

# Hart- und Hochtemperaturlöten und Diffusionsschweißen

## Brazing, High Temperature Brazing and Diffusion Welding

Vorträge und Posterbeiträge des 5. Internationalen Kolloquiums  
in Aachen vom 16. bis 18. Juni 1998

Lectures and Posters of the 5th International Conference  
taking place in Aachen on 16th to 18th June 1998

Gemeinschaftsveranstaltung von  
DVS – Deutscher Verband für Schweißen und  
verwandte Verfahren e.V., Düsseldorf,  
ASM International, Ohio,  
The British Association for Brazing and Soldering (BABS), Wantage,  
L'Institut Belge de la Soudure (IBS), Brüssel,  
International Institute of Welding (IIS/IIW), Roissy,  
Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL), Voorschoten

Joint Event by  
German Welding Society (DVS), Düsseldorf,  
ASM International, Ohio,  
The British Association for Brazing and Soldering (BABS), Wantage,  
L'Institut Belge de la Soudure (IBS), Brussels,  
International Institute of Welding (IIS/IIW), Roissy,  
Nederlands Instituut voor Lastechniek (NIL), Voorschoten



# Inhaltsverzeichnis / Table of contents

Vorwort / Preface

## **Löten in der Verkehrstechnik / Brazing in traffic and transport**

A. D. Kennedy, J. Cuthbert and C. Pappas, Carrigtwohill/IRL

Prolongation of service life of superalloy components of aero gas turbines by cost effective braze repair technology  
Verlängerung der Lebensdauer von Flugzeugturbinen-Komponenten aus Superlegierungen mit Hilfe einer kostengünstigen Reparaturlöt-Technologie..... 1

M. Blank-Bewersdorff, Winterthur/CH

Entwicklung einer Lötverbindung zwischen Graphit und einem Trägerwerkstoff  
Development of a joint between graphite and base material..... 4

K. H. Richter, München

Herstellung von HDV-Leitkränzen durch Laserstrahlschneiden und Vakuum-Hochtemperaturlöten  
Manufacturing of high pressure compressor stator vanes by laser beam cutting and vacuum brazing technology..... 7

W. Miglietti, J. Benson, F. Blum and R. Pennefather, Pretoria/ZA

Braze repair of single crystal, Ni-base superalloy aircraft gas turbine engine components  
Hartlöten von Nickelbasislegierung-Einkristallbauteilen in Flugzeugturbinen..... 11

P. Schöndorf, Köln

Niedertemperaturhartlöten von Aluminium  
Brazing of aluminium at 450 to 550°C..... 14

K. Cierocki, M. Heilig, Herdorf, J. Koch und M. Koschlig, Hanau

Erzeugung konturgenauer Auftragsschichten für Zylinderkopfdichtungen  
Production of robust contours with braze coatings for cylinder head gaskets..... 20

## **Löten in der Kälte- und Klimatechnik und andere Anwendungen / Brazing in refrigeration and air conditioning and other applications**

J. Peters, Maintal

Kältetechnik - Verantwortung für Umwelt, Kühlgutqualität und Betriebssicherheit technologischer Prozesse  
Refrigeration engineering - responsibility for environment, chilled goods quality and operating reliability for technological processes..... 24

D. Ashoff, Menden

Innovative Produkte auf der Grundlage der Vakuum-Löttechnik  
Advanced products based on vacuum brazing..... 28

B. P. Salzberg, Berlin

Ein Beitrag zur industriellen Anwendung des flußmittelfreien Widerstandslötens  
A report on industrial applications resistance brazing without flux..... 34

F. Moret, P. Sire and A. Gasse, Grenoble/F

Non-reactive BraSiC<sup>®</sup> alloys for the brazing of SiC heat exchangers components  
Nichtreaktive BraSiC<sup>®</sup>-Legierungen zum Löten von SiC-Wärmetauscherkomponenten..... 37

D. K. Hawksworth, New Germany/ZA

Composite deposition technology for the manufacture of brazed aluminium heat exchangers  
Technologie der Abscheidung aus einem zusammengesetzten Pulver zur Herstellung von gelöteten Aluminiumwärmetauschern..... 41

## **Werkstoffentwicklung / Materials development**

Rabinkin, Morristown/USA

After two decade history - new frontiers of amorphous brazing foil application  
Nach zwei Jahrzehnten Geschichte - Neue Gelegenheiten für Amorphe-Lötband-Anwendungen..... 44

Fr.-W. Bach, H.-D. Steffens, T. Meininghaus, K. Möhwald und M. Berthold, Dortmund

Anwendungsorientierte Lotentwicklung  
Praxis oriented development of brazing filler metal..... 48

N. Pashkow, I. I. Iliina, L. V. Koravanova, I. V. Rodin and M. J. Shipilov, Moscow/RUS

The development of economical brazing alloys and recent technology to manufacture wire and ribbon of higher quality  
Entwicklung wirtschaftlicher Lote und einer neuen Technologie zur Herstellung von Drähten und Bändern hoher Qualität..... 52

U. Reichel, U. Kühn, Dresden, and I. Buschke, Aachen

Brazes for high temperature-joining of silicon nitride ceramics  
Hochtemperaturlote zum Fügen von  $\text{Si}_3\text{Ni}_4$ ..... 55

V. F. Khorunov, V. G. Ivachenko, Kiev/UA, and V. V. Kvasnitsky, Nikolaev/UA

Investigation of Ni-Cr-Zr and Ni-Cr-Hf Alloys  
Untersuchungen von Ni-Cr-Zr- und Ni-Cr-Hf-Legierungen..... 59

W. Weise, Esslingen, M. Koschlig, H. Herzog und J. Beuers, Hanau

Einsatz innovativer Lote in der Schneidtechnik  
Utilization of innovative filler metals for cutting techniques..... 62

## **Löten von Hochleistungswerkstoffen und Verbundwerkstoffen / Brazing of high-performance materials and composite materials**

W. F. Gale and Y. Guan, Auburn/USA

A microstructural investigation of transient liquid phase bonding of NiAl to Nickel-base superalloys  
Untersuchungen zur Mikrostruktur von TLP-Fügeverbunden aus NiAl und Nickelbasis-Superlegierungen..... 68

K. Nishimoto, K. Saida, D. Kim, Osaka/J, S. Asai and Y. Furukawa, Yokohama/J

Bonding mechanisms of Ni-base single crystal superalloy during transient liquid phasebonding  
Bindungsmechanismen von einkristallinen Nickelbasis-Superlegierungen während des TLP-Bondens..... 72

J. Turnsek, J. Breme, Saarbrücken, E. Schmidt und F. Hegner, Maulburg

Aktivhartlotpaste für hochreines Aluminiumoxid mit angepaßtem Ausdehnungskoeffizienten und höchster Festigkeit,  
Vakuumdichtigkeit und Korrosionsbeständigkeit des Verbundes  
Active brazing paste for high purity aluminium oxide with TCE fit, extreme strength, vacuum tightness and corrosion  
resistance of the joint..... 76

M. Sirén, S. Holmström L. Heikinheimo and P. Auerkari, Espoo/FIN

Brazing and joint properties of an iron based ODS alloy  
Löten und Verbundeigenschaften einer ODS-Legierung auf Eisenbasis..... 80

M. Naka, T. Fukai, M. H. El-Sayed, Osaka/J, J. C. Feng, Harbin/PRC, and J. C. Schuster, Wien/A

Bonding and interfacial structure of ceramic/metal joints  
Bindung und Struktur der Reaktionszone von Keramik-Metall-Verbunden..... 85

B. Wielage und H. Klose, Chemnitz

Herstellung und Charakterisierung von verstärkten Aktivloten und Lötverbindungen  
Manufacture and characterization of reinforced active filler alloys and brazed joints..... 88

G. H. M. Gubbels, Eindhoven/NL, and J. Neuenschwander, Dübendorf/CH

Silicon nitride joint to nickel super alloys  
Fügen von Siliziumnitrid-Keramik an Ni-Superlegierungen..... 91

T. Oyama, San Carlos/USA, and K. Stribe, Tempe/USA

Active brazing of alumina to copper - effect of titanium concentration on joint strength  
Aktivlöten von Aluminiumoxid an Kupfer - Einfluß des Titangehaltes auf die Verbundfestigkeit.....94

P. Batfalsky, U. Diekmann und T. Koppitz, Jülich

Absenkverhalten von hochtemperaturbeständigen Glaskeramikloten unter Fügebedingungen  
Flowing and settling behaviour of high-temperature glass-ceramic brazes under joining conditions.....97

## Diffusionsfügen / Diffusion bonding

B. Derby, Oxford/GB

Solid state diffusion bonding: A joining and materials fabrication process  
Festphasen-Diffusionsfügen: Ein Füge- und Verarbeitungsprozeß von Werkstoffen..... 100

D. N. Travessa, M. Ferrante, Sao Carlos/BR, and G. den Ouden, Delft/NL

Solid state diffusion bonding of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> to AISI 304 stainless steel  
Diffusionsfügen von Aluminiumoxid und rostfreiem Stahl (AISI 304)..... 104

P. Wiesner, M. Eckstein, S. Sändig, J. Schmidt, D. T. Son and H. Vogel, Ilmenau

Rapid Tooling durch Diffusionsschweißen  
Rapid tooling by diffusion bonding.....107

V. F. Kvasnitskyy, J. A. Jaros, S. V. Dragan and V. S. Opara, Nikolaev/UA

Diffusionsschweißen der großen Wärmetauschergeräte mit Anwendung des Elektrohydroimpulseffektes  
Electrohydropulsed diffusion welding of large heat-exchangers..... 111

H. Bartuch, K. Kaschlik and G. Köhler, Jena

Modulares System für Mikrodiffusionsbonden und anodisches Bonden  
Modular system for micro diffusion bonding and anodic bonding.....114

T. H. North and Y. Zhai, Toronto/USA

TLP-bonding of aluminium-based composites and ceramics  
TLP-Fügen von Metallen und Keramiken..... 116

K. Wittke und U. Pape, Berlin

Diffusionslöten von Kupfer-Mikrokühlern in Folientechnik  
Brazing of copper-based micro heat exchangers with diffusion bonding processes by using foils..... 120

G. Çam, R. Gerling, K.-H. Bohm and M. Koçak, Geesthacht

Diffusion bonding of rolled  $\gamma$ -TiAl -alloys  
Diffusionsfügen von  $\gamma$ -TiAl-Bleichen..... 124

V. Liouchinski, Ramskoe/RUS

Ultradisperse powders (UDPs) of metals for diffusion welding of heterogeneous materials  
Ultradisperse Metallpulver für das Diffusionsschweißen von verschiedenartigen Materialien..... 127

## Prozeßentwicklung / Process development

E. Lugscheider und I. Buschke, Aachen

Auf dem Weg ins 21. Jahrhundert - Neue Fügeprozesse für die Mikrosystemtechnik am Beispiel des Optoelektrischen Kopplers  
On the way to the 21<sup>th</sup> century - new joining processes for the microsystem technology..... 130

J. Overrath, Salzgitter, I. Decker, Ch. Maul und H. Wohlfahrt, Braunschweig

Process control in the electron beam active brazing of ceramic-metal-joints  
Prozeßüberwachung beim Elektronenstrahlaktivlöten von Keramik-Metall-Verbindungen..... 134

H.-J. Peter, Berlin	
Perfektes Löten mit mobilen Induktionserwärmungsanlagen Perfect soldering with mobile induction heating equipment.....	137
U. Füssel, J. Husner, Dresden, P. Knepper und O. Scheffler, Bremen	
Vergleich von atmosphärischem Plasmaspritzen und Hochgeschwindigkeitsflammspritzen zur Belotung von Aluminium-fügeteilen Comparison of atmospheric plasma spraying and high velocity oxygen fuel spraying for deposition of brazing filler metal on aluminium bonding parts.....	140
T. Suga, N. Hosoda, Tokyo/J, and K. Saijo, Kudamatsu-City/J	
Surface activated bonding for fabrication of high-performance clad metals Oberflächenaktiviertes Löten zur Herstellung von hochleistungsfähigen plattierten Metallen.....	145
M. Ebbinghaus und H.-D. Prinz, Eisenberg	
Lichtbogen-Löten von Stahlbauteilen mit Kupfer-Basis-Zusatzwerkstoffen Arc brazing of steel structural parts with copper based filler metals.....	146
L. H. Haferkamp, I. Burmester, A. Frohmann, Hannover, und K. Kreutzburg	
Laserstrahlfügen von Keramik mit Metall Soldering of ceramic and metal with laser irradiation.....	149
I. Kretschmer, J. W. Luster und R. Polak, Lausanne/CH	
Optimization of the Ni-base paste brazing process Optimierung des Lötprozesses mit Nickelbasis-Lotpasten.....	154

## Qualität und Prüfung / Quality and testing

K. Iversen, Kürten	
Lötverbindungen und ihre Fehler Defects in brazed joints.....	160
B. Schambach, Berlin, und M. Türpe, Düsseldorf	
Qualitätssicherung beim Hartlöten durch europäische Normen - Prüfung, Lötprüfung, Lötverfahrensprüfung Quality assurance for brazing with European standards - testing/examination, brazer and procedure approval.....	164
P. F. Stratton and D. G. Groome, Holbrook/GB	
The effect of pre-treatment on gap filling in the furnace brazing of copper Einfluß der Oberflächenvorbehandlung auf die Spaltfüllung beim Kupferlöten.....	167
J. Neuenschwander, Th. Lüthi, A. Satir-Kolorz, P. Wyss, Dübendorf/CH, und M. Conrad, Zürich/CH	
Zerstörungsfreie Prüfung von gelöteten Keramik-Metall-Verbunden Nondestructive testing of brazed ceramic-metal-joints.....	170
A. Wegner und W. Arnold, Saarbrücken	
Zerstörungsfreie Bestimmung der Haftqualität von adhäsiven und diffusionsgeschweißten Verbindungen mit nichtlinearem Ultraschall Assessment of the quality of adhesive and diffusion welded joints by nonlinear acoustics.....	174
U. Füssel, J. Lißner, Dresden, und A. Demmler, Eisenberg	
Einfluß der Oberflächenzustände auf das Lötresultat Influence of surface conditions on the brazing result.....	175
H. Monstadt, M. Bohl, E. Kobus, M. Hühner und G. Eggeler, Bochum	
Schnellabgekühlte Mikropreforms biokompatibler Lotlegierungen zur Qualitätssteigerung von Präzisionsverbindungen in der Medizintechnik Rapid quenched micropreforms made of biocompatible alloys for precise high quality soldering of medical devices.....	179

R. Fleck und T. Jansing, Erlangen

Eine Meß- und Prüfvorrichtung zur Auslegung und Kontrolle von Fügeprozessen und zur Materialcharakterisierung  
A measurement and testing device for designing and monitoring joining processes and for materials characterization..... 182

P. M. Roberts, Congleton/GB

Towards the millennium with the "Braze Audit"  
Ins nächste Jahrtausend mit der "Lötprüfung"..... 186

## Posterschau / Postersession

### Löten in der Verkehrstechnik / Brazing in traffic and transport

E. Lugscheider und K. Schlimbach, Aachen

Flußmittelfreies Löten von Aluminium und Cr-Ni-Stahl  
Fluxfree brazing of aluminium and Cr-Ni-steel..... 191

U. Knott und Th. Uihlein, München

Spitzenpanzerung von Triebwerksschaufeln durch induktives Auflöten von CBN-Körnern  
Top shielding of turbine blades by inductive brazing of CBN particles..... 195

T. Takemoto, T. Shibutani and A. Matsunawa, Osaka/J

Reduction of flux penetration during non-corrosive flux brazing of Al-Mn-Mg alloys  
Reduktion der Flußmittelpenetration während nicht korrosiven Flußmittellötens von Al-Mn-Mg-Legierungen..... 196

V. F. Khorunov, O. M. Sabadash, Kiev/UA, A. N. Chebotarev and M. V. Shestakova, Odessa/UA

Complex tetrafluoroborate compounds as activators of fluxes for low-temperature soldering of aluminium  
Komplexe Tetrafluoroborate als Flußmittel für Niedrigtemperaturlötungen von Aluminium..... 200

V. F. Khorunov, O. M. Sabadash and A. A. Andreiko, Kiev/UA

Investigation of fusibility and chemical interaction in the K, Al, Si/F salt system - fluxes for high-temperature brazing of aluminium  
Untersuchung der Schmelzbarkeit und der chemischen Wechselwirkungen im K, Al, Si/F-Salzsystem - Flußmittel zum Hochtemperaturlöten von Aluminium..... 202

B. Fritsche, A. Satir-Kolorz, Dübendorf/CH, und R. Baumann, Baden/CH

Reparaturlöten von Turbinenschaufeln aus Nickelbasislegierungen  
Repair brazing of turbine blades..... 204

Fr.-W. Bach, H.-D. Steffens, M. Berthold, K. Möhwald und T. Meininghaus, Dortmund

Flußmittelfreies Löten von Leichtmetall/Stahl-Verbindungen  
Fluxfree brazing of light metal/steel-joints..... 206

P. F. Walter, Swansea/GB

Braze wetting mechanisms on 5% AlCr-Fe-foils for metallic auto catalyst supports  
Löt-Benetzungsmechanismus auf 5% AlCr-Fe-Folie für metallische Katalysatorträger..... 210

### Löten in der Kälte- und Klimatechnik und andere Anwendungen / Brazing in refrigeration and air conditioning and other applications

W. Niedermann, Thônex-Genève/CH

Precision brazing with brazing pastes  
Präzisionslöten mit Lotpasten..... 213

M. Türpe, Düsseldorf

Kupferwerkstoffe zum Löten - vielseitig, unverzichtbar, umweltgerecht  
Copper materials for brazing - versatile, necessary, proenvironmental..... 215

J. Koch, S. Wittpahl und L. Staab, Hanau

Die neue Generation Kupferkühler - Materialien und Verfahren für ihre Herstellung

The new generation of copper-brass-radiators - materials and processes for the manufacturing..... 218

E. I. Plavinsky and S. V. Martinov, Sarov/RUS

High-temperature pulse brazing-welding for electron component mounting on printed-circuit boards

Pulsierendes Hochtemperatur-Löt-Schweißen zur Befestigung elektronischer Komponenten auf gedruckten Leiterplatten..... 222

G. G. Savkin, V. I. Rybakov, V. E. Kolomiitsev and V. F. Serov, Sarov/RUS

Production of bimetals and multilayer metals; its features and application industry

Produktion von Bimetallen und Multilayer Metallen; Möglichkeiten und Anwendungen in der Industrie..... 224

F. Hillen, I. Rass, Hückelhoven, und R. Smith, North Wales/USA

Neue Möglichkeiten zum flußmittelfreien Löten schwer ffügbarer Werkstoffe

Fluxless brazing: new possibilities for hard to join materials..... 226

A. Satir-Kolorz, Dübendorf/CH, P. Reimann, Basel/CH, und C.-H. Voute, Zürich/CH

Korrosionsfeste Aktivlote für die Sensortechnik

Corrosion resistant active braze solders used in the sensor technique..... 229

J. Koch und H. Schmoor, Hanau

BrazeSkin - Applikation von Nickelbasisloten

BrazeSkin - application of nickel based filler metals.....231

K.-J. Matthes, J.-U. Müller, Chemnitz, und D. Hoffmann, Halver

Reparaturlöten von Ventilkörpern

Repair-brazing for valve cages..... 234

Y. I. Storchai, Balashika/RUS

New ecologically clean technology for brazing aluminium plate-fin heat exchangers

Vorstellung einer neuen, umweltfreundlichen Technologie zum Fügen von Lamellenwärmetauschern..... 238

## **Werkstoffentwicklung / Materials development**

T. Mae, Toyama/J, and S. Hori, Osaka/J

Embrittlement of aluminium by low-melting liquid metals

Versprödung von Aluminium durch niedrigschmelzende flüssige Metalle.....239

E. Lugscheider, I. Buschke, D. M. Daichendt und Ch. M. Park, Aachen

Evaluierung des Einsatzpotentials von Ni-Hf-Basislotlegierungen zum Löten von Superlegierungen und rostfreien Edelmetallen

Development of Ni-Hf-based filler metals for joining stainless steels and superalloys..... 242

T. Ishida, Teikyo/J

Dissolution of solid metal into molten metal and migration of molten metal into solid metal in brazing

Auflösung von festem Metall in der Metallschmelze und Wanderung aus dem flüssigen Metall in die feste Phase beim Hartlöten..... 245

D. Yong, J. C. Schuster, Wien/A, and M. Naka, Osaka/J

Activity diagrams for the ternary systems Ni-Si-C, Ti-Si-C and Cr-Si-C

Aktivitäts-Diagramme in den Dreistoff-Systemen Ti-Si-C, Cr-Si-C und Ni-Si-C..... 250

E. Lugscheider und R. Sicking, Aachen

Auflösungsverhalten von Wolframkarbid in NiCrBSi-Legierungen

Dissolution behaviour of tungsten carbide in NiCrBSi-alloys.....255

V. V. Kvasnitskyy, V. L. Timtschenko, Nikolaev/UA, V. G. Ivachenko und V. F. Khorunov, Kiev/UA

Die Untersuchung des Systems Ni(Ni<sub>leg</sub>)-Hf-Zr für das Löten warmfester Nickellegierungen

The investigation of Ni(Ni<sub>leg</sub>)-Hf-Zr system for heat-proof nickel alloy brazing ..... 257

V. V. Kvasnitskyy, Nikolaev/UA

Composite filler metal brazing of heat-proof nickel alloys  
Das Löten warmfester Nickellegierungen mit zusammengesetzten Loten.....260

V. V. Kvasnitskyy, V. L. Timtschenko, Nikolaev/UA, V. G. Ivachenko und V. F. Khorunov, Kiev/UA

The investigation of Ni(Ni<sub>alloy</sub>)-Hf-Cr system for heat-proof nickel alloy brazing  
Die Untersuchung des Systems Ni(Ni<sub>leg</sub>)-Hf-Cr für das Löten warmfester Nickellegierungen.....262

## Prozeßentwicklung / Process development

E. Lugscheider und M. Aulerich, Aachen

Innovative Fügetechniken für Mikrobauteile  
Innovative techniques for joining micro components.....265

E. Lugscheider und G. Kortenbruck, Aachen

Induktive Erwärmung von pastös aufgetragenen Verschleißschutzlotschichten  
Wear resistant coatings by using brazing suspensions and inductive heating.....267

V. V. Kvasnitskyy, S. M. Samokhin, Nikolaev/UA, und S. N. Galiatkin, Sankt Petersburg/RUS

Stainless steel - molybdenum brazing  
Das Löten von nichtrostenden Stählen mit Molybdän.....269

A. M. Kostin, V. V. Kvasnitskyy and S. I. Stepanov, Nikolaev/UA

Brazing technologies of heat-proof nickel alloy casting defects  
Die Löttechnologie zum Ausbessern von Gußfehlern warmfester Legierungen.....270

I. N. Pashkov, S. V. Shokin, V. A. Blagovestov, S. V. Grinev and I. V. Antipaev/Moskow/RUS

Repair works by rapidly solidified non-silver brazing metals  
Reparaturarbeiten durch schnell erstarrte Nicht-Silber-Lotmetalle.....272

B. Perewesenzew und N. M. Sokolowa, Togliatti/RUS

Besonderheiten des Lötens von dünnwandigen Konstruktionen aus Titan  
Special features of brazing of thin-walled constructions of titanium.....273

V. F. Khorunov and E. I. Peshcherin, Kiev/UA

Brazing of nickel alloys  
Löten von Nickellegierungen.....276

L. Musiejovsky, D. Schrottmayer und J. Nicolics, Wien/A

Solid solder technology as an alternative to solder paste for laser soldering  
Kompaktlot-Technologie als Alternative zu Lotpasten beim Laserlöten.....278

H. Monstadt, M. Bohl, J. Speder, E. Kobus und M. Hühner, Bochum

Präzisionslötverfahren für biokompatible Weichlote in der Medizintechnik - Hochfrequenzinduktion  
Precision soldering of medical devices.....282

K.-J. Matthes, J.-U. Müller, Chemnitz, S. Keitel und M. Uhlmann, Halle

Untersuchungen zum Widerstandsfügen komplizierter Bauteilformen  
Investigations for resistance joining of complicated component forms.....285

Z. Mirski, Wroclaw/PL, und H. Drzeniek, Würselen

Die Benetzbarkeit von Hartmetallen beim Hartlöten  
Wetting behaviour of hard metals during brazing.....289

## Diffusionsfügen / Diffusion bonding

M. Zou, L. Xiong and H. Zhuang, Beijing/PRC

Diffusion welding of SiC<sub>P</sub>-reinforced Al alloys matrix components  
Diffusionsschweißen von SiC<sub>P</sub>-verstärkten Aluminiumverbundwerkstoffen (MMC).....294



G. Çam, L. Bunge, K.-H. Bohm, and M. Koçak, Geesthacht	
Fracture behaviour of the diffusion bonded Ti-alloys Bruchmechanisches Verhalten diffusionsgeschweißter Titan-Legierungen.....	297
L. Heikinheimo, M. Sirén, Espoo/FIN, M. Gasik, Helsinki/FIN, and G. Kleer, Freiburg	
High temperature bonding of alumina based CMC to metals Hochtemperaturbonden von Aluminiumoxidkeramiken und CMCs an Metalle.....	301
O. A. Barabanova and B. S. Mitin, Moscow/RUS	
Diffusion bonding of aluminium-based composite material Diffusionsfügen von Compositmaterialien auf Aluminiumbasis.....	305
R. H. Vegter and G. den Ouden, Delft/NL	
The role of interlayer thickness in diffusion bonding ZrO <sub>2</sub> to Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> Die Rolle der Zwischenschichtdicke beim Diffusionsschweißen von ZrO <sub>2</sub> an Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> .....	307

## **Löten von Hochleistungswerkstoffen und Verbundwerkstoffen / Brazing of high-performance materials and composite materials**

M. Naka, T. Shibayanagi and H. Miyake, Osaka/J	
Phase reaction of diffusion bonded interface between TiAl and SiC Phasenbildung in der Reaktionszone von diffusionsgefügttem TiAl mit SiC.....	310
S. Urai, I. Kimura, K. Maeda, Toyama/J, and M. Naka, Osaka/J	
Brazing of SiC using Cu-Sn-Ti alloys Hartlöten von SiC mit Cu-Sn-Ti-Loten.....	314
F. Tamai, Saga/J, and M. Naka, Osaka	
Role of Ag and Ti in brazing of Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> with Cu-Ag-Ti filler metals Die Rolle von Ag und Ti beim Hartlöten von Si <sub>3</sub> N <sub>4</sub> mit Cu-Ag-Ti-Loten.....	317
St. Dahms, E. Zimmermann und G. Köhler, Jena	
Glasfolien mit niedrigem thermischen Längenausdehnungskoeffizienten für die Fügetechnik Glass foils with low linear thermal expansion coefficient for joining technology.....	320
E. Zimmermann, J. Unangst, C. Madry und R. Luhn, Jena	
Stoffschlüssiges Fügen von Saphir Joining of sapphire.....	321
H. Dörsing, R. Conradt, Aachen, und U. Diekmann, Jülich	
Alkali- und phosphatfreie Glaslote mit hoher Wärmedehnung und hoher Glasübergangstemperatur Alcali and phosphate free solder glasses with high thermal expansion coefficient and high glass transition temperature.....	323
G. Wagner, E. Roeder, D. Eifler, Kaiserslautern, und J. Wagner, Homburg/Saar	
Bedeutung der Fügeflächentemperatur bei der Herstellung von Keramik/Metall-Verbunden durch Ultraschallschweißen Significance of the temperature in the bonding zone of ceramic/metal-compounds caused by the ultrasonic welding process..	325
L. Heikinheimo, S. Nuutinen and S. Tähtinen, Espoo/FIN	
Active brazing of Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -ceramic to a metallic conductor and joint characterization Aktivlöten von Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -Keramik an einen metallischen Leiter und Verbundcharakterisierung.....	328
T. Jansing und R. Fleck, Erlangen	
Der Hochtemperatureinsatz von Glasloten und Glaskeramiken unter dem Aspekt der chemischen Beständigkeit gegen reduzierende Betriebsgase High-temperature applications for glass sealing and glass-ceramics in terms of chemical resistance to reducing process gases.....	331
R. W. Smith, M. Pechulis and B. T. Bassler, North Wales/USA	
Wide gap braze joining of carbon:carbon composites to molybdenum (TZM) Breitspaltlötverbindungen von Kohlenstoff:Kohlenstoff-Compositen an Molybdän (TZM).....	335

B. Zorc, L. Kosek und J. Tušek, Ljubljana/SLO

Application of reinforcement to improve properties of brazed joints  
Anwendung einer Verstärkung zur Verbesserung von Eigenschaften von Hartlötverbindungen..... 338

S. M. Somokhin, V. F. Kvasnitsky, Nikolaev/UA, and V. M. Perevertailo, Kiev/UA

The kinetic parameters of wetting and spreading of brazing filler metals on oxide dispersion - strengthening materials  
Die Benetzungs- und Fließkinetik von Loten auf oxidverstärkten Komposit-Materialien..... 342

T. Koppitz, R. Lison, H. Bolt und W. Hohenauer, Jülich

Lötverbindungen zwischen Kohlenstoffwerkstoffen und metallischen Werkstoffen für die Fusionsforschung  
Vacuum-brazed joints made from carbon-based materials and metals for the nuclear fusion research..... 343

W. Liu, D. Zhou and F. Zhai, Dalian/PRC

Finite element analysis of residual stresses in ceramic/metal joints with functionally gradient material interlayers  
FEM-Analyse von Spannungszuständen in Keramik/Metall-Verbunden mit gradierten Funktionszwischen-schichten..... 346

Y. Hiraoka, Okayama/J, and T. Igarashi, Toyama/J

Strengthening of the brazed joint for single-crystalline molybdenum by using Mo-40%Ru-B alloys  
Verfestigung des Lotverbundes von einkristallinem Molybdän durch Einsatz von Mo-40%Ru-B-Legierungen..... 351

Y. Hiraoka, Okayama/J, and K. Hiragushi, Bizen/J

Brazing of single-crystalline molybdenum and carbon-ceramics by using precious metals  
Löten von einkristallinem Molybdän und kohlenstoffhaltigen Keramiken durch Einsatz von Edelmetallen..... 353

G. Köhler, H. Müller und S. Kasch, Jena

Laserstrahllöten von Keramik bzw. Glas mit dem Diodenlaser  
Laser beam soldering of ceramic or glass with a diode laser..... 355

B. Wielage, H. Schüler, Chemnitz, H.-D. Steffens und T. Meininghaus, Dortmund

Prozeßsimulation in der Löttechnologie von Metall und Keramik  
Process simulation of metal-ceramic brazing..... 356

U. Diekmann, J. Godziemba-Maliszewski und H. Ringel, Jülich

Toleranzausgleichender Lötverbund zwischen Chromstahl und Nickel-YSZ-Cermet  
Tolerance-compensating braze joint between chromium steel and Nickel-YSZ-Cermet..... 360

## Qualität und Prüfung / Quality and testing

M. Burke und H.-J. Belt, Hannover

Dynamische Werkstoffversuche bei Temperaturwechseln, Zug-Schwell-Versuche von hartgelöteten Aluminiumverbindungen  
Dynamic material testing by temperature cycling, tensile testing of brazed aluminium joints..... 363

V. F. Khorunov, S. V. Maximova and V. A. Shonin, Kiev/UA

Fatigue strength of stainless steel brazed joints  
Ermüdungsfestigkeiten von gelöteten Stahlverbunden aus rostfreiem Stahl..... 365

B. Wielage, H. Schüler und H. Klose, Chemnitz

Simulation thermischer Eigenspannungen in Lötverbunden unter Berücksichtigung von Temperaturgradienten  
Simulation of residual thermal stresses in brazed joints in consideration of thermal Gradients..... 366

B. Wielage, H. Klose, H. Schüler und F. Trommer, Chemnitz

Charakterisierung von Aluminiumlötverbindungen  
Characterization of brazed aluminium-joints..... 369

B. Wielage, H. Klose, L. W. Meyer und I. Faber, Chemnitz

Charakterisierung von Lötverbindungen mittels Keilspalttest am Beispiel Stahl-Bronze  
Characterization of solder joints by wedge-cleft-test on steel-bronze..... 372