

**Professur:            Verbundwerkstoffe**

Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Bernhard Wielage  
Telefon:        (03 71) 5 31 - 61 69  
Fax:            (03 71) 5 31 - 61 79  
E-Mail:        info@wsk.tu-chemnitz.de

**Forschungsschwerpunkte:**

- Entwicklung und Charakterisierung von Verbundwerkstoffen mit metallischer, polymerer und keramischer Matrix
- Weichlöten von elektronischen Bauteilen
- Hart- und Hochtemperaturlöten von Keramik und Metall
- Löten von Leichtmetallen
- Beschichten von Werkstoffen und Bauteilen
- Verschleiß- und Korrosionsschutz, Verschleiß- und Korrosionsprüfung
- Oberflächen-, Schicht- und Grenzflächencharakterisierung
- Berechnung und Simulation durch analytische und numerische Verfahren
- Schadensdiagnostik
- Charakterisierung des Umwandlungsverhaltens metallischer Werkstoffe

**Forschungsprojekte / Forschungsvorhaben:**

- Grundlegende Untersuchungen zum Löten von Mg-Legierungen mittels niedrigschmelzender Lote (01/2001-12/2004, DFG)
- Grundlegende Untersuchungen zum Versagensmechanismus ausgewählter galvanisch abgeschiedener und thermisch gespritzter Schichten bei Beanspruchung durch Langzeitermüdungsverschleiß (02/2002-01/2004, DFG)
- Herstellung und Eigenschaften von Nickeldispersionswerkstoffen in Mikrostrukturen, Gemeinschaftsprojekt mit Prof. C. Jakob, TU Ilmenau (07/2001-06/2003, DFG)
- Precursorbasierte Plasmasynthese multinärer Hartstoffschichten für Hochtemperaturanwendungen; Gemeinschaftsprojekt mit Dr. Schiller, DLR e.V. Stuttgart, Prof. Roewer, TU Bergakademie Freiberg (09/2001-08/2004, DFG, Schwerpunktprogramm Precursorkeramik)
- Synthese siliciumorganischer Precursoren und Untersuchung ihres Verhaltens bei der Verbundherstellung, Korrelation zu den mikrostrukturellen und mechanischen Eigenschaften; Gemeinschaftsprojekt mit Prof. Lang, TU Chemnitz (10/2002-12/2003, DFG, Schwerpunktprogramm Precursorkeramik)
- Tribologie und beschichtungstechnische Untersuchungen beim Massivumformen, insbesondere beim Bohrungsdrücken (DFG, SFB283)
- Untersuchungen zum Ermüdungsrischwachstum in elektronenstrahlgeschweißten Bauteilen aus ungleichen Werkstoffen, Gemeinschaftsprojekt mit Prof. G. Leidich, TU Chemnitz (02/2002-01/2004, DFG)
- Degradierungsmechanismen in heterogenen Kontaktwerkstoffen unter Schaltlichtbogenbelastung, Gemeinschaftsprojekt mit Dr. Fischer-Bühner, Forschungsinstitut für Edelmetalle und Metallchemie, Schwäbisch Gmünd (04/2001-03/2003, AiF)

- Einfluss der Korrosionsbeständigkeit von Metall-Keramik-Verbindungen auf deren Langzeitverhalten (08/2000-07/2002, AiF)
- Entwicklung auf Wärmedurchgang optimierter Schichtsysteme für tribologisch hoch beanspruchte Bauteile (03/2001-02/2003 AiF)
- Entwicklung neuer Lote für das Hochtemperaturlöten von Warmarbeitsstählen, Gemeinschaftsprojekt mit Prof. Lugscheider, RWTH Aachen (11/2001-10/2003, AiF)
- Laserstrahldispersieren von Titanwerkstoffen zur Herstellung boridverstärkter hochverschleißfester und korrosionsbeständiger Oberflächen, Gemeinschaftsprojekt mit Prof. Matthes, TU Chemnitz (12/2000-11/2002, AiF)
- Oberflächentechnik für die Bearbeitung bleifreier Lote in Lötmaschinen, Gemeinschaftsprojekt mit Prof. F.-W. Bach, Universität Hannover, und Prof. E. Lugscheider, RWTH Aachen (05/2001-04/2003, AiF, Initiativprogramm)
- Qualifizierung von Elektronenstrahlverfahren zur Verbesserung der Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeit von Leichtmetallen (06/2002-05/2004, AiF)
- Development of smart composite materials with strain sensing capability, Gemeinschaftsprojekt mit der University of Natal, Durban, South Africa (12/2001-12/2004, BMBF)
- Synthese von B-C-N Schichten aus flüssigen Ausgangsstoffen mittels DC Plasmajet CVD; Gemeinschaftsprojekt mit Dr. Trommer, TU Bergakademie Freiberg (04/2001-10/2002, BMBF, Hot Topics)
- Untersuchung von Kompositschichten (04/2002-03/2004, BMBF)
- Anodisierte Aluminiumbänder als Wickelleiter für Transformatorensulen (09/2002-08/2005, Verbundprojekt BMWA)
- Berechnung und Simulation des statischen und dynamischen Verhaltens von Verbund-, Gradienten- und Hybridwerkstoffen - InnoSachs-Projekt „Innovative Bauteile für den Hochleistungsmaschinenbau“ (06/2001-05/2003, SAB)
- Löten von Vollaluminiumrundrohrwärmetauschern (03/1999-12/2003, SAB)

#### **Wissenschaftliche Veröffentlichungen:**

**Azarava, T. / Vityaz, P. / Wielage, B. / Steinhäuser, S. / Podlesak, H.:** Zusammenhänge zwischen dem Gefüge und den Eigenschaften der TiC-haltigen Spritzschichten, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 96-101, ISBN 3-87155-783-8

**Azarova, T. / Vityaz, P. / Wielage, B. / Steinhäuser, S.:** Besonderheiten von Struktur und Eigenschaften von Verbundmaterialien auf der Basis von Titankarbid mit Kupferzusätzen. In: Pulvermetallurgie, 25 (2002), S. 85-89 (russisch), ISSN 0134-9597

**Brandt, O. / Halter, K. / Wielage, B.:** Hochgeschwindigkeitsflammspritzen von NiTi-Formgedächtnislegierungen, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 357-361, ISBN 3-87155-783-8

**Bismarck, A. / Arranberri-Askargorta, I. / Springer, J. / Lampke, T. / Wielage, B. / Stamboulis, A. / Shenderovich, I. / Limbach, H.-H.:** Surface Characterization of Flax, Hemp and Cellulose Fibers; Surface Properties and the Water Uptake Behavior, Polymer Composites, 23 (2002), pp. 872-894, ISSN 0967-3911

**Lampke, Th. / Kieselstein, E. / Seiler, B.:** Lokales Verformungs- und Bruchverhalten von Schichtverbunden und Verbundwerkstoffen, Tagungsband des 4.

Anwenderforums Workshop UNIDAC, 6. Juni, Chemnitz, Deutschland (2002), ISBN 3-9808540-0-0

**Pokhmurska, H.V.:** Strength of Cylindrical Specimens Subjected to Laser Hardening along the Generator and a Spiral Path, *Materials Science*, 38/1 (2002), pp. 99-103, ISSN 1068-820X

**Pokhmurska, H. / Czerwinska, N. / Krupa, R.:** Electrochemical characteristics of the arc sprayed coating on the aluminium alloy, *Physicochemical Mechanics of Materials*, special issue No. 3 "Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials", 2 (2002), pp. 573-576 (ukrainisch), ISSN 0430-6252

**Pokhmurska, H. / Dovhunyuk, V. / Student, M. / Bielanska, E. / Beltowska, E.:** Tribological properties of arc sprayed coatings obtained from FeCrB and FeCr-based powder wires, *Surface and Coatings Technology*, 151-152 (2002), pp. 490-494, ISSN 0257-8972

**Pokhmurska, H. / Krupa, R. / Student, M.:** Abrasive wear resistance of arc sprayed and laser modified coatings obtained from cored wires PhMI-2, *Problems of Tribology*, 2 (2002), pp. 75-80 (ukrainisch), ISSN 0370-2197

**Pokhmurska, H. / Kwiatkowski, L. / Kalita, W.:** Corrosion behaviour of laser remelted aluminium alloy, *Physicochemical Mechanics of Materials*, special issue No. 3 "Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials", 2 (2002), pp. 559-564, ISSN 0430-6252

**Pokhmurskii, V. / Pokhmurska, H. / Student, M. / Czerwinska, N.:** Corrosion resistance of aluminium alloy with arc sprayed coatings, *Ochrona Przed Korozja (Corrosion Protection)*, 2 (2002), pp. 187-190 (polnisch), ISSN 0473-7733

**Pokhmurskii, V. / Student, M. / Dovhunyuk, V. / Sydokak, I. / Pokhmurska, H.:** Wear resistance arc sprayed coatings from powder wires, *Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002*, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 559-562, ISBN 3-87155-783-8

**Schnick, T.:** Thermisches Spritzen von inkongruent schmelzenden Werkstoffsystemen auf der Basis von Silicium, *Dissertation*, Technische Universität Chemnitz, Schriftenreihe: Werkstoffe und Werkstofftechnische Anwendungen, Herausgeber: B. Wielage, Band 12 (2002), ISSN 1439-1597, <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2002/0142/>

**Shoeb, M.A. / Wielage, B. / Steinhäuser, S. / Lampke, T.:** Beschichtung von Verbundwerkstoffen mit Hydroxylapatit (HAP) - Anwendungen in der Medizintechnik und Biotechnologie, *Schriftenreihe: Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen*, Herausgeber: B. Wielage, Band 11, 5. Werkstofftechnisches Kolloquium, 24.-25. Oktober, Chemnitz, Deutschland (2002), S. 152-158, ISSN 1439-1597

**Steinhäuser, S.:** Tribological Investigations of Bulk Materials and Coatings, *Proceedings of the International Conference PEDD 6*, Ain Shams University, Cairo, Egypt, February 12<sup>th</sup>-14<sup>th</sup>, DarElhakimPress (2002), pp. 37-47, ISBN 12-7340-48-8

**Steinhäuser, S. / Wielage, B. / Lange, K.-H.:** Corrosion Behaviour of Nickel Dispersion Coatings, *Proceedings of the International Conference on Problems of Corrosion and Corrosion Protection of Materials*, June 3<sup>rd</sup>-6<sup>th</sup>, Lviv, Ukraine (2002), pp. 443-448, ISSN 0430-6252

**Thiele, S. / Heimann, R.B. / Berger, L.-M. / Herrmann, M. / Nebelung, M. /**

**Schnick, T. / Wielage, B. / Vuoristo, P.:** Microstructure and Properties of Thermally Sprayed Silicon Nitride-based Coatings, *Journal of Thermal Spray Technology*, 11/2 (2002), pp. 218-225, ISSN 1059-9630

**Vlasov, A. / Pysarevsky, V. / Storchun, O. / Shevchenko, A. / Bonchyk, A. / Pokhmurska, H. / Barcz, A. / Swiatek, Z.:** Controlled arsenic diffusion in epitaxial

Cd<sub>x</sub>Hg<sub>1-x</sub>Te layers in the evaporation-condensation-diffusion process, Thin Solid Films, 403-404 (2002), pp. 144-147, ISSN 0040-6090

**Wank, A.:** Hochratesynthese von Hartstoffschichten auf Siliciumbasis mittels thermischer Plasmen, Dissertation, Technische Universität Chemnitz, Schriftenreihe: Werkstoffe und Werkstofftechnische Anwendungen, Herausgeber: B. Wielage, Band 10 (2002), ISSN 1439-1597, <http://archiv.tu-chemnitz.de/pub/2002/0073>

**Wank, A. / Wielage, B. / Fritsche, G. / Wilden, J. / Schnick, T.:** Hochenergiemahlen - ein vielversprechendes Verfahren zum Herstellen nanostrukturierter Spritzpulver, Tagungsband des 2. GTV Kolloquiums, 21. Juni, Luckenbach, Deutschland (2002), S. 59-68, ISSN 1610-0530

**Wank, A. / Wielage, B. / Wilden, J. / Schnick, T.:** Herstellung mikrostrukturierter Bauteile mittels Thermischem Spritzen, Tagungsband des 10. Workshops Plasmatechnik, 27.-28. Juni, Heyda, Deutschland (2002), S. 4-11, ISBN 3-932633-70-9

**Wielage, B. / Hoyer, I.:** Löten von Gusswerkstoffkombinationen bei extremen Geometrieverhältnissen, Antriebstechnik, 41/6 (2002), S. 53-56, ISSN 0722-8546

**Wielage, B. / Köhler, E. / Odenwald, S. / Lampke, T.:** Herstellung und Eigenschaften von Bauteilen aus Naturfaser-Thermoplast-Hybridvliesstoffen, Schriftenreihe: Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen, Herausgeber: B. Wielage, Band 11, 5. Werkstofftechnisches Kolloquium, 24.-25. Oktober, Chemnitz, Deutschland (2002), S. 70-75, ISSN 1439-1597

**Wielage, B. / Krause, H. / Leparoux, S. / Lampke, Th. / Buryan, M.:** Sintern von Keramik in einem gasbeheizten Ofen mit Mikrowellenunterstützung, Gaswärme International, 51/8 (2002), S. 342-347, ISSN 0722-8546

**Wielage, B. / Lampke, Th. / Lugscheider, E. / Janssen, H. / Ernst, F. / Bach, F.-W. / Möhwald, K. / Schäpers, M. / Holländer, U.:** Oberflächentechnik für die Verarbeitung bleifreier Lote in Lötmaschinen, 75. Tagung des Wissenschaftlichen Rates der AiF, 28.-29. November, Magdeburg, Deutschland (2002), ISSN 0943-7207

**Wielage, B. / Mucha, H. / Odeshi, G.:** Verstärkungsfasern für Verbundwerkstoffe – Herstellung, Struktur und Wechselwirkung mit metallischen und keramischen Matrices, Schriftenreihe: Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen, Herausgeber: B. Wielage, Band 11, 5. Werkstofftechnisches Kolloquium, 24.-25. Oktober, Chemnitz, Deutschland (2002), S. 98-104, ISSN 1439-1597

**Wielage, B. / Odeshi, A.G. / Mucha, H.:** Verstärkter Einsatz von C-Faserkeramiken durch Herstellungskostensenkung und Eigenschaftsverbesserung, Schriftenreihe: Werkstoffe und werkstofftechnische Anwendungen, Herausgeber: B. Wielage, Band 11, 5. Werkstofftechnisches Kolloquium, 24.-25. Oktober, Chemnitz, Deutschland (2002), S. 105-110, ISSN 1439-1597

**Wielage, B. / Schnick, T. / Hofmann, U.:** Anwendung der Lock-In Thermografie für die Qualitätsbeurteilung thermisch gespritzter Schichten, Schweißen und Schneiden, 54/5 (2002), S. 234-239, ISSN 0036-7184

**Wielage, B. / Schnick, T. / Hofmann, U.:** Application of lock-in thermography for assessing the quality of thermally sprayed coats, Welding and Cutting, 3 (2002), S. 157-160, ISSN 1031-6647

**Wielage, B. / Steinhäuser, S. / Wözel, M.:** Untersuchungen zum Einfluss der Prüfbedingungen bei Verschleißuntersuchungen an thermisch gespritzten WC-Co-Schichten mit dem Taber-Abraser, Tagungsband der Tribologie-Fachtagung, Teil 2, 22.-24. September, Göttingen, Deutschland (2002), S. 68/1-68/13, ISBN 3-00-003404-8

**Wielage, B. / Wilden, J. / Schnick, T. / Wank, A.:** Development of SiC composite feedstock for HVOF applications, Proceedings of the International Thermal Spray

Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 749-754, ISBN 3-87155-783-8

**Wielage, B. / Wilden, J. / Schnick, T.:** Herstellen von SiC-Cermetbeschichtungen mittels Hochgeschwindigkeitsflammspritzen, Schweißen und Schneiden, 54/7 (2002), S. 378-382, ISSN 1031-6647

**Wielage, B. / Wilden, J. / Schnick, T. / Wank, A. / Beczkowiak, J. / Schüle, R. / Zoz, H. / Ren, H.:** Mechanically alloyed SiC composite powders for HVOF applications, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 1047-1051, ISBN 3-87155-783-8

**Wielage, B. / Wilden, J. / Schnick, T. / Wank, A. / Fronteddu, P.:** Analysis of the Wire Melting Behavior Depending on Wire Design and Process Characteristics, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 446-449, ISBN 3-87155-783-8

**Wielage, B. / Steinhäuser, S. / Milewski, W. / Pokhmurska, H. / Reisel, G.:** Investigation of the boundary metallic substrate - ceramic coating obtained by detonation and VPS plasma spraying methods, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 1016-1019, ISBN 3-87155-783-8

**Wielage, B. / Steinhäuser, S. / Milewski, W. / Pokhmurska, H. / Reisel, G.:** Solidification of detonation sprayed ceramic coating melted by CO<sub>2</sub> laser, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 1020-1023, ISBN 3-87155-783-8

**Wilden, J. / Sachs, H. / Wank, A.:** Capability of Emission Spectroscopy for Quality Assurance in Thermal Spraying, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 1011-1015, ISBN 3-87155-783-8

**Wilden, J. / Schnick, T. / Wank, A.:** Thermal Spray Moulding - Production of Microcomponents, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 144-148, ISBN 3-87155-783-8

**Wilden, J. / Schnick, T. / Wank, A. / Schreiber, F.:** Performance of HVOF nanostructured diboride composite coatings, Proceedings of the International Thermal Spray Conference 2002, 4.-6. März, Essen, Deutschland (2002), DVS Verlag, pp. 1033-1037, ISBN 3-87155-783-8

### **Wissenschaftliche Vorträge:**

**Erlar, F. / Nutsch, R. / Jakob, C. / Steinhäuser, S. / Lampke, Th.; Wielage, B.:** Interface problems in nickel composite coatings with oxide ceramic nano-particles, 53<sup>rd</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Düsseldorf, Deutschland, 15.-20. September 2002

**Kolbe, G. / Matthes, K.-J. / Wielage, B. / Wank, A. / Podlesak, H.:** Boride Reinforced Surfaces of TiAl6V4-Alloy, Materials Week 2002, München, Deutschland, 29. September - 2. Oktober 2002

**Klose, H. / Wielage, B. / Martinez, L.:** Verstärkte Aktivlote. DGM-Fachausschuss „Metallmatrix-Verbundwerkstoffe“, Freiberg, Deutschland, 28. Februar 2002

**Lampke, Th. / Steinhäuser, S. / Wielage, B.:** Electrochemical and chemical investigations of the co-deposition of small particles, International Symposium on electrochemical coatings, Galati, Romania, August 26<sup>th</sup>-27<sup>th</sup> 2002

**Lampke, Th. / Steinhäuser, S. / Wielage, B. / Erler, F. / Jakob, C.:** Tribologische Eigenschaften von Nickeldispersionsschichten mit Nanopartikeln, Oberflächentage 2002, Freiburg, Deutschland, Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik, 18.-20. September 2002

**Mücklich, S.:** Präparationsversuche an Lötverbindungen von Mg-Werkstoffen - Probleme bei der Präparation von Lötverbindungen, Struers-Workshop, Chemnitz, Deutschland, 21. März 2002

**Oberseider, M. / Erler, F. / Jakob, C. / Lampke, Th. / Steinhäuser, S. / Wielage, B.:** Eigenschaften von nanoskaligen Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>- und TiO<sub>2</sub>-Partikeln in Metallelektrolyten, 47. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium, Ilmenau, Deutschland, 23.-26. September 2002

**Reisel, G. / Marx, G. / Nestler, K. / Starke, D. / Steinhäuser, S. / Wielage, B.:** Zusammenhänge zwischen Schmierstoffzusammensetzung und Verhalten in tribologischen Systemen, Tagungsband zum Wissenschaftlichen Kolloquium des Sonderforschungsbereiches 283, Chemnitz, Deutschland, 27. Oktober 2002

**Reisel, G. / Wielage, B. / Steinhäuser, S. / Hartwig, H.:** DLC for tools protection in warm massive forming, Diamond 2002, 13<sup>th</sup> European Conference on Diamond, Diamond-Like Materials, Carbon Nanotubes, Nitrides & Silicon Carbide, Granada, Spain, September 8<sup>th</sup>-13<sup>th</sup> 2002

**Steinhäuser, S. / Wielage, B. / Lampke, Th.:** On the importance, manufacture and characterisation of dispersion coatings, 53<sup>rd</sup> Annual Meeting of the International Society of Electrochemistry, Düsseldorf, Deutschland, 15.-20. September 2002

**Steinhäuser, S. / Wielage, B. / Reisel, G.:** High temperature corrosion behaviour of HVOF-sprayed unreinforced molybdenum disilicide powders, Proceedings of the 21<sup>st</sup> Annual Conference on Corrosion Problems in Industry, Cairo, Egypt, December 17<sup>th</sup>-20<sup>th</sup> 2002

**Steinhäuser, S. / Wielage, B. / Reisel, G.:** Molybdändisilizid-Schichten - Herstellung (HVOF) und Eigenschaften, 48. Metallkunde-Kolloquium, Lech, Österreich, 15.-17. April 2002

**Wank, A.:** Schichtsynthese aus flüssigen Ausgangsstoffen in thermischen Plasmastrahlen, Oberflächentage 2002, Deutsche Gesellschaft für Galvano- und Oberflächentechnik, Freiburg, Deutschland, 18.-20. September 2002

**Wank, A.:** Synthesis of B-C-N Coatings by Thermal Plasmajet CVD, Materials Week 2002, München, Deutschland, 29. September - 02. Oktober 2002

**Wank, A.:** Hochratesynthese nichtoxidkeramischer Schichten in thermischen Plasmastrahlen, Ilmenau, Deutschland, 18. April 2002

**Wielage, B. / Klose, H. / Hofmann, U.:** Electrochemical Corrosion Behaviour of Metal Ceramic Joints, Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference on Joining Ceramics, Glass and Metal, Hrsg.: Deutsche Keramische Gesellschaft e.V., München, Deutschland, 30. September - 01. Oktober 2002

**Wielage, B. / Mücklich, S.:** Gefüge und Eigenschaften von Magnesiumlötverbindungen, Fortschritte in der Metallographie, Metallographietagung 2002, Leoben, Österreich, 11.-13. September 2002

**Wilden, J. / Wielage, B. / Wank, A.:** Herstellen von metallischen Verbundwerkstoffen durch thermische Beschichtungsverfahren, Geesthacht, Deutschland, 2002

**Dissertationen:**

**Wank, A.:** Hochratesynthese von Hartstoffschichten auf Siliciumbasis mittels thermischer Plasmen

**Müller, K.:** Beitrag zur Herstellung und Charakterisierung thermisch gespritzter kurzfaserverstärkter Kompositschichten

**Schnick, T.:** Thermisches Spritzen von inkongruent schmelzenden Werkstoffsystemen auf der Basis von Silicium

**Habilitationen:**

**Patente:**

**Schlagworte:**

- Verbundwerkstoffe
- Oberflächentechnik
- Löten
- Festkörperanalytik