

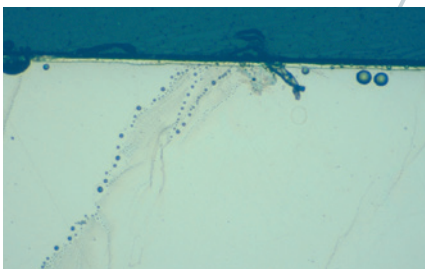
Metallografische Präparation von Zinkschichten

Application Notes

Die Beschichtung von Stahl und Eisen mit Zink, zu der verschiedene Verfahren verwendet werden, wird allgemein als "Verzinken" bezeichnet. Metallisches Zink wird als Korrosionsschutz für Gußeisen, unlegierte und niedrig legierte Stähle verwendet. Die Stahloberfläche wird durch das Zink, oder die Zinklegierung, kathodisch geschützt. Bei Teilen die Luft oder Wasser ausgesetzt sind, bildet das Zink der Schicht ein Zinkkarbonat, welches zusätzlich gegen Korrosion schützt. Die beschichteten Teile werden hauptsächlich im Fahrzeugbau, für Haushaltsgeräte, Elektrogeräte und in der Bauindustrie eingesetzt. Um den Korrosionsschutz oder den dekorativen Aspekt von verzinktem Stahl zu steigern, können noch organische Beschichtungen wie Folien oder Lacke auf die Zinkschicht aufgebracht werden.

Obwohl die Qualitätskontrolle von verzinktem Stahl in der laufenden Produktion mit physikalischen Mitteln durchgeführt wird, bleibt die Metallografie ein wichtiges Verfahren um verschiedene Informationen zu erlangen die mit anderen Methoden nicht zu ermitteln sind. Um Erkenntnisse über das Verhalten von Produkten beim Umformen, Schweißen und der Oberflächenbehandlung zu gewinnen, um Produktforschungs- und Entwicklung zu betreiben und Schadensanalysen

Schwierigkeiten während der metallografischen Präparation



Einbetten: Schrumpfspalte zwischen Probe und Einbettharz verursachen Wasser- und Alkoholflecken, Kantenabrundung und Ansammlung von Schleifabrieb. 200 x

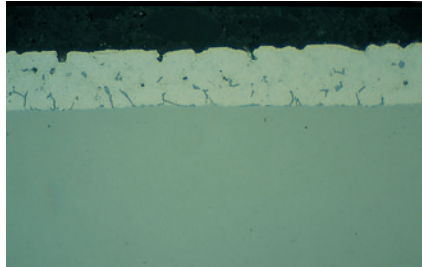


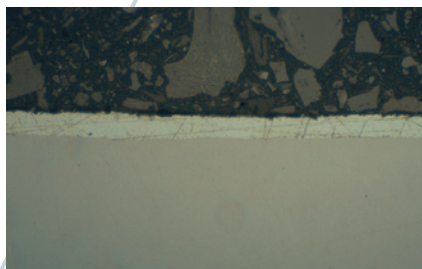
Abb. 1: Galvalume, geätzt mit 1% Nital, 500 x



Abb. 2: Bunte Gebäudefassade aus verzinktem und lackierten Stahlblech

zu erstellen, sind werkstofftechnische Detailinformationen nötig, die nur mit Hilfe der metallografischen Auswertung von Mikrogefügen gewonnen werden können.

Praktische Beispiele: Wenn eine Zinkschicht zu dick ist können Probleme während des Schweißens auftreten. Während des Umformens können Scheuerstellen an der Schicht entstehen, durch die eine nachfolgende Lackierung ungleichmäßig wird, und



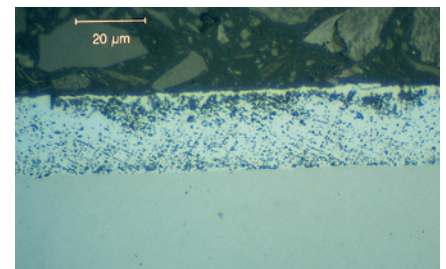
Geringe Härte der Schichten: Kratzer vom Schleifen und Polieren. 500 x



Oberfläche einer Feuerverzinkung, REM

dadurch der Korrosionsschutz insgesamt vermindert werden kann. Deshalb trägt die Metallografie einen erheblichen Teil zur Produktverbesserung und zur Weiterentwicklung von Beschichtungsprozessen bei.

Die Metallografie verzinkter Produkte beinhaltet Schichtdickenmessung, Gefügebeurteilung der Schichten und des Grundmetalls, Prüfung der Haftfähigkeit und Schadensanalysen. Abhängig von der Verzinkungsmethode variieren Härte und Dicke der Zinkschichten, was ein unterschiedliches Verhalten während der metallografischen Präparation verursacht. Zusätzlich reagieren manche Zinkschichten mit Wasser, was die Präparation besonders schwierig macht.

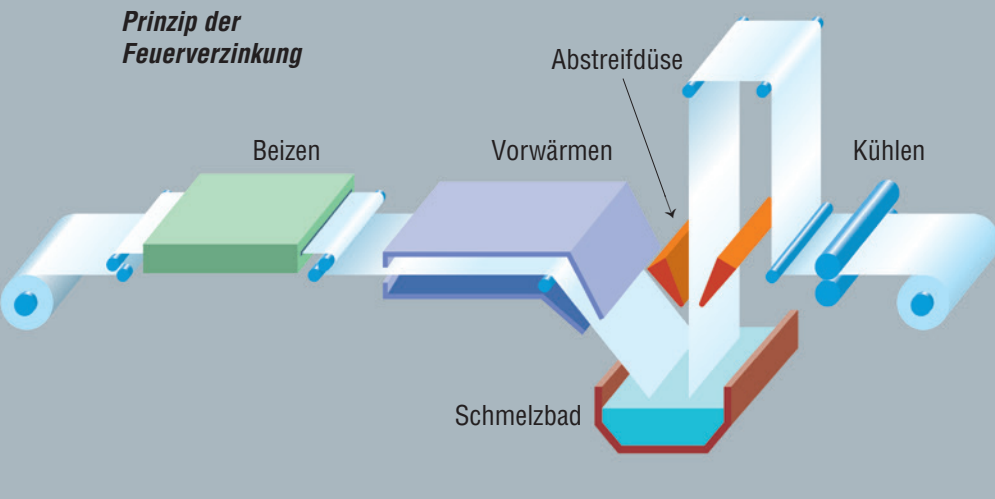


Reaktion mit Wasser: Verfärbung und Ätzer von Zink. 1000 x

Lösung: Richtiges Einbetten, Schleifen mit Diamant auf Feinschleifscheiben, Verwenden von wasserfreien Diamantsuspensionen und Schmiermitteln zum Polieren, sorgfältiges Reinigen.

Herstellung und Verwendungen von Zinkschichten

Prinzip der Feuerverzinkung



Feuerverzinken

Das Stahlblech läuft kontinuierlich durch eine Band-Verzinkungsanlage mit einem Schmelzbad aus Zink, in welcher Reinigung, Temperatur, Schichtdicke usw. automatisch kontrolliert werden. Der Zinkgehalt der Schicht beträgt mehr als 90% und normalerweise liegt die Schichtdicke zwischen 7-15 µm, kann aber je nach Spezifikation variieren. Verwendung: hauptsächlich für Fahrzeugbau, Baukonstruktionsteile und Haushaltsgeräte, wie z.B. Waschmaschinen.

Galvaneal

Nach dem Feuerverzinken kann das Blech wärmebehandelt werden, wobei die Zinkschicht in eine Zink-Eisen-Schicht mit ca. 10% Eisen umgewandelt wird. Diese Schicht hat eine höhere

Festigkeit, Verschleiß-festigkeit und Schweißbarkeit als die einfache, feuerverzinkte Schicht. Auf ihrer rauen Oberfläche haften Lacke besonders gut was einen zusätzlichen Korrosionsschutz durch das Lackieren ergibt. Verwendung: hauptsächlich für gepreßte Fahrzeugteile die mit organischen Schichten versehen werden, äußere und innere Karosserieteile.

Galvalume™¹⁾

Galvalume™ ist eine feuerverzinkte Schicht aus einem Bad mit 55% Aluminium, 43,4% Zink und 1,6% Silizium. Diese Schicht hat sehr gute Eigenschaften gegen Wärmeoxidation. Verwendung: Bauindustrie, hauptsächlich Fassadenbau, auch Fahrzeugteile.

Galfan™²⁾

Das ist eine Feuerverzinkung in einem Bad mit 5% Aluminium und Spuren von seltenen Erden. Die Galfan Schicht hat ein feines, eutektisches Gefüge (siehe

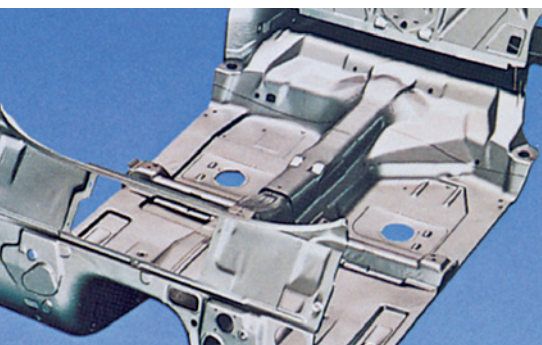


Abb. 3: Gepresstes PKW-Bodenblech

^{1) 2)} Galvalume™ und Galfan™ sind geschützte Verzinkungsmethoden. Galvalume™ ist eingetragenes Warenzeichen von Dofasco Inc., Kanada, und von BIEC INC., in den USA. Galfan™ ist ein eingetragenes Warenzeichen der International Lead and Zinc Research Organization in den USA.



Abb. 4: Fassade aus Galvalume mit organischer Beschichtung



Abb. 10), welches sich gut zum Biegen, Tiefziehen und Schweißen eignet, und einen ausgezeichneten Korrosionswiderstand nach dem Lackieren aufweist. Verwendung: Bauindustrie, Automobil- und Haushaltsgrätebau

Elektroverzinkung

Diese Zinkschicht wird elektrolytisch auf das Stahlblech abgeschieden, und ergibt eine sehr dünne, gleichmäßige Schicht aus reinem Zink. Die Schichtdicke liegt bei 2-6 µm und eignet sich besonders gut für nachfolgendes Lackieren. Sie wird typischerweise für Autokarosserien verwendet.

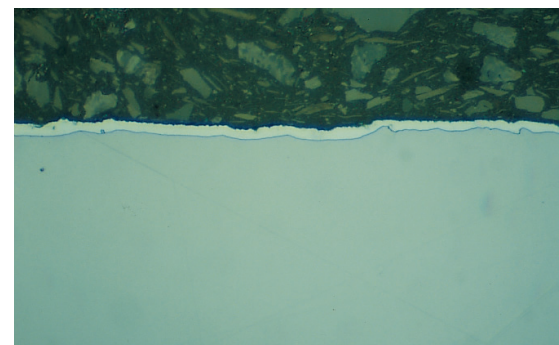


Abb. 5: Elektroverzinkung, bis 1 µm poliert und mit reinem Alkohol gereinigt/poliert, 1000 x

Schwierigkeiten bei der Präparation von Zinkschichten

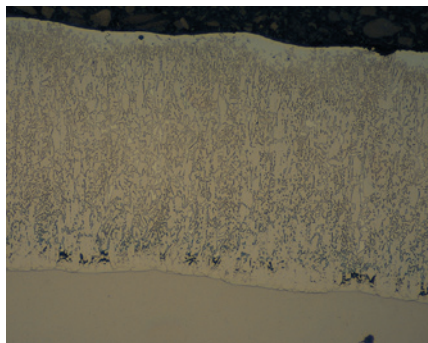


Abb. 6: Tauchverzinkung, geätzt mit 0.5% Nital, γ Phase an der Grenze zum Grundwerkstoff und große δ Stengelkristalle in einer Zinkmatrix, 200 x.

Die Schichtdicke von kontinuierlich feuerverzinkten Schichten wird normalerweise mit Gewicht angegeben, g/m^2 oder oz/ft^2 und kann zwischen $6 \mu\text{m}$ und $20 \mu\text{m}$ oder mehr liegen, je nach Verwendung des Endprodukts.

Für das Feuerverzinken von Fertigteilen, wie z.B. Bauteilen aus Gußeisen, wird das Teil in das Zinkschmelzbad eingetaucht. Diese Schichten sind sehr viel dicker als die Schichten der Bandverzinkung (Abb. 6).

Die Hauptursachen für Probleme bei der Präparation von Zinkschichten für die mikroskopische Untersuchung sind folgende:

1. Spaltbildung zwischen Einbettmittel und den verzinkten Stahlblechen. Diese Schrumpfspalte erschweren das Reinigen der Proben besonders bei Blechpaketen in Schlifffklammern.

Das Einbetten von verzinkten Blechen stellt ein Hauptproblem dar da garantiert sein muß, daß das Einbettmittel gut an der Probe anliegt damit keine Spaltbildung auftritt. Wenn Zinkschichten für die Qualitätskontrolle präpariert werden, entsteht ein Konflikt zwischen verfügbarer Zeit und anfallender Probenmenge, welcher oft zu einem Kompromiss beim Einbetten führt. Das Resultat sind meistens Einbettungen die einen Spalt neben der Zinkschicht ergeben, welcher das Reinigen erschwert und eine optimale Kantenschärfe verhindert. Ein aus dem Spalt austretendes Wasser-Alkoholgemisch verursacht Flecken und erschwert die Schichtdickenmessung und Gefügeinterpretation.

2. Wegen der geringen Härte von Zink und seiner Empfindlichkeit gegenüber Wasser, neigen die Schichten zu Kratzerbildung, verfärben sich oder werden sogar angeätzt.

Je reiner die Zinkschicht ist, um so weicher wird sie und um so empfindlicher reagiert sie auf Wasser. Einfach feuerverzinkte und elektrolytisch aufgebraute Zinkschichten sind weich und neigen zu mechanischer Verformung. Sie können nicht mit Wasser gereinigt werden (Abb. 7 und 8). Zum Reinigen müssen Ethanol oder Isopropanol verwendet werden. Durch den Zusatz von Aluminium, respektive durch die Wärmebehandlung, sind Galfan™, Galvalume™ und Galvaneal härter als feuerverzinkte und elektrolytische Zinkschichten, und verursachen normalerweise weniger Probleme während des Polierens und reagieren weniger heftig mit Wasser.

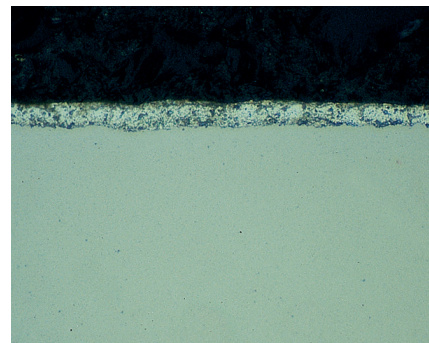


Abb. 7: Zinkschicht mit Wasser gereinigt, 500 x

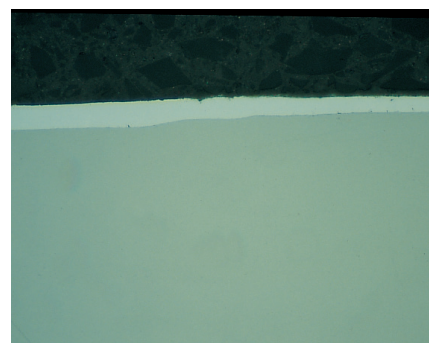


Abb. 8: Zinkschicht mit Alkohol gereinigt, 500 x

Empfehlungen für die Präparation von Zinkschichten

Trennen

Verzinktes Stahlblech zu trennen ist nicht schwierig und kann mit einer normalen Aluminiumoxid Trennscheibe mit geeigneter Härte durchgeführt werden. Manchmal werden Bleche mit der Blechschere oder einem Seitenschneider getrennt. Das kann für sehr dünne Bleche ausreichend sein, aber Bleche können sich verbiegen und die Schicht kann reißen, besonders wenn sie etwas dicker ist. Dadurch ergibt sich wiederum eine längere Schleifzeit bis das beschädigte Material abgetragen ist. Das Naßtrennschleifen ist daher in solchen Fällen eine wirtschaftlichere Alternative.

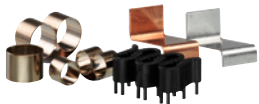




Einbetten

Die oben erwähnten Probleme der Spaltbildung zwischen Einbettmittel und beschichteter Probe können durch Säubern der Probe mit Azeton, und Verwendung eines geeigneten Einbettmittels, vermieden werden. Langsam aushärtendes Epoxidharz hat eine zu vernachlässigende Schrumpfung und liegt gut an der Probe an. Warmeinbetten mit kohlefaserverstärktem Bakelit (PolyFast) ist sehr zu empfehlen, da es keinen Spalt zwischen Resin und Schicht ergibt und die richtige Härte hat um die Proben flach zu halten.

Für beide Anwendungen werden einzelne Blechproben mit einem Kunststoffclip aufrecht gehalten. Da diese Clips nur einige Bleche halten können sind diese beiden Methoden für Qualitätslabors mit hohem Durchsatz nicht geeignet. In diesen Labors sind Schliffklammern die am meisten angewandte Methode: die getrennten Bleche werden gebündelt und mit Stahlklammern zusammengehalten.



Diese Methode ermöglicht es große Mengen von Blechen gleichzeitig zu bearbeiten, sie verhindert aber nicht das Problem der Spaltbildung zwischen den Blechen. Die Schliffklammern sind wegen ihrer Schrauben und Stahlteile schwierig zu reinigen und zu trocknen, und Gefügeinterpretation und Schichtdickenmessung werden durch ständig aus dem Spalt austretenden Alkohol erschwert. Wenn man die Bleche mit Schnellkleber zuerst zusammenklebt, und dann die daraus resultierenden Schliffpakete mit PolyFast warmeinbettet, wird die Spaltbildung verhindert. Dieses Verfahren bietet die Vorteile einer gut eingebetteten, sauberen Probe (siehe Abb. 9).

Präparationsmethode

Schleifen

Stufe		PG	FG 1
	Unterlage	SiC-Papier, #320	MD-Largo
	Abrasiv	Typ Grösse	Diamond 9 µm
	Schmiermittel	Wasser	
	UpM	300	150
	Kraft [N]	30 pro Probe	30 pro Probe
	Zeit	Bis plan	4 Min.

Polieren

Stufe		DP 1	DP 2	OP
	Unterlage	MD-Dac	MD-Dur	OP-Chem
	Abrasiv	Typ Grösse	Diamond 3 µm	Diamond 1 µm
	Schmiermittel	DP-Gelb	DP-Gelb	Ethanol*
	UpM	150	150	150
	Kraft [N]	25 pro Probe	20 pro Probe	15 pro Probe
	Zeit	4-6 Min.	4-6 Min.	15-20 Sec.

Bemerkung

*Ethanol vergällt mit Isopropylalkohol

Verzinkte Stahlbleche werden herkömmlicherweise auf Siliziumkarbidpapier mit verschiedenen Körnungen geschliffen und anschließen mit zwei oder drei Stufen diamantpoliert. Die Vorbereitung kann verkürzt werden, indem man das Feinschleifen mit Siliziumkarbidpapier durch eine spezielle Feinschleifscheibe (MD-Largo) ersetzt auf die Diamantspray oder Suspension gegeben wird. MD-Largo gibt auch eine sehr gute Randschärfe, was besonders wichtig ist wenn die Schichten bei 1000facher Vergrößerung angesehen werden. Für das nachfolgende Polieren sind zwei Diamantpolierstufen mit 3 µm und 1 µm ausreichend. Mit dieser Methode wird die Anzahl der Präparationschritte von sechs auf vier verringert.

Obwohl die unterschiedlichen Zinkschichten in ihrer Härte variieren, ist es möglich sie alle in einem Halter automatisch zu polieren. Wenn Schleif- und Poliermaschinen ohne automatische Dosiereinrichtung benutzt werden, ergibt die Benutzung von Diamantspray ausgezeichnete Ergebnisse, da der Spray kein Wasser enthält. Für automatische Dosiereinrichtungen müssen wasserfreie Diamantsuspensionen und Schmiermittel benutzt werden um die Verfärbung der Schichten zu vermeiden. Poliertücher aus Seide halten die Schichten flach, aber nicht ganz kratzerfrei.



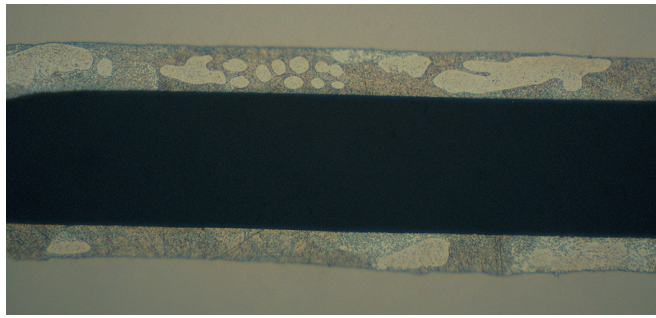


Abb. 9:
Galfan Schicht, geätzt mit
0,5% Nital. Primäres,
dendritisches Gefüge,
500 x

Das Polieren mit weichen Nap-Tüchern soll wenn möglich vermieden werden, da sie etwas Relief verursachen können.

Die Verwendung von automatischen Schleif- und Poliergeräten mit Dosiereinrichtungen wie das RotoSystem bieten den Vorteil, daß immer zuverlässig, sehr gute und reproduzierbare Ergebnisse erzielt werden.

Die Präparationsmethode auf der vorhergehenden Seite, für eingebettete, 30 mm Einzelproben oder für mehrere Proben in einem Probenhalter, wurde erfolgreich für feuerverzinkte und elektroverzinkte Stahlbleche verwendet.

Reinigen

Da Zink mit Wasser reagiert ist die Reinigung schwierig. Beim Schleifen ist dieses Problem vernachlässigbar, aber zwischen den Diamantpolierstufen wird das Reinigen mit reinem Alkohol (Ethanol vergällt mit Isopropylalkohol) und Trocknen mit sauberer Druckluft empfohlen.

Beim Endreinigen werden mit einer kurzen Politur mit reinem Alkohol und anschließendem Abspülen und Trocknen die besten Ergebnisse erzielt. Wird ein automatisches Dosiersystem benutzt kann es so programmiert werden, daß nach den letzten Poliersekunden eine größere Menge wasserfreies Schmiermittel auf das Tuch gegeben wird. Das erleichtert die anschließende Reinigung.

Ätzen und

Gefügeinterpretation

Die gebräuchlichste Ätzung für Zinkschichten ist eine 0,5-2%ige alkoholische Salpetersäure. Die Ätzzeiten sind sehr kurz (Sekunden!) und Überätzen kann sehr schnell auftreten, da alle Schichten unterschiedlich reagieren.

Abb. 9 zeigt eine Galfan Schicht, geätzt mit 0,5% Nital. Sie zeigt ein primäres, dendritisches Gefüge.

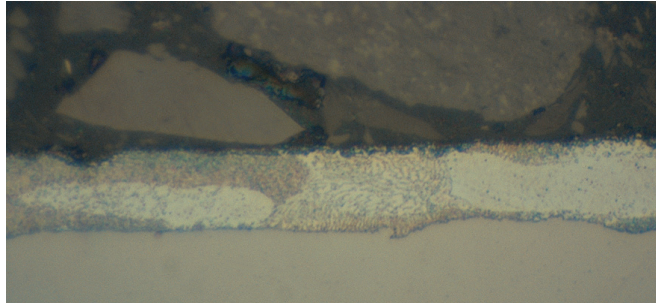


Abb.10: Gleiche Schicht wie in Abb. 9, die höhere Vergrößerung zeigt lamellares eutektisches Gefüge, 1000 x

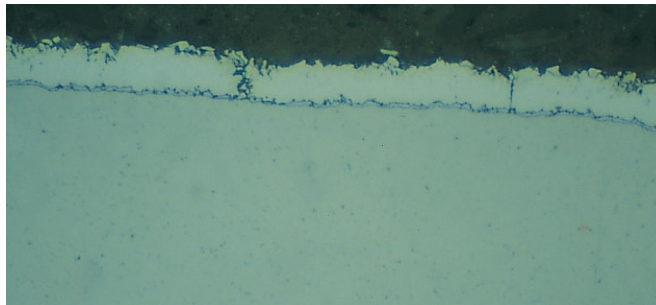


Abb. 11: Galvaneal Schicht, geätzt mit 1% Nital, 1000 x

Abb.10, gleiche Galfan Schicht wie in Abb. 9, zeigt einen zinkreichen α Mischkristall und ein lamellares, eutektisches Gefüge aus α und der aluminiumreichen Fase β .

Abb.11 zeigt eine Galvaneal Schicht, geätzt mit 1% Nital. Eine dünne, eisenreiche Diffusionsschicht, γ , liegt zwischen Stahlgrundwerkstoff und der Zinkschicht. Die Schicht hat ein Zink-Eisen Gefüge mit unterschiedlichen Konzentrationen, abhängig vom Grundwerkstoff. Dieses Gefüge kann zum Teil mit einer Ätzlösung die unter anderem Pikrinsäure und Salpetersäure enthält, entwickelt werden. (Detaillierte Angaben für diese Ätzung sind im Struers e-Metalog zu finden.)

Zusammenfassung

Um die Präparation von Zinkschichten leichter und reproduzierbarer zu machen, und die Ergebnisse für die Gefügeinterpretation zu verbessern, werden folgende Empfehlungen zum automatischen Schleifen und Polieren gegeben:

- Trotz unterschiedlicher Härte können alle Arten von Zinkschichten mit der gleichen Methode präpariert werden.

- Die Hauptvoraussetzung für eine erfolgreiche Politur ist eine gute Einbettung ohne Schrumpfspalt zwischen Einbettmittel und Probe.

- Schleifen mit Diamant auf Feinschleifscheiben ergibt hervorragende Planheit.

- Wasserfreie Diamantsuspensionen und Schmiermittel verhindern die Verfärbung der Zinkschichten.

- Poliertücher aus Seide verhindern Kantenabrundung der Schichten während des Polierens.

- Alle Reinigungsschritte während des Polierens müssen mit reinem Alkohol durchgeführt werden.

Die vorgeschlagene Methode kann als Grundlage für eine fein abgestimmte Schleif- und Poliermethode benutzt werden, die sich nach den in jedem einzelnen Labor vorliegenden, spezifischen Schichten richtet.

Application Notes

Metallografische Präparation von
Zinkschichten

Elisabeth Weidmann,
Struers A/S, Kopenhagen

Danksagung:

Wir bedanken uns bei DOFASCO Inc.,
und STELCO Inc., Hamilton, Kanada,
Fa. Julius Blum GmbH, Höchst,
Österreich, Rautaruukki Steel,
Hämeenlinna, Finnland, für das groß-
zügig zur Verfügung gestellte Proben-
material und die damit verbundenen
Informationen, und bei der Voestalpine
Stahl GmbH, Linz, Austria, und der
Zinkberatung Ingenieurdienste GmbH,
Düsseldorf, Deutschland, für die generelle
Information über Zinkschichten.

Wir danken dem Stahl-Informations-
Zentrum, Düsseldorf, Deutschland, für die
Erlaubnis der Wiedergabe der folgenden
Abbildungen: Waschmaschine und Abb. 4
aus Charakteristische Merkmale 095 und
Abb. 3 aus Dokumentation 535.

Wir danken Rautaruukki Steel,
Hämeenlinna, Finnland, für die
Erlaubnis der Wiedergabe der folgenden
Abbildungen: Abb. 2 und Mährescher,
und die REM Aufnahmen auf der ersten
und letzten Seite.

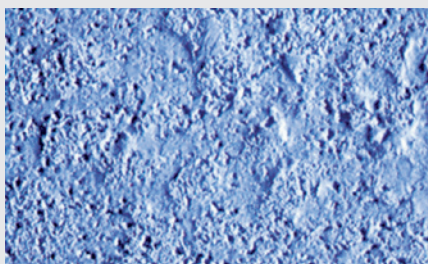
Bibliografie:

Charakteristische Merkmale 092
„Schmelztauchveredeltes Band und
Blech“, 1998

Charakteristische Merkmale 095
„Elektrolytisch verzinktes Band
und Blech“

Dokumentation 535 „Weiterverarbeitung
von verzinktem und beschichtetem
Stahlblech“, 1997

Alle: Stahl-Informations-Zentrum,
Düsseldorf, Deutschland



Oberfläche einer
Galvaneal Schicht, REM

Struers ApS

Pederstrupvej 84
DK-2750 Ballerup, Denmark
Phone +45 44 600 800
Fax +45 44 600 801
struers@struers.dk
www.struers.com

AUSTRALIA & NEW ZEALAND

Struers Australia
27 Mayneview Street
Milton QLD 4064
Australia
Phone +61 7 3512 9600
Fax +61 7 3369 8200
info.au@struers.dk

BELGIUM (Wallonie)

Struers S.A.S.
370, rue du Marché Rollay
F- 94507 Champigny
sur Marne Cedex
Téléphone +33 1 5509 1430
Télécopie +33 1 5509 1449
struers@struers.fr

BELGIUM (Flanders)

Struers GmbH Nederland
Zomerdijk 34 A
3143 CT Maassluis
Telefoon +31 (10) 599 7209
Fax +31 (10) 5997201
netherlands@struers.de

CANADA

Struers Ltd.
7275 West Credit Avenue
Mississauga, Ontario L5N 5M9
Phone +1 905-814-8855
Fax +1 905-814-1440
info@struers.com

CHINA

Struers Ltd.
No. 1696 Zhang Heng Road
Zhang Jiang Hi-Tech Park
Shanghai 201203, P.R. China
Phone +86 (21) 6035 3900
Fax +86 (21) 6035 3999
struers@struers.cn

CZECH REPUBLIC & SLOVAKIA

Struers GmbH Organizační složka
vědeckotechnický park
Přílepská 1920,
CZ-252 63 Roztoky u Prahy
Phone +420 233 312 625
Fax +420 233 312 640
czechrepublic@struers.de
slovakia@struers.de

GERMANY

Struers GmbH
Carl-Friedrich-Benz-Straße 5
D- 47877 Willich
Telefon +49 (0) 2154 486-0
Fax +49 (0) 2154 486-222
verkauf@struers.de

FRANCE

Struers S.A.S.
370, rue du Marché Rollay
F-94507 Champigny
sur Marne Cedex
Téléphone +33 1 5509 1430
Télécopie +33 1 5509 1449
struers@struers.fr

HUNGARY

Struers GmbH
Magyarországi Fióktelepe
2040 Budaörs
Szabadság utca 117
Phone +36 2380 6090
Fax +36 2380 6091
Email: hungary@struers.de

IRELAND

Struers Ltd.
Unit 11 Evolution @ AMP
Whittle Way, Catcliffe
Rotherham S60 5BL
Tel. +44 0845 604 6664
Tel. +44 0845 604 6651
info@struers.co.uk

ITALY

Struers Italia
Via Monte Grappa 80/4
20020 Arese (MI)
Tel. +39-02/38236281
Fax +39-02/38236274
struers.it@struers.it

JAPAN

Marumoto Struers K.K.
Takanawa Muse Bldg. 1F
3-14-13 Higashi-Gotanda,
Shinagawa
Tokyo
141-0022 Japan
Phone +81 3 5488 6207
Fax +81 3 5488 6237
struers@struers.co.jp

NETHERLANDS

Struers GmbH Nederland
Zomerdijk 34 A
3143 CT Maassluis
Telefoon +31 (10) 599 7209
Fax +31 (10) 5997201
netherlands@struers.de

NORWAY

Struers ApS, Norge
Sjøskegøveien 44C
1407 Vinterbro
Telefon +47 970 94 285
info@struers.no

AUSTRIA

Struers GmbH
Zweigniederlassung Österreich
Betriebsgebiet Puch Nord 8
5412 Puch
Telefon +43 6245 70567
Fax +43 6245 70567-78
austria@struers.de

POLAND

Struers Sp. z o.o.
Oddział w Polsce
ul. Jasnogórska 44
31-358 Kraków
Phone +48 12 661 20 60
Fax +48 12 626 01 46
poland@struers.de

ROMANIA

**Struers GmbH, Sucursala
Bucuresti**
Str. Preciziei nr. 6R
062203 sector 6, Bucuresti
Phone +40 (31) 101 9548
Fax +40 (31) 101 9549
romania@struers.de

SWITZERLAND

Struers GmbH
Zweigniederlassung Schweiz
Weissenbrunnstraße 41
CH-8903 Birmsdorf
Telefon +41 44 777 63 07
Fax +41 44 777 63 09
switzerland@struers.de

SINGAPORE

Struers Singapore
627A Aljunied Road,
#07-08 BizTech Centre
Singapore 389842
Phone +65 6299 2268
Fax +65 6299 2661
struers.sg@struers.dk

SPAIN

Struers España
Camino Cerro de los Gamos 1
Building 1 - Pozuelo de Alarcón
CP 28224 Madrid
Teléfono +34 917 901 204
Fax +34 917 901 112
struers.es@struers.es

FINLAND

Struers ApS, Suomi
Hietalahdenranta 13
00180 Helsinki
Puhelin +358 (0)207 919 430
Faksi +358 (0)207 919 431
finland@struers.fi

SWEDEN

Struers Sverige
Box 20038
161 02 Bromma
Telefon +46 (0)8 447 53 90
Telefax +46 (0)8 447 53 99
info@struers.se

UNITED KINGDOM

Struers Ltd.
Unit 11 Evolution @ AMP
Whittle Way, Catcliffe
Rotherham S60 5BL
Tel. +44 0845 604 6664
Fax +44 0845 604 6651
info@struers.co.uk

USA

Struers Inc.
24766 Detroit Road
Westlake, OH 44145-1598
Phone +1 440 871 0071
Fax +1 440 871 8188
info@struers.com