

Sonderbände der  
Praktischen Metallographie

**35**

Herausgegeben von G. Petzow

# Fortschritte in der Metallographie

P. Portella



---

**MAT  
INFO**

**WERKSTOFF-  
INFORMATIONSGESELLSCHAFT**

# Inhaltsverzeichnis

Zur Metallographie urgeschichtlicher Artefakte: Ergebnisse einer Untersuchung an Kupfer- und Bronzebeilen des nordalpinen Raumes <i>T.L. Kienlin, J.W. Goethe Universität, Frankfurt;</i> <i>E. Bischoff, H. Opielka, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart</i>	3
Aloys von Widmannstätten <i>C. Hajicek, Materialprüfung und Schweißtechnik am Wirtschaftsförderungsinstitut Linz (A)</i>	11
Was macht die Faszination von Fe-Ni-Meteoriten eigentlich aus? <i>G. Nolze, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; V. Geist, Universität Leipzig</i>	15

## I. Präparation / Gefügedarstellung

Systematik der Gefügeinterpretation unter dem Lichtmikroskop <i>G. Ketzer-Raichle, V. Carle, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart</i>	23
Magnesiumpräparation Die Besonderheiten bei der metallographischen Präparation von Magnesiumlegierungen <i>U. Niklas-Schulz, N. Penzel, Adam Opel AG, Rüsselsheim</i>	33
Vergleichende Betrachtungen über die Gefüge von Mg-Al-Zn- und Mg-Y-SE-Zr-Knetlegierungen <i>G. Benkíßer, I. Rühl, C. Ladewig, Universität Rostock</i>	37
Gemeinschaftsversuch an einem Sandwich- verbund <i>V. Carle, U. Täffner, Max-Planck-Institut für Metallforschung, Stuttgart; W.-J. Kopp, Arbeitskreis Probenpräparation im Fach- ausschuss Materialographie der DGM, Frankfurt</i>	43

Metallographische Probenpräparation in Deutschland 2003: Ergebnis einer Umfrage <i>W.-U. Kopp, Arbeitskreis Probenpräparation im Fach- ausschuss Materialographie der DGM, Frankfurt</i>	49
Artefaktbildung bei der materialografischen Probenpräparation und deren Vermeidung <i>H.-H. Cloeren, Struers GmbH, Willich</i>	53
Mikroskopisch Analyse der Oxidation schmelz- gesponnener $Zr_{70}Pd_{30}$ Gläser <i>M. Meuris, L. Jastrow, U. Köster, Universität Dortmund</i>	65
Der Einfluss von Bor auf die Gefügeeigenschaften von martensitischen 9%-Chromstählen <i>P. Graf, H. Zimmermann, E. Nold, E. Materna- Morris, A. Möslang, Forschungszentrum Karlsruhe</i>	71
Gefüge und Eigenschaften von schnellwärme- behandelten Cu-Basis-Legierungen <i>U. Christian, N. Jost, Fachhochschule Pforzheim; R. Menge, Herborner Drahtbüro, Herborn</i>	77
Darstellung unterschiedlicher Präparations- methoden für Magnesiumlegierungen <i>V. Kree, P. Fischer, D. Letzig, GKSS- Forschungs- zentrum GmbH, Geesthacht</i>	83
 <b>II. Quantitative Metallographie</b>	
Zur Vergleichbarkeit quantitativer Gefügeanalysen verschiedener Laboratorien <i>A. Neidel, Siemens Power Generation, Berlin; K. Breitzkreuz, ehem. Bundesanstalt für Materialforschung- und -prüfung, Berlin</i>	95
Mikrostruktur von PKW Brems Scheiben <i>W. Merten, Buderus Guss GmbH, Breidenbach</i>	103
Schwingfestigkeit von hochfestem Grauguss <i>T. Willidal, G. Ruess, W. Bauer, P. Schumacher, Österreichisches Gießerei-Institut, Leoben (A)</i>	111

- Untersuchungen zur automatischen Klassifikation von Lamellengraphit mit Hilfe des Stützvektorverfahrens  
*K. Roberts, G. Weikum, F. Mücklich, Universität des Saarlandes, Saarbrücken* 117
- Automatisierte Kalibrierung digitaler Bilder  
*R. Schürmann, Imagic Bildverarbeitung AG, Glattbrugg (CH)* 123
- Korrelation von bildanalytisch bestimmten Parametern von Titanitriden mit mechanischen Eigenschaften des Vergütungsstahls 300M  
*A. Fuchs, T. Bernthaler, A. Nagel, G. Schneider, Fach-Hochschule Aalen; M. Strangwood, Universität Birmingham* 127
- Metallographische Methoden zur Gefügeanalyse von Magnesiumlegierungen am Beispiel AZ 31  
*E. Schaberger-Zimmermann, A. Hennings, J. Aguilar, A. Bührig-Polaczek, RWTH Aachen* 133

### III. Elektronenmikroskopie

- Anwendungsbeispiele für die Elektronenstrahl-Mikrosonde  
*G. Oder, W. Österle, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin* 141  
 Präparation von Mikro-Querschnitten mit dem fokussierten Ionenstrahl (FIB)
- W. Gesatzke, W. Österle, H. Rooch, I. Urban, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin* 145
- Grain selection technique for single crystal casting: Investigation by EBSD  
*A. Epishin, G. Nolze, R.S. Neumann, M. Buchheim, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; T. Link, Technische Universität Berlin* 151
- Charakterisierung von Schwingungsrissen mittels EBSD  
*R.S. Neumann, G. Nolze, J. Hünecke, D. Schöne, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin* 157

EBSD – Präparation mit der PECS <i>M. Buchheim, R.S. Neumann, G. Nolze</i> <i>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,</i> <i>Berlin</i>	163
Orientierung in gerichtet erstarrten (DS) Schaufeln <i>G. Nolze, M. Buchheim, R.S. Neumann, P.D.</i> <i>Portella, Bundesanstalt für Materialforschung und</i> <i>-prüfung, Berlin</i>	169
EBSD an elektrisch nicht leitenden Werkstoffen <i>G. Nolze, R.S. Neumann, T. Moelders,</i> <i>Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung,</i> <i>Berlin</i>	173
Zielpräparation von Proben für 3D-TEM mittels Mikromanipulator <i>Y. Ritz, H. Stegmann, H.-J. Engelmann,</i> <i>E. Zschech, AMD Saxony LLC &amp; Co.KG, Dresden</i>	179

#### **IV. Charakterisierung der Bauteiloberfläche**

Darstellung und Vermessung von mittels Funken- erosion erzeugten Bohrungen mit Weißlicht- Interferometrie, konfokaler Lasermikroskopie und Stereo-Rasterelektronenmikroskopie <i>H.T. Lee, T.-Y. Tai, National Cheng Kung</i> <i>University, Tainan (TW); W.P. Rehbach,</i> <i>R. Harscheidt, RWTH Aachen</i>	187
Ermüdungsmorphologien von CuZnAl und NiTi Formgedächtnislegierungen bei Kavitationserosion <i>J. Stella, M. Pohl, Ruhr-Universität Bochum</i>	193
Einfache Beurteilung von thermisch gespritzten rauen Oberflächen <i>C. Prüfer, I.-M. Zylla, Fachhochschule Osnabrück;</i> <i>A. Kranzmann, Bundesanstalt für Materialforschung</i> <i>und -prüfung, Berlin</i>	199

#### **V. Tribologie**

Verformung und Gefügetransformation bei Schwingungsverschleiß von austenitischen FeCrNi-Legierungen <i>K. Abmus, S. Binkowski, W. Hübner, D. Klaffke,</i> <i>S. Benemann, C. Neumann, Bundesanstalt für</i>	
---	--

*Materialforschung und -prüfung, Berlin; A. Pyzalla, H. Pinto, Technische Universität Wien (A)* 207

Charakterisierung des Gefüges der austenitischen FeCrNi-Legierung 1.4876 nach Reibbeanspruchung bei 373K  
*S. Binkowski, W. Hübner, K. Aßmus, S. Benemann, W. Österle, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin* 213

## **VI. Nichteisen-Werkstoffe**

Kornfeinung von Aluminium  
*F. Romankiewicz, R. Romankiewicz, Universität Zielona Góra (PL)* 221

Untersuchungen zur Gefügeausbildung in PbSn-Legierungen bei Erstarrung unter Einwirkung eines Magnetfeldes  
*I. Haase, O. Trommer, G. Zouhar, Technische Universität Dresden; B. Willers, Forschungszentrum Rossendorf, Dresden* 227

The Specific Internal Oxidation in Rapidly Solidified Metals  
*I. Anzel, R. Rudolf, Universität Maribor (SI); A.C. Kneissl, Universität Leoben (A)* 233

## **VII. Ni-Basis Werkstoffe**

Systematische Bestimmung des rekristallisierten Gefügeanteiles einer Nickelbasislegierung in Abhängigkeit vom Verformungsgrad  
*M. Walter, C. Sommitsch, F. Wedl, S. Kleber, Böhler Edelstahl GmbH & Co.KG, Kapfenberg (A)* 245

Quantitative Analysis of the Structure of Single Crystal Superalloys  
*T. Link, Technische Universität Berlin; A. Epishin, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; A. Gottwald, IPO-Dresden; T. Wichmann, Osram GmbH, Berlin* 251

Nanotomographie metallischer Gefüge  
*M. Göken, K. Durst, Universität Erlangen-Nürnberg; R. Magerle, M. Hund, Universität Bayreuth* 257

## VIII. Stahl

- Gefügebetrachtungen gelöteter und elektronenstrahlgeschweißter Bronze-Verbindungen  
*B. Wielage, S. Mücklich, G. Alisch, I. Hoyer.*  
*Technische Universität Chemnitz* 265
- Einfluss der Wärmebehandlung auf kennzeichnende Gefügeparameter des Stahls X10CrMoVNb9-1  
*K. Maile, R. Scheck, G. Zies, M. Rauch,*  
*Materialprüfungsanstalt Universität Stuttgart* 271
- Anwendung bildanalytischer Methoden zur Gefügecharakterisierung moderner Stähle  
*V. Marx, E. Haeussler, U. Eizold, F. Friedel,*  
*ThyssenKrupp Stahl AG, Duisburg* 277
- Automatische Mikroanalytik im Stahlwerk – Qualitative und quantitative Einschlussanalyse mit dem Einschluss-Rasterelektronenmikroskop  
*W. Vulpius, A. Kalinowski, ThyssenKrupp*  
*VDM GmbH, Unna* 283

## IX. Zellulare Werkstoffe

- Metallschäume  
Produktion-Charakterisierung-Anwendungen oder von der Mikrostruktur zu Anwendungen  
*J. Banhart, A. Haibel, Hahn-Meitner-Institut, Berlin* 291
- Vergleich von Synchrotron-Computertomographie- und metallographischen Untersuchungen  
*H. Kropf, A. Haibel, Hahn-Meitner-Institut, Berlin* 299
- Nachweis der Besiedlungsdichte keramischer Oberflächen mit Mikroorganismen für biotechnische Anwendungen  
*E.M. Pfaff, K.E. Otten, RWTH Aachen* 305

## X. Schichten

- Ionenstrahltechnik zur Präparation von Querschnittflächen für Schichtdickenmessungen  
*K.-P. Hoffmann, T. Ahbe, F. Menelao, Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Braunschweig* 313

REM und TEM Untersuchungen elektrolytischer Nickelschichten mit nanokristallinem Gefüge <i>C. Blank, Technische Universität Dresden; A. Krause, IFW Dresden; M. Schneider, IFAM Bremen</i>	319
Charakterisierung von Al- und PtAl-Diffusionsbeschichtungen auf Ni-Basis-Superlegierungen <i>E. Berghof-Hasselbächer, A. Littner, M. Schütze, M. Schorr, P. Gawenda, Karl-Winnacker-Institut der Dechema e.V., Frankfurt</i>	325
Besonderheiten der materialographischen Präparation moderner Schichtsysteme für Heißgastteile von Industrie- gasturbinen <i>S. Riesenbeck, T. Ullrich, A. Neidel, Siemens Power Generation, Berlin</i>	337
Beschichtungen von NiTi-Formgedächtnislegierungen mit Diamant <i>M. Pohl, C. Heßing, J. Stella, Ruhr-Universität Bochum; F. Deuerler, Bergische Universität Wuppertal</i>	343
 <b>XI. Bauteilaspekte</b>	
35 Jahre Bauteilmetallographie: Beitrag zur Sicherheit und Verfügbarkeit von Chemie- und Energieanlagen <i>M. Schwarz, BASF Aktiengesellschaft, Ludwigshafen</i>	351
Die Martenshärteprüfung im Mikrobereich <i>I. Schadewald, D. Dengel, Technische Universität Berlin</i>	363
Fraktografie an radioaktiven Proben mit der Abdruck- technik <i>G. Müller, Forschungszentrum Rossendorf e.V.</i>	371
Mechanische Nachbehandlungsverfahren in der Automobiltechnik – Potenziale und Grenzen <i>K. Bermuth, B. Thalhammer, J. Wunder, BMW AG, München</i>	377
Replikatechnik an Zahnflanken Möglichkeiten, Reproduzierbarkeit und Grenzen <i>C. Hasenfratz, S. Weber, W. Theisen, Ruhr- Universität Bochum</i>	379
Klärung der Schadensursache an einem Wärme- tauscher <i>R. Malke, M. Pfander, IST GmbH München</i>	385

Lichtmikroskopische Schadensanalyse an Kunststoffen  
*J. Trempeler, Martin-Luther-Universität, Halle-Wittenberg* 393

Das Gefüge austenitischer FeCrNi-Legierungen nach tribologischer Beanspruchung bei tiefen Temperaturen  
*W. Hübner, K. Aßmus, Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung, Berlin; A. Pyzalla, H. Pinto, Technische Universität Wien (A)* 399

Quantifizierung periodischer Oberflächenstrukturen mittels Weißlichtinterferometrie  
*C. Daniel, F. Mücklich, Universität des Saarlandes, Saarbrücken* 405

## **XII. Werkstoffe für die Elektrotechnik**

Gefüge und Eigenschaften von Wolfram-Wendeln/Elektroden  
*K. Dressel, Osram GmbH, Berlin* 413

Grenzflächenmodifizierung im Ag/SnO<sub>2</sub>-Verbundwerkstoff durch Einsatz von Zusatzoxiden  
*B. Wielage, H. Podlesak, F. Trommer, Technische Universität Chemnitz; J.-Fischer-Bühner, D. Hüter, Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd* 419

Metallografische und REM-Untersuchungen an BiPbSrCaCuO-Hochtemperatur-Supraleitern hergestellt nach einer 4-stufigen thermomechanischen Behandlung  
*M. Schubert, C. Rodig, W. Häßler, B. Holzapfel, L. Schultz, Institut für Metallische Werkstoffe, Dresden* 427

Metallographie heterogener Hochleistungs-Werkstoffe auf Kupferbasis  
*H.-A. Kuhn, H. Hölzl, U. Hofmann, D. Kudashov, R. Zauter, Wieland-Werke AG, Ulm* 433

## **XIII. Mikrosystemtechnik**

Technologien und Produkte der Mikrosystemtechnik  
*H. Lehr, Technische Universität Berlin* 441

Gefüge- und Topographieuntersuchungen an Mikroproben und Mikrobauteilen <i>B. Kasanicka, V. Schutze, D. Gerthsen, D. Löhe, Universität Karlsruhe</i>	451
Darstellung des Epoxy Lifting bei lasergebohrten Microvias <i>S. Neumann, Atotech Deutschland GmbH, Berlin</i>	457
Endformnahe Mikrobauteile durch superplastische Umformung von metallischem Massivglas <i>M.-P. macht, T. Zumkley, S. Suzuki, S. Mechler, Hahn-Meitner-Institut, Berlin</i>	463
Mehrphasige intermetallische Phasen in kleinen, bleifreien Lotvolumen <i>J. Villain, Fachhochschule Augsburg; H. Masuch, Dr. Fechter GmbH, Berlin; H.-J. Albrecht, Siemens AG, Berlin</i>	469
Metallographische Untersuchungen von NiTi-Wellen eines nicht-linearen Bohrsystems für den mikrotherapeutischen Einsatz <i>J. Richter, D. Grönemeyer, Universität Witten/Herdecke; A. Bracke, Germanischer Lloyd Prüflabor GmbH, Herne; M. Wagner, G. Eggeler, Ruhr-Universität Bochum</i>	475