

Forschungsbau „Center for Digital Photonic Production“

Im April dieses Jahres wurde im Rahmen einer Bund-Länder-Förderung das „Center for Digital Photonic Production“ mit einem Gesamtinvestmentvolumen von ca. 54 Mio. € bewilligt. Der in einer interdisziplinären Initiative von RWTH-Instituten und dem Fraunhofer-Institut für Lasertechnik beantragte Forschungsbau soll im Herzen des neuen Forschungscampus Melaten entstehen. Im Zentrum der zukünftigen Forschungsaktivitäten steht das Werkzeug Licht, das es ermöglicht, auf der Grundlage digitaler Daten verschiedenste Materialien direkt auf oder abzutragen, bzw. zu modifizieren (z. B. 3D-Drucken). Die physikalische Wechselwirkung zwischen Licht und Materie sowie die produktions-systematische Wechselwirkung zwischen Werkstoff und Produkt sollen hierbei ganzheitlich erforscht werden.

Ziel ist es, innovative zukunfts-trächtige Produktionsverfahren zu entwickeln. Gemeinsam mit dem Institut für Eisenhüttenkunde (IEHK) wird die Aufgabe des Gießerei-Instituts sein, die Werkstoffentwicklung hinsichtlich der eingesetzten metallischen Pulver voranzutreiben und neue werkstoffkundliche Möglichkeiten, die diese Prozessroute bietet, zu erforschen. Hierfür sind mit einem Investanteil von ca. 3 Mio. € eine Pulververdünsungsanlage und eine Analytik zur Untersuchung der Werkstoff- und Bauteileigenschaften geplant. Mit dieser neuen Art des „Urformens“ ergibt sich für das Gießerei-Institut ein innovatives und zukunfts-trächtiges Betätigungsfeld, welches wir dank dieser Initiative intensiv bearbeiten können.



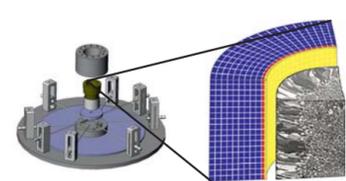
Pulververdünsungsanlage zur Entwicklung werkstofftechnischer Innovationen Bild: ALD Vacuum Technologies

Lenkungs- und Vorhersagemethoden zur verzugsminimalen Herstellung von Gussbauteilen

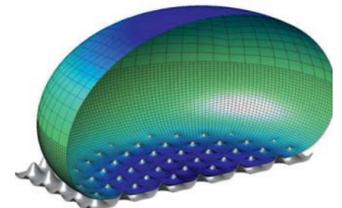
Der neu bewilligte Sonderforschungsbereich 1120 „Bauteilpräzision durch Beherrschung von Schmelze und Erstarrung in Produktionsprozessen“ unter Federführung des Lehrstuhls für Lasertechnik der RWTH Aachen hat zum Ziel, die Präzision bei der Fertigung mit Schmelze behafteten Prozessen um eine Größenordnung zu steigern. Im Bereich des Gießens und Erstarrens sollen hierzu Len-

kungs- und Vorhersagemethoden zur verzugsminimalen Herstellung von Gussbauteilen erarbeitet werden. An diesem Themenkomplex arbeiten voraussichtlich ab Ende des Jahres die Forschungsstellen AICES, ACCESS und Gießerei-Institut, um skalenergreifende und quantitative thermomechanische Mehrphasensimulationen zur Minimierung des Verzugs von Gussbauteilen zu erreichen. Hierzu

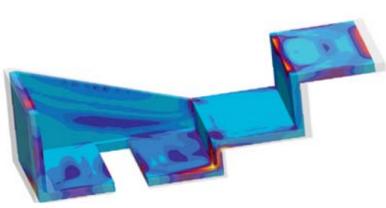
werden neue Kontaktalgorithmen entwickelt, auf Basis von Mikrostruktursimulationen thermomechanische Eigenschaften mittels Homogenisierung berechnet und diese anisotropen Eigenschaften mit Hilfe neu zu entwickelnder Kopplungsmethoden an die Verzugssimulation angebunden. Auf experimenteller Seite werden grundlegende Zusammenhänge erarbeitet sowie Kompensationsmethoden und Benchmarkexperimente entwickelt.



Bestimmung des Wärmeübergangs als Funktion von Spaltbreite und Kontaktdruck



Modellierung des fest-flüssig Kontakts



Quantitative thermomechanische Mehrphasensimulation anhand eines Testbauteils.

Römischen Bronzegießern auf der Spur – Gussimulation einer Großbronze

Im Rahmen des archäologischen Forschungsprojekts „Römische Großbronzen am UNESCO-Welterbe Limes“ wurde am Gießerei-Institut der Guss des antiken Bronzekopfes Kaiser Gordians simuliert und experimentell nachvollzogen. Das Gussvolumen für die Simulation wurde aus den Daten einer Computertomografie der antiken Oberfläche sowie des Laserscannings einer Kernrekonstruktion erzeugt und um alternative Anschnittsysteme ergänzt. Aus verschiedenen Variationsrechnungen mit für die Antike wahrscheinlichen Parametern ergab sich eine optimale Formfüllung beim Vergießen einer Bronzschmelze von knapp 1100°C im

steigenden, indirekten Guss in Lehmformen zwischen 100°C und 150°C. Eine erstaunliche Übereinstimmung zeigte die Vorhersage der vermeintlichen Porositätsbereiche für die Augen- und Stirnpartie mit den eben an diesen Stellen gehäuften antiken Reparaturstellen zur Kaschierung von Gussfehlern. Die vielfältigen Ergebnisse des gesamten Forschungsprojekts präsentiert die Wanderausstellung „Gebrochener Glanz“ noch bis zum 20. Juli 2014 im LVR-Landesmuseum Bonn, anschließend im Limesmuseum Aalen (16. August 2014 bis 22. Februar 2015) und im Museum Het Valkhof Nijmegen (21. März bis 21. Juli 2015).



Vernetztes Gussvolumen (Schnitt, Blick von oben in den Kopf)

Aktuelle Mitarbeiterstatistik

Unsere Institutsleitung (Prof. A. Bührig-Polaczek, Prof. D. Zander und Oberingenieur Dr. U. Vroomen) wird derzeit tatkräftig unterstützt von 3 Mitarbeiterinnen im Sekretariat, 18 wissenschaftlichen und 13 technischen Mitarbeiter/innen, 1 Gastwissenschaftler, sowie einigen wissenschaftlichen und studentischen Hilfskräften.

Wir begrüßen 3 neue Mitarbeiter: Frank Schmidt, Christian Schnatterer und Thomas Vossel als wissenschaftliche Mitarbeiter.

Wir gratulieren

Zur Promotion: Dr.-Ing. Oliver Kätzlitz: „Technologische Entwicklung zur Herstellung von near-net shape Niederdruckturbinenschaufeln aus dem intermetallischen Werkstoff Titanaluminid im Feinguss.“

Zum abgeschlossenen Diplomstudium: Ronny Hubert, Johannes Kull.

Zum abgeschlossenen Masterstudium: Julian Pabst, Nadine A. Nikolei, Thomas Vossel, Johannes Brachmann, Alexander Gußfeld, Frank Schmidt, Paul Ohm, Renée Chr. Fuchs, Christian Schnatterer.

Zum abgeschlossenen Bachelorstudium: Matthias Dechent, Peter Wilhelm, Max J. Rother, Laura I. Klinkenberg, Martin Hamacher, Christoph Schiffers, Michael Wolff.



Wir trauern um

Prof. Dr. Dr. E.h. Peter R. Sahn, der am 19.12.2013 verstorben ist. Als langjähriger Direktor und ordentlicher Professor hat er das Gießerei-Institut entscheidend geprägt. Einen Nachruf finden Sie in dieser erweiterten Ausgabe unseres Newsletters.



Karl-August Engels, der am 23.03.2014 im Alter von 85 Jahren verstorben ist. Engels studierte am Gießerei-Institut noch unter dem Institutsgründer Professor Eugen Piwowarsky sowie dessen Nachfolger Professor Wilhelm Patterson. Nach seinem Studium war er einige Zeit Vorsitzender der Aachener Gießer-Familie AGIFA und blieb ihr bis zuletzt verbunden. Er hielt 1991 die Rede zur Gedenkfeier anlässlich des 100. Geburtstages Piwowarskys und 2011 im kleineren Rahmen zum Gedenken des 110. Geburtstages.

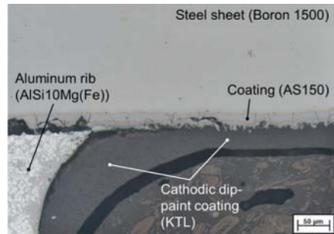
Termine zum Vormerken

28.07.-01.08.2014: Aluminium Summer School 2014
25.09.2014: Betriebsausflug GI/ACCESS
04.12.2014: AGIFA-Symposium zu Ehren Prof. Dr. Dr. E.h. Peter R. Sahn

„Korrosion und Korrosionsschutz“

Korrosionsschutz von Stahl-Aluminium-Verbundguss

Zum Verständnis von Korrosionsmechanismen sowie der Beurteilung wirksamer Verfahren zum Schutz von Stahl-Aluminium-Verbundprofilen werden am Lehrstuhl für Korrosion und Korrosionsschutz Korrosionsversuche an hybriden Leichtbaustrukturen durchgeführt. Die Herstellung erfolgt in einem erweiterten Druckgussprozess, indem an das zuvor umgeformte Blecherzeugnis eine Leichtmetallschmelze angegossen wird. Dabei kommt es an der Grenzfläche zu einer kombinierten form- und kraftschlüssigen Anbindung der beiden Materialpartner. Sowohl unbeschichtete als auch KTL-lackierte und zusätzlich wachversiegelte Strukturen verschiedener Material- und Blechbeschichtungsvarianten wurden einer sechswöchigen, zyklischen Klimawechselbelastung ausge-



Barrierewirkung der KTL-Beschichtung

setzt. Während an unbeschichteten Profilen starke Korrosionserscheinungen beobachtet wurden, lässt sich das Voranschreiten der Korrosion durch die Versiegelung mit hochbetzendem KTL-Lack und einem hydrophoben Wachüberzug wirksam unterbinden.

Neue Vertiefungsfächer des Lehrstuhls für Korrosion und Korrosionsschutz

Zum Wintersemester 2014/2015 wird der Lehrstuhl für Korrosion und Korrosionsschutz im Masterstudiengang Werkstoffingenieurwesen eine neu konzipierte Vertiefungsrichtung sowie weitere Wahlfächer mit dem Schwerpunkt Korrosion anbieten. Neben den Grundlagen der elektrochemischen Korrosion, Hochtemperaturkorrosion und des Korrosionsschutzes sollen innovative und praxisnahe Themen beleuchtet werden. Dazu zählen aktuelle Fragestellungen und Herausforderungen der Schlüsselindustrien wie beispielsweise der Automobil- und Ener-

gieindustrie. Die praktische Beurteilung von industriesspezifischen Schadensfällen soll die Studierenden hinsichtlich Werkstoffauswahl und Konstruktionsoptimierung vor dem Hintergrund der korrosionsgerechten Bauteillegung sensibilisieren. Ein werkstoffübergreifendes Verständnis – von Aluminium bis Zink – hinsichtlich Korrosion soll dabei durch fundierte Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Herstellung, Mikrostruktur, Korrosionseigenschaften und Beschichtungskonzepten geschaffen werden. Wir freuen uns auf zahlreiche Hörer/Innen.

„Neues von ACCESS“

Neue automatisierte Keramikanlage

Im September dieses Jahres erhält das Access Techcenter, gefordert durch das Ministerium für Wirtschaft, Energie, Industrie, Mittelstand und Handwerk des Landes Nordrhein-Westfalen, eine vollautomatisierte Anlage der Firma VA Technology Ltd. zur Herstellung keramischer Formen für den Feingussprozess von Niederdruckturbinenschaufeln aus Titanaluminid. Das Wesentliche dieser Anlage ist die vollständige Integration aller Systemelemente in Verbindung mit einem computergesteuerten Formschalen-Management-System. Die Steuerung instruiert einen 6-Achs-Roboter, die Wachskluster selbstständig zu reinigen sowie den Tauch-, Besandungs- und Trocknungsprozess auszuführen. Die Gehänge werden je nach Schicht in unterschiedlich klimatisierten Bereichen getrocknet. So ist es möglich, bis zu zehn keramische Formschalen pro Tag vollautomatisch herzustellen. Jeder Formschale



Möglicher Aufbau der automatisierten Keramikanlage Bildquelle: VA Technology Ltd.

hohe Temperaturen“ in „Kontakt + Studium“ (Band 25) S. 137-149 57. P.R. Sahn und F. Schubert 1978: „Precision Cast Directionally Solidified Co-Cr7C3 Eutectic In-situ Composites for Stationary Gas Turbine Blades“ in Proc. Conf. In-situ Composites III, Boston, Mass., p. 268-277 58. P.R. Sahn und U.W. Hillebrandt 1979: „Betriebsversuche mit gerichtet erstarrter eutektischer Superlegierung“ Z. Werkstofftech. 10 (8) 257-262 59. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung eutektischer Legierungen: Werkstofftechnologie für Gasturbinenschaufeln“, Metall 23 328-333 60. H. Sprenger, K. Schweitzer und P.R. Sahn 1980: „Potential der Stützhautechnologie“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 213-227 61. P.R. Sahn 1980: „Werkstofftechnologie für Metalle und Verbundwerkstoffe: Die Schwermetalle“ in „Spezialab Sahn“ Status Seminar 1979 BMFT S. 142-143 62. P.R. Sahn 1980: „Gerichtete Erstarrung e