. 0087245475
 Dispatch note No. 0087245510
 0087245511
 0087245513
 17.11.2017
 Abnahme / Inspection (A05) WS

Schmelzenanalyse / Ladle analysis (701-C99)

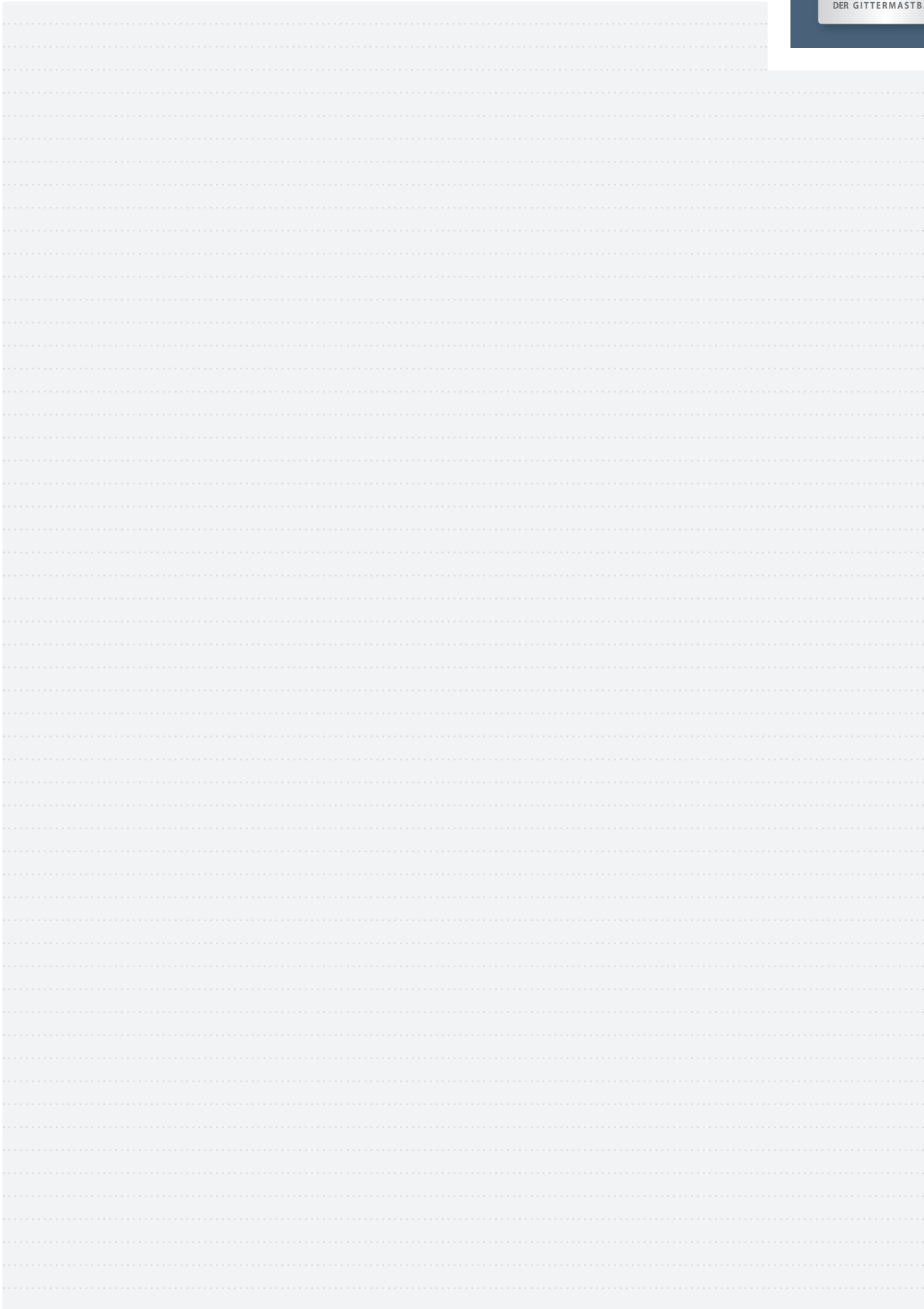
Schmelzen-Nr. Heat No. (B07)	C %	Si %	Mn %	P %	S %	N %	Al %	V %	Nb %	Ti %
	≤ 0,17	0,15 - 0,25	≤ 1,40	≤ 0,035	≤ 0,040	≤ 0,012	≤ 0,200	≤ 0,10	≤ 0,06	≤ 0,05
34093	0,07	0,18	0,53	0,014	0,010	0,010	0,008	0,00	0,00	0,00
34094	0,07	0,17	0,54	0,012	0,016	0,011	0,009	0,00	0,00	0,00
34145	0,08	0,19	0,63	0,014	0,009	0,010	0,007	0,00	0,00	0,00
34177	0,08	0,18	0,62	0,013	0,010	0,009	0,009	0,00	0,00	0,00
34226	0,08	0,17	0,53	0,015	0,008	0,010	0,010	0,00	0,00	0,00
34316	0,08	0,17	0,52	0,014	0,010	0,009	0,008	0,00	0,00	0,00
34321	0,07	0,16	0,51	0,016	0,011	0,010	0,008	0,00	0,00	0,00
34325	0,08	0,17	0,54	0,013	0,013	0,010	0,007	0,00	0,00	0,00
34328	0,07	0,18	0,54	0,014	0,015	0,010	0,009	0,00	0,00	0,00
75501	0,08	0,19	0,60	0,015	0,015	0,010	0,009	0,00	0,00	0,00
75502	0,08	0,18	0,62	0,015	0,015	0,009	0,013	0,00	0,00	0,00
75503	0,08	0,18	0,60	0,014	0,013	0,010	0,010	0,00	0,00	0,00
76219	0,08	0,18	0,60	0,017	0,015	0,010	0,013	0,00	0,00	0,00
76250	0,07	0,18	0,52	0,015	0,013	0,011	0,011	0,00	0,00	0,00
			0,55	0,011	0,008	0,010	0,009	0,00	0,00	0,00

Schmelzen-Nr. Heat No. (B07)	Cu %	Cr %	Ni %	Mo %	EV1 1) %
	≤ 0,55	≤ 0,30	≤ 0,20	≤ 0,05	≤ 0,35
34093	0,32	0,13	0,23	0,06	0,23
34094	0,29	0,13	0,21	0,05	0,23
34145	0,37	0,09	0,16	0,03	0,24
34177	0,32	0,10	0,14	0,03	0,24
34226	0,30	0,10	0,10	0,02	0,22
34316	0,29	0,09	0,12	0,03	0,22
34321	0,31	0,13	0,12	0,03	0,22
34325	0,36	0,09	0,11	0,03	0,22
34328	0,39	0,10	0,15	0,02	0,22
75501	0,30	0,11	0,15	0,03	0,22
75502	0,29	0,15	0,16	0,04	0,24
75503	0,33	0,16	0,17	0,04	0,25
76219	0,31	0,12	0,15	0,03	0,25
76250	0,35	0,11	0,13	0,02	0,22
			0,15	0,03	0,22

1) EV1: CEV=C+Mn/6+Mg/5+N/15+Cu/125-Cu/15

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

Es wird bestätigt, dass die Lieferung der Anlieferung an der bestellungsbezogenen
 We hereby certify that the delivered material complies with the terms of the order.
 (201)



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

3.2 Stahlverarbeitung und Weiterbearbeitung

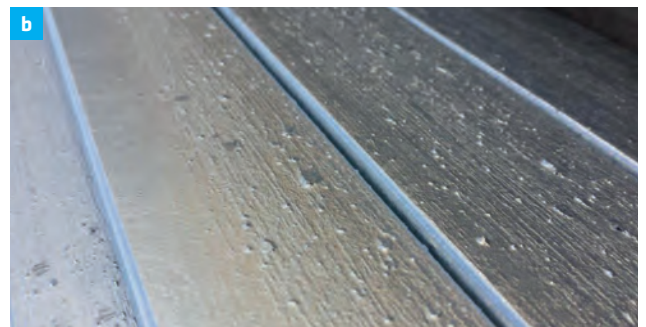
Ungängen und Fehler bei warmgewalzten Profilen

Vor allem in warmgewalzten Erzeugnissen können Schuppen, Schalen oder sonstige Einschlüsse oder Erhebungen vorliegen, welche erst nach dem Feuerverzinken deutlich sichtbar werden. Dies sollte bei der Stahlbestellung – wenn möglich – berücksichtigt bzw. ausgeschlossen werden.

Egal ob Schalen, Schuppen oder Überwalzungen: Diese Oberflächenerscheinungen entstehen nicht durch die Feuerverzinkung sondern sind vielmehr klassische Fehler die mit der Herstellung von warmgewalzten Trägerprofilen verbunden sind.

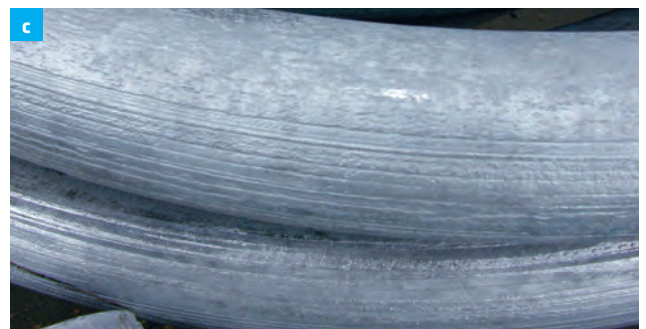
a Die im Oberflächenbereich des Vormaterials oftmals verstärkt auftretenden nichtmetallischen Einschlüsse werden während des Walzens aufgerissen. Durch das Auswalzen des Vormaterials stark gestreckt und umgelegt, entstehen schalenartige Fehler, die nur noch teilweise mit dem Grundwerkstoff verbunden und unterschiedlich in Form und Größe sind. Oftmals reißen diese auf oder werden nochmals überwalzt, woraus Werkstoffüberlappungen resultieren.

b Schuppen sind im Vergleich zu Schalen eher feine Oberflächentrennungen. Sie entstehen durch Aufrisse an den Korngrenzen und sind ebenfalls als ein Fehler im Walzprozess zu betrachten.



Oberflächenrauheit

Wenn der Stahl vor dem Verzinken sandgestrahlt oder geschliffen wurde oder wenn Riefen (z.B. vom Kaltwalzen) im Stahl vorlagen, können ebenso Oberflächenveränderungen auftreten. Unebenheiten auf der Oberfläche des Grundmetalls sind im Allgemeinen nach dem Feuerverzinken weiterhin erkennbar. Die Überzüge legieren meistens durch und es entsteht ein graues Aussehen. Sie sind aber im Normalfall immer gleichmäßig und genügen hinsichtlich der Schichtdicke der Norm DIN EN ISO 1461.



c Gezogenes Bauteil mit Riefen auf der Oberfläche, die nach dem Feuerverzinken immer noch bzw. verstärkt sichtbar sind.

Thermische Trennprozesse

Laser-, Plasma- oder Trennschneiden führen zu einer wesentlichen Oberflächenveränderung auf der Schnittfläche. Es kommt zur Gefügeumwandlung und zu Aufhärtungen an der Oberfläche, was nachteilige Folgen im Zusammenhang mit dem Feuerverzinken in Form von verminderter Haftfestigkeit des Zinküberzuges und Minderdickden mit sich bringen kann. Aus diesem Grund sind derartige Schnittflächen nach DIN EN ISO 14713-2 durch den **Hersteller nachzuarbeiten**, mit dem Ziel, die veränderte Oberflächenschicht abzutragen. Dies kann durch partielles Schleifen oder auch durch abrasives Strahlen erfolgen.

Unsere Empfehlung:

i Achten Sie auf die Einhaltung des zulässigen Härte-Höchstwerts HV 380 für die Stahlsorten S235 bis S460 gemäß DIN EN 1090-2 bei allen Schnittflächen.

i Scharfe Kanten müssen gerundet oder gebrochen werden. Grate an Löchern und Schnittkanten sind gemäß DIN EN 1090-2 zu entfernen.

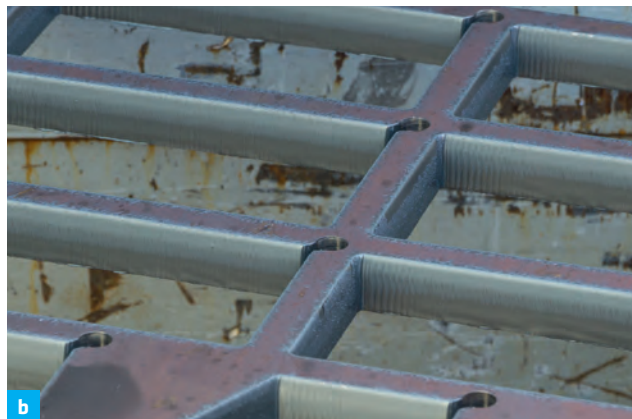


a

a Bei thermischen Verfahren wie Laser-, Plasma- oder Trennschneiden entstehen für das Feuerverzinken nachteilige Aufhärtungen an den ausgebrannten Materialoberflächen sowie scharfe Schnittkanten.

b Nicht nachgearbeitete und scharfe Schnittkanten ziehen fehlerhafte Zinküberzüge nach sich und führen bei schon leichten Stoßeinwirkungen zu Kantenabplatzungen.

c Gebohrte und geschnittene Knoten- und Ankerplatten werden gesäubert und entgratet.



b



c

Kaltumformung

Durch Kaltverformung während der Fertigung verursachte bleibende Verformungen, Kerben oder Fehlstellen können später zu Verzinkungsrissen führen. Diese können jedoch durch das Beachten der technischen Regeln im Stahlbau z.B. dem Einhalten der Mindestbiegeradien nach DIN EN 10025 und 10219 in Abhängigkeit der eingesetzten Stahlsorte und der Materialdicke wirksam verhindert werden.

d Kaltverformtes Material ist immer anfälliger für Risse

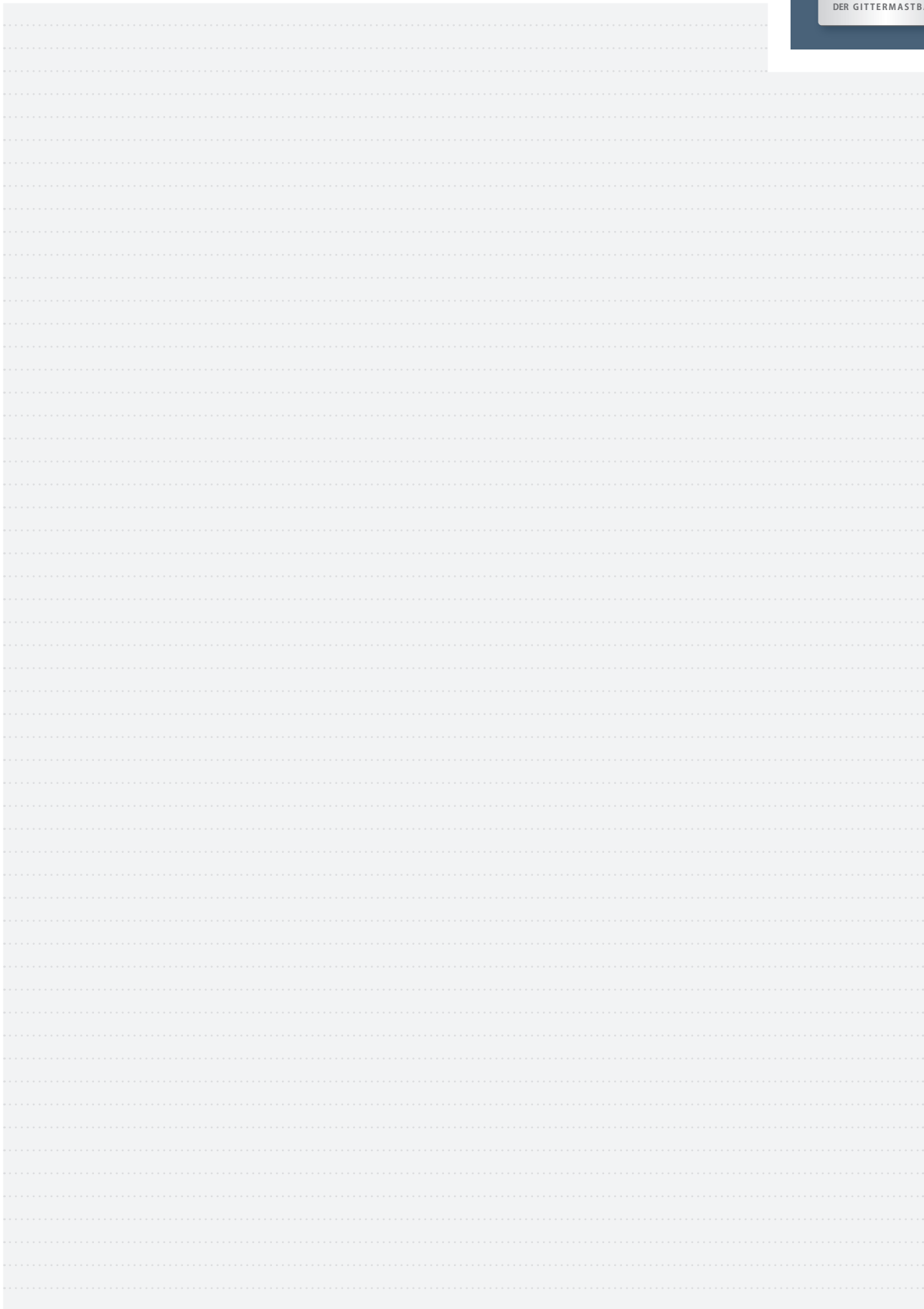


Biegen und Umformen nach dem Feuerverzinken

Im üblichen Umgang und Gebrauch widersteht ein Zinküberzug den unterschiedlichsten Belastungen. Die mit dem Stahl unlösbar verbundenen Legierungsschichten garantieren eine hohe Haftfestigkeit des Zinküberzugs ohne sich abzulösen oder abzublättern. Wird jedoch der Zinküberzug nach dem Feuerverzinken einer weiteren Bearbeitung im Werk oder auf der Baustelle z.B. durch Umformen oder Biegen unterworfen, so muss mit Rissen, Abplatzungen oder einer Zerstörung der Zinkschicht gerechnet werden.

e Nach dem Feuerverzinken gebogene Rohre!





Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

3.3 Feuerverzinken von Gusswerkstoffen

Gusswerkstoffe weisen eine gute Gießbarkeit auf, lassen sich aber nicht durch Schmieden bearbeiten, da sie hart und spröde sind. Stahl dagegen lässt sich relativ schlecht gießen, aber sehr gut schmieden. Gusswerkstoffe enthalten mehr als 2% Kohlenstoff und können prinzipiell verzinkt werden. Die Teile müssen frei von Formsand-

(Rückstände von Fertigungshilfsmitteln), Graphit- oder Temperkohlerückständen sein, da diese sich in der Vorbehandlung nicht ablösen und zu rauen, grießigen und unschönen Oberflächen führen. Sie sind daher im Vorfeld zu strahlen, um Rückstände zu entfernen (Reinheitsgrad Sa 2½).

Unsere Empfehlung:



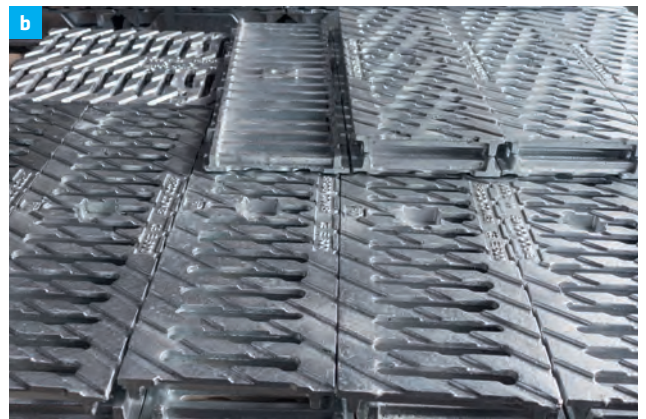
Eine Probeverzinkung hilft, diese Punkte im Vorfeld zu klären!

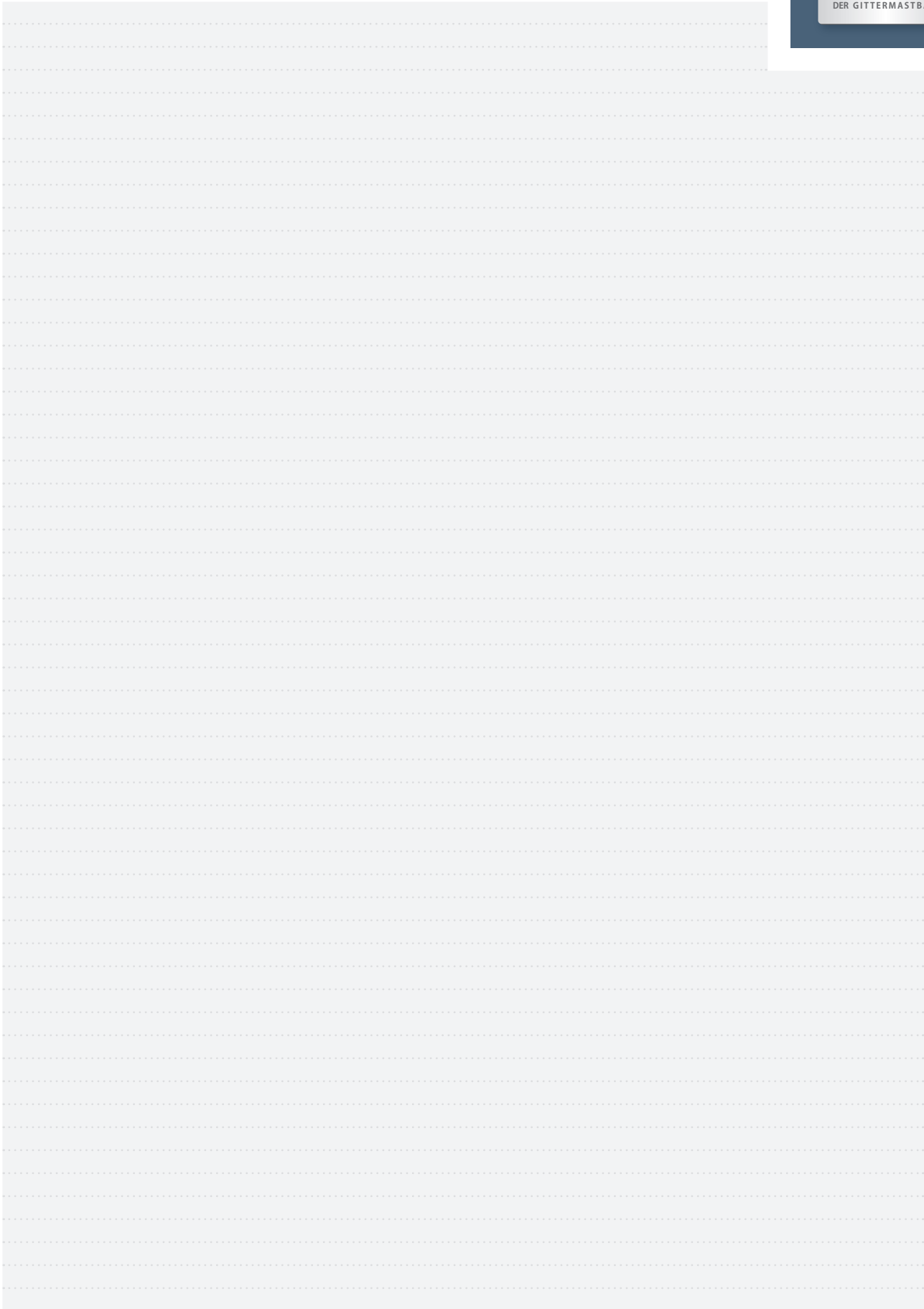


a Kleine gegossene Details lassen sich problemlos feuerverzinken

b Feuerverzinkte Ablaufgitter aus Stahlguss

c Fehlerhafte Feuerverzinkung infolge von Formsandrückständen



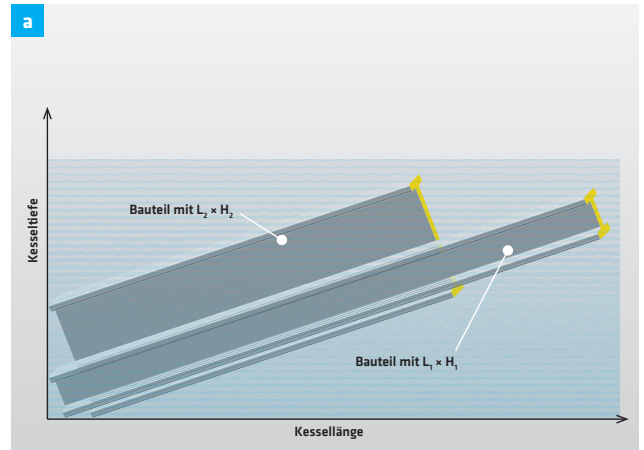


Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

4.1 Werkstücklänge

Maximale Tauchbad-abmessungen berücksichtigen

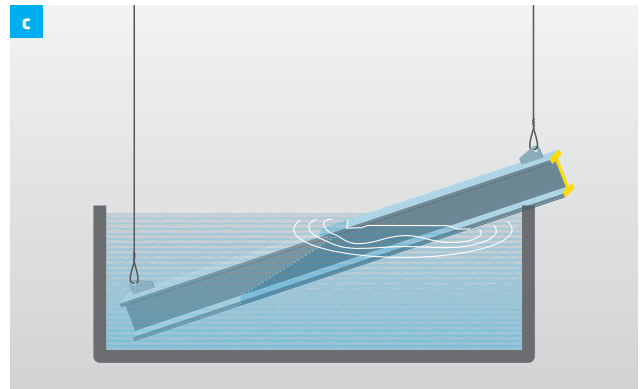
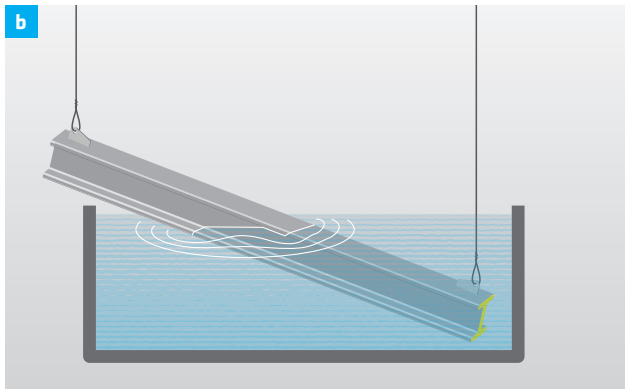
Konstruieren Sie Ihre Bauteile so, dass sie in unseren Zinkkesseln in einem Arbeitsgang vollständig getaucht werden können. Beachten Sie daher die maximal möglichen Bauteilabmessungen beim Einmaltauchen in dem für Sie zuständigen Werk. Die genauen Abmessungen in Länge, Breite und Höhe finden Sie in unserer aktuellen Werksübersicht, bzw. auf unserer Website www.wiegel.de. So vermeiden Sie unnötige und nur noch in Ausnahmefällen durchführbare Doppeltauchungen.



a Abhängigkeit der nutzbaren Kessellänge von der Bauteilhöhe

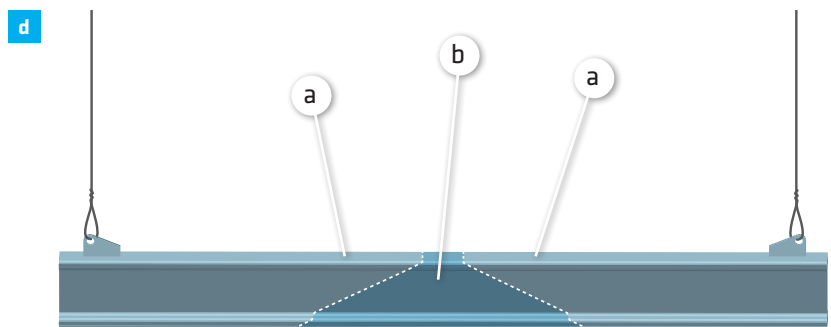
Nachteile von Doppeltauchungen:

- ▶ aufwendigeres Handling
- ▶ sind dadurch teurer
- ▶ die Verzinkungsschichten sind unterschiedlich stark

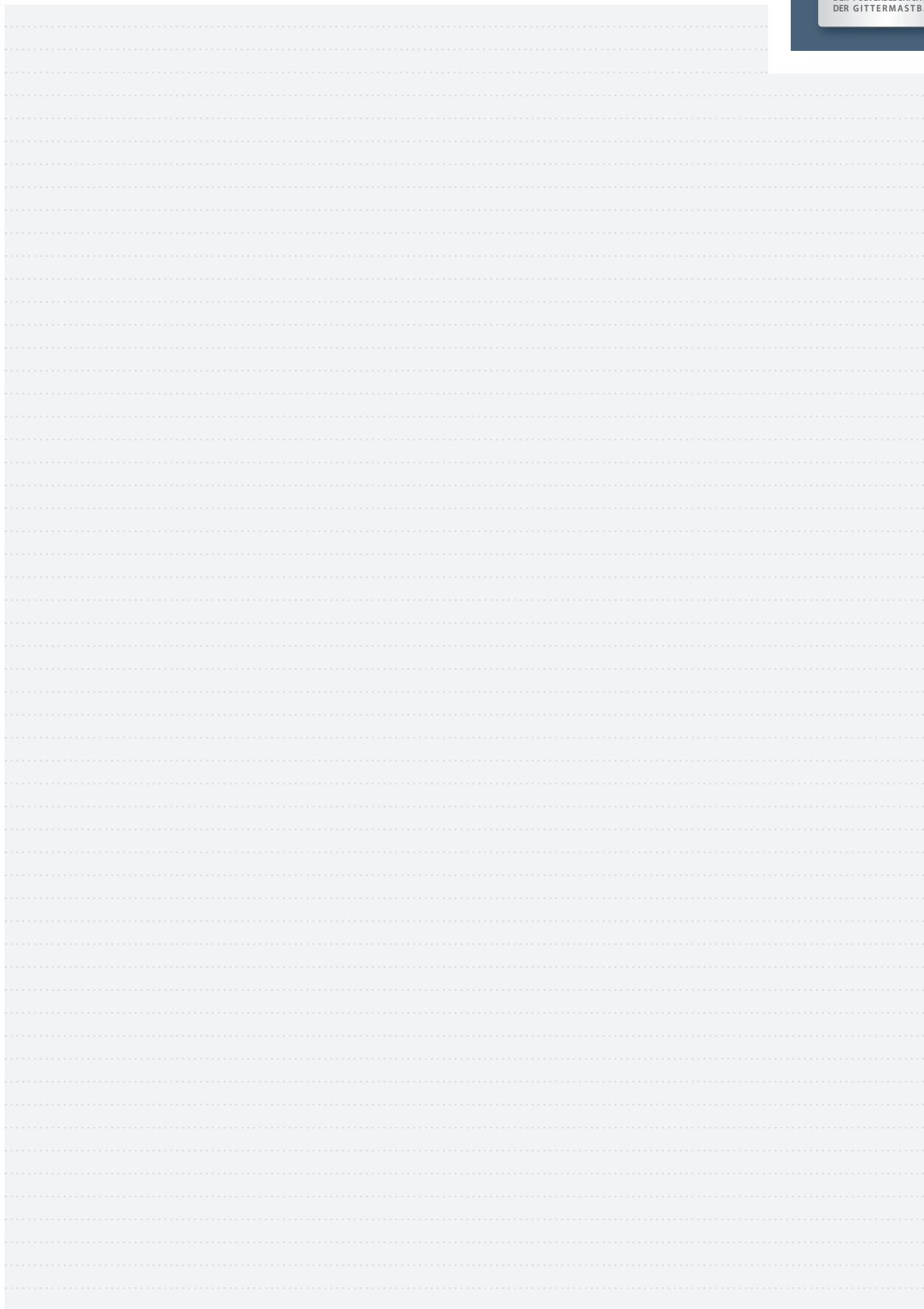


b c Doppeltauchung in zwei Schritten

d Ergebnis der Doppeltauchung



a einfache und **b** doppelte Zinkschicht



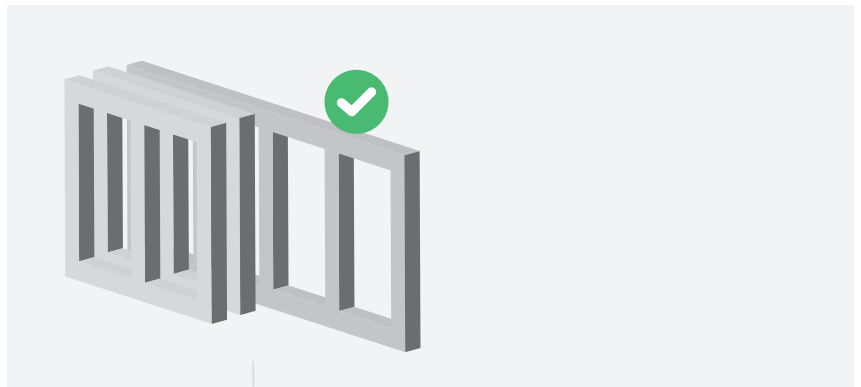
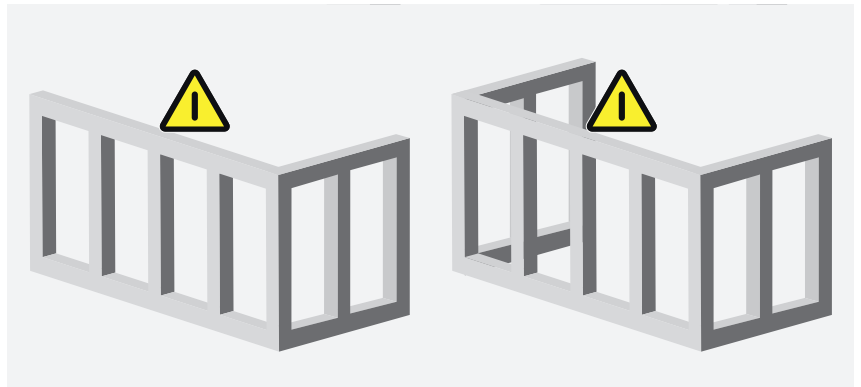
Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

4.2 Sperrige Konstruktionen möglichst vermeiden!

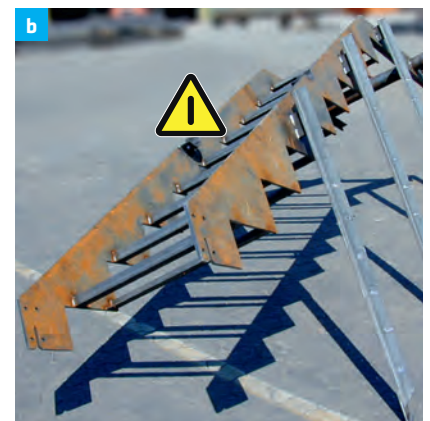
Sperrige Konstruktionen

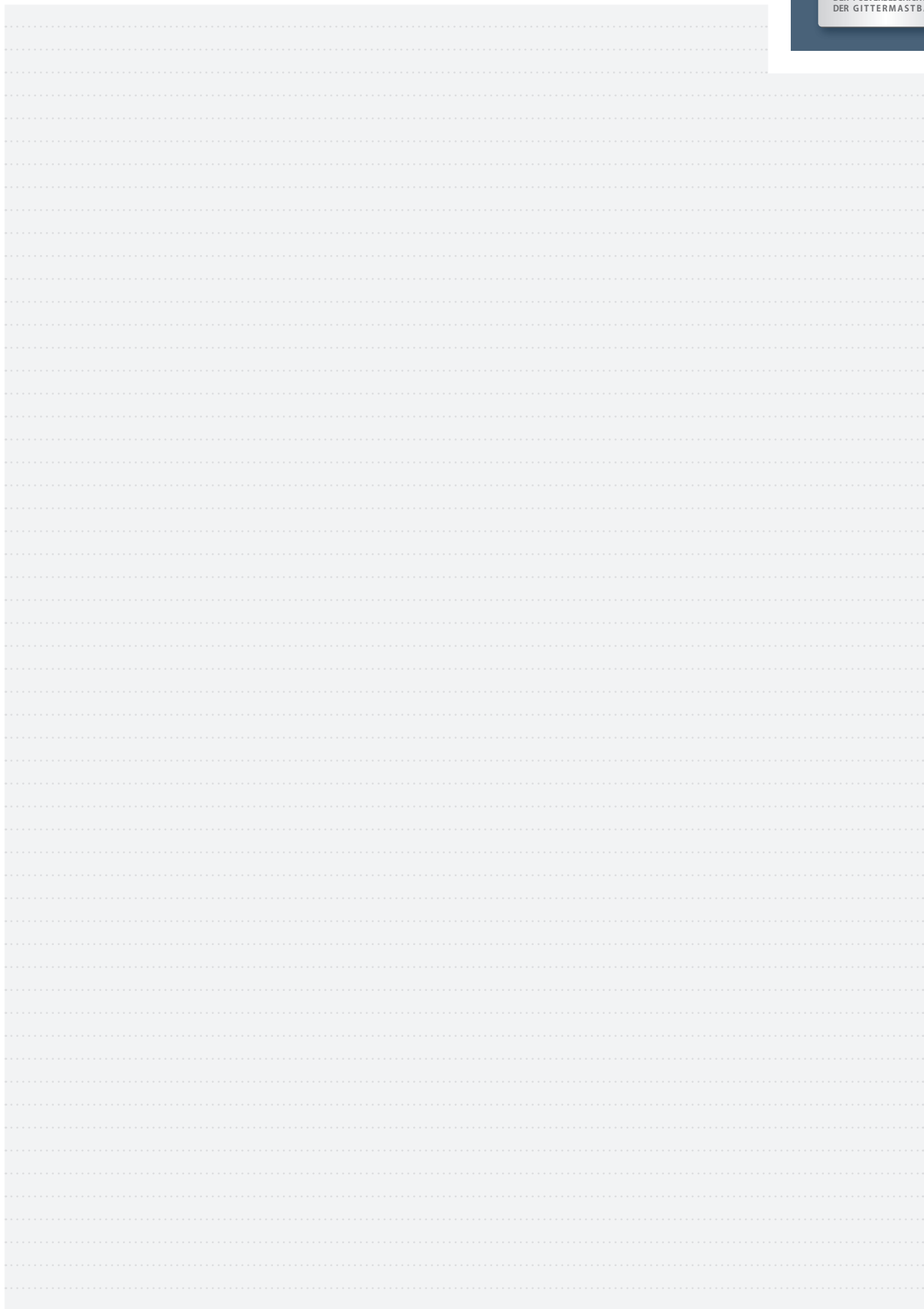
sind zwar grundsätzlich möglich, aber:

- ▶ sind schwieriger zu verzinken
- ▶ müssen meist separat getaucht werden
- ▶ sind dadurch erheblich teurer
- ▶ benötigen aufwendigeres Handling
- ▶ weisen ein erhöhtes Risiko für Beschädigungen auf
- ▶ führen zu Transport- und Verzinkungsproblemen



Bauteile wie unter **a** und **b** erschweren eine effiziente Auslastung der Hängetraversen und können beim Handling leichter beschädigt werden. Besser ist es, solche Konstruktionen aus mehreren, einzeln verzinkbaren Bauteilen zu konstruieren, die nach dem Verzinken zusammenmontiert werden.





Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

4.3 Verzug vermeiden

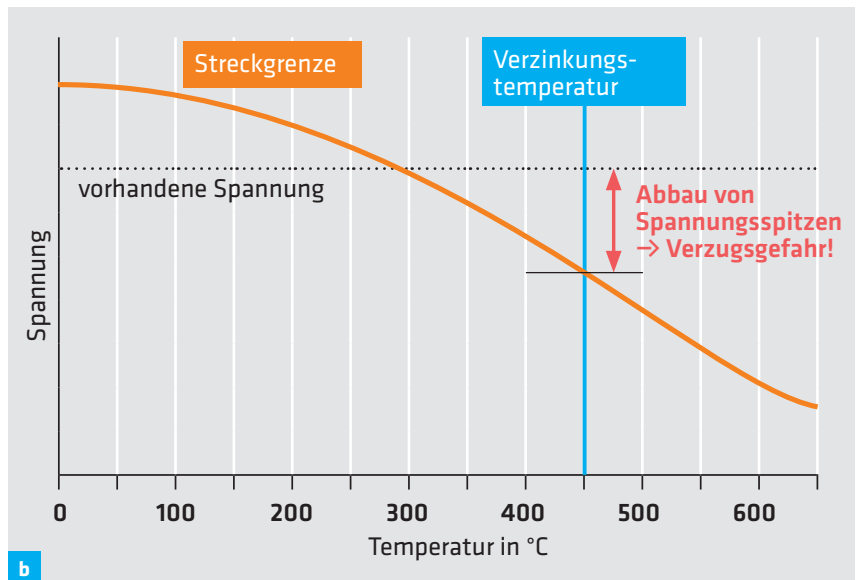
Damit Zink schmelzflüssig wird, benötigen wir eine Temperatur von über 419°C. Der Feuerverzinkungsprozess erfolgt sogar erst bei einer Temperatur von ca. 450°C. Zwischen der ursprünglichen Temperatur der Werkstücke und der Temperatur der Werkstücke im Zinkbad besteht daher eine beträchtliche Temperaturdifferenz. Diese führt zu einer deutlichen Abnahme der Streckgrenze des Stahls im Zinkbad, wodurch sich zuvor in das Werkstück eingebrachte Spannungen frei setzen können. Bei Raumtemperatur noch völlig unkritisch, baut sich ein Teil dieser Spannungen bei Temperaturerhöhung ab, so dass es zu Verzug am Werkstück kommt.

Daneben dehnen sich in das Zinkbad eingetauchte Werkstücke gemäß ihrem Wärmeausdehnungskoeffizienten bis zum Erreichen der Badtemperatur um ca. 4 – 5 mm je Meter Bauteillänge aus. Den dadurch induzierten Spannungen innerhalb des Bauteils können Sie durch verschiedene Maßnahmen begegnen. Wir als Ihr Feuerverzinker wählen in diesem Fall einen möglichst steilen Eintauchwinkel. So bleiben die Ausdehnungen im Zinkbad ohne bleibenden Verzug an Ihrem Bauteil.

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

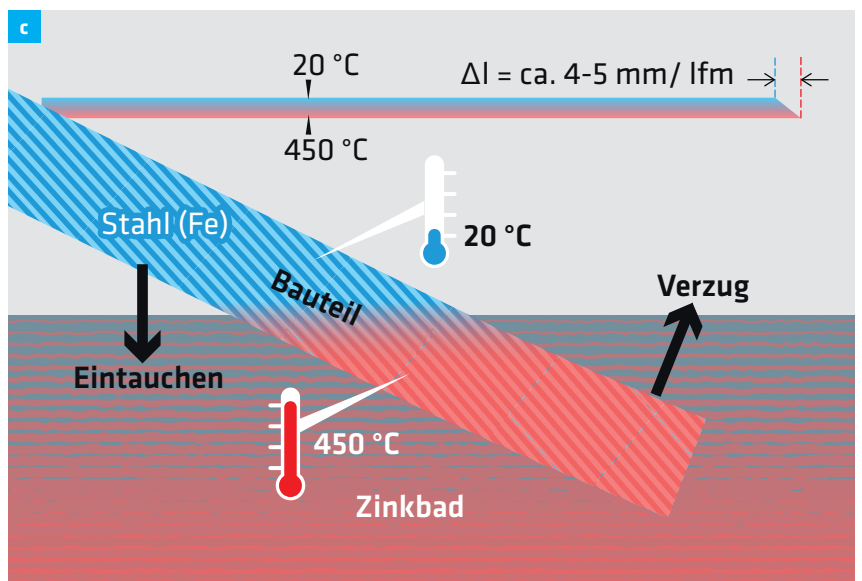


a Zwischen der ursprünglichen Temperatur der Werkstücke und der Temperatur des Zinkbades besteht eine beträchtliche Differenz.



b Schematischer Verlauf der Streckgrenze des Stahls in Abhängigkeit der Temperatur.

c Die beim Eintauchen zunächst unterschiedlich stark erwärmten Teile des Werkstücks dehnen sich unterschiedlich stark aus.



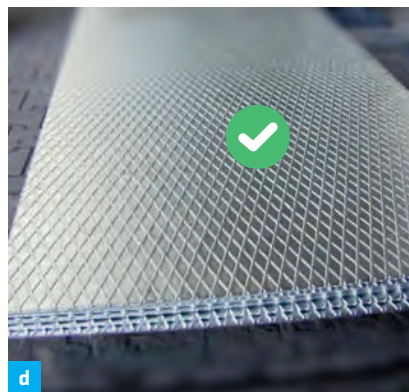
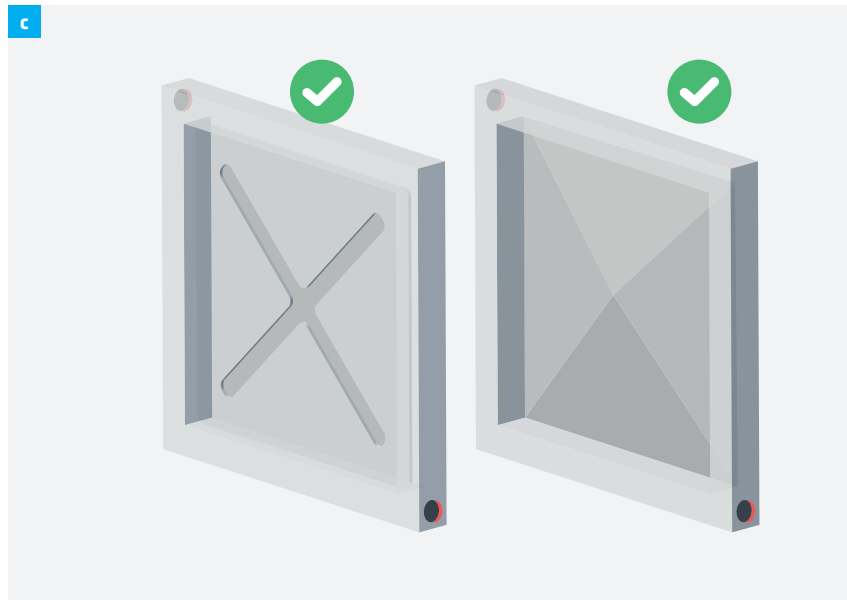
Aussteifungen bzw. Ausdehnungsmöglichkeiten vorsehen!

Bei Bauteilen mit großen dünnwandigen Flächen vermindern Radien, Sicken oder pyramidenförmige Aussteifungen einen Verzug im Zinkbad.

c Sicken, Radien oder pyramidenförmige Aussteifungen vermindern den Verzug großer Flächenelemente.

d Bleche ohne Aufkantungen minimieren den Verzug des Werkstücks.

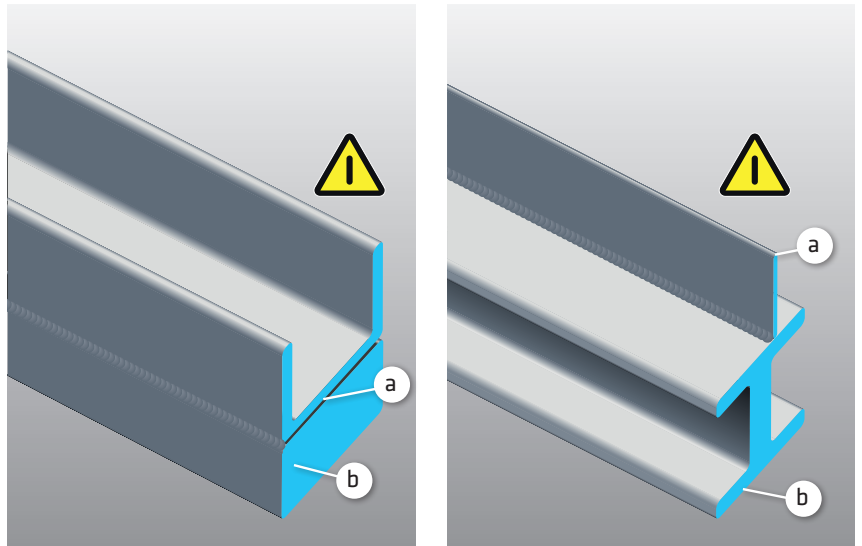
e Dünnwandige Bleche mit Aufkantungen sind nach dem Verzinken verzogen.



Stark voneinander abweichende Materialstärken vermeiden

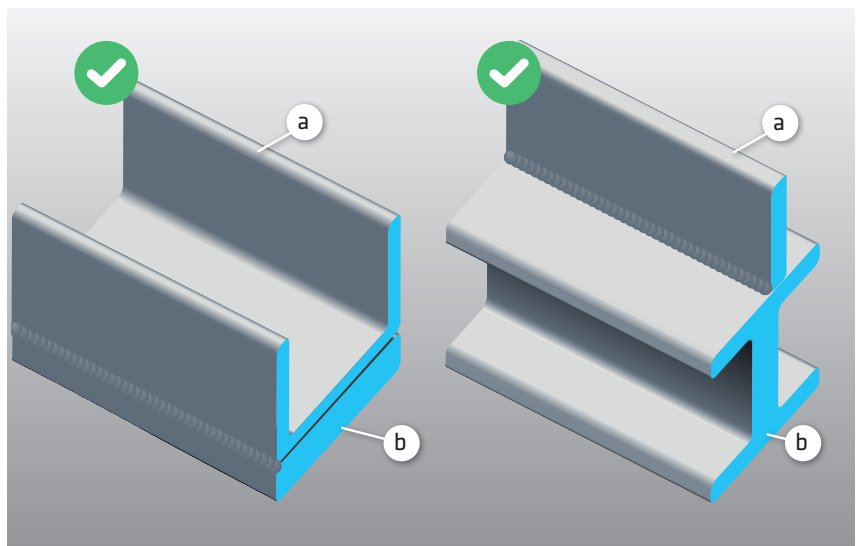
Unterschiedlich stark dimensionierte Bauteile erwärmen sich im Zinkbad auch unterschiedlich rasch. Die Folge ist die unterschiedlich rasche Ausdehnung der Werkstückbereiche und damit Verzug.

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



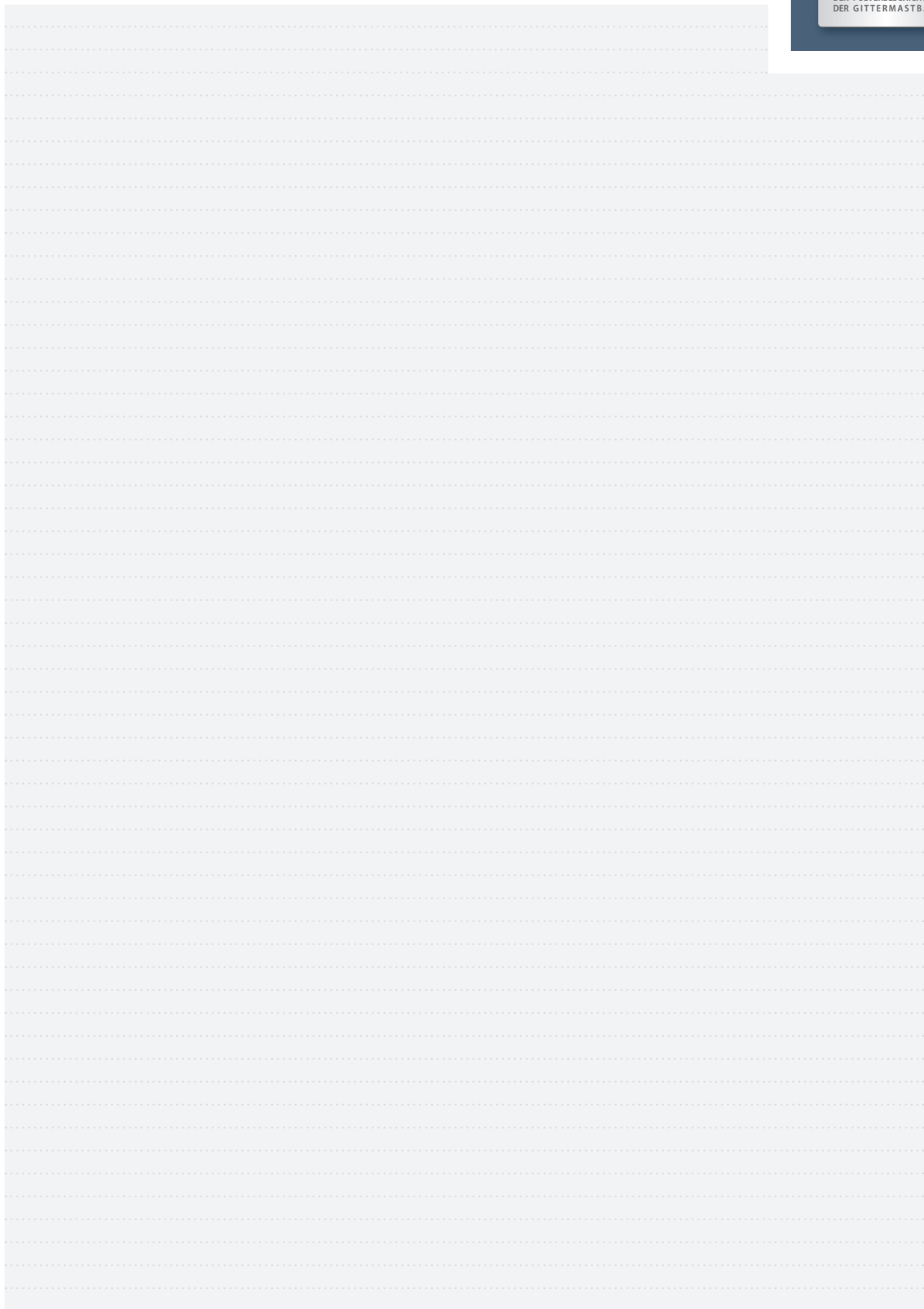
Ungünstig: Verhältnis zwischen dünnen und dicken Bauteilelementen:

$$\frac{\text{Bauteildicke } \mathbf{a}}{\text{Bauteildicke } \mathbf{b}} < \frac{1}{5}$$



Günstig: Verhältnis zwischen dünnen und dicken Bauteilelementen:

$$\frac{\text{Bauteildicke } \mathbf{a}}{\text{Bauteildicke } \mathbf{b}} > \frac{1}{5}$$

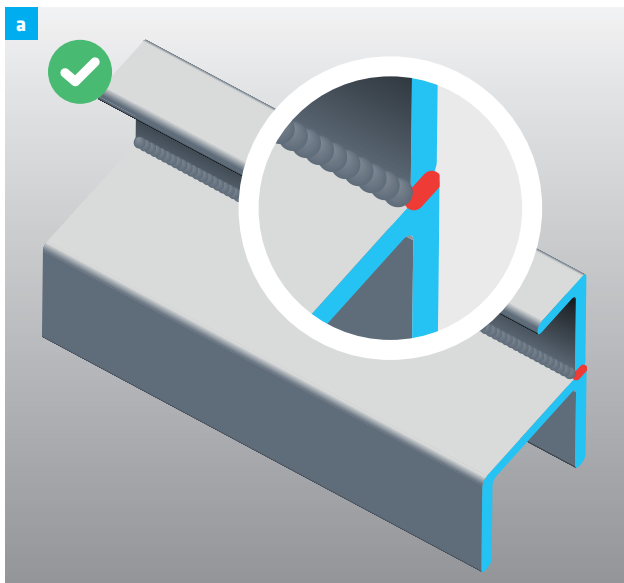


Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

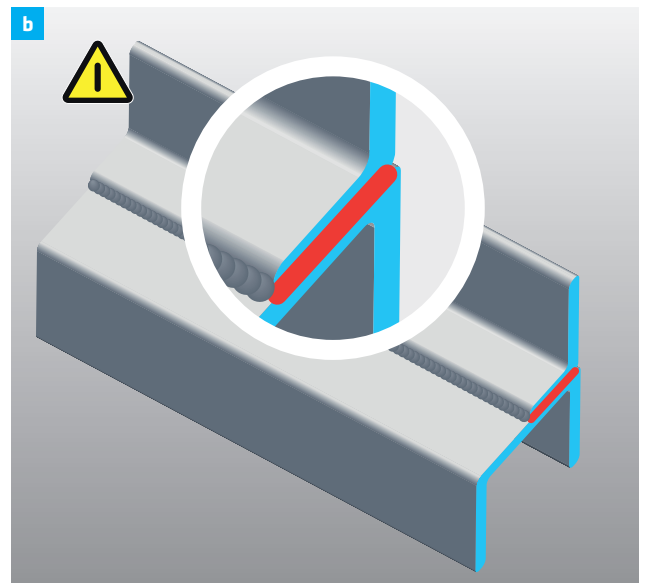
4.4 Überlappungen richtig ausführen!

Wenn Schweißnähte nicht durchgängig ausgebildet sind, können Flüssigkeiten aus der Vorbehandlungslinie in den Spalt eindringen und trocknen beim anschließenden Verzinkungsprozess ein. Schmelzflüssiges Zink kann aufgrund der höheren Viskosität nicht in den Spalt

eindringen und ihn verschließen. Hierfür wäre eine Spaltbreite von mindestens 3 mm erforderlich! Bei späterer Befeuchtung können sich die Reste der Vorbehandlung verflüssigen und wieder aus dem Spalt austreten.



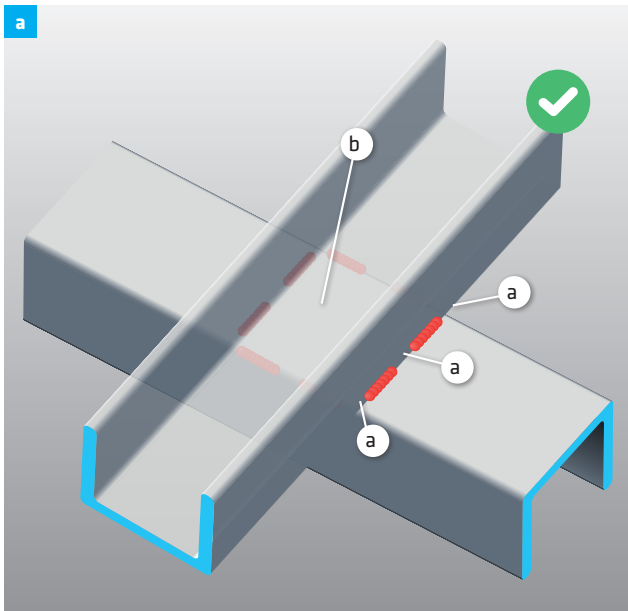
a Überlappungsbereich der Bauteile nur klein



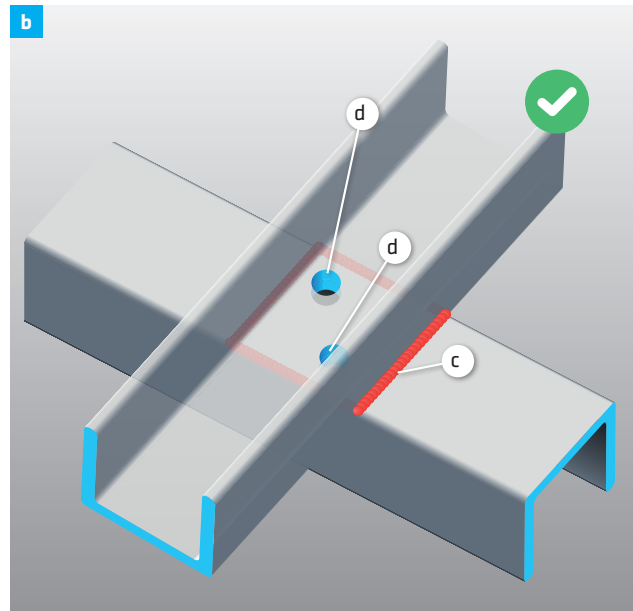
b Grosse Überlappungsfläche der Bauteile

Die verzinkungsgerechte Ausführung von Überlappungen richtet sich nach den zu verarbeiteten Blechdicken wie auch der Größe der Überlappungsfläche.

Überlappungsfläche	Blechdicken	Maßnahmen
bis 100 cm ²	alle	umlaufend dicht schweißen
100 cm ² bis 400 cm ²	< 12 mm	10 mm Entlastungsbohrung oder 25 mm Nahtunterbrechung
	> 12 mm	umlaufend dicht schweißen
400 cm ² bis 2.500 cm ²	alle	12 mm Entlastungsbohrung oder 2 × 25 mm Nahtunterbrechung
über 2.500 cm ²	alle	20 mm Entlastungsbohrung oder 4 × 25 mm Nahtunterbrechung je 2.500 cm ²



- a Schweißnaht-Unterbrechungen
- b Keine Entlastungsbohrungen im Überlappungsbereich

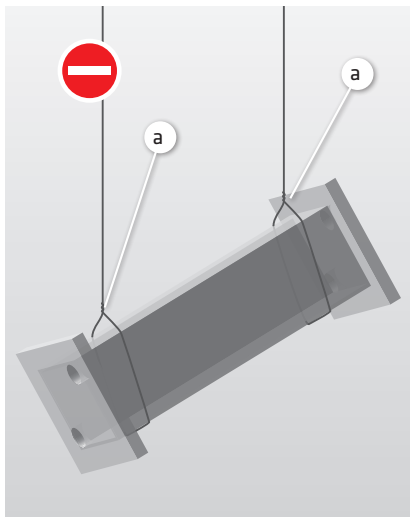


- c Schweißnähte allseits rundum geschlossen
- d Entlastungsbohrungen im Überlappungsbereich

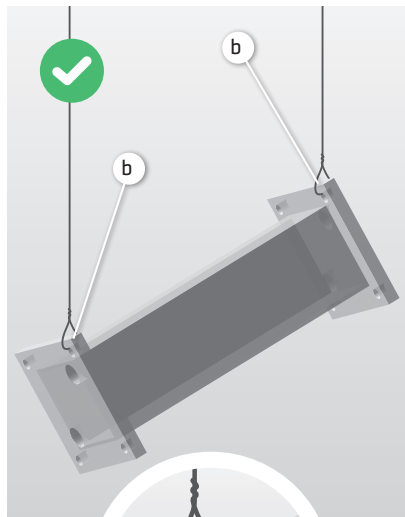
4.5 Geeignete Aufhängemöglichkeiten vorsehen

Damit Ihr Werkstück sicher in das flüssige Zinkbad eingetaucht werden kann, sind geeignete Aufhängemöglichkeiten vorzusehen.

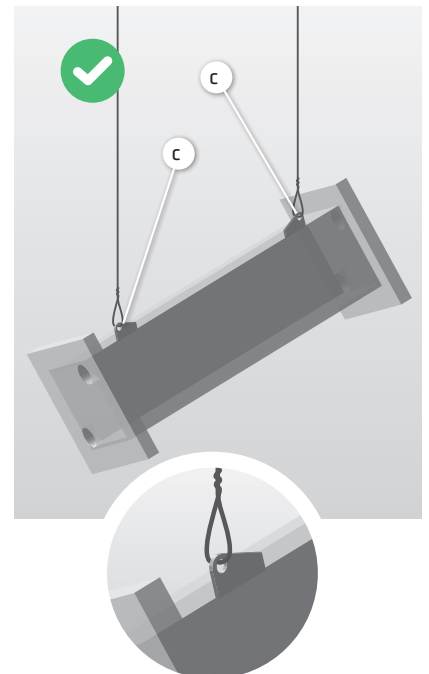
a Fehlende Aufhängemöglichkeiten machen eine fachgerechte und sichere Aufhängung unmöglich

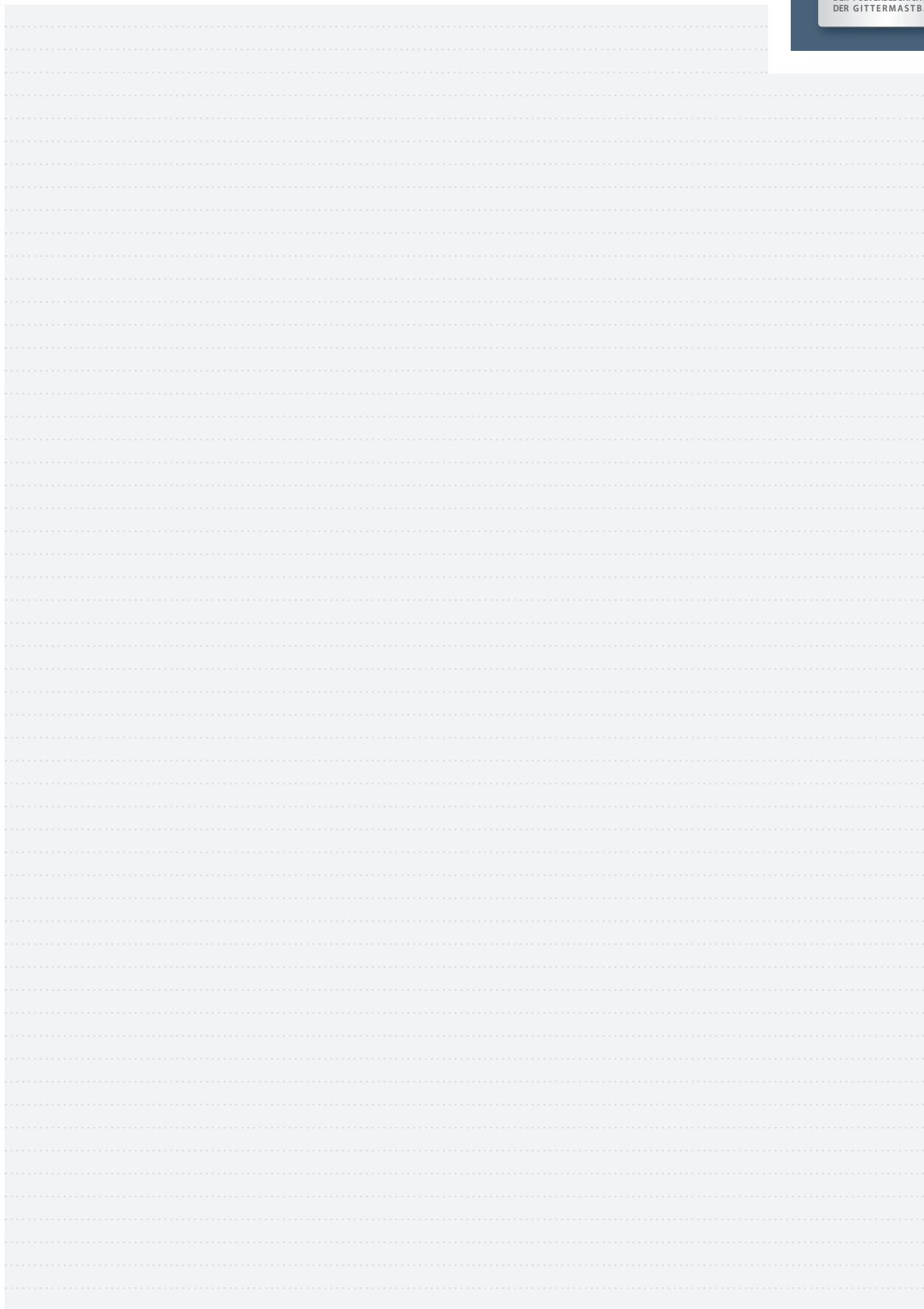


b Sichere Aufhängung über werkstückseitige Montagebohrungen



c Sichere Aufhängung über speziell angeschweisste Aufhängeösen



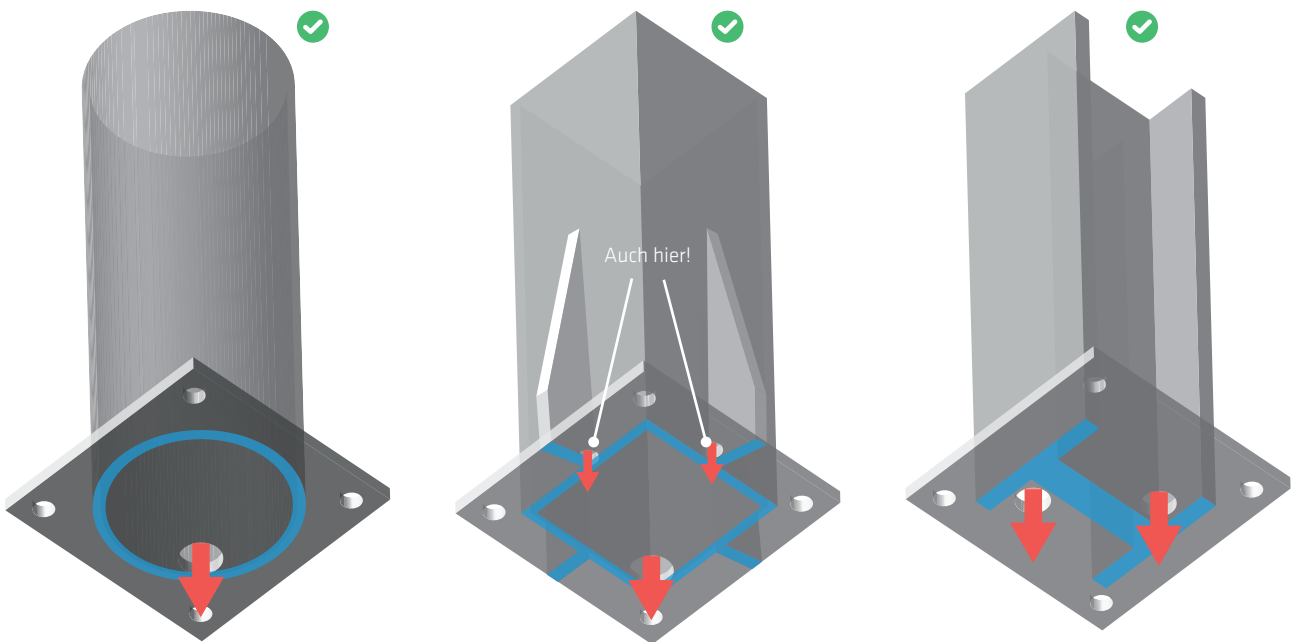


Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

4.6 Durchflussöffnungen richtig setzen!

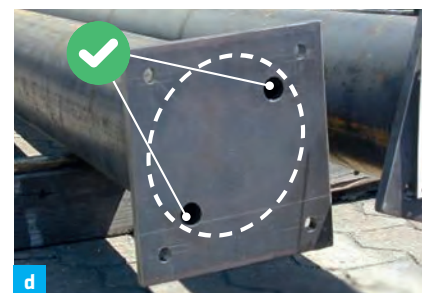
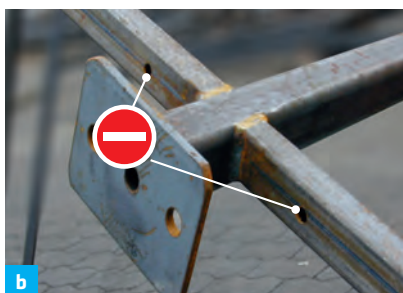
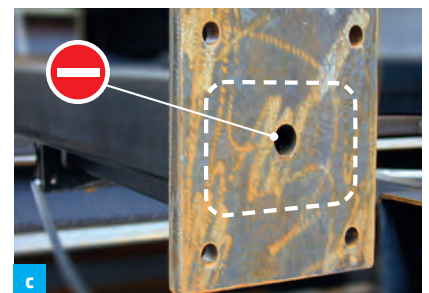
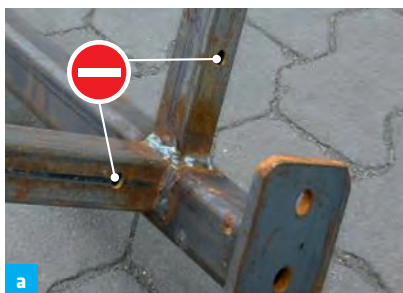
Auf das richtige Setzen der Zu- und Ablauföffnungen muss vor allem bei Konstruktionen mit Knotenblechen, Fußplatten o.ä. besondere Sorgfalt verwendet werden und dies unter Berücksichtigung der schrägen Aufhängung der Bauteile an den Traversen.

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

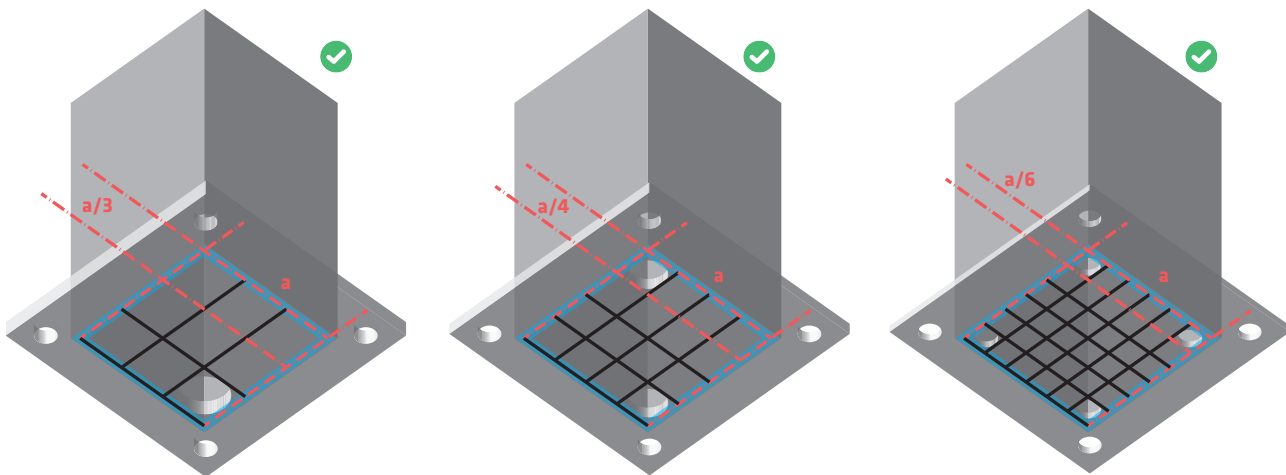


a b c Falsche Position der Ablaufbohrungen: Gefahr durch nicht vollständig abgelaufene Vorbehandlungsmedien!

d Gute Position der Ablaufbohrungen: Randnahe Anbringung zum Profil ermöglicht restlosen Ablauf von Vorbehandlungsmedien bzw. Zinkschmelze



Faustregel für Konstruktionen bis einschließlich 6 Metern Länge zu „Profildurchmesser und Anzahl der Öffnungen“:



Beispiel: 60 x 60 mm (Quadratrohr):



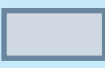
1 Bohrung mit $\varnothing 20$ mm oder 2 Bohrungen mit $\varnothing 15$ mm oder 4 Bohrungen mit $\varnothing 10$ mm

Daneben finden Sie aber auch ganz konkrete Vorgaben zu Größe und Anzahl der Zulauf- und Entlüftungsöffnungen für Konstruktionen bis 6 m Länge:

Unsere Empfehlung:

Für Konstruktionen größer 6 m Länge empfehlen wir bei der gleichen Anzahl der Öffnungen den Mindest-Bohrungs- \varnothing um 50 % größer auszuführen! Im Stahlbau liegen Sie mit der Faustformel **Bohrungs- \varnothing = 1,5 × Blechdicke d** auf der sicheren Seite.

Tabelle für Zahl und Durchmesser von Ablaufbohrungen bei unterschiedlichen Abmessungen von Hohlprofilen

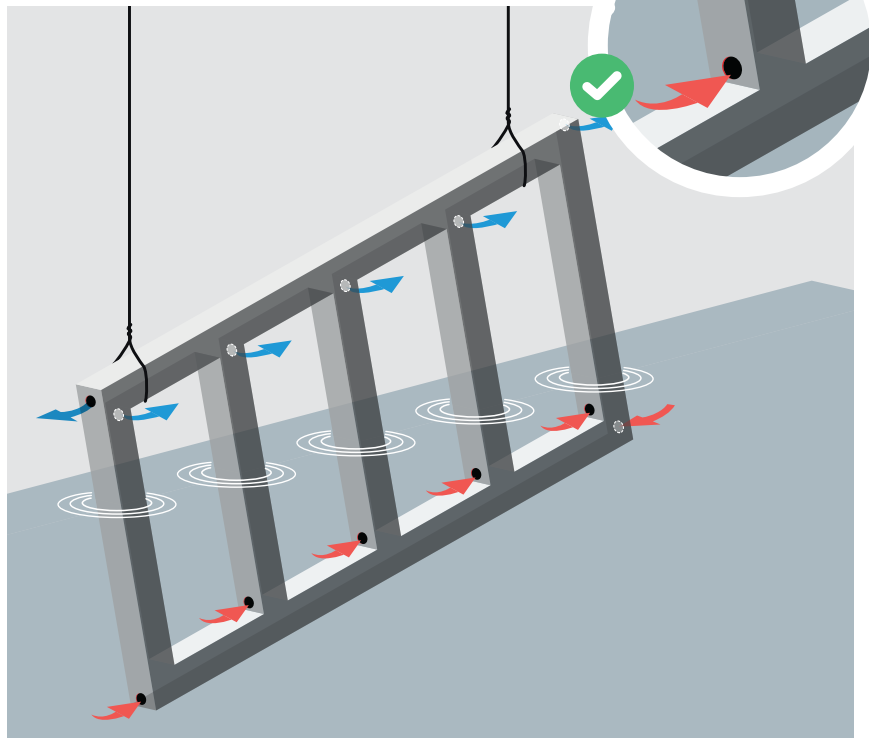
Hohlprofil-Abmessungen in mm			Mindest-Bohrungs- \varnothing in mm bei einer jeweiligen Anzahl der Öffnungen von ...		
			1	2	4
15	15	20 × 10	10	-	-
20	20	30 × 15	10	-	-
30	30	40 × 20	12	10	-
40	40	50 × 30	14	12	-
50	50	60 × 40	16	12	10
60	60	80 × 40	20	12	10
80	80	100 × 60	20	16	12
100	100	120 × 80	25	20	12
120	120	160 × 80	30	25	20
160	160	200 × 120	40	25	20
200	200	260 × 140	50	30	25

4.7 Verzinken von Behältern und Hohlkörperkonstruktionen

Bei Bauteilen aus Hohlprofilen oder Rohren ist es wichtig, dass durch entsprechende Bohrungen, Ausklüngen o.ä. gewährleistet wird, dass sowohl die enthaltene Luft, dann die Vorbehandlungsmedien wie auch später das schmelzflüssige Zink zügig ein- und ausströmen können.

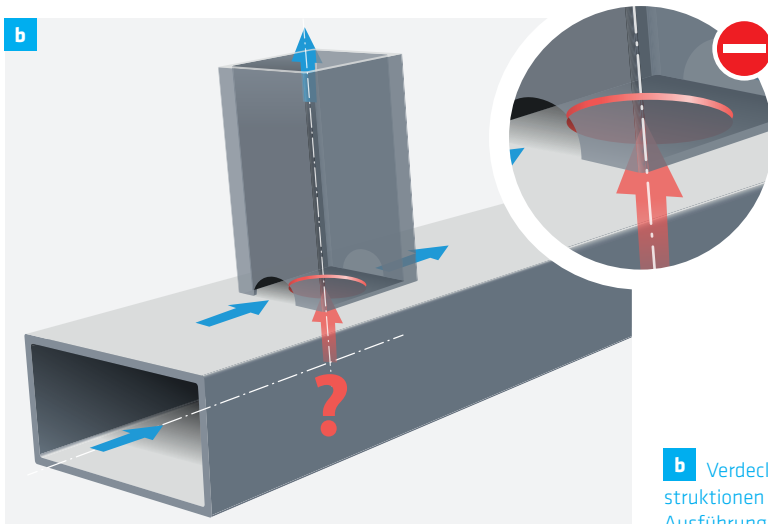
⊖ Fehlen derartige Bohrungen oder sind diese zu klein, so bleiben Flüssigkeiten oder Luft im Bauteil eingeschlossen zurück. Im schlimmsten Fall sind Explosionen die Folge, die nicht nur das Bauteil zerbersten lassen sondern auch zu erheblichen Anlagen- und Personenschäden führen. Technisch ist es nicht möglich, verdeckt gebohrte Hohlkörperkonstruktionen zerstörungsfrei auf das Vorhandensein ausreichend dimensionierter Ablauf- und Entlüftungsbohrungen zu prüfen.

⊖ Von daher können wir aufgrund des Sicherheitsrisikos unsererseits nicht prüfbare, verdeckt gebohrte Hohlkörperkonstruktionen nicht verzinken!

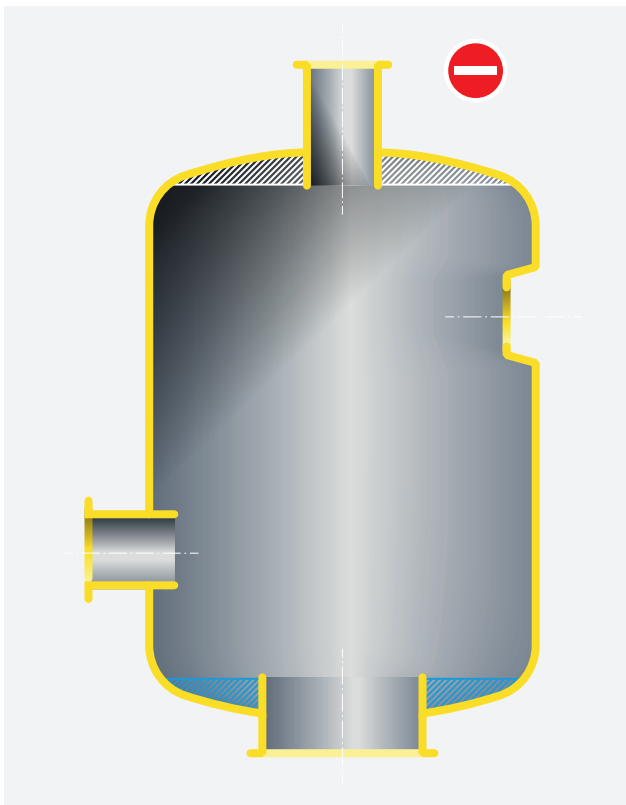


⊖ Es ist von grundsätzlicher Bedeutung, geschlossene Hohlräume zu vermeiden, da Hohlkörper andernfalls beim Feuerverzinken bersten können!

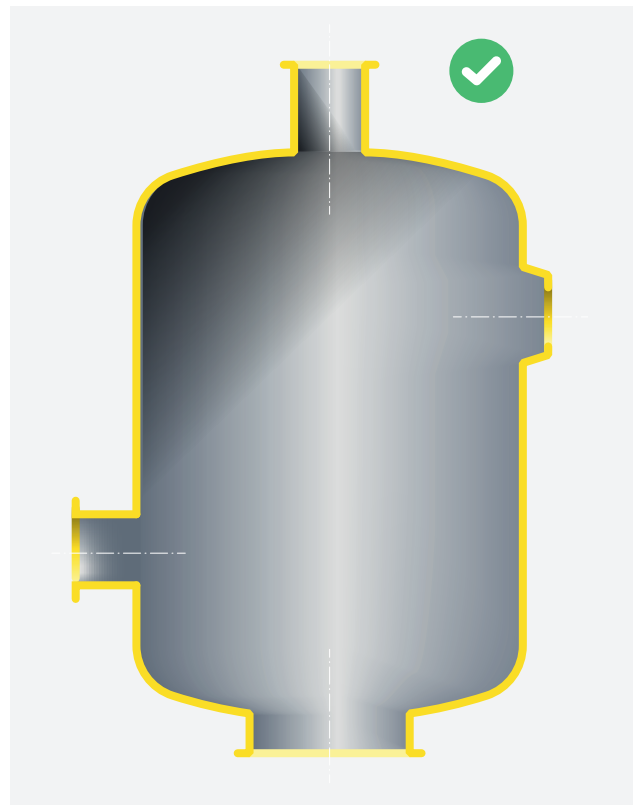
a Es ist von entscheidender Wichtigkeit für ausreichend dimensionierte Bohrungen an den geeigneten Stellen zu sorgen.



b Verdeckt gebohrte Hohlkörperkonstruktionen lassen sich nicht auf korrekte Ausführung überprüfen



a Zinkverschleppungen im unteren Bereich sowie auch Luft-einschlüsse im oberen Bereich bei einer nicht optimal für die Feuerverzinkung geeigneten Behälterkonstruktion

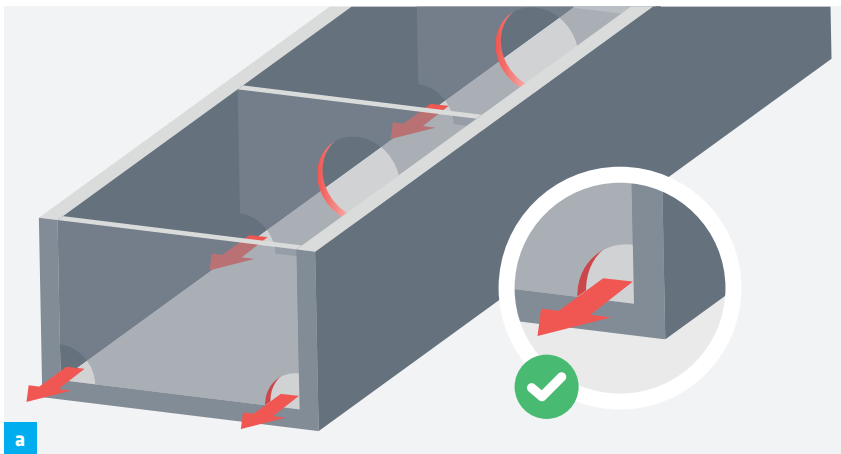


b Bündig angeschweißte Stutzen führen dagegen zu einer feuerverzinkungsgerechten Behälterkonstruktion

4.8 Verzinken von Rahmenkonstruktionen aus offenen Profilen

Auch bei Rahmenkonstruktionen aus offenen Profilen sind Entlüftungen und Ablaufmöglichkeiten notwendig. Nur so kann das flüssige Zink beim schrägen Ein- und Ausfahren des Werkstücks in die Zinkschmelze zügig

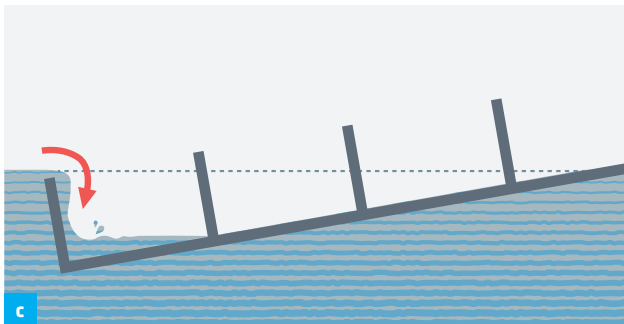
schnell zu- bzw. ablaufen. Durch das Vermeiden von toten Ecken und Winkeln können sich so keine „Zinkfallen“ bilden. Dadurch vermeiden Sie unnötige Zinkausschleppungen.



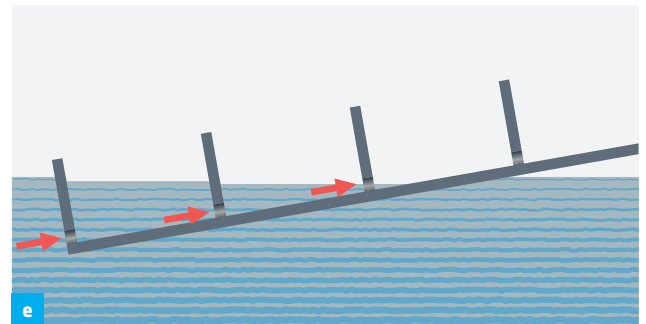
a Werkstück mit nicht abgelaufenem und daher im Inneren des Profiles erstarrtem Zink (Zinkausschleppung).



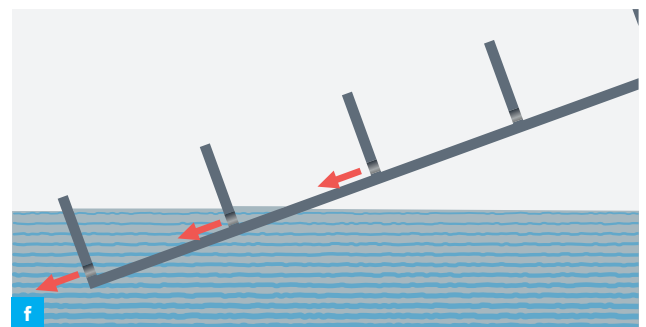
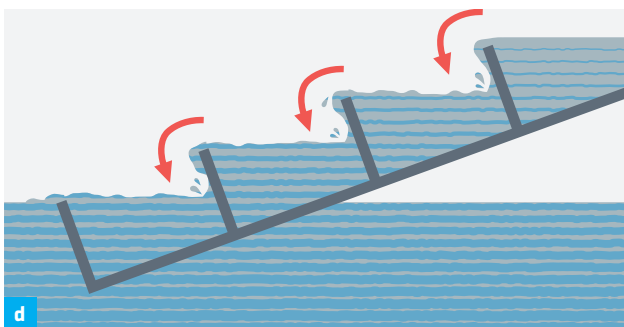
b Werkstück mit nicht abgelaufenem und daher im Inneren des Profiles erstarrtem Zink (Zinkausschleppung).



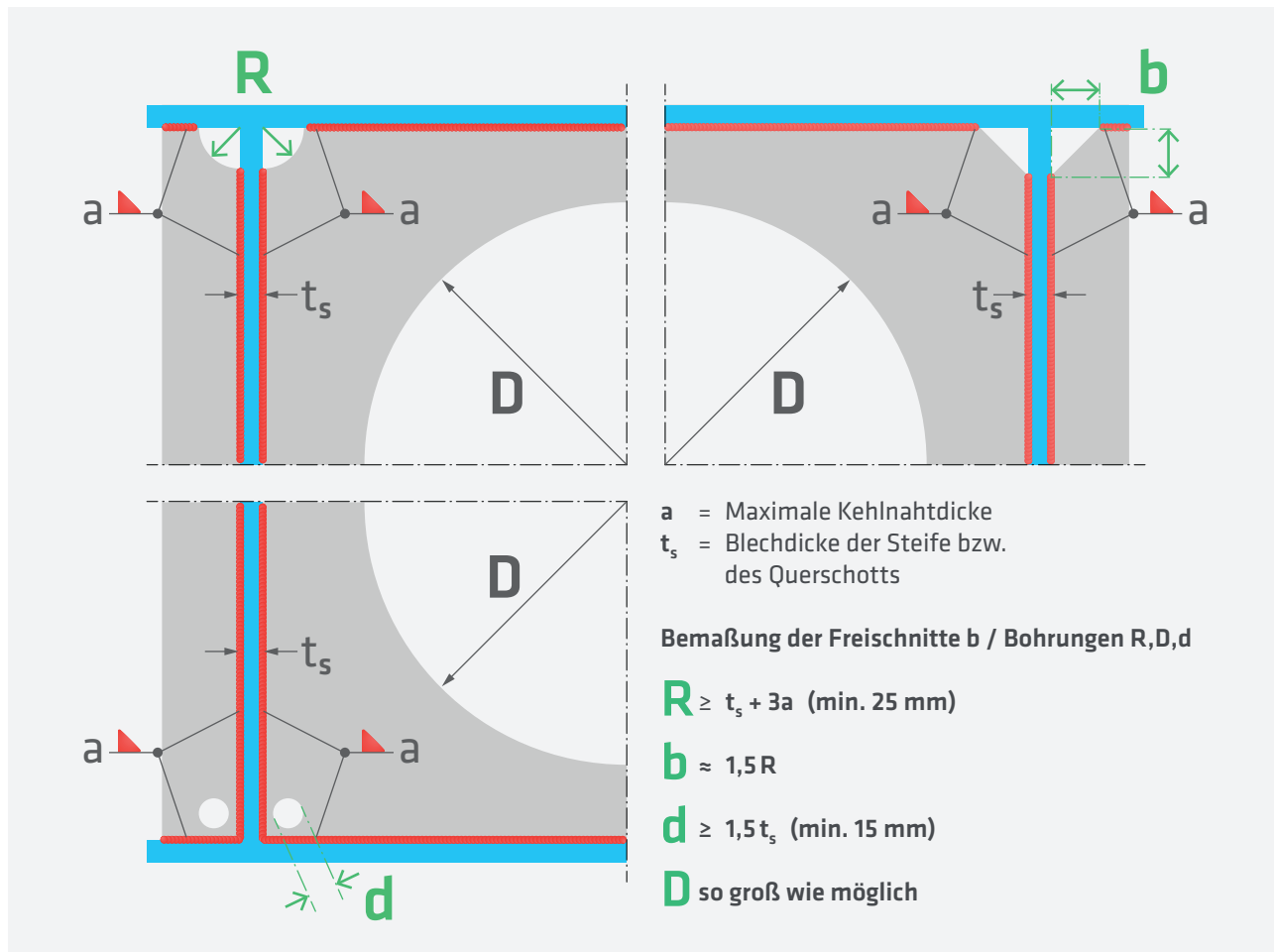
c d Ohne korrekte Aussparungen: Verzögerter Zufluss und Zinkausschleppung.



e f Keine Probleme bei korrekten Aussparungen.

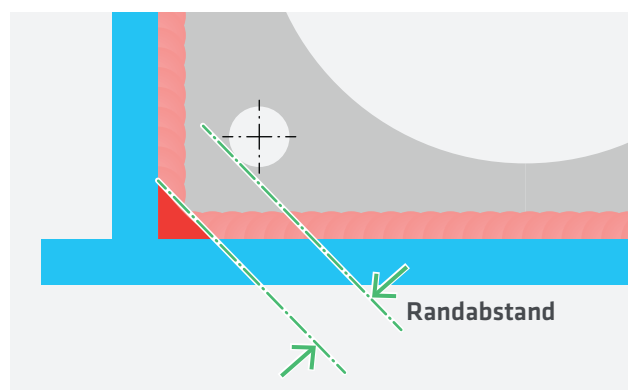


Freischnitte und Bohrungen bei Schotten für geschweißte Hohlbauteile sind so groß wie möglich zu dimensionieren, müssen jedoch folgende Mindestanforderungen erfüllen:



Für Randabstände von Verzinkungsbohrungen für geschweißte Hohlbauteile gilt:

Nahtart, Breite in mm		Randabstand in mm
Kehlnaht	HY- oder HV-Nähte	
$a \leq 7$	$a \leq 8$	10
$7 < a \leq 10$	$8 < a \leq 14$	15
$10 < a \leq 14$	$14 < a \leq 20$	20

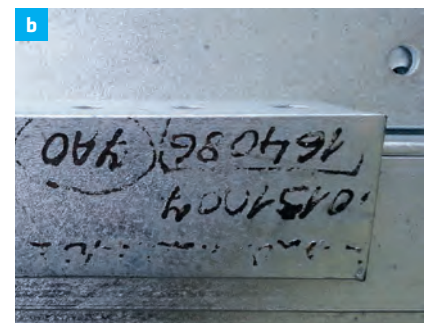
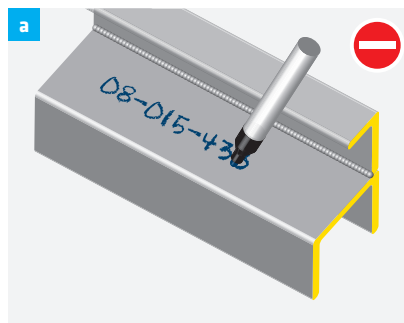


4.9 Feuerverzinkungsgerechte Vorbereitung

Rückstände vermeiden bzw. beseitigen

Die Werkstücke sollten in der Verzinkerei ohne Rückstände angeliefert werden, da viele sich auch in den Vorbehandlungsbecken nicht entfernen lassen und das Verzinkungsergebnis beeinträchtigen.

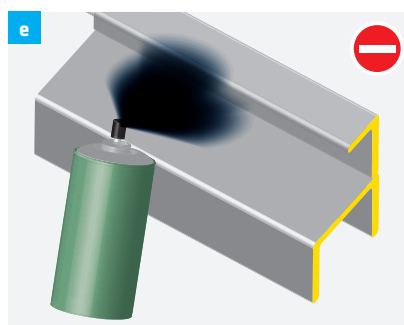
a b Rückstände von Markierungsstiften wie Ölkreide o. ä. sind hartnäckig und lassen sich in den Vorbehandlungsbecken nicht entfernen. Daher vorher mechanisch mit Hilfe einer Drahtbürste oder mittels Sandstrahlen entfernen oder besser geeignete Markierungsmittel verwenden.



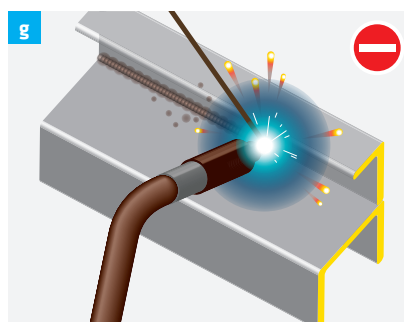
c d Auch Aufkleber und deren Rückstände verbrennen im Zinkbad nicht vollständig und hinterlassen Rückstände, auf denen sich keine Legierungsschichten ausbilden können. Besser geeignete Markierungsmittel verwenden.

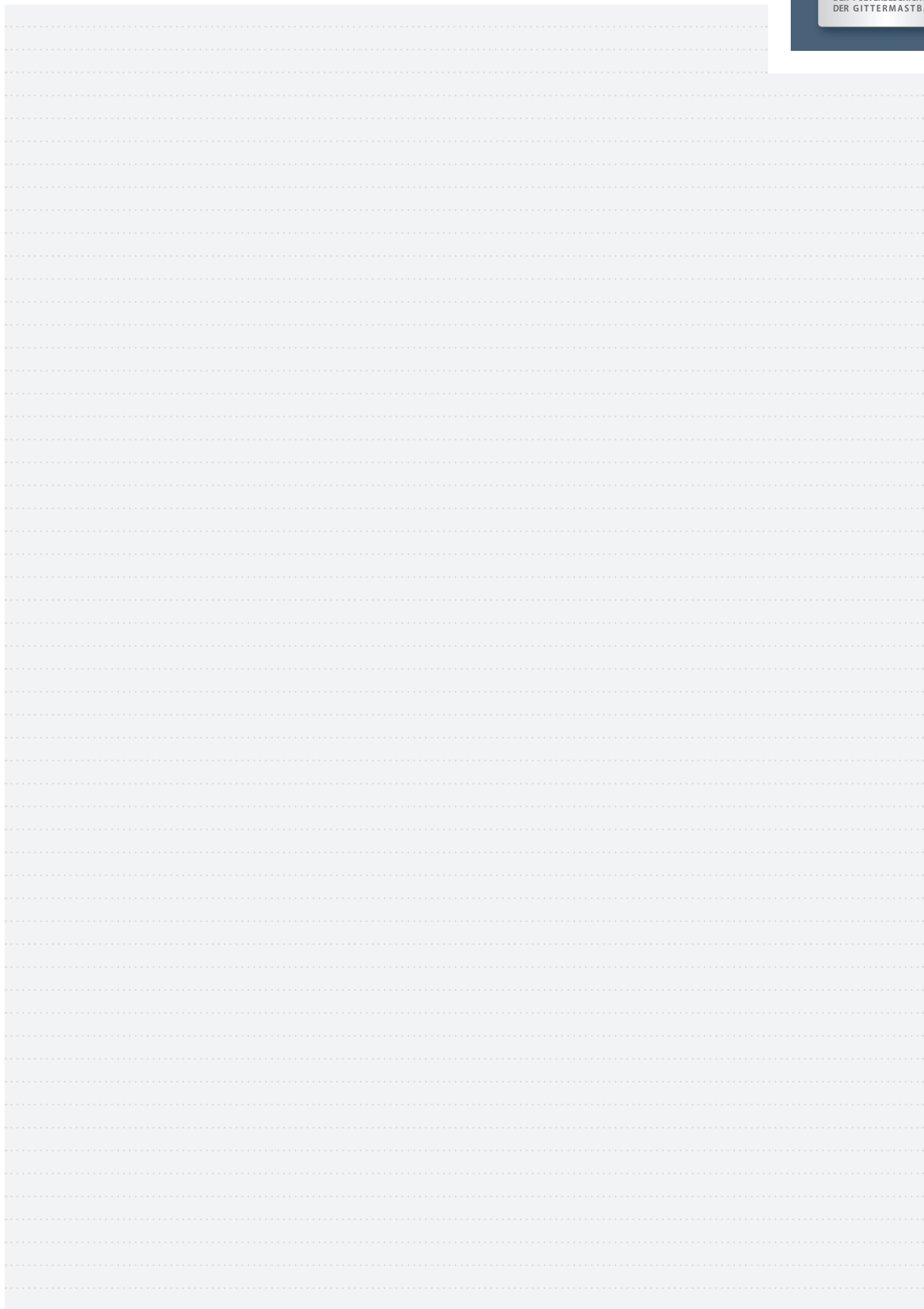


e f Schweißhilfsmittel wie z.B. silikonhaltige Schweißsprays o. ä. verbrennen im Zinkbad unvollständig. Auf den Rückständen kann sich keine Legierung ausbilden. Daher sind solche Hilfsmittelreste bereits vor der Vorbehandlung mechanisch mit Hilfe einer Drahtbürste oder mittels Sandstrahlen zu entfernen.



g h Auch der Schweißprozess hinterlässt Rückstände wie Schlacken oder Schweißspritzer. Auf den glasigen Schweißschlacken kann sich keine Legierung ausbilden. Verbleibende Schweißspritzer werden zwar mitverzinkt, beeinträchtigen aber die Oberflächenglätte (Pickel).





Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

4.10 Feuerverzinkungs- gerechtes Material

Geeignete Stahlsorten verwenden

Grundsätzlich lässt sich der überwiegende Teil der Stahlwerkstoffe problemlos feuerverzinken – bei manchen Stahlsorten ist allerdings eine genaue Abstimmung hinsichtlich Vorbehandlung und Verzinkungsparametern

erforderlich. Ein Beispiel sind etwa hochfeste Stähle, die eine gewisse Neigung zu flüssigmetall-induzierter oder wasserstoffdiffusionsbedingter Rissbildung haben.



a Gerissene Rohrprofile aus Feinkornbaustahl

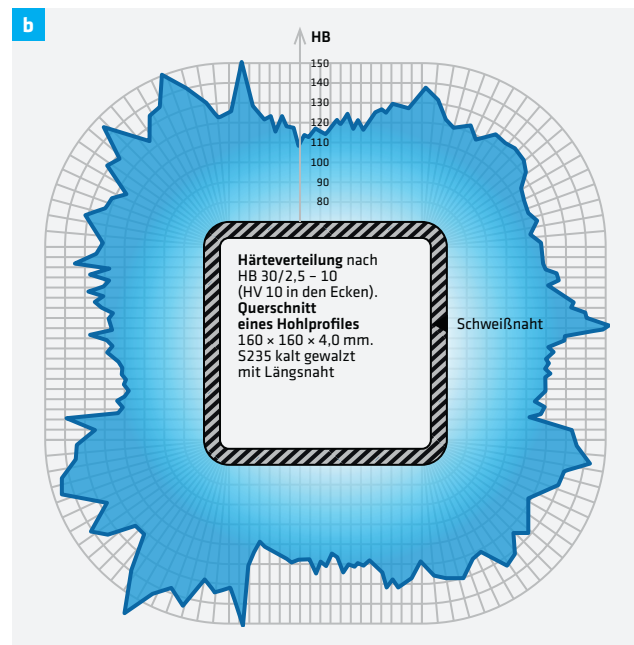
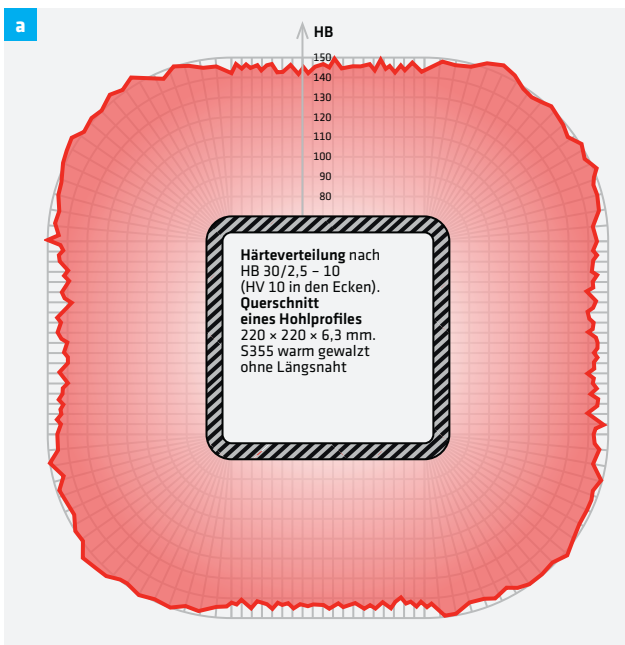


b Werkstück aus massivem Stahlguss mit zahlreichen Rissen nach dem Feuerverzinken

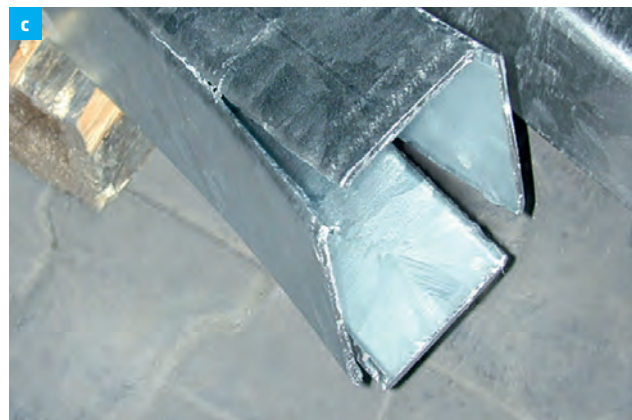
Kaltumformung möglichst vermeiden – Risse bei kaltumgeformten Profilen

Kaltumformungen induzieren stärkere Spannungen im Korngefüge der Werkstücke, die unter der thermischen Belastung im Zinkbad zu Rissen führen können.

a Gleichmäßige Härteverteilung in warmgewalztem und **b** ungleichmäßige Härteverteilung in kaltgewalztem Vierkanthrohr



c Zu kleine Biegeradien führen bei kaltverformtem Material zu starken Spannungen im Werkstück – im Zinkbad ist unter Umständen ein Aufreißen an den Kanten die Folge.

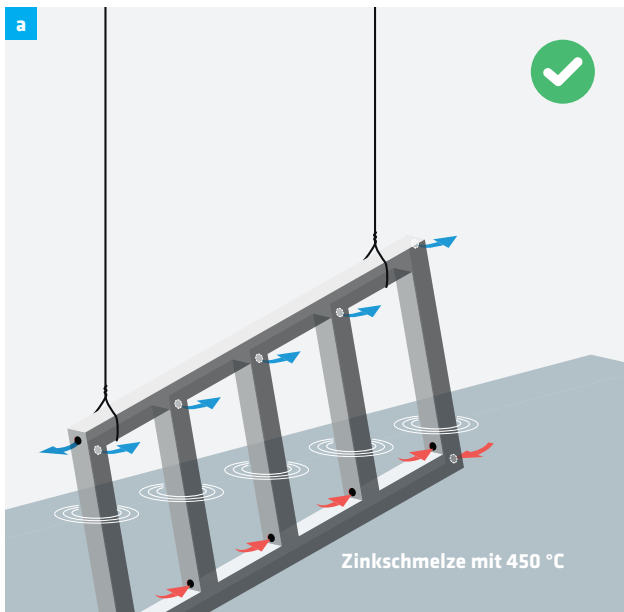


4.11 Die Folgen nicht feuerverzinkungsgerechter Konstruktion!

Das Fehlen von Zu- und Abluftbohrungen in Hohlprofilen lässt kein Zink in die Hohlräume. Eingeschlossene Luft oder Reste von Vorbehandlungsmedien können nicht entweichen und entwickeln bei 450 °C enormen

Druck. Dieser kann zur Deformation des Werkstücks bis hin zur Explosion führen! Extreme Gefährdung für Mensch und Material ...

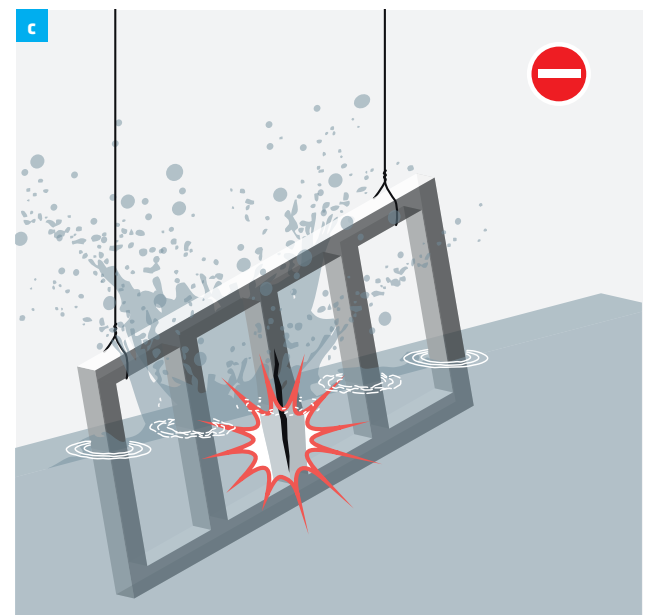
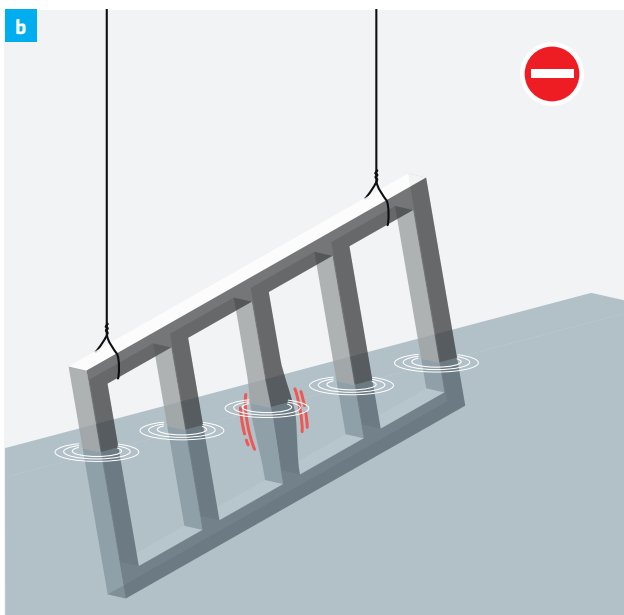
Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



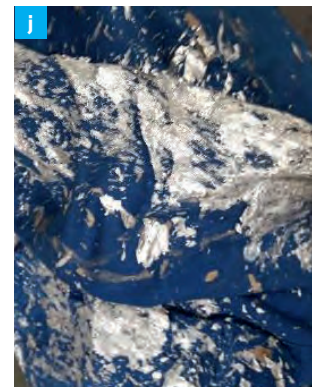
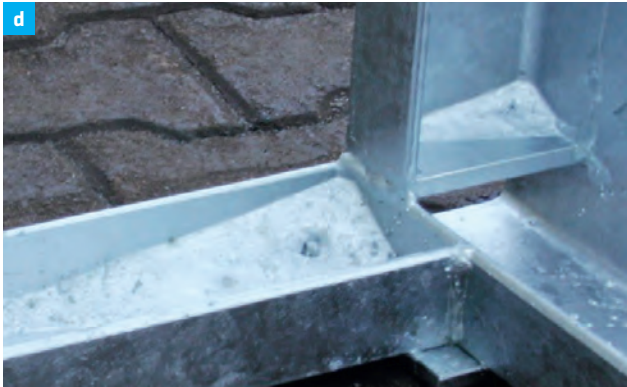
a Werkstück mit korrekten Bohrungen: Zu- und Ablauf sind OK.

b Ein Werkstück ohne Bohrungen wird deformiert ...

c ... und explodiert im ungünstigsten Fall!



Die Folgen fehlender oder zu gering dimensionierter Zu- und Abluftbohrungen:



d Zinkausschleppung in offenen Profilen

e Explodierte Hohlprofile

f Um den Kessel verspritztes Zink nach einer Explosion

g Nicht feuerverzinkungsgerecht konstruierte Baggerschaufel

h Detail von **g**

i Visier eines Kesselarbeiters nach einer Explosion

j Persönliche Schutzkleidung eines Kesselarbeiters nach einer Explosion

5.1 Weißrost

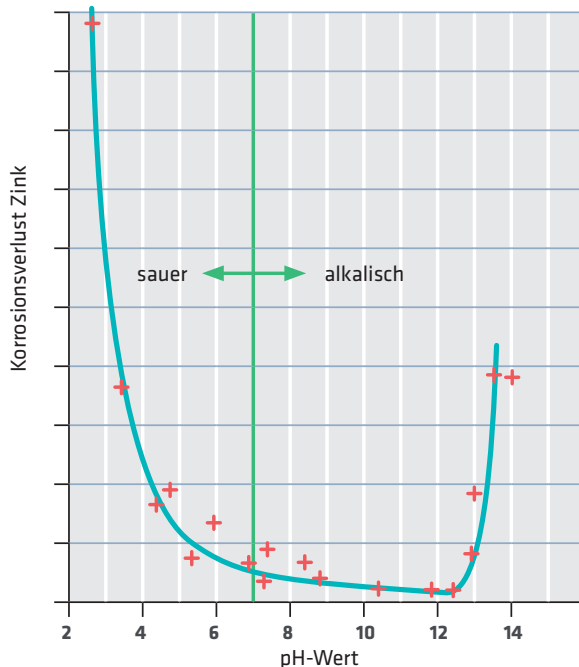
Die sehr gute korrosionsverhütende Wirkung des Zinks ist auf die Ausbildung einer schützenden Deckschicht zurückzuführen. Diese sogenannte Zinkpatina entsteht für gewöhnlich auf dem verzinkten Material bei sich abwechselnden Nass- und Trockenphasen, also in der Regel bereits unter normalen Umgebungsbedingungen.

Sie können die beginnende Schichtbildung an der Veränderung der Oberfläche erkennen. Zunächst verliert die anfangs im allgemeinen glänzende und blumige Zinkoberfläche ihren Glanz und wird nach längerer Zeit hell- oder dunkelgrau. Die Zinkpatina bietet sodann Schutz gegen alle weiteren atmosphärischen Einwirkungen. Optimale Bedingungen zu ihrer Entstehung ist immer eine ausreichende Frischluftzufuhr, d.h. das Vorhandensein von Kohlenstoffdioxid CO_2 und Luftsauerstoff O_2 . Gleichzeitig muss Staunässe vermieden werden.

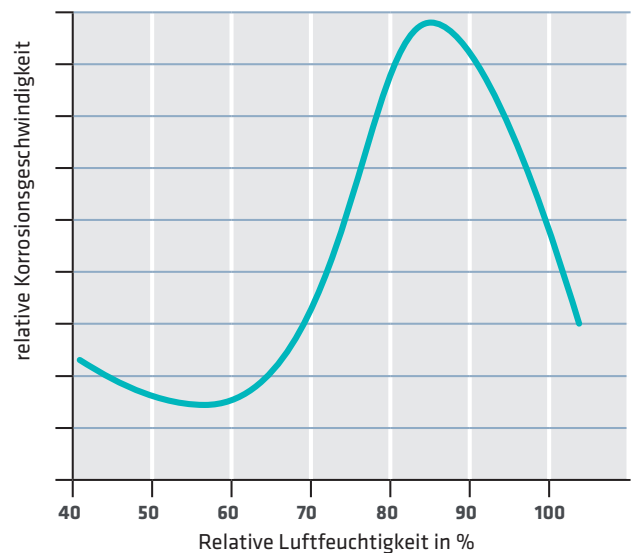
In Umgebungsbedingungen, die hiervon abweichen, findet dagegen die unbeliebte Weißrostbildung statt. Unter feuchten Bedingungen und einem zeitgleichen Mangel an CO_2 bilden sich lockere und voluminöse Reaktionsprodukte als unregelmäßige Deckschichten aus, die unter den Namen „Weißrost“ bekannt sind. Deren Struktur und Eigenschaften hängen stark von den äußeren Umgebungsbedingungen ab, wie der Feuchtigkeit, der Temperatur, dem pH-Wert oder dem Vorhandensein von Salzen.

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

Einfluss der Wasserstoffionen-Konzentration (pH-Wert) auf den Korrosionsverlust von Zink



Einfluss der relativen Luftfeuchte (Kondenswasser) auf die Korrosionsgeschwindigkeit von Zinküberzügen



Weißrost kann nur auf frisch verzinktem Material entstehen. Beachten Sie daher die Tipps zum richtigen Lagern und Transport von feuerverzinkten Konstruktionen.

- ▶ Eine zusätzliche Nachbehandlung der Teile mittels Konservierung oder Passivierung, verhindert erfolgreich die Bildung von Weißrost.
- ▶ Trocken gelagert und immer von Luft umgeben, kann am frisch verzinkten Bauteil kein Weißrost entstehen!
- ▶ Vermeiden Sie den Kontakt des verzinkten Bauteils mit aggressiven Medien oder Salzen.
- ▶ Eine hohe relative Luftfeuchtigkeit fördert in erheblichem Maße die Weißrostbildung.

Kurzum, Weißrost ist das Resultat unsachgemäßer Lagerung, Transports oder Einbaubedingungen. Die Vermeidung von Schwitzwasserbildung sowie eine gute Belüftung sind deshalb die wichtigsten Maßnahmen gegen die Entstehung von Weißrost.

Daher ist das Auftreten von Weißrost kein Maßstab für die Qualität einer Feuerverzinkung. Sie stellt vielmehr das natürliche Ergebnis von frisch verzinktem Material mit einer für Weißrost fördernden Umgebungsbedingung dar.



a Eine Nachbehandlung der Werkstücke durch Konservierung oder Passivierung erhält den Glanz und schützt vor Weißrost.



b Weißrostbildung auf feuerverzinktem Werkstück

c Andauernd einwirkende Feuchtigkeit – wie z. B. unter Planen oder Folien – fördert die Weißrostbildung.



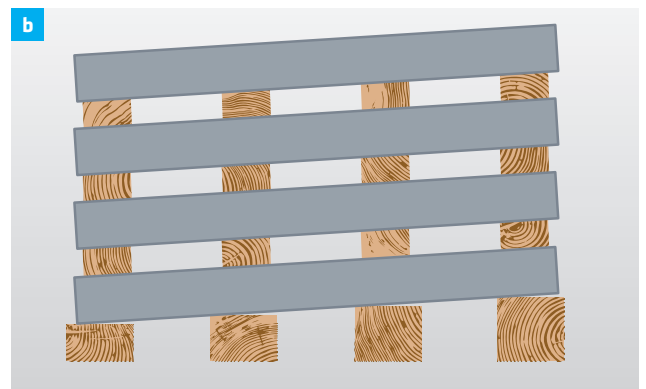
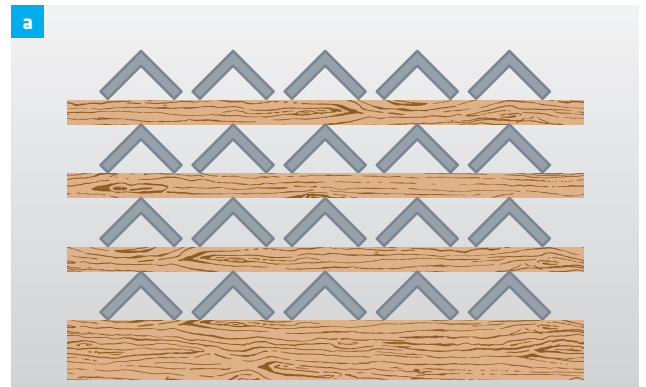
5.2 Lagerung und Transport

Eine sachgemäße Lagerung und eine transportsichere Verpackung sorgen nicht zuletzt für ein sicheres und zugleich glänzendes Ankommen Ihrer von uns feuerverzinkten Konstruktionen bei Ihnen.

Unter Beachtung einiger einfach umzusetzender Empfehlungen kann oftmals der unbeliebte Weißrost gänzlich vermieden werden.

Lagerung:

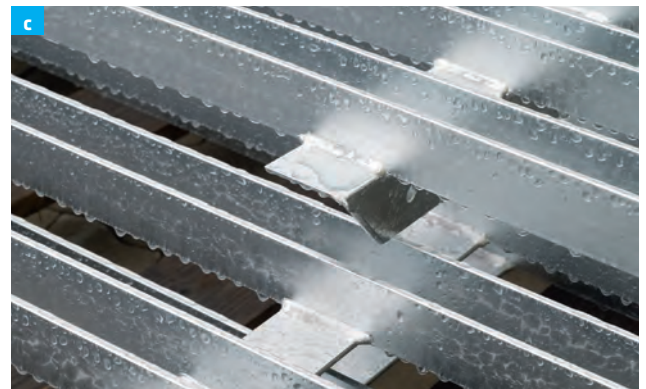
- ▶ Bei Regen, Nebel, längerer Schneebedeckung oder hoher Luftfeuchtigkeit frisch verzinkte Bauteile nicht längerfristig im Freien lagern
- ▶ Verzinkte Bauteile nicht im Gras, in Pfützen oder im Schlamm lagern
- ▶ Nicht direkt auf den Boden setzen, sondern Unterlagen wie Kanthölzer o.dgl. benutzen
- ▶ Zur Vermeidung von Schwitzwasser keine Planen oder Folien benutzen
- ▶ Wannen oder Profile mit der offenen Seite nach unten legen, um Feuchtigkeitsansammlungen zu vermeiden
- ▶ Keine flächigen Berührungen zwischen einzelnen Bauteilen erlauben, sondern Holz-Zwischenlagen benutzen
- ▶ Wasserablauf sicherstellen, Bauteile z.B. mit leichtem Gefälle lagern



a Offene Profile und Wannen mit offener Seite nach unten lagern.

b Ein leichtes Gefälle lässt das Wasser ablaufen.

c Frisch verzinkte Bauteile sollten möglichst rasch wieder abtrocknen können.



Transport

- ▶ Feuchtigkeitsansammlungen vermeiden, gut belüften und empfindliche Teile bei feuchter Witterung nicht ungeschützt auf der Ladefläche transportieren
- ▶ Feuerverzinktes Material nicht in feuchten Holzkisten lagern oder transportieren
- ▶ Beim Transport von verzinktem Material Kontakt mit aggressiven Stoffen vermeiden (z.B. Chemikalienreste auf der Ladefläche)
- ▶ Im Falle eines Seetransportes nach Möglichkeit chemische Schutzmittel verwenden (Wachse, Konservierungsstoffe)
- ▶ Bei Wintertransporten das Material vor tausalzhaltigem Spritzwasser / Sprühnebel schützen

d Bei trockenem Wetter kann auf der offenen Ladefläche transportiert werden

e Besser sind Ladeflächen, die einen witterungsgechützten Transport erlauben.



5.3 Konservierung oder Passivierung

Frisch verzinkte Oberflächen können auch durch eine zusätzliche Nachbehandlung mittels einer Konservierung oder auch Passivierung erfolgreich vor Umwelteinflüssen geschützt werden. So erhalten auch frisch verzinkte Teile

über den Einbau hinweg eine glänzende und blumige Zinkoberfläche. Weißrost ist somit nicht länger ein Thema.

Konservierung

Als Konservierungslösungen kommen metallfreie, auf Polymerbasis aufgebaute organische Verbindungen zum Einsatz. In unserem Fall ein wasserbasierender Lack, der sich als hauchdünne Beschichtung auf die darunterlie-

gende Feuerverzinkung legt, diese insbesondere vor einer Weißrostbildung aber auch vor anderen Umwelteinflüssen erfolgreich bewahrt, jedoch nicht verändert.

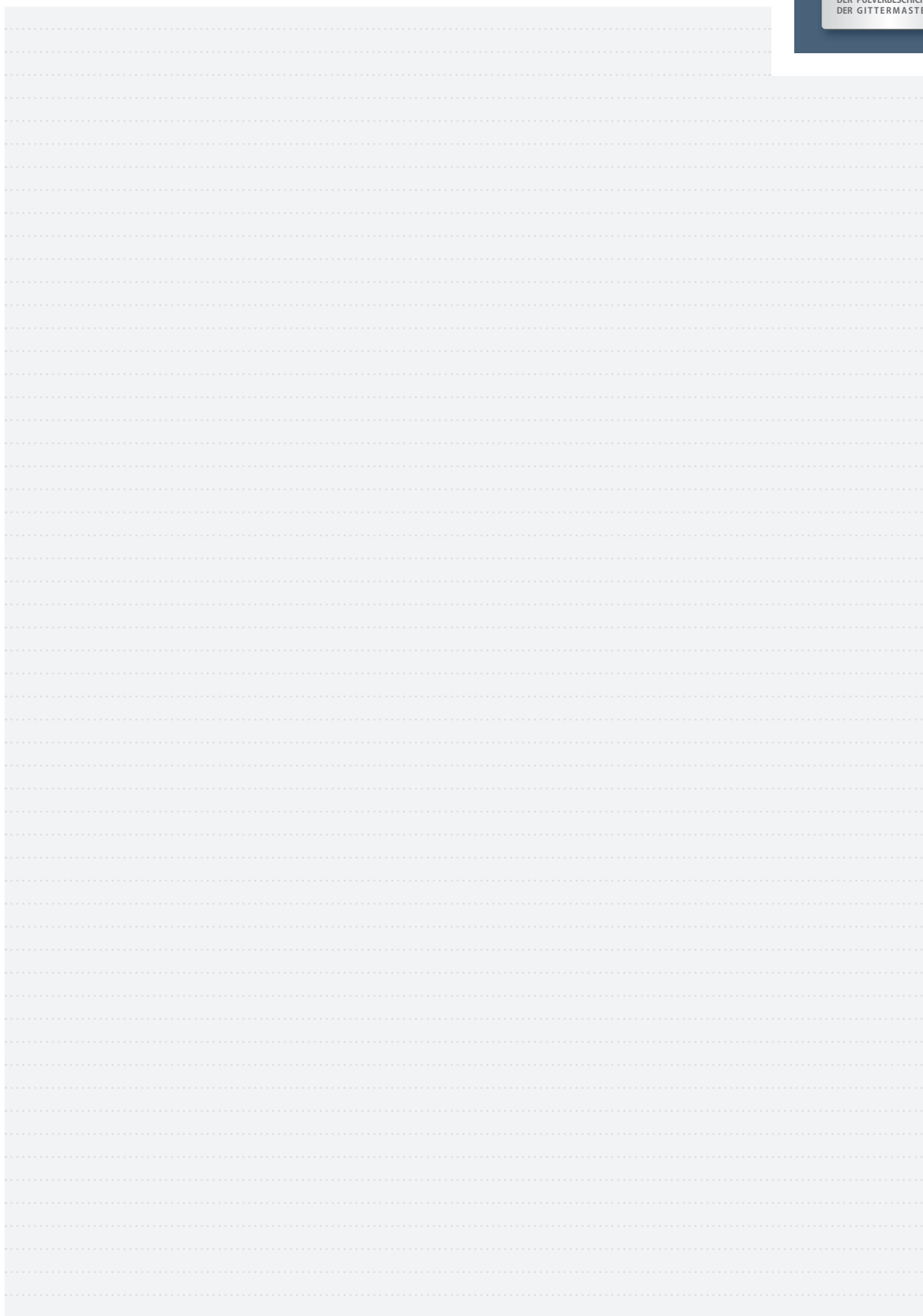
Passivierung

Als Alternative kann anstelle einer Konservierung auf eine Passivierung von frisch verzinkten Bauteilen zurückgegriffen werden. Neben dem bereits bekannten Schutz vor einer etwaigen Weißrostbildung bieten Passivierungen einen zusätzlichen Schutz vor Korrosion. Passivierungen reagieren mit dem verzinkten Material, erzeugen eine schützende Beschichtung und sind meistens anorganischer Natur oder stellen ein Gemisch aus organischen und anorganischen Bestandteilen dar. Unter definierten Bedingungen sind mittels Passivierungen in Kondenswasserprüfungen nach DIN EN ISO 6270-2 bis

weit über 600 Stunden, in neutralen Salzsprühnebelprüfungen nach DIN EN ISO 9227 bis über 100 Stunden erzielbar.



a Abhängig von ihren jeweiligen Anforderungen ist sowohl eine Konservierung als auch eine Passivierung Ihrer Bauteile denkbar.



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

5.4 Kontaktkorrosion

Vermeiden Sie ungünstige Paarungen mit feuerverzinktem Stahl!

Kommen zwei unterschiedliche Metalle z.B. über Flüssigkeit in direkten Kontakt miteinander, so wird an dieser Stelle Kontaktkorrosion auftreten. Hierbei wird immer das unedlere Metall entsprechend der elektrochemischen Spannungsreihe korrodiert und dadurch die Korrosion des anderen Metalls verhindert. Sehen Sie selbst welche Werkstoff-Paarungen zu vermeiden sind!

Kontaktkorrosion in Abhängigkeit von Werkstoffpaarungen und dem Verhältnis der Werkstoffoberflächen zueinander


Betrachtete Werkstoffe	Flächenverhältnis *)	Paarungs-Werkstoffe												
		Magnesiumlegierung	Zink	Feuerverzinkter Stahl	Aluminiumlegierung	Cadmiumüberzug	Baustahl	Niedriglegierte Stähle	Stahlguss	Chromstahl	Blei	Zinn	Kupfer	Nichtrostender Stahl
Magnesiumlegierung	klein		S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
	groß		M	M	M	M	S	S	S	S	S	S	S	S
Zink	klein	M		G	M	M	S	S	S	S	S	S	S	S
	groß	G		G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Feuerverzinkter Stahl	klein	M	G		M	M	S	S	S	S	S	S	S	S
	groß	G	G		G	G	G	G	G	G	G	G	G	G
Aluminiumlegierung	klein	M	G	G		G	M		S		S		S	S
	groß	G	M	M		G	G	G	M	M	S	S	S	M
Cadmiumüberzug	klein	G	G	G	G		S	S	S	S	S	S	S	S
	groß	M	G	M	G		G	G	G	G	G	G	G	G
Baustahl	klein	G	G	G	G	G		M	S	S	S	S	S	S
	groß	G	G	G	G	G		G	G	G	G	G	G	G
Niedriglegierte Stähle	klein	G	G	G	G	G	G		G	S	S	S	S	S
	groß	G	G	G	G	G	G		G	G	G	G	G	G
Stahlguss	klein	G	G	G	G	G	G	M		S	S	S	S	S
	groß	G	G	G	G	G	G	G		G	G	G		
Chromstahl	klein	G	G	G	G	G	G	G	G		M	M	S	S
	groß	G	G	G	G	G	G	G	G		G	G		G
Blei	klein	G	G	G	G	G	G	G	G	G		G	G	
	groß	G	G	G	G	G	G	G	M	G		G		G
Zinn	klein	G	G	G	G	G	G	G		G	G			
	groß	G	G	G	G	G	G	G	G	M	G			
Kupfer	klein	G	G	G	G	G	G	G		M	M	S		
	groß	G	G	G	G	G	G	G	G		G	M		G
Nichtrostender Stahl	klein	G	G	G	G	G		G	G		G	G		
	groß	G	G	M	G	G	G	G	G	M	M	M	G	


S Starke, **M** mäßige oder **G** geringfügige / keine Korrosion des betrachtenden Werkstoffs


*) Verhältnis der Oberfläche des betrachteten Werkstoffs zur Oberfläche des Paarungswerkstoffs


Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

Aber auch zwischen Nichtmetallen und feuerverzinktem Stahl kann es zur Kontaktkorrosion kommen:

 Von einem längeren oder regelmäßigen direkten Kontakt von feuerverzinkten Oberflächen mit starken Säuren (pH-Wert < 5,5) oder Basen (pH-Wert > 12,5) wird abgeraten.

 Mit zunehmendem Schwefelgehalt (SO₂) in der Luft (Industrieatmosphäre, saurer Regen) nimmt die Beständigkeit des Zinküberzugs ab.

 Im Süßwasser sind Zinküberzüge langzeitbeständig, jedoch beträgt der Abtrag einer durch Salzwasser beaufschlagten Zinkoberfläche ca. 10 µm/Jahr.

 Unter feuchten Bedingungen verursachen Hölzer wie Eiche, Kastanie, Rotzeder und Douglasie durch Freisetzung von Essigsäure rot-braune Verfärbungen an verzinkten Oberflächen.

5.5 Fachgerechte Ausbesserung von Zinküberzügen

Eine Feuerverzinkung ist robust und hart im Nehmen. Trotzdem kann es beim Transport oder bei der Montage von feuerverzinkten Stahlteilen zu Beschädigungen kommen. Eine fachgerechte Ausbesserung des beschädigten Korrosionsschutzes ist dann unumgänglich.



a Eine gegebenenfalls notwendige Ausbesserung einer beschädigten Feuerverzinkung muß mit besonderer Sorgfalt ausgeführt werden.

Das Ausbessern von beschädigten Flächen ist unter folgenden Bedingungen zulässig:

- ▶ Summe der Bereiche ohne Überzug, die ausgebessert werden müssen, darf 0,5 % der Gesamtoberfläche eines Bauteils nicht überschreiten.
- ▶ Ein einzelner Bereich ohne Überzug darf in seiner Größe 10 cm² nicht übersteigen.
- ▶ Falls größere Bereiche ohne Überzug vorliegen, muss mit dem Auftraggeber eine Sondervereinbarung getroffen werden oder das Bauteil ist neu zu verzinken.
- ▶ Die Ausbesserung sollte durch thermisches Spritzverzinken, geeigneten Zinkstaub- oder Zinkflakebeschichtungen oder mittels Zinkpaste erfolgen. Der Einsatz von Zinklot ist ebenfalls vorstellbar.
- ▶ Eine fachgemäße Oberflächenvorbereitung ist vorauszusetzen.
- ▶ Die Schichtdicke des ausgebesserten Bereiches muss mindestens 100 µm betragen.

Ganz entscheidend ist für die Qualität und Dauerhaftigkeit einer Ausbesserung die Oberflächenvorbereitung.

- ▶ Legen Sie großen Wert auf einen metallisch blanken, am besten durch Strahlen vorbereiteten Untergrund im Reinheitsgrad Sa 2 ½ nach DIN EN ISO 12944.
- ▶ Auch eine lokale Entrostung und Reinigung mittels maschinellem Schleifen oder Bürsten ist vorstellbar.
- ▶ Frei von Schmutz, Öl und Fett etc. !
- ▶ Die an die Schadstelle angrenzenden Bereiche des intakten Zinküberzugs sollten in einem einwandfreien Zustand sein.
- ▶ Achten Sie zur Sicherstellung eines lückenlosen Schutzes auf eine geringfügige Flächenüberlappung mit dem intakten Bereich.

Hinsichtlich des erforderlichen Aufwandes als auch bezüglich der Schutzwirkung ist das thermische Spritzen mit Zink bzw. das Auftragen geeigneter Zinkstaubbeschichtungen der Verwendung von aufschmelzbaren Loten auf Zinkbasis vorzuziehen.

Auf der Baustelle hat sich jedoch eine Ausbesserung mit Zinkstaubbeschichtungen (Zinkstaubfarbe) als vielfach praktikabel und empfehlenswert herausgestellt.

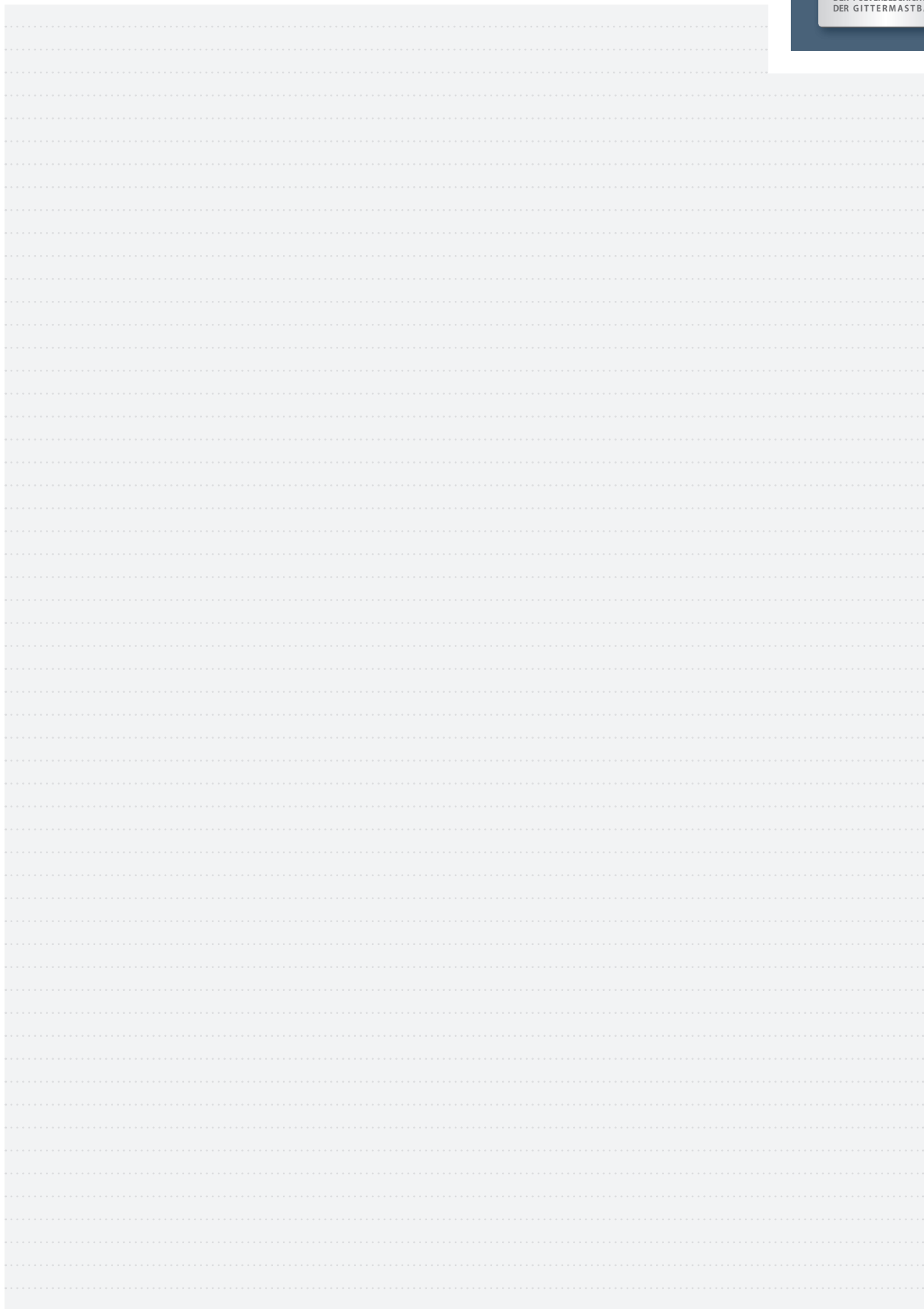
Als über die Jahre bewährte Zinkstaubbeschichtungsstoffe gelten:

- ▶ Zweikomponenten-Expoxydharz-Zinkstaubbeschichtungsstoffe
- ▶ Luftfeuchtigkeitshärtende Einkomponenten-Polyurethan- oder Ethylsilikat-Zinkstaubbeschichtungsstoffe
- ▶ Geeignete gleichwertige Zinkflake-Beschichtungen oder Zinkpasten

Vorsicht vor Zinksprays!



Diese sind **überwiegend ungeeignet**, da selbst bei mehrmaligem Übersprühen der Fehlstelle keine hinreichende Schichtdicke von rund 100 µm erreicht wird. Noch dazu weisen Zinksprays keinen ausreichend hohen Zinkanteil im Pigment auf, wodurch die Wirksamkeit des Schutzes gemindert wird. Von einer qualitativ hochwertigen Ausbesserung kann in diesem Fall nicht die Rede sein!



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

6.1 DIN EN ISO 1461: Das tonangebende Regelwerk zum Feuerverzinken

Ein Qualitätsmanagementsystem sowie zahlreiche weitere Zertifizierungen sorgen für das Einhalten der für das Feuerverzinken geltenden Anforderungen aus der hierfür tonangebenden Norm DIN EN ISO 1461 und unterstreichen das Wiegel-Bekenntnis zur Qualität. Die DIN EN ISO 1461 legt allgemeine Anforderungen und Prüfungen von Eigen-

schaften durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebracht Überzüge fest, die durch Eintauchen von gefertigten Eisen- und Stahlteilen (einschließlich bestimmter Gussteile) in eine Zinkschmelze, die nicht mehr als 2% andere Metalle enthält, aufgebracht werden. Diese Art des Feuerverzinkens wird auch als Stückverzinken bezeichnet. ^[1]

Die wichtigsten Punkte im Überblick:

Aussehen, Dicke, Aufbau sowie physikalische als auch mechanische Eigenschaften des Zinküberzugs werden durch die chemische Zusammensetzung, den Zustand der Oberfläche, sowie den Dimensionen der Stahlteile beeinflusst. Die Norm DIN EN ISO 1461 macht hierzu keinerlei Aussagen. Hilfreich ist deshalb ein Blick in die Norm DIN EN ISO 14713 (Teil 1 und 2).

Abnahmeprüfungen müssen beim Feuerverzinker oder an einem zuvor festgelegten Ort entweder durch den Kunden oder im Auftrag des Kunden durchgeführt werden. Während der Abnahme wird üblicherweise das Aussehen bewertet und die Schichtdicke überprüft und das anhand einer konkreten Anzahl von Prüfmustern in einer Prüfmenge.

Anzahl Teile	Mindestanzahl Prüfmuster
1 - 3	alle
4 - 500	3
501 - 1.200	5
1.201 - 3.200	8
3.201 - 10.000	13
> 10.000	20

Unsere Empfehlung:

Auf gesonderten Wunsch können wir Ihnen ein detailliertes Prüfprotokoll zukommen lassen!

Anforderungen an das Aussehen des Zinküberzugs:

Diese lauten wie folgt:

- 1 Die Sichtprüfung hat mit dem bloßen Auge bei einem Abstand von mindestens 1 m zu erfolgen.
- 2 Die für das verzinkte Stahlbauteil wichtigsten Oberflächenbereiche (hinsichtlich Verwendungsfähigkeit und/oder Erscheinung) müssen frei von Verdickungen, Blasen, rauen Stellen, Zinkspitzen, Fehlstellen, Flussmittel- und Zinkbad-Rückständen sein.
- 3 Allein der Korrosionsschutz – mit dem Einhalten des geforderten Mindestwertes der Dicke – ist der Hauptzweck des Zinküberzugs. Das optische Erscheinungsbild des verzinkten Stahlbauteils ist eher von untergeordneter Bedeutung.

Unsere Empfehlung:

Wir beraten Sie gerne über die Auswirkungen der Einflussparameter bezüglich des Auftretens von dunkleren und helleren Bereichen, um auch die optischen Aspekte in der alltäglichen Arbeit soweit wie möglich zu berücksichtigen.

[1] DIN EN ISO 1461 Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgetragene Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen (ISO 1461:2009); Deutsche Fassung EN ISO 1461:2009.

Dickenbestimmung des Zinküberzuges

Der Bestimmung der Dicke des vorhandenen Zinküberzugs sowie deren richtiger Interpretation gilt daher besonderes Augenmerk. Zu unterscheiden ist die **örtliche** von der **durchschnittlichen Schichtdicke**.

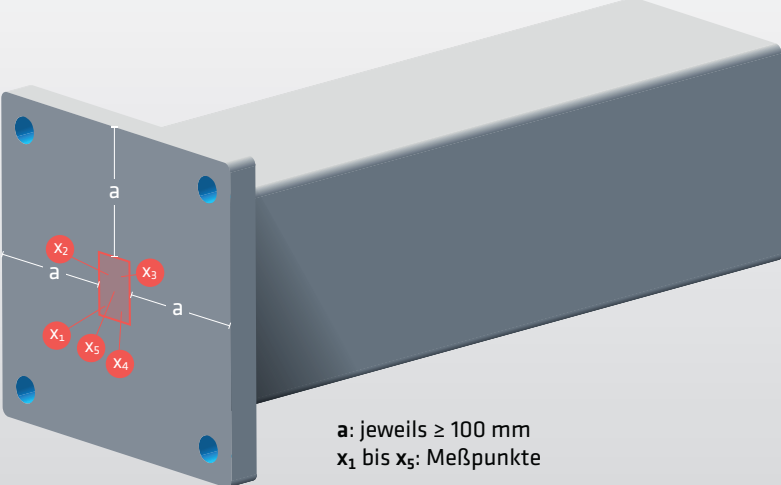
Die **örtliche Schichtdicke** ist der Mittelwert einer Überzugsdicke aus mindestens 5 Einzelwerten, welche innerhalb einer 10 cm² großen Referenzfläche magnetisch gemessen wurden. Bei langen Teilen muss die Referenzfläche etwa 100 mm von Bohrungen und 100 mm von den Bauteilenden sowie etwa in Bauteilmitte liegen sowie den gesamten Querschnitt des Teils umfassen. Einzelwerte dürfen die geforderte örtliche Schichtdicke unterschreiten.

Die **durchschnittliche Schichtdicke** stellt dagegen den Mittelwert einer bestimmten Anzahl von örtlichen Schichtdicken (Referenzflächen) dar, deren Anzahl wiederum abhängig von der Bauteilgröße sind.


Größe der wesentlichen Fläche	Anzahl Referenzflächen pro Teil	Anforderung an Schichtstärken
> 2 m ²	≥ 3	Auf jedem Teil muss die durchschnittliche Schichtstärke erfüllt sein.
> 100 cm ² bis ≤ 2 m ²	≥ 1	
> 10 cm ² bis ≤ 100 cm ²	1	Jede Referenzfläche muss die Mindestwerte an die örtliche Schichtdicke erfüllen. Die durchschnittliche Schichtstärke, d.h. der Mittelwert aller Referenzflächen, muss die Mindestwerte einhalten.
≤ 10 cm ²	1	

Für Schichtdickenmessungen muss die Anzahl und Lage der Prüffläche sowie ihre Größe entsprechend der Form und Größe des Bauteils ausgewählt sein. Bei langen Teilen dürfen Schichtdickenmessungen grundsätzlich nicht in Bereichen von Schnittkanten, weniger als 100 mm von Werkstückkanten, Brennschnittflächen und Ecken durchgeführt werden.

Merke: Einzelwerte dürfen die geforderte örtliche Schichtdicke unterschreiten, solange der Mittelwert der Meßpunkte die Vorgabe der jeweils gültigen durchschnittlichen Schichtdicke erfüllt.



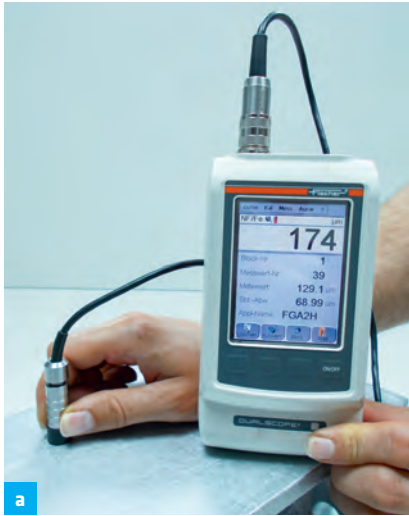
a: jeweils ≥ 100 mm
x₁ bis x₅: Meßpunkte

Meßpunkt	Schichtdicke
X ₁	93 µm
X ₂	89 µm
X ₃	68 µm
X ₄	90 µm
X ₅	95 µm
mittlere Schichtdicke \bar{x}	87 µm
erforderliche mittlere Schichtdicke	85 µm 

Beispiel: Ankerplatte mit 30 × 30 × 1 cm:
Wesentliche Fläche → 900 cm² → **mindestens 1 Referenzfläche erforderlich**

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



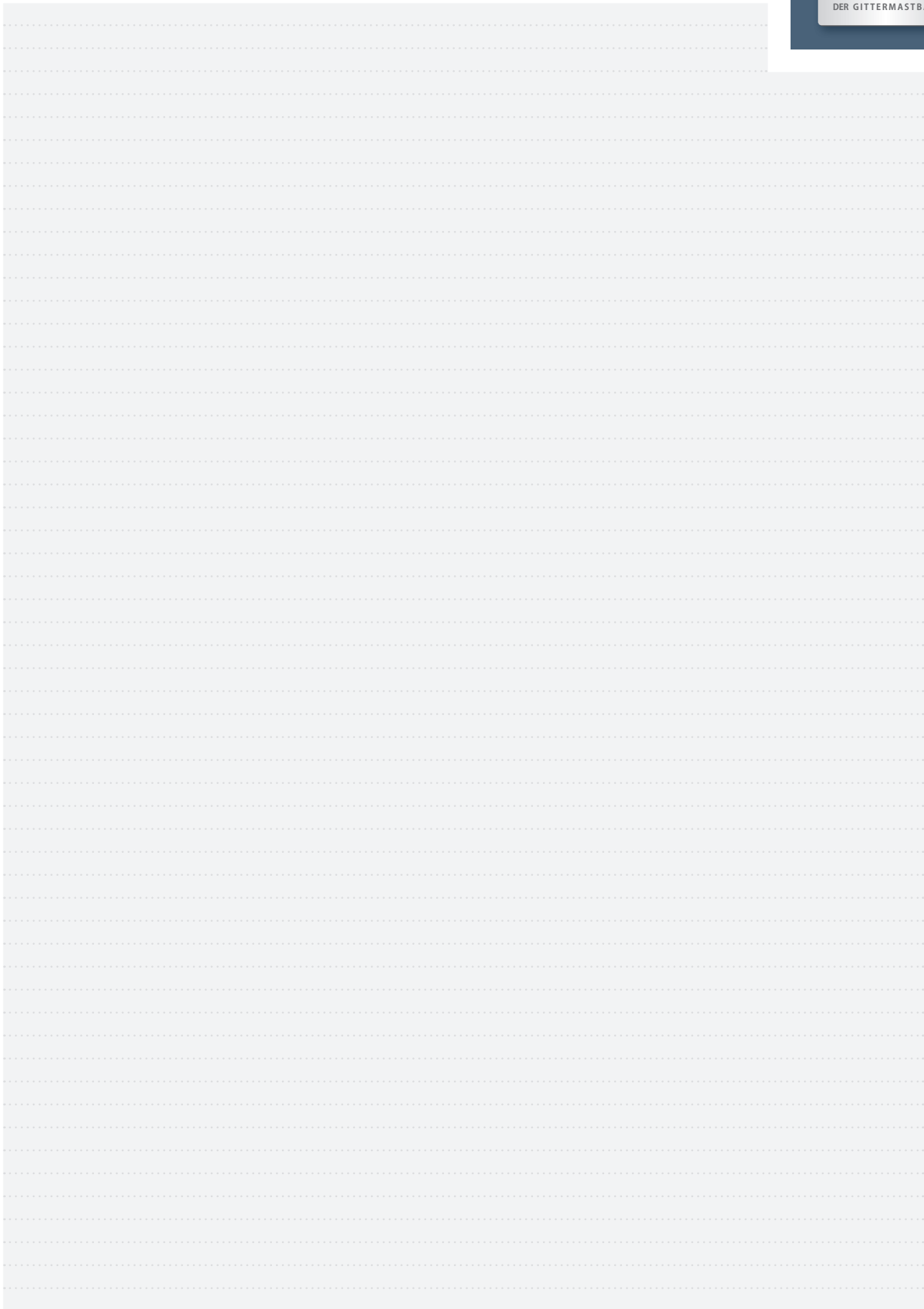
a b Schichtdickenmessung

Mindestwerte von Zinküberzügen, für Prüfteile die nicht geschleudert wurden:

Teile und ihre Dicke		Örtliche Schichtdicke (Mindestwert) µm	Durchschnittliche Schichtdicke (Mindestwert) µm
Stahl	> 6 mm	70	85
Stahl	> 3 mm bis ≤ 6 mm	55	70
Stahl	≥ 1,5 mm bis ≤ 3 mm	45	55
Stahl	< 1,5 mm	35	45
Guss	≥ 6 mm	70	80
Guss	< 6 mm	60	70

Mindestwerte von Zinküberzügen, für Prüfteile die geschleudert wurden:

Teile und ihre Dicke		Örtliche Schichtdicke (Mindestwert) µm	Durchschnittliche Schichtdicke (Mindestwert) µm
Gewindeteile	> 6 mm Durchmesser	40	50
	≤ 6 mm Durchmesser	20	25
Andere Teile (einschließlich Guss)	≥ 3 mm	45	55
	< 3 mm	35	45



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

6.2 DIN EN ISO 14713: Das unterstützende Regelwerk zum Feuerverzinken

Für die, die noch mehr wissen wollen!

Dem maßgebenden Regelwerk zum Feuerverzinken steht mit der Normenreihe DIN EN ISO 14713 ein Leitfaden sowie Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion unterstützend zur Seite. Einerseits stellt der Teil 1 der DIN EN ISO 14713 allgemeine Konstruktionsgrundsätze auf und hält Aussagen zur Korrosionsbeständigkeit bereit. ^[2] Andererseits werden dem Praktiker im Teil 2 der DIN EN ISO 14713 grundlegende Gestaltungsmerkmale im Hinblick auf die spätere Feuerverzinkung an die Hand gegeben. ^[3]

DIN EN ISO 14713-1

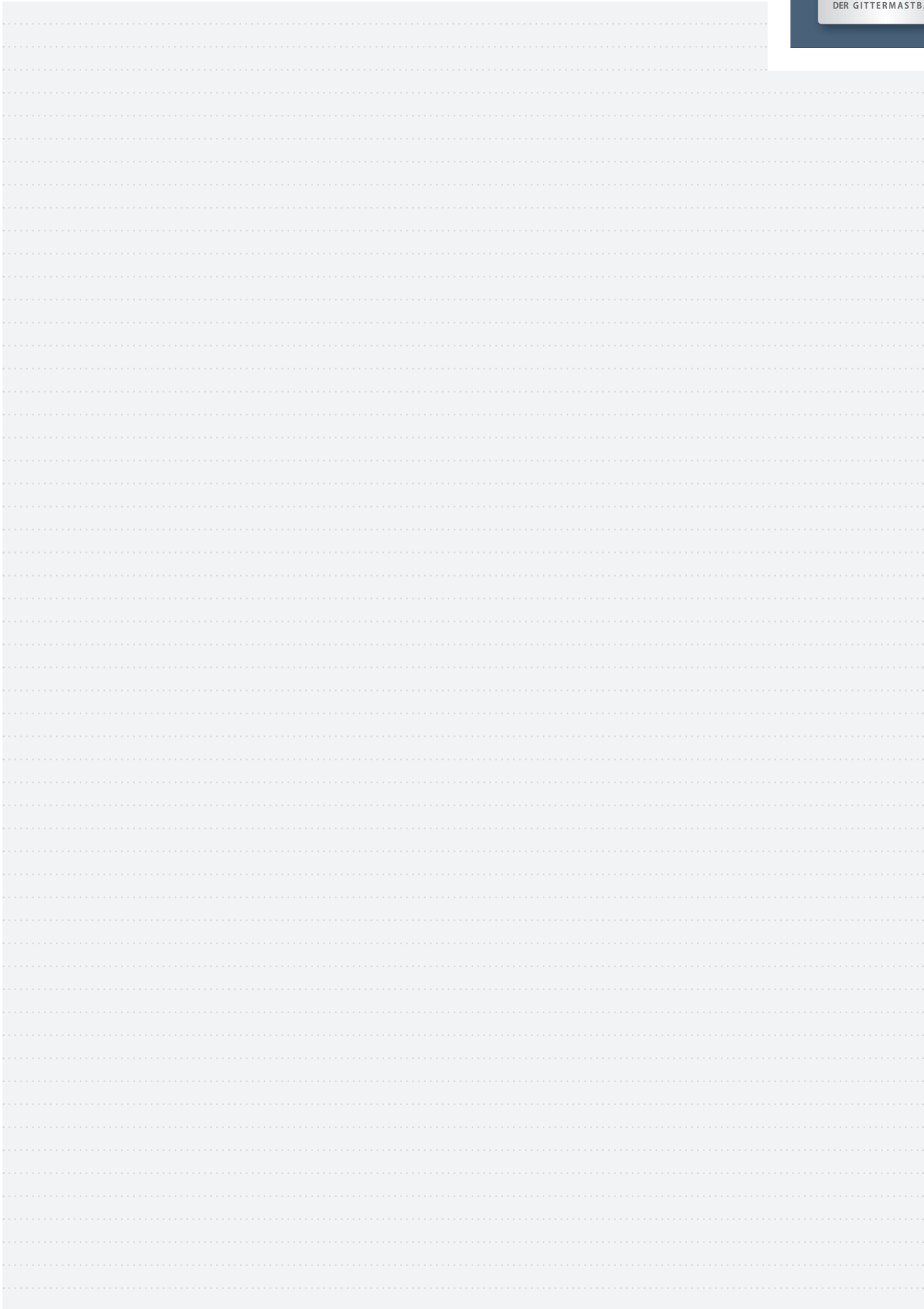
- ▶ Einfluss des Silizium- und Phosphorgehalts des Stahls auf das Verzinkungsergebnis
- ▶ Richtige Auswahl des Zinküberzugs
- ▶ Allgemeine Gestaltungsgrundsätze zur Vermeidung von Korrosion
- ▶ Aussagen zur Schutzdauer verzinkter Stahlteile gegenüber aggressiver Umgebungsluft, Böden und Wasser sowie zur Widerstandsfähigkeit gegen Chemikalien, erhöhten Temperaturen, Kontakt mit Beton und Holz sowie anderen metallischen Materialien

DIN EN ISO 14713-2

- ▶ Günstige Gestaltungsmöglichkeiten von Stahlkonstruktionen
- ▶ Empfehlungen für Lagerung und Transport
- ▶ Einfluss der Werkstoffzusammensetzung, des Oberflächenzustands, der Oberflächenrauigkeit sowie von thermischen Schneidverfahren, innerer Spannungen im Grundwerkstoff Stahl auf die Schichtbildung und Qualität beim Feuerverzinken
- ▶ Auswirkungen des Feuerverzinkens auf das Stahlteil in Bezug auf Maßtoleranzen für Gewindepaarungen sowie das ca. 450 °C heiße Zinkbad

[2] DIN EN ISO 14713-1 Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 1: Allgemeine Konstruktionsgrundsätze und Korrosionsbeständigkeit (ISO 14713-1:2017); Deutsche Fassung EN ISO 14713-1:2017

[3] DIN EN ISO 14713-2 Zinküberzüge – Leitfäden und Empfehlungen zum Schutz von Eisen- und Stahlkonstruktionen vor Korrosion – Teil 2: Feuerverzinken (ISO 14713-2:2009); Deutsche Fassung EN ISO 14713-2:2009



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

6.3 DIN EN 1090-2: Herstellung von tragenden Stahlbauteilen in Europa

Seit dem **01.07.2014 müssen** alle tragenden Teile aus Stahl (Bauprodukte), die nach dem entsprechenden Teil von EN 1993 ff. bemessen wurden, gemäß den technischen Regeln der DIN EN 1090-2 hergestellt werden.

Leistungserklärung und CE-Zeichen für Bauprodukte

Für den Stahl- und Metallbauer sowie die vielen Schlosereibetriebe bedeutet dies, dass sie eine Leistungserklärung nach der Bauproduktenverordnung (BauPVO) ausstellen müssen. ^[4] Erst mit der weiteren Vergabe eines CE-Zeichens nach DIN EN 1090-1 ist das tragende Stahlbauteil, d.h. das Geländer, die Treppe oder der Träger dann rechtskonform in Verkehr gebracht. Dazu muss

der Hersteller nach DIN EN 1090-1 zertifiziert sein und eine werkseigene Produktionskontrolle für eine der vier möglichen Ausführungsklassen unterhalten. ^[5] Hier geht es nicht nur um das Schweißen an sich, sondern auch um die Bemessung, die Herstellung sowie die Verbindungstechnik. ^[6]

DIN EN 1090 und DIN EN ISO 1461 – Eine dauerhafte Verbindung

Stahlteile müssen üblicherweise aus Gründen der mechanischen Beanspruchbarkeit und Standsicherheit dauerhaft gegen Korrosion geschützt werden. Hier steht dem Hersteller mit der Feuerverzinkung nach DIN EN ISO 1461 das Langlebigste von drei wirksamen Korrosionsschutzsystemen zur Auswahl. ^[7] Speziell der Teil 2 Anhang F der DIN EN 1090 macht hier eine Fülle von Vorgaben zum Korrosionsschutz durch das Feuerverzinken.

So schließt sich der Kreis zwischen den einzuhaltenden Anforderungen für die Herstellung von tragenden Bauteilen aus Stahl (DIN EN 1090) sowie den Anforderungen und Prüfungen für durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebraute Zinküberzüge (DIN EN ISO 1461). Mit der Vergabe des „CE-Zeichens“ sowie dem Ausstellen der Leistungserklärung ist unter Dauerhaftigkeit „Verzinkt nach ISO 1461“ anzugeben. Erfolgt dies nicht, gelten Bauprodukte ohne CE-Kennzeichnung als mangelhaft. ^[8]


^[4] N.N. (2011) Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 9. März 2011 zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, Amtsblatt der europäischen Union.

^[5] DIN EN 1090-1 Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile; Deutsche Fassung EN 1090-2: 2018.

^[6] DIN EN 1090-2 Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche Fassung EN 1090-2:2008+A1:2011.

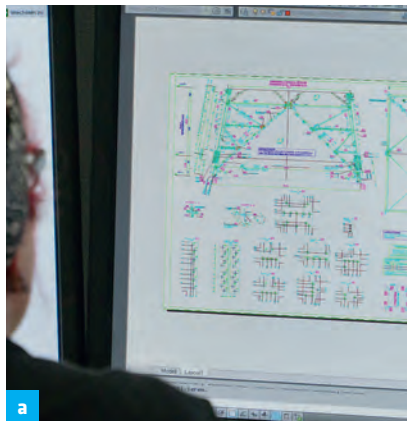
^[7] wie vor.

^[8] LG Mönchengladbach, Urteil vom 17.06.2015, Az.: 4 S 141/14 Einhaltung von öffentlich-rechtlichen Vorschriften bei der Ausführung von Arbeiten durch den Unternehmer im Rahmen von Bauleistungen; Verwendung von Bauprodukten ohne CE-Kennzeichnung bzgl. Mangelhaftigkeit des Werkes.

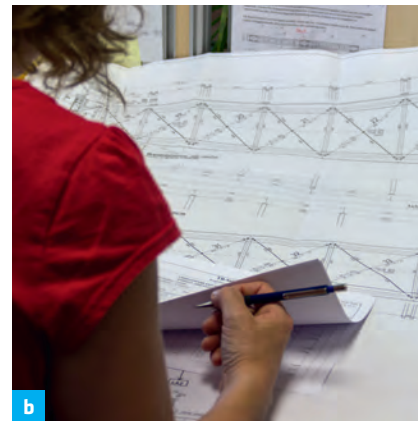
Bauaufsichtlich geregelter Bereich in Deutschland		
Was und wie ist durchzuführen?	Welche technische Baubestimmung ist anzuwenden?	Wer führt es durch?
Bemessung und Konstruktion	DIN EN 1993 ff.	Statiker
Fertigung von tragenden Stahltragwerken	DIN EN 1090-1 / -2	Hersteller: im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle Feuerverzinkerei: bestätigt die Übereinstimmung der Verzinkung mit DIN EN ISO 1461 und DASt-Richtlinie 022 
Anforderungen sowie Prüfungen für durch Feuerverzinken aufgebrauchte Zinküberzüge	DIN EN ISO 1461	
Zusätzliche Anforderungen an das Verzinken von tragenden Stahlbauteilen	DASt-Richtlinie 022	
Konformitätsnachweisverfahren mit Leistungserklärung und CE-Kennzeichnung		

Kein Grund zur Sorge

Aber es besteht kein Grund zur Sorge. Feuerverzinkungsbetriebe, die neben der DIN EN ISO 1461 auch die weiteren Anforderungen der DASt-Richtlinie 022 einhalten, erfüllen auch die Erfordernisse der DIN EN ISO 146 in vollem Umfang. Eine Bestätigung über die Übereinstimmung der Verzinkung mit der DIN EN ISO 1461 und DASt-Richtlinie 022 erhalten Sie direkt von Ihrem Feuerverzinker vor Ort. Zusätzliche auf freiwilliger Basis durchgeführte Fremdüberwachungen bescheinigen unseren Feuerverzinkereien, dass alle personellen und fertigungstechnischen Vorschriften über den speziellen Prozess Feuerverzinken gemäß DIN EN 1090-2 durchgeführt werden und dass die Anforderungen an die werkseigene Produktionskontrolle gemäß DIN EN 1090-1 erfüllt sind. [9]



a Die Grundlage einer jeden Stahlbaukonstruktion bildet der Nachweis der Tragfähigkeit (Statik)



b Entsprechend der Ausführungsklasse des Stahltragwerks (EXC 1 bis 4) ausgearbeitete Pläne und Stücklisten sind die Basis zur Erfüllung der Anforderungen aus der DIN EN 1090-2.

[9] N.N. (2017) IFO-Zertifizierte Unternehmen – Zertifikate weltweit, unter: <http://www.ifo-gmbh.de/nl/zertifikate/> (abgerufen am 10.04.2019).

Eigenverantwortlich handeln

Mit den nun seit mehreren Jahren getroffenen Festlegungen in der Bauproduktenverordnung, im Bauproduktengesetz sowie in der DIN EN 1090-2 sind diese für alle Beteiligten zwingendes Recht in Deutschland. ^{[10][11][12]}

Sie anzuwenden und eigenverantwortlich zu entscheiden, ob die von Ihnen hergestellten Produkte in den Anwendungsbereich der EN 1090-2 fallen, liegt bis heute in der alleinigen Verantwortung der Hersteller. ^[13]

Bei uns sind Sie richtig

Ihr WIEGEL-Feuerverzinker erfüllt bereits seit Jahren alle Qualitätsanforderungen und unterstützt Sie gerne dabei, ohne großen Mehraufwand für Sie, den Anforderungen der europäischen Norm DIN EN 1090 gerecht zu werden.

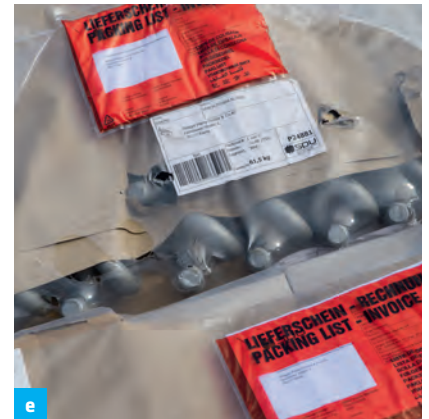
Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



c Im Rahmen der werkseigenen Produktionskontrolle des Stahlbauers ist mehr als an nur einen qualifizierten Schweißprozess zu denken.



d e Eine CE-Kennzeichnung kann und muss durch den Hersteller – nicht durch den Feuerverzinker – am Bauteil selbst oder auf den Begleitpapieren z.B. als Anlage zum Lieferschein erfolgen.

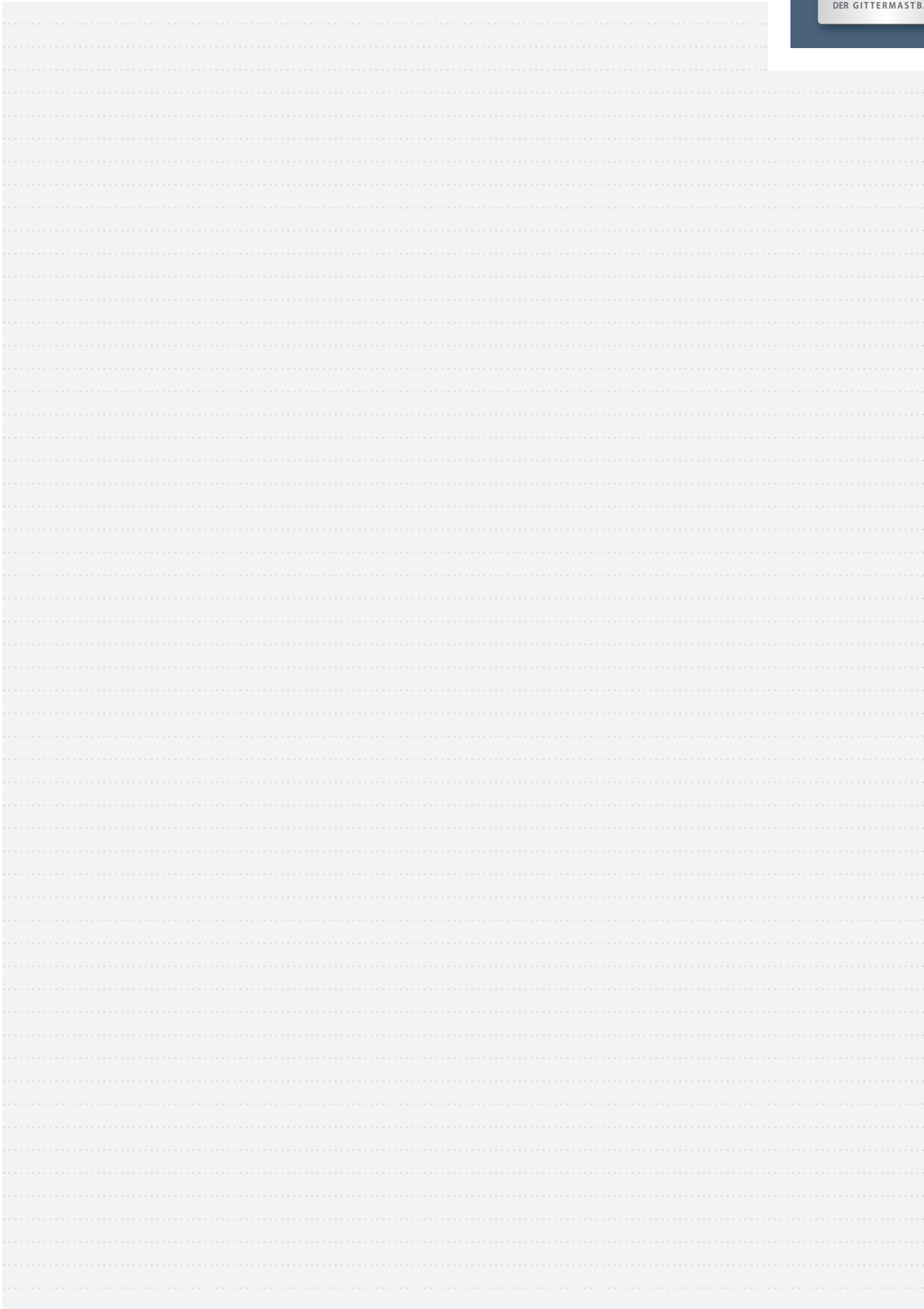


[10] DIN EN 1090-2 (Norm-Entwurf) Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 2: Technische Regeln für die Ausführung von Stahltragwerken; Deutsche und Englische Fassung prEN 1090-2:2017.

[11] DIN CEN/TR 17052:2017-07; DIN SPEC 18118:2017-07 Leitfaden für die Umsetzung von EN 1090-1:2009+A1:2011, Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken – Teil 1: Konformitätsnachweisverfahren für tragende Bauteile; Deutsche Fassung CEN/TR 17052:2017.

[12] N.N. (2017) Mitteilung der Kommission im Rahmen der Durchführung der Verordnung (EU) Nr. 305/2011 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Festlegung harmonisierter Bedingungen für die Vermarktung von Bauprodukten und zur Aufhebung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates, Amtsblatt der europäischen Union.

[13] Kathage, K. (2017) Aktuelles zu EN 1090-1 in DIBt-Newsletter 2/2017, Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin.

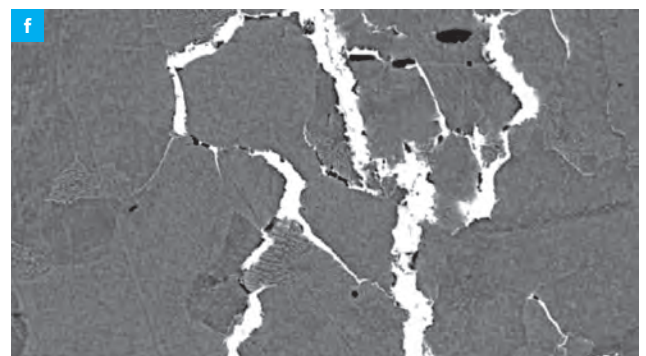
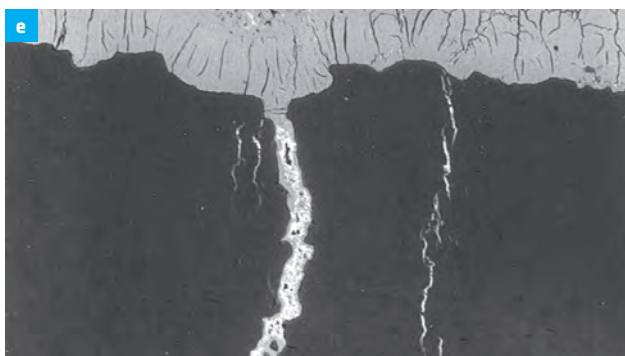


Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!

6.4 DASt-Richtlinie 022: Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen in Deutschland

Es wäre alles so schön, wenn es „LMAC“ nicht gäbe ...

LMAC (liquid metal assisted cracking) bzw. LME (liquid metal embrittlement) sind die englischen Abkürzungen für das Phänomen der flüssigmetallinduzierten Spannungsrisskorrosion bzw. flüssigmetallinduzierten Versprödung. Dieses Phänomen tritt gelegentlich beim Feuerverzinken auf, wenn ungünstige Parameter durch Werkstoff, Konstruktion und Fertigung vorliegen und zeigt sich in den folgenden „Schadensbildern“:



a b Sichtbare Risse an Stahlträgern mit hohen Stegen und kaltgeformten Vierkant-Hohlprofilen

c d Sichtbare Risse an angeschweißten Stegplatten

e f Die Rissinitiiierung bei LMAC erfolgt durch die Diffusion von niedrigschmelzenden Legierungselementen entlang der Korngrenzen des Werkstoffgefüges. Hierdurch werden die Bindungskräfte herabgesetzt und es entsteht ein Riss. Die fein verästelten Risse sind in der Regel mit Legierungselementen gefüllt.

Die Einflussgrößen bei LME / LMAC sind vielfältig, lassen sich jedoch in die drei Hauptbereiche Werkstoff, Konstruktion und Fertigung und Zinkschmelze zusammenfassen:

Werkstoff

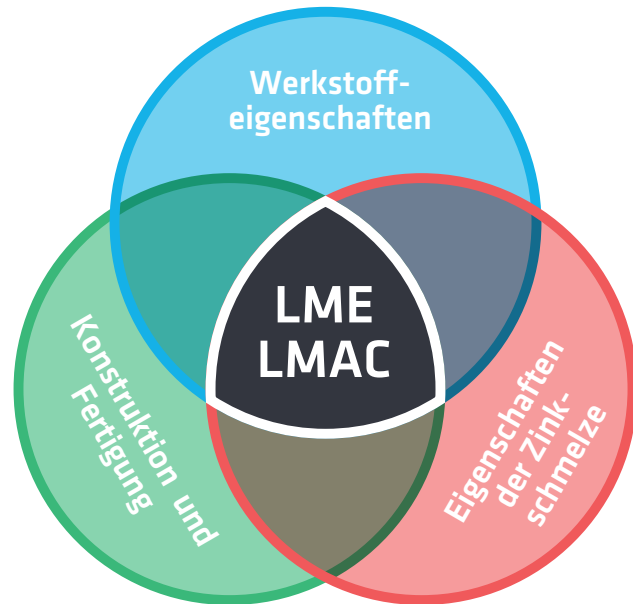
- ▶ Chemische Zusammensetzung
- ▶ Stahlgefüge
- ▶ Härte
- ▶ Eigenspannungen

Konstruktion und Fertigung

- ▶ Bauteilhöhe und -dicke
- ▶ Konstruktionsdetails
- ▶ Kaltumformung
- ▶ Schweißspannungen
- ▶ Blechdickenverhältnis
- ▶ Eintauchgeschw. / Temperaturgradient

Zinkschmelze

- ▶ Chemische Zusammensetzung
- ▶ Temperatur
- ▶ Wärmeübergangskoeffizient



Genau hier setzt die DAST-Richtlinie 022 an. Sie legt für den bauaufsichtlich geregelten Bereich zusätzliche über die DIN EN ISO 1461 hinausgehende Anforderungen an die Vorbehandlung, das Feuerverzinkungsverfahren sowie an die Prüfung und Abnahme fest, um Rissbildung beim Feuerverzinken zu vermeiden. ^[14]

Die Anwendung der DAST-Richtlinie 022 richtet sich nicht nach der Größe der Bauteile. Sie ist grundsätzlich für alle tragenden, zum Feuerverzinken vorgesehenen Konstruktionen anzuwenden, die im bauaufsichtlich geregelten Bereich entsprechend Bauregelliste zum Einsatz kommen. Dies reicht von großen Stahlkonstruktionen wie z.B. eine Hallenkonstruktion über typische Schlosserarbeiten wie Treppen, Balkone, Geländer, Unterstände oder Carports bis zu kleinen Metallbauartikeln wie

Absturzicherungen. Oder anders gesagt: Betroffen sind Konstruktionen aus den Stahlsorten gemäß DIN EN 10025, Teil 1-4, sowie vergleichbare Stähle nach DIN EN 10210 und DIN EN 10219: S235, S275, S355 S420, S450, S460 und S500.

Geregelte Bauprodukte entsprechen den in der Bauregelliste A oder B vom Deutschen Institut für Bautechnik (DIBT) bekannt gemachten technischen Regeln oder weichen von ihnen wesentlich ab. Die Bauregellisten A und B gelten für Bauprodukte im Zuständigkeitsbereich der Landesbauordnungen. ^[15] Kurzum die DAST-Richtlinie 022 gilt für das Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen, welche entsprechend der DIN EN 1993 und DIN EN 1090 bemessen und gefertigt sind und in Deutschland verbaut werden. Sie ist vom Planer, Hersteller und Feuerverzinker zu beachten und einzuhalten. ^[16]

[14] DIN EN ISO 1461 Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) – Anforderungen und Prüfungen (ISO 1461:2009); Deutsche Fassung EN ISO 1461:2009.

[15] Bauregelliste A, B und C unter: https://www.dibt.de/de/geschaeftsfelder/data/BRL_2015_2.pdf (abgerufen am 04.04.2019), Deutsches Institut für Bautechnik, Berlin.

[16] DAST-Richtlinie 022 (2016) Feuerverzinken von tragenden Stahlbauteilen, Deutscher Ausschuss für Stahlbau (DAST), Düsseldorf.

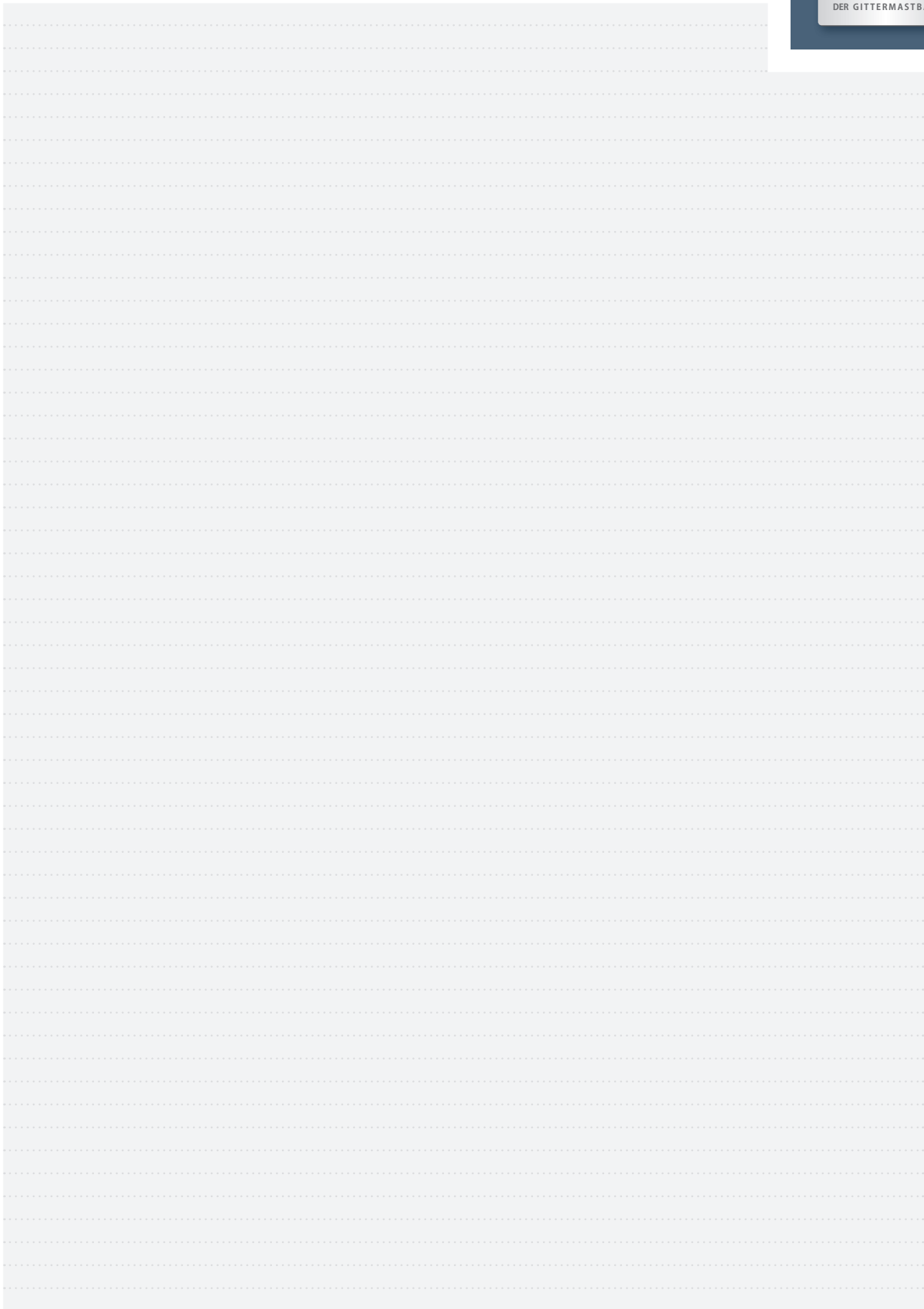
Auf das richtige Werkzeug kommt es an!

Die **DASt-Richtlinie 022** für das Feuerverzinken von tragenden Stahlkonstruktionen muss Ihnen keine Kopfschmerzen bereiten. Mit einer Reihe von Hilfsmitteln, die wir für unsere Kunden entwickelt haben, erleichtern wir Ihnen die konkrete Umsetzung in der Praxis.



a Ihr vielfältiger Werkzeugkasten zur praktischen Umsetzung der DASt-Richtlinie 022, bestehend aus der DASt-022-App, der DASt-Richtlinie 022 – Stand Juni 2016 selbst, einer zusätzlichen Broschüre mit Erläuterungen des Herausgebers Deutscher Ausschuss für Stahlbau zur neuen DASt-Richtlinie 022, ein ausklappbares Einstufungstableau sowie der DASt-Schieber! Die beiden letztgenannten Werkzeuge ermöglichen Ihnen die schnelle Einordnung von Konstruktionen in die drei Vertrauenszonen anhand schematisch dargestellter Konstruktionsdetails in Abhängigkeit von unterschiedlichen Stahlsorten sowie spezieller konstruktiver Merkmale und Abmessungen.

Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co. KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!



Herausgeber: © 2020 WIEGEL Verwaltung GmbH & Co KG. Verwendung auch in Auszügen nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet!