

Schweißen in der Kerntechnik

Vorträge
des 2. Internationalen Kolloquiums
Schweißen in der Kerntechnik
in Düsseldorf
am 23. und 24. Oktober 1974

Veranstaltet vom
Deutschen Verband für Schweißtechnik e. V. (DVS)
Düsseldorf

Vorbereitet von der Arbeitsgruppe 30
„Schweißen in der Kerntechnik“
im Technischen Ausschuß des DVS

Welding in Nuclear Engineering

Lectures
of the 2nd International Colloquy
Welding in Nuclear Engineering
in Düsseldorf

on 23rd and 24th of October 1974
Organized by the
German Welding Society (DVS)
Düsseldorf

Prepared by the Working Group
“Welding in Nuclear Engineering“ (AG 30)
in the Technical Committee of the DVS

**Deutscher Verlag für Schweißtechnik (DVS) GmbH
Düsseldorf**

1974

Inhaltsverzeichnis / Table of Contents

Vorwort / Preface	3
Werkstoffe und Zusatzwerkstoffe, Werkstoffverhalten Materials and Filler Metals, Behavior of Materials	
K. Theis und F. Eichhorn, Aachen	
Auswirkung der durch das Schweißen hervorgerufenen Temperatur- und Spannungszyklen auf die Rißentstehung in der Wärmeeinflußzone eines Druckbehälterstahles	9
Influence of Temperature and Tensile Stress Cycles, caused by Welding on the Formation of Cracks in the Heat-Affected Zone of a Pressure Vessel Steel	9
J. P. F. Mulder, Rotterdam (Niederlande)	
Influence of Different Elements on the Susceptibility for Underclad Cracking as Determined with Weld Simulation Tests	19
Der Einfluß verschiedener Elemente auf die Empfindlichkeit für Unterplattierungsrißbildung. Entscheidung nach Schweißsimulation	19
H. H. Müller, Remscheid	
Erfahrungen bei der induktiven Wärmebehandlung von Schweißnähten und -plattierungen an Kernreaktor-Komponenten	23
Experience in Induction Heat Treatment of Welds and Claddings on Nuclear Components	23
Y. Yamazaki, M. Amano, Yokohama (Japan), T. Naiki und Y. Saiga, Tokyo (Japan)	
Prevention of Underclad Cracking by High Frequency Induction Heating	25
Verhinderung von Unterplattierungsrisen durch Hochfrequenzerwärmung	25
J. P. F. Mulder, Rotterdam (Niederlande)	
Normalizing of Strip Clad Heat-Affected Zones by TIG-Remelting	35
Normalisierung der Wärmeeinflußzone unter Bandauftragschweißung mittels WIG-Aufschmelzen	35
M. Lorenz, Winterthur (Schweiz)	
Relaxationsrisse in Stahl ASTM A 508 / Cl. 2	39
Relaxation Cracking in Steel ASTM A 508 / Cl. 2	39
S. Dittrich, J. Große-Wördemann und G. Hauck, Hamm	
Praktische Erfahrungen und Grundsatzuntersuchungen zur Vermeidung von Nebennahtfehlern beim Schweißen von Reaktorbaustählen	47
Practical Experience and Fundamental Examination to avoid Stress Relief Cracking in the Heat-Affected Zone of Nuclear Construction Steels	47
G. H. Mück, Duisburg, und H. Großmaas, Moers	
Gefügemorphologie und mechanisch-technologische Eigenschaften des Grundwerkstoffes und der Wärmeeinflußzone	55
Morphology of the Textures and the Mechanical-Technological Properties of the Base Material and the Heat-Affected Zone	55
E. Klausnitzer und M. Belicic, Erlangen	
Messungen zum Temperaturverlauf in der Wärmeeinflußzone von Verbindungsnahten und Schweißplattierungen	63
Measurements Performed on the Temperature Distribution in the Heat-Affected Zone of Seam Welds and Claddings	63
H. Klumpes, Rotterdam (Niederlande)	
Peak-Temperature – Cooling Time Diagram of Pressure Vessel Steels ASME SA-508 cl. 2 and SA-533 gr. B cl. 1	71
Spitzentemperatur-Abkühlzeit (STAZ) – Schaubilder für die Reaktorbaustähle ASTM SA-508 cl. 2 und SA-533 gr. B cl. 1	71
H. Thier und W. Adam, Düsseldorf	
Metallurgische und korrosionschemische Eigenschaften von austenitischen UP-Bandplattierungen	77
Metallurgical Feature and Corrosion Resistance of Austenitic Weld Overlays by the Submerged-Arc Strip Process	77
K. Vartiainen und J. Hakala, Otaniemi (Finnland)	
Structure and Properties of Stainless Strip Claddings on Pressure Vessel Steels	83
Struktur und Eigenschaften der rostfreien Bandplattierungen auf Druckbehälterstählen	83
W. Huwer und F. Eichhorn, Aachen	
Leistungssteigerung beim Unterpulver-Auftragschweißen mit Banelektrode	91
Efficiency Increase in Submerged-Arc Welding with Strip Electrode	91

Schweiß- und Lötverfahren Welding and Brazing Processes

M. Belicic, Erlangen

Vakuumlöten von Zircaloy-4-Abstandshaltern für das Kernkraftwerk Atucha (Filmvortrag)	97
Vacuum Brazing of Zircaloy-4 Spacers for Nuclear Power Plant Atucha (Presented by a Film)	97

E. Dörre, Plochingen, und C. M. Cappelletti, Ispra (Italien)

Keramik-Metall-Verbindungsverfahren für hohe Betriebstemperaturen	99
Ceramic-to-Metal Sealing Processes for High Operating Temperatures	99

R. Lison und W. Gerken, Jülich

Metallurgische Prozesse in Lötverbindungen mit Beispielen an Hochtemperatur-Lötverbindungen von Edelstählen (Filmvortrag)	107
Metallurgical Processes in Brazed Joints with Examples of High-Temperature Stainless Steel Brazed Joints (Presented by a Film)	107

A. De Paoli und J. Colbus, Saarbrücken

Gefügeaufbau von Lötverbindungen aus Hochtemperaturwerkstoffen mit Loten auf Ni-Cr-Basis und dessen Einfluß auf die Zähigkeit der Verbindungen	115
Microstructure of Brazed Joints made of Heat Resisting Materials with Filler Metals on Ni-Cr-Basis and their Influence on Ductility of the Joints	115

U. Draugelates, H.-D. Steffens und B. Wielage, Bremen

Beurteilung der Rißanfälligkeit an Hochtemperatur-Lötverbindungen	123
Cracking Susceptibility of High Temperature Brazed Joints	123

Ch. Masnou, H. Foulquier und R. Saglio, Gif-Sur-Yvette (Frankreich)

Anwendung des Elektronenstrahlschweißverfahrens zur Herstellung eines Heizkessel-elementes aus niedriglegiertem, manganhaltigen Baustahl, Wanddicke 123 mm	127
Application of EB-Welding for Manufacture of Steam Boiler Elements in a Low Alloy, Manganese Containing Steel (Wall thickness 123 mm)	127

H. G. Mayer und A. Koeppe, Stuttgart

Anwendung des EB-Verfahrens bei der Herstellung von speziellen Komponenten für Bestrahlungsexperimente und für die UF ₆ -Technologie unter Verwendung von Sonderwerkstoffen	135
Electron-Beam Welding of some Special Components for Irradiation-Experiments and for UF ₆ -Technology using Rare Materials	135

G. Sepold und H.-D. Steffens, Bremen

Entwicklungen auf dem Strahlschweißgebiet	139
Recent Developments of Welding with High Intensity Beams	139

J. Morisawa, E. Shibato, T. Koyama, A. Minato und K. Watanabe, Hitachi (Japan)

Development of Dissimilar Material Welding Method of the Pressure Tube-Extension Tubes for the Prototype Advanced Thermal Reactor "FUGEN"	143
Entwicklung von Schweißverfahren für das Fügen unterschiedlicher Werkstoffe bei Druckrohrverbindungen für den Prototyp des fortgeschrittenen thermischen Reaktors „FUGEN“	143

L. E. Stark, Alliance, Ohio (USA)

Electroslag Welding with a Consumable Guide Plate and Fiberized Flux	155
Elektroschlackeschweißen mit einem abschmelzenden Band und gefasertem Pulver	155

L. Verheyden, F. Felix und G. Noltes, Ispra (Italien)

Beitrag zum Diffusionsschweißen von Inconel 600	159
Contribution on the Diffusion Welding of Inconel 600	159

E. Schwarz, Ratingen

Detonationsbeschichtung in der Kerntechnik	165
D-Gun Coatings for Nuclear Industry	165

Werkstoffe und Zusatzwerkstoffe, Werkstoffverhalten Materials and Filler Metals, Behaviour of Materials

A. Bernstein, M. Areskoug, Sandviken (Schweden),

G. Kimborn, Karlskrona (Schweden),

W. Ruckdeschel und R. Knoch, Lohhof

Plasma-Heißdrahtauftragschweißen im Reaktorbau	171
Plasma Hot Wire Cladding in Nuclear Manufacture	171

G. Wellnitz und E. Schmidtman, Aachen

Der Einfluß von Sulfiden auf Heißrißneigung und Zähigkeitseigenschaften in der Wärmeeinflußzone beim Schweißen hochfester Stähle	177
The Influence of Sulphides on Hot Cracking and Notch Toughness in Heat-Affected Zone during Welding of High-Yield Steels	177

P. J. Kovach, G. K. Jeffers, Mt. Vernon, Ind. (USA), und H. L. Helmbrecht, Barberton, Ohio (USA)	
Effect of Preheat and Postheat Conditions during Welding of Mn-Mo-Ni for Nuclear Applications	185
Einfluß der Vorwärmtemperatur und Nachwärmbehandlung beim Schweißen von Mn-Mo-Ni für Nuklearkomponenten	185
E. D. Grosser, E. te Heesen und H. Lorenz, Bensberg	
Eigenschaften des Stahles X 6 CrNi 18 11 und artgleicher Schweißverbindungen unter Berücksichtigung des Einsatzes im Hochtemperaturgebiet	187
Properties of Type 18 11 CrNi ss and Parent-like Weld Joints with Regard to Elevated Temperature Application	187
F. Wallner, Linz/Donau (Österreich), und G. Herberg, Bensberg	
UP-Schweißen von hochwarmfestem, unstabilisiertem austenitischem Stahl X 6 CrNi 18 11 für Na-gekühlte Reaktoren	195
High-Temperature Unstabilized Austenitic Steel X 6 CrNi 18 11 for Sodium-Cooled Reactor Vessels, Submerged Arc Welding	195
H. Thier und K. Plaschka, Düsseldorf	
Neue Erkenntnisse zum MIG-Schweißen austenitischer Stähle	203
New Understanding of the MIG-Welding of Austenitic Steels	203
Qualitätssicherung und Qualitätskontrolle	
Quality Security and Quality Control	
R. Schüler, Ch. Maidorn und W. Austel, Osnabrück	
Qualitätssicherung bei der Herstellung von Komponenten für Primärkreisläufe von Kernkraftwerken, insbesondere bei der Verarbeitung von Schweißzusatzwerkstoffen	215
Quality Assurance during Manufacturing of Primary Coolant Circuit Components for Nuclear Power Plant with special regard to Filler Materials, Fluxes and Gases	215
G. Linßen, Düsseldorf	
Qualitätsmerkmale austenitischer Stabelektroden aus metallkundlicher Sicht	221
Quality Feature of Austenitic covered Welding Electrodes from Metallurgical Point of View	221
H.-J. Kilian, Mönchengladbach	
Schweißtechnische Aufgaben bei der Herstellung von Armaturen für den Reaktorbau	233
Welding Technical Tasks by Manufacture of Valves for Nuclear Power Stations	233
H. Großmaas, Moers, und G. H. Mück, Duisburg	
Mechanisch-technologische Eigenschaften des Grundwerkstoffes und der Schweißverbindung (praxisbezogene Untersuchungen am Stahl 22 NiMoCr 3 7)	239
Mechanical-Technological Properties of the Base Material and welded Assembly (Empirical Examinations of the Steel 22 NiMoCr 3 7)	239
H. Cerjak, F. Papouschek und D. Pellkofer, Erlangen	
Mechanische Eigenschaften von Verbindungsschweißungen dickwandiger Reaktorkomponenten	245
Mechanical Properties of Butt Welds of Heavy Wall Reactor Components	245
J. A. de Raad, Rotterdam (Niederlande), und G. Engl, Erlangen	
Ultraschallprüfanlage und Datenverarbeitung für die Nullaufnahmen und Wiederholungsprüfungen von Reaktordruckbehältern	255
Ultrasonic Testing Systems and Data Processing for the Pre-Service and In-Service Inspection of Nuclear Pressure Vessels	255
H. Hoffmeister, Hamburg, und W. Austel, Osnabrück	
Zur Prüfung von Werkstoffeigenschaften durch Thermokraftmessungen	263
Evaluation of Material Properties by Means of Thermoelectric Measurements	263
G. Bartholomé und G. Vasoukis, Erlangen	
Sicherheitstechnische Beurteilung von Reaktorkomponenten bei Fertigung, Betrieb und Wiederholungsprüfung	267
Structural Safety Analysis of Reactor Components in Manufacture, Operation and In-Service Inspection	267
Schadensfälle und Reparaturen	
Damages and Repairs	
P.-E. Mußmann, Düsseldorf	
Risse beim Schweißen austenitischer dünnwandiger Rohre in der wärmebeeinflussten Zone	273
Cracks in the Heat-Affected Zone during Welding of Austenitic Tubes of small Wall-Thickness	273
L. E. Stark, Alliance, Ohio (USA), E. L. Brown, Lynchburg, Virginia (USA), und W. R. Johnson, Copley, Ohio (USA)	
Remote Maintenance of Nuclear Steam Generators	275
Ferninstandhaltung von atomgetriebenen Dampferzeugern	275

R. Güttler und W. Meyer, Frankfurt/Main, Großweilzheim	
Automatisiertes Reparaturschweißen an nicht zugänglicher Stelle im Reaktordruckgefäß	283
Automatic Repair Welding on a not Accessible Spot in the Reactor Pressure Vessel	283
N. C. Binkley, Barberton, Ohio (USA), und R. W. Herrmann, Alliance, Ohio (USA)	
An Inservice Reactor Repair Simulation	289
Eine simulierte Reparatur eines arbeitenden Reaktors	289
H. Lorenz und G. Herberg, Bensberg	
Dampferzeugerschaden an der KNK-Anlage	299
Steam Generator Failure at the KNK-Reactor Plant	299
B. Watkins und F. S. Dickinson, Risley, Warrington, Lancs. (U.K.)	
Inspection and Explosive Weld Plugging of Defective Tubing in a Ferritic Heat Exchanger	305
Inspektion und Sprenglochschweißen von defekten Rohren in einem ferritischen Wärmetauscher	305
H. U. Borgstedt, G. Frees und G. Drechsler, Karlsruhe	
Nachuntersuchungen an Schweißnähten in einer Natriumanlage aus dem Stahl Werkstoff-Nr. 4571	309
Examination of Weldments of a Sodium Loop of Stainless Steel No. 4571 After Operation	309
Verfahrensentwicklung und Geräte Development of Processes and Implements	
W. Lehrheuer, R. Lison und W. Springer, Jülich	
Entwicklung von Einrichtungen und Verfahren für besondere Verbindungsprobleme in der Kerntechnik	315
Development of Equipment and Methods for typical Joining Problems in Nuclear Technology	315
I. D. Henderson, K. Seifert und H.-D. Steffens, Bremen	
Festigkeits- und Zähigkeitsverhalten von Tiefspaltschweißnähten am Stahl 22 NiMoCr 37	321
Mechanical Properties of Narrow-Gap Welds in Steel 22 NiMoCr 37	321
I. Frumin, P. Gladkij, W. Jeremeew und E. Pereplotschikow, Kiew (UdSSR)	
Auftragschweißen hitzebeständiger Legierungen auf Dichtflächen der Hochparameterdampfarmaturen	331
Hardfacing of Heat-Resistant Alloys on Sealing Surfaces of High Parameter Steam Valves	331
K. Iversen und B. Schellong, Bensberg	
Erfahrungen beim mechanisierten Schweißen von dünnwandigen Aluminiumrohren	341
Experiences with Automatic Welding of thin-walled Aluminium Tubes	341
T. Aota, Sh. Shimizu, Kawasaki (Japan), M. Inagaki und A. Okada, Tokyo (Japan)	
Some Considerations on Internal Welding of Small-size Tubes for Nuclear Plant	349
Einige Betrachtungen über das Innenschweißen von Rohren mit kleinem Durchmesser für Kernkraftanlagen	349