



**UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN**

Universitätsbibliothek Paderborn

Forschung & Praxis

Universität Paderborn

Paderborn, 1993/96(1997)

Fachbereich 10

urn:nbn:de:hbz:466:1-29509

Maschinentechnik I

Leiter/in

Dekan Prof. Dr. Ortwin Hahn (Tel. 05251/60-22 54)

Dekanat

Raum P1 316,

Universität-Gesamthochschule Paderborn

Fachbereich 10

Warburger Straße 100,

33098 Paderborn,

Tel. 05251/60-2255, Fax 05251/60-3718,

URL <http://www.fb10.uni-paderborn.de>



Fachgebiete

Angewandte Mechanik, FAM

Automatisierungstechnik - Mechatronik Laboratorium Paderborn, MLaP

Computeranwendungen und Integration in Konstruktionslehre und Planung, C.I.K.

Konstruktionslehre, LKL

Kunststofftechnologie Paderborn, KTP

Mechanische Verfahrenstechnik

Mechatronik und Dynamik

Rechnerintegrierte Produktion

Technische Mechanik, LTM

Umformende Fertigungsverfahren

Verfahrenstechnik

Wärme- und Kältetechnik, WKT

Werkstoff- und Fügetechnik, LWF

Werkstoffwissenschaften, FWP

Fachgruppe Angewandte Mechanik

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P12.08.1, Tel. 05251/60-2200, Fax 05251/60-3719,
E-Mail ulla@fam.uni-paderborn.de,
URL <http://fam.uni-paderborn.de/>

Prof. Dr. Hans Albert Richard, Tel. 05251/60-2203, -2200, Fax 05251/60-3719,
E-Mail richard@fam.uni-paderborn.de

Weitere Wissenschaftler(innen)

Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Meierfrankenfeld (Tel. 05251/60-2231)

Kontaktperson(en)

Akad. Direktor Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz
(Tel. 05251/60-2293, E-Mail buchholz@fam.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Thomas Beier (ab 11/1996);
Akad. Direktor Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz;
Dipl.-Ing. Manfred Bürger (bis 12/1994);
Dr.-Ing. Gunter Kullmer; Dipl.-Ing. Burkhard May;
Dr.-Ing. Hinderk van Lengen (bis 5/1996); Priv. Doz. Dr.-Ing. Peter Pawliska;
Dr.-Ing. Michael Wingenbach (bis 3/1994); Dipl.-Math. Hartwig Bax (ab 10/1994)

Dauergäste

M. Sc. Hui Wang (Hochschule für Schiffbau, Harbin, VR China, ab 10/1992);
Prof. R. Rikards (Riga Technical University, Riga, Latvia, 5/1993-7/1993, 4/1996,
10/1996-11/1996);
Dr. S. Ding (Oregon Graduate Institute of Science and Technology, Portland, Oregon,
USA, 10/1993-3/1994);
Prof. M. Kumosa (Oregon Graduate Institute of Science and Technology, Portland,
Oregon, USA, 9/1994-10/1994);
Prof. T. S. Ramamurthy (Indian Institute of Science, Bangalore, India, 6/1995);
Prof. L. V. Nikitin (Russia Academy of Sciences and Lomonosov, Moscow State
University, Moscow, Russia 12/1996-2/1997)

Promotionen

Dipl.-Ing. Gunter Kullmer, 3/1993, *Tragfähigkeitsvorhersage für Bauteile mit Kerben und Rissen.*

Dipl.-Ing. Michael Wingenbach, 4/1994, *Lebensdauervorhersage scharf gekerbter Bauteile - Ein Beitrag zur Erweiterung der schadenstoleranten Bauteilauslegung.*

Dipl.-Ing. Hinderk van Lengen, 5/1996, *Effiziente Nutzung der Finite-Element-Methode auf Mehrprozessorenrechnern.*

Habilitationen

Dr.-Ing. Peter Pawliska, 1/1996, *Stabiles Rißwachstum in duktilen Materialien bei kombinierter Normal- und Schubbeanspruchung.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Die Fachgruppe Angewandte Mechanik betreibt grundlagen- und anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Angewandten Mechanik mit Ausprägungen in die Bereiche Strukturmechanik, Biomechanik, Computer-

simulation, Umweltmechanik und Mechatronik. Hauptschwerpunkte sind Untersuchungen zur festigkeitsoptimierten und bruchsaferen Gestaltung von Produkten, biomechanische Analysen des menschlichen Bewegungsapparats und Optimierung und Neuentwicklung von Produkten.

Forschungsschwerpunkte (Prof. Richard):

- Die Strukturmechanik beschäftigt sich mit der fachgerechten Dimensionierung komplexer Bauteile und Strukturen bei mechanischer und/oder thermischer Belastung. Werkzeuge sind hierbei Spannungs- und Verformungsanalysen sowie Kerbspannungsuntersuchungen und die Bruchmechanik.
- Im Bereich Biomechanik steht die Erstellung von Finite-Element-Modellen von Teilen des menschlichen Bewegungsapparats auf der Basis von Computertomographie-daten im Vordergrund. Ziel ist die Abschätzung von Verletzungsrisiken und die Optimierung des Einsatzes von Fixatoren und Prothesen.
- Ein Hauptanliegen der Computersimulation ist die praxisorientierte Weiterentwicklung von Finite-Element-Software, insbesondere auf Mehrprozessorsystemen, und deren effiziente Nutzung in vielen Anwendungen wie zum Beispiel der Simulation von Rißausbreitungsvorgängen.
- Die Umweltmechanik beschäftigt sich mit Schadens- und Sicherheitsanalysen als Grundlage für die Entwicklung und Umsetzung konsequent festigkeitsoptimierter Leichtbauelemente mit erhöhter Lebensdauer und Betriebssicherheit. Ziel ist die Schonung vorhandener Ressourcen und eine Verminderung der Umweltrisiken in allen Produktlebensphasen.
- Ziel der Mechatronik ist die Entwicklung mechatronischer Produkte durch interdisziplinäre Zusammenarbeit mit Kollegen aus den Bereichen Informatik, Elektrotechnik und Maschinenbau. Im Vordergrund steht die Entwicklung intelligenter Heilungshilfen, basierend auf den Ergebnissen aus dem Forschungsschwerpunkt Biomechanik.



Arbeitsgebiete (Prof. Meierfrankenfeld):

- Analyse und Synthese periodisch arbeitender Getriebe.
- Schwingungsmessung und Auswuchttechnik in der Getriebe- und Maschinendynamik

Gastaufenthalte von Mitgliedern dieses Fachgebiets

Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz (Department of Materials Science and Engineering, Oregon Graduate Institute of Science and Technology, Portland, Oregon, USA, 8/1995-9/1995)

Eigene Tagungen

- Vortragsveranstaltung der DVM-AG „Mixed Mode-Probleme“, Universität-GH Paderborn, jährlich, Dr.-Ing. F.-G. Buchholz (Leiter)
- COMETT-Course on „Integrity Considerations of Advanced Materials“, Universität-GH Paderborn, 26.-28.9.1994, Dr.-Ing. F.-G. Buchholz (Course Director)
- Indo-German Workshop on „Fracture Mechanics“, Indian Institute of Science, Bangalore, India, 28.3.-1.4.1994, Prof. Krishnamurthy, Dr.-Ing. F.-G. Buchholz (Chairman)

Gutachtertätigkeiten

Erstellung von Gutachten für die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG)

Preise für Mitglieder dieses Fachgebiets

Preis der Fachschaften für hervorragende Leistungen in der Lehre 1995 für Dr.-Ing. Gunter Kullmer

Mitgliedschaften

- Mitglied im Programmausschuß des Arbeitskreises „Bruchvorgänge“ und Leiter der AG „Mixed Mode-Probleme“ im Deutschen Verband für Materialprüfung (DVM), Berlin (Dr.-Ing. Buchholz)
- Vorsitzender des Kuratoriums der Weidmüllerstiftung, Detmold (Prof. Dr.-Ing. Richard)
- Vorsitzender des Technologie Forum Paderborn (Prof. Dr.-Ing. Richard)
- Mitglied der Standortkonferenz Paderborn (Prof. Dr.-Ing. Richard)
- Mitglied im Beirat des Technologiepark Paderborn (Prof. Dr.-Ing. Richard)
- Mitglied im Regionalen Förderkreis Paderborn (Prof. Dr.-Ing. Richard)

Leistungsangebot für die Praxis

Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard - Prof. Dipl.-Ing. Bernhard Meierfrankenfeld

Gutachten: - Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), - Industrie,
- Gewerbeaufsicht.

Forschungs-, Entwicklungs- und Auftragsarbeiten werden auf Anfrage in Zusammenarbeit mit der Industrie im Rahmen der Arbeits- und Forschungsgebiete durchgeführt.

Beratung in folgenden Bereichen: - Bruchmechanik, Schadensanalyse,
- Finite Element Analysen, - Maschinendynamik, - Getriebelehre, - Statik, Festigkeit, Stabilität im Maschinenbau.

Diplomarbeiten: - Im Rahmen unserer Arbeits- und Forschungsgebiete werden häufig Studien- und Diplomarbeiten in enger Abstimmung und Zusammenarbeit mit regional und überregional ansässigen Firmen durchgeführt.

Kooperationen: - Im Rahmen von Forschungsprojekten existieren zahlreiche Kooperationen mit regional und überregional ansässigen Firmen (u.a. mit den Firmen Benteler Automobiltechnik, Paderborn; Hella KG, Lippstadt; Lödige Maschinenbau, Paderborn; TPS-Kunststoffbehälterbau GmbH, Steinheim; Weidmüller Interface GmbH & Co., Detmold).

Ausstattung / Geräte / Methoden

- rechnergesteuerte servohydraulische Prüfmaschine der Firma Schenck, Prüflast 100 kN
- rechnergestützte Meßwerterfassung, -verarbeitung und -auswertung
- Meßmikroskop
- spannungsoptische Ausrüstung
- Schwingungs- und Unwuchtmeßgerät
- zahlreiche PC- und SUN-Workstation-Arbeitsplätze
- CAD- und Finite-Element-Programmsysteme
- Datennetzanschluß an das Hochschulrechensystem und an die massiv parallelen Rechner des Paderborn Center for Parallel Computing (PC²).

Weitere Angaben

Dr.-Ing. F.-G. Buchholz, Vertrauensdozent der Carl Duisberg Gesellschaft e.V.

Forschungsprojekte

J_I -values and J_R -curves for superimposed mode I and mode II loading

J_I -Werte und J_R -Kurven bei überlagerter Mode-I und Mode-II Beanspruchung

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard
Priv. Doz. Dr.-Ing. Peter Pawliska;
Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz
Prof. Dr. Seeger (TH Darmstadt);
Prof. Dr. H. G. Hahn (Universität Kaiserslautern);
Dr.-Ing. P. Diekmann
(ERNO-Raumfahrttechnik, Bremen);
Prof. Dr. Sakata
(Tokyo Institute of Technology, Tokyo);
Prof. Dr. Aoki
(Tokyo Institute of Technology, Tokyo)

Kooperierende Wissenschaftler:

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn
10/1989 - 12/1996

Hauptschwerpunkt der Untersuchungen ist, mittels J_I - und J_R -Kurven Aussagen über das Rißwachstum von elastoplastisch beanspruchten Bauteilen treffen zu können. In Erweiterung zu den bisher durchgeführten Untersuchungen werden Experimente an CTS-Proben unter Lastbedingungen durchgeführt, die zu einem überlagerten Normal- und Schubbeanspruchungszustand führen. Die Aufspaltbarkeit von J , die numerisch bereits erfolgreich in dieser Fachgruppe durchgeführt wurde, wird auch experimentell überprüft. Die Initiierungswerte der Last werden mittels zwei verschiedener Verfahren (optisch mit Mikroskop sowie aus dem Last/Potential-Verformungsdiagrammen) bestimmt. Die experimentell gewonnenen Ergebnisse werden numerisch unter Anwendung der Finite-Element-Methode bis zum Erreichen der Initiierungslasten überprüft.

Shortening process for experimental determination of J_R -curves for superimposed mode I and mode II loading

Abkürzungsverfahren zur experimentellen Bestimmung der J_R -Kurven bei überlagerter Mode I- und Mode II-Beanspruchung

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard
Priv. Doz. Dr.-Ing. Peter Pawliska;
M. Sc. Hui Wang

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn
6/1996 - 11/1997

Zur Beschreibung der quasistatischen Rißausbreitung in elastoplastisch deformierten, ebenen Bauteilen wird das J -Integral sowie seine den Rißöffnungsarten I, II zugehörigen Komponenten J_I und J_{II} sowohl numerisch als auch experimentell bestimmt. Im vorherigen Forschungsprojekt „ J_I -Werte und J_R -Kurven bei Mixed Mode“ wurde die Mehrprobentechnik zur experimentellen Bestimmung von J angewendet. Hierbei wurden für unterschiedliche Rißbeanspruchungsarten, ausgehend von Mode I über Mixed Mode bis zu Mode II, die R -Kurven bestimmt. Der damit verbundene experimentelle Aufwand war beträchtlich. In diesem Forschungsprojekt wird ein Konzept erarbeitet, das eine direkte Bestimmung der R -Kurven bei kombinierter Normal- und Schubbeanspruchung aus einem Versuch ermöglicht. Mittels der im o. a. Projekt vorliegenden Versuchsdaten einerseits und einigen neuen Versuchen soll diese neue Methode überprüft und bestätigt werden.

Determination and valuation of residual stresses in crack tip vicinity under complex vibration loading
Ermittlung und Bewertung von Eigenspannungen in Rißspitzenumgebung bei komplexer schwingender Beanspruchung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. B. Scholtes (Universität-GH Kassel); Prof. Dr.-Ing. D. Löhe (Universität Karlsruhe (TH))

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Institut für Werkstofftechnik - Metallische Werkstoffe, Universität-GH Kassel; Institut für Werkstoffkunde, Universität Karlsruhe (TH)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn
11/1996 - 10/1998

Laufzeit:

Das Ausbreitungsverhalten von Ermüdungsrissen ist in vielen Fällen lebensdauerbestimmend. Hierbei kommt den in Rißspitzenumgebung auftretenden Eigenspannungen eine große Bedeutung zu. Im Rahmen des Forschungsprojekts sollen diese bei komplexer schwingender Beanspruchung sowohl experimentell als auch numerisch mit Hilfe der Finite Element Methode ermittelt werden und im Hinblick auf das beobachtete Rißausbreitungsverhalten analysiert werden. Die Ergebnisse sollen die Basis für die Entwicklung von analytisch empirischen Modellen zur Beschreibung der Ermüdungsrißausbreitung unter unterschiedlichen Beanspruchungsbedingungen liefern.

Fracture and optimal design of interfaces in fibre reinforced polymer composites

Bruch und Optimierung von Grenzflächen in faserverstärkten Polymer-Verbund-Werkstoffen

Leitung / Koordination: Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz
Weitere Ansprechpartner: M. Sc. Hui Wang
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr. R. Rickards (Riga Technical University, Riga, Latvia); Dipl.-Ing. A. Korjakin (Riga Technical University, Riga, Latvia); Prof. Dr. A. K. Bledzki (Universität-GH Kassel)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Institut für Werkstofftechnik
- Kunststoffverarbeitung, Universität-GH Kassel
Institute of Computer Analysis of Structures,
Riga Technical University, Riga, Latvia

b) im Ausland:

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Volkswagen-Stiftung, Hannover
1/1996 - 12/1997

Laufzeit:

Das interlaminare Bruchverhalten faserverstärkter Verbundwerkstoffe hängt wesentlich von der Haftung zwischen den eingebetteten Fasern und der sie umgebenden Matrix ab. Deshalb soll in diesem Forschungsprojekt der Einfluß unterschiedlicher Oberflächenbehandlungen der Fasern mit Haftvermittlern auf die interlaminare Bruchzähigkeit näher untersucht werden. Als Verbundsystem wird eine Epoxidmatrix mit eingebetteten Glasfasern gewählt, die speziellen Oberflächenbehandlungen mit Polyethylen oder Silane in Verbindung mit weiteren Haftvermittlern

unterzogen werden. Ziel der Untersuchung ist es durch die verbesserte Faser/Matrix-Haftung die interlaminare Bruchzähigkeit des Verbundwerkstoffs bezüglich der unterschiedlichen bruchmechanischen Beanspruchungsmoden zu erhöhen, die beim Versagen infolge allgemeiner ebener Belastung auftreten können.

Parallel substructure technique for finite element analysis of mechanical systems on transputer networks

Parallele Substrukturtechnik zur transputergestützten Finite Element Analyse mechanischer Systeme

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Friedrich-Gerhard Buchholz
Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard;
Dr.-Ing. Hinderk van Lengen;
Dipl.-Math. Hartwig Bax

Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. Norbert Köckler
(Universität-GH Paderborn);
Prof. Dr. Burkhard Monien
(Universität-GH Paderborn)

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Paderborn Center for Parallel Computing (PC²)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:
Förderinstitution/en

PARSYTEC GmbH, Aachen

a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Heinz-Nixdorf-Institut (HNI), Paderborn
1/1991 - 12/1995

Erarbeitung von Ansätzen zur konsequenten Parallelisierung der Finite Element Methode in der Strukturanalyse. Dabei ist im Rahmen dieses Forschungsprojekts die optimale Zerlegung des Finite Element Netzes in Subnetze und die Berechnung mit Hilfe der Substrukturtechnik bearbeitet worden. Die aufwendigen Berechnungen wurden parallel auf den zur Verfügung stehenden Mehrprozessorsystemen des Paderborn Center for Parallel Computing (PC²) durchgeführt.

Biomechanics

Biomechanik

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard
Dr.-Ing. Gunter Kullmer
Dr. Susanne Fuchs (Universitätsklinik der
Westfälischen Wilhelmsuniversität, Münster);
Dr. Richard Nöcker
(St. Josefskrankenhaus, Paderborn);
Dr. Dee (St. Josefskrankenhaus, Paderborn);
Prof. Dr. Heinz Liesen
(Universität-GH Paderborn)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Heinz-Nixdorf-Stiftung, München
7/1996 - 12/1998

Ein wichtiges Einsatzgebiet der Angewandten Mechanik ist die Biomechanik. Das Teilgebiet der Biomechanik, mit dem sich die FAM beschäftigt, ist die Simulation von Beanspruchungen und Schäden am menschlichen Bewegungsapparat infolge sportlicher und alltäglicher Belastungen. Dazu werden Finite-Element-Modelle auf der Basis von Computertomographiedaten erstellt und für unterschiedliche Randbedingungen analysiert. Bei der FE-Modellerstellung liefern die CT-Daten nicht nur die Geometrie der zu untersuchenden Knochen sondern auch die nötigen Informationen bzgl. der lokal unterschiedlichen Steifigkeitsverteilung innerhalb der Knochen.

Ziele sind u. a. die Abschätzung von Verletzungsrisiken, die Verbesserung vorhandener Behandlungsmethoden, die Vermeidung von Folgeschäden, die Optimierung des Einsatzes von Fixatoren und Prothesen und die Verkürzung der Heilungsdauer nach Knochenbrüchen.

Acquiring of IT-Tools for Optimization of Mechatronical Products Erarbeitung von IT-Werkzeugen zur Optimierung mechatronischer Produkte

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Hans Albert Richard
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Thomas Beier
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier
(Universität-GH Paderborn);
Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
(Universität-GH Paderborn);
Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek
(Universität-GH Paderborn)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Medizinische Fakultät der Universität Köln

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen
5/1996 - 12/1997

Laufzeit:

Die Erhaltung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Wirtschaft erfordert die Entwicklung moderner Produkte. Diese erfordern eine enge Verknüpfung der Themengebiete Mechanik, Elektronik, Regelungstechnik und Informationstechnik während des gesamten Produktentwicklungsprozesses. Zur optimalen Entwicklung dieser neuen Mechatronik-Produkte müssen neue Impulse zur Erarbeitung neuer integrativer Entwicklungsmethoden und informationstechnischer Werkzeuge erarbeitet werden. Im Rahmen dieses Forschungsprojekts werden IT-Werkzeuge zur Entwicklung und Optimierung dieser mechatronischen Produkte erarbeitet. Hierzu gehören beispielsweise die Realisierung einer computerintegrierten Konstruktion und Produktion „maßgeschneiderter“ Prothesen an Hand von Computertomographiedaten durch Kombination neu entwickelter Bildverarbeitungssoftware mit CAE-Software und die Entwicklung intelligenter selbstoptimierender Heilungshilfen.

Ausgewählte Publikationen

Monographien:

- G. Kullmer: *Tragfähigkeitsvorhersage für Bauteile mit Kerben und Rissen*. Fortschritt-Berichte VDI Reihe 18 Nr. 152. Düsseldorf: VDI-Verlag 1994.
P. Pawliska: *Stabiles Reißwachstum in duktilen Materialien bei kombinierter Normal- und Schubbeanspruchung*. Fortschritt-Bericht VDI Reihe 18 Nr. 194. Düsseldorf: VDI-Verlag 1996.

Artikel:

- H. A. Richard, F.-G. Buchholz: *Bruch- und Ermüdungsvorgänge bei Mixed-Mode-Beanspruchung*. Proceedings der 25. Vortragsveranstaltung des DVM-Arbeitskreises Bruchvorgänge. Berlin: Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung (DVM) 1993; pp. 49-57.
F.-G. Buchholz: *Finite element analysis of a 3D mixed-mode fracture problem by virtual crack closure integral methods*. In: A. V. Krishna Murthy, F.-G. Buchholz (eds.): *Fracture Mechanics*. Bangalore: Interline Publ. 1994; pp. 7-12.
W. Linnig: *Some aspects of the prediction of fatigue crack paths*. In: H. P. Rossmanith, K. J. Miller (eds.): *Mixed-Mode Fatigue and Fracture*,ESIS European Structural Integrity Society Publications 14, 1993.

- P. Pawliska, H. A. Richard, P. Diekmann: *The behaviour of cracks in elastic-plastic materials under plane normal and shear loadings*. International Journal of Fracture 62, 1993; pp. 43-54.
- H. van Lengen, B. May, F.-G. Buchholz, H. A. Richard: *A substructured elastic-plastic fracture analysis programme for parallel processing on transputer networks*. In: J. R. Whiteman (eds.): *The Mathematics of Finite Elements and Applications*. New York: Wiley & Sons 1994; pp. 171-178.
- G. Kullmer, H. A. Richard, J. Weiser: *Finite-Element-Analysen auf der Basis von Computertomographiedaten*. Vortragsband des FE-Workshops „Die Methode der Finiten Elemente in der Biomedizin und angrenzenden Gebieten“, Universität Ulm, 1996.
- R. Rickards, F.-G. Buchholz, H. Wang: *Finite element analysis of delamination cracks in bending of cross-ply laminates*. Mechanics of Composite Materials and Structures, Vol. 2, 1995; pp. 281-294.
- B. Dattaguru, K. S. Venkatesha, T. S. Ramamurthy, F.-G. Buchholz: *Finite element estimates of strain energy release rate components at the tip of an interface crack under mode I loading*. Engineering Fracture Mechanics 49, 1994; pp. 451-463.
- S. Ding, I. Erding, F.-G. Buchholz, M. Kumosa: *Optimization of the adhesive joint IOSIPESCU-specimen for pure shear test*. International Journal of Fracture 76, 1996; pp. 1-20.
- O. Koca, F.-G. Buchholz: *Analytical- and computational stress analysis of fibre/matrix composite models*. Computational Materials Science 3, 1994; pp. 135-145.



Automatisierungstechnik - MLaP (Mechatronik Laboratorium Paderborn)

Pohlweg 55, 33098 Paderborn,
N 5.147, Tel. 05251/60-3166, Fax 05251/60-3550,
E-Mail gros@mlap.uni-paderborn.de

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel, Tel. 05251/60-2422, -3166, Fax 05251/60-3550,
E-Mail lueck@mlap.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Dr.-Ing. Wolfgang Moritz (Tel. 05251-602418, E-Mail moritz@mlap.uni-paderborn.de,
Fax 05251/60-3550);
Dr.-Ing. Karl-Peter Jäker (Tel. 05251-602419, E-Mail jaek@mlap.uni-paderborn.de,
Fax 05251/60-3550)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Michael Becker (seit 9.1.1995); Dipl.-Ing. Giulio Castiglioni (bis 28.2.1994);
Dipl.-Ing. Martin Hahn (seit 1.10.1991); Dipl.-Ing. Carsten Homburg (seit 15.9.1993);
Dipl.-Ing. Uwe Honekamp (seit 8.7.1991); Dr.-Ing. Karl-Peter Jäker;
Dipl.-Ing. Frank Junker (bis 31.12.1995); Dipl.-Ing. Peter Klingebiel (bis 31.12.1995);
Dipl.-Ing. Walter Kuhlbusch (seit 1.4.1995);
Dipl.-Ing. Martin Landwehr (seit 16.9.1991); Dipl.-Ing. Ulrich Lefarth (bis 30.9.1995);
Dipl.-Ing. Xiaobo Liu (seit 1.7.1996); Dipl.-Ing. Ulrich Meier-Noe (seit 2.5.1995);
Dr.-Ing. Wolfgang Moritz; Dipl.-Ing. Rolf Naumann (seit 15.1.1993);
Dipl.-Ing. Rainer Rasche (seit 1.7.1996); Dipl.-Ing. Hubert Reelsen;
Dipl.-Ing. Jobst Richert (bis 30.9.1996); Dipl.-Ing. Michael Robrecht (seit 1.7.1995);
Dipl.-Ing. Rüdiger Rutz (bis 31.12.1994); Dipl.-Ing. Friedhelm Schlüter (seit 1.2.1993);
Dipl.-Ing. Herbert Schütte (bis 31.3.1996); Dipl.-Ing. Gregor Schulte-Kellinghaus;
Dipl.-Ing. Jürgen Seuss (seit 1.3.1995); Dipl.-Ing. Ralf Stolpe (seit 1.6.1994);
Dipl.-Ing. Monika Stumpe (seit 1.11.1996);
Dipl.-Ing. Stephanie Toepper (seit 4.10.1994);
Dipl.-Ing. Reinhard Vullhorst (bis 28.2.1994);
Dipl.-Ing. Peter Wältermann (seit 1.6.1993); Dipl.-Ing. Gerd Wittler (seit 3.8.1992);
Dipl.-Ing. Matthias Wolf (1.12.1995)

Promotionen

Dipl.-Ing. Andreas Engelke, November 1994, *Transient - Ein Werkzeug zur verteilten Simulation mechatronischer Systeme unter Echtzeitbedingungen.*

Dipl.-Ing. Manfred Hentschel, April 1995, *Eine Fahrzeugmodellbibliothek als Basis für mechatronische Systeme.*

Dipl.-Ing. Engelbert Waßmuth, Juli 1995, *Rechnergestützter Entwurf von mechatronischen Systemen der Feinwerktechnik am Beispiel von Impact-Matrixdruckköpfen.*

Dipl.-Ing. Rüdiger Neumann, August 1995, *Beobachtergestützte dezentrale entkoppelnde Regelung von Robotern mit elastischen Gelenken.*

Dipl.-Ing. Ulrich Lefarth, Juli 1996, *SIMEX - eine offene Simulationsumgebung zum rechnergestützten Entwurf mechatronischer Systeme.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Mechatronische Systeme sind durch besonders hohe Anforderungen an das dynamische Verhalten gekennzeichnet, die durch die Integration mechanischer Strukturen mit Sensorsystemen, aktiven Eingriffen und umfangreicher (digitaler) Informationsverarbeitung erfüllt werden. Dies ist ein **funktionaler Aspekt**, wobei im Fall der Mechatronik der Begriff Funktion sich auf

- die Bereitstellung eines vorgegebenen Bewegungsverhaltens durch einen Mechanismus (in der technischen Mechanik unter dem Stichwort **Kinematik** behandelt) und
- Analyse und Synthese des gesamten Verhaltens unter Wirkung von Kräften (in der technischen Mechanik unter dem Stichwort **Dynamik** mit den Untergruppen Statik und Kinetik behandelt)

bezieht. Im Mittelpunkt des Entwurfs mechatronischer Systeme muß zuerst einmal eine im obigen Sinn „**funktionsorientierte**“ **Bearbeitung** stehen, ganz im Gegensatz zur herkömmlichen Maschinenbautradition, bei der bisher fast ausschließlich eine „**gestaltorientierte**“ **Bearbeitung angewendet** (und gelehrt) wird, die sich nach wie vor weitgehend auf einen evolutionären „Trial-and-Error“-Entwicklungskreislauf stützt.

 10

Arbeitsgebiete im einzelnen:

- Die objektorientierte Modellierung mechatronischer Systeme unter Berücksichtigung der unterschiedlichen physikalischen Wirkprinzipien, hier vor allem der Mechanik, der Hydraulik und der Elektrotechnik.
- Die Entwicklung neuer Konzepte für verteilte Simulationen, zuerst mit Hilfe der Kopplung unterschiedlicher Softwaresysteme auf der Basis von Interprozeßkommunikationsmechanismen unter UNIX, demnächst durch die Implementierung einer hardwareunabhängigen Simulatorplattform.
- Die Weiterentwicklung unserer rechnergestützten Entwurfsverfahren zur Realisierung von Steuerungen und Regelungen in linearen und nichtlinearen Mehrgrößensystemen.

Eigene Tagungen

Third Conference on Mechatronics and Robotics „From design methods to industrial applications“, Paderborn, 2.-4. Oktober 1995

Messeaktivitäten

Hannover-Messe Industrie, 1993, Hannover;
Internationale Automobilausstellung Nutzfahrzeuge, IAA, 1996, Hannover

Gutachtertätigkeiten

Erstellung von Einzelgutachten über Forschungsanträge für die DFG, für die VW-Stiftung und die Forschungsministerien der Länder Sachsen und Sachsen-Anhalt sowie für Veröffentlichungen in Fachzeitschriften und für Tagungsbeiträge.

Preise für Mitglieder dieses Fachgebiets

Deutsch-österreichischer Hochschul-Software-Preis (1992)

Mitgliedschaften

Beirat der Firma Fichtel & Sachs (bis 1996);
Beirat des Instituts für Mechatronik, Chemnitz

Weitere Angaben

Zweimalige Teilnahme (1995 und 1996) mehrerer Mitarbeiter und Studenten am internationalen Roboterwettbewerb im Rahmen des „Festival des Sciences et Technologies“ in La Ferté-Bernard (nahe Le Mans, Frankreich). Das Team des MLaP

belegte 1996 in den Kategorien Schnelligkeit, technische Problemlösung und Design jeweils den dritten Platz

Leistungsangebot für die Praxis

Gutachten und Untersuchungen
Forschungs- und Entwicklungsarbeiten
Beratung
Informationsmaterial
Weiterbildungsangebote
Diplom-/Doktorarbeiten in Kooperation mit Wirtschaftspartnern

Ausstattung / Geräte / Methoden

ca. 45 PC-Arbeitsplätze
ca. 7 UNIX-Arbeitsplätze (SUN, SGI)
Software-System „CAMEL“ (Computer-Aided Mechatronics Laboratory): Rechnergestützte Werkzeuge auf der Basis einer einheitlichen Beschreibungssprache für
- Modellbildung, Identifikation
- Regler- und Systementwurf sowie -optimierung
- Reglerrealisierung und Systemerprobung
Hardware zur Echtzeit-Realisierung von schnellen Mehrgrößenreglern auf der Basis von Transputern, Signalprozessoren und Power-PCs
Labore incl. der Ausstattung mit Sensorik und Aktorik für mechatronische Systeme aus den Bereichen
- Hydraulik, Fahrzeugtechnik
- Hybridantrieb
- Robotik
- Feinwerktechnik
Spezielle Meßgeräte: FFT-Analysatoren, Modal-Analysatoren

Siehe auch Angaben zum Heinz Nixdorf Institut

Forschungsprojekte

Active Suspension of the Coach O404

Aktive Federung im Reisebus O404

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Karl-Peter Jäker;
Dipl.-Ing. Michael Becker
Kooperierende Wissenschaftler: Dr.-Ing. Frank Frühauf, Daimler-Benz Forschung, F1, Stuttgart

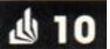
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Daimler-Benz Forschung, F1, Stuttgart;
Feinmechanische Werke Mainz,
Mainz-Mombach

Laufzeit: Oktober 1994 - Oktober 1996
Die durch eine aktive Federung mögliche automatische Horizontierung und die wesentlich höhere Dämpfung des Fahrzeugaufbaus gewährleisten selbst bei kritischen Fahrmanövern eine gute Beherrschbarkeit des Busses, was zu einem beträchtlichen Sicherheitsgewinn führt. Die Fahrgäste erleben dies als erhebliche Steigerung des Fahrkomforts. Kernstück des Systems ist ein Hydraulikzylinder zwischen Achse und Aufbau, der den herkömmlichen Dämpfer und die Luftfeder ersetzt. Gefedert wird zwar nach wie vor auf einem Luftpolster (Federspeicher), aber mit Öl als Übertragungsmedium. Die Dämpfung wird über ein Drosselmodul

eingestellt. Aufgrund der mehr als 15 jährigen Erfahrung auf dem Gebiet der aktiven Federungstechnik wurde das MLaP beauftragt, die Auslegung der aktiven Federung für den Reisebus zu übernehmen. Dies bedeutete die Dimensionierung des Aktuators (Kolbenflächen, Speichervolumina, Betriebsdrücke der Hydraulik etc.) sowie die Auswahl der notwendigen Sensoren und der erforderlichen Pumpenleistung. Der Regler wurde mit rechnergestützten Verfahren optimal ausgelegt und im Fahrversuch zusammen mit den Entwicklern der Mercedes-Benz AG und der Feinmechanischen Werke (FWM) erprobt.

Active Suspension by Means of an Electric Drive Aktive Federung mit Elektroantrieb

Leitung / Koordination: Prof. Dr. Joachim Lückel
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Karl-Peter Jäker;
 Dipl.-Ing. Friedhelm Schlüter
 Kooperierende Wissenschaftler: Dipl.-Ing. Rüdiger Rutz, Daimler-Benz
 Forschung, F1M/FA, Stuttgart



Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Daimler-Benz Forschung, F1M/FA, Stuttgart
 Laufzeit: April 1995 - Oktober 1996

Bei bisherigen aktiven Federungssystemen wird Öl unter hohem Druck über Ventile (als regelbare Drosseln) auf den Arbeitsdruck des Zylinders entspannt. Soll der Druck im Zylinder gesenkt werden, muß das Öl in den Tank zurückgeleitet werden, wobei es auf Umgebungsdruck entspannt wird. Die durch die Zentralpumpe entnommene mittlere hydraulische Leistung ergibt sich also als Produkt aus dem mittleren Volumenstrom der vier Ventile und dem Systemdruck. Da dieser mit etwa 180 bar fast doppelt so hoch liegt wie der Arbeitsdruck der Zylinder mit ca. 85 bar, nimmt die Pumpe etwa zweimal mehr Leistung auf, als zum Betrieb der Aktuatoren notwendig wäre.

Es liegt nahe, die Ventile (Servo- oder Proportionalventile) durch eine elektrisch angetriebene Pumpe (Elektropumpe) zu ersetzen. Bei dieser Lösung haben Zylinder und Speicher, von stationärer Kreisfahrt abgesehen, im Mittel das gleiche Druckniveau. Damit erfordert die Elektropumpe nur die zum aktiven Betrieb erforderliche Leistung zuzüglich eventueller Antriebsverluste. Treten aufgrund von Einzelhindernissen ausreichend große Druckdifferenzen an der Elektropumpe auf, so ist anstelle der Umwandlung der Strömungsenergie in Wärme deren Rückgewinnung (Rekuperation) möglich.

Semi-Active Vehicle Suspension Semiaktive Federung für Kraftfahrzeuge

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Karl-Peter Jäker;
 Dipl.-Ing. Friedhelm Schlüter
 Kooperierende Wissenschaftler: Dr.-Ing. Irmscher, Fichtel & Sachs AG,
 Schweinfurt

Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Fichtel & Sachs AG, Schweinfurt
 Laufzeit: Februar 1995 - Februar 1996

Bei Fichtel & Sachs wurde ein Teleskopdämpfer mit verstellbarer Dämpfercharakteristik für den Einsatz in Kraftfahrzeugen untersucht. Bereits realisiert sind Systeme mit diskreten Dämpferstellungen, wobei Systeme mit 2 Schaltstufen (hart und weich) bald durch solche mit drei (und mehr) Schaltstufen ersetzt wurden. Das untersuchte System hat aufgrund der kontinuierlichen Verstellung der Dämpfercharakteristik weitere Vorteile für die Beeinflussung der Fahrzeugdynamik.

In dieser Arbeit wurden vorrangig folgenden Themen behandelt: Die Vorbereitung der numerischen Analyse durch die Ableitung von mathematischen Modellen der Systemkomponenten; ein physikalisch motiviertes Modell des Dämpfers stand hier im Vordergrund. Der zweite Schwerpunkt lag auf der Untersuchung von Preview-Strategien insbesondere für die interne Vorausschau. Dabei stand nicht nur die Verbesserung der Regelgüte im Vordergrund, sondern auch der Versuch, Sensoren an der Hinterachse einzusparen.

Modelling, Simulation, and Control Design of the Automatic Steering of a Harvester Machine

Modellierung, Simulation und Reglerauslegung zur automatischen Lenkung einer Erntemaschine

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Karl-Peter Jäker
Kooperierende Wissenschaftler: Dr.-Ing. Diekhans, Claas GmbH, Harsewinkel
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Claas GmbH, Harsewinkel, NRW
Laufzeit: März 1996 - September 1996

Der Bereich der landwirtschaftlichen Erntemaschinen hat in den letzten Jahren einige grundlegende Entwicklungen durchlaufen. Der Trend geht hier zu immer größeren, leistungsfähigeren Maschinen, deren Einsatz zunehmend automatisiert wird. Das Plus an Leistungsfähigkeit wird durch größere Arbeitsbreiten und höhere Fahrzeuggeschwindigkeiten erreicht. Zur möglichst optimalen Auslastung der Arbeitsmaschine und zur Entlastung des Fahrzeugführers arbeitet man schon seit Jahren an der Weiterentwicklung einer Selbstlenkeinrichtung. Für diese Selbstlenkeinrichtung wurde ein Modell entwickelt und dann eine verbesserte Regelstrategie ausgelegt. Diese Arbeiten wurden im Rahmen einer Studienarbeit mit der Firma Claas, Harsewinkel, durchgeführt.

Development of Methods and Tools for the Design of Microsystems Methoden- und Werkzeugentwicklung für den Mikrosystementwurf (METEOR)

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Inform. Carsten Homburg;
Dr.-Ing. Ulrich Lefarth

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: Bergische Universität-GH Wuppertal (Wuppertal); Forschungszentrum Karlsruhe (Karlsruhe); Fraunhofer Gesellschaft IIS (Erlangen); Fraunhofer Gesellschaft IIS/EAS (Dresden); GMD (St. Augustin); Universität-GH Paderborn/C-LAB (Paderborn); Universität Karlsruhe - FZI (Karlsruhe); TU Berlin - Technologien der Mikroperipherik (Berlin); TU Chemnitz-Zwickau - Mikrosystem- und Gerätetechnik (Chemnitz)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Bosch (Stuttgart); Daimler-Benz AG (Ottobrunn); ebm (Muldingen); Harting Elektronik (Espelkamp); Kuhnke (Malente); MAZeT (Jena);

Mannesmann Tally (Ulm); MicroParts (Dortmund); PROFI Engineering Systems GmbH (Darmstadt); Siemens AG (München); Siemens-Nixdorf Informationssysteme/C-LAB (Paderborn); VDO (Schwalbach)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Bonn)

Laufzeit:

Januar 1993 - Dezember 1996

Ziel des Verbundprojektes METEOR ist eine komfortable Unterstützung des Entwicklers von Mikrosystemen durch Bereitstellung von problemorientierten Entwurfsmethoden und den entsprechenden Werkzeugen. Im Rahmen des Projektes haben das Mechatronik Laboratorium Paderborn (MLaP) und die Firma PROFI eine Entwurfsumgebung für die Modellbildung und Simulation elektro-magneto-mechanischer Mikrosysteme entwickelt. Typisches Anwendungsbeispiel ist dabei der rechnergestützte Entwurf von Nadeldruckköpfen, magnetischen Sensoren, elektro-magnetischen Aktoren, polarisierten Miniaturhubmagneten, Motoren für Kleinsysteme etc. Über eine Simulatorkopplung der am MLaP entwickelten Simulationsumgebung SIMBA zur Modellbildung und zur Simulation mechatronischer Systeme mit dem Programmpaket PROFI zur numerischen Feldberechnung wird eine Entwurfsumgebung bereitgestellt, mit der erstmals dreidimensionale, transiente Vorgänge adäquat modelliert und berechnet werden können. Durch einen baukastenartigen Aufbau aus einzelnen, autarken UNIX-Prozessen, die über Interprozeßkommunikation miteinander verknüpft sind, steht eine offene Entwurfsumgebung zur Verfügung, die durch beliebige Analyse-, Synthese-, Pre- und Postprocessingmodule erweitert werden kann und eine individuelle Konfiguration von umfangreichen Entwurfsexperimenten erlaubt.



Use of Parallel Computers in the Design and Realization of Complex Mechatronic Systems

Einsatz massiv paralleler Rechner beim Entwurf und der Realisierung komplexer mechatronischer Systeme (METRO)

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Peter Wältermann,

Dipl.-Ing. Uwe Honekamp,

Dipl.-Ing. Martin Hahn, Dipl.-Ing. Ralf Stolpe

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Heinz-Nixdorf-Institut, Paderborn;
GMD FIRST, Berlin; Institut für Mechatronik,
Chemnitz; C-Lab, Paderborn

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Daimler-Benz AG, Esslingen;
ETAS GmbH & Co. KG, Schwieberdingen;
Fichtel & Sachs AG, Schweinfurt

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Bonn)

Laufzeit:

April 1995 - März 1998

Im Rahmen des METRO-Projekts entsteht eine echtzeitfähige Softwareumgebung zur verteilten Hardware-in-the-Loop-Simulation mechatronischer Systeme. Die erstellte Software wird anhand eines im Projekt definierten Benchmarkbeispiels getestet und verbessert. Das Beispiel ist ein hybrider Antriebsstrang für ein Kfz, der aus einem Verbrennungsmotor, einem Generator und zwei Antriebsmotoren besteht. Das MLaP ist an diesem Projekt mit drei Teilprojekten beteiligt: 1. Erstellung einer Topologie-

ebene zur Verknüpfung von Modellen, die mit unterschiedlichen Modellierungswerkzeugen erstellt wurden. 2. Implementierung einer verteilten Simulationsplattform zur Hardware-in-the-Loop-Simulation modular aufgebauter mechatronischer Systeme. 3. Aufbau und Inbetriebnahme des Prüfstands für den hybriden Antriebsstrang.

Massively Parallel Systems - Algorithms, Design Methods, Applications, Self-Organizing Autonomous Mechatronic Systems
Massive Parallelität - Algorithmen, Entwurfsmethoden, Anwendungen, Vernetzung von autonomen mechatronischen Systemen zu selbstorganisierenden Gesamtsystemen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Rolf Naumann,
Dipl.-Ing. Rainer Rasche

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Deutsche Forschungsgemeinschaft DFG (SFB 376), Bonn

Laufzeit: Juli 1995 - Juli 1998
Das neu entstandene Fachgebiet der Mechatronik beschäftigt sich mit der integrativen Entwicklung technischer Systeme, die sich aus mechanischen, elektrotechnischen und informationsverarbeitenden Komponenten zusammensetzen. Im Rahmen des SFB „Massive Parallelität“ werden am Beispiel des Kreuzungsmanagements neue Analyse- und Synthesemethoden für komplexe vernetzte mechatronische Systeme entwickelt. Aus verschiedenen Richtungen in die Kreuzung einfahrende Fahrzeuge sollen selbstorganisierend in Absprache untereinander die Kreuzung kollisionsfrei und nach einer bestimmten Strategie (durchsatzoptimal, kraftstoff- und emissionsminimal) überqueren. Ein derartiges Verkehrssystem mit seinen vielen Teilnehmern weist einen hohen Anteil an natürlicher Parallelität auf. Daraus ergeben sich neue Aufgaben sowohl für die Modellierung als auch für die Regelung, die die wesentlichen Schwerpunkte in diesem Teilprojekt bilden.

Integration of Distributed Mechatronic Systems with Special Regard to Real-Time Behaviour

Integration verteilter Systeme der Mechatronik mit besonderer Berücksichtigung des Echtzeitverhaltens

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Jürgen Seuss;
Dipl.-Ing. Rainer Rasche
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. Werner Schiehlen, Institut B für Mechanik; Universität Stuttgart;
Prof. Dr.-Ing. Georg Färber, Lehrstuhl für Prozeßrechner;
Technische Universität München;
Prof. Dr.-Ing. Friedrich Pfeiffer, Lehrstuhl B für Mechanik; Technische Universität München;
Prof. Dr. rer. nat. Peter C. Müller, Fachgebiet Sicherheitstechnische Meß- und Regeltechnik, Bergische Universität-GH Wuppertal

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: VW-Stiftung, Hannover
Laufzeit: Januar 1993 - März 1997
Das Projekt „Integration verteilter Systeme der Mechatronik mit besonderer Berücksichtigung des Echtzeitverhaltens“ wird von fünf Universitätsgruppen - Lehrstuhl B für Mechanik, Prof. Dr.-Ing. Pfeiffer, Technische Universität München; Lehrstuhl für Prozeßrechner, Prof. Dr.-Ing. Färber, Technische Universität München; Mechatronik

Laboratorium Paderborn, Prof. Dr.-Ing. Lückel, Universität GH Paderborn; Institut B für Mechanik, Prof. Dr.-Ing. Schiehlen, Universität Stuttgart; Fachgebiet Sicherheitstechnische Regelung- und Meßtechnik, Prof. Dr.-Ing. Müller; Bergische Universität-GH Wuppertal - bearbeitet. Im Mittelpunkt des Projektes steht die Systematisierung des mechatronischen Entwicklungskreislaufs von der allgemeingültigen Modellbildung über Analyse und Synthese bis hin zur Realisierung unter Echtzeitbedingungen am realen Objekt, wobei die „Integration“ auch in der Beteiligung verschiedenster Ingenieurdisziplinen zu sehen ist. Die besondere Problematik mechatronischer Systeme spiegelt sich in den mannigfaltigen Aufgabebereichen dieses Verbundprojektes wider, das den ehrgeizigen Anspruch hat, anhand eines komplexen und praxisrelevanten Benchmarkproblems den kompletten Entwicklungszyklus abzudecken. Es wurde hierfür das „automatische Abschleppen“ oder auch „mechatronische Folgefahren“ als Beispiel gewählt. Hierbei handelt es sich um zwei Fahrzeuge, die hintereinander herfahren, wobei nur das erste durch einen Fahrer gelenkt wird. Der zweite PKW ist mit entsprechender Sensorik, Aktorik und digitaler Informationsverarbeitung ausgestattet, so daß er autonom folgen kann.



Mechatronic Toolset in Robotics

Mechatronischer Systembaukasten in der Robotik

- Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Wolfgang Moritz; Dipl.-Ing. Gerd Wittler; Dipl.-Ing. Ralf Stolpe; Dipl.-Ing. Herbert Schütte (dSPACE GmbH, Paderborn)
- Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. P. Drews, Dr.-Ing. G. Starke, Dipl.-Ing. Dieter Matzner (Europäisches Zentrum für Mechatronik, Aachen); Prof. Dr.-Ing. M. Hiller, Dr. B. Fink, Dipl.-Ing. M. Anantharaman, Dipl.-Ing. W. Risse, Dipl.-Ing. S. Vogel (Institut für Mechatronik, Moers); Prof. Dr.-Ing. Michaeli, Dr. M. Jehrke, Dipl.-Ing. T. Krusche (Institut für Kunststoffverarbeitung, Aachen)
- Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik: Europäisches Zentrum für Mechatronik (RWTH Aachen); Institut für Mechatronik (Moers); Institut für Kunststoffverarbeitung (RWTH Aachen)
- Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes NRW (Düsseldorf)
- Laufzeit: April 1991 - Dezember 1996
- Im Rahmen dieses Verbundprojektes wurde ein Modulbaukasten für die Robotik entwickelt. Dieser umfaßt sowohl Hard- als auch Software. Das Ziel war die Entwicklung von hochwertigen Komponenten unter Anwendung mechatronischer Entwurfsmethoden.
- Der Baukasten kann für anspruchsvolle Aufgaben eingesetzt werden, die bei hoher Bahngeschwindigkeit eine hohe Bahngenauigkeit erfordern.
- In Paderborn wurde dazu ein sechsachsiger Knickarmroboter von Grund auf neu aufgebaut. Es wurden Gelenkmodule entwickelt, die mit Harmonic-Drive-Getrieben und bürstenlosen Gleichstrommotoren ausgestattet sind. Diese Gelenkmodule können für unterschiedlichste Kinematiken eingesetzt werden. Der Knickarmroboter *tempo* (test manipulator paderborn) wurde mittels Armmodulen aus Aluminium aufgebaut. Zur Erhöhung der Steifigkeiten wurden Arme aus CFK gefertigt und getestet. Auch in der Robotersteuerungshardware findet sich der modulare Aufbau wieder. Sie besteht aus Peripheriekarten, Ansteuerkarten, Verstärkern und einer Multiprozessorhardware. Zur entwickelten Software für die Robotersteuerung gehören

die kartesische Bahnplanung für Geraden und Splines für den Offline- wie auch den Online-Betrieb. Die entwickelten und optimierten Reglerstrukturen beinhalten unter anderem eine Schwingungsdämpfung, eine Beschleunigungsvorsteuerung sowie Störgrößenbeobachter.

Modelling, Simulation, and Validation of Integrated Electro-mechanical Multi-Coordinate Drives
Modellbildung, Simulation und Validierung integrierter elektromechanischer Mehrkoordinatenantriebe

Leitung / Koordination: Prof. Dr. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Walter Kuhlbusch,
Dr.-Ing. Wolfgang Moritz
Kooperierende Wissenschaftler: Dipl.-Ing. Eugen Saffert, Institut für Mikro-systemtechnik, Mechatronik und Mechanik (Prof. Dr.-Ing. E. Kallenbach), TU Ilmenau;
Dipl.-Ing. Heiko Freudenberg, Institut für Mechatronik (Prof. Dr. sc. nat. P. Maißer), TU-Chemnitz

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen a) in der Bundesrepublik:

Institut für Mikrosystemtechnik, Mechatronik und Mechanik (Prof. Dr.-Ing. E. Kallenbach), TU Ilmenau;
Institut für Mechatronik (Prof. Dr. sc. nat. P. Maißer), TU Chemnitz

Förderinstitution/en a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn
Januar 1995 bis voraussichtlich August 1998

In vielen industriellen Bereichen, insbesondere in den Hochtechnologiebereichen Mikrosystemtechnik und Mikroelektronik, steigen die Anforderungen an die Genauigkeit von Mehrkoordinatenantrieben bei gleichzeitiger Verbesserung ihrer Dynamik. Für die ebene Bewegung wurde ein neuartiger elektromechanischer Mehrkoordinatenantrieb ohne Läuferfesselung entwickelt und gebaut, der eine hohe Bahngenauigkeit und eine Positioniergenauigkeit im Nanometerbereich erlaubt. Als typisch mechatronisches System sind in diesem Antrieb die Funktionen der Bewegungserzeugung, der Bewegungsumformung, der mechanischen Führung, der Meßwerterfassung und -verarbeitung sowie der Regelung integriert. Der horizontal aerostatisch gelagerte Läufer wird in seinen drei mechanischen Freiheitsgraden in der Ebene durch elektrodynamische Feldkräfte sowohl angetrieben als auch geführt. Die Bewegung einer unbekanntes Zusatzmasse mit einer Bahngenauigkeit im Mikrometerbereich bei Geschwindigkeiten von 0.5 m/s und Beschleunigungen von 10 m/s² stellt sehr hohe Anforderungen an die Regelung. Dazu werden Konzepte entwickelt und untersucht, die geeignete Führungsgrößenaufrichtungen und beobachtergestützte Störgrößenkompensationen beinhalten. Das Projekt wird von der DFG im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Systemintegration elektrischer Antriebe“ gefördert.

Development of a Tool Coupling the Mechatronic Design Software System CAMEL and the CAD/CAE/CAM Softwaresystem I-DEAS
Entwicklung einer Toolkopplung zwischen der mechatronischen Entwicklungsumgebung CAMEL und dem CAD/CAE/CAM-Softwaresystem I-DEAS

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Gerd Wittler, Dipl.-Ing. Martin Hahn,
Dr.-Ing. Wolfgang Moritz

Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier
(Heinz-Nixdorf-Institut, Universität-GH
Paderborn)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Bonn
Laufzeit: Juli 1996 - Juni 1997

Beim Entwurf mechatronischer Systeme steht die kontrollierte aktive Beeinflussung des dynamischen Bewegungsverhaltens der mechanischen Struktur unter Einbeziehung mechanischer Unzulänglichkeiten (z. B. Elastizitäten, Reibung, stochastische Störsignale usw.) im Mittelpunkt. Zur Zeit erfolgen die Entwicklung und die Optimierung der aktiven Komponenten (Aktoren, Sensoren, Controller) durch funktionsorientierte Entwurfsmethoden mit Unterstützung von CAE-Softwarewerkzeugen. Die Entwicklung und die Optimierung der passiven Komponenten (mechanische Strukturen) hingegen erfolgen durch gestaltorientierte Entwurfsmethoden mit Unterstützung von CAD- und FEM-Programmen. Im Hinblick auf die aus dem integrierten Entwurf abgeleiteten Anforderungen fehlt eine geeignete softwaretechnische Unterstützung, die sowohl die hierarchisch fachübergreifende Modellierung mechatronischer Systeme als auch die durchgängige und schnelle Analyse und Optimierung des dynamischen Verhaltens des Gesamtsystems ermöglicht. Ziel dieses Projekts ist es daher, eine Toolkopplung zwischen den am MLaP (Mechatronik Laboratorium Paderborn) entwickelten CAMEL-Tools (Computer-Aided Mechatronics Laboratory) und dem kommerziellen CAD/CAE/CAM-Softwaresystem I-DEAS zu konzipieren und exemplarisch zu implementieren



Object-oriented Modelling of Electro-Hydraulic-Mechanical Systems for a Computer-Based Product Development

Objektorientierte Modellbildung elektro-hydraulisch-mechanischer Systeme für eine durchgängig rechnergestützte Produktentwicklung (OMPRO)

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Ulrich Meier-Noe,
Dr.-Ing. Wolfgang Moritz,
Dipl.-Ing. Friedhelm Schlüter

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Sauer-Sundstrand GmbH & Co., Neumünster

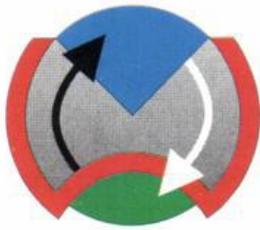
Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft,
Forschung und Technologie (Bonn)

Laufzeit: Mai 1995 - April 1997

Das Projekt OMPRO dient der Entwicklung und Erprobung eines Simulations-Programmsystems sowie der objektorientierten Modellbildung und Verifizierung hydraulischer Komponenten und Systeme. Für die Modellbildungsumgebung soll in Zusammenarbeit mit dem Industriepartner Sauer-Sundstrand eine Bauteilbibliothek hydraulischer Komponenten entstehen, deren Umfang sich an der Komplexität zweier zu bearbeitender Beispiele orientiert. Diese Beispiele sind eine elektrohydraulische Pumpenverstellung und ein Gabelstapler. Für die physikalischen Bauteile sollen unterschiedliche mathematische Repräsentationen erstellt werden, die verschiedene Modellierungstiefen abbilden. Mit Hilfe der so generierten mathematischen Modelle soll ein Simulations-Programmsystem entwickelt und erprobt werden. Basierend auf dem Modellentwicklungswerkzeug und der Simulationsumgebung, sollen verschiedene hydraulische Komponenten und Systeme verifiziert werden.

„Wir möchten, daß Ihr Start in die unternehmerische Selbständigkeit zu einem Erfolg wird.“



UmTec

**Umwelttechnologie- und Gründerzentrum
Höxter-Holzminden GmbH**

Das UmTec Höxter-Holzminden ist in seiner Konzeption darauf ausgerichtet, Existenzgründer und Jungunternehmer aus allen Bereichen der Umweltbranche aufzunehmen.



Die großzügige Architektur bietet viel Raum für gute Ideen.

Freundliche Büroräume ab 30 m², Labore ab 20 m² und Fertigungsräume ab 60 m² ermöglichen Firmengründungen nach Maß. Ein umfassender Büroservice mit modernster Technik steht zur Verfügung.



Umwelttechnologische Unternehmen verwirklichen im UmTec erfolgreich ihre Aufgaben.

UmTec

Umwelttechnologie- und Gründerzentrum Höxter-Holzminden GmbH

Konrad-Zuse-Straße 1 · 37671 Höxter · Telefon (05271) 930-0 · Telefax (05271) 930-112

E-Mail umtec@umtec.de · Internet: <http://www.umtec.de>

Computer-Aided Analysis of Mechatronic Systems in Precision Mechanics

Rechnergestützte Analyse mechatronischer Systeme der Feinwerktechnik

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Dipl.-Ing. Martin Landwehr,
Dipl.-Ing. Michael Robrecht,
Dr. Ing. Wolfgang Moritz

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:

Siemens-Nixdorf Informationssysteme GmbH,
Paderborn

Laufzeit:

Januar 1992 bis (zunächst) September 1997

Im Rahmen des Projektes, einer Kooperation zwischen der Siemens-Nixdorf Informationssysteme GmbH und dem MLaP, werden verschiedene Problemstellungen aus der Feinwerktechnik bearbeitet. Die fraglichen Produktgruppen sind Bankautomaten, Kontoauszugs- und Sparsbuchdrucker. Die einzelnen Produkte sind in Module unterteilt. Zu den Modulen werden am MLaP Prinzipuntersuchungen durchgeführt. Diese umfassen sowohl Messungen als auch Simulationen und damit verbunden die Modellbildung der Module. Für die Messung der dynamischen Eigenschaften der Module wurde am MLaP ein Laborautomatisierungswerkzeug entwickelt. Neben der Modellbildung ist auch die Weiterentwicklung des Laborautomatisierungswerkzeugs Bestandteil der Kooperation.

 10

On-line FFT Analysis Echtzeit FFT-Analyse

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. Joachim Lückel
Dipl.-Ing. Friedhelm Schlüter
Dipl.-Ing. Herbert Schütte
(dSPACE GmbH, Paderborn);
Dipl.-Ing. Jobst Richert
(dSPACE GmbH, Paderborn)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:

dSPACE GmbH (Paderborn)
Februar 1996 - Dezember 1996

Die digitale Signalverarbeitung spielt eine große Rolle bei vielen technischen Problemstellungen. Sie wird besonders dort eingesetzt, wo die Darstellung der zeitlichen Verläufe nur geringe Aussagekraft hat im Vergleich zur Darstellung im Frequenzbereich. Die Grundlage der Analyse im Frequenzbereich ist die Fourier-Transformation; sie erlaubt die Transformation eines Signals vom Zeit- in den Frequenzbereich. Besonders effiziente und daher für die digitale Signalverarbeitung geeignete Algorithmen der Fourier-Transformation werden unter dem Begriff Fast-Fourier-Transformationen zusammengefaßt.

Bisher kommen für den Laboreinsatz ausschließlich Fourier-Analysen in Stand-Alone-Ausführung zum Einsatz. Diese Komplettsysteme bestehen aus spezieller Hardware (üblich sind 2 bis 3 digitale Signalprozessoren mit zugehörigen Wandlerbausteinen) und entsprechender Software und bilden ein geschlossenes System. Deshalb wurde in diesem Projekt ein Analyser-System für die Echtzeitumgebung der Fa. dSPACE GmbH, Paderborn, entwickelt, das sowohl in einer Offline-Simulation auf dem Host-Rechner als auch in einer Online-Simulation auf dem DSP eingesetzt werden kann. Neben der Programmierung der Algorithmen für Filterung, Fensterung, Fourier-Transformation und Spektralanalyse wurde auch ein ansprechendes User-Interface erstellt, das die Parametrierung des Analysers und die Anzeige der Analyseergebnisse ermöglicht.

Transmechatronics Transmechatronik

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
Dipl.-Ing. Stephanie Toepper
Prof. Dr.-Ing. Gausemeier,
Heinz-Nixdorf-Institut, Paderborn;
Prof. Dr.-Ing. Wallaschek,
Heinz-Nixdorf-Institut, Paderborn;
Prof. Dr.-Ing. Richard,
Universität-GH Paderborn, Paderborn;
Prof. Dr.-Ing. Benner,
Fachhochschule Aachen, Aachen;
Prof. Dr.-Ing. Schmitz,
Fachhochschule Aachen, Aachen;
Prof. Dr.-Ing. Baumjohann,
Fachhochschule Bielefeld, Bielefeld;
Prof. Dr.-Ing. Niedbal,
Fachhochschule Bielefeld, Bielefeld;
Prof. Dr.-Ing. Dudziak,
Fachhochschule Bochum, Bochum;
Prof. Dr.-Ing. Mohr,
Fachhochschule Münster, Steinfurt;
Prof. Dr.-Ing. Demel,
Fachhochschule Niederrhein, Krefeld

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik:

Ministerium für Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen
seit Beginn 1996

Laufzeit:

Der stark mittelständisch geprägte Maschinenbau ist in Nordrhein-Westfalen eine wichtige Industriebranche. Um die Arbeitsplätze und die Wettbewerbsfähigkeit dieser Branche nachhaltig zu sichern, sind Produktinnovationen erforderlich. Diese Produktinnovationen ergeben sich aus dem engen Zusammenwirken von Mechanik, Elektrotechnik, Regelungstechnik und Software, was durch die Begriffe Mechatronik bzw. integrativer Maschinenbau zum Ausdruck kommt. Die kleinen und mittelständischen Maschinenbauunternehmen (KMU) sind heute nur bedingt in der Lage, dieser Herausforderung wirkungsvoll zu begegnen. Vor diesem Hintergrund ist es das Ziel des Vorhabens **TransMechatronik**, die an den Universitäten erarbeitete Methoden- und Werkzeugkompetenz in die kleinen und mittleren Unternehmen zu transferieren. Eine Schlüsselrolle nehmen dabei die Fachhochschulen ein: Sie sollen eine Multiplikationswirkung erzielen, weil sie die Entwicklungsingenieure ausbilden, die insbesondere von den KMU eingestellt werden, und weil die Fachhochschulen traditionsgemäß einen guten Zugang zu den KMU haben. **TransMechatronik** hat einen Modellcharakter für eine effiziente Zusammenarbeit von Universitäten, Fachhochschulen und KMU mit dem Ziel, die Innovationskraft der KMU zu erhöhen.

Painless Mechatronics Painless Mechatronics

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. Joachim Lückel
Dipl.-Ing. Stephanie Toepper
Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek,
Heinz-Nixdorf Institut, Paderborn;
Prof. Dr. Benno Fuchssteiner,
Universität-GH Paderborn

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Wissenschaft und Forschung
 des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
 1995 - 1997

Laufzeit:
 Hochschulinstiute haben zwei wichtige Aufgaben: die Forschung und die Lehre.
 Verknüpft man diese Aufgaben miteinander, so ergeben sich zwei weitere Aufgaben-
 gebiete: Zum einen erhält man Forschung auf dem Gebiet der Lehr- und Lern-
 methoden, wobei der Lehr- und Lernvorgang durch den Einsatz moderner
 Informationstechnologien erneuert und modernisiert wird, um eine effizientere
 Wissensvermittlung zu leisten. Zum anderen ergibt sich Lehre in den Forschungs-
 gebieten; neue Inhalte und Erkenntnisse aus der Forschung müssen in die Lehre
 integriert werden. Das bedeutet, daß die Mechatronik als eine wichtige integrative
 Zukunftstechnologie in die Lehre einbezogen und vermittelt wird.

Modeling, Simulation and Optimization of hybrid vehicle drive systems

 10

Modellierung, Simulation und Optimierung von Kfz-Hybridantrieben

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Peter Wältermann
 Kooperationen mit
 wissenschaftlichen Institutionen
 b) im Ausland: Institut für Kraftfahrwesen (ika), RWTH Aachen
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Wissenschaft und Forschung
 des Landes Nordrhein-Westfalen
 1995 - 1996

Laufzeit:
 Seit einigen Jahren werden am Institut Kfz-Hybridantriebe erforscht. Bei Kfz-Hybrid-
 antrieben unterscheidet man im allgemeinen zwischen Parallel-Hybrid und dem
 seriellen Hybrid. Beim Parallel-Hybrid werden zusätzlich zum konventionellen
 Antriebsstrang Batterie und Elektromotor zum Antrieb genutzt, so daß wahlweise rein
 elektrisch oder konventionell gefahren werden kann. Beim seriellen Hybridantrieb
 handelt es sich um ein Elektrofahrzeug, das seinen Energiespeicher (i. a. eine Batterie)
 on-board mit Hilfe einer Verbrennungsmotor-Generator-Einheit wieder aufladen kann.
 In diesem Zusammenhang wird im wesentlichen an Modellbildung, Simulation und
 Optimierung von Hybridantrieben gearbeitet. Die Arbeiten stehen außerdem im
 Zusammenhang mit dem BMBF-Projekt METRO.

Joint Control of the ROTEX Robot during the D-2 Spacelab Mission Gelenkregelung des ROTEX-Roboters bei der D-2 Spacelab-Mission

Leitung Koordination: Prof. Dr.-Ing. Joachim Lückel
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Wolfgang Moritz;
 Dipl.-Ing. Rüdiger Neumann
 Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Hirzinger
 (Institut für Robotik, DLR, Oberpfaffenhofen)
 Kooperationen mit
 wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik: DLR - Deutsche Versuchsanstalt für Luft- und
 Raumfahrt (Oberpfaffenhofen)
 Institut für Roboterforschung,
 Universität Dortmund (Dortmund)
 Kooperationen mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Fa. Dornier Luft und Raumfahrt (Immenstaad)

Förderinstitutionen

a) in der Bundesrepublik: Bundesministerium für Forschung und Technologie

Laufzeit: 1986 - März 1994

Eines der bekanntesten Experimente der deutschen D-2 Raumfahrtmission 1993 war das „Robot Technology Experiment ROTEX“, das zur Erprobung des Robotereinsatzes im Weltraum diente. Dazu wurde ein speziell entwickelter sechssachsiger Roboterarm mit multisensoriellem Greifer im SpaceLab-Rack eingebaut, um während des Raumfluges verschiedene Experimente durchzuführen. Hierzu zählten z.B. der Aufbau von Gitterstrukturen, das Verbinden von Bauteilen mit Steckverbindungen und das Ergreifen eines freischwebenden Körpers. Dabei standen Telemanipulations- sowie Automatikbetrieb zur Verfügung. Der Anteil des MLaP bestand in der Modellbildung für den Roboter sowie im strukturellen Entwurf und der Auslegung von dezentralen Reglern für die Gelenkregelung. Darüber hinaus wurden während der D-2-Mission eine Analyse des Regelverhaltens und eine Feinabstimmung der Regelung vom Kontrollzentrum Oberpfaffenhofen aus vorgenommen.

Design and Realization of a Test Stand for Hinge Moment Simulation of a Motor Plane

Entwurf und Realisierung eines Versuchsstandes zur Ruderkräftsimulation von Motorflugzeugen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Lückel
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Ralf Stolpe, Dr.-Ing. Wolfgang Moritz

Kooperationen mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: aeroSOFT GMBH, Luftfahrt-Datentechnik (Ahdern)

Förderinstitutionen

a) in der Bundesrepublik: aeroSOFT GMBH (Ahdern)

Laufzeit: Januar 1997 - Mai 1998

Für einen Full-Flight-Simulator eines Leichtflugzeuges wird im Rahmen dieses Projekts die Ruderkräftsimulation entwickelt. Die auftretenden Rückstellkräfte am Steurnüppel sollen hierbei für den Piloten spürbar und möglichst realistisch sein. Die Simulation des Flugzeuges auf einem Zentralrechner stellt Werte für die Rudercharniermomente am Höhenruder, Querruder und Seitenruder zur Verfügung. Die Simulation berücksichtigt den Geschwindigkeits-, den Schwerkraft sowie Beschleunigungs- und Böeneinfluß auf das Flugzeug. Diese Größen werden zur Regelung der Rückstellkräfte herangezogen. Die Reaktion des Piloten wird als Steuereingriff wieder in die Simulation des Flugzeuges einbezogen. Es wird ein Versuchsstand entworfen und realisiert, an dem die Ruderkräfte über elektrische Antriebe erzeugt werden können.

Ausgewählte Publikationen

Artikel:

Junker, Frank / Hahn, Martin: *Modelling of Mechanical Parts in Mechatronic Systems. Systems Analysis Modelling Simulation 18-19 (1995), S. 619-624b.*

Lefarth, Ulrich: *SIMEX - An Open Design Environment for Modelling and Simulating Mechatronic Systems. SAMS 17 (1995), S. 27-43.*

Wältermann, Peter / Schlüter, Friedhelm: *Der Entwurf eines Hybridfahrzeugs im Sinne eines mechatronischen Systems. at-Schwerpunktheft „Regelungstechnik im Auto“, Mai 1996.*

Honekamp, Uwe / Naumann, Rolf / Homburg, Carsten / Sczyrba, Christian: *Ein Werkzeug zur parallelen Simulation mechatronischer Systeme unter Echtzeitbedingungen. „Echtzeit '94“, Kongreßband zur Messe, Hamburg, 14. - 16.6.1994.*



**50 % Können.
50 % dSPACE.**

Für die Steuergeräte-Entwicklung.

10

Fahrzeugelektronik entwickeln.

Mit Funktionsentwicklung und Hardware-in-the-Loop Simulation – durchgängig mit einer Werkzeugkette.

Entwicklung beschleunigen.

Mit der Integration von MATLAB/Simulink® und modellbasiertem Entwurf.

Steuergeräte testen.

Mit kompletten Prüfständen/HIL-Simulatoren von dSPACE.

2500 dSPACE-Systeme weltweit:

Audi, BMW, Chrysler, Daewoo, Daimler-Benz, Delphi, DENSO, Ferrari, Fiat, Ford, General Motors, Honda, Hyundai, Jaguar, Lucas Varity, Mazda, Mitsubishi, Nissan, Peugeot Citroën, Renault, Rover, Toyota, Volvo.

Fordern Sie Informationen an.



dSPACE GmbH
Technologiepark 25
D-33100 Paderborn
Tel.: 05251-1638-0 · Fax: 05251-66529
info@dSPACE.de · www.dSPACE.de



- Honekamp, Uwe/Naumann, Rolf/Homburg, Carsten/Sczyrba, Christian: *Ein Konzept zur parallelen Echtzeitsimulation mechatronischer Systeme*, in: Flieger, R./Grebe, R. (Hrsg.): *Parallele Datenverarbeitung aktuell*. Tagungsband zum 6. Transputer-Anwender-Treffen TAT, Aachen, 26./27.9.1994.
- Junker, Frank: *Modular-hierarchisch strukturierte Modellbildung mechatronischer Systeme*. Archive of Applied Mechanics, Ingenieurarchiv, Berlin/Heidelberg/New York (Springer) 1994.
- Lefarth, Ulrich: *Computer-Aided Development of Mechatronic Systems*. Proceedings, IEEE/IFAC Joint Symposium on Computer-Aided Control System Design CACSD 94, Tucson, Arizona, 7.-9.3.1994, S. 561-567.
- Rutz, Rüdiger / Richert, Jobst: *CAMeL: An Open CACSD Environment*. IEEE/IFAC Joint Symposium on Computer-Aided Control System Design CACSD 94, Tucson, Arizona, 7.-9.3.1994, S. 553-560. IEEE Control Systems 15, 2 (April 1995), S. 26-33.
- Hahn, Martin: *Object-Oriented Physical Modelling of Mechatronic Systems*. Mathematical Modelling of Systems 1, 4 (1995), S. 286-303.
- Hahn, Martin / Richert, Jobst / Seuss, Jürgen: *Mechatronic Object-Oriented Modelling and Control Strategies for Vehicle Convoy Driving*. Lückel, J. (ed.): *Proceedings of the Third Conference on Mechatronics and Robotics „From design methods to industrial applications“*, Paderborn 4.-6.10.1995, Stuttgart (B. G. Teubner) 1995, S. 385-402.

Computeranwendung und Integration in Konstruktion und Planung

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P13.18, Tel. 05251/60-2257, Fax 05251/60-3482,
URL <http://wwwfb10.uni-paderborn.de/CIK/CIK.html>

Leiter

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch, Tel. 05251/60-2258, -2289, Fax 05251/60-3482,
E-Mail jkoch1@cik.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch (Tel. 05251/60-2258,
E-Mail jkoch1@cik.uni-paderborn.de);
Dipl.-Ing. Rainer Herbers (Tel. 05251/60-2289,
E-Mail jherb1@cik.uni-paderborn.de)



Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Wirt.-Ing. Karsten Jakuschona;
Dipl.-Ing. Bert Kaufmann;
Dipl.-Ing. Olaf Plümer;
Dipl.-Ing. Artur Raczynski

Dauergäste

Dipl.-Ing. Jianquan Bo (seit Oktober 1995, Stipendiat)

Promotionen

Dr.-Ing. Kou-I Szu, Juli 1996, *Methoden für die erweiterte Geometriemodellierung in der rechnerunterstützten Konstruktion.*

Dr.-Ing. Reinhard Körsmeier, Oktober 1996, *Kundennahe, rechnerunterstützte Angebotserstellung im Vertriebsaußendienst für komplexe Investitionsgüter.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Das 1989 gegründete Fachgebiet C.I.K. befaßt sich mit der Optimierung von Konstruktions- und Planungsprozessen durch gezielten Rechneinsatz. Es ist an Basisschulungen und weiterführenden Veranstaltungen im Rahmen der Ingenieurwissenschaft beteiligt:

- Rechnerunterstütztes Konstruieren und Planen (CAD 1/2)
 - CAE-Software-Entwicklung (C, FORTRAN)
 - Technische Darstellung (CAD-Grundlagen, Darstellende Geometrie)
- Für die Bearbeitung der C.I.K.-Projekte werden High-End-PCs und Grafikworkstations mit anwendungsspezifischer Software verwendet. C.I.K.-Forschungsprojekte ermöglichen eine durchgängige Unterstützung der Produktentwicklung. Diese Projekte basieren auf interdisziplinärer Zusammenarbeit mit Forschungsinstituten und Industrieunternehmen.
- Konstruktions-Integrierte Computergestützte Kostenprognose (KICK)
 - Rechneinsatz in gestaltbezogener Produktentwicklung (CAE-Konzept)
 - Produktentwicklung in der virtuellen Umgebung (VR-Konzept)
 - Angebotserstellung in der Investitionsgüterindustrie (MAKOMO-PC)
 - Computer-Based-Training, Rechnerunterstützte Lernsysteme (CBT)

Gastaufenthalte von Mitgliedern dieses Fachgebiets

Dipl.-Wirt.-Ing. Karsten Jakuschona (Massachusetts Institute of Technology, Laboratory for Manufacturing and Productivity, Prof. Don P. Clausing, Cambridge, USA, 1.3.1996-1.6.1996)

Messeaktivitäten

CeBIT, März 1994, Hannover, Deutschland

Mitgliedschaften

VDI-Arbeitskreis Angebotserstellung;
VDI-Arbeitskreis Technische Dokumentation

Leistungsangebot für die Praxis

Erhebungen Befragungen zu folgenden Themen:

Umsetzung der EG-Umweltverordnung in Nordrhein-Westfalen
Einsatz von CAD/CAE-Systemen in dem Wirtschaftsraum OWL

Rezensionen:

werden auf Anforderung entsprechend den Arbeitsgebieten und der Forschungsvorhaben durchgeführt.

Informationsmaterial zu folgenden Schwerpunkten:

sind zu allen Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten erhältlich

Recherchen:

Recherchen in diversen Patentdatenbanken möglich

Forschungs- und Entwicklungsarbeiten, Kartierungen:

Rechnerunterstütztes Konstruieren und Planen

CAE-Software-Entwicklung

Konstruktions-Integrierte Computergestützte Kostenprognose

Rechnereinsatz in gestaltbezogener Produktentwicklung

Produktentwicklung in der virtuellen Umgebung

Angebotserstellung in der Investitionsgüterindustrie

Computer-Based-Training, Rechnerunterstützte Lernsysteme (CBT)

Dokumenten- und Archivmanagement.

Durchführung von Auftragsarbeiten/-Untersuchungen:

Prozeßanalyse und entwicklungsbegleitende Kalkulation in verschiedenen Unternehmen

Konzipierung einer Rechnerunterstützung in der Angebotsbearbeitung für komplexe Industrieanlagen

weitere Arbeiten können auf allen Forschungsgebieten durchgeführt werden

Beratung in folgenden Bereichen:

weitere Arbeiten können auf allen Forschungsgebieten durchgeführt werden

Diplom-/Doktorarbeiten in Kooperation mit Wirtschaftspartnern:

Kundennahe, rechnerunterstützte Angebotserstellung im Vertriebsaußendienst für komplexe Investitionsgüter

Erstellung eines Regelwerkes für die Automatisierung der NC-Programmierung auf der Basis von Attributen

Analyse von Finanzierungsmodellen für kommunale Feuerwehr- und Rettungsfahrzeuge

Marktanalyse für Aluminiumgroßrohre in der Automobil- und -zuliefererindustrie

Darstellung und Bewertung von Kostenrechnungsverfahren und Kostenstrukturen sowie daraus folgende Handlungsoptionen am Beispiel eines Unternehmens der Elektroindustrie

Untersuchung über Zielsetzung, Stand der Realisierung und Nutzen der EG-Umweltverordnung

Entwicklung einer Benutzerinformation auf Grundlage der EG-Maschinenrichtlinie am Beispiel einer Sondermaschine
 Analyse und Konzeption eines technischen Konzeptes zur Reorganisation der Tonträgerauslieferung
 Prozeßkettenanalyse im Fertigungsbereich und fertigungsnahen Bereichen eines Getriebeherstellers
 Einführung von CE-Kennzeichnungen für den Sondermaschinenbau auf Grundlage der EG-Maschinenrichtlinie
 Modellierung eines Montagesystems mittels eines Materialflußsimulators zur Optimierung der Montagelosgrößen
 Analyse der Wiederverwendungsmöglichkeiten von Produkt- und Komponenteninformationen anhand der Entwicklung eines Sachmerkmalleistensystems für Schaltungen im Automobilbau
 Konzeption und Realisierung einer multimedialen Präsentations- und Schulungsapplikation für ein Softwaresystem
 Analyse, Konzeption und Prototyping eines Workflow-Control-Centers für ein technisches Dokumentenverwaltungssystem
 Analyse, Konzeption und Prototyping eines Strukturbrowsers zur Analyse und Beschreibung komplexer technischer Objekte für ein technisches Dokumentenverwaltungssystem



weitere Diplom-/Doktorarbeiten können auf Anfrage entsprechend der Forschungsvorhaben durchgeführt werden

Kooperationen:

- Prof. Dr. rer. pol. Joachim Fischer, Winfo 1, UNI-GH Paderborn
- Prof. Dr.-Ing. Andreas Limper, KTP, UNI-GH Paderborn

Weiterbildungsseminare zu folgenden Themen :

- Programmierkurse für Ingenieure,
- CAD,
- Angebotsbearbeitung im technischen Vertrieb
- Prozeßkostenrechnung

Vorträge zu folgenden Themen:

Fachtagungen zu folgenden Themen:

- "Effizienzsteigerung in Entwicklung, Konstruktion und Vertrieb", Seminar der Universität-GH Paderborn UNICONSULT Paderborn, November 1994
- Seminar Wirtschaftsförderung Brilon, November 1994
- Blockkurs „Technischer Vertrieb“ Teil 3: „Angebotserstellung“ Seminarreihe des VDI-Bildungswerkes
- Stuttgart, September 1995
- Ratingen, Februar 1996
- Stuttgart, Oktober 1996
- Ratingen, Januar 1997

Ausstattung / Geräte / Methoden

Rechnerlabor mit mehreren UNIX-Workstations und PC's, Novell-Server, Nutzungsmöglichkeiten verschiedener Netzwerktopologien (TCP/IP und Novell-Netzwerk), verschiedene Software, CAD-Systeme: CATIA, AutoCAD DBMS-Systeme

Forschungsprojekte

Interaktives transdisziplinäres Lehrprogramm am Beispiel der „Kunststoffverarbeitung“ (Leuchtturmprojekt)

Leitung / Koordination: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Olaf Plümer
Kooperierende Wissenschaftler: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Andreas Limper (KTP, UNI-GH Pb);
Dipl.-Ing. Henning Stieglitz (KTP, UNI-GH Pb);
Univ.-Prof. Dr. rer. pol. Joachim Fischer (Winfo 1, UNI-GH Pb);
Dipl.-Kfm. Michael Backhove (Winfo 1, UNI-GH Pb)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Kunststofftechnologie Paderborn (KTP),
Universität-GH Paderborn ;
Wirtschaftsinformatik 1 (Winfo 1),
Universität-GH Paderborn

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik:

Diverse kunststoffverarbeitende Unternehmen

Laufzeit:

Ministerium für Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen, Düsseldorf
August 1996 - Juli 1998

Im Rahmen des Aktionsprogramms „Qualität der Lehre“ wird ein interaktives Lehr- und Lernprojekt zu dem Thema „Kunststoffverarbeitung/Betriebswirtschaftslehre“ interdisziplinär entwickelt werden. Hierbei sollen die Kenntnisse in Form von Gruppenarbeit anstatt konventioneller Übungen vermittelt und vertieft werden. Zielsetzung des Projektes liegt darin, den Studierenden die berufliche Praxis näherzubringen. Während im Studium detaillierte Kenntnisse zu Fachthemen vermittelt werden, fehlt vielen Absolventen beim Berufseinstieg der Blick für die übergeordneten Zusammenhänge. Hier sollen interdisziplinäre Projektarbeiten, für Studierende in höheren Semestern, als Kleinprojekte mit realer Aufgabenstellung zu einem besseren Verständnis beitragen. Die Aufgabenstellung ist umfassend und fachübergreifend angelegt. Die jeweilige Arbeitsgruppe ist daher gefordert, die entsprechende Problemstellung unter (produktions-)technischen, ökonomischen und ökologischen Aspekten zu analysieren. Eine Beurteilung der erreichten Gruppenergebnisse durch Industrievertreter ist vorgesehen. Das Projekt soll sich zunächst auf den Bereich der Kunststoffverarbeitung erstrecken, da in diesem Bereich die Betrachtung der Produktlebenszyklen und insbesondere der Umwelt- und Recyclingaspekte besonders deutlich werden.

I-PROF - Ein Basissystem zur Unterstützung der Produktentwicklung durch Modellierung und Funktionsanalyse in der virtuellen Umgebung

Leitung / Koordination: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Artur Raczynski

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Heinz-Nixdorf-Institut (Paderborn)
seit April 1997

Laufzeit:

Der Einsatz von CAE-Komponenten im Rahmen der Entwicklung und Konstruktion von technischen Systemen und Anlagen ist in den letzten Jahren weit fortgeschritten,

doch es ergaben sich hierbei Probleme, die einen durchgängigen effizienten Einsatz dieser Werkzeuge in der Produktentwicklung verhindern. Ziel dieses Projektes ist es an verschiedenen Punkten die Technologie der Virtual Reality sowie die neusten Erkenntnisse der Computergraphik zur Lösung dieser Probleme einzusetzen. Hierzu wird unter dem Titel „I-PROF“ eine konventionelle CAE-Kette durch Softwareapplikationen zur VR-gestützten Ideenaufnahme, Produktoptimierung sowie Produktpräsentation erweitert. Den Kern dieses Systems bildet eine zentrale Kommunikationseinheit, mit deren Hilfe der Informationsaustausch zwischen den einzelnen Softwaresystemen realisiert wird. Im Rahmen der VR-gestützten Ideenaufnahme ist eine virtuelle Prototypenherstellung realisiert, die den Konstrukteur durch intuitive bedienbare Gestaltungswerkzeuge unterstützt. Die hieraus gewonnenen Daten können anschließend zur Produktoptimierung, oder auch einer interaktiven Produktpräsentation in einer virtuellen Umgebung weiterverwendet werden. Durch eine Kopplung von physikalischen Eigenschaften an ein Geometriemodell ist eine Gestaltänderung mit simultaner Funktionsanalyse realisiert worden.



Konstruktions-Integrierte, Computergestützte Kostenprognose KICK

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch
Dipl.-Wirt.-Ing. Karsten Jakuschona;
Dipl.-Ing. Bert Kaufmann

Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. rer. pol. Joachim Fischer
(Winfo 1, UNI-GH Paderborn);
Dipl.-Wirt.-Ing. Klaus-B. Hausschulte
(Winfo 1, UNI-GH Paderborn)

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Wirtschaftsinformatik 1
(Universität-GH Paderborn)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:
Förderinstitution/en

verschiedene Industrieunternehmen

a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Heinz-Nixdorf-Institut (Paderborn)
seit April 1991

Die Konstruktion beeinflusst durch die Produktauslegung Prozesse im gesamten Lebenszyklus, von der Entwicklung über die Fertigung bis hin zur Entsorgung. Um den Konstruktionsprozeß zu steuern, müssen deshalb zu einem möglichst frühen Zeitpunkt die vollständigen Produktlebenszykluskosten prognostiziert werden können.

Eine **Lösung** für diese Problemstellung bietet das Softwaresystems **KICK** durch Realisierung folgender Vorgehensweise:

- Produktstrukturfestlegung aufgrund funktionsbezogener Anforderungen, ressourcen-bestimmender Lösungsprinzipien und marktorientierter Zielkosten
- Angabe objektbezogener Sachmerkmale
- Regelbasierte Zuordnung abstrakter Vorgangsstrukturen
- Bestimmung und Detaillierung von Prozeßketten aufgrund der vergebenen Sachmerkmale
- Ableitung konkretisierter Prozeß- und Ressourcenstrukturen zur fundierten Kostenplanung

Industriekooperation zur Softwareentwicklung im technischen Vertrieb

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Rainer Koch
Dr.-Ing. Reinhard Körsmeier ;
Dipl.-Ing. Olaf Plümer

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:

Fa. A. Monforts Textilmaschinen GmbH & Co.,
Mönchengladbach
seit Januar 1994

Laufzeit:

Geringe Umwandlungsraten, steigende Anforderungen an die Angebote und deren Anzahl kennzeichnen die Situation im technischen Vertrieb. Dem schnellen und individuellen Reagieren auf Kundenanfragen kommt deshalb eine immer größere Bedeutung zu. Ziel muß es daher sein, den Aufwand bei der Angebotserstellung zu reduzieren, Reaktionszeiten zu verkürzen sowie die Qualität der Angebote zu steigern. Ein Ansatz dazu ist die Verlagerung von Tätigkeiten in den Außendienst, die im direkten Zusammenhang mit der Angebotsbearbeitung stehen. Dadurch lassen sich Kundenanfragen schneller, flexibler und letztlich kostengünstiger in Angebote umsetzen. Für den Vertrieb komplexer Investitionsgüter hat das Fachgebiet C.I.K. der Universität-GH Paderborn in Kooperation mit einem Unternehmen des Textilbehandlungsanlagenbaus ein System zur rechnerunterstützten Angebotserstellung entwickelt (MAKOM-PC). Der flexible Ansatz des Systems ermöglichte den Einsatz bei weiteren Unternehmen des Anlagenbaus.

Ausgewählte Publikationen

Artikel:

- Koch, R.; Szu, K.-I.: *Applying Non-Manifold Geometry Modelling Methods in an Integrated Design and Finite Element Analysis Environment*. Tagungsband zur „Energy-sources Technology Conference & Exhibition“ New Orleans, Januar 1994, S. 85-92
- Koch, R.; Fischer, J. ; Szu, K.-I. ; Jakuschona, K. ; Schmidt-Faber, B. , Hauschulte, K.-B.: *Design to Cost - Entwicklungsbegleitende Prozeßkostenprognose und Zielkostenermittlung im Produktlebenszyklus*. Tagungsband zur GI-Fachtagung „CAD'94“ Paderborn, März 1994, S. 463-476
- Koch, R.; Körsmeier, R.: *Rechnerunterstützte Konfiguration und automatisierte Angebotserstellung für komplexe Produkte*. Konstruktion (1994) Nr. 7+8
- Klevers, Th.; Koch, R. ; Faulhaber, N.: *CAD und Simulation*. Sonderausgabe „Maschinenmarkt“, Herbst 1994
- Fischer, J. ; Koch, R. ; Hauschulte, K.-B. ; Jakuschona, K.: *Lebenszyklusorientierte Prozeßkostenplanung in frühen Konstruktionsphasen*. ZWFCIM (1994) Nr. 11
- Koch, R.; Körsmeier, R.: *Kundennahe Angebotserstellung im Außendienst*. Konferenzband zum Workshop „Effiziente Angebotserstellung für komplexe Produkte“ Bremen, Januar 1995
- Fischer, J.; Koch, R. ; Hauschulte, K.-B. ; Jakuschona, K.: *Regelbasierte Angebotskalkulation auf Prozeßkostenbasis*. Beitrag zum Workshop „Planen und Konfigurieren“ im Rahmen der XPS'95, Hrsg.: Biundo, S. und Tank, W., Februar 1995, S. 143-154

Laboratorium für Konstruktionslehre

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P13.18, Tel. 05251/60-2257,
Fax 05251/60-3206,
E-Mail LKL@hrz.uni-paderborn.de,
URL [http://wwwfb10.uni-paderborn.de/
LKL/LKL.html](http://wwwfb10.uni-paderborn.de/LKL/LKL.html)

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden, Tel. 05251/60-2256, -2257, Fax 05251/60-3206,
E-Mail LKL@hrz.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Privatdozent Prof. h.c. Dr.-Ing. Josef Schlattmann
(Tel. 05251/60-2259, Fax 05251/60-3206, E-Mail jsla1@hrz.nw.uni-paderborn.de)



Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Klaus Dürkopp; Dipl.-Ing. Herbert Funke (ab Okt. 1993);
Dipl.-Ing. Saltuk Hündöl (bis Sept. 1994); Dr.-Ing. Yi Liu (bis Sept. 1993);
Dr.-Ing. Ulrich Neumann (bis Juni 1994); Dipl.-Ing. Joachim Niewels;
Prof. h.c. Dr.-Ing. Josef Schlattmann; Dipl.-Ing. Andreas Schmidt (ab Dez. 1993);
Dr.-Ing. Wolfgang Schütte (bis Nov. 1995); M. Sc. Wenbin Yang (ab Jan. 1996);
M. Sc. Xiangdong Yin (ab Jan. 1995)

Dauergäste

Dipl.-Ing. Odhisea Koca (Polytechnic University of Tirana, Tirana, Albanien,
Jan. 1992 - Febr. 1995);
MEng. I Made Londen Batan (Surabaya Institute of Technology, Surabaya,
Indonesian, ab Okt. 1995);
M. Sc. Wenbin Yang (Nanjing University of Chemical Technology, Nanjing, China,
bis Dez. 1995);
M. Sc. Xiangdong Yin (Universität Hunan, Hunan, China, bis Dez. 1994)

Promotionen

Ulrich Neumann, April 1996, *Methodik zur Entwicklung umweltverträglicher und recyclingoptimierter Fahrzeugbauteile.*
Wolfgang Schütte, Mai 1995, *Methodische Form- und Lagetolerierung. Ein Werkzeug zur qualitätsgerechten Produktbeschreibung.*
Boris Wilke, Juli 1996, *Recyclinggerechte Konstruktion von Elektro-Kleingeräten am Beispiel von Telefongeräten.*

Habilitationen

Dr.-Ing. Josef Schlattmann, Dezember 1994, *Analyse des hochintegrativen handhabungsgerechten Konstruierens für die automatisierte industrielle Produktion/ Montage.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Konstruieren heißt, eine abstrakte Idee in eine konkrete Gestalt umzusetzen. Unsere heutige Welt ist geprägt von technischen Produkten. Fast jedes Produkt entsteht in der Konstruktion. Kreativität und Persönlichkeit des Konstrukteurs entscheiden auch im Zeitalter von CAD und künstlicher Intelligenz in hohem Maße über die Gestaltung unseres Lebensraumes. Das Laboratorium für Konstruktionslehre (LKL) der Universität-GH Paderborn mit seinem Leiter Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden trägt seit vielen Jahren zur qualifizierten Forschung, Lehre und Weiterbildung im Bereich der Konstruktion und Produktentwicklung bei.

Arbeitsgebiete im einzelnen:

Nach Gründung der Gesamthochschule Paderborn kam Prof. Jordan als erster neuberufener Hochschullehrer in den Fachbereich 10 (Maschinentechnik). Prof. Jordan und seine Mitarbeiter brachten über recyclinggerechtes Konstruieren die ersten grundlegenden Veröffentlichungen und die erste ingenieurwissenschaftliche Dissertation der Universität Paderborn heraus. Die 1991 erschienene VDI-Richtlinie 2243 „Recyclinggerechte Produktgestaltung“ basiert in erheblichem Maße auf den Arbeiten des LKL.

Weitere Arbeiten zur Umwelttechnik beschäftigen sich z.B. mit der Entwicklung von energiearmen Schneidverfahren für den Gartenbau und der Lärmreduzierung bei Häckslern. Eine erfolgreiche Neuentwicklung gelang dem LKL im Bereich der Abwassertechnik für Hausanschlüsse. Hier konnte ein hochintegriertes und autonomes Inspektions- und Reinigungssystem entworfen werden, welches aus eigener Kraft vom Hauptkanal in Seiteneinläufe einsteuern kann.

Einen wesentlichen Forschungsschwerpunkt des Laboratoriums für Konstruktionslehre stellen tribologische Problemstellungen des Maschinenbaus dar. Dabei entwickelte sich das LKL auf dem Gebiet der Freilaufkupplungen zu einer führenden Forschungsinstitution. Weitere Arbeiten betreffen z.B. das Schaltverhalten von reibschlüssigen Sicherheitskupplungen und den Einfluß von Ultraschallwellen auf die Reibkräfte. Tribologische Arbeiten des LKL sind bereits wiederholt durch die Forschungsvereinigung Antriebstechnik und die Gesellschaft für Tribologie ausgezeichnet worden.

Im Rahmen der Konstruktionssystematik liefert das LKL u.a. Beiträge zur kostengünstigen Gestaltung bei Einzel- und Kleinserienfertigung, zum Qualitätsmanagement und insbesondere zur Maß-, Form- und Lagetolerierung.

Seit einigen Jahren entwickelte sich unter Leitung von Prof. h.c. Dr.-Ing. Josef Schlattmann das Gebiet der Handhabungstechnik zum eigenständigen Lehr- und Forschungsgebiet am LKL. Schwerpunkte sind die Entwicklung extrem leichter Roboter, das montagegerechte Konstruieren sowie die Entwicklung spezieller Dienstleistungsroboter (Zweibeiner).

Patente

Dipl.-Ing. Klaus Dürkopp: Exzentergetriebe (Patentnummer: 4308046, 13.3.1993)

Messeaktivitäten

Hannover Industrie Messe, 22.-27.4.1996;

IFAT, 7.-11.5.1996, München;

The Big 5 Show, 29.9.-3.10.1996, Dubai, UAE

Preise für Mitglieder dieses Fachgebiets

- Förderpreis der Gesellschaft für Tribologie in Moers 1993 für die Dissertation von Herrn Dr.-Ing. Yi Liu mit dem Titel „Reduzierung der Reibkraft durch Ultraschallwellen“.
- Auszeichnung der Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA) in Bad Soden, Frankfurt, 1995, für die Ergebnisse zum Forschungsvorhaben „Hochlastreibwert für Klemmrollenfreiläufe“, Dipl.-Ing. Klaus Dürkopp

Mitgliedschaften

FVA-Arbeitskreis „Freiläufe“;

VDI-Ausschuß „Konstruktion und Qualitätssicherung“;

TOLEX, Arbeitsgruppe für Toleranzexperten;

ERFA, Arbeitskreis Erfahrungsaustausch Wertanalyse, VDI, ZWA, Lippstadt/Bielefeld;

DIN-Normenausschuß „Länge und Gestalt“ (NLG)

Leistungsangebot für die Praxis

Industriebetriebe fragen immer häufiger nach einer schnellen und unbürokratischen Durchführung von Entwicklungs- oder Untersuchungsprojekten. Hier stellt sich das LKL mit seinen personellen und apparativen Ressourcen, seiner Flexibilität, Kreativität und methodischen Vorgehensweise als kompetenter Partner der Industrie dar. Einige Themenbeispiele zu bereits vorhandenen Kooperationen und Forschungsaktivitäten: Qualitätsmanagement (QM): Form- und Lagetoleranzen, Methoden des QM in der Produktentwicklung, statistische Tolerierung, Vorbereitung auf die Zertifizierung nach EN ISO 9000ff, Aufbau von Qualitätsmanagementsystemen und sorgfältige Anpassung an individuelle Unternehmensstrukturen;
 Handhabungstechnik: Entwicklung von hochflexiblen und schnellen Handhabungsgeräten sowie speziellen Dienstleistungsrobotern, Gewichtsminimierung, Gewichtsausgleichssysteme;
 Tribologie: Ermüdungs- und Verschleißanalysen, Lebensdaueruntersuchungen, Reibungsmessungen, Reduzierung der Reibung durch Ultraschallwellen;
 Landschafts- und Gartentechnik: Entwicklung von Schneidverfahren im Bereich Gartenbau und Landschaftspflege, Lärmreduzierung bei Häckslern;
 Konstruktionsmethodik: flexible, schnelle und systematische Produktentwicklung, Usability Testing;
 Recycling und Umwelttechnik: Neuentwicklung eines hochintegrierten Inspektions- und Reinigungssystems für Hausanschlußabwasserkanäle, Entsorgung von Elektrokleingeräten, Gestaltung recyclingoptimierter und umweltverträglicher Kraftfahrzeugbauteile;
 Leichtbau: Konstruieren mit faserverstärkten Kunststoffen, Entwicklung von Roboter- und Flugzeugkomponenten.



Serviceangebote

Das LKL gibt sein Wissen u.a. durch Vorträge, Symposien und durch umfangreiches Informationsmaterial weiter. Die Inhalte der universitären Lehrveranstaltungen werden seit etlichen Jahren auch anlässlich von mehrtägigen Weiterbildungsseminaren angeboten, z.B. beim Haus der Technik (Essen), beim VDI-Bildungswerk (Düsseldorf) sowie in firmeninternen Seminaren. Zum weiteren Service gehört nicht nur das Angebot fachkundiger Beratungen, sondern beispielsweise auch die Erstellung von Gutachten (z.B. zu Schadensfällen, Toleranz- bzw. Qualitätsproblemen oder Patenten) und die Durchführung und Auswertung von Befragungen (z.B. zur Konstruktionsmethodik, zur Form- und Lagetolerierung und im Rahmen von Usability Tests).

Diplom- und Doktorarbeiten in Kooperation mit Wirtschaftspartnern sind erwünscht und werden unter anderem in folgenden Projekten erfolgreich durchgeführt:

- Autonomes, hochintegriertes Kanalinspektionssystem
- Umweltgerechte Entsorgung von Altfahrzeugen unter konstruktiven Gesichtspunkten
- Untersuchungen an Freilaufkupplungen
- Entwicklung leichter Flugzeugkomponenten in Wabensandwichbauweise
- Lärmreduzierung bei Häckslern
- Entwicklung energiearmer Schneidverfahren für den Gartenbau
- Diplomarbeiten im Rahmen von verschiedenen Kleinprojekten

Ausstattung:

Der Fachgruppe steht eine umfassende Laborausstattung zur Verfügung, die eine variable und schnelle Erstellung von individuellen Versuchseinrichtungen erlaubt. Zur Ausstattung gehören u.a. hochflexible Baukastensysteme, eine Hydropulsanlage, ein Klimaschrank, diverse Handhabungs- und Peripheriegeräte sowie eine umfangreiche Meßtechnik. Selbstverständlich sind entsprechend optimierte CAE-Arbeitsplätze zur Produktentwicklung und zur Meßdatenerfassung und -auswertung vorhanden. Darüber hinaus verfügt das Fachgebiet über einen großen Umfang an bewährten Methodikwerkzeugen, die eine schnelle und systematische Produktentwicklung ermöglichen.

Forschungsprojekte

Friction In Roller Freewheels

Reibwert unter freilaufrelevanten Parametern im Hochlastfall

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Klaus Dürkopp
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen	
a) in der Bundesrepublik:	Institut für Maschinenelemente und Maschinengestaltung (IME) der RWTH Aachen
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft	
a) in der Bundesrepublik:	Fa. INA (Herzogenaurach); Fa. GMN (Nürnberg); Fa. Borg-Warner (Heidelberg); Fa. Ringspann (Bad Homburg); Fa. ZF (Friedrichshafen); Fa. Klüber (München); Fa. Mercedes-Benz (Stuttgart); Fa. Optimol (München); Fa. Tribol (Mönchengladbach)
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V. (FVA), (Frankfurt); Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungseinrichtungen (AiF), (Köln) 7/1991 - 12/1994
Laufzeit:	7/1991 - 12/1994
Die industriell bedeutsamsten Freilaufkupplungen arbeiten reibschlüssig. Für eine optimierte konstruktive Gestaltung der Kupplung ist die genaue Kenntnis des Reibwertes unter praxisüblichen Bedingungen entscheidend. Aufgabe dieses Vorhabens war es, den Reibwert in einer Freilaufkupplung bei verschiedenen Parametereinstellungen zu ermitteln. Im Vordergrund standen dabei Messungen bei hohen zu übertragenden Lasten.	

Lateral-Inspection-System

Hausanschluß-Inspektionssystem

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Joachim Niewels
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft	
a) in der Bundesrepublik:	Kanal Müller - Gruppe Ost GmbH & Co. KG (Leipzig)
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	BMBF/Projektträger Wassertechnologie (Karlsruhe) 11/1993 - 10/1996
Laufzeit:	11/1993 - 10/1996
Im Satelliteninspektionssystem wird die ferngesteuerte Reinigung, Inspektion und Zustandserfassung der Seiteneinläufe auf voller Länge technisch möglich. Das System operiert vom öffentlichen Hauptkanal aus. Es bewegt sich umgebungsneutral mittels Rückstoßprinzip. Hindernisse, wie Scherben, Verschiebungen oder Wurzel- einwachstungen, stellen daher, gegenüber Traktionssystemen, nur ein geringes Problem dar. Sobald ein Seiteneinlauf erreicht ist, fährt der hochintegrierte Inspektionskopf (Satellit), der mittels eigener Kraftvektorsteuerung frei im Raum orientiert werden kann, in den Seitenkanal ein. Der Inspektionssatellit nutzt des Hochdruckwasser, das zum Teil über spezielle Mikroventile gepulst wird, multifunktional zur Steuerung, zum Antrieb und zur Reinigung der Rohrwandung.	

Integrated knowledge-based Support for defining the limit of form of parts in the overall design process

Integrierte wissensbasierte Unterstützung beim Definieren der Grenzgestalt von Werkstücken im systemgerechten Konstruktionsprozeß

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Andreas Schmidt
 Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. Harald Meerkamm
 (Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland);
 Prof. Dr.-Ing. Albert Weckenmann
 (Universität Erlangen-Nürnberg, Erlangen, Deutschland)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Universität Erlangen-Nürnberg (Erlangen)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG (Bonn)

Laufzeit: 2/1996 - 2/1998

Erstellung eines computerunterstützten Systems zur funktions-, fertigungs- und prüfgerechten Maß-, Form- und Lagetolerierung

Development of a Method for a function-, manufacturing- and inspection-related geometrical tolerancing of mechanical parts

Entwicklung einer Methodik zur funktions-, fertigungs- und prüfgerechten Form- und Lagetolerierung von Maschinenteilen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Andreas Schmidt

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG (Bonn)

Laufzeit: 8/1992 - 12/1995

Erarbeitung einer Methodik zur Vorgehensweise bei der funktionsgerechten Form- und Lagetolerierung von Maschinenteilen

Design for Recycling by example of telecommunication products

Recyclinggerechte Konstruktion von Elektro-Kleingeräten am Beispiel von Telefongeräten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Walter Jorden
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Boris Wilke

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Siemens; SEL Alcatel; Hagenuk; DBP Telekom; Noell Abfall- und Energietechnik GmbH

Laufzeit: 4/1993 - 3/1995

Recyclinggerechte Gestaltung ist in hohem Maße produktabhängig. Oft sind durch einfache Konstruktionsänderungen - ohne Mehrkosten - Produkte einfacher wieder zu verwerten bzw. zu entsorgen. Elektro-Kleingeräte sind in bezug auf das Recycling als besonders problematisch anzusehen, da sie in der Regel einen hohen Kunststoff- und Schadstoffanteil bei gleichzeitig geringem Produktwert besitzen. Als Vertreter dieser Produktgruppe wurden Telefongeräte analysiert. Es entstanden konkrete Gestaltungsregeln für ein optimiertes späteres Recycling.



1992 Environmental friendly disposal of used vehicle Umweltgerechte Entsorgung von Altfahrzeugen unter konstruktiven Gesichtspunkten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Walter Jordan
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Ulrich Neumann
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Bayerische Motorenwerke AG (München)
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Wissenschaft und Forschung
des Landes NRW (Düsseldorf)
Laufzeit: 7/1992 - 6/1994

Im Rahmen des Projektes wurde eine praxismgerechte Methodik zur Bilanzierung von Fahrzeugbauteilen erarbeitet. Die Methodik stellt u. a. ein Werkzeug zur ökologischen Beurteilung von Bauteilvarianten dar. Wesentlich ist die Anwendbarkeit der Methodik in der Vorentwicklungsphase.

Die Sinnhaftigkeit von Demontagevorgängen von Fahrzeugbauteilen ist neben der ökobilanziellen Betrachtung durch das Masse-Zeit-Verhältnis zu ermitteln. Bei ihrer Bestimmung ist insbesondere der Vernetzungsgrad der Bauteile bedeutsam. Eine Demontageanalyse muß in einem bauteilübergreifendem Ansatz die Vernetzung der Bauteile berücksichtigen. In einem weiteren methodischen Ansatz wurde deshalb eine Vorgehensweise zur Erstellung von Demontageteilebäumen (DTB) entwickelt. Mit Hilfe der DTB sind Aussagen über Recyclingschwachstellen gewonnen worden. Die Recyclingschwachstellen stellen Optimierungspotential für die Änderungs- und Neukonstruktion von Bauteilen dar.

Fatigue Life of Roller Clutches Lebensdauerberechnung von Klemmrollenfreiläufen aufgrund von Werkstoffverformung, -ermüdung und Wälzverschleiß

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Walter Jordan
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Herbert Funke
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Fa. INA (Herzogenaurach); Fa. GMN (Nürnberg);
Fa. Borg-Warner (Heidelberg);
Fa. Ringspann (Bad Homburg),
Fa. ZF (Friedrichshafen); Fa. Klüber (München);
Fa. Mercedes-Benz (Stuttgart);
Fa. Optimol (München);
Fa. Tribol (Mönchengladbach)
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V.
(FVA), (Frankfurt);
Arbeitsgemeinschaft Industrieller
Forschungseinrichtungen (AiF), (Köln);
Laufzeit: 11/1992 - 12/1995

Im Forschungsvorhaben 66/IV erfolgten Lebensdaueruntersuchungen an Klemmrollenfreiläufen mit Innenstern. Die Versuche basieren auf Untersuchungen der vorangegangenen Vorhaben, bei denen am tribologischen System Klemmrampe/Klemmrolle/Außenring umfangreiche Lebensdaueruntersuchungen durchgeführt wurden. Um den Versuchsaufwand bei den zahlreichen Parametervariationen der vorangegangenen Vorhaben auf ein Mindestmaß zu reduzieren, wurden dabei die Untersuchungen an Modellprüfständen durchgeführt, an denen jeweils nur eine einzelne Klemmstelle des Freilaufes nachgebildet wurde.

Im aktuellen abschließenden Vorhaben 66/IV galt es nun, die Übertragbarkeit der Versuchsergebnisse aus den Modelluntersuchungen auf den gesamten Freilauf (Stichwort: Realfreilauf) zu überprüfen. Weiterhin wurden die Verformungen am Realfreilauf analysiert, um hieraus weitere Erkenntnisse zum Schaltvorgang sowie zum Verschleißverhalten von Klemmrollenfreiläufen zu gewinnen.

Ausgewählte Publikationen

Artikel:

- Dürkopp, K.; Böhnke, H.-J.; Jorden, W.: *Specific friction and wear mechanisms in clamping-roller free-wheel clutches*. Vortrag auf der 9th International Conference on Wear of Materials vom 13. - 16. April 1993 in San Francisco (USA). Veröffentlicht in den Proceedings WOM, Part B, S. 985-989. Hrsg.: Elsevier Sequoia S. A., Lausanne 1993
- Schlattmann, J.: *Homogenous Transformations as an Effective Tool of Modelizing Complex Automation Cells*. Vortrag auf der Second International Conference and Exhibition on Computer Integrated Manufacturing, ICCIM 93 vom 6. - 10. September 1993 in Singapur. Veröffentlicht in: Proceedings of the 2nd International Conference Computer Integrated Manufacturing, Volume 2. Published by World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd., Singapore 1993, S. 333-339.
- Jorden, W.; Funke, H.: *Zielrichtungen zur Kostensenkung beim Konstruieren*. In „Konstrukteure gestalten Kosten“, VDI Berichte 1097, VDI, Düsseldorf 1993, S. 89-106.
- Funke, H.; Yang, W.; Schlattmann, J.; Jorden, W.: *Entwicklung eines Kunstflugmodells in Wabensandwichbauweise*. Verlag für Technik und Handwerk GmbH, Baden-Baden, 1993.
- Niewels, J.; Schlattmann, J*.: *Autonomous robot for internal pipe inspection*. *Vortrag auf der The Third International Conference on Automation Technology vom 6.-9. Juli 1994 in Taipei, Taiwan. Veröffentlicht in: Proceedings of AUTOMATION '94, Volume Five: Robotics, Taipei International Convention Center, Taipei, Taiwan, R.O.C, S. 113-119.
- Schütte, Wolfgang; Jorden, Walter; Schmiedchen, Michael: *Qualitätssicherung durch computerunterstützte Form- und Lagetolerierung*. VDI- Berichte 1106 Wege zum erfolgreichen Qualitätsmanagement in der Produktentwicklung; Düsseldorf, 1994; S. 243-257
- Dürkopp, K.; Jorden, W.: *Hochlastreibwert Klemmrollenfreiläufe*. Abschlußbericht FVA-Vorhaben Nr. 204b. FVA-Forschungsheft Nr. 472 Hrsg.: Forschungsvereinigung Antriebstechnik e.V., Frankfurt 1995.
- Schmidt, A.; Jorden, W.: *Ein Ansatz zur ganzheitlichen Betrachtung der Tolerierungsproblematik*. Vortrag auf dem IX. Internationalen Oberflächenkolloquium, 29.-31.01.1996, Chemnitz. In: Vortragsreport zum IX. Internationalen Oberflächenkolloquium, Seite 13-25. Chemnitz 1996.
- Schlattmann, J.: *Szenariotechnik in der Konstruktion (Szeindekon)*. Vortrag am 14. Mai 1996 zur internationalen Konferenz Computer Integrated Manufacturing CIM '96 vom 14. bis 17. Mai 1996 in Zakopane, Polen. Veröffentlicht in den Proceedings of the International Conference on Computer Integrated Manufacturing, Volume I, Zakopane 1996, S. 303-310.
- Jorden, W.: *Arbeitsgerechte Produkte arbeitsgerecht produzieren - Ein ganzheitlicher Ansatz für die Arbeitsgestaltung*. VDI-Z 138 (1996), Nr. 7/8, S.56-60, 1996.

Kunststoff- technologie

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P15.11.2, Tel. 05251/60-2451, Fax 05251/60-3821,
URL <http://wwwfb10.uni-paderborn.de/ktp.html>

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Helmut Potente, Tel. 05251/60-2451, Fax 05251/60-3821,
E-Mail potente@ktp.uni-paderborn.de

Weitere Wissenschaftler(innen)

Prof. Dr.-Ing. Andreas Limper, Tel. 05251/60-3052, Fax 05251/60-3821,
Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn

Kontaktperson(en)

Dr.-Ing. Volker Schöppner, Tel. 05251/60-2453, E-Mail volker@ktp.uni-paderborn.de,
Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Martin Bastian
(ab 1.4.1996, bastian@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-2229);
Dipl.-Ing. Andreas Brüßel
(ab 15.5.1994, bruessel@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-2234);
Dipl.-Ing. Jürgen Flecke
(ab 2.1.1994, flecke@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3837);
Dipl.-Ing. Hans-Peter Heim
(ab 2.1.1997, heim@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3057);
Dipl.-Ing. Thomas Huchtemeier
(ab 1.3.94, zichte@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-2271);
Dipl.-Ing. Jutta Jungemann
(ab 1.3.1993, jutta@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3838);
Dipl.-Ing. Jörn Korte
(ab 3.5.1993, joern@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-2234);
Dipl.-Ing. Barbara Krell
(ab 1.10.1993, babsi@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-2233);
Dipl.-Ing. Elmar Moritzer
(ab 1.9.1993, elmar@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3057);
Dipl.-Ing. Christian Obermann
(ab 2.1.1995, ober@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3838);
Dipl.-Ing. Henning Stieglitz
(ab 1.7.1996, stieglitz@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3837);
Dipl.-Ing. Andreas Ujma
(ab 3.5.1993, enno@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3839);
Dipl.-Ing. Theo Wenniges
(ab 1.2.1993, theo@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-2227);
Dipl.-Ing. Michael Zelleröhr
(ab 2.5.1994, zeller@ktp.uni-paderborn.de, Tel. 05251/60-3839)
Fax 05251/ 60-3821, Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn

Promotionen

Dr.-Ing. Christoph Rennefeld, 9.2.1996, *Konstruktive Optimierung von Thermoplastformteilen und Spritzgießwerkzeugen für die Gasinnendrucktechnik*;
Dr.-Ing. Detlef Hanning, 9.12.1994, *Continuous Process Control*;

Dr.-Ing. Bernd Klarholz, 3.3.1995, *Systematische Optimierung von Einschneckenplastifizieraggregaten*;
 Dr.-Ing. Volker Schöppner, *Simulation der Plastifiziereinheit von Einschneckenextrudern*;
 Dr.-Ing. Michael Heil, 1.7.1994, *Heizstrahlerschweißen thermoplastischer Kunststoffe*;
 Dr.-Ing. Norbert Effen;
 Dr.-Ing. Michael Hansen;
 Dr.-Ing. Markus Uebbing, 20.10.1995, *Berechnungsmöglichkeiten und Qualitätssicherung beim Vibrationsschweißen*.

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

- Optimierung von Kunststoffverarbeitungsprozessen
- Modellierung und Softwareentwicklung für Verarbeitungsprozesse
- Entwicklung und Anwendung neuer Verfahren zur Verarbeitung von Kunststoffen
- Qualitätssicherung in der Fertigung beim Spritzgießen, in der Fügetechnik und beim Blasformen
- Recycling von Kunststoffen
- Alternative Werkstoffe



Messeaktivitäten

K95, Düsseldorf, Oktober 1995;
 Achema, Frankfurt, Juni 1994

Gutachtertätigkeiten

DFG; AIF; Gewiplan

Preise für Mitglieder dieses Fachgebiets

Granjon-Preis 1995

Leistungsangebot für die Praxis

- Gutachten und Untersuchungen
- Beratungen für Industrieunternehmen
- Studien- und Diplomarbeiten in Kooperation mit Wirtschaftspartnern
- Prozeßoptimierung (Spritzgießen, Fügen von Kunststoffen, Extrusion, Blasformen)

Ausstattung / Geräte / Methoden

Einschneckenextruder, Doppelschneckenextruder, Planetwalzenextruder
 Spritzgießmaschinen
 Gasinjektionstechnik
 Blasformmaschine
 Blasfolienmaschine
 Kunststoffügetechnik (Heizelement, Ultraschall, Vibration, Hochfrequenz)
 Materialanalyse (DSC, Viskositätsmessungen, Mikroskopie)
 Lang- und Kurzzeit-Festigkeitsuntersuchungen (Zugversuch, Biegeversuch, Torsion)

Forschungsprojekte

Untersuchungen zur Schweißbarkeit von Füge­teilen aus ungefülltem / verstärktem Polyamid mittels Heizelementen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Brüssel

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: AIF

Laufzeit: 5/1996 - 4/1998

Ziel des Forschungsprojektes ist es, den Fügeprozeß für ungefüllte und gefüllte/ verstärkte Polyamide dahingehend zu optimieren, daß durch Auswahl von geeigneten Werkstoffen, Anpassung der Prozeßparameter beim Schweißvorgang sowie einer eventuell notwendigen konstruktiven Modifikation der Fügeflächen eine möglichst gute Fügenahtqualität erreicht wird.

Entwicklung eines umfassenden Fördermodells für Plastifizierextruder

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Jungemann

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG

Laufzeit: 9/1995 - 8/1997

Die rechnerunterstützte Auslegung von Extrudern für die Kunststoffverarbeitung wird in den letzten Jahren zunehmend zur Kostenreduzierung bei der Entwicklung neuer Konzepte verwendet. Dabei nehmen Plastifizierextruder eine zentrale Rolle ein. Ziel des Forschungsprojektes ist ein umfassendes Fördermodell für Plastifizierextruder zu entwickeln, welches die Modelle der einzelnen Funktionszonen Feststoffförderung, An- und Aufschmelzen und Schmelzeförderung zu einem ganzheitlichen Modell vereint.

Prozeßübergreifende Qualitätssicherung beim Extrusionsblasformen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. B. Krell

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Dr. Reinold Hagen Stiftung, Bonn

Laufzeit: 8/1996 - 7/1997

Ziel des Projektes ist die Weiterentwicklung des Programmes PRO BLOW. Das Programm soll bei den dem Verein vertraglich gebunden Industriepartner erprobt und bis zur Praxistauglichkeit gebracht werden. Darüber hinaus ist das Programm inhaltlich weiterzuentwickeln.

Analyse der Auswirkungen von Rohstoffeigenschaftsschwankungen auf den Spritzgießprozeß und die Produktqualität bei der Verarbeitung von Thermoplasten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Ujma

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG

Laufzeit: 1/1996 - 12/1997

Die Qualität spritzgegossener Formteile wird signifikant durch Störgrößen, die auf den Herstellungsprozeß wirken, beeinflußt. Als Störgrößen sind hier vor allem Rohstoff-chargenschwankungen zu nennen, die durch eine ungleichmäßige Prozeßführung

beim Rohstoffhersteller entstehen. Ziel dieses Vorhabens ist es, eine adaptive Regelungsstrategie zu entwickeln, die auftretenden Störgrößen entgegenwirken kann.

Qualitätsrelevante Parameter bei dem Schweißen von gefüllten und verstärkten Systemen mittels Heizelementen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Brüssel
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: AIF
 Laufzeit: 5/1994 - 4/1996

Das Ziel des Forschungsprojektes ist es, durch Rechnerunterstützung gezielt eine Betriebspunktoptimierung für unterschiedlich gefüllte oder verstärkte Kunststoffe durchzuführen. Hier gilt es zu klären, ob die Grundlagen zur Parameteroptimierung ungefüllter Systeme ihre Gültigkeit beibehalten. Ist dies nicht mehr gegeben, soll die vorhandene Software zur Unterstützung des Bedieners den neuen Erkenntnissen angepaßt werden. Es sollen unterschiedliche Füll- und Verstärkungstoffe eingesetzt werden, wie z.B. Kreide, Talkum und Glasfasern.



Weiterentwicklung und Integration parallel arbeitender Optimierer in ein CAE-System zur Extruderauslegung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dr. Dipl.-Ing. V. Schöppner
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: ZIT
 Laufzeit: 5/1993 - 5/1994

Das Ziel dieses Vorhabens ist die Erweiterung des parallel arbeitenden Optimierungsmodul um Optimierungsstrategien, welche die Konvergenzsicherheit und -geschwindigkeit erhöhen sollen. Die Strategien stellen Varianten der Evolutionsstrategie dar, welche durch den Begriff der Rekombination beschrieben werden können.

Grundlagen zum Laserstumpfschweißen von Thermoplasten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Korte
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 9/1996 - 8/1998

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird das dreidimensionale Temperaturprofil in der Fügezone während der Erwärmungsphase beim neu entwickelten Laserstumpfschweißen ermittelt. Dabei wird untersucht, welche physikalischen Größen den Verlauf der Schmelzfront beeinflussen. Basierend auf diesen Ergebnissen werden die Temperaturprofile nach der FEM - Methode berechnet, wodurch auch für amorphe Kunststoffe der Verlauf der Schmelzfront beschrieben werden kann.

Mathematische Modellierung des Schaumphänomens in Gasinnendruckformteilen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. E. Moritzer
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 7/1996 - 6/1998

Bei der Herstellung von Gasinnendruckformteilen beobachtet der Anwender immer wieder eine Schaumbildung in der Grenzschicht des Polymeren zum Gaskanal. Dieses Phänomen beruht im wesentlichen auf Diffusions- und Löslichkeitsvorgängen

des eingesetzten Gases (in der Regel Stickstoff) bei hohem Druck, das bei schlagartiger bzw. verzögerter Gasentladung einen Ausgleichsvorgang anstrebt und somit ein Aufschäumen des Gaskanals bewirkt. Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens soll der Einfluß der wesentlichen Verfahrensparameter Gasdruck, Gashaltezeit und Schmelztemperatur auf den Aufschäumeffekt untersucht werden.

Betriebspunktoptimierung und Prozeßüberwachung beim Spritzgießen mit Mehrfachwerkzeugen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. T. Wenniges

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG

Laufzeit: 12/1996 - 6/1998

Der Einsatz von Mehrfachwerkzeugen zur Erhöhung der Ausstoßleistung und effektiveren Auslastung der Maschinenkapazitäten wird bei der Spritzgießherstellung nahezu aller technischer Formteile mit kleineren bis mittleren Schußgewichten angewendet. Aus diesem Grund ist es unerlässlich, eine Strategie zur Prozeßoptimierung und Überwachung von Mehrfachkavitäten zu entwickeln. Es soll eine systematische Vorgehensweise entwickelt werden, mit der man in der Lage ist, nach einer Versuchsphase den Prozeß mittels Polyoptimierungs- und multivariater Analysemethoden zu analysieren, die einzelnen Kavitäten des Mehrfachwerkzeuges zu Gruppen zusammenzufassen und anschließend repräsentative Kavitäten und Qualitätsmerkmalfunktionen zu ermitteln, anhand derer man eine vereinfachte Prozeßoptimierung und -überwachung realisieren kann.

Rechnergestützte Prozeßsimulation dichtkämmender Gleichdrall-Doppelschneckenextruder

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Flecke

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Reifenhausen, Troisdorf; Barmag AG, Remscheid; BASF, Ludwigshafen; Bayer, Leverkusen; Blach, Lauffen; Brückner, Siegsdorf

b) im Ausland: Dow, Niederlande

Laufzeit: 9/1995 - 8/1997

Ziel des Projektes ist die Weiterentwicklung der Simulationssoftware Sigma für gleichläufige Doppelschneckenextruder.

Entwicklung einer Optimierungsstrategie für die Herstellung von Gasinnendruckformteilen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. E. Moritzer

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG

Laufzeit: 9/1993 - 8/1995

Bisher sind keine Optimierungsstrategien bei der Auslegung von Gasinnendruckformteilen bekannt. Die Formteile werden bisher nach der Trial and Error-Methode ausgelegt und für den jeweiligen Anwendungsfall solange optimiert, bis sich reproduzierbar an die Formteile gestellte Qualitätsanforderungen erfüllen lassen. Daher sind bei der Formteilgestaltung die notwendigen konstruktiven Aspekte so zu berücksichtigen, daß im Vorfeld Konstruktionsfehler vermieden werden und zusammen mit einer Betriebspunktoptimierung für das gefahrene Material die Reproduzierbarkeit des Verfahrens gewährleistet werden kann.

Prozeßübergreifende Qualitätssicherung in der Verarbeitung von Recyclat zu technischen Blasformteilen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. B. Krell
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Dr. Reinold Hagen-Stiftung, Bonn
 Laufzeit: 10/1993 - 9/1995

Ziel des Gemeinschaftsforschungsprojektes ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Betriebspunktoptimierung und Online-Prozeßüberwachung für den Einsatz bei der Fertigung von blasgeformten Teilen, die durch Fügen (Schweißen) zum Endprodukt verarbeitet werden.

Entwicklung eines Laserschweißverfahrens zum Fügen von Thermoplasten bei geregelter Oberflächentemperatur

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Korte
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 5/1994 - 4/1996

Ziel des Forschungsantrags ist die Entwicklung eines Laserschweißverfahrens zum Fügen von Thermoplasten. Als Energiequelle soll in erster Linie ein CO₂-Laser eingesetzt werden, da mit ihm quasi alle Kunststoffe erwärmt werden können. Das in diesem Antrag vorgestellte Konzept sieht die Integration einer zu entwickelnden Fügeflächentemperaturregelung vor, mit der eine Zersetzung des bestrahlten Kunststoffes vermieden werden soll. Als Regelgrößen sollen sowohl die Laserleistung als auch die Verfahrensdynamik des Laserstrahls berücksichtigt werden.

Qualitätssicherung in der Serienfertigung beim Vibrationsschweißen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Brüssel
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: AIF
 Laufzeit: 1/1993 - 2/1995

Der theoretisch berechnete Verfahrensablauf zur Erzielung optimaler Fügeergebnisse kann nur dann effizient auf die Serienfertigung übertragen werden, wenn eine Prozeßüberwachung die Einhaltung vorgegebener Toleranzen in den Verfahrensparameter kontrolliert. Ziel des Antrags ist es daher, eine neue Strategie zur Qualitätsüberwachung beim Vibrationsschweißen zu entwickeln und zu erproben.

Rechnergestützte Extruderauslegung 3

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Jungemann
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: 8 Industrieunternehmen
 Laufzeit: 10/1992 - 9/1993

Ziel des Gemeinschaftsforschungsvorhabens ist die Weiterentwicklung des Programmpaketes REX zur rechnergestützten Auslegung von Einschneckenextrudern. Mit diesem Projekt wird ein schneller Technologietransfer von der Hochschule zur Industrie realisiert. Als Grundlage sollen die zum Zeitpunkt der Bearbeitung bei der KTP aktuellen und die im Rahmen des Projektes noch zu entwickelnden mathematisch-physikalischen Modelle zur Abbildung des Extrusionsprozesses dienen.



Adaptive Qualitätssicherung in der Spritzgieß- und Fügetechnik

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. T. Huchtemeier
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Verein zur Förderung der Kunststofftechnologie
Laufzeit: 12/1993 - 11/1995
Ziel des Gemeinschaftsforschungsprojektes ist die Entwicklung eines Konzeptes zur Online-Prozeßüberwachung für den Einsatz bei der Fertigung von Spritzgießteilen, die durch Fügen (Schweißen) zum Endprodukt verarbeitet werden.

Rechnergestützte Prozeßsimulation dichtkämmender Gleichdrall-Doppelschneckenextruder

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Flecke
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Blach, Bermag, Brückner, Gummiwerk Kraiburg, Bayer AG, Reifenhäuser, Constab, Dow, Haake
Laufzeit: 4/1993 - 3/1995
Ziel des Gemeinschaftsvorhabens der verschiedenen Industriepartner und dem KTP ist die Entwicklung einer Software zur Prozeßsimulation dicht-kämmender Gleichdrall-Doppelschneckenextruder mit achsparallelen Schnecken.

Rechnergestützte Auslegung von Spritzgießplastifiziereinheiten PSI 2

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Ch. Obermann
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Arburg, Arenz, BASF, Battenfeld, Bayer, ETA, Hemscheid, Krauss Maffei, Mannesmann, Wafo
b) im Ausland: DOW, Niederlande
Laufzeit: 10/1994 - 9/1996
Ziel des Gemeinschaftsprojektes ist die Weiterentwicklung des Programmpaketes PSI 1 zur rechnergestützten Auslegung von Spritzgießplastifiziereinheiten.

Qualitätssicherung in der Extrusion

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. T. Huchtemeier
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Verein zur Förderung der Kunststofftechnik
Laufzeit: 9/1996 - 8/1998
Ziel des Gemeinschaftsprojektes ist die Entwicklung eines Systems zur Online-Prozeßüberwachung für den Einsatz bei der Extrusion.

Mischen von inkompatiblen Systemen auf Schneckenmaschinen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. M. Bastian
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Verein zur Förderung der Kunststofftechnik
Laufzeit: 4/1996 - 3/1998
In der Aufbereitungstechnik stellt das Mischen bzw. Legieren von Kunststoffen eine wesentliche Aufgabenstellung dar. Hierbei entstehen neue Produkte, bei denen über eine gezielte Variation der Zusammensetzung bestimmte Eigenschaften erreicht werden können.
Ziel des Projektes ist die Beschreibung des Mischvorganges solcher Stoffe auf Zweischnellenextrudern.

Entwicklung einer Qualitätsfunktion für die Optimierung von Einschneckenextrudern

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. M. Zelleröhr
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 4/1995 - 3/1997

In dem Forschungsvorhaben ist die Erarbeitung einer Qualitätsfunktion vorgesehen, welche die Beurteilung von Einschneckenextrusionsprozessen ermöglicht. Die Qualitätsfunktion soll dabei die Ergebnisse einer mathematischen-physikalischen Modellbildung unter Einbeziehung von Expertenwissen zu einem einzelnen, skalaren Qualitätsmerkmal zusammenfassen. Die erarbeitete Qualitätsfunktion wird im Rahmen des Forschungsvorhabens an vorliegenden Schneckenkonzepten erprobt und dient als Entscheidungskriterium für Optimierungsrechnungen, welche die automatische Optimierung von Einschneckenextrudern zum Ziel haben.



Untersuchung des Gelatinierungsverhaltens von Stärke unter Extrusionsbedingungen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. V. Schöppner
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 10/1994 - 9/1996

Die Verarbeitung thermoplastischer Stärke wird in den letzten Jahren zunehmend diskutiert unter der Zielvorstellung, einen biologisch abbaubaren Werkstoff zu erhalten, mit dem herkömmliche Kunststoffe substituiert werden können. Ziel des Vorhabens ist die Erforschung des Gelatinierungsverhaltens im Extruder mit dem Ziel, die Extrusion von der Schnecken- und Prozeßführung her optimal für diese Phasenumwandlung hin auszulegen.

Messung der Wandschubspannung im Schneckenkanal eines Extruders

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. V. Schöppner
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 b) im Ausland: Universität Prag, Tschechische Republik
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: VW-Stiftung
 Laufzeit: 1/1994 - 6/1996

Ziel der geplanten Forschungsarbeiten ist die Messung der Wandschubspannung im Schneckenkanal eines Extruders bei der Extrusion thermoplastischer Kunststoffe.

Vergleichende Untersuchungen von konventionellen Kunststoff- Schweißverfahren mit dem Laserschweißen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Korte
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Fraunhofer-Institut für Lasertechnik (ILT)
 Laufzeit: 7/1994 - 12/1995

Die wissenschaftlichen und technischen Arbeitsziele dieses Projektes konzentrieren sich zum einen auf einen aussagekräftigen Vergleich des Laserschweißens von Kunststoffen mit herkömmlichen, konventionellen Schweißverfahren. Zum anderen soll der Einfluß von Fertigungsungenauigkeiten an den Fügeteilen auf die Festigkeit

der Laserschweißung beschrieben werden. Ziel dieser Untersuchung ist die Erarbeitung von Richtlinien für eine lasergerechte Fügeiteilkonstruktion.

Analyse der Auswirkungen von Rohstoffeigenschaftsschwankungen auf den Spritzgießprozeß und die Produktqualität bei der Verarbeitung von Thermoplasten.

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Ujma
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 5/1993 - 10/1995

Die Auswirkung von heute üblichen Rohstoffeigenschaftsschwankungen auf den Spritzgießprozeß und die Produktqualität ist bisher kaum untersucht worden. Diese Schwankungen werden durch den Herstellungsprozeß beim Rohstofflieferanten, aber auch durch Lager- und Vorbehandlungsart vor der Verarbeitung hervorgerufen und drücken sich häufig in veränderten Prozeßparametern und geänderter Produktqualität aus, die Prozeßeingriffe und Ausschußproduktion zur Folge haben können. Ziel dieses Vorhabens ist es, den Zusammenhang zwischen Rohstoffeigenschaftsschwankungen und Prozeßverhalten beim Spritzgießen von Thermoplasten zu analysieren, um festzustellen, wie sich diese auf den Prozeß auswirken und wie darauf ggf. reagiert werden kann.

Qualitätssicherung beim Schweißen von Kunststoffen in der Serienfertigung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. T. Huchtemeier
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 3/1994 - 2/1996

Im Rahmen dieses Projektes ist vorgesehen, ein prozeßübergreifendes Qualitätssicherungskonzept zu erarbeiten, das die Einflüsse aus dem vorgeschalteten Spritzgießprozeß berücksichtigt. Hier soll für das Kunststoffschweißen, bevorzugt in der Serienfertigung angewandten Verfahren Heizelementschweißen und Ultraschallschweißen in die Untersuchung einbezogen werden. Soweit nicht direkt meßbar, sollen prozeßrelevante Größen mit Hilfe von Prozeßsimulationen bestimmt und in die Überwachung einbezogen werden.

Einsatz von Fuzzy-Klassifizieren in der Online-Qualitätsüberwachung beim Spritzgießen.

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. V. Schöppner
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 1/1994 - 6/1996

Ziel dieses Vorhabens ist es, die durch das statische Prozeßmodell vorgegebenen Unschärfbereiche mit einem Fuzzy-Klassifizierer zu behandeln, um so die Vorteile herkömmlicher Verfahren mit denen des Fuzzy-Klassifizierer wirkungsvoll zu verbinden und den synergistischen Effekt für eine 100%-on-line-Qualitätsüberwachung effektiv zu nutzen und den Anteil der offline-Prüfungen weiter zu reduzieren.

Verhalten des umströmten Feststoffbettes in Einschneckenextrudern

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Jungemann
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 1/1994 - 12/1995

Das Aufschmelzen gehört zu den zentralen Aufgaben eines Plastifizierextruders. Bisher existieren Modelle, die entweder analytische oder numerische Lösungen dieses Problems ermöglichen. Im vorliegenden Antrag soll eine Koppelung der beiden Lösungsansätze erfolgen. Dazu sind mit Hilfe vorhandener mathematisch-physikalischer Modelle der finiten Elemente Simulationen durchzuführen.

Aufschmelzprozeß in Gleichdrall-Doppelschneckenmaschinen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. V. Schöppner
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 1/1993 - 8/1995

Im Rahmen dieses Antrages soll ein mathematisch-physikalisches Modell zur Beschreibung des Aufschmelzprozesses, insbesondere des Aufschmelzverlaufes, entwickelt und in eine Auslegungssystematik eingebunden werden.



Echtzeitkorrelation von Prozeßparametern zur Realisierung eines dynamischen Systemmodells für eine Homogenitätsregelung an Einschneckenextrudern

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. A. Rücker
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 9/1992 - 8/1994

Um die Gefahr einer abnehmenden bzw. schwankenden Produktqualität zu reduzieren, besteht die Notwendigkeit, die Qualität des Produktes möglichst frühzeitig bestimmen zu können und in den Herstellungsprozeß regelnd einzugreifen. Die experimentelle oder modellmäßige Bestimmung der Qualität und eine Regelung direkt während der Verarbeitung ist dabei das angestrebte Ziel. Die durch die Korrelation ermittelten Zusammenhänge zwischen Prozeßparametern untereinander sowie zwischen Prozeßparametern und Homogenität ermöglichen den Entwurf eines Systemmodells. Dieses Modell soll die dynamischen Systemvorgänge im Extruder beschreiben und neben den Kriterien Massedurchsatz und Massetemperatur auch besonders die Produktqualität berücksichtigen.

Aufbau eines parallelverarbeitenden Simulationsmoduls zur Optimierung von Schneckenplastifiziersystemen mittels Evolutionsstrategie

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
 Prof. Dr.- Ing. J. Wortberg
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. B. Klarholz
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: ZIT
 Laufzeit: 4/1991 - 3/1993

Das Projekt hat folgende Schwerpunkte:

- Projektierung und Implementierung eines parallelen Optimierers. Hier stand zunächst die Implementierung eines auf Transputern lauffähigen Simulationsmoduls im Vordergrund. Dieser ermöglicht eine schnelle Simulation auf parallelen Rechnern.
- Wissensakquisition zur Auslegung und Optimierung. Dazu wurden verschiedene wissensbasierte Prototypen erstellt. Die entstandenen Prototypen haben gezeigt, daß ihre sinnvolle Anwendung nur im Zusammenhang mit einem Simulationspaket erfolgen kann.

Dispergierverhalten von hochgefüllten Polymeren auf Gleichdrall-Doppelschnecken-Extrudern

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. E. Jegham
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Firma Werner & Pfleider, Stuttgart
b) im Ausland: Firma Atochem, Serquigny (Frankreich)
Laufzeit: 1990 - 1993

Im Rahmen eines Gemeinschaftsprojektes zwischen der Universität-GH Paderborn und den Firmen ElfAtochem, französischer Kunststoffhersteller, und Werner & Pfleiderer, Stuttgart, soll das Dispergierverhalten hochgefüllter Polymere in Gleichdrall-Doppelschneckenextruder Typ ZSK untersucht werden. Die Durchführung des Forschungsauftrages erfolgt durch die Analyse von Compound aus mineralgefülltem Polypropylen, die auf einem ZSK-30 aufbereitet wurde. Die Auswertung erfolgt hauptsächlich auf der Basis von mikroskopisch festgestellten Qualitätsmerkmalen von Compound-Fertigteilen, wie z. B. der Oberflächenbeschaffenheit.

Herstellung von Stärkegranulat auf Kunststoffverarbeitungs- maschinen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. V. Schöppner
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: BME
Laufzeit: 7/1991 - 12/1993

Stärke ist ein natürlicher nachwachsender Rohstoff, der in großen Mengen kostengünstig hergestellt wird und vollständig biologisch abbaubar ist. Ein Einsatz von Stärkeprodukten als Formteil oder Verpackungswerkstoff im industriellen Maßstab ist bislang noch nicht möglich, da keine wirtschaftliche Technologie der Verarbeitung des Stärkerohstoffs zum Endprodukt vorhanden ist. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes werden Kunststoffverarbeitungsmaschinen zur Stärkeaufbereitung eingesetzt mit dem Ziel, Stärkegranulat mit unterschiedlichen Eigenschaftsprofilen zu entwickeln. Diese Granulate lassen sich dann entsprechend den Kunststoffgranulaten zu Formteilen und Folien weiterverarbeiten. Dadurch können Absatzmärkte für Stärke durch die Substitution von Kunststoffen in Spezialanwendungen erschlossen werden.

Recycling von vernetzten PE-Abfällen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Prof. Dr.-Ing. J. Wortberg
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. V. Schöppner
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Firma Raychem GmbH, Ottobrunn;
Firma RXS, Hagen
Laufzeit: 7/1992 - 6/1994

Bei der Herstellung von Schrumpfstücken aus vernetzten Polyethylenen fallen Produktionsabfälle an, die heute nur auf Deponien entgelagert werden können oder thermisch entsorgt werden müssen. Im Sinne eines angestrebten stofflichen

Recyclings soll im Rahmen des Forschungs- Entwicklungsprojektes das Ziel verfolgt werden, die anfallenden Produktionsabfälle so aufzubereiten, daß sie für eine stoffliche Wiederverwertung auf beibehaltener Verwertungsstufe eingesetzt werden können. Auf der Basis von vorzerkleinerten Produktionsabfällen soll eine geeignete Verfahrenstechnik erforscht werden, die es erlaubt, Schrumpfprodukte aus Original-Compounds mit zugesetzten Anteilen vorzerkleinerter Produktionsabfälle mit geforderten Eigenschaften herzustellen.

Rechnergestützte Auslegung von Spritzgießplastifiziereinheiten

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Ch. Obermann
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Firma Arburg Maschinenfabrik, Loßburg; Firma Arenz GmbH, Meckenheim; BASF AG, Ludwigshafen; Firma Battenfeld GmbH, Meinerzhagen; BAYER AG, Leverkusen; Firma Eta, Troisdorf-Spich; Firma Klöckner Ferromatik Desma GmbH, Malterdingen; Firma Krauss-Maffei Kunststofftechnik GmbH, München; Firma Mannesmann Demag Kunststofftechnik, Schwaig; Firma Walfo Klaus Wagner GmbH & CO. KG, Pirmasens
Laufzeit:	7/1992 - 6/1994



Bis heute wird die praktische Auslegung von Spritzgießschnecken durch erfahrungsbedingtes Wissen betrieben. Dies führt zu einem hohen finanziellen Einsatz bei einzelnen Optimierungsschritten. Durch eine gezielte Vorabschätzung des Maschinen- und Prozeßverhaltens mit einem Rechenprogramm, das die Tendenzen unter Einbeziehung von Schneckengeometrien, Materialdaten und Verfahrensparametern erkennen läßt, kann dieser Aufwand hinsichtlich Zeit und Kosten minimiert werden. Aus diesem Grund erfolgt in diesem Projekt die Erstellung eines Simulationsprogrammes für die Auslegung von Spritzgießschnecken, wobei mathematisch-physikalische Modelle für die einzelnen Berechnungsgrößen (Druck-/Durchsatzverhalten, Temperaturentwicklung, Aufschmelzverhalten, Verweilzeit und Antriebsleistung) implementiert werden.

Untersuchung des Formfüllganges beim Gasinnendruckverfahrens

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. E. Moritzer
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	DFG
Laufzeit:	7/1991 - 8/1993

Bisher sind keine Optimierungsstrategien bei der Auslegung von Gasinnendruckformteilen bekannt. Die Formteile werden nach der Trial and Error-Methode ausgelegt und optimiert, bis ein zufriedenstellendes Ergebnis erzielt worden ist. Ziel ist es, eine Optimierungsstrategie mit Hilfe eines Spritzgießsimulationsprogrammes zu erarbeiten. Die Schwerpunkte liegen auf der Reduzierung der Zeit zur Geometriegenerierung bei der Modellerstellung, der Durchführung von Parameterstudien an verschiedenen Formteilmfamilien sowie einer Vorausberechnung der optimalen Betriebspunktparameter und Formteilgeometrie zur Verkürzung der Entwicklungsphase eines Produktes. Zur Simulation des Formfüllganges wird das Programm C-Gasflow eingesetzt. Erste Gegenüberstellungen von Ergebnissen der Simulationsberechnungen mit experimentellen Auswertungen an einfachen Formteilgeometrien zeigen eine gute Übereinstimmung.

Konstruktive Optimierung von Thermoplastformteilen und Spritzgießwerkzeugen für die Gasinnendrucktechnik

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Prof. Dr.-Ing. J. Wortberg
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. E. Moritzer
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Firma Miele & Cie. GmbH & CO., Warendorf
Laufzeit: 10/1991 - 9/1995

Die Auslegung von Gasinnendruckformteilen erfolgt bis heute mit Hilfe von Erfahrungswerten. Die so konstruierten Formteile genügen selten den gestellten Anforderungen, so daß eine anschließende kosten- und zeitaufwendige Optimierung der Formteile und Werkzeuge mit Hilfe von Versuchen erforderlich ist. Ziel des Projektes ist es, sowohl die konstruktive Optimierung von Formteilen als auch von Werkzeugen für den Einsatz von Gasinnendrucktechnologien zu ermöglichen. Besondere Bedeutung ist dabei der Vermeidung von Einfallstellen zu schenken. Zur Erreichung dieser Ziele wird auf Rechnerprogramme zurückgegriffen, die die Simulation des Formteilbildungsprozesses ermöglichen. Aus den gemachten Ergebnissen sollen Konstruktionsrichtlinien abgeleitet werden, die eine frühzeitige Abschätzung der fertigungstechnischen Möglichkeiten des Gasinnendruckverfahrens ergeben sollen.

Heizstrahlschweißen gefüllter und hochgefüllter Thermoplaste

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Korte
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 3/1992 - 2/1994

Ziel des Projektes war die Untersuchung des Einflusses unterschiedlicher Füllstoffe auf die Schweißnahtfestigkeit beim Heizstrahlschweißen von Compounds. Um hierüber eine fundierte Aussage treffen zu können, wurden in erster Linie umfangreiche Festigkeitsanalysen beim Heizstrahlschweißen von PP-Compounds durchgeführt. Die untersuchten Füllstoffe reichen dabei von Glasfasern und -kugeln über Kreide bis hin zu unterschiedlichsten Talkum-sorten. Ein Vergleich der dabei gefundenen Festigkeitszusammenhänge mit denen beim Heizelementschweißen zeigt, daß mit beiden Verfahren näherungsweise die gleichen Schweißnahtfestigkeiten erzielt werden können. Bei glasfaserverstärkten Materialien wurde in einigen Fällen beim Strahlungsschweißen etwas höhere Festigkeiten erzielt.

Qualitätssicherung beim Schweißen von Kunststoffen in der Serienfertigung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. H. Potente
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Th. Huchtemeier
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 1991 - 1993

Ziel war die Entwicklung eines Qualitätssicherungskonzeptes für das Schweißen von Kunststoffen in der Serienfertigung, das exemplarisch für das Heizelement- und Ultraschallschweißen realisiert werden soll. Dies beinhaltet zunächst die Prozeßoptimierung auf Basis einer Prozeßanalyse und daran anschließend die Online-Prozeßüberwachung. Im Rahmen dieses Antrages ist dazu ein Softwareprogramm erstellt und in die Verbindung mit einem PC die Meßdatenerfassung hardwaremäßig realisiert worden. Damit können bis zu 8 Maschinen gleichzeitig überwacht werden. Das Programm unterstützt die Prozeßanalyse durch statische Auswertung und führt die Prozeßüberwachung auf Basis mathematisch-physikalischer Prozeßmodelle durch, die die Abhängigkeit der Nahtfestigkeit von den Prozeßparametern

beschreiben. Zusätzlich kann die Statistische Prozeßkontrolle (SPC) nach FORD Q 101 durchgeführt werden.

Ausgewählte Publikationen

Artikel:

- H. Potente, M. Uebbing, E. Lewandowski: *The Vibration Welding of Polyamide 66*. Journal of Thermoplastic Composite Materials; 1993 Vol. 6; Seite 2-17
- H. Potente, W. Hanhart, V. Schöppner: *Potential Applications for Computer-aided Extruder Design*. intern. Polymer Processing; VIII (1993) 4; Seite 335-344
- H. Potente, H. Schulte, N. Effen: *Simulation of Injection Molding and Comparison with Experimental Values*. International Polymer Processing; 3/ 1993; Seite 224-235
- H. Potente, J. Wortberg, D. Hanning, J. Häußler: *Kritische Betrachtungen zur Prozeßüberwachung in der Kunststoffverarbeitung*, Teil 1. Plastverarbeiter; 44. Jg. 1993 Nr. 8; Seite 44-49
- H. Potente, W. Hanhart, J. Wendehals: *Approximation Equations for the Design of Melt Extruders*. Theoretical Foundations of Chemical Engineering; Vol. 28, No. 4, 1994; Seite 279-285
- H. Potente: *Gemeinschaftsprojekt zur Simulation von Plastifizieraggregaten*. Plastverarbeiter; 45. Jg. 1994 Nr. 5; Seite 48-50
- H. Potente, Ch. Rennefeld: *Konstruktionssystematik für die Formteilgestaltung bei der Gasinnendrucktechnik - Teil 1 -*. Plastverarbeiter; 46. Jg. 1995 Nr. 5, Seite 42-46
- H. Potente, M. Heil, J. Korte: *Laserschweißen von Thermoplasten*. Plastverarbeiter; 46. Jg. 1995 Nr. 9; Seite 42-46
- H. Potente, U. Melisch, J. Flecke: *Mit SIGMA dichtkämmende Gleichdrall-Doppelschnecken-Extruder optimieren - Teil 1-*. Fachinformationen für den Thermoplast- und Elastomerverarbeiter; P1 11/95; Seite 42-48
- H. Potente, J. Liu, A. Rücker: *Gelatinierungsverhalten von Weizenstärke in einem zweiwelligen Knetgerät*. Starch/Stärke; 48 (1996) Nr. 5; Seite 171-174



Mechanische Verfahrenstechnik

Warburger Str. 100, 33095 Paderborn,
N 5.347, Fr. U. Finger,
Tel. 05251/60-2410, Fax 05251/60-3207,
E-Mail sekretariat@vt.uni-paderborn.de,
URL <http://www-vt.uni-paderborn.de>

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl, Tel. 05251/60-2407, -2410, Fax 05251/60-3207,
E-Mail jpahl1@vt.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Dr. Josef Noeke (Tel. 05251/60-2406, E-Mail jnoek1@vt.uni-paderborn.de);
Dipl.-Chem. Mathias Wöhler
(Tel. 05251/60-3609, E-Mail jwoeh1@vt.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Rudolf Berghoff (10/1991-3/1997);
Dipl.-Ing. Andreas Brenke (9/1992-7.1996);
Dipl.-Ing. Arnd Bruhns (seit 10/1996); Dr.-Ing. Andreas Flekler (seit 5/1994);
Dr.-Ing. Dirk Franke (10/1992-9/1996); Dr.-Ing. Andreas Fritz (3/1994-10/1994);
Dipl.-Ing. Michael Große-Aschhoff (seit 7/1995); Dipl.-Ing. Sang-An Ha (seit 10/1993);
Dipl.-Ing. Ralf Habermann (seit 8/1996); Dipl.-Ing. Axel Hannemann (seit 8/1995);
Dr.-Ing. Dietger Hesekamp (8/1991-12/1996);
Dipl.-Ing. Harald Keuter (8/1994-1/1995) ; Dipl.-Ing. Björn Kracht (seit 7/1996);
Dr.-Ing. Thomas Lohmann (7/1989-4/1993); Dipl.-Ing. Stefan Mähler (7/1993-12/
1996); Dipl.-Ing. Hubertus Meyer (seit 7/1992);
Dipl.-Ing. Martin Morning (10/1991-4/1997); Dr. Josef Noeke (seit 4/1995);
Dipl.-Ing. Arndt Oetjen (1/1994 -8/1997); Dipl.-Ing. Mustafa Özkurt (seit 3/1994);
Dipl.Wirt.-Ing. Klaus Pötter (seit 10/1995); Dipl.-Ing. Rainer Sebastian (seit 1/1992);
Dr.-Ing. Andreas Teckentrup (11/1993-3/1996);
Dipl.-Ing. Wayang Wicaksana (seit 8/1996);
Dipl.-Ing. Jens-Uwe Wichmann (seit 3/1996);
Dipl.-Ing. Rolf Wiesemann (9/1991-4/1993);
Dipl.-Ing. Thomas Winkelmann (4/1992-4/1997);
Dipl.-Ing. Andreas Wittig (seit 10/1996); Dipl.-Ing. Hubert Wittreck (seit 10/1993);
Dipl.-Chem. Mathias Wöhler (seit 11/1994)

Dauergäste

Prof. Dr.-Ing. hab. Josef Flizikowski (Wydział Mechaniczny Akademii
Techniczno-Rolniczej, Bydgoszcz, Polen, 9/1996-12/1996);
Prof. Qingling Li (Qingdao Inst. of Chem. Tech., Qingdao, VR China,
11.10.1993-8.9.1994);
Dipl.-Ing. Sang-An Ha (Dong-A Universität, Pussan, Korea, 1.10.1993-30.9.1996);
Dipl.-Ing. Yi Ning Luo (Wuhuan Chemical Engineering Group, Wuhuan, VR China,
1.7.1994-30.9.1996);
Dipl.-Ing. Ashok Kumar Sahu (Regional Research Laboratory, Bhubaneswar, Indien,
seit 1.10.1995);
Dipl.-Ing. Wayang Wicaksana (National Atomic Energy Agency, Tulung Agung,
Indonesien, seit 8/1996)

Promotionen

- Thomas Wolf, 2/1993, *Prallzerkleinerung ölhaltiger Substanzen bei Kühlmittleinsatz.*
 Markus Rammert, 6/1993, *Zum Aufbereiten und Abfüllen CO₂-haltiger Getränke.*
 Thomas Lohmann, 1/1994, *Mechanische Schaumzerstörung durch Beregnen.*
 Heinrich Meinecke, 1/1994, *Tensidschäume, Charakterisierung und Zerstörung durch Beregnen.*
 Andreas Fritz, 5/1995, *Abscheidegesetz zur Querstromfiltration in turbulent durchströmten Rohrfiltern.*
 Matthias Ignatjew, 7/1995, *Hydrodynamische Modellierung von Suspendierprozessen in Rührmaschinen.*
 Thomas Hoffmann, 7/1995, *Mischen und Befeuchten von Schüttgütern.*
 Dirk Franke, 9/1996, *Zur Mechanik tensidhaltiger Lamellen bei der Schaumzerstörung.*
 Dietger Hesekamp, 9/1996, *Chemo-Rheologie von reaktiven Epoxidharz-Klebstoffen.*
 Andreas Teckentrup, 9/1996, *Aufbereiten von Kühlschmierstoffen.*



Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

1. Schüttgutmechanik

Kompaktieren von Schüttgütern mit Hochleistungswalzenpressen, Schüttgutzufuhr in Walzenpressen, Haftkräfte in realen, kompaktierten Schüttungen, Partikelgrößenanalyse feinsten Stäube

2. Grenzflächenphysik, Mehrphasenströmung, Rheologie

Schaumzerstörung, Transiente Vorgänge in Flüssigkeitslamellen, Einfluß der grenzflächenaktiven Substanzen auf Absorptionskinetik, Dreistoffdüsen zur Kühlmittelentspannung, Querstromfiltration, Fließverhalten von Reaktions-Klebstoffen, Rheologie dünner Schichten

3. Mischen von Fluiden und Feststoffen

Berechnungsgrundlagen von kontinuierlichen Feststoffmischern, Vibrationsmischer, Wärme- und Stoffaustausch in Mixern mit erhöhtem Energieeintrag, Hochleistungsreaktor für Polymerisation von Kunststoffen, Mischen und Fördern von Polyurethan, Fallbasierte Modellierung in der Verfahrenstechnik, Modellierung von Mehrwellen-Rührwerken

4. Umwelttechnik

Recycling von Druckerei-Abwässern, Aufarbeitung von Industrie-Emulsionen, Aufarbeitung von Ziehölen, Optimierung von Flaschenreinigungsanlagen, Analyse der Abwasserbelastung in Gerbereien, Entwicklung und Implementierung von betrieblichen Umwelt-Management-Systemen

Patente

Rietbergwerke GmbH & Co. KG/Dr.-Ing. Andreas Teckentrup: Emulsionstrennverfahren (DE 44 11 691 C1, 16.3.1995);

Rietbergwerke GmbH & Co. KG/Dr.-Ing. Andreas Teckentrup, Dipl.-Ing. E. Merschbrock: Vorrichtung zur Pflege von Kühlschmierstoffen (DE 195 15 710 A1, 9.11.1995);

Rietbergwerke GmbH & Co. KG/Dr.-Ing. Andreas Teckentrup, Dipl.-Ing. E. Merschbrock: Vorrichtung zur Pflege von Kühlschmierstoffen (GE 94 07 292.2, 25.8.1994);

Benteler AG/Prof. Dr.-Ing. M. H. Pahl, Dipl.-Ing. H. Meyer, Dipl.-Ing. W. Auge, Dipl.-Ing. W. Streubel, Dipl.-Ing. O. Buschwieweke: Verfahren und Vorrichtung zum Aufbereiten von bei der Metallverarbeitung eingesetzten Bearbeitungsölen. (DE 19645945.1);

AGA AB, Schweden/Dipl.-Ing. R. Berghoff, Dr.-Ing. R. Baldun: Expansionsdüse und Verfahren zur Erzeugung von Kohlendioxidschnee (PCT EP 97/02612)

Gastaufenthalte von Mitgliedern dieses Fachgebiets

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl (Qingdao, VR China, 1.8.1995-24.9.1995);

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl (Dong-A Universität, Pusan, Korea, 11.10.1996-20.10.1996);

Dipl. Wirt.-Ing. Klaus Pötter (Universität Dubna, Dubna, Rußland, seit 12/1995);

Dipl.-Ing. Rainer Sebastian (Université Claude Bernard Lyon, Villeurbanne Cedex, Frankreich, seit 1/1992);

Dipl.-Ing. Martin Morning (Universität Miskolc, Miskolc, Ungarn, 21.3.1993-25.3.1993, 8.4.1995-12.4.1995, 3.10.1996-6.10.1996);

Dipl.-Ing. Joachim Mollerus (Universität Miskolc, Miskolc, Ungarn, 20.6.1996-30.9.1996)

Eigene Tagungen

Ost/West-Seminar Umwelt und Energie - Möglichkeiten der umweltverträglichen Energiegewinnung, -umwandlung und -nutzung, Paderborn, 29.11.-6.12.1993;

Ost/West-Seminar Umwelt und Energie - Möglichkeiten der umweltverträglichen Energiegewinnung, -umwandlung und -nutzung, Paderborn, 19.6.-29.6.1994;

Ost/West-Seminar Annäherung der Universitäten-Ausbildungssysteme in Ost- und Westeuropa, Paderborn, 18.9.-1.10.1994;

Bodennutzung, Bodenschädigung und Bodensanierung, Paderborn, 21.-22.2.1995;

Ost/West-Seminar Annäherung der Universitäten-Ausbildungssysteme in Ost- und Westeuropa, Paderborn, 19.3.-1.4.1995;

Umweltmanagement - Nutzen der EU-Öko-Audit-Verordnung, Paderborn, mit IHK Bielefeld, AGV Paderborn, 4.7.1995;

Erfassen, Lagern und Entsorgen von festen Abfallstoffen im Betrieb, Esslingen, 4.-5.12.1995;

Mahlanlagen - Fortschritte in der Zerkleinerungstechnik, Essen, 7.-8.2.1996;

Einsatz und Pflege von Kühlschmierstoff-Emulsionen im Betrieb, Ostfildern, 12.-13.2.1996;

Ost/West-Seminar Annäherung der Universitäten-Ausbildungssysteme in Ost- und Westeuropa, Paderborn, 17.-30.3.1996;

Wasserkreislauf im Betrieb - Versorgen, Reinigen, Wiederverwenden -, Bielefeld, 28.-29.10.1996;

Feststoffmischen, Wuppertal, 14.11.1996

Messeaktivitäten

ACHEMA, 1994, 1997, Frankfurt, Deutschland

Gutachtertätigkeiten

Gutachten:

- aus dem Bereich der Mechanischen Verfahrenstechnik für Bundesgerichtshof und Landesgerichte, für Industrie und Behörden, DFG

Preise für Mitglieder dieses Fachgebiets

Lödige-Preis:

- Dipl.-Ing. Michael Hack

- Dipl.-Ing. Mathias Vesting

Eduard-Benteler-Preis:

- Dr.-Ing. Dirk Franke

Förderpreis des Technologieforschums Paderborn e. V.

- Dr.-Ing. Andreas Teckentrup

Mitgliedschaften

- Rheologische Gesellschaft, Berlin
- Westfälisches Umweltzentrum Paderborn, Paderborn
- Russische Akademie der Naturwissenschaften, Moskau
- VDI - Paderborner Bezirksverein
- GVC - Fachausschuß Mischtechnik, Düsseldorf
- New York Academy of Sciences, New York
- DECHEMA, Frankfurt
- Kolloid-Gesellschaft, Kiel

Leistungsangebot für die Praxis

Renzensionen:

- Forschungsanträge der DFG, Bücher für Zeitschriften

Bücher zu folgenden Schwerpunkten:

- Rheologie
- Mischen
- Lagern und Fördern von Schüttgütern
- Lagern und Entsorgen flüssiger Einsatzstoffe
- Zerkleinerungstechnik
- Bodensanierung
- Wasserkreislauf
- Rationelle Abfallwirtschaft im Betrieb

Durchführung von Auftragsarbeiten/-untersuchungen:

- neben der Grundlagenforschung ist die angewandte Entwicklung besonders für die mittelständische Industrie Ziel der Forschungsstrategie

Beratung:

- in allen Bereichen der Mechanischen Verfahrens- und Umwelttechnik

Versuchs- und betriebstechnische Prüfungen:

- Partikeltechnologie (Charakterisierung, Fließeigenschaften)
- Rheologie (Schwingrheometer, Hochdruckkapillar-Rheometer)

Doktorarbeiten in Kooperation mit Wirtschaftspartnern

sind möglich und werden mit folgenden Projekten bereits durchgeführt:

- Mischvorgänge in Heiz-/Kühlmischern, Vibrationsmischen, Polymer-Mischung für Schuhsohlen, Kompaktieren von Schüttgütern, Recycling von Emulsionen usw.

Ausstattung / Geräte / Methoden

- Zerkleinerungsanlage zur Kaltmahlung
- mehrere Mischversuchsstände
- Doppelschneckenextruder zur Förderung von Schüttgütern in Hochdruckräume mit Desagglomerationsvorrichtungen
- Filtrationsversuchsstände
- Versuchsstand zur Schaumzerstörung
- verschiedene Rheometer
- Geräte für die Partikelmeßtechnik wie Jenike-Schergerät, Porosimeter, Laserbeugungs-Spektrometer, Photonen-Korrelations-Spektrometer
- erweitertes Expertensystem für die Mischtechnik befindet sich im Aufbau
- HPLC-Anlage
- Nahinfrarotspektrometer (NIRS)
- Tensiometer
- Blasendrucktensiometer
- CCD-Kamera zur Bildanalyse



Weitere Angaben

- Vizepräsident der Akademie der Naturwissenschaften, Moskau
- Hochschulpartnerschaft Universität Miskolc, Ungarn (Prof. Dr. Tarjan)
- Universität Bydgoszcz, Wydział Mechaniczny Akademii Techniczno-Rolniczej (Prof. Dr. Ing. hab. Josef Flizikowski)
- Bergbau-Universität Moskau (Prof. Dr. Kartoza)
- Chakassische Staatsuniversität, Abakan (Prof. Dr. Kusmin)
- Université Claude Bernard, Lyon (Prof. Dr. Lieto)
- Institute of Chemical Technology, Qingdao (Prof. Li)

Forschungsprojekte

Characterization of the flows patterns in multi-shaft-agitators Charakterisierung des Strömungsfeldes in Mehrwellenrührwerken

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Andreas Wittig

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr.-Ing. E. Liepe (FH Köthen)

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: PRG (Warburg); Beiersdorf (Hamburg)

b) im Ausland: Fryma (Rheinfelden, Schweiz)

Laufzeit: 10/1996 -

Die Strömungsverhältnisse in einem Rührkessel sind für viele verschiedene Geometrien und Rührorgane bekannt. Für komplexe Rühraufgaben sind einfache Rührwerke ungeeignet, daher verwendet man z. B. zum Suspendieren, Emulgieren und Desagglomerieren hochviskoser Medien Rührwerke mit mehreren Rührorganen in einem gemeinsamen Behälter, sog. Mehrwellenrührwerke. Die Strömungsverhältnisse in einem Mehrwellenrührwerk sind bisher weitgehend unbekannt, damit fehlen auch die Grundlagen für eine weitere Optimierung der Rührwerke. Solche Grundlagen sind aber für die mehr klein- und mittelständische Mischer-Industrie notwendig. Da hier ein hoher Forschungsbedarf besteht, wollen wir diesen Bereich untersuchen.

Reduction of wastewater-charge of a tannery Verringerung der Abwasserbelastung bei einer Gerberei

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Björn Kracht

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr.-Ing. H. J. Warnecke (Universität-GH Paderborn)

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Möller-Werke (Bielefeld)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Düsseldorf)

Laufzeit: 6/1996 - 5/1998

Es soll untersucht werden, ob Emissionen bereits an der Quelle ihrer Entstehungen verhindert oder durch eine Reinigungsstufe die Trägermittel für den Produktionsprozeß zurückgewonnen werden können. Eine kritische Betrachtung des Abwassers aus dem Äscherungsprozeß soll zeigen, ob eine Verringerung der hohen organischen und stickstoffhaltigen Bestandteile durch Verfahrensumstellung von haarzerstörender oder haarerhaltender Äscherung und/oder durch eine mechanische Abwasseraufbereitung möglich ist. Die Aufbereitung der chromhaltigen Abwasser soll optimiert werden. Dazu ist zu untersuchen, ob sich der Anteil störender Fettungs- und Färbungsmittel durch eine Flüssig/Flüssig-Extraktion verringern läßt.

Analysis of residues in mechanically cleaned bottles

Analyse der Rückstände in maschinell gereinigten Flaschen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Chem. Mathias Wöhler

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Versuchs- und Lehranstalt für Brauereien, Berlin

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Becks (Bremen);
DAB (Dortmund);
Diebels (Issum)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Wissenschaftsförderung der
Deutschen Brauwirtschaft e. V (Bonn)

Laufzeit:

8/1994 -

Der Vergleich der Umweltbelastungen führt zu dem Ergebnis, daß die Mehrweg-Glasflasche in der Brauindustrie bezüglich aller Umweltbelastungsfaktoren den Einweg-Verpackungen bei Annahme realistischer Umlaufzahlen überlegen ist. Bevor man die Mehrwegflasche einer Wiederverwendung zuführen kann, ist eine intensive Reinigung mit hochwirksamen Reinigungsmitteln erforderlich, um sämtliche Verschmutzungen und Fremdstoffe sowohl aus dem Inneren als auch von der Außenfläche der Flasche bei geringstem Wassereinsatz zu entfernen. Zur Reinigung und Entkeimung werden Natronlauge und Additive zugesetzt. Bei letzterem handelt es sich vor allem um Entschäumer (insbes. nichtionische Tenside), Tenside (zur Verbesserung der Reinigungswirkung) und Komplexmierungsmittel (zur Verhinderung von Wasserhärteausfällung). Der Einsatz chemischer Hilfsmittel ist in der Regel unverzichtbar, denn Wasser allein reicht nicht aus, um lebensmittelberührende Oberflächen wirksam von Schmutz und Mikroorganismen zu befreien. Allerdings ist es technisch unvermeidbar, daß geringe Rückstandsmengen der Reinigungsmittel in der gespülten Flasche zurückbleiben. Mit der quantitativen Erfassung der Tensidkonzentrationen in maschinell gereinigten Flaschen und Bewertung, welche verwendeten Tenside aufgrund ihrer unzureichenden Abspülbarkeit in Zusammenhang mit ihrer Toxizität (LD50) für den Einsatz in Flaschenreinigungsanlagen geeignet sind, ist die ökonomische und ökologische Optimierung des Tensid- und Wassereinsatzes in Flaschenreinigungsanlagen erstrebtes Forschungsziel.

Transport phenomena in multiscrewextruder MSE

Transportvorgänge im Mehrschneckenextruder MSE

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Thomas Winkelmann

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Prof. Dr.-Ing. Potente
(Universität-GH Paderborn)



Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: BASF (Ludwigshafen);
FA. Hermann Berstorff Maschinenbau GmbH
(Hannover)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: BMBF (Bonn)
Laufzeit: 4/1992 - 9/1996

Die durch den Herstellungsprozeß in Kunststoffen verbleibenden flüchtigen Rückstände, wie Monomere, Oligomere, Abbau- und Zersetzungsprodukte müssen dem Polymer aus verarbeitungs- und umwelttechnischen Gründen soweit wie möglich entzogen werden. Der mehrwellige Hochleistungsreaktor ist eine neuartige Stoff- und Wärmeaustauschmaschine, in der auch sehr anspruchsvolle Entgasungsaufgaben äußerst materialschonend und energiesparend durchgeführt werden können. Das Ziel der Grundlagenversuche ist die Weiterentwicklung der Mehrwellen-Entgasungsextrudertechnologie zur energiesparenden Herstellung hochviskoser, hochmolekularer Polymere. Die Beschreibung und Voraussage des hydro- und thermodynamischen Verhaltens verschiedener Medien im Hochleistungsreaktor soll ermöglicht werden.

Recycling of sewage printing works

Recycling von Druckereiabwasser

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Arndt Oetjen

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr.-Ing. R. Rautenbach (RWTH Aachen)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Mohndruck (Gütersloh)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Ministerium für Umwelt, Raumordnung und
Landwirtschaft (Düsseldorf)

Laufzeit: 3/1994 - 2/1996

Druckerzeugnisse haben einen festen Platz in der modernen Medienlandschaft. Um die hohe Qualität der Druckereierzeugnisse zu erreichen, wird beim Offsetdruckverfahren ein Prozeßwasser, das sogenannte Feuchtmittel, eingesetzt. Während des Druckprozesses nimmt das Feuchtmittel die entstehenden Verunreinigungen auf. Ab eines bestimmten Verschmutzungsgrades verschlechtert sich das Druckergebnis und das Feuchtmittel müßte entsorgt werden. Zur Aufbereitung des Feuchtmittels wurde ein Querstromfiltrationsverfahren entwickelt. Durch die Variation der Betriebsparameter Überstromgeschwindigkeit, transmembraner Differenzdruck und einer gezielten Membranauswahl kann eine wirtschaftlich vertretbare Filtrationsleistung erzielt werden, wobei die wesentlichen Einflußgrößen auf die Druckqualität gezielt in den drucktechnisch günstigen Bereich eingestellt werden können.

Influence of surfactans on the mass transfer by the example of bubbles in beverages

Einfluß grenzflächenaktiver Substanzen auf die

Absorptionsgeschwindigkeit am Beispiel von Blasen in Getränken

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Mustafa Özkurt

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG (Bonn)

Laufzeit: 3/1994 -

Beim Füllen der Flaschen mit Getränken entstehen durch den Einschlag des in die Flasche einlaufenden Getränkes Blasen. Zusätzlich wirken die im Getränk vorhandenen Mikroblasen und Verschmutzungen als Keime, so daß die Blasenbildung beschleunigt wird. Um Füllverluste bei der Druckentlastung infolge des Überschäumens zu vermeiden, sind die entstandenen Blasen wieder zu absorbieren. Die Absorptionskinetik wird dabei durch den Fülldruck, die Fülltemperatur und den Zustand der Grenzfläche Gas/Flüssigkeit bestimmt. Die Einflüsse des Fülldruckes und der Fülltemperatur auf die Absorptionskinetik sind heute bekannt und können dementsprechend optimiert werden. Ein Einfluß der Tenside findet durch die Verminderung der Hydrodynamik der Blasen und der zum Stoffaustausch zur Verfügung stehenden freien Oberfläche statt, wobei die Größe des Einflusses von der Art und Menge der Tenside abhängt. Die vorhandenen Gleichungen berücksichtigen ausschließlich die Abnahme der Grenzflächenbeweglichkeit. Eine Verminderung der freien Oberfläche durch die Tensidanlagerung wird nicht berücksichtigt. Ziel der Forschung ist eine genaue Beschreibung der Ab- und Desorptionsvorgänge von CO_2 , um anschließend Modellrechnungen mit Erkenntnissen aus den Experimenten in der Getränketechnik anwenden zu können.



Experimental small particle size with a spectrometer with a statement of particle size down to 3 nm

Untersuchung feinsten Partikelgröße mit einem Photonen-Correlations-Spektrometer bei einer Aussagesicherheit für Partikelgrößen bis zu 3 nm

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Sang-An Ha
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft	
b) im Ausland:	Center for Molecular science in Kaist (Korea)
Förderinstitution/en	
b) im Ausland:	Erziehungsministerium (Soul, Korea)
Laufzeit:	1/1993 - 6/1997

Mit dem Photonen-Korrelations-Spektrometer wird ein neues Analyse-Verfahren zur Partikelgrößen-Bestimmung untersucht. Bei Berücksichtigung der Kumulation- und SDP-Methode für Partikelverteilungen in Beziehung auf Mulimodalität der Meßprobe im Bereich 3 - 5000 nm ergeben sich unterschiedliche Aussagen.

Development of Environmental Management Systems Entwicklung und Inplementierung von betrieblichen Umweltmanagementsystemen

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner:	Dr. Josef Noeke
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen	
a) in der Bundesrepublik:	Westfälisches Umwelt Zentrum (Paderborn)
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft	
a) in der Bundesrepublik:	SNI (Paderborn); Frommholz (Spenge)
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Westfälisches Umweltzentrum (Paderborn)
Laufzeit:	4/1996 - 3/1997

Zunehmend mehr Unternehmen sprechen sich in ihren Unternehmensleitlinien für die Schonung der Umwelt und für einen sparsamen Umgang mit den natürlichen Ressourcen aus. Fertigungsprozesse und Produkte sollen umweltverträglicher

werden. Mit einer Überprüfung und Zertifizierung ihres betrieblichen Umweltschutzmanagement nach der EU-Öko-Audit-Verordnung oder nach der internationalen Norm ISO 14.001 können Unternehmen u. a. Kostensenkungspotentiale aufdecken, zivil- und strafrechtliche Umwelthaftungsrisiken mindern sowie Versicherungsprämien bei der Umwelthaftpflicht senken und ihre Glaubwürdigkeit bei Kunden und Behörden steigern. Im Mittelpunkt der F&E-Arbeiten steht die Erarbeitung anwendungsorientierter und übertragbarer Instrumente zur kostengünstigen Umsetzung von EU-Öko-Audit-Verordnung bzw. DIN ISO 14.001. Die aktuellen Arbeiten konzentrieren sich auf einige Betriebe der Elektrotechnik-, Metall- und Möbelindustrie in Ostwestfalen.

Connection of Mixing Quality and Residence-Time Distribution in a continuous Solids Mixer

Verknüpfung von Mischgüte und Verweilzeitverteilung im kontinuierlichen Feststoffmischer

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Ralf Habermann

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr.-Ing. K. Sommer
(Universität München-Weihenstephan)

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Gebrüder Lödige Maschinenbau GmbH
(Paderborn)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG (Bonn)
Laufzeit: 7/1996 - 6/1998

Das DFG-Projekt weist als einen Schwerpunkt der Untersuchungen die Ermittlung der Verweilzeitbestimmung und die Verknüpfung mit der radialen Mischgüte auf. Den anderen Schwerpunkt stellt der Vergleich des Dämpfungsverhaltens eines realen Feststoffmischer, dem ein sinusförmig schwingender Dosierstrom zugeführt wird, mit den Ergebnissen des Simulationsmodells nach *Keuter* dar. Als wesentliche Parameter werden in allen Versuchsreihen die Werkzeug-Drehfrequenz, charakterisiert durch die FROUDE-Werkzeugzahl Fr_w , im Bereich $Fr_w = 2-7$, der Massenstrom $M = 200-800$ kg/h, der Füllgrad ($\varphi = 0,4 - 0,7$) und der Mischwerkzeugform (Pflugschar- oder Beckerschaufeln) variiert. Auf der Basis der gewonnenen Erkenntnisse wird beabsichtigt, im Anschluß einen kontinuierlichen Feststoffmischer mit variabler Mischraumlänge zu konstruieren und zu untersuchen.

Feeding and compacting of powders in high-performance roll presses

Untersuchungen zum Fördern und Kompaktieren staubförmiger Stoffe in Hochleistungs-Walzenpressen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Martin Morning

Kooperierende Wissenschaftler: Dr. Barnabas Csöne;
Prof. Ivan Tarjan (Universität Miskolc, Ungarn)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr.-Ing. K. Schönert (Universität Clausthal)
b) im Ausland: Universität Miskolc (Miskolc, Ungarn)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Köppern Maschinenfabrik (Hattingen)

Förderinstitution/en

b) im Ausland:

Europäische Union (Brüssel, Belgien)

Laufzeit:

6/1994 - 5/1997

Bei der Kompaktierung feinkörniger Schüttgutmaterialien in Walzenpressen wird der Massedurchsatz durch die Entstehung hoher Gasdrücke im Einzugsbereich der Walzen begrenzt. Die Untersuchungen haben daher zum Ziel, die Grenzbereiche des Kompaktierprozesses in Richtung maximaler Massedurchsätze auch bei problematischen Gütern zu ermitteln. Im Rahmen des joint-venture ist die Untersuchung der Schüttgutzuführung der Beitrag der Universität Paderborn. Zur Durchführung von Experimenten wurde in Zusammenarbeit mit der Maschinenfabrik Köppern, Hattingen, ein spezieller Schneckenversuchsstand im industriellen Maßstab konstruiert, der aufgrund seiner Abmessungen im Zementwerk Anneliese betrieben wird. Parallel zu den Untersuchungen in Paderborn werden an der Uni Miskolc, Ungarn, Experimente an einer Labor-Walzenpresse durchgeführt. Am Ende der Forschungsperiode wird das erlangte ‚Know-how‘ zusammengetragen und wissenschaftliche Grundlagen für die optimierte Konstruktion und Betriebsweise von Hochleistungs-Kompaktieranlagen gelegt.



Rheology of Thin Films

Rheologie dünner Schichten

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Arnd Bruhns

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Dr.-Ing. W. Gleißle (Universität Karlsruhe)

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Fa. Drei Bond Chemische Verbindungstechnik GmbH (Ismaning)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

eigene Mittel

Laufzeit:

10/1996 -

Der Einsatz von Flüssigdichtmitteln ist bereits Stand der Technik, bisher fehlt jedoch bei diesem nach trial & error praktizierten Verfahren der wissenschaftliche Background, der mit der rheologischen Untersuchung dünner Schichten unter spezieller Berücksichtigung der industriellen Anwendung hergestellt werden soll. Die zeit- und temperaturveränderlichen rheologischen Grundeigenschaften der Flüssigdichtmittel werden dabei auch in Hinsicht auf ihre Applikations- und ihre Dichtungseigenschaften untersucht. Ein Verfahren zur Normierung der hochwertigen Materialprüfung soll erstellt werden.

Optimization of the energy supply in the town of Dubna (Russia)

Optimierung der Energieversorgung der Stadt Dubna (Rußland)

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl. Wirt.-Ing. Klaus Pötter;

Prof. Dr.-Ing. Jürgen Voß (Elektrische
Energietechnik, Universität-GH Paderborn)

Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. Kusnetzov

(International University Dubna, Präsident RAN);

Dipl.-Ing. Alexej Nikitsky

(International University Dubna)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

- a) in der Bundesrepublik:
- b) im Ausland:

Westfälisches Umwelt Zentrum (Paderborn)
Russische Akademie der Naturwissenschaften
RAN (Moskau, Rußland)

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft

- a) in der Bundesrepublik:
- b) im Ausland:

Stadt Rheine (Rheine)
Stadt Dubna (Dubna, Rußland)

Förderinstitution/en

- a) in der Bundesrepublik:

DAAD (Bonn);
Westfälisches Umwelt Zentrum (Paderborn)
RAN (Moskau, Rußland)
Techno Park (Dubna, Rußland)

- b) im Ausland:

Laufzeit:

10/1995 - 12/1998

Es sollen Methoden entwickelt werden, die die effektivste Kostenkombination zwischen Energieangebot und Energieeinsparmaßnahmen in Dubna unter den besonderen ökologischen, ökonomischen und rechtlichen Rahmenbedingungen in Rußland ermitteln. Durch Vergleich der technischen Wirkungsgrade, des Energieverbrauchs und der Kostenstruktur der Energieversorgung einer deutschen Stadt gleicher Größe, sollen Einsparpotentiale erkannt und mit Hilfe eines computer-gestützten Simulationsmodells evaluiert werden.

Vibrational Mixing

Vibrations-Mischen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Hubert Wittreck;
Dr.-Ing. Andreas Flekler

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

- a) in der Bundesrepublik:

Prof. Dr.-Ing. K. Sommer
(Universität München-Weihenstephan)

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft

- a) in der Bundesrepublik:

Fa. Roelofsen GmbH (Kleve)

Förderinstitution/en

- a) in der Bundesrepublik:

AIF (Berlin)

Laufzeit:

11/1995 - 10/1997

Das dreidimensionale Vibrationsmischen ist eine völlig neuartige, effektive Mischtechnik. Die voneinander unabhängigen Vibrationsanregungen in den drei Raumrichtungen werden mit elektronisch gesteuerten Linearmotoren erzeugt. Hiermit können beliebige räumliche Bewegungsbahnen des Mischbehälters, sogenannte Lissajons-Kurven, durchfahren werden. Die intensive Strömungsausbildung beruht auf der wechselnden Impulsübertragung auf das Mischgut in jeder Ellipsenperiode. Dies ermöglicht das Schüttgut-Mischen ohne Zuhilfenahme rotierender Mischwerkzeuge oder weiterer Einbauten im Behälter. Das dreidimensionale Vibrationsmischen ist besonders im Laborbetrieb oder in der industriellen Produktion geeignet, wenn hohe Anforderungen an die Sterilität und Hygiene gestellt werden oder der Mischbehälter gleichzeitig auch als Transportbehälter dient, womit ein Umfüllen des Produktes entfällt.

Casebased Modelling in Process Engineering

Fallbasierte Modellierung in der Verfahrenstechnik

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Andreas Brenke;
Dipl.-Math. Hubert Mackenberg

Kooperierende Wissenschaftler: Dr. rer. nat. Dipl.-Wirt. Ing. Benno Stein
(Universität-GH Paderborn);
Prof. Dr. rer. nat. Hans Kleine Büning
(Universität-GH Paderborn)
Laufzeit: 3/1993 - 4/1996

Verfahrenstechnische Systeme sind häufig derart kompliziert, daß sie sich den klassischen Methoden der Modellbildung entziehen. Mit Hilfe von fallbasierten Methoden kann aus Meßergebnissen ein Modell erzeugt werden. Die wichtigsten Vertreter fallbasierter Methoden sind neuronale Netze. Um dieses komplexe Werkzeug für den Verfahreningenieur einsetzbar zu machen, wurde ein Software-Paket entwickelt, daß die Konfigurierung und Parametrisierung von neuronalen Netzen unter Verwendung eines genetischen Algorithmus automatisiert.

Comparison of waste-streams in Paderborn and towns in Indonesian

Vergleich der Abfallströme der Stadt Paderborn und von Städten in Indonesien



Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Wayan Bombany Wicahsana
Kooperierende Wissenschaftler: Dr. Happy Ratna Santoso
(Institut 10. November, Surabanjn, Indonesien)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

b) im Ausland: BPPT (Surabanjn, Indonesien)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DAAD (Bonn)

Laufzeit: 10/1996 - 9/2000

Die Abfallströme der Stadt Paderborn und einiger Städte in Indonesien werden miteinander verglichen. Ziel ist es, die Abfallentsorgung in Indonesien zu optimieren.

CO₂ - Expansion and stream shaping for cryogenic freezing

CO₂ - Expansion und Strahl-Formung zum kryogenen Frosten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Rudolf Berghoff
Kooperierende Wissenschaftler: Dr.-Ing. R. Balduhn (Universität-GH Paderborn)

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: AGA Gas GmbH (Bad Driburg - Herste);
GCT GmbH (Bad Driburg - Herste)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: AIF (Berlin)

Laufzeit: 10/1991 - 3/1996

Als kryogenes Kühlmittel nutzt man Kohlendioxid zum schnellen Gefrieren von Lebensmitteln in industriellen Gefrieranlagen. Das Kohlendioxid lagert bei $p_T = 18$ bar flüssig in einem Speichertank. Bei seiner Entspannung auf $p_U = 1$ bar Umgebungsdruck, entsteht ein CO₂-Strahl aus Trockeneis und Gas mit einer Temperatur von $T = -79^\circ \text{C}$. Als Feststoff gefährdet Trockeneis einen störungsfreien Anlagenbetrieb durch Verstopfen der Entspannungsdüsen. Zur Reduzierung des Kohlendioxid-Verbrauches soll die bisher übliche 2-Punkt-Regelung durch die Entwicklung einer kontinuierlichen CO₂ - Dosierung abgelöst werden. Der in den Froster sprühende Kühlmittel-Strahl ist dabei so zu formen, daß eine gleichmäßige Abkühlung des Kühlgutes entsteht.

Transient Processes in Mechanical Foam Destruction Transiente Vorgänge bei der mechanischen Schaumzerstörung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Dirk Franke
Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr.-Ing. Mersmann (TU - München)
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG-Schwerpunktprogramm: transiente
Vorgänge in mehrphasigen Systemen (Bonn)
10/1992 - 9/1996

Laufzeit:
Ziel der Untersuchungen ist die Klärung der Vorgänge bei der mechanischen Schaumzerstörung, um Auslegekriterien für mech. Schaumzerstörer zu gewinnen. Hierzu wurde die mechanische Beanspruchung von einzelnen Schaumlamellen experimentell sowie theoretisch untersucht und mit den Ergebnissen von Schaumzerstörungsversuchen verglichen. Es zeigt sich, daß sich in den Schaum eingebrachte Beanspruchungen analog einer Schallwelle ausbreiten. Die Ausbreitungsgeschwindigkeit beruht auf stoffspezifischen Eigenschaften der Lamelle bzw. Lamellengrenzfläche, die auf physikalischen Grundgrößen beruhen und experimentell bestimmbar sind. Das Zerstörungsverhalten von Schäumen läßt sich mit den gewonnenen Daten korrelieren. Weitere Projekte sollen folgen.

Recycling of Drawing Oils Aufbereiten von Ziehölen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Hubertus Meyer
Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: Prof. Dr. B. Lendermann
(Universität-GH Paderborn);
Prof. Dr.-Ing. H.J. Warnecke
(Universität-GH Paderborn)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Fa. Benteler AG (Paderborn)
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: AIF (Berlin)
Laufzeit: 7/1992 - 6/1995

Zur Unterstützung des Tiefziehvorgangs von Blechen ist der Einsatz spezieller Ziehöle notwendig. Für nachfolgende Verarbeitungsvorgänge sind die Werkstücke in einem Tauchbad unter Einsatz eines Reinigers zu entfetten. Das im wässrigen Tauchbad anfallende Ziehöl wird durch einen Separator abgesondert und anschließend der Entsorgung zugeführt. Es fällt so eine erhöhte Menge Abfallstoff an. Im Rahmen dieses Projekts sollen geeignete Aufbereitungsverfahren gefunden werden, die eine Wiedereinsatzbarkeit der Öle auf möglichst hoher Qualitätsstufe gewährleisten. Mit dem Recycling des Öls ist gleichermaßen eine Einsparung an Neuware sowie eine Vermeidung der Entsorgung gegeben.

Adhesive rheology Klebstoffrheologie

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Dietger Heseckamp

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Dr.-Ing. W. Gleißle (Universität Karlsruhe)

b) im Ausland:

Prof. Dr. Gönül Gündüz (Izmir, Türkei)

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Dr. H. M. Laun (BASF Ludwigshafen)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

DFG (Bonn)

Laufzeit:

8/1991 - 10/1996

Klebstoffe sind nichtmetallische, natürliche oder synthetische Stoffe, die Füge­teile durch Flächenhaftung und innere Festigkeit verbinden. Vorteile des Klebens sind, daß artverschiedene Werkstoffe ohne Beschädigung der Füge­teile verbunden werden können oder durch das Kleben dichte spaltfreie Nähte entstehen, die keiner zusätzlichen Abdichtung bedürfen. Der ausgehärtete Klebstoff weist die rheologischen Grundeigenschaften Viskosität, Elastizität und bei gefüllten Systemen auch Plastizität auf. Durch die Aushärtung verändert der zu Beginn flüssige Klebstoff seine rheologischen Eigenschaften vollständig, am Ende der Aushärtung liegt ein Festkörper vor. Die Erfassung und Beschreibung der rheologischen Eigenschafts­änderungen ist Ziel der Forschungsarbeit.



Parallel-Track Flexible Production System for Polyurethane Moulded Footwear

Flexibles parallel geführtes Produktionssystem zur Herstellung von geformten Polyurethanschuhwerk

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Axel Hannemann

Kooperationen mit

wissenschaftlichen Institutionen

b) im Ausland:

Instituto Espanol Del Calzado Y
Conexas - Inescop (Aparato, Spanien)
Danish Technological Institute
(Taastrup, Dänemark)

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Fa. Klöckner Desma Schuhmaschinen GmbH
(Achim);

Fa. Bayer AG (Leverkusen);

Fa. I.F.S. Systemtechnik (Berlin)

b) im Ausland:

Fa. A/S Eccolet Sko (Bredbro, Dänemark);

Fa. Zago S.N.C di Zago Elio & C.

(Padua, Italien);

Fa. Jokan System (Randers, Dänemark);

Fa. Satra Footwear Technology Centre

(Kettering Northants, United Kingdom)

Förderinstitution/en

b) im Ausland:

BRITE EURAM (Brüssel, Belgien)

Laufzeit:

1/1996 - 6/1999

Das Projekt soll ein neuartiges Produktionssystem entwickeln, mit dessen Hilfe es möglich sein wird, die Schuhproduktion mit geschäumten Schuhsohlen aus Polyurethan weitaus flexibler zu gestalten. Produktwechsel sollen schneller zu vollziehen sein, dadurch die Produktivität erhöht und die Arbeitsbedingungen verbessert werden.

Recycling of cooling lubricants Aufbereitung von Kühlschmierstoffen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Teckentrup

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Prof. Dr. Ing. H.-J. Warnecke
(Universität-GH Paderborn)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:

Fa. Rietbergwerke GmbH & Co. KG (Rietberg)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

BMBF (Köln)
11/1991 - 3/1996

Laufzeit:

Im Rahmen einer Systemanalyse wurden die Einflußparameter auf die Standzeit und die Einsatzfähigkeit von Kühlschmierstoffen (KSS) untersucht. Abgeleitet aus diesen Ergebnissen wurde ein Verfahren zur Pflege der KSS entwickelt. Hierbei wurde durch Anwendung der Ultraviolett-Technologie ein entscheidender Fortschritt in der chemie-losen Entkeimung dieser Stoffsysteme geschafft. Gleichfalls wurde ein Verfahren zum Recycling der Wasserphase verbrauchter KSS auf der Basis einer Querstrom-Ultrafiltration entwickelt und erprobt. Beide Verfahren wurden in die serienreife Produkte umgesetzt und vermarktet.

Mechanical foam destruction Mechanische Schaumzerstörung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Thomas Lohmann

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

AIF (Bonn)
7/1989 - 3/1993

Laufzeit:

Polyederschäume lassen sich durch Dodekaeder mit 12 fünfeckigen Lamellen und ein Netzwerk von Kapillaren beschreiben. Es werden Angaben über das Entwässerungsverhalten, die Deformation und die Beanspruchung des Stoffsystems Natriumdodecylsulfat/Wasser bei der Schaumzerstörungsmethode „Beregnen mit arteigener Flüssigkeit“ gemacht. Die Beregnungsmethode ist für Systeme mit niedriger Tensidkonzentration besonders geeignet, da kein Sekundärschaum entsteht, allerdings muß eine Restschaumhöhe zugelassen werden. Die Untersuchungen wurden auf 3-Phasenschäume erweitert.

Recycling of printing works effluents Recycling von Druckereiabwässern

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Andreas Fritz

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:

Technotrans GmbH (Sassenberg)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

BMFT (Bonn)
7/1990 - 6/1993

Laufzeit:

Beim Bedrucken von Papier, Karton oder Folien im Offset-Druckverfahren verschmutzt das hierzu notwendige Prozeßwasser, auch Feuchtmittel genannt. Die Verschmutzungen bestehen aus Streicherdenpartikeln und Füllstoffen aus dem Papier sowie emulgierter Druckfarbe. Weitere Verschmutzungen aus der Umgebung können hinzukommen. Aufgrund der sehr kleinen Partikelgrößen, die zum Teil unter einem Mikrometer liegen, und der Anwesenheit klebriger, verformbarer Farbteilchen ist eine

Reinigung des Prozeßwassers und das damit mögliche Recycling schwierig. Es soll ein rein mechanisches Verfahren zur Abscheidung der Verschmutzungen entwickelt und in einem mobilen Gerät installiert werden.

Agglomeration in Highperformance-Rollerpresse Kompaktieren in Hochleistungswalzenpressen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Stefan Mähler
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Köppern GmbH & Co. KG (Hattingen)
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: BMFT (Bonn)
 Laufzeit: 4/1990 - 6/1993

In den verfahrenstechnischen und anverwandten Industrien fallen in zunehmender Tendenz Feststoffe in feindisperser Form an. Da das Lagern, Fördern und Weiterverarbeiten dieser Stoffe problematisch ist, werden sie zur Verbesserung ihrer Gebrauchseigenschaften häufig kompaktiert. Die Kompaktierung in Hochleistungswalzenpressen führt wegen der durch das Schüttgut in die Presse eingetragene Luft insbesondere bei hohen Durchsätzen zu Entlüftungsschwierigkeiten. Die Untersuchung des Gas- und Feststofftransports in Walzenpressen und den zugehörigen Komponenten ist Gegenstand der Arbeiten.



Melt flow in filter heds Strömungsvorgänge in Schmelzefiltern

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Rainer Sebastian
 Kooperierende Wissenschaftler: Dr.-Ing. M. Pinaud
 Kooperationen mit
 wissenschaftlichen Institutionen
 b) im Ausland: Prof. Lieto
 (Université Claude Bernard Lyon, Frankreich)
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 b) im Ausland: Rhône-Poulenc (Lyon, Frankreich)
 Förderinstitution/en
 b) im Ausland: EG (Brüssel, Belgien)
 Laufzeit: 1/1992 -

Beim Spinnen von Chemiefasern durchströmt die Kunststoffschmelze vor dem Eintreten in die Spinn Düse eine poröse Partikelpackung. Damit soll eine Filtration, eine Stoffhomogenisierung und eine Temperaturvergleichmäßigung des Polymers erzielt werden. Die optimale Filterpackung ist zu finden.

Saving energy and capacity increase by the PVC treatment Energieeinsparung und Kapazitätserhöhung bei der PVC-Aufbereitung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Michael Große-Aschhoff
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: VEKA Umwelttechnik GmbH (Behringen)
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: AIF (Berlin)
 Laufzeit: 7/1995 - 6/1997

Mischer mit erhöhtem Energieeintrag, auch Heizmischer genannt, werden hauptsächlich in der PVC-Aufbereitung eingesetzt. Dabei hat der Heizmischer die Aufgabe, den Rohstoff mit den Additiven intensiv zu vermischen und innerhalb von 5-8 Minuten auf eine Temperatur von 110 - 120° C aufzuheizen. Im nachgeschalteten Kühlmischer erfolgt die Abkühlung des Compounds auf lagerfähige Temperaturen von 40° C. Beim Double-Batching wird im Heizmischer das PVC mit der doppelten Additivmenge aufbereitet und das zur Rezeptur fehlende PVC im Kühlmischer vorgelegt. Beim Ablassen der heißen Mischung in den Kühlmischer erfolgt eine schlagartige Abkühlung und anschließende Vermischung des Materials. Ziel ist es, durch das Double-Batching den Energieaufwand zu reduzieren und den Durchsatz der Heiz/Kühlmischer zu erhöhen.

Temperature distribution and motion proceedings of mixers with high energy entry

Temperaturverteilung und Bewegungsvorgänge in Mischern mit erhöhtem Energieeintrag

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Manfred H. Pahl
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Michael Große-Aschhoff
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: MTI Mischtechnik und Industieranlagen GmbH (Detmold)

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG (Bonn)
Laufzeit: 10/1994 -

Mischer mit erhöhtem Energieeintrag, auch Heizmischer genannt, werden hauptsächlich in der PVC-Aufbereitung eingesetzt. Dabei hat der Heizmischer die Aufgabe, den Rohstoff mit den Additiven intensiv zu vermischen und innerhalb von 5-8 Minuten auf eine Temperatur von 110-120° C aufzuheizen. Im nachgeschalteten Kühlmischer erfolgt die Abkühlung des Compounds auf lagerfähige Temperaturen von 40° C. Im Heizmischer kann es zu örtlichen Temperaturspitzen und Agglomeratbildung kommen, die zur Produktschädigung führen. Ziel ist es, die Temperaturverteilung und die Bewegungsvorgänge im Mischer systematisch zu erfassen und mit diesen Erkenntnissen die Werkzeuggeometrie zu optimieren bei minimalem Energieaufwand.

Ausgewählte Publikationen

Monographien:

- Pahl, M. H.; Fettig, J.: Wasserkreislauf im Betrieb: Versorgen, Reinigen, Wiederverwenden, Paderborn, FIT-Verlag, 1996
- Pahl, M. H.: Umwelt und Energie. Umweltverträgliche Energiegewinnung, Energieumwandlung und Energienutzung (in russ. Sprache), Paderborn, FIT-Verlag, 1996
- Pahl, M. H. u. a.: Umwelt und Energie, Paderborn, FIT-Verlag, 1994
- Pahl, M. H.; Laun, H. M.; Gleißle, W.: Praktische Rheologie der Kunststoffe und Elastomere, Düsseldorf, VDI-Verlag, 1995
- Pahl, M. H. u. a.: Bodennutzung, Bodenschädigung und Bodensanierung, Paderborn, FIT-Verlag, 1995
- Pahl, M. H. u. a.: Pflege und Aufbereitung von Kühlschmierstoffen im Betrieb, Paderborn, FIT-Verlag, 1995
- Pahl, M. H. u. a.: Erfassen, Lagern und Entsorgen von festen Abfallstoffen im Betrieb, Paderborn, FIT-Verlag, 1994
- Pahl, M. H.: Ernst, R.; Wilms, H.: Lagern, Fördern und Dosieren von Schüttgütern, Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1993, 2. überarb. Auflage
- Pahl, M. H. u. a.: Zerkleinerungstechnik, Köln, Verlag TÜV Rheinland, 1993, 2. Auflage

Artikel:

- Pahl, M. H.; Brenke, A.; Luo, Y.: Power Consumption of Multiple Shaft Agitators, Chem. Eng. Technol 19, 1996, 10, S. 503-509
- Morning, M. u.a.: Bewertung von Widerstandsgleichungen für gasdurchströmte Schüttgutpackungen hoher Porosität, Schüttgut 2, 1996, 4, S. 549-557.
- Hesekamp, D.; Pahl, M. H.: Curing Effects on Viscosity of Reactive Resin Adhesives, Rheologica Acta 35, 1996, 4, S. 321-328
- Berghoff, R.; Wunderlich, J.; Pahl, M. H.: Zündgefahr durch elektrostatische Aufladung von CO₂, vfdB-Zeitschrift, Forschung und Technik im Brandschutz 45, 1996, 2, S. 48-57
- Teckentrup, A.; Pahl, M. H.: Querstromfiltration von Emulsionen mit unterschiedlichen Tropfengrößen-Verteilungen, Chemie-Ingenieur-Technik 68, 1996, 3, S. 279-283
- Pahl, M. H.; Große-Aschhoff, M.; Heine, J.: Leistungsberechnung für Heizmischer, Kunststoffe 86, 1996, 1, S. 48-52
- Franke, D.; Pahl, M. H.; Vesting, M.: Theorie zur Existenz von Mikroblasen in Getränken, Brauwelt 135, 1995, 38, S. 1944-1949
- Barth, U.; Scheel, G.; Pahl, M. H.: The Multi-Screw Extruder „MSE” for Nylon 6 Devolatilization on Post Condensation with PET. Society of Plastics Engineers, Inc., ANTEC 95, Conference Proceedings, S. 250-258
- Lohmann, T.; Pahl, M. H.: Mechanische Schaumzerstörung feststoffhaltiger Schäume, Chem.-Ing.-Tech. 65, 1993, 11, S. 1362-1365
- Pahl, M. H.; Fritz, A.: Membranfiltration mit und ohne Querstrom, Aufbereitungstechnik 34, 1993, 2, S. 57-68

sowie weitere 17 Veröffentlichungen



Mechatronik und Dynamik

Fürstenallee 11, 33102 Paderborn,
F 0.328, Tel. 05251/60-6277, Fax 05251/60-6278,
E-Mail kass@hni.uni-paderborn.de,
URL [http://hni.uni-paderborn.de/
fachgruppen/wallaschek/index.ger.html](http://hni.uni-paderborn.de/fachgruppen/wallaschek/index.ger.html)

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Jörg Wallaschek, Tel. 05251/60-6276, Fax 05251/60-6278,
E-Mail jw@hni.uni-paderborn.de

Weitere Informationen stehen unter dem Eintrag des Heinz Nixdorf Instituts.

Rechnerintegrierte Produktion

Fürstenallee 11, 33102, Paderborn,
F0.316, Tel. 05251/60-6267, Fax -6268,
E-Mail rip@hni.uni-paderborn.de,
URL <http://hni.uni-paderborn.de/rip>

Leiter

Professor Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Tel. 05251/60-6267, Fax 05251/60-6268,
E-Mail gausemeier@hni.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier, Tel. 05251/60-6267,
E-Mail gausemeier@hni.uni-paderborn.de

Weitere Informationen stehen unter dem Eintrag des Heinz Nixdorf Instituts.



Laboratorium für Technische Mechanik, LTM

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P12.11.2, Tel. 05251/60-2284, Fax 05251/60-3483,
E-Mail sek@ltm.uni-paderborn.de,
URL http://wwwfb10.uni-paderborn.de/LTM_dt.html

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann,
Tel. 05251/60-2283, -2284, Fax 05251/60-3483,
E-Mail jherr1@ltm.uni-paderborn.de

Beteiligte Wissenschaftler(innen)

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann;
HD Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller;
AOR Dr.-Ing. Ferdinand Ferber

Kontaktperson(en)

AOR Dr.-Ing. Ferdinand Ferber
(Tel. 05251/60-2282, E-Mail jferb1@ltm.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

AOR Dr.-Ing. Ferdinand Ferber (ab September 1982);
HD Dr. rer. nat. W.H. Müller (ab September 1993); Dr.-Ing. Alfons Noe (ab März 1989);
Dipl.-Ing. Torsten Hauck (Februar 1991-November 1996);
Dipl.-Math. Bernd Potthast (ab Januar 1994);
Dipl.-Ing. Klaus Linnenbrock (ab November 1994);
Dr. rer. nat. Christine Maier (ab Oktober 1995);
Dr.-Ing. Wolfgang Meiners (bis Dezember 1994); Dr.-Ing. Olaf Hinz (bis August 1993);
Dr.-Ing. Ming Dong (bis März 1994)

Dauergäste

Prof. Dr. Junquian Zhang (Department of Engineering Mechanics, Chongqing University, Chongqing, China, ab August 1996), Humboldt-Stipendiat;
Prof. Dr. Rui Wang (Department of Applied Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing China, März 1993 - September 1994), Humboldt-Stipendiat;
Prof. Dr. Volodymyr Loboda (Chair of Theoretical and Applied Mechanics, Dnepropetrovsk State University, 320625 Dnepropetrovsk, Ukraine, Oktober 1996 - November 1996);
Prof. Dr. Victor Oshmyan (Institute of Chemical Physics, Russian Academy of Science, Moscow, Russia, Oktober 1996 - November 1996);
Prof. Dr. H. Gao (Stanford University, Division of Applied Mechanics, Stanford, USA, Februar 1996 - März 1996);
Prof. Dr. Bertram Broberg (Department of Mathemat. Physics, University College Dublin, Belfield, Ireland, 1995);
Prof. Dr. Pedro Albrecht (Department of Civil Engineering, University of Maryland, College Park, USA, September 1996 - August 1997), Humboldt-Preisträger

Promotionen

Dr.-Ing. Alfons Noe, September 1994, *Zur dynamischen Ausbreitung gerader und gekrümmter Grenzflächenrisse in thermomechanisch belasteten Bimaterialien - Ein Beitrag zur Grenzflächenmechanik -*.

Dr.-Ing. Wolfgang Meiners, Mai 1994, *Über die Anwendung singulärer Integralgleichungen zur Untersuchung des Spannungszustandes in rißbehafteten diskontinuierlich inhomogenen Kontinua unter thermomechanischer Belastung.*

Dr.-Ing. Olaf Hinz, Dezember 1993, *Experimentelle und numerische Analyse von Rißspitzenspannungsfeldern mit Hilfe der digitalen Bildanalysetechnik.*

Dr.-Ing. Ming Dong, Juni 1993, *Untersuchungen zur Wärmespannungsrißausbreitung in zwei- und dreidimensionalen Modellkörpern von Schichtverbundwerkstoffen.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Das LTM untersucht mit den Methoden der Kontinuums- und Strukturmechanik und dabei insbesondere mit den Methoden der Bruchmechanik gemischte Randwertprobleme der Kompositmechanik. Dabei erfolgt in einem der Forschungsschwerpunkte des Instituts eine mikromechanische Modellierung von unterschiedlichen Schädigungsmechanismen in thermomechanisch belasteten repräsentativen Verbundwerkstoffmodellen, wobei dem Einfluß von Fehlstrukturen in der Mikrostruktur des heterogenen Materials auf die Rißbildung und -ausbreitung besondere Aufmerksamkeit gewidmet wird.

In einem zweiten Forschungsschwerpunkt wird der Zusammenhang zwischen Energiefreisetzungsraten und Spannungsintensitätsfaktoren für quasistatische und dynamische gekrümmte Wärmespannungsrißsysteme bei besonderer Berücksichtigung der unter Mixed-Mode Belastung erfolgenden Grenzflächenrißausbreitung untersucht.

Einen weiteren wichtigen Forschungsschwerpunkt stellt die Vorhersage von Versagensabläufen in Materialmodellen unter Benutzung von geeigneten Rißinitiierungs- bzw. Rißausbreitungskriterien der elastischen bzw. elastoplastischen Bruchmechanik bei besonderer Berücksichtigung dynamischer Effekte dar.

Arbeitsgebiete im einzelnen:

- Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Rißausbreitungsgeschwindigkeiten und mikroskopischen Materialstrukturen unter besonderer Berücksichtigung von Grenzflächenrissen.
- Studium der Entstehung und Entwicklung elementarer Schädigungsmechanismen in Verbundstrukturen mittels der schattenoptischen Kaustikenmethode
- Ermittlung fließbruchmechanischer Kenngrößen für dynamische Rißprobleme in elastoplastischen Mehrkomponentenmedien
- Entwicklung asymptotischer Nahfeldlösungen zur Beschreibung des Spannungs- und Verzerrungszustandes in der unmittelbaren Umgebung thermisch beanspruchter Grenzflächenrisse in metallischen Bimaterialien
- Simulation des Mikroverhaltens thermo-mechanisch fehlgepaßter Verbundwerkstoffe
- Bruchmechanische Bewertung thermisch eigengespannter Grenzflächenrisse in elastoplastischen Bimaterialien mittels des J-Integrals
- Delamination in symmetrischen Schichtverbundwerkstoffen infolge von Matrixquerrissen
- Simulation von Mikroprozessen in partikelverstärkten Polymerwerkstoffen und ihr makromechanisches Verhalten bei großen plastischen Deformationen

Gastaufenthalte von Mitgliedern dieses Fachgebiets

- Dr.-Ing. Alfons Noe (California Institute of Technology, Pasadena, USA, seit 4/1996)
- Prof. Dr. K. P. Herrmann (Institute of Metal Science, Bulgarische Akademie der Wissenschaften, Sofia, Bulgarien, 9-10/1993), Gastprofessur
- HD Dr. W.H. Müller (Dept. of Mathematics, Keele University, Keele, UK, 12/1993)
- Prof. Dr. K. P. Herrmann (Mathemat. Forschungsinstitut Oberwolfach, BRD, 8/1994)
- HD Dr. W. H. Müller (Division of Appl. Mechanics, Stanford University, Palo Alto, USA, 11/1994)

- Prof. Dr. K. P. Herrmann (Dept. of Appl. Mathematics and Theoret. Physics, Cambridge University, Cambridge, UK and Dept. of Mechanical Engineering, Oxford University, Oxford, UK, 9/1995)
- Prof. Dr. K. P. Herrmann (Dept. of Civil Engineering, University College Dublin, Dublin, Ireland, 7/1996)

Eigene Tagungen

- Euromech Colloquium 303 „Influence of Microstructure on the Constitutive Equations in Solids“ (Chairmen: Prof. Dr. K. P. Herrmann, Prof. Dr. O. B. Naimark, Moskau/Perm), 11.-20. Mai 1993
- 6. Workshop „Composite-Forschung in der Mechanik“, Universität Paderborn, 23.-24. November 1993
- 7. Workshop „Composite-Forschung in der Mechanik“, Universität Paderborn, 6.-7. Dezember 1994
- 8. Workshop „Composite-Forschung in der Mechanik“, Universität Paderborn, 5.-6. Dezember 1995
- 9. Workshop „Composite-Forschung in der Mechanik“, Universität Paderborn, 3.-4. Dezember 1996

Messeaktivitäten

CeBIT, 14.-20. März 1996, Hannover, Deutschland

Gutachtertätigkeiten

Gutachtertätigkeiten von Prof. Dr. K. P. Herrmann

- DFG
- DAAD
- VW-Stiftung
- A. v. Humboldt-Stiftung
- International Journal of Fracture
- Engineering Fracture Mechanics
- Journal of Thermal Stresses
- Acta Mechanica
- ZAMM
- Ingenieur-Archiv

Gutachtertätigkeiten von Dr. W. H. Müller

- International Journal of Fracture seit 1989
- International Journal of Solids and Structures seit 1990

Mitgliedschaften

Prof. Dr. K. P. Herrmann ist Mitglied im:

- Fachausschuß „Werkstoffe und Konstruktion im Chemie-Apparatebau“ des Dechema Instituts Frankfurt/Main
- Fachausschuß „Materialtheorie“ der GAMM
- Editorial Board „Journal of Thermal Stresses“ seit 1994
- Advisory board „Acta Mechanica“ seit 1995
- board „Prikladnaja Mehanika“ seit 1997

Mitgliedschaften von Dr. W. H. Müller:

- Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM)
- American Society of Mechanical Engineers (ASME)
- American Society for Testing and Materials (ASTM)
- DVM-AG Integralkriterien - Bruchkriterien
- DVM-AG Simulation im AK Mikrosystemtechnik

Weitere Angaben

Prof. Dr. K. P. Herrmann ist Mitglied im:

- Deutschen Verein für Materialprüfung (DVM)
- Impact Club, Oxford University, Oxford, England
- New York Academy of Sciences, New York, USA
- Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM)

Leistungsangebot für die Praxis

Beratung im Gebrauch strukturmechanischer und bruchmechanischer Methoden bei der Aufklärung von Schadensfällen

Gutachten, Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sowie Beratung auf den angeführten Schwerpunktsgebieten

Ausstattung / Geräte / Methoden

- Veröffentlichungen aus dem Bereich der Kontinuums- und Strukturmechanik sowie der Bruchmechanik heterogener Materialien
- Anwendung analytisch-numerischer Methoden und speziell der Finite-Elemente Methode auf Probleme der Werkstoffmechanik und Werkstofftechnik
- Einsatz schatten- und spannungsoptischer Methoden
- Anwendung der digitalen Bildanalyse in der Spannungsanalyse
- Weiterbildungsangebot in Workshops (AG Composite)
- **mechANIma** - Multimedia in der Mechanik, Darstellungen als Video, CD und Touchscreenmodus



Systeme zur optischen Spannungsanalyse

- Rechnergesteuerte Projektions-, Tisch- und Reflexionspolariscope, Spannungs-optische und schattenoptische Basis- und Spezialapparaturen mit den erforderlichen Hilfseinrichtungen, diverse optische Schienen-, Stativ- und Kamerasysteme
- Vollständiges kompaktes Holographiesystem, eingebaute Thermoplastkamera

Mechanische Belastungseinrichtungen

- Rechnergesteuerte servohydraulische Prüfmaschine (100 kN) mit Extensiometer und Steuerungseinheit
- Servohydraulische Prüfmaschine (10 kN), Eigenentwicklung mit hydrostatisch gelagertem Zylinder auf transportablem Gestell. Die Anlage ist mit einem Rechner ansteuerbar und mit den übrigen Rechnern des LTM vernetzt
- Temperiereinrichtung zu den servohydraulischen Prüfmaschinen mit integrierter Torsionseinrichtung zur Erzeugung gemischter Belastungszustände (Zug/Druck-Torsion kombinierbar mit Temperaturlasten)
- Kalibrier- und Eichvorrichtungen zur Bestimmung werkstoffspezifischer Kenngrößen
- Cranz-Schardin Hochgeschwindigkeitskamera.

Thermische Belastungseinrichtungen

- Temperierkammer für die angeführten Belastungseinrichtungen für das Temperaturintervall $-180^{\circ}\text{C} < T < +180^{\circ}\text{C}$
- Temperiereinrichtung zur Ermittlung des dreidimensionalen Rißfortschritts für den Temperaturbereich $-180^{\circ}\text{C} < T < +80^{\circ}\text{C}$ mit diversen Steuer- und Regeleinrichtungen.
- Klimakammer mit einem Temperaturbereich von $-80^{\circ}\text{C} < T < +150^{\circ}\text{C}$ und einer relativen Feuchte von 10% bis 98% im Temperaturbereich von 5°C bis 100°C , stufenlos regelbar.
- Rechnergesteuertes kompaktes Ofensystem zur Realisierung des Temperaturbereichs von $-180^{\circ}\text{C} < T < \text{ca. } +800^{\circ}\text{C}$ zur Verbindung von Modell-Segmenten.

Rechnerkonfiguration und -vernetzung

- 25 IBM compatible Computer mit 80486- oder Pentium-CPU mit 540 Mbyte-, bzw. 1-, 2- und 4 GByte-Wechselplattensystemen, diversen hardwaremäßigen Erweiterungen und Peripherie (Videoadapter, Laserdrucker, Scanner, Streamer, Plotter, Modem, CD-Rom usw.). Alle Tischrechnersysteme sind vernetzt.

- Heterogenes Netzwerk mit PC's und Workstations. Alle PC's sind über einen Novell-FileServer miteinander vernetzt und können über einen weiteren NovellServer mit den Workstations kommunizieren. FileServer Plattenspeicher 6 GByte. Der File-Server wird als Gateway des lokalen Netzes an das Hochschuldatennetz bzw. Internet genutzt. Alle PC's sind zum E-Mail und WWW-Service eingerichtet.
- Workstation Sparc 10 mit 2 GByte Plattenspeicher mit Streamer zur Datensicherung.
- Workstation Sparc 20 mit 12 GByte Plattenspeicher. SunLink FDDI Anschluß als Gateway an das Glasfasernetz der Hochschule.
- Workstation Silicon Graphics INDY mit 6 GByte Plattenspeicher und R4600 Prozessor.
- Unmittelbarer Zugang über PC oder Workstation zum zentralen Server SUN-SPARC 1000 S des Fachbereichs Maschinentechnik.

Systeme zur Digitalen Bildanalyse

- Bildwandlerboard ITI FG100 und Softwaremodul IMAGEPRO.
- Bildwandlerboard ITI Vision+ OFG512 und Softwaremodul OPTIMAS-1-ZL 5.2
- Bildwandlerboard IML-3M-DISP und Softwaremodul OPTIMAS-1-ZL 5.2
- Bildwandlerboard IMP-3M-DISP
- Drei CCD-s/w-Videokameras, SONY XC-77CE.
- Eine CCD-s/w-Videokamera
- Eine 3-Chip-Farbvideokamera SONY DXC930P mit motorischer Ojektivjustierung und CAM-Controller.

System zur Digitalen Meßwerterfassung

- High Speed PC Meßwerterfassungskarten FLASH12 der Firma Strawberry Tree Incorporated mit 1MB Transientenspeicher und programmierbarer Signalanschlußeinheit für analoge und digitale Meßgrößen (Abtastrate 1MHz). Softwaremodul FlexPro 3.0 für Erfassung und Verarbeitung von Meßwerten bzw. Online Steuerung und Regelung.
- Meßwerterfassungskarten PC-DAB von Geitmann Meßtechnik mit 2MB Speicher und einer maximalen Abtastrate von 100MHz incl. Softwaremodul INSIGHT.
- Einrichtungen zur Spannungs- und Dehnungsanalyse (Aufnehmer für Dehnungen, Wege, Rißaufweitungen, Rißlänge nach der Potentialmethode, Kräfte, Temperaturen usw. sowie dafür erforderliche Weiterverarbeitungs- und Ausgabegeräte).

Software

- CAD-System IDEAS
- FE-System ABAQUS
- Bildanalysestystem OPTIMAS
- Bildanalysestystem KARL
- Multimediasystem *mechANIma*

Weitere Angaben

Prof. Dr. K. P. Herrmann ist Mitglied im:

- Beraterkreis für Auslandsbeziehungen des Rektorats der U Paderborn,
- Verantwortlicher des FB 10 für die Pflege der Hochschulpartnerschaften der U Paderborn mit den amerikanischen Universitäten Howard-University, Washington D. C. und Western Michigan University, Kalamazoo sowie der kanadischen Waterloo-University, Waterloo.

Forschungsprojekte

Calculation of fracture mechanical parameters for dynamic crack propagation in elastic plastic multiphase compounds Ermittlung fließbruchmechanischer Kenngrößen für dynamische Rißprobleme in elastoplastischen Mehrkomponentenmedien

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
 Weitere Ansprechpartner: Dipl. Math. Bernd Potthast;
 Dipl.-Ing. Klaus Linnenbrock

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik:

Institut für Allgemeine Mechanik,
 TU Braunschweig;
 Institut für Mechanik, U Hannover;
 Institut für Mechanik, U Kassel (GH)

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik:
 Laufzeit:

DFG
 1/1994 - 6/1997

Es werden analytische und numerische Untersuchungen des Rißspitzennahfeldes für die dynamische Rißausbreitung in drucksensiblen elastisch-plastischen Materialien durchgeführt. Eine Folge der schnellen Rißausbreitung ist die extreme Wärmeentwicklung in der Rißspitzenumgebung. Im Forschungsprojekt wird insbesondere der Einfluß dieses Wärmefeldes auf die Spannungs- und Verzerrungsrißspitzennahfelder in analytischer und numerischer Weise untersucht.

Development of asymptotic near tip field solutions concerning the description of the stress and strain state in the vicinity of thermally stressed interface cracks in metallic bimaterials Entwicklung asymptotischer Nahfeldlösungen zur Beschreibung des Spannungs- und Verzerrungszustandes in der unmittelbaren Umgebung thermisch beanspruchter Grenzflächenrisse in metallischen Bimaterialien

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr. rer. nat. Christine Maier

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik:

Institut für Allgemeine Mechanik,
 TU Braunschweig, Deutschland;
 Institut für Technische Mechanik, RUB Bochum,
 Deutschland

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik:
 Laufzeit:

DFG
 10/1995 - 10/1997

Zur Untersuchung der Spannungs- und Verzerrungsfelder in rißbehafteten Bauteilen werden im allgemeinen asymptotische Reihenansätze erster Ordnung verwendet. Ziel des Forschungsprojektes ist es, durch den Einsatz von Reihenansätzen höherer Ordnung eine verbesserte Charakterisierung der Rißspitzennahfelder zu erhalten. Diese Reihenansätze werden unter der Berücksichtigung von Temperaturgradienten, z. B. aufgrund von Wärmequellen, entwickelt.



Finite element calculations of macroscopic thermal self-stress fields in elastoplastic two-phase compounds

Finite Element Berechnungen makroskopischer thermischer Eigenspannungsfelder in elastisch-plastischen Zweikomponentenmedien

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Dipl.-Ing. Torsten Hauck;
Dr.-Ing. Ming Dong

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Institut für Allgemeine Mechanik,
TU Braunschweig;
Institut für Werkstoffkunde I, U Karlsruhe;
FG Technische Mechanik-Strukturmechanik,
U Bremen

b) im Ausland:

Dept. für Mathematik und Informatik,
Universität Sofia, Bulgarien

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

DFG
2/1991 - 1/1996

Laufzeit:

In diesem Projekt wird mit Hilfe der Methode der Finiten Elemente der Spannungs- und Deformationszustand thermisch eigengespannter elastisch-plastischer Zweikomponentenmedien untersucht. Von besonderem Interesse ist dabei die Bestimmung der Spannungs- und Deformationsfelder in der Umgebung thermisch belasteter Grenzflächenrisse. Aus diesen Berechnungen sollen Aussagen über das Ausbreitungsverhalten von Grenzflächenrissen in ebenen und räumlichen Modellen unter dem Einfluß stationärer bzw. instationärer Temperaturverteilungen abgeleitet werden.

Micromechanical modelling of the propagation behaviour of elementary failure mechanisms in thermally loaded models of fibrous composites

Mikromechanische Modellierung des Ausbreitungsverhaltens elementarer Schädigungsmechanismen in thermisch belasteten Faser-verbundwerkstoffmodellen

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Dr.-Ing. Alfons Noe

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Institut für Allgemeine Mechanik,
TU Braunschweig;
Institut für Mechanik, TH Darmstadt;
Institut für Werkstoffmechanik der
Fraunhofergesellschaft, Freiburg;
Abteilung für Experimentelle Mechanik,
RUB Bochum

b) im Ausland:

Graduate Aeronautical Laboratories,
CalTech, USA;
Fakultät für Mathematik, Informatik und
Mechanik, Universität Warschau, Polen

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

DFG
3/1989 - 2/1995

Laufzeit:

In diesem Projekt werden analytische, bruchmechanische Modelle zur Beschreibung des Ausbreitungsverhaltens von Rissen entlang von Grenzflächen sowie in homogenen Medien untersucht, wobei die Parameter thermomechanische Belastung, Rißkrümmung, Grenzfläche und Rißausbreitungsgeschwindigkeit explizit erfaßt worden sind. Im weiteren ist für die schattenoptische Kaustikenmethode auf der Grundlage der entwickelten Gleichungen ein alle genannten Parameter berücksichtigendes Meßverfahren zur experimentellen Bestimmung bruchmechanischer Kennwerte entwickelt worden.

Fracture behavior of three-dimensional multiphase media under non-stationary thermal loading

Bruchverhalten von räumlichen Mehrphasenmedien unter instationärer Wärmespannungsbelastung

Leitung / Koordination:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann

Weitere Ansprechpartner:

Dr. Ming Dong

Kooperationen mit

wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Institut für Allgemeine Mechanik,
TU Braunschweig;

Institut für Werkstoffkunde I, U Karlsruhe;

Institut für Werkstoffmechanik der

Fraunhofergesellschaft, Freiburg;

Abteilung für Experimentelle Mechanik,
RUB Bochum

b) im Ausland:

Fakultät für Mathematik, Informatik und
Mechanik, Universität Warschau, Polen

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

DFG

Laufzeit:

5/1990 - 3/1994

In diesem Projekt sind die Entstehung und die Ausbreitung von Wärmespannungsrissen in räumlichen Mehrphasenmedien unter homogenen und in homogenen Temperaturverteilungen untersucht worden. Dabei wurden die thermoelastischen Randwertprobleme mit Hilfe der FE-Methode numerisch gelöst und unter Heranziehung von geeigneten Rißausbreitungskriterien die Verläufe von gekrümmten Rissen bzw. Grenzflächenrissen in unterschiedlichen Verbundkörpern numerisch berechnet. Die Rißausbreitungswege und die zugehörigen bruchmechanischen Kennwerte konnten dabei ermittelt werden. Die numerisch gewonnenen Ergebnisse wurden durch geeignete Abkühlungsexperimente überprüft.

Applications of continuous and discrete Fourier transforms to micromechanical problems

Anwendungen der kontinuierlichen und diskreten

Fouriertransformation auf Probleme der Mikromechanik

Leitung / Koordination:

Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller

Kooperierende Wissenschaftler:

Dipl.-Ing. J. Olschewski, Dr. W. Dreyer

Kooperationen mit

wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Bundesanstalt für Materialforschung,
BAM-LAB 1.31, Berlin

Laufzeit:

ab 1/1994

Ziel ist die Entwicklung einer effektiven Berechnungsmethode des Spannungs-Dehnungsfeldes in und um eigenverspannte Einschlüsse in linear-elastischen sowie plastifizierenden Matrixmaterialien. Es zeigt sich, daß es mit Hilfe der Fouriertransformation möglich ist, Einschlüsse mit beliebig komplizierter Geometrie, Eigen-



dehnung, anisotropen linear-elastischen Eigenschaften sowie unter Anwesenheit äußerer Lasten zu beschreiben. Mit zusätzlichen geeigneten thermodynamischen Überlegungen wird es außerdem möglich, die gefundenen Spannungen und Dehnungen zur Beschreibung von Texturbildungen sowie Morphologieänderungen zu verwenden, wie sie beispielsweise in umwandlungsverstärkten Zirkondioxidkeramiken oder einkristallinen Nickelbasissuperlegierungen beobachtet werden.

Cauchy-singular integral equations and their applications to linear-elastic fracture mechanics problems
Cauchysinguläre Integralgleichungen und ihre Anwendungen auf linear-elastische Probleme der Bruchmechanik

Leitung / Koordination: Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
Weitere Ansprechpartner: Prof. Dr. S. Schmauder; Prof. Dr. H. Gao
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: MPA (Stuttgart)
b) im Ausland: Stanford University (Kalifornien, USA)
Laufzeit: 1/1994 -12/1995

Die Methode der komplexen Potentiale nach Muskhelishvili-Kolosov wurde verwendet, um für beliebig gekrümmte Risse in linear-elastischen Matrizen unter Anwesenheit thermisch verspannter Einschlüsse sowie externer Lasten die Spannungsintensitätsfaktoren an beiden Rispspitzen numerisch zu berechnen. Dabei erfolgte die Formulierung der Integralgleichungen zum einen in Form der auf Meiners/Herrmann zurückgehenden Rißöffnungsmethode. Zum anderen wurde von der Versetzungsformulierung nach Erdogan Gebrauch gemacht. Die mathematische Äquivalenz beider Methoden wurde nachgewiesen und ihre jeweiligen numerischen Vor- und Nachteile an zahlreichen Beispielen untersucht und demonstriert.

Simulation of the damage behavior of SMT solder joints in micro-electronics
Simulation des Schädigungsverhaltens von SMT-Lötverbindungen in der Mikroelektronik

Leitung / Koordination: Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
Kooperierende Wissenschaftler: Dr. H.-J. Albrecht (Siemens, Berlin)
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Siemens, ZT ME 7 (Berlin)
Laufzeit: ab 1/1994

Aufgrund thermischer Fehlpassung der beteiligten Materialien werden die hochduktilen Lötverbindungen in SMT-Baugruppen unter thermomechanische Spannungen gesetzt und fallen so nach mehreren tausend Temperaturwechselzyklen verstärkt aus. Ziel der laufenden Forschungsarbeiten ist die Computersimulation der Schädigungsentwicklung in besagten Loten. Bei der Modellierung der geometrisch extrem kompliziert gestalteten Baugruppen werden verstärkt moderne CAD-Tools, wie beispielsweise I-DEAS, eingesetzt. Die numerische Rechnung erfolgt dann unter Einsatz nichtlinearer Materialzusammenhänge (plastisches und viskoplastisches Fließen) mit Hilfe des FE-Programmes ABAQUS.

Application of the small punch test for characterization of the mechanical behavior of solder materials

Anwendung des Small-Punch Testes zur Kennzeichnung des mechanischen Verhaltens von Lotwerkstoffen

Leitung / Koordination: Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
 Kooperierende Wissenschaftler: Dr. H.-J. Albrecht (Siemens ZE MT 7, Berlin);
 Dr. J. Foulds (Failure Analysis Associates, Inc., Menlo Park, Ca. USA)

Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik:
 b) im Ausland:

Siemens ZE MT 7 (Berlin)
 Failure Analysis Associates, Inc.
 (Menlo Park, Ca. USA)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:
 Laufzeit:

Siemens ZE MT 7 (Berlin)
 ab 1/1995

Der Small-Punch Test wurde als quasi-zerstörungsfreie Prüfmethode zur Charakterisierung mechanischer Basisparameter, wie elastisch-plastischer Kenndaten, aber auch zur Ermittlung von Bruchzähigkeiten und Reißwiderstandsbeiwerten, in den USA entwickelt und an Werkstoffen der Nuklearindustrie erprobt. Beim Small-Punch-Test handelt es sich im wesentlichen um einen Miniaturtiefvorgang an diskusförmigen Kleinstproben, woraus eine Last-Dehnungskurve resultiert. Dieselbe wird unter Annahme eines geeigneten Materialansatzes im Rahmen einer FE-Simulation am Computer nachgefahren, woraus ein Satz aktueller Materialparameter resultiert. Im laufenden Projekt sollen die bislang gewonnenen Erfahrungen auf duktilere Materialien, wie etwa Lotwerkstoffe, ausgedehnt werden.



Balance laws in damage mechanics

Erhaltungssätze in der Schädigungsmechanik

Leitung / Koordination: Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
 Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr. H. Gao (Stanford University, Ca., USA)

Kooperationen mit
 wissenschaftlichen Institutionen
 b) im Ausland:

Stanford University, Ca., USA
 ab 3/1996

Zur Berechnung von risse- und defektetreibenden sogenannten materiellen Kräften bedient man sich vorteilhafter Weise der Erhaltungssätze für Impuls, Drehimpuls und Energie, mit deren Hilfe neue Erhaltungsgrößen, wie das J-, M- und L-Integral auf der Basis des ursprünglich von Eshelby entwickelten Energie-Impuls-Tensorkonzepts hergeleitet werden können. Konkret wurden auf Zykloid- und Epizykloidspitzen wirkende materielle Kräfte durch geeignete Wahl von Integrationspfaden ermittelt. Erstere wurden auf gängige Kennwerte der linear-elastischen Bruchmechanik (KI, KII) mit Hilfe von Energiefreisetzungsraten zurückgeführt.

Handbook on damage tolerance methods for composite/anisotropic materials

Handbuch über Methoden der Schädigungstoleranz für komposit/anisotrope Werkstoffe

Leitung / Koordination: Dr. rer. nat. Wolfgang H. Müller
 Kooperierende Wissenschaftler: R. Frankle, MS, Failure Analysis Associates, Inc.
 (Menlo Park, Ca., USA);
 Dr. J. Foulds, Failure Analysis Associates, Inc.
 (Menlo Park, Ca., USA)

Kooperationen mit
 wissenschaftlichen Institutionen
 b) im Ausland:

Failure Analysis Associates, Inc. ,
 (Menlo Park, Ca., USA);
 NASA Marshall Space Flight Center
 (Huntsville, Alabama, USA)

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
b) im Ausland:

NASA Marshall Space Flight Center
(Huntsville, Alabama, USA)

Laufzeit:

5/1995 - 9/1995

Bei der Herstellung der Antriebsaggregate des Space Shuttle werden in Schweiß- und Lötprozessen diverse Metalle zusammengefügt. Aufgrund thermischer Fehlpassung, Versprödung und allgemeiner Alterung dieser Materialien kommt es im Laufe der Zeit vornehmlich in der Grenzfläche und im umgebenden Schweißnahtbereich verstärkt zum Auftreten von Schädigungen und insbesondere von Rissen. Aufgabe dieses Forschungsprojekts war eine ingenieurmäßige Darstellung der einschlägigen Literatur im Themenbereich Grenzflächenschädigungen und -risse. Dabei galt es neben linear-elastischem Werkstoffverhalten auch Effekte der Plastizität zu berücksichtigen.

Experimental and numerical structure analysis of high pressure apparatus by means of strain gage measurement techniques and finite element methods

Experimentelle und numerische Strukturanalysen an Hochdruckpressen mittels der Dehnungsmeßstreifentechnik und der Finiten Elemente Methode

Leitung / Koordination:

Dr. Ferdinand Ferber

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. K. Linnenbrock

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Kannegießer KMH Kunststofftechnik GmbH,
Minden

Laufzeit:

ab 4/1996

Theoretical and numerical investigations concerning the interrelation between different crack propagation velocities and microscopic material structures in the vicinity of crack tips under special consideration of interface cracks

Theoretische und numerische Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen Rißausbreitungsgeschwindigkeiten und mikroskopischen Materialstrukturen in der Rißspitzenumgebung unter besonderer Berücksichtigung von Grenzflächenrissen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann

Weitere Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Alfons Noe

Kooperationen mit

wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Institut für Mechanik, TH Darmstadt;
Institut für Technische Mechanik/
Festigkeitslehre, U Karlsruhe

b) im Ausland:

Graduate Aeronautical Laboratories, California
Institute of Technology, Pasadena, USA;
Dept. of Mathemat. Physics,
University College Dublin, Dublin, Ireland

Laufzeit:

ab 1/1996

Der zeitliche Verlauf der Ausbreitungsgeschwindigkeit von Rissen in homogenen Materialien und entlang von Materialgrenzflächen in makroskopisch spröden Werkstoffen soll untersucht werden. Hierzu sollen konstitutive Modelle für eine Prozeßzone in der Rißspitzenumgebung angewendet bzw. entwickelt werden, die mikroskopische Werkstoffschädigungen nachbilden. Zudem wird der Einfluß

geometrischer und/oder kinematischer Restriktionen auf die Evolution der Prozeßzone und deren Einfluß auf die Rißausbreitungsgeschwindigkeit analysiert. Die Berücksichtigung geometrischer Restriktionen in der Modellbildung erfolgt durch Einführung endlicher Dicken von Kleb- oder Sinterschichten in homogenen Materialien oder von dünnen materiellen Grenzschichten zwischen den Komponenten von Bimaterialien. Bezüglich der kinematischen Restriktionen wird der Einfluß unterschiedlicher Rißspitzenbeschleunigungen auf die sich einstellende zeitliche Entwicklung der Rißgeschwindigkeit untersucht.

Determination of fracture mechanical parameters in cracked material models of composite structures by using the methods of photoelasticity, shadow optics and digital image analysis as well as the finite element method

Bestimmung von bruchmechanischen Parametern in rißgeschädigten Materialmodellen von Verbundstrukturen unter Verwendung der Methoden der Photoelastizität, der Schattenoptik, der digitalen Bildanalyse sowie der finiten Elemente

 10

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Olaf Hinz, Dipl.-Ing. Klaus Linnenbrock
 Kooperierende Wissenschaftler: AOR Dr.-Ing. Ferdinand Ferber, LTM
 Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik:

Institut für Allgemeine Mechanik,
 TU Braunschweig;
 Abteilung für Experimentelle Mechanik,
 RUB Bochum;
 Institut für Technische Mechanik/
 Festigkeitslehre, U Karlsruhe

b) im Ausland: Graduate Aeronautical Laboratories, California
 Institute of Technology, Pasadena, USA
 ab 3/1989

Laufzeit:

Für die spannungsoptische Analyse von Rißspitzen Spannungsfeldern wurde ein umfangreiches modulares Programmsystem für die Bearbeitung und Auswertung digitalisierter Grauwertbilder entwickelt, das u.a. die Darstellung und Bearbeitung von experimentell gewonnenen digitalen Graustufenbildern ermöglicht. Durch die Erstellung einer Programmbibliothek zur Implementierung mathematischer Ansätze zur Beschreibung von Spannungs- und Verformungszuständen an Kerben und Rißspitzen im homogenen Material sowie auch an Grenzflächenrißspitzen in Materialgrenzflächen konnte ein leistungsfähiges Werkzeug für die experimentelle Vorgehensweise zur Bestimmung von Spannungsintensitätsfaktoren in Verbindung mit der numerischen Simulation von optischen Interferenzliniensystemen mittels der FE-Methode entwickelt werden.

Die schattenoptische Kaustikenmethode kann zur experimentellen Bestimmung von Spannungsintensitätsfaktoren an der Spitze von sich quasistatisch oder dynamisch ausbreitenden Rissen eingesetzt werden. Auf der Grundlage der in einem abgeschlossenen DFG-Projekt erzielten Lösungen gewisser vektorieller Hilbert-Probleme für die dynamische Ausbreitung von geraden und gekrümmten Grenzflächenrissen in den Materialgrenzflächen von spröden Bimaterialien konnten Kaustikengleichungen unter Einbeziehung sowohl der optischen Isotropie als auch der optischen Anisotropie der betrachteten Materialien formuliert werden. Auf der Grundlage dieser Kaustikengleichungen wurde ein Meßwertalgorithmus entwickelt, der zur Auswertung experimentell gewonnener, mittels einer Cranz-Schardin Hochgeschwindigkeitskamera registrierter Kaustiken, eingesetzt werden kann. Mit dieser Methode können Dynamik-, Verzweigungs-, Krümmungs- und Grenz-

flächenphänomene und damit auch Mixed-Mode Effekte analysiert und bewertet werden. Die entwickelten Simulations- und Meßwertgleichungen sind in ein Programmsystem zur digitalen Bildverarbeitung implementiert worden.

Numerical and experimental investigations concerning the thermal fracture of three-dimensional composites

Numerische und experimentelle Untersuchungen zum Wärmespannungsbruch dreidimensionaler Materialverbunde

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Klaus Linnenbrock
Kooperierende Wissenschaftler: AOR Dr.-Ing. Ferdinand Ferber, LTM
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Abteilung für Experimentelle Mechanik,
RUB Bochum;
Institut für Allgemeine Mechanik,
TU Braunschweig;
Institut für Mechanik, TH Darmstadt
ab 11/1994

Laufzeit:

Es werden numerische und experimentelle bruchmechanische Untersuchungen zum Versagensverhalten von quaderförmigen räumlichen Modellverbundkörpern unter thermischer Belastung durchgeführt. Das vorrangige Ziel der experimentellen Untersuchungen besteht in der experimentellen Erfassung der dreidimensionalen Rißfrontentwicklung mittels eines CCD-Kamerasystems unter Einsatz der digitalen Bildanalyse. Mittels der experimentell gewonnenen Informationen über die Evolution der räumlichen Rißfront soll überprüft werden, inwieweit vorliegende physikalisch relevanten Bruchkriterien zur Vorhersage der Rißfrontentwicklung in thermisch eigengespannten eingerissenen dreidimensionalen Verbundkörpern geeignet sind bzw. welche grundsätzlichen Modifikationen vorzunehmen sind. Dazu soll die Rekonstruktion der Rißfläche, die durch eine nachbereitende Auswertung der experimentellen Daten mittels der rechnergestützten Bildverarbeitung und Beschreibung der Rißfläche als zeitlich veränderliche Größe bestimmt wird, dann als Eingangsgröße für eine zugehörige FE-Rechnung herangezogen werden, wobei auch geeignete bruchmechanische Parameter ermittelt werden sollen.

Investigations of cracked composite structures by means of singular integral equations

Untersuchungen rißgeschädigter Verbundstrukturen mittels singulärer Integralgleichungen

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Dr.-Ing. Wolfgang Meiners

b) im Ausland:

Institut für Mechanik, TH Darmstadt;
Institut für Technische Mechanik/
Festigkeitslehre, U Karlsruhe
Dept. of Mechanical Engineering,
Leigh University, Bethlehem, PA, USA
5/1989 - 11/1994

Laufzeit:

Zur mikromechanischen Analyse von Spannungs- und Verformungszuständen in heterogenen elastischen Materialien bei Existenz spezieller elementarer Schädigungsmechanismen (Löcher, Matrix- und Grenzflächenrisse) wird die Integralgleichungsmethode herangezogen. Dabei lassen sich, ausgehend von der auf Kolosov-Muskhelishvili zurückgehenden funktionentheoretischen Methode der

ebenen Elastizitätstheorie die den auftretenden Randwertproblemen der Kompositmechanik zugeordneten Integralgleichungen aufstellen, indem die komplexen Potentiale $\varphi(z)$ und $\psi(z)$ durch Randintegrale über geeignet zu wählende Dichtefunktionen dargestellt und letztere dann unter Heranziehung der Randwertformeln von Plemelj/Sochozki mit den vorliegenden Randwertproblemen verknüpft werden. Es konnte gezeigt werden, daß das erste und zweite Randwertproblem der ebenen Elastizitätstheorie bei Voraussetzung glatter und geschlossener Randkurven mittels der Schermanschen Methode auf Fredholmsche Integralgleichungen zurückführbar ist. Demgegenüber führt die elastizitätstheoretische Behandlung von Rißproblemen auf gemischte Randwertprobleme, bei denen in den zugehörigen Integralgleichungen Singularitäten vom Cauchyschen Typ auftreten. Weiterhin wurde ein Programmsystem zur numerischen Behandlung der aufgestellten singulären Integralgleichungen entwickelt.

On interface crack models and their applications to the determination of fracture mechanical parameters in cracked multiphase solids under thermomechanical as well as electrical loadings



Über Grenzflächenrißmodelle und ihre Anwendungen zur Bestimmung von bruchmechanischen Parametern in gerissenen Verbundkörpern unter thermomechanischen bzw. elektrischen Belastungen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann

Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. V.V. Loboda (Chair of Theoret. and Appl. Mechanics, Dnepropetrowsk State University, Dnepropetrowsk, Ukraine)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

- a) in der Bundesrepublik:
- b) im Ausland:

Institut für Angewandte Mathematik, U Stuttgart
Chair of Theoret. and Appl. Mechanics,
Dnepropetrowsk State University,
Dnepropetrowsk, Ukraine
ab 10/1996

Laufzeit:

Die Untersuchungen sind mit einem endlichen Grenzflächenriß in der Materialgrenzfläche zwischen Halbebenen unterschiedlichen elastischen Materials begonnen worden, wobei das rechte Rißende eine angenommene reibungsfreie Kontaktzone der relativen Länge besitzt. Dabei wurden unter Annahme einer kombinierten Belastung im Unendlichen eine transzendente Gleichung sowie gewisse einfachere asymptotische Formeln für die reale Kontaktzonenlänge (im Comninou-Dundurschen Sinne) in Termen der Spannungsintensitätsfaktoren für das betrachtete Kontaktzonenmodell gefunden. Damit konnte ein einfacher Lösungsweg für das Grenzflächenrißproblem aufgezeigt werden. Weitere Untersuchungen sollen das Problem des Einflusses einer Interphase auf die bruchmechanischen Kennwerte eines Grenzflächenrisses sowie die Rißwegvorhersage eines aus einer Grenzfläche ausweichenden Risses in Angriff nehmen.

Simulation of micro-processes in reinforced polymer composites and their macro-mechanical behaviour under finite plastic deformation

Die Simulation von Mikroprozessen in verstärkten Composites mit Polymermatrix und ihr makromechanisches Verhalten bei endlichen plastischen Deformationen

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr. Victor G. Oshmyan
(Institute of Chemical Physics der
Russischen Akademie der Wissenschaften,
Moskau, Rußland)

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Institut für Verbundwerkstoffe,
e.V. U Kaiserslautern;
Institut für Polymerwerkstoffe,
e.V. U Halle-Wittenberg
Institute of Chemical Physics, RAW Moskau

b) im Ausland:

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Land NRW

Laufzeit:

ab 2/1996

Die Einlagerung von weichen elastomerischen Einschlüssen in sprödes amorphes Polymermaterial führt zu einer signifikanten Erhöhung der Zähigkeit des Matrixmaterials. Die Ursachen für diese Erscheinung sind noch nicht vollständig verstanden, jedoch scheint ein erster Schritt zum Verständnis des veränderten Versagensverhaltens des Materials der Bruch der elastomerischen Einschlüsse darzustellen. Dieser spezielle mikromechanische Prozeß soll daher zuerst im Detail studiert werden, wobei zwei- und dreidimensionale elastische Randwertprobleme im Rahmen eines polydispersen strukturellen Kompositmodells zu behandeln sind. Hierbei wird für einen beliebigen Volumenanteil der elastomerischen Einschlüsse u.a. die Energiefreisetzung sowie die für die Bildung neuer Oberflächen erforderliche Energie in Abhängigkeit von der inneren Defektgröße untersucht. Als Ergebnis läßt sich u. a. die Existenz einer Anfangsdefektgröße feststellen, die sich unter vorgegebener Belastung erweitern kann sowie auch die Existenz einer Enddefektgröße, welche von ihrer Dimension her geringer als der Radius eines elastomerischen Einschlusses ist. Der Bruch der Einschlüsse in Abhängigkeit von ihrem Volumenanteil sowie von gewissen kritischen Werten der angreifenden Spannungen wurde genauer analysiert, wobei sich ergab, daß die kritische Spannung und die Anfangsdefektgröße mit zunehmenden Füllungsgrad abnehmen, während die Enddefektgröße anwächst.

On the modelling of the inelastic thermomechanical behaviour and the failure behaviour of fibre-reinforced composites

Zur Modellierung des inelastischen thermomechanischen Verhaltens sowie des Versagensverhaltens von faserverstärkten Composites

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Kooperierende Wissenschaftler: Doz. Dr. Ivan M. Mihovsky (Faculty of
Mathematics and Informatics, Sofia, Bulgarien)

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Institut für Verbundwerkstoffe,
e.V. U Kaiserslautern

b) im Ausland: Center for Mechanics, Bulgar. Akademie der Wissenschaften, Sofia, Bulgarien;
Faculty of Mathematics and Informatics, Sofia, Bulgarien

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Humboldt-Stiftung;
DFG

b) im Ausland: Bulgarisches Ministerium für Erziehung und Wissenschaft, Sofia, Bulgarien;
Bulgarian National Research Fund, Sofia, Bulgarien

Laufzeit: ab 1/1983 - 12/1995

Das Forschungsvorhaben beschäftigte sich mit der Aufstellung einer einheitlichen analytischen Näherungstheorie für die Prozesse der inelastischen Deformation und des Versagensverhaltens einer Klasse von faserverstärkten Verbundwerkstoffen bestehend aus duktilen Matrixmaterial mit unidirektionaler Faserverstärkung aus hochfesten Fasern. Die Untersuchungen umfaßten dabei thermische und mechanische Belastungssituationen. Den Ausgangspunkt der Theorie bildet ein relativ einfaches Modell für die Plastifizierung der Matrixphase einer Einheitszelle des Composites bestehend aus einer einzelnen Faser mit perfekt haftender zylinderförmiger Matrixumgebung. Die aufgestellte analytische Näherungstheorie ist nun in der Lage, eine relativ große Bandbreite von Problemen der Kompositmechanik auf spezielle Fälle eines gewissen allgemeinen Problems der Plastizitätstheorie zurückzuführen. So werden z.B. die Fälle einer gleichförmigen Abkühlung des Matrixmaterials wie auch die Längsdehnung einer Einheitszelle unter mechanischer Last betrachtet. Die erzielten Resultate zeigten eine befriedigende Übereinstimmung mit vorliegenden experimentellen Ergebnissen.

 10

Interaction of cracks with circular inclusions in a thermally stressed material

Wechselwirkung von Rissen mit kreisförmigen Einschlüssen in einem thermisch beanspruchten Material

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr. Rui Wang (Dept. of Applied Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing, China)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Institut für Mechanik, TH Darmstadt
b) im Ausland: Institute of Theoret. and Appl. Mechanics, University of Udine, Udine, Italien;
Dept. of Appl. Physics, Beijing Institute of Technology, Beijing, China

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Humboldt-Stiftung, Bonn-Bad Godesberg
Laufzeit: 4/1993 - 8/1994

Die Wechselwirkung eines Risses mit dem Spannungsfeld eines kreisförmigen Einschlusses in einem thermisch beanspruchten Material wird untersucht. Analytische Ausdrücke für die Spannungsintensitätsfaktoren an den beiden Reißspitzen infolge des thermischen mismatch von Einschluß und umgebender Matrix werden unter Benutzung einer geeigneten Versetzungsdichtefunktion angegeben. Die Spannungsintensitätsfaktoren variieren dabei mit der Größe, der Position und der thermischen misfit-Verzerrung des Einschlusses. Die kennzeichnenden Eigenschaften dieses Reiß-Einschluß-Wechselwirkungsproblems werden analysiert und diskutiert.

Theoretical investigation of delamination in arbitrary lay-up composite laminates

Theoretische Untersuchung der Delamination in beliebig geschichteten Laminaten

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Weitere Ansprechpartner: Prof. Dr. Junqian Zhang
(Dept. of Engineering Mechanics,
Chongqing University, Chongqing, China)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Institut für Verbundwerkstoffe,
e.V. U Kaiserslautern

b) im Ausland:

Dept. of Engineering Mechanics,
Chongqing University, Chongqing, China

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Humboldt-Stiftung, Bonn-Bad Godesberg
ab 8/1996

Laufzeit:

In diesem Forschungsvorhaben wird der Delaminationsprozeß in beliebig geschichteten Laminaten unter Berücksichtigung der Matrixrißbildung mit den Methoden der Kompositmechanik behandelt. Dabei werden die Mikrospannungs- und Mikrodehnungsfelder in gerissenen und delaminierten Fünfschichten- bzw. Dreischichtenmodellaminaten unter Heranziehung der Scherlaminattheorie erster Ordnung ermittelt. Weiterhin soll ein expliziter Ausdruck für die Steifigkeitsreduktion der behinderten 90°-Lagen als Funktion der Delaminationslänge sowie des transversalen Matrixrißabstandes abgeleitet werden. Zudem sollen Energiefreisetzungsraten in Abhängigkeit von einer lokalen Delamination sowie einer Matrixrißbildung bestimmt werden.

Stress intensity factors for through-cracks in steel members Spannungsintensitätsfaktoren für durchgehende Risse in Stahlträgern

Leitung / Koordination: Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann
Weitere Ansprechpartner: Prof. Dr. Pedro Albrecht
(Dept. of Civil Engineering, University of
Maryland, College Park, USA)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
b) im Ausland:

Dept. of Civil Engineering, University of
Maryland, College Park, USA

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Humboldt-Stiftung, Humboldt-Award
9/1996 - 8/1997

Laufzeit:

Zahlreiche Stahlbrücken in Europa und den USA unterliegen gegenwärtig der Gefahr von Ermüdungsbrüchen. Dabei können Risse in solchen Stahlkonstruktionen durch out-of-plane bending von Tragbalken als ein Resultat der Verdrehung von gewissen Sektionen der Struktur auftreten. Zudem stellt der stark angestiegene Straßenverkehr eine weitere Ursache für das Auftreten von Ermüdungsbrüchen dar. Im angelaufenen Forschungsvorhaben soll nun eine direkte Methode für die Berechnung von Spannungsintensitätsfaktoren für durchgehende Risse in Stahlträgern erarbeitet werden.

Discontinuity waves in a periodic layered medium**Diskontinuitätswellen in einem periodisch geschichteten Medium**

Leitung / Koordination:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann

Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr. Zbigniew Wesolowski

Kooperationen mit

wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Institut für Mechanik, TH Darmstadt

b) im Ausland:

Institute of Fundamental Technological
Research, Polish Academy of Sciences,
Warschau, Polen

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

DFG

b) im Ausland:

Polnische Akademie der Wissenschaften,
Warschau, Polen

Laufzeit:

6/1992 - 12/1995

Eine räumlich periodische Struktur, bestehend aus einer großen Anzahl von homogenen elastischen Schichten mit unterschiedlichen Dicken, Dichten und elastischen Materialkonstanten wird betrachtet, wobei eine anfängliche statische Verschiebung elastische Wellen innerhalb dieser Struktur erzeugt. Dabei sollen die Schichten an den Materialgrenzflächen perfekten Kontakt aufweisen. Das Ziel der Untersuchungen bestand in der Berechnung aufeinanderfolgender Positionen der Wellenfronten, wobei letztere unterschiedlichen Ausbreitungsmoden zugeordnet sind.

**Discontinuity waves in a periodic layered medium****Diskontinuitätswellen in einem periodisch geschichteten Medium**

Leitung / Koordination:

Prof. Dr. rer. nat. Klaus P. Herrmann

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. W. Becker, Dornier GmbH,
Friedrichshafen

Kooperierende Wissenschaftler:

AOR Dr.-Ing. F. Ferber, LTM

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Dornier GmbH, Friedrichshafen

Laufzeit:

7 - 10/1993

In der Raumfahrt relevante Faserverbundstrukturen werden auf ihr Versagensverhalten infolge von Delaminationsschädigungen aufgrund einer Stoßbelastung untersucht. Die Auswertung der bei den Stoßversuchen entstandenen Schadensflächen erfolgte mittels des Ultraschall-Impuls-Echo-Verfahrens. Weiterhin wurde ein FE-Modell der Verbundwerkstoffproben erstellt, um den Impactvorgang und das daraus resultierende Werkstoffversagen unter Heranziehung verschiedener in der Kompositmechanik verwendeter Versagenskriterien zu simulieren. Unter Verwendung vorhandener Ansätze wurde ein Zweischicht-Delaminationskriterium entwickelt, das speziell auch die im Bauteil auftretenden interlaminaren Spannungen berücksichtigt. Die aus den Ultraschall-Scans ermittelten Schadensflächen zeigten eine recht zufriedenstellende Übereinstimmung mit denjenigen Flächen, die mittels des Delaminationskriteriums bestimmt wurden.

Ausgewählte Publikationen**Artikel:**

Meiners, W.; Herrmann, K. P.: *Analytical treatment of composite structures by means of integral equations*. In: Continuum Models of Discrete Systems (Eds. K.-H. Anthony, H.-J. Wagner), Trans Tech Publications Ltd, Aedermannsdorf/Schweiz; 1993; pp. 331-339

Herrmann, K. P.; Mihovsky, I. M.: *On the modeling of the inelastic thermomechanical behaviour and the failure of fibre-reinforced composites - A unified approach*. In:

- Advances in Mathematical Modelling of Composite Materials (Ed. K. Z. Markov), Series on Advances in Mathematics for Applied Sciences, Vol. 15, World Scientific, Singapore/New Jersey/London; 1994; pp. 141-191
- Herrmann, K. P.; Wesolowski Z.: *Discontinuity waves in a periodic layered medium*. In: ZAMM 75; 1995; pp. 699-706
- Herrmann, K. P.; Ferber, F.: *Numerical modelling of crack growth in material models of fibrous composites*. In: Microstructure-Property Interactions in Composite Materials (Ed. R. Pyrz), Kluwer Academic Publishers, Dordrecht; 1995; pp. 129-140
- Herrmann, K.P.; Noe, A.: *Dynamic interface crack propagation and related problems of caustics*. In: Archives of Mechanics 47; 1995; pp. 915-956
- Herrmann, K. P.; Hauck, T.: *Interfacial cracking in thermomechanically loaded elastoplastic bimaterials*. In: Proceedings IUTAM Symposium Cambridge U.K. 1995 (Ed. J. R. Willis), Kluwer Publishers, Dordrecht; 1996
- Herrmann, K. P.; Potthast, B.: *Asymptotic crack tip fields for pressure-sensitive materials and dynamic crack growth under plane stress conditions*. In: International Journal of Fracture 74; 1995; pp. R53-R61
- Herrmann, K. P.; Hauck, T.; Müller, W.H.; Kemmer, G.; Albrecht, H.-J.: *Stress analysis of thermally mismatched solder assemblies - The example of a ball grid array structure*. In: Micro Materials MICROMAT'95 (Eds. B. Michel, T. Winkler), Deutscher Verband für Materialforschung und -prüfung e.V.; 1996; pp. 173-179
- Ferber, F.; Noe, A.; Herrmann, K. P.: *Bestimmung bruchmechanischer Parameter mittels der digitalen Bildanalysetechnik und der schattenoptischen Kaustikenmethode*. In: Österreichische Ingenieur- und Architekten-Zeitschrift ÖIAZ 5; 1996; pp. 203-210
- Herrmann, K. P.: *Rißausbreitungsvorgänge in thermomechanisch belasteten Zweikomponentenmedien: Analyse und Experiment*. In: ZAMM 77; 1996; pp 163-188
- Ferber F.; Hinz, O.; Herrmann, K. P.: *Einsatz der Bildanalyse zur Isochromaten- und Kaustikensimulation*. In: ZAMM 73; 1993; pp. T316-T320
- Noe, A.; Herrmann, K. P.: *Dynamische Ausbreitung gekrümmter Grenzflächenrisse*. In: ZAMM 73; 1993; pp. T469-T472
- Meiners, M.; Herrmann, K. P.: *Untersuchung eines abgeknickten Rißsystems mit verallgemeinerten Singularitäten*. In: ZAMM 73; 1993; pp. T465-T468
- Herrmann, K. P.; Hauck, T.: *Finite Element Berechnungen makroskopischer thermischer Eigenspannungsfelder in metallischen Mehrkomponentenmedien unter Berücksichtigung vorhandener Defektstrukturen*. In: ZAMM 73; 1993; pp. T459-T462
- Herrmann, K. P.; Dong, M.: *Bruchverhalten von Zweiphasenverbunden unter Wärmebeanspruchungsbelastung*. In: ZAMM 73; 1993; pp. T455-T460
- Noe, A.; Herrmann, K. P.: *Dynamic extension of curvilinear interface cracks in self-stressed two-phase composite structures*. In: Continuum Models of Discrete Systems (Eds. K.-H. Anthony, H.-J. Wagner), Trans Tech Publications Ltd, Aedermannsdorf/Schweiz; 1993; pp. 331-339
- Herrmann, K. P.; Mihovsky, I.M.: *Thermoplastic behaviour and fracture of fibre-reinforced composites*. In: Continuum Models of Discrete Systems (Eds. K.-H. Anthony, H.-J. Wagner), Trans Tech Publications Ltd, Aedermannsdorf/Schweiz; 1993; pp. 331-339
- Herrmann, K. P.; Hauck, T.: *Finite element calculation of macroscopic thermal self-stress fields in cracked bimaterial specimens*. In: Residual Stresses (Eds. V. Hauk et al.), DGM Informationsgesellschaft Verlag, Oberursel; 1993; pp. 145-150
- Herrmann, K. P.; Noe, A.: *Analysis of dynamic mixed mode stress fields in bimaterials by the method of caustics*. In: Theoretical and Applied Fracture Mechanics 19; 1993; pp. 49-59

Ferber, F.; Herrmann, K. P.; F. Hoppstock, J.: *FE-Simulation des Riausbreitungsverhaltens gerader und gekrümmter Matrix- und Faserrisse in Faserverbundwerkstoffmodellen*. In: DVM-Mitteilungen; 1993; pp. 495-504

Dr. Mller

Mller, W. H.; Schmauder, S.: *Interface Stresses in Fiber-Reinforced Materials with Regular Fiber Arrangements*. In: J. Comp. Struct., 24 (1); 1993; pp.1-21

Mller, W.H.; Schmauder, S.: *Stress-Intensity Factors of r-Cracks in Fiber-Reinforced Composites Under Thermal and Mechanical Loading*. In: Int. J. Fract., 59 ;1993; pp. 307- 343

Mller, W. H.; Herrmann, G.; Gao, H.: *Elementary Strength Theory of Cracked Beams*. In: Theoretical and Applied Fracture Mechanics,18; 1993; pp. 163-177

Mller, W. H.; Herrmann, G.; Gao, H.: *A Note On Curved Cracked Beams*. In: Int. J. Sol. Struct., 30 (1); 1993; pp.1527-1532

Mller, W. H.: *The Use of Stress-Density Functions for Lifetime Predictions of Brittle Structures*. In: Structural Safety,12 ; 1993; pp. 137-143

Mller, W. H.; Harris, D.O.: *Examples of the Use of Stress Intensity Factors for the Calculation of Crack Opening Areas and Energy Release Rates*. In: Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik, 73; 1993; pp. T3 84-T3 88

Mller, W. H.; Harris, D.O.; Dedhia, D.D.: *Stress Intensity Factors of 2D- and 3D-Cracks Next to a Thermally Mismatched Inclusion*. In: J. Appl. Mech., 61; 1994; pp. 731-735

Mller, W. H.: *Cracks around Heterogeneities in Solids: A Symbiotic or Parasitic Relationship?* In: Computational Materials Science, 3; 1994; pp.186-198

Mller, W. H.: *Order-Disorder Tansitions under Load in Single Crystal Superalloys: Part II - Applications and Computer Simulations*. In: Proceedings Solid Phase Transformations, edited by W.C. Johnson; J.M. Howe, D.E. Laughlin and W.A. Soffa, The Minerals, Metals & Materials Society; 1994; pp. 425-430

Mller, W. H.: *Stress Distributions and Stress Intensity Factors in Ceramic Roller Bearing Rings*. In: J. Cont. Mech. Thermodyn., 7; 1995; pp.199-218



Umformende Fertigungsverfahren

Warburger Str. 100, 33098 Paderborn,
N4.341, Tel. 05251/60-2372, Fax 05251/60-2372

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann, Tel. 05251/60-2371, -2372, Fax 05251/60-3419,
E-Mail jdohm1@mises.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Dr.-Ing. Christoph Hartl (Tel. 05251/60-2373, E-Mail jhart1@mises.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Wilhelm Arns (seit März 1994);
Dipl.-Ing. Wolfgang Bauer (von Sept. 1990 bis März 1996);
Dr.-Ing. Alfons Böhm (von Jan. 1988 bis Feb. 1993);
Dipl.-Ing. Ralf Breede (seit Jan. 1996);
Dr.-Ing. Kai-Uwe Dudziak (von Mai 1998 bis Sept. 1993);
Dr.-Ing. Christoph Hartl (seit Okt. 1991);
Dipl.-Ing. Norbert Lüttel (von Dez. 1990 bis Dez. 1995);
Dr.-Ing. Thomas Meier (von Juni 1988 bis Dez. 1993);
Dipl.-Ing. Werner Meyer (seit Okt. 1992); Dipl.-Ing. Peter Wiebe (seit März 1992);
Dipl.-Ing. Stefan Willinghöfer (seit Okt. 1993)

Promotionen

Alfons Böhm, Mai 1993, *Numerische Simulation von Verfahren der Innenhochdruckumformen unter Berücksichtigung des Aufweitens im geschlossenen Werkzeug.*

Kai-Uwe Dudziak, Mai 1995, *Prozeßmodell zum Innenhochdruckumformen von hohlwellenförmigen Werkstücken.*

Christoph Hartl, Sept. 1994, *Ein Beitrag zur Flexibilisierung der Innenhochdruckumformung.*

Norbert Lüttel, Mai 1996, *Ein Beitrag zur Wirkflächenreibung beim Kaltfließpressen von verzahnten Werkstücken.*

Thomas Meier, Aug. 1994, *Untersuchung der Prozeßkette Umformen - Härten - Hartnachbearbeitung zur Herstellung einbaufertiger Laufverzahnungen.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Forschungsschwerpunkte des Fachgebietes Umformende Fertigungsverfahren liegen in den wirkmedienunterstützten Umformverfahren und in der Präzisionsumformung.

Arbeitsgebiete im einzelnen:

- Innenhochdruckumformen von Rohren und Profilen
- Prozeßsimulationen von Umformvorgängen mit der FEM
- Wirkmedienunterstützte Blechumformverfahren
- Präzisionsumformung von Massivteilen
- Tribologische Untersuchungen an Rohr-, Blech- und Massivumformvorgängen
- Werkzeug- und Vorrichtungen der Umformtechnik
- Maschinen der Umformtechnik

Gutachtertätigkeiten

Erstellung von Gutachten über Forschungsanträge für die DFG, BMBF und Volkswagenstiftung

Mitgliedschaften

Arbeitsgemeinschaft Umformtechnik

Leistungsangebot für die Praxis

- Experimentelle und theoretische Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zur Herstellung von Leichtbauwerkstücken durch Innenhochdruckumformen sowie zur Herstellung massiver Präzisionsteile
- Prozeßsimulationen mit Hilfe der Finite-Element-Methode zur Optimierung von Verfahrensparametern
- Auslegung von Umformwerkzeugen und -maschinen
- Durchführung tribologischer Untersuchungen zu Problemstellungen der Umformtechnik
- Untersuchungen zur Umformeignung von Werkstoffen

Ausstattung / Geräte / Methoden

Umformmaschinen - Sondermaschinen - Prüfstände

- Hydraulische, zweifach wirkende Universalpressen (8000 kN und 1000 kN)
- Innenhochdruckumformmaschine (2000 kN / 2000 bar)
- Zugprüfanlage (600 kN)

Rechner- und Softwareausstattung

- Unix Netzwerk mit Workstations und Anbindung a.d. Hochschulrechnernetz
- PC-Netzwerk mit Anbindung an das Unix-Netzwerk
- Software für die Simulation mit der Finiten Elemente Methode (ABAQUS 5.5)
- Software für CAD-Anwendung und FE-Modellerstellung (I-DEAS 3)
- CAD-Software (ACAD 12)



Forschungsprojekte

Flexibel principles of hydroforming processes

Flexible Verfahrensprinzipien zum Innenhochdruckumformen

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner:	Dr.-Ing. Christoph Hartl
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	DFG
Laufzeit:	11/1989 - 11/1993

Schwerpunkt der Forschungsarbeiten waren wissenschaftliche Untersuchungen von Verfahrensprinzipien zur weiterreichenden und flexibleren Anwendung der Technologie der Innenhochdruckumformung. Wesentliche Ergebnisse bestanden in der Entwicklung geeigneter Verfahrensfolgen sowie eines Werkzeugsystems zur flexiblen partiellen Abstützung des Werkstückes im Aufweitbereich.

Fabrication of exhaust-system-components for automobiles by hydroforming

Herstellung von Rohrkrümmern für Kraftfahrzeugabgasanlagen durch Innenhochdruckumformen

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner:	Dr.-Ing. Christoph Hartl
Kooperation mit	
Einrichtungen der Wirtschaft	
a) in der Bundesrepublik:	Mercedes-Benz AG, Hamburg
Laufzeit:	10/1992 - 11/1993

Abgasanlagen für Verbrennungsmotoren enthalten verzweigte, T-förmige Bauteilkomponenten zur Zusammenführung der einzelnen Abgasströme an den Zylinderauslässen. Aufgabe des Forschungsprojektes war es, die Herstellbarkeit dieser Werkstücke aus hitzebeständigem austenitischem Stahl durch Innenhochdruckumformen zu untersuchen und Aussagen über die erreichbaren Formänderungen zu gewinnen.

**Hydroforming of exhaust-system components with bent junction
Innenhochdruckumformen von Komponenten für Abgasanlagen mit
gekrümmtem Abzweig**

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Mercedes-Benz AG, Hamburg
Laufzeit: 11/1993 - 6/1994

Ziel des Forschungsprojektes war die Prozeßentwicklung für die Herstellung komplex geformter Abgasanlagenkomponenten aus hitzebeständigen Stahlwerkstoffen durch Innenhochdruckumformung. Neben der Ermittlung geeigneter Prozeßparameter innerhalb der Verfahrensgrenzen standen auch Untersuchungen zum Einfluß der Reibverhältnisse auf das Umformergebnis im Vordergrund.

**Determination of the process-data for the hydroforming of
straight-cones by expansion in opened tool
Prozeßdatenermittlung zur Herstellung von Katalysatorkonen
durch Aufweitstauchen**

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Mercedes-Benz AG, Hamburg
Laufzeit: 4/1996 - 6/1996

Das Aufweitstauchen, eine Variante der Innenhochdruckumformverfahren, bietet eine Reihe von Vorteilen bei der Aufweitung rotationssymmetrischer Werkstücke mit gerader Längsachse. Aufgabe des Projektes war die Prozeßentwicklung für das Aufweitstauchen von Katalysatorkonen aus Rohren aus hitzebeständigem Stahlwerkstoff.

**Feasability study of the fabrication of a joining element for a
car-body by hydroforming
Machbarkeitsstudie zur Herstellung eines Karosserieknotens durch
Innenhochdruckumformen**

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Volkswagen AG, Wolfsburg
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V.,
Düsseldorf
Laufzeit: 3/1996 - 8/1996

Die Karosserie-Entwickler sind heute aufgefordert, das Gewicht von Fahrzeugkarosserien ohne funktionelle Einbußen zu senken. Für wesentliche Elemente der Karosserie, wie Hohlprofile und Verbindungsknoten bietet sich deshalb der Einsatz von Innenhochdruckumform-Werkstücken an. Vorteile dieser Werkstücke liegen

neben der Gewichtseinsparung und den Gestaltungsmöglichkeiten belastungsangepaßter Querschnittsverläufe im hohem Integrationsgrad, in einer guten Bauteilsteifigkeit und Bauraumausnutzung. Ziel des Projektes war es, die Herstellbarkeit eines Karosserieknotens und die Erfüllung aller relevanten an die Bauteileigenschaften gestellten Anforderungen abzusichern.

Hydroforming of reduced tubes

Innenhochdruckumformen eingezogener Rohre

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Mercedes-Benz AG, Hamburg
 Laufzeit: 11/1994 - 1/1995

Aufgabe des Projektes war die experimentelle Untersuchung der Verfahrenskombination Einziehen und Aufweiten durch Innenhochdruckumformen zur Herstellung von Katalysatorkonen. Verfahrenskombinationen dieser Art erlauben gegenüber dem konventionellen Aufweiten die Fertigung hohlförmiger Leichtbauteile mit größeren Umfangsunterschiede entlang der Bauteillängsachse.



Toothed gear shaft

Verzahnte Getriebewelle

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Peter Wiebe
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Hirschvogel Umformtechnik, Dencklingen;
 Sprick Präzisions- und Vorrichtungsbau,
 Paderborn

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: BMFT
 Laufzeit: 10/1990 - 3/1994

Qualitätssteigerung und Kostensenkung der Getriebewellenherstellung waren Ziel dieses Vorhabens. In Zusammenarbeit mit einschlägigen Industriefirmen wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen zur umformenden Herstellung mit dieser Zielsetzung am Beispiel einer Welle für Automobilgetriebe durchgeführt.

Investigations about the influence of the friction on the flow of material for the cold-extrusion of toothed wheels

Untersuchung des Reibungseinflusses auf den Werkstofffluß beim Kaltfließpressen von Verzahnungen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Peter Wiebe
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: DFG
 Laufzeit: 10/1990 - 10/1995

Die Ausformung von Verzahnungen beim Kaltfließpressen sowie die aufzubringende Umformkraft und die Arbeitsgenauigkeit des Verfahrens hängen wesentlich von den Reibbedingungen in der Wirkfuge ab. Den Forschungsarbeiten lag deshalb die Aufgabenstellung zugrunde, den Einfluß der Reibbedingungen am Beispiel des Napfformstauchens von Stirnradverzahnungen zu untersuchen.

The influence of friction on the forming-process and the load of the membrane at deep-drawing-processes with elastomermembranes **Einfluß der Reibung auf den Umformvorgang und die Beanspruchung der Membran beim Tiefziehen mit Membranverfahren**

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Ralf Breede
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 1/1996 - 1/2000

Im Bereich „Wirkmedienunterstützte Blechumformverfahren“ haben Verfahren, bei denen das Fluid durch eine Membran vom Blech getrennt wird, bisher die größte Bedeutung erlangt. Für diese fehlen bislang Grundlagen, die die Vorgänge im Verfahrensablauf beschreiben, wie z.B. zur Berechnung der Spannungen und Formänderungen von Blech und Membran. Daher ist das Ziel dieses Projekts, das Tribosystem „Wirkmedienunterstütztes Tiefziehen mit Membran“ zu erforschen. Anhand experimenteller Untersuchungen mit einem Streifenziehwerkzeug soll der Einfluß der Reibung auf die Membranverformungen, die Druckverteilung in der Wirkfuge Membran-Blech sowie die Membranbeanspruchung untersucht werden. Weiterhin sollen Reibgesetze zur Beschreibung der Tribosysteme Membran-Blech sowie Blech-Gegenhalter aufgestellt und in ein FEM-Programmsystem implementiert werden.

Hydroforming of aluminium joining elements **Herstellung von Aluminium-Knotenelementen durch Innenhochdruckumformen**

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl;
Dipl.-Ing. Stefan Willinghöfer
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. O. Hahn, LWF, Paderborn
Laufzeit: 8/1995 - 4/1998

Es wird die Herstellung von Space-Frame Verbindungselementen aus Aluminium-Strangpressprofilen durch Innenhochdruckumformen untersucht. Hierbei sind insbesondere die Vorform des Strangpressprofils und die mechanischen Eigenschaften des Fertigteils Gegenstand experimenteller Untersuchungen.

Feasability study of the fabrication of a car-top-frame made of aluminium with hydroforming **Machbarkeitsstudie zur Herstellung eines Aluminium-Dachrahmenteil durch Innenhochdruckumformen**

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl;
Dipl.-Ing. Stefan Willinghöfer

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Alcoa Automotive Structures GmbH, Soest
Laufzeit: 1/1997 - 3/1997

Die Herstellbarkeit eines Dachrahmens aus einem Aluminium-Strangpressprofil durch Innenhochdruckumformen wird mit Hilfe von Prozeßsimulationen mit der Finiten Elemente Methode untersucht. In einem ersten Schritt ist die Form des Strangpressprofils festzulegen; anschließend ist durch Prozeßsimulationen eine geeignete Prozeßführung für die Herstellung des Bauteils durch Innenhochdruckumformung zu ermitteln.

Feasability study for the production of a aluminiumtransverse for a car-body by internal high pressure forming

Machbarkeitsstudie zur Herstellung eines Kfz-Aluminiumquerträgers durch Innenhochdruckumformen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Ralf Breede
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Volkswagen AG, Wolfsburg
 Laufzeit: 11/1996 - 1/1997

Die stetig zunehmende Verwendung von Leichtbaukomponenten im Automobilbau erfordert den Einsatz innovativer und wirtschaftlicher Fertigungstechnologien zur Herstellung komplexer hohlförmiger Bauteile. Das Innenhochdruckumformen bietet für diese Anwendungsbereiche weitreichende Möglichkeiten hinsichtlich der Bauteilgestaltung bei gleichzeitiger Reduzierung von Werkstoff und Fertigungsoperationen. Ziel dieser Studie sind numerische Untersuchungen mit Hilfe der Finite-Element-Methode zur Herstellung eines Karosseriequerträgers aus Aluminiumwerkstoff durch Innenhochdruckumformen. Die Untersuchungsergebnisse dienen zur Bauteilauslegung.



Fluid pressure deep-drawing of valve drive casings

Wirkmedienunterstütztes Tiefziehen von Laufbuchsen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Wilhelm Arns
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Bürkert Werke GmbH&Co, Ingelfingen
 Laufzeit: seit 12/1996

Durch ein wirkmedienunterstütztes Tiefziehverfahren mit Mehrfachmembranen werden Laufbuchsen für regelungstechnische Antriebe hergestellt. Das in Paderborn entwickelte Verfahren ist aufgrund der hohen Ziehverhältnisse und der engen Formtoleranzen für derartige Formteile gut geeignet.

Hydroforming of plane welded sheets

Innenhochdruckumformen ebener verschweißter Platinen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Wilhelm Arns
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Mercedes Benz AG, Stuttgart
 Laufzeit: seit 8/1996

In Zusammenarbeit mit einem Automobilhersteller wird die Herstellung tragender Fahrzeugteile aus verschweißten Blechplatinen durch Aufweiten und Kalibrieren unter Innendruck untersucht.

Development of a fluid forming technology using multiple membranes

Entwicklung eines wirkmedienunterstützten Tiefziehverfahrens mit Mehrfachmembranen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Wilhelm Arns
 Laufzeit: seit 3/1994

Es werden Grundlagenuntersuchungen anhand des neu entwickelten Verfahrens durchgeführt. Dies sind insbesondere Versuchsreihen anhand verschiedener Ziehteilgeometrien in einem Pilotwerkzeug und Simulationen des Umformvorgangs und der Werkzeugbeanspruchung mit der Finite-Element-Methode

Forming of internal helical toothed wheels

Umformende Herstellung innerschrägverzahnter Zahn- und Winkelringe

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Peter Wiebe

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: INA-Schaeffler KG, Herzogenaurach

Laufzeit: 12/1993 - 1/1994

Im Rahmen dieses Projekts wurden die Formgebungsmöglichkeiten beim Hohl-rückwärtsfließpressen von Innerschrägverzahnungen an Zahnringen mit und ohne Flansch untersucht.

Quality assurance for the forming of internal helical toothed wheels

Qualitätssicherung bei der umformenden Herstellung schrägverzahnter Zahnringe

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Peter Wiebe

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: INA-Schaeffler KG, Herzogenaurach

Laufzeit: 1/1994 - 3/1994

Die Wirtschaftlichkeit eines Produktionsverfahrens hängt in hohem Maße von der Beherrschbarkeit der Qualitätsanforderungen und von der Standzeit der Werkzeuge ab. Das Projekt beschäftigt sich mit der Untersuchung von Qualitätssicherungsmaßnahmen im Rahmen einer Null-Serie sowie mit Ansätzen zur In-Prozeß-Messung von wichtigen Verzahnungsmaßen.

The influence of friction for the forming process in hydroforming

Einfluß der Reibbedingungen auf den Umformvorgang beim Innenhochdruckumformen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Werner Meyer

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG

Laufzeit: 10/1992 - 8/1997

Ziel des Projektes ist die Untersuchung des Einflusses der Wirkflächenreibung auf Verfahrensablauf und Umformergebnis beim Innenhochdruckumformen mit weitreichender Werkzeugbindung während des Verfahrensablaufs. Weiterhin wird ein allgemeingültiges, auch auf andere Innenhochdruckverfahren übertragbares Reibmodell entwickelt, in das verfahrensunabhängige Tribologieparameter einfließen.

Research of forming properties of coated steel

Untersuchungen der Umformeigenschaften beschichteter Bleche

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Werner Meyer

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Miele & Cie. GmbH & Co, Gütersloh

Laufzeit:

8/1993 - 9/1995

In dem Projekt wurden theoretische und experimentelle Untersuchungen zu den Umformeigenschaften von Pulverlack-beschichteten Blechen durchgeführt. Hierbei waren die Zusammenhänge zwischen Werkstoff- und Verfahrensparametern sowie die von der Lackschicht beschädigungsfrei übertragbaren Belastungen für typische Blechumformverfahren zu ermitteln.

Numerical research of workpiece and process optimisation Numerische Untersuchungen zur Bauteil- und Verfahrensoptimierung

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann

Weitere Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Werner Meyer

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Miele & Cie. GmbH & Co, Gütersloh

Laufzeit:

5/1996 - 2/1997

In dem Projekt wurde die Herstellung eines trommelförmigen Teiles durch Innenhochdruckumformen anhand von numerischen Simulationen untersucht. Ziel hierbei war eine Heraufsetzung des zu fertigenden Trommeldurchmessers bei verbesserter Materialausnutzung.

Investigations of a two-step-forming process for the fabricatin of planet wheels that are external helical and internal straight toothed Untersuchungen eines zweistufigen Umformprozesses zur Herstellung von Planetenrädern mit außenschräg- und innengeradverzahnten Funktionsflächen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann

Weitere Ansprechpartner:

Dr.-Ing. Christoph Hartl; Dipl.-Ing. Peter Wiebe

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

- Zahnradfabrik Friedrichshafen, Friedrichshafen
- Hirschvogel Umformtechnik, Denklingen/Obb.
- Preß- und Stanzwerk Eschen,
Eschen/Liechtenstein
- PEM OTTO, Dillingen

Laufzeit:

9/1995 - 7/1997

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wird die umformende Herstellung von Schrägstirnrädern mit zwei Funktionsflächen durch einen zweistufigen Umformprozeß untersucht. Dabei wird sowohl die Stadienfolge bestehend aus Halbwarm-Vorformen und Kaltkalibrieren von Verzahnung und Bohrung als auch die entsprechende Werkzeugtechnik im Hinblick auf die hohen Anforderungen an die geometrische und die Lagegenauigkeit des herzustellenden Werkstücks entwickelt. Das erfordert sowohl eine theoretische als auch eine experimentelle Ausrichtung der Untersuchungen. Es wird erwartet, daß die Umsetzung dieses Forschungsprojekts zu einer Erhöhung des Anteils umformender Arbeitsgänge am Gesamtbearbeitungsaufwand, zu einer Lebensdauererlängerung der verzahnten Umformwerkzeuge und damit zu wirtschaftlichen Vorteilen der spanlosen Verzahnungsfertigung führt.



Flexible bending of extruded profiles supported by internal pressure Flexibles Biegen von Strangpreßprofilen mit Innendruckunterstützung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Fritz Dohmann
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. Christoph Hartl
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG
Laufzeit: 1/1994 - 1/1996

Ein aktueller Ansatz zur Gewichtsreduzierung im Fahrzeugbau liegt in der Entwicklung von Rahmenbauweisen mit Ein- aber auch Mehrkammerprofilen aus Aluminiumwerkstoffen. Zur Anpassung an die Fahrzeugform müssen diese Profile mehrfach gebogen werden, wobei Biegewinkel und Biegeradius variieren. Für Biegevorgänge dieser Art fehlten bislang technologische Grundlagen. Daraus leitete sich als Zielsetzung des Projekts die Entwicklung eines flexiblen Biegeverfahrens für Mehrkammerprofile ab. Hierfür wurde ein geeignetes Biegewerkzeug gebaut und für Biegeversuche mit Innendruckabstützung der Kammern und Aufbringung einer Kraft in Richtung des Biegebogens eingesetzt. Die Untersuchungen wurden an Zweikammerprofilen vorgenommen, um Aufschluß über die Einsatzmöglichkeiten des Verfahrens, die erreichbaren mechanisch-technologischen Werkstückeigenschaften sowie die Anforderungen an eine flexible Biegemaschine zu geben.

Ausgewählte Publikationen

Artikel:

- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Hydroforming - a method to manufacture light-weight-parts. The 6th International Conference Metal Forming' 96, Kraków, 23.-26. Juni 1996, 669-676.
- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Finite Elemente Analysis of forming hollow camshafts using internal high pressure. Int. Conf. on Modelling and Simulation in Metallurgical Engineering and Materials Science, Beijing, 11.-13. Juni 1996, 640-645.
- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Prozeßführungen von Innenhochdruckumformverfahren. Im Tagungsband zum EFB-Kolloquium: „Innenhochdruckumformen - eine Alternative in der Fertigungstechnik“, Fellbach 5./6. März 1996.
- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Entwicklungen und Anwendungen des Innenhochdruckumformens. Blech Rohre Profile 43 (1996) 1/2, 30-35.
- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Innenhochdruckumformen als flexibles Umformverfahren. Im Tagungsband: Abschlußkolloquium zum DFG-Schwerpunktprog. Flexible Umformtechnik 11./12. Okt. 1995, Aachen, 7.3-1 - 7.3-13.
- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Flexibles Innenhochdruckumformen. Umformtechnik 28 (1994) 4, 223-229.
- Dohmann, F.; Hartl, Ch.: Liquid-Bulge-Forming as a Flexible Production Method. J. Mater. Process. Technol. 45 (1994), 377-382.
- Dohmann, F.; Lüttel, N.: Einfluß der Reibung auf die Qualität fließgepreßter Verzahnungen, Maschinenmarkt, Würzburg 101 (1995) 1, 20-23
- Dohmann, F.; Lüttel, N.: Kontaktspannungen beim Verzahnungspressen, Der Einfluß der Verzahnungsgeometrie auf die Kontaktspannungen beim Fließpressen verzahnter Werkstücke, Umformtechnik 29 (1995) 1, S. 46-51
- Dohmann, F.; Lüttel, N.: Kontaktflächenbildung beim Verzahnungspressen, Der Einfluß der Verzahnungsgeometrie auf die Kontaktflächenbildung beim Fließpressen verzahnter Werkstücke, Umformtechnik 29 (1995) 3, S. 153-157

Verfahrens- technik

Warburger Str.100, 33095 Paderborn,
N 5.347, Fr. Kluge, Fr. Finger,
Tel. 05251/60-2410, Fax 05251/60-3207,
E-Mail fb10vt@vt.uni-paderborn.de,
URL <http://www-vt.uni-paderborn.de>

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Rolf Rennhack, Tel. 05251/60-2409, -2410, Fax 05251/60-3207,
E-Mail fb10vt@vt.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Dipl.-Ing. Johannes Stickling
(Tel. 05251/60-2407, E-Mail jstic1@vt.uni-paderborn.de)



Wissenschaftlich Mitarbeitende

AOR Dr.-Ing. Reiner Numrich (seit 1983); Dipl.-Ing. Monika Breidenbach (bis 7/1993);
Dipl.-Ing. Jochen Thies (bis 6/1993); Dipl.-Ing. Markus Hadley (12/1991-9/1995);
Dipl.-Ing. Ralf Westmattmann (10/1991-4/1996);
Dipl.-Ing. Johannes Stickling (ab 10/1991); Dipl.-Ing. Markus Klaubert (ab 10/1992);
Dipl.-Ing. Christian Mönning (ab 12/1993);
Dipl.-Ing. Christian Brinkmann (5/1996-9/1996); Dipl.-Ing. Theo Koors (ab 12/1996)

Promotionen

Jürgen Lange, 1/1994, *Die partielle Kondensation zweier im flüssigen Zustand löslicher Komponenten aus einem Gas/Dampfgemisch im senkrechten Rohr bei erhöhtem Druck.*

Christian Hennig, Cardinal von Widdern, 5/1996, *Erprobung einer Ionisationsdüse für die Entstaubungstechnik.*

Martin Koepsell, 6/1996, *Örtliche Staubabscheidung im Plattenelektrofilter - experimentelle und theoretische Betrachtung auf der Basis der Deutschgleichung.*

Norbert Claus, 6/1996, *Kondensation strömender reiner Dämpfe im senkrechten Rohr bei Drücken bis 15 bar.*

Markus Hadley, 6/1996, *Kondensation binärer Dampfgemische unter dem Einfluß der vollturbulenten Gasströmung bei Drücken bis 13 bar.*

Ming Gan, 12/1996, *Reaktionskinetische Untersuchungen zur katalytischen Methanolspaltung zu einem methanreichen Gas.*

Habilitationen

Dr.-Ing. Reiner Numrich, 6/1994, *Stoff-, Wärme- und Impulsaustausch bei der Kondensation von Ein- und Mehrkomponentensystemen; Venia Legendi: Thermische Verfahrenstechnik.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Allgemein werden Themen der Thermischen Verfahrenstechnik und der Reaktionstechnik bearbeitet.

Forschungsschwerpunkte sind die Kondensationstechnik, die Sicherheitstechnik die Verbrennungs- und Feuerungstechnik und die Entstaubungstechnik mittels Elektrofiltration.

Arbeitsgebiete im einzelnen:

- Reaktionskinetische Untersuchungen zur katalytischen Methanolspaltung zu einem methanreichen Gas

- Partielle Kondensation zweier im flüssigen Zustand unlöslicher Komponenten aus einem Gas/Dampf-Gemisch unter erhöhtem Druck
- Kondensation binärer Dampfgemische unter dem Einfluß der vollturbulenten Gasströmung bei Drücken bis 13 bar
- Maßnahmen zur Verbesserung der Abscheideeffizienz von Elektrofiltern durch Kombination der einstufigen und zweistufigen Bauart
- Messung und Simulation der Explosionsgrenzen von Brenngas/Inertgas/Luft-Gemischen im Bereich höherer Drücke
- Experimentelle und theoretische Bestimmung des Inertgaseinflusses auf die Explosionsgrenzen organischer Verbindungen
- Einführung neuer Feuerungstechniken für die Kalk- und Zementindustrie

Messeaktivitäten

ACHEMA, 1994, 1997, Frankfurt, Deutschland

Mitgliedschaften

DECHEMA/GVC Arbeitsausschuß „Sicherheitstechnische Kenngrößen“

(R. Rennhack, J. Stickling);

DIN/FAM UA 682.2 „Explosionsgrenzen“ (J. Stickling);

DECHEMA Arbeitskreis „Explosionsgrenzen Standardisierung“ (R. Rennhack, J. Stickling);

VDI-Wärmeatlas, Erstellung 8. Aufl. (R. Numrich)

Leistungsangebot für die Praxis

- Beratung auf dem Gebiet der Sicherheitstechnik
- Erstellen von Sicherheitsanalysen
- Optimierung von Verbrennungsprozessen
- Studien-/Diplomarbeiten in Kooperation mit der Industrie (z.B. Höchst, Henkel, SKI)

Ausstattung / Geräte / Methoden

- Gaschromatograph
- Anlage zur Ermittlung von Explosionsgrenzen
- Kondensationsanlage
- Versuchselektrofilter
- versch. Analysegeräte

Forschungsprojekte

The partial condensation of two components which are immiscible in the liquid state from a gas/vapour mixture under increased pressure

Die partielle Kondensation zweier im flüssigen Zustand unlöslicher Komponenten aus einem Gas-/Dampf-Gemisch unter erhöhtem Druck

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:

Prof. Dr.-Ing. Rolf Rennhack
Dipl.-Ing. Christian Mönning;
Priv.-Doz. Dr.-Ing. R. Numrich

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik:

Arbeitsgemeinschaft industrieller
Forschungsvereinigungen e.V., AiF (Köln);
Forschungsgesellschaft Verfahrenstechnik e.V.,
GVT, (Düsseldorf)

Laufzeit:

1.7.1993 - 31.12.1995

Es wird der Kondensationsprozeß von reinen Dämpfen und auch von binären Dampfgemischen, die im flüssigen Zustand sowohl ineinander löslich als auch unlöslich sind, in Anwesenheit eines Inertgases oder ohne Inertgaseinfluß unter technisch relevanten Bedingungen untersucht. Hierzu werden zahlreiche Versuche zur Kondensation in einem vertikalen Rohr ($l = 3\text{m}$, $d_i = 30\text{mm}$) unter erhöhtem Druck ($< 20\text{ bar}$) und bei turbulenten Strömungsbedingungen der Gas- und Flüssigphase durchgeführt. Zur Vorausberechnung werden verschiedene Ansätze sowohl zur Berechnung des Wärmeübergangs im zweiphasigen Kondensat als auch zur Ermittlung des Stoffübergangs in der Gasphase untersucht. Aktuelles Projekt ist die partielle Kondensation von Dämpfen ineinander unlöslicher Flüssigkeiten.

Experimentell and theoretical investigation on the influence of inert gases on explosion limits of organical gases and fluids

Experimentelle und theoretische Bestimmung des Inertgas-einflusses auf die Explosionsgrenzen organischer Verbindungen



Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Rolf Rennhack
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Johannes Stickling; Dipl.-Ing. Theo Koors
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen	
a) in der Bundesrepublik:	Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (Berlin), Unter den Eichen 87, 12200 Berlin; Physikalisch Technische Bundesanstalt (Braunschweig), Bundesallee 100, 38116 Braunschweig
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft	
a) in der Bundesrepublik:	Hoechst AG (Frankfurt am Main); Lurgi AG (Frankfurt am Main); SKW Trostberg (Trostberg); Messer Griesheim (Duisburg); BASF AG (Ludwigshafen); Bayer AG (Leverkusen)
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V., AiF (Köln)
Laufzeit:	1.11.1994 - 31.12.1996
Gemische aus brennbaren und inerten Gasen sind bei Anwesenheit eines Oxidators innerhalb eines begrenzten Konzentrationsbereiches durch Fremdzündung zur Explosion zu bringen. Aus Gründen der Anlagensicherheit müssen diese Grenzen bekannt sein. Als Explosionsgrenzen werden dabei diejenigen Gemischzusammensetzungen bezeichnet, bei denen gerade keine selbständige Flammenausbreitung mehr erfolgt. Sie sind von der Zusammensetzung des Gasgemisches und von den Zustandsgrößen Druck und Temperatur abhängig. Ziel der Untersuchungen ist die Erprobung und Weiterentwicklung eigener Simulationsmodelle zur Berechnung des Inertgaseinflusses beliebig zusammengesetzter Gasgemische in einem weiten Temperatur- und Druckbereich. Als Grundlage wird hierzu die Enthalpie- und Stoffbilanz für die eindimensionale, stationäre Flamme verwandt.	

Lime-burning in a central-fired shaft kiln Kalkbrennen im Schachtofen mit Zentralfeuerung

Leitung / Koordination: Dipl.-Ing. Johannes Stickling
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: Ruhr-Universität Bochum
Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Sauerländische Kalkindustrie (Messinghausen)
Laufzeit: seit 1.10.1993
Beim Kalkbrennprozeß werden Kalksteine (CaCO_3) durch thermische Dissoziation zu Branntkalk (CaO) und Kohlendioxid (CO_2) zersetzt. Verfahrenstechnisches Problem aller zentral mit Brennstoff befeuerten Kalkschachtofen ist die gleichmäßige Beaufschlagung des gesamten Ofenquerschnitts mit Brennstoff bzw. mit der zur Entsäuerung notwendigen Wärmeenergie. Der Sauerländischen Kalkindustrie (SKI) ist es erfolgreich gelungen, einen konventionellen Schachtofen mit einem Zentralbrenner zu befeuern, der sowohl mit Erdgas, als auch mit Braunkohlestaub oder Mischungen aus beiden betrieben werden kann. Im Rahmen umfangreicher Untersuchungen wird eine Optimierung des Systems bezüglich des Energieeinsatzes, der Verteilung der einzelnen Stoffströme und des Brennprozesses vorgenommen. Die ermittelten Parameter dienen als Anhaltspunkte für eine Simulation zur Bestimmung unterschiedlicher Betriebszustände und zur Berechnung von Übertragungsparametern auf andere Ofengeometrien und Befuerungssysteme.

Investigations on the enhancement of separation efficiency by combination of one-stage and two-stage fields in an electrostatic precipitator

Laborversuche zur Verbesserung der Abscheideeffizienz von Elektrofiltern durch Kombination der einstufigen und zweistufigen Bauweise (Kombi-Elektrofilter)

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Rolf Rolf Rennhack
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Ralf Westmattmann
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen e.V., AiF (Köln);
Forschungsgesellschaft Verfahrenstechnik e.V., GVT, (Düsseldorf)
Laufzeit: 1.7.1991 - 31.12.1994
Stand der Technik zur trockenen Entstaubung industrieller Prozeß- und Abgase ist der Einsatz horizontal durchströmter, mehrfeldriger Plattenelektrofilter einstufiger Bauart (Draht/Platte-System). Mit dem Abbau der Staubkonzentration über die Länge eines Elektrofilters geht die Abscheideeffizienz immer mehr zurück, so daß die Baugröße und der Energiebedarf überproportional ansteigen.
Eine wirkungsvolle Gegenmaßnahme müßte in diesem Bereich, in dem die Partikelaufladung weitgehend abgeschlossen ist, der Übergang zu einer zweistufigen Bauart (kurze Ionisationszone (Draht-/Platte-System) + Kollektorzone (nur Plattenelektroden)) sein.
Zur Aufklärung der komplexen Zusammenhänge wurden hierzu umfangreiche Versuche an einem Versuchselektrofilter durchgeführt und ausgewertet.

Ausgewählte Publikationen

Monographien:

- Stickling, Johannes; Thiel-Böhm, Andreas: *Explosionsgrenzen unter erhöhtem Druck*, Fortschrittsberichte VDI Reihe 3, VDI-Verlag, 1993
- Numrich, Reiner: *Stoff-, Wärme- und Impulsaustausch bei der Kondensation von Ein- und Mehrkomponentensystemen*, Verlag Shaker, Aachen, 1994
- Lange, Jürgen: *Die partielle Kondensation zweier im flüssigen Zustand löslicher Komponenten aus einem Gas-/Dampfgemisch im senkrechten Rohr bei erhöhtem Druck*, Dissertation, Uni-GH Paderborn, 1994

Artikel:

- Rennhack, Rolf; Thiel-Böhm, Andreas: *Simulationsmodelle zur Berechnung der Explosionsgrenzen brennfähiger Gasgemische*, CIT 66, 1994, 1, pp. 50-56
- Hadley, Markus; Numrich, Reiner: *Condensation of a Binary Vapour Mixture soluble in the liquid state*, CIT 66, 1994, 3, pp. 387-390
- Stickling, Johannes; Thiel-Böhm, Andreas: *Kalkbrennen im Schachtofen mit Gasfeuerung*, Gaswärme International, 44, 1995, 11, pp. 545 ff.
- Numrich, Reiner: *Heat transfer in turbulent falling films*, Chemical Engineering & Technology, 18, 1995, 3, pp. 171-177
- Gündüz, Gönül; Stickling, Johannes; Rennhack, Rolf: *Experimental determination and simulation of explosion limits of benzene-inert gas-air mixtures*, Chemical Engineering & Technology, 18, 1995, 6, pp. 403-408
- Mayer, Ralf; Numrich, Reiner: *Dynamic Simulation of Falling Film Apparatus*, Proceedings of the International Conference on Nuclear Engineering, New Orleans, USA, Vol.1-Part A, ASME 1996, pp. 409 ff
- Westmattmann, Ralf; Rennhack, Rolf: *Improvement of Dust Separation in an Electrostatic Precipitator by Combination of One-stage and Two-stage Fields*; Proceedings of the International Symposium „Filtration and Separation of Fine Dust“, Vienna, Austria 1996, EFCE-Publ. Ser. 119, pp. 201-211
- Numrich, Reiner: *Partial condensation in vertical tubes under increased pressures*; Proceedings of the Engineering Foundation Conference on Condensation and Condenser Design, ASME, St. Augustine, USA, 1993, p. 231 ff
- Lange, Jürgen: *Condensation of vapours of miscible liquids in the presence of noncondensable gas in vertical tubes under increased pressure*; Proceedings of the Engineering Foundation Conference on Condensation and Condenser Design, ASME, St. Augustine, USA, 1993, p. 247 ff
- Numrich, Reiner: *Influence of gas flow to heat transfer in falling films*; Proceedings of the International Conference on Nuclear Engineering, New Orleans, USA, Vol.1-Part A, ASME 1996, pp. 403 ff



Laboratorium für Wärme- und Kältetechnik

Pohlweg 55, 33098 Paderborn,
N4.141, Tel. 0049-5251-60-2392,
Fax 0049-5251-60-3522,
E-Mail herres@carnot.uni-paderborn.de

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Dieter Gorenflo, Tel. 0049-5251-60-2393, -2392,
Fax 0049-5251-60-3522, E-Mail digo@carnot.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Dr. Gerhard Herres
(Tel. 0049-5251-60-2394, E-Mail herres@carnot.uni-paderborn.de);
Dr.-Ing. Andrea Luke
(Tel. 0049-5251-60-2391, E-Mail luke@carnot.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Martin Buschmeier (bis 1995); Dipl.-Ing. Sokrates Caplanis (bis 1993);
Dipl.-Ing. Frank Gremer (seit 1953); Dr.-rer. nat. Gerhard Herres;
Dipl.-Ing. Peter Hübner (seit 1994); Dipl.-Ing. Paul Kaupmann (seit 1994);
Dipl.-Ing. Ralf Köster (seit 1994); Dipl.-Ing. Wolfgang Künstler (bis 1995);
Dr.-Ing. Andrea Luke; Dipl.-Ing. Kirsten Möller (seit 1996)

Dauergäste

Dipl.-Ing. Admilson Dultra Pinto, Brasilien, 1993-1995;
Dipl.-Ing. Sergei Silitsch, Ukraine, 1996

Promotionen

Dr.-Ing. Norbert Colditz, 1993, *Entwicklung einer neuen Testmasse für Leistungsmessungen an Haushaltskühl- und Gefriergeräten.*

Dr.-Ing. Heiko Schömann, 1994, *Beitrag zum Einfluß der Heizflächenrauigkeit auf den Wärmeübergang beim Blasensieden.*

Dr.-Ing. Peter Sokol, 1994, *Untersuchungen zum Wärmeübergang beim Blasensieden an Glatt- und Rippenrohren mit großem Außendurchmesser.*

Dr.-Ing. Admilson Dultra Pinto, 1995, *Wärmeübergang und Blasenbildung beim Sieden von Propan an einem geschirgerten Kupferrohr in einem großen Druckbereich.*

Dr.-Ing. Andrea Luke, 1996, *Beitrag zum Einfluß der Mikrostruktur von Heizflächen auf den Wärmeübergang beim Blasensieden.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

1. Wärmeübergang beim Sieden von reinen Stoffen und Gemischen.
2. Phasengleichgewicht Dampf / Flüssigkeit von reinen Stoffen und binären Gemischen,
3. Energieaufnahme von Kühl- und Gefriergeräten.

Arbeitsgebiete im einzelnen:

1. Frühere Messungen des Wärmeübergangs beim Blasensieden von reinen Stoffen und Gemischen wurden auf leichte aliphatische Kohlenwasserstoffe (Ethan bis Hexan) ausgedehnt und dabei der Einfluß des Rohrdurchmessers, der Oberflächenrauigkeit und der Rippengeometrie von horizontalen Verdampferrohren in freier Konvektion und bei Anströmung untersucht.

2. An Ethan- und Propanabkömmlingen, die als Ersatzstoffe ohne Ozonabbau-potential und mit geringerem Beitrag zum Treibhauseffekt in Frage kommen als die bisher verwendeten, vollhalogenierten Kältemittel sowie an Gemischen dieser Stoffe werden die kritischen Zustände, die Dampfdruckkurven sowie die Siede- und Taudichten untersucht. Dazu wird eine statische Phasengleichgewichts-Zelle mit angekoppelten Biegeschwinger-Dichtemeßgeräten und Dampf- und Flüssigkeitsumlauf durch Mikropumpen benutzt.
3. In einem Klimaraum mit sehr geringer zeitlicher und räumlicher Schwankung der Temperatur und Luftfeuchtigkeit, der mit 14 vollinstallierten Meßplätzen zur digitalen Signalverarbeitung ausgestattet ist, werden auf der Suche nach Energieeinsparungsmöglichkeiten in der Kälte- und Klimatechnik Leistungs-messungen an Kühl- und Gefriergeräten durchgeführt.

Lizenzen und andere Schutzrechte

DIN/ISO



Eigene Tagungen

Eurotherm-Seminar Nr. 48 Pool Boiling, Paderborn, 18.-20. September 1996

Mitgliedschaften

International Institute of Refrigeration;
EUROTHERM - Committee;
Deutscher Kälte- und Klimatechnischer Verein

Leistungsangebot für die Praxis

Untersuchungen zur Messungen der Wärmeübertragung;
Messungen bei Stoffeigenschaften bei fluiden Stoffen;
Messung des Energieverbrauchs von Kühl- und Gefriergeräten

Ausstattung / Geräte / Methoden

GC-MS, Kodak Hochgeschwindigkeitskamera,
Biegeschwinger-Dichtemessgeräte, Druckwaage,
Rauhigkeitsmessgeräte, 3 Standardapparate für Blasensiedeversuche,
Kalorimeter, temperatur- und luftfeuchtigkeits-kontrollierter Raum

Forschungsprojekte

Refrigerantblends as substitutes for R22, R502 and R13B1

Kältemittelgemische als Substitute für R22, R502 und R13B1

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Dieter Gorenflo
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Ing. Ralf Köster
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Arbeitsgemeinschaft Industrieller Forschungsvereinigungen, AiF, Frankfurt/Main
Laufzeit:	1.4.1994 - 31.3.1995

Im Temperaturbereich von -20°C bis -60°C wurden bisher die Kältemittel R22, R502 und R13B1 eingesetzt. Aufgrund ihrer Schädlichkeit für die Ozonschicht und des hohen Treibhauseffektes wurden Ersatzstoffe gesucht. Die erforderliche Kombination von Eigenschaften der Ersatzstoffe kann voraussichtlich nur durch Kältemittel-gemische erreicht werden. Deshalb wurden Untersuchungen am ternären Stoffsystem R125/R143a/R134a durchgeführt. Die binären Randsysteme R143a/R134a und R125/R143a wurden mit zwei bzw. einer Zusammensetzung im Arbeitsbereich

kältetechnischer Kondensatoren von +20° C bis +40° C vermessen. Danach wurde das ternäre System im Arbeitsbereich kältetechnischer Verdampfer von -45° C bis -25° C untersucht.

Influence of diameter and surface roughness of plain and finned tubes on heat transfer in pool boiling

Einfluß des Rohrdurchmessers und der Oberflächenrauigkeit auf den Wärmeübergang beim Blasensieden an Glatt- und Rippenrohren

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Dieter Gorenflo
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Paul Kaupmann, Dr.-Ing. Andrea Luke
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG, Bonn
Laufzeit: 15.5.1991 - 31.5.1993 und 1.6.1993 - 31.5.1995

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde der Einfluß des Rohrdurchmessers und der Berippung auf den Wärmeübergangskoeffizienten beim Blasensieden von Propan und Hexan in einem Druckbereich von 1% bis 80% des kritischen Druckes an 4 Glattrohren unterschiedlichen Durchmessers (ca. 3-90 mm) und an 4 Rippenrohren unterschiedlicher Rippengeometrie (je 2 bei einem großen bzw. kleinen Rohrdurchmesser) untersucht. Dabei wurde durch Sandstrahlen eine möglichst einheitliche Oberflächenrauigkeit an den Versuchsrohren erzeugt, die außerdem für die Glatt- und Rippenrohre möglichst gleich sein sollte. Die Rauigkeit wird in 3 Stufen mit Mittenrauhwerten R_a zwischen ca. 0,2 und 12 mm variiert. Auf diese Weise sollen die Einflüsse des Rohrdurchmessers, der Berippung und der Oberflächenrauigkeit auf den Wärmeübergangskoeffizienten getrennt voneinander quantifiziert werden.

Measurement and correlation of the phase equilibrium between vapour and liquid of systems with associating components in a wide range of pressure

Messung und Korrelation des Phasengleichgewichts Dampf/Flüssigkeit von Mehrstoffsystemen mit assoziierenden Komponenten in einem großen Druckbereich.

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Dieter Gorenflo
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Frank Gremer; Dr. Gerhard Herres
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: DFG, Bonn
Laufzeit: 15.1.1996 -

Im Forschungsvorhaben sollen für ternäre Stoffsysteme mit mindestens zwei assoziierenden Komponenten das Phasengleichgewicht sowie die Siede- und Taudichte in einem großen Zustandsbereich, insbesondere auch bei höheren Drücken gemessen werden. Auf der Basis dieses Datenmaterials sollen die bisher bekannten Rechenmethoden für solche Stoffsysteme überprüft und verbessert werden, um die Prozeßberechnung und Anlagenauslegung auf eine sichere Grundlage zu stellen. Bei den Rechnungen soll von Modellen mit Zustandsgleichungen ausgegangen werden. Bei den Messungen sollen Alkohole als assoziierende Komponenten und Alkane, bzw. Halogen-Alkane als inerte Komponenten verwendet werden.

Influence of the vaporizing liquids on the heat transfer coefficient in pool boiling with plain tubes

Einfluß der Fluideigenschaften auf den Wärmeübergang beim Blasensieden an Glattrohren.

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Dieter Gorenflo
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Kirsten Möller

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: DFG, Bonn

Laufzeit: 1.10.1996 -

Im Forschungsvorhaben wird der Einfluß der Fluideigenschaften auf den Wärmeübergangskoeffizienten beim Blasensieden von technisch wichtigen Flüssigkeiten aus unterschiedlichen Stoffgruppen bei drei Drücken zwischen ca. 3% und 20% des kritischen Druckes untersucht. Die Versuche werden in einer neu aufgebauten Siedeapparatur nach dem Prinzip der bewährten Standardapparatur für Wärmeübergangsmessungen beim Blasensieden durchgeführt, die im Vergleich zu den in mehreren deutschen Forschungsinstituten bereits vorhandenen Ausführungen ein wesentlich geringeres Volumen des Versuchsstoffkreislaufs besitzt und dadurch mit weniger Versuchsstoff auskommt sowie zu kürzeren Versuchs- und Umrüstzeiten führt. Als Heizfläche wird ein horizontales Glattrohr mit ca. 4 mm Durchmesser benutzt, dessen Oberfläche nach den Vorschriften des Standardverfahrens geschmirgelt ist und eine mittlere Rauigkeit im Bereich der bei technischen Herstellungsverfahren vorkommenden besitzt.



Ausgewählte Publikationen

Artikel:

- Buschmeier, M., G. Herres, D. Gorenflo: *Prediction of p, v, T, x -Data for mixtures of new refrigerants by cubic equations of state*; Proc. Int. Inst. Refrig., Gent 1993-2, 251-262
- Gorenflo, D.: *Pool boiling heat transfer from horizontal tubes to alternative refrigerants*; Proc. Int. Sem. Heat Transfer, Thermophysical Properties and Cycle Performance of Alternative Refrigerants, Jap. Annals of Refrig., Kitakyushu 1993, 91-106
- Gorenflo, D.; F.-J. Hesse; G. Heilmann: *Energy Efficiency of Domestic Refrigerators and Deep Freezers with Hydrocarbons as Working Fluids*; Proc. Int. Inst. Refrig., Hannover 1994-1, 595-606
- Gorenflo, D.: *Behältersieden (Sieden bei freier Konvektion) Abschnitt Hab1*; VDI-Wärmeatlas, 7. Aufl., VDI-Verlag, Düsseldorf 1994
- Schömann, H.; A. Luke; D. Gorenflo: *Size distributions of active nucleation sites with pool boiling heat transfer at single tubes with different roughness*, Proc. 10th Int. Heat Transfer Conf., Brighton 1994, Vol. V, 63-68
- Buschmeier, M.; P. Sokol; A. D. Pinto; D. Gorenflo: *Pool boiling heat transfer of propane/n-butane mixtures at a single tube with superimposed convective flow of bubbles or liquid*; Proc. 10th Int. Heat Transfer Conf., Brighton 1994, Vol. V, 69-74
- Gorenflo, D.; A. Luke; W. Künstler; M. Buschmeier: *Prediction of pool boiling heat transfer with new refrigerants*; Proc. CFC's the day after, Padova, Int. Inst. Refrig., 1994-2, 557-564.
- Gorenflo, D.; M. Buschmeier; P. Kaupmann: *Heat Transfer from a Horizontal Tube to Boiling Binary Mixtures with Superimposed Convective Flow*; in: Convective Flow Boiling, Taylor + Francis Publ., Wash. DC, 265-270
- Gorenflo, D.; P. Kaupmann; R. Köster; M. Buschmeier: *Pool Boiling Heat Transfer of Propane/i-Butane/n-Butane Mixtures: Example for other Ternary Mixtures as New Refrigerants*; Proc. 19th Int. Congr. of Refrigeration, Den Haag 1995, Vol. IVa, 238-245
- Pinto, A. D.; Dieter Gorenflo; W. Künstler: *Heat Transfer and Bubble Formation with Pool Boiling of Propane at a Horizontal Copper Tube*; Proc. 2nd European Thermal Sciences Conf., Rom 1996, Vol. 2, 1653-1660

Werkstoff- und Fügetechnik, LWF

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P14.11.2, Tel. 05251/60-3031, Fax 05251/60-3239,
E-Mail jcram1@lwf.unipaderborn.de,
URL <http://lwf.uni-paderborn.de>

Leiter

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn, Tel. 05251/60-3030, -3031, Fax 05251/60-3239,
E-Mail jcram1@lwf.uni-paderborn.de

Kontaktperson(en)

Dr.-Ing. Michael Fahrig (Tel. 05251/60-3033, E-Mail jfahr1@lwf.uni-paderborn.de)
Dipl.-Ing. Martin Eis (Tel. 05251/60-3045, E-Mail jeism1@lwf.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Dipl.-Ing. Martin Bangel (seit Feb. 1996); Dr.-Ing. Lothar Budde (bis Juni 1993);
Dr.-Ing. Matthias Busse (bis Sept. 1994); Dr.-Ing. Andreas Chudaska (bis Juli 1996);
Dipl.-Ing. Norbert Dölle (seit Nov. 1996); Dipl.-Ing. Martin Eis (seit Aug. 1996);
Dipl.-Ing. Andreas Ewerszumrode (seit Okt. 1993); Dr.-Ing. H.-Michael Fahrig;
Dr.-Ing. Shiming Gao (bis Juni 1993); Dr.-Ing. Dieter Gieske (bis Dez. 1995);
Dr.-Ing. Norbert Götschmann (bis April 1993); Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild;
Dr.-Ing. Bruno Hüsgen (bis Juli 1993); Dr.-Ing. Udo Klasfauseweh (bis Sept. 1994);
Dr.-Ing. Uwe Klemens; Dipl.-Ing. Jürgen Kürlemann (bis Juli 1996);
Dipl.-Ing. Jan R. Kurzok (seit Okt. 1994); Dr.-Ing. Wilhelm Lappe;
Dipl.-Ing. Gerson Meschut (seit Sept. 1994); Dr.-Ing. Bernhard Motzko (bis Dez. 1994);
Dr. rer. nat. Thomas Orth (seit Sept. 1995);
Dipl.-Wirt. Ing. Armin Peetz (seit Feb. 1995);
Dipl.-Wirt. Ing. Andreas Rohde (seit Jan. 1994); Dr.-Ing. Uwe Schuht (bis März 1993);
Dipl.-Ing. Volker Schulte (seit März 1995); Dipl.-Ing. Axel Schulte (seit Nov. 1993);
Dipl.-Ing. Rolf Siekaup (seit Nov. 1994); Dipl.-Ing. Thomas Thesing (seit Jan. 1995);
Dipl.-Ing. Ulrich Walther (seit Dez. 1994);
Dipl.-Ing. Michael Wappelhorst (seit Apr. 1995)

Promotionen

Dr.-Ing. Norbert Götschmann, 1993, *Eigenspannungen in geklebten optischen Linsen.*

Dr.-Ing. Bruno Hüsgen, 1993, *Beitrag zum Einfluß der Fertigung auf ausgewählte Eigenschaften von Klebverbindungen mit warmtauhärtenden Klebstoffen.*

Dr.-Ing. Udo Klasfauseweh, 1994, *Beitrag zur Simulation nichtschneidender Durchsetzfügevorgänge.*

Dr.-Ing. Bernhard Motzko, 1994, *Niederdruckplasma und Corona - Physikalische Klebflächenbehandlung für verzinkte Feinbleche.*

Dr.-Ing. Uwe Klemens, 1995, *Konzeption und Realisierung eines wissensbasierten Systems für umformtechnische Fügeverfahren am Beispiel des Durchsetzfügens.*

Dr.-Ing. Andreas Chudaska, 1995, *Untersuchungen zu schwindungsabhängigen Eigenspannungen und Schädigungsmechanismen in Klebverbindungen.*

Dr.-Ing. Dieter Gieske, 1995, *Beitrag zur Prüfung punktförmiger Blechverbindungen.*

Dr.-Ing. Wilhelm Lappe, 1995, *Aufbau eines Systems zur Prozeßüberwachung beim Stanznieten mit Halbhohlriet.*

Dr.-Ing. Michael Fahrig, 1996, *Untersuchungen zur Bestimmung der Formfüllungsmechanismen beim Aluminiumvollformgießen mit bindemittelfreiem Formstoff.*

Habilitationen

Dr.-Ing. Matthias Busse, 1996, *Vollformgießen als innovatives Produktionsverfahren.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Die Forschungsarbeiten des Laboratoriums für Werkstoff- und Füge­technik (LWF) sind auf die werkstoffwissenschaftlichen, konstruktiven und fertigungstechnischen Fragestellungen der Füge­technik ausgerichtet. Dabei nimmt die Forschung im Bereich der mechanischen Füge­verfahren einen hohen Stellenwert ein. Mit Unterstützung der deutschen Automobilindustrie werden vom LWF schwerpunktmäßig Verfahren untersucht, bei denen die Verbindung zwischen zwei Füge­teilen durch örtliches Umformen mit oder ohne Hilfsfüge­teil erzeugt wird. Die Klebtechnik stellt für das LWF einen weiteren Forschungsschwerpunkt dar, hier liegt das Hauptaugenmerk auf der Analyse der Einflußgrößen beim Kleben von metallischen und nichtmetallischen Werkstoffen, sowie auf der Entwicklung von Methoden und Werkzeugen zur Simulation der Verbindungseigenschaften.

Im Zusammenhang mit der Einführung neuer Werkstoffe und der verstärkten Tendenz zur Verbundbauweise gewinnt die Kombination der Verbindungstechniken „mechanisches Fügen“ und „Kleben“ zunehmend an Bedeutung. Die Weiterentwicklung dieser Techniken eröffnet Einsatzmöglichkeiten in Anwendungsbereichen, in denen heute noch andere Füge­verfahren dominieren. Um dieses Potential für die Wirtschaft zu erschließen, ist es ein Anliegen des LWF, in enger Zusammenarbeit mit der Industrie die Eigenschaften von kombiniert gefügten Verbindungen konstruktiv bewertbar und fertigungstechnisch beherrschbar zu machen.

Die Vollformgießtechnik stellt einen weiteren Forschungsschwerpunkt im LWF dar. Das Vollformgießen erlaubt die wirtschaftliche Herstellung von komplizierten Bauteilen (z. B. mit Hinterschneidungen und Hohlräumen) und eröffnet damit neue fertigungstechnische Möglichkeiten für die Herstellung von Produkten in optimierter Leichtbauweise. Das LWF arbeitet hier an der Verbesserung der Verfahrensabläufe, um die bisherigen Schwachstellen des Vollformgießens wie hohe Oberflächenrauigkeiten oder starke Porosität der Gußteile zu entschärfen, sowie eine Verbesserung der mechanisch-technologischen Bauteileigenschaften herbeizuführen. Zu diesem Zweck werden unter anderem Modelle entworfen, auf deren Grundlage in Zusammenarbeit mit industriellen Partnern Simulationen des Gieß- und Erstarrungsprozesses durchgeführt werden können.



Patente

Prof. Hahn; Herr Rohde; Herr Gieske:
Probe und Probenspannvorrichtung zum Einsatz in Zugprüfmaschinen
(195 10 366.1-09; AT=22.3.1995; ET=22.8.1996)

Prof. Hahn; Herr Rohde; Herr Gieske:
Probe und Probenspannvorrichtung zum Einsatz in Zugprüfmaschinen
(195 22 247.4-52; AT=20.6.1995)

Prof. Hahn; Herr Schulte; Herr Lappe; Herr Klemens; Herr Ewerszumrode:
Verfahren und Simulationsvorrichtung zur Ermittlung von experimentellen Daten zur Qualitätsbewertung von Werkzeugträgern (196 02 712.8-51; AT=26.1.1996)

Prof. Hahn; Prof. Gorenflo; Herr Meschut; Herr Hübner:
Verfahren zur Messung der Wärmeleitfähigkeit von Klebverbindungen
(196 29 138.0-52; AT=19.7.1996)

AT = Tag der Antragstellung

ET = Tag der Erteilung

Weitere Angaben

Prof. Dr.-Ing. O. Hahn:

Vorsitzender des Arbeitskreises „Konstruktion und Bauteileigenschaften“ der Fachsektion Klebtechnik der DECHEMA e.V.;

Mitglied des Vorstandes der Fachsektion Klebtechnik der DECHEMA e.V.;

Mitglied des Fachgruppenrates der Fachgruppe Mechanische Fügetechnik der Europäischen Forschungsgesellschaft für Blechbearbeitung e.V.;

Mitglied des wissenschaftlichen Beirates der Gesellschaft für angewandte Informatik e.V.;

Mitglied im Forschungsrat der Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V.;

Prof. Dr.-Ing. O. Hahn ist gewählter Fachgutachter der Arbeitsgemeinschaft industrieller Forschungsvereinigungen „Otto von Guericke“ e.V. (AiF);

Gutachtergruppe Konstruktion und Fertigung.

Mitglied in folgenden Fachausschüssen und Arbeitskreisen:

- Fachausschuß 4 „Widerstandsschweißen“ (Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V.)
- Fachausschuß 8 „Kunststoffschweißen und Kleben“ (Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V.)
- Fachausschuß 9 „Konstruktion und Berechnung“ (Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V.)
- Fachausschuß „Fertigungstechnologie Kleben“ DECHEMA e.V.
- Arbeitskreis „Fügen von Feinblechen“ Europäische Forschungsvereinigung Blechverarbeitung e.V.
- IIW-Kommission XVI (Welding of Plastic and Adhesion; International Institute of Welding)

Gastaufenthalte von Mitgliedern dieses Fachgebiets

Chudaska; Gieske; Klemens; Lappe; Motzko:

(Department of Materials Science and Engineering der Zhejiang Universität Hangzhou; VR China; North Western Polytechnical University; Department of Materials & Science; Xi'an; Shaxxi; VR China; Guilin Institute of Electronic Technology; Department of Electronic Machinery; Guilin; VR China; 4.-22. Sept. 1994)
u.a.

Vorträge bei „The Second Plastic and Structure Adhesion; International Bilateral Symposium; Special joining Technology“

Eigene Tagungen

Wärmearme Fügetechniken, Paderborn, 5.-6. Mai 1993;

Mechanische Fügetechnik, Paderborn, 5.-7. Oktober 1993;

Vollformgießen im binderfreien Sand, Paderborn, 22.-23. Mai 1994;

Mechanische Fügetechnik, Paderborn, 14.-15. Juni 1994;

Vollformgießen im binderfreien Sand, Paderborn, 25.-26. Oktober 1994;

CIATF-Commission 5.1,

Evaporative Pattern Casting, Paderborn, 4. März 1996;

Mechanische Fügetechnik, Paderborn, 17.-18. September 1996;

Vollformgießen im bindemittelfreien Sand, Paderborn, 22.-23. Oktober 1996;

Innovative Fügetechniken für Leichtbaukonstruktionen, Paderborn,

7.-8. November 1996

Messeaktivitäten

Schweißen und Schneiden '93, Essen
 Hannover-Messe Industrie '94
 EuroBlech '94, Hannover
 GIFA '94, 8. Internationale Gießereifachmesse, Düsseldorf
 EuroBlech '96, Hannover
 EuroMold '96, Frankfurt

Preise für Mitglieder dieses Fachgebiets

Dr.-Ing. M. Boldt, Innovationspreis Mechanische Füge-technik 1994
 Dr.-Ing. D. Gieske, Innovationspreis Mechanische Füge-technik 1995
 Dr.-Ing. W. Lappe, Innovationspreis Mechanische Füge-technik 1996
 Dipl.-Ing. Volker Schulte, Eduard Benteler Preis 1996

Mitgliedschaften

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (GFal)
 Verein Deutscher Gießereifachleute e.V. (VDG)
 Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e. V. (EFB)
 Deutscher Verband für Schweißtechnik e. V. (DVS)



Leistungsangebot für die Praxis

Forschungs- und Entwicklungsvorhaben;

Auftragsarbeiten/-untersuchungen:

Das Laboratorium für Werkstoff- und Füge-technik der Universität-GH Paderborn (LWF) führt Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten der Verbindungstechnik und der Vollformgießtechnik im Auftrag und mit Unterstützung Dritter durch.

Diplom-/Doktorarbeiten in Kooperation mit Wirtschaftspartnern:

Sind möglich und werden in die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten des Fachgebietes eingebunden.

Ausstattung / Geräte / Methoden

Zur Durchführung von FuE-Arbeiten auf dem Gebiet der Verbindungstechnik verfügt das LWF über alle wesentlichen Fertigungseinrichtungen zur Herstellung von mechanischen Fügeverbindungen und Klebverbindungen. Zur Analyse der Verbindungseigenschaften stehen dem Laboratorium Einrichtungen zur Werkstoffprüfung zur Verfügung.

Weiterhin erlaubt die maschinelle Ausstattung des LWF experimentelle Untersuchungen aller Prozeßschritte der Verfahrenskette Vollformgießen. Im Rahmen von FuE-Arbeiten können Produktentwicklungen von der Konstruktion der Schäumwerkzeuge zur Herstellung der EPS-Modellsegmente über das Schäumen, Fügen und Schichten der Modelltrauben bis zum Abguß mit Aluminiumlegierungen mit einer sich anschließenden Analyse der mechanisch-technologischen Bauteileigenschaften durchgeführt werden.

Weitere Angaben

Kooperation mit dem Department of Materials Science and Engineering der Zhejiang Universität Hangzhou, VR China

Forschungsprojekte

Erfassung, Analyse und arbeitsmedizinische Bewertung der Gefahrstoffe beim Einsatz der Verbindungstechnik Punktschweißen-Kleben

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Wirt. Ing. M. Fahrig
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Bundesministerium für Forschung und Technologie (BMFT)/Industrie
Laufzeit: 5/1991 - 4/1994

Beim Punktschweiß-Klebprozeß entstehen durch eine örtliche Erwärmung von Blech und Klebstoff Pyrolyseprodukte, über deren Zusammensetzung bislang keine verlässlichen Untersuchungsergebnisse bekannt sind. Die entstehenden Emissionen sind daher bei einer arbeitshygienischen Betrachtung des Punktschweißklebens zu beachten. Mit Hilfe einer am LWF entwickelten Meßzelle werden Emissionen erfaßt, unter Mitwirkung des Institutes für Ökologische Chemie des Forschungszentrums für Umwelt und Gesundheit GmbH, Neuherberg analysiert und anschließend einer arbeitsmedizinischen Bewertung unterzogen.

Untersuchungen zu den Auswirkungen der Haftbeiwertsteigerung durch Verwendung von Klebstoff auf das Festigkeitsverhalten von Längspreßverbindungen bei dynamisch wechselnder Beanspruchung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. J. Kürlemann
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V. (AiF)
Laufzeit: 5/1991 - 4/1993

Untersuchungen zu den Auswirkungen der Haftbeiwertsteigerung durch Verwendung von Klebstoff auf das Festigkeitsverhalten von Längspreßverfahren bei dynamisch wechselnder Beanspruchung. Die Anwendung der Klebtechnik bietet bei längsgepreßten Welle-Nabe-Verbindungen neben Vorteilen während des Fügens auch eine Zunahme der Belastbarkeit. Das Forschungsprojekt verfolgt das Ziel, verschiedene Verbindungsgeometrien unter schwingender Belastung zu prüfen und zu bewerten, um abgesicherte Aussagen über die durch den Klebstoff hervorgerufene Steigerung des Tragvermögens zu erhalten. Flankierende numerische Berechnungen mit der Methode der finiten Elemente geben Aufschluß über die im Fügebereich wirkenden Beanspruchungen und ermöglichen Aussagen über die Auswirkung geometrischer Variationen auf das Festigkeitsverhalten der geklebten Verbindungen.

Untersuchungen zum Einfluß werkstoffkundlicher, konstruktiver und fertigungstechnischer Randbedingungen auf das Entstehen von Abbildungen bei dynamisch wechselnder Beanspruchung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. A. Chudaska
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V. (AiF)
Laufzeit: 7/1991 - 6/1993

Ziel dieses Vorhabens ist es, die grundsätzlichen Einflüsse, die zu Bauteil-deformationen beim Fügen von polymeren Werkstoffen mit Hilfe der Klebtechnik führen, zu analysieren sowie die relevanten Einflußgrößen zu ermitteln und in ihre Auswirkungen auf das Entstehen von Klebschichtabbildungen zu beschreiben. Damit sollen dem Klebstoffanwender Mittel und Wege aufgezeigt werden, durch geeignete Maßnahmen das Entstehen von Abbildungen der Klebnaht während der Fertigung zu verhindern. Darüber hinaus werden die Grundlagen für systematische Untersuchungen zu den Einflußgrößen Bauteilkonstruktion und Betriebsbelastung erarbeitet.

Ermittlung fertigungstechnischer und konstruktiver Einflüsse auf die ertragbaren Schnittkräfte an Durchsetzfügeelementen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. D. Gieske
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Automobiltechnik e.V. (AiF)
 Laufzeit: 9/1991 - 8/1993



Zur rechnerischen Auslegung durchsetzgefügter Verbindungen ist die Kenntnis der maximal ertragbaren Beanspruchung in Form sogenannter Schnittgrößen notwendig. Diese werden bislang an bauteilähnlichen Prüfkörpern ermittelt, die jedoch nur die Aufbringung ausgewählter Belastungen gestatten. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer neuen Enelement-Napfprobe (KS-Probe) mit entsprechender Prüftechnik, mit deren Hilfe sich eine Kennwertermittlung unter kombinierter, praxisrelevanter Belastung durchführen läßt. Die Verwendung der entwickelten KS-Probe bietet sich sowohl zur Ermittlung von Festigkeitskennwerten als auch zur detaillierten Einstellung und Optimierung von Prozeßparametern an.

Numerische und experimentelle Untersuchungen an geklebten Kegelpreßverbindungen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild,
 Dipl.-Ing. Jürgen Kürlemann

Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Industriepartner
 Laufzeit: 1992 - 1994

Kegelpreßverbindungen sind für ihre gute Momentenübertragungsfähigkeit bekannt. Allerdings bedarf es dazu im allgemeinen einer über den reibschlüssigen Preßverband hinausgehenden zusätzlichen formschlüssigen axialen Sicherung. Durch den Einsatz von Klebstoffen läßt sich ein Verzicht auf die axialen Sicherungselemente erzielen. Somit ist eine Reduktion in bezug auf Material und fertigungstechnischem Aufwand realisierbar. Weiterhin kann der Klebstoff in seiner flüssigen Phase ein ideales Gleitmittel beim Fügen der Verbindungen darstellen. Damit wird über die genannte Einsparung hinaus auch eine Verminderung der erforderlichen Einpreßkräfte möglich. Im ausgehärteten Zustand trägt der Klebstoff auch aufgrund seiner Haftkräfte zu einer Steigerung der Festigkeit bei. Grundlegende Untersuchungen mittels der Methode der Finiten Elemente und mit experimentellen Methoden zeigen das große Potential dieser Verbindungstechnologie auf.

Grundlagen der Dimensionierung schrumpfgeklebter Welle-Nabe-Verbindungen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Fraunhofer Institut Betriebsfestigkeit (Darmstadt)

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V. (AIF)

Laufzeit:

1992 - 1995

Schrumpfgeklebte Welle-Nabe-Verbindungen zeigen bei zügiger und auch bei schwingender Beanspruchung ein vergleichsweise gutes Festigkeitsverhalten. Einem vermehrten Einsatz des Fügeverfahrens Schrumpfkleben in der betrieblichen Anwendung stehen allerdings noch fehlende Grundlagen bei der Auslegung und Dimensionierung der Verbindungen entgegen.

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wurden Grundlagen für die Dimensionierung schrumpfgeklebter Welle-Nabe-Verbindungen bei Torsions- und Biegebelastung entwickelt. Im Projekt erfolgte eine Systematisierung der Einflußparameter auf das mechanische Verhalten schrumpfgeklebter Verbindungen. Deren empirische Ermittlung und anschließende Aufbereitung im Sinne relativer Festigkeitswerte, ermöglicht die Berechenbarkeit derartiger Verbindungen. Der im Projekt erarbeitete Berechnungsansatz (analytisch und numerisch) schließt auch überlagerte schwingende Belastungen mit ein und ist damit in großem Maße für die industrielle Anwendung geeignet. Die Auslegung der Verbindungen wird damit auch für Anwendungsbereiche möglich, für die nur wenige oder keine experimentellen Grundlagen zur Verfügung stehen.

Untersuchungen zur Prozeßsicherheit von selbstlochenden / -stanzenden Nietverfahren beim Fügen von oberflächenveredelten Feinblechen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Wilhelm Josef Lappe

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Stiftung Stahlanwendungsforschung, Essen über die Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V., Düsseldorf

Laufzeit:

4/1992 - 10/1994

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Technologie des Stanznietens beim Verbinden von Stahlblechen auf experimentellem Wege zu untersuchen. Neben der Verbesserung eines Stanznietverfahrens, das fertigungstechnisch einfach zu handhaben, vielfältig in seinem Gebrauch und reproduzierbar in bezug auf das Fügeergebnis ist, sollen gesicherte Erkenntnisse gewonnen werden, um beurteilen zu können, ob dieses Verfahren unter bestimmten Voraussetzungen eine Alternative zu den bisher dominierenden Fügeverfahren im Hinblick auf das Verbinden von Stahlblechen sein kann. Die Untersuchungen zeigen, daß Stanznietverbindungen geringere quasistatische Festigkeiten aufweisen als punktgeschweißte Verbindungen. Unter schwingender Belastung sind die Stanznietverbindungen den Punktschweißverbindungen jedoch überlegen. Mit dem Projekt konnten grundlegende Erkenntnisse zum Stanznieten oberflächenveredelter weicher Tiefziehbleche gewonnen werden.

Technologiespeicher Mechanische Fügetechniken – Beispiel Durchsetzfügetechnik

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dr.-Ing. U. Klemens

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (AIF)

Laufzeit:

7/1992 - 6/1994

Das Wissen über die konstruktiven, fertigungstechnischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkte, die für den Einsatz des Durchsetzfügens maßgebend sind, wurde zusammengetragen, systematisch aufbereitet, strukturiert und in ein Rechnersystem auf PC-Basis integriert. Als Grundlage hierzu diente das in der Forschungsstelle gesammelte Erfahrungswissen sowie Erfahrungswissen aus der Industrie. Das wissensbasierte System soll insbesondere die mittelständische Industrie in die Lage versetzen, bei der Auswahl einer für das jeweilige Fügeproblem geeigneten Durchsetzfügetechnologie auf einen Erkenntnisstand zurückzugreifen, der sonst nur größeren Unternehmen oder einigen Forschungsinstituten zugänglich ist. Das System stellte ein fachspezifisches Wissen zur Verfügung, das die Effizienz und Qualität der Auswahl einer geeigneten Durchsetzfügetechnologie erhöht und fehlerhafte Entscheidungen reduzieren hilft.

Untersuchungen zum Einfluß einer physikalischen Oberflächenbehandlung auf das werkstoffmechanische Kurz- und Langzeitverhalten von Klebverbindungen

 10

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. G. Meschut
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung DECHEMA e.V.
 (Frankfurt am Main)
 Laufzeit: 7/1992 - 6/1994

Mit dem SACO-Verfahren, einem Verfahren der Stahlbeschichtung, können u. a. auch Werkstoffe, die schlecht klebbar bzw. schweißbar sind, wie z. B. einige Cr-Ni-Stähle, aber auch Kunststoffe und Keramiken behandelt werden, so daß auch in diesen Fällen gute Klebeigenschaften erzielbar sind. Die Möglichkeit, die o. g. Werkstoffe artgleich aber auch artfremd zu fügen, läßt neue konstruktive Lösungen zu und erschließt der Klebtechnik und diesen Werkstoffen neue Anwendungsgebiete. Das primäre Ziel des Vorhabens bestand darin, die Möglichkeiten der SACO-Oberflächenbehandlung von Cr-Ni-Stählen zu analysieren und das Verfahren im Hinblick auf seine Integration in einen Fertigungsprozeß zu untersuchen. Unter Qualitätssicherungsaspekten wurden in den Grundversuchen zulässige Toleranzen in bezug auf die Behandlungsleistung, d. h. den Strahldruck, die Düsenstellung, den Düsenabstand, die Behandlungszeit etc. ermittelt. Hierauf basierend ist es möglich, wissenschaftlich gesicherte Fertigungsanweisungen für den industriellen Einsatz dieses Verfahrens zu geben. Aufgrund der einfachen Handhabung und der relativ geringen Investitionskosten ist das SACO-Verfahren auch in klein- und mittelständischen Betrieben einsetzbar. Voraussetzung hierfür ist allerdings die systematische Ermittlung der technologischen Einflußgrößen des Verfahrens und die Untersuchung der prozeßabhängigen mechanischen Verbindungseigenschaften, was im Rahmen dieser Arbeit erfolgte.

Untersuchungen zum Temperatureinfluß auf die Torsionsschwellfestigkeit schrumpfgeklebter Welle-Nabe-Verbindungen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Verein Deutscher Eisenhüttenleute e.V. (AIF)
 Laufzeit: 1993 - 1994

Schrumpfgeklebte Welle-Nabe-Verbindungen zeigen bei zügiger und auch bei schwingender Beanspruchung ein vergleichsweise gutes Festigkeitsverhalten. Einem vermehrten Einsatz des Fügeverfahrens Schrumpfkleben in der betrieblichen Anwendung stehen allerdings noch fehlende Grundlagen bei der Auslegung und Dimensionierung der Verbindungen entgegen. Im Rahmen dieses Forschungs-

vorhabens wurden Untersuchungen im Hinblick auf den Temperatureinfluß durchgeführt. Damit kann das mechanische Verhalten der Verbindungen unter schwingenden Belastungen bei gleichzeitiger Temperaturbeanspruchung genauer determiniert werden.

Untersuchungen zur Optimierung des Stanznietens mit Halbhohlriet als universelles Fügeverfahren zum Verbinden von Blechen und Profilen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Axel Schulte
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. habil. Wolfgang Voelkner,
Dipl.-Ing. Fritz Liebrecht (Institut für
Produktionstechnik der TU Dresden, Dresden)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: Institut für Produktionstechnik der TU Dresden, Dresden

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: AiF über Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V., Hannover
9/1993 - 12/1995

Laufzeit:
Der stetig zunehmende Einsatz neuer Werkstoffe, insbesondere Leichtbauwerkstoffe und veredelte Halbzeuge, erfordert die Entwicklung entsprechender Fügetechniken zum Verbinden von Blechen und Profilen. Gefordert sind in diesem Zusammenhang hochwertige und reproduzierbare Verbindungen für Klein- und Großserienfertigung. Die mechanische Fügetechnik Stanznieten mit Halbhohlriet stellt eine interessante Alternative zu konventionell eingesetzten Fügeverfahren dar. Das Projekt hat das Ziel, fundierte, verallgemeinerungsfähige Aussagen zur Stanznietetechnik, insbesondere zur Prozeßsicherheit und dem Einfluß fertigungstechnischer Randbedingungen zu treffen. So wird der Stanznietprozeß und sein Umfeld systematisch analysiert und mittels geeigneter Modelle beschrieben. Ferner wird der Einfluß ausgewählter Parameter und Fertigungsstörrößen auf die Festigkeiten der Verbindungen unter quasistatischer und schwingender Belastung ermittelt. Erstmals wird der Einfluß der Fertigungsstörröße auf die Eigenschaften stanzgenieteteter Verbindungen untersucht. Die gewonnenen Ergebnisse werden u. a. im Sinne von Datenblättern für den Anwender zusammengestellt.

Aufbau eines wissensbasierten Systems für das Fügen von Rohrverbindungen mittels Kleben

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. U. Klemens
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und
Schneiden e.V. des Deutschen Verbandes für
Schweißtechnik e.V.(AIF)

Laufzeit: 11/1993 - 12/1995
Es ist ein wissensbasiertes System zum Fügen von Rohrverbindungen mittels Kleben entwickelt worden, das sich in einen Informations- und einen Problemlösungsteil gliedert. Im Informationsteil werden allgemeine Hinweise zum Kleben von Rohren und zu Besonderheiten beim Einsatz dieser Technik bereitgestellt. Im Problemlösungsteil kann der Anwender verschiedene Angaben zur Beschreibung seiner konkreten Fügeaufgabe machen. Das Konsultationsergebnis kann die Auswahl geeigneter Verbindungstypen ebenso beinhalten wie die Überprüfung einer vorgegebenen Verbindung. Der Technologiespeicher zeichnet sich durch seine

modulare und offene Bauweise aus. Damit liegt ein System vor, das jederzeit durch neue Forschungsergebnisse aktualisiert und an die Bedürfnisse des Anwenders angepaßt werden kann.

Einfluß der Abbindebedingungen auf das Eigenschaftsprofil geklebter Verbindungen aus Fügeteilen mit unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Andreas Ewerszumrode
 Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V.
 Laufzeit: 3/1994 - 9/1996

Die Klebtechnik zeichnet sich unter anderem durch die Möglichkeit aus, unterschiedlichste Werkstoffe miteinander zu fügen. Beim Einsatz von warmhärtenden Reaktionsklebstoffen kann es aufgrund der Bauteilerwärmung und der hierdurch bedingten Ausdehnung der Fügeteile zu Relativbewegungen in der Klebfuge kommen. Bei lokal unterschiedlichen Temperaturen der Bauteile aber insbesondere beim Einsatz von Werkstoffpaarungen mit stark differierendem thermischen Ausdehnungsverhalten ist das Ausmaß der Relativbewegungen beträchtlich. Ziel des Projektes war es, Zusammenhänge zwischen den Abbindebedingungen und dem Eigenschaftsprofil von Klebverbindungen mit Fügeteilwerkstoffen mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften, d.h. insbesondere unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten, zu untersuchen und Korrelationen zwischen den Abbindebedingungen und dem Eigenschaftsprofil von Klebschichten und geklebten Verbindungen zu analysieren.



Ertragbare Schnittkräfte an Aluminiumpunktschweißverbindungen unter kombinierter Belastung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Jan-R. Kurzok,
 Dipl.-Wirt. Ing. Andreas Rohde

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V. des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e.V., Düsseldorf (AiF)
 Laufzeit: 4/1994 - 3/1996

Die zunehmende Forderung nach Einsparung von Ressourcen bei Bau, Betrieb und Verwertung von Investitionsgütern, spiegelt sich in der Entwicklung und Konstruktion in einem Trend zur effektiveren Werkstoffausnutzung unter Verwendung zweckentsprechender moderner Fügetechnologien wider. Im Hinblick auf den Leichtbau gewinnt der Werkstoff Aluminium mehr und mehr an Bedeutung. Allerdings sind bei der Substitution von Stahl durch Aluminium sowohl die Konstruktion als auch die Fertigungsverfahren an die speziellen Erfordernisse des Aluminiums anzupassen. Ziel des Forschungsvorhabens war es, eine Prüfkörperform zur Bestimmung ertragbarer Schnittkräfte für Punktschweißelemente von Aluminiumverbindungen unter quasistatischer Belastung zu optimieren und den Einfluß von Fertigungstoleranzen auf die Größe der ertragbaren Schnittkräfte unter quasistatischer und dynamisch schwingender Belastung zu analysieren und zu bewerten. Am Beispiel der Karosseriewerkstoffe AA 5182 und AA 6016 wurden für unterschiedliche Schweißpunktdurchmesser und verschiedene Belastungsrichtungen ertragbare Schnittgrößen ermittelt und das Versagensverhalten bewertet.

Untersuchungen zur Wärmeleitfähigkeit und zum Festigkeits- und Alterungsverhalten von Klebverbindungen mit und ohne Füllstoffzusatz im Klebstoff

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. G. Meschut
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V. im Deutschen Verband für Schweißtechnik e.V. (Düsseldorf)
Laufzeit: 7/1994 - 12/1996

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden experimentelle Untersuchungen zur Wärmeleitfähigkeit von Klebstoffen als Bindschicht zwischen metallischen Fügeteilen und darauf aufbauend theoretische Simulationen mit FEM durchgeführt. Es werden Beziehungen entwickelt, die es ermöglichen, Aussagen zur Wärmeübertragung in Abhängigkeit von konstruktiven und klebstoffspezifischen Randbedingungen zu machen. Dazu werden der Einfluß der Fügezonengeometrie, der Klebschichtdicke, des Klebstoffs sowie der Zumischung wärmeleitender Füllstoffe zum Klebstoff sowohl in bezug auf die Wärmeleitfähigkeit als auch auf das mechanische Eigenschaftsprofil der Klebschicht untersucht. Ergänzende Untersuchungen zum Festigkeits- und Alterungsverhalten der Verbindungen sollen diesbezügliche Erkenntnisse in Abhängigkeit möglicher Betriebsbeanspruchungen (Temperatur(wechsel)- und Medienbeanspruchung) und der eingesetzten Füllstoffe liefern. Aus den gewonnenen Ergebnissen sollen Grundlagen für die Praxis erarbeitet werden, anhand derer die Auslegung einer Klebverbindung mit dem Ziel einer kalkulierbaren Wärmeübertragung und Alterungsbeständigkeit, insbesondere bei Temperatur(wechsel)beanspruchung, möglich ist. Für die Industrie sind diese Erkenntnisse von Bedeutung, weil damit die Klebtechnik konstruktiv beherrschbarer wird und kalkulierbar zur Herstellung von Verbindungen genutzt werden kann, bei denen eine gute Wärmeübertragung gefordert wird.

Investigations on the joining of sheet metal by clinchbonding and rivetbonding

Untersuchungen zum Fügen von Feinblechen mittels Durchsetzfügen-Kleben und Stanznieten-Kleben

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Wirt. Ing. Armin Peetz
Kooperierende Wissenschaftler: Dipl.-Ing. Fritz Liebrecht (IPT, TU Dresden)
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik: Institut für Produktionstechnik; Professur f. Urform- und Umformtechnik der TU Dresden
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (AIF)
Laufzeit: 10/1994 - 12/1996

Die Kombination punktförmiger Verbindungselemente, wie z. B. das Durchsetzfügen, das Stanznieten oder das Widerstandspunktschweißen, mit dem flächigen Verbindungselement Kleben bietet die Möglichkeit, die Vorteile beider Verfahren zu nutzen und die Nachteile des jeweils anderen Fügeverfahren zum größten Teil zu kompensieren. Dies bedeutet z. B. meist eine sehr gute Werkstoffausnutzung, was ein großes Blechdickenreduzierungs- und damit Leichtbaupotential bedeutet. Aus arbeitshygienischen Gründen, wie z. B. keine Verdampfungsgefahr des Klebstoffes, haben gerade die umformtechnisch hergestellten Fügepunkte, wie das Durchsetz-

fügen oder das Stanznieten ein großes Einsatzpotential in der feinblechverarbeitenden Industrie als Kombinationspartner mit dem Kleben.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, zu untersuchen, inwiefern die Technologie des Durchsetzfügens und des Stanznietens sowie die Eigenschaft der kombiniert gefügten Verbindung durch das Klebstoffverhalten geprägt werden. Untersucht wird u. a. inwieweit die Viskosität des Klebstoffes die Qualität des umformtechnisch hergestellten Fügepunktes (Durchsetzfügepunkt oder Stanzniet) beeinflusst. Eine weitere Klebstoffeigenschaft als Einflußfaktor auf das Eigenschaftsprofil kombiniert gefügter Verbindungen ist das viskoelastische Verhalten des ausgehärteten Klebstoffes. Als Fügebauteilwerkstoffe werden die Leichtbauwerkstoffe Aluminium und ein höherfester Stahlwerkstoff eingesetzt.

Aufbau eines wissensbasierten Systems für die EPS-Modellfertigung zur Steigerung der Merkmalkonstanz beim Vollformgießen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Michael Wappelhorst

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Gesellschaft zur Förderung angewandter Informatik e.V. (AIF)

Laufzeit:

10/1994 - 09/1996

In der Vollformgießtechnik werden EPS-Modelle als Positivmodelle in Sand eingebettet und durch zugeführte Metallschmelze vergast. Der im Sand entstehende Hohlraum wird vom Metall gefüllt und die Geometrie des EPS-Modells nachgebildet. Für die Fertigung der EPS-Modelle sollen für Gießereien und Anwender der EPS-Technologie Fakten und Kenntnisse zusammengetragen, systematisch aufbereitet, strukturiert und in ein Rechnersystem auf PC-Basis integriert werden. Grundlage hierzu ist das auf dem Gebiet der EPS-Modellfertigung vorhandene umfangreiche und spezifische Fachwissen der Forschungsstelle sowie Erfahrungswissen aus der Industrie. Das wissensbasierte System soll insbesondere die kleinen und mittelständischen Gießereiunternehmen in die Lage versetzen, bei der Modellherstellung sowie beim Fügen und Schlichten der Modelle auf den Kenntnisstand zurückzugreifen, der an der Forschungsstelle und in einzelnen Betrieben schon vorhanden ist wodurch der Einsatz der Technologie gefördert wird.

Verbundvorhaben Lost Foam Gießen

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. R. Siekaup

Kooperationen mit

wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik:

Institut für Verfahrenstechnik
(Universität Hannover);

Institut für Maschinenwesen

(Universität Clausthal);

Lehrstuhl für Hütten-, Gießerei- und

Umformmaschinen (TU Bergakademie Freiberg);

Institut für Fertigungstechnik und spanende

Werkzeugmaschinen (Universität Hannover);

Institut für Eisenhüttenkunde und Gießereiwesen

(Universität Clausthal);

Institut für Werkzeugmaschinen und

Fertigungstechnik (Universität Braunschweig);

Soziologisches Forschungsinstitut

(Universität Göttingen)



Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Volkswagen AG, Wolfsburg

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Niedersächsisches Ministerium für Wirtschaft,
Technologie und Verkehr

Laufzeit: 10/1994 - 6/1997

Von allen Technologien, die dem Fertigungsverfahren Urformen angehören, erregt aufgrund umwelt- und produktionstechnischer Zwänge das Vollformgießen verstärkt das Interesse der Gießereiindustrie. Insbesondere sind bei der weiterführenden Entwicklung dieser Technologie, dessen Verfahrensprinzip seit ca. 40 Jahren bekannt ist, Erfolge im Bereich der Herstellung von Leichtmetallgußwerkstücken erzielt worden, wobei die Möglichkeit der Fertigung komplizierter Bauteilgeometrien bei hoher Maßhaltigkeit und die Verwendung wiederverwendbarer und somit umweltfreundlicherer Formsande am bemerkenswertesten erscheint. Im Rahmen dieses Verbundprojektes wird die gesamte Prozeßkette des Vollformgießens bearbeitet, wobei die Teilbereiche diversen Forschungsinstituten obliegen. Das Laboratorium für Werkstoff- und Fügetechnik bearbeitet im wesentlichen die Themenschwerpunkte Modellbereitstellung und -trocknung sowie Klebstoffuntersuchungen. Im Rahmen der Modellbereitstellung werden zur Optimierung der Modellqualität Parameterstudien durchgeführt. Weiterhin wird für den Fertigschäumprozeß eine Steuerung entwickelt, mit der in verkürzten Zykluszeiten optimierte Modelle gefertigt werden können. Im Rahmen der Klebstoffuntersuchungen wird ein Verfahren entwickelt, mit dem qualitativ und quantitativ die Zersetzungsprodukte von Klebstoffen ermittelt werden, die beim Vollformgießen zum Fügen von Modellsegmenten genutzt werden.

Eignung des Durchsetzfügens und des Stanznietens zum Fügen höherfester Stähle (Studie)

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Axel Schulte

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik: Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V.,
Düsseldorf

Laufzeit: 12/1994 - 4/1995

Ökologisch begründete Forderungen nach einer weiteren Reduzierung der Emissionen und die damit verbundene Senkung des Kraftstoffverbrauchs haben die Aktivitäten der Entwicklungsabteilungen der Automobil- und der Zulieferindustrie auf die Reduzierung des Fahrzeuggewichts gelenkt. Der Einsatz höherfester Stahlbleche anstelle weicherer Tiefziehbleche größerer Dicke bietet ein beachtliches Potential zur Gewichtsreduzierung. Die Studie beschreibt die Eignung des Stanznietens und unterschiedlicher Verfahrensvarianten des Durchsetzfügens zum Verbinden des kaltgewalzten Werkstoffes ZStE 340 in $t=1,0$ mm. Ferner werden die Eigenschaften umformtechnisch gefügter Verbindungen hinsichtlich ihrer Festigkeit unter quasi-statischer und schwingender Belastung dargestellt.

Die umformtechnisch gefügten Verbindungen weisen unter schwingender Belastung höhere Festigkeiten im Zeit- und Dauerfestigkeitsbereich auf als punktgeschweißte Verbindungen.

Untersuchungen zur Aushärtung von Reaktionsklebstoffen mit Hilfe der Hochfrequenzerwärmung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Andreas Ewerszumode

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Deutsche Gesellschaft für Chemisches
Apparatewesen, Chemische Technik und
Biotechnologie e.V. (DECHEMA)

Laufzeit:

11/1994 - 10/1996

Die Methode der Hochfrequenzerwärmung ist ein flexibles Verfahren, welches leicht zu automatisieren ist und somit in moderne Produktionsanlagen integriert werden kann. Durch die Möglichkeit, die Erwärmung lokalisiert und schnell durchführen zu können, stellt die Hochfrequenzerwärmung aus der Sicht der Energie- und Zeiteinsparung ein interessantes Verfahren dar. Klebtechnische Vorteile dieser Erwärmung, wie eine geringe Wärmeausdehnung im Bereich der Klebverbindung durch die sich nur gering erwärmenden Fügeteile, finden durch dieses Verfahren ebenfalls Berücksichtigung.

Eignung des Durchsetzfügens und des Stanznietens zum Fügen höherfester Stähle



Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Axel Schulte

Kooperierende Wissenschaftler:

Dr.-Ing. Sinasi Göklü
(Krupp-Hoesch Stahl AG, Dortmund);
Dipl.-Ing. Thomas Stegemann
(Thyssen Stahl AG, Duisburg);
Harald Herter, Dipl.-Ing. Manthey
(Adam Opel AG, Rüsselsheim)

Kooperation mit

Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik:

Krupp-Hoesch Stahl AG, Dortmund;
Thyssen Stahl AG, Duisburg;
Adam Opel AG, Rüsselsheim

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Stiftung Stahlanwendungsforschung,
Essen über die Studiengesellschaft
Stahlanwendung e.V., Düsseldorf

Laufzeit:

7/1995 - 6/1998

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, die Eignung der umformtechnischen Verbindungsverfahren Durchsetzfügen und Stanznietens zum Fügen höherfester Bleche zu untersuchen. Dazu sind die Anwendungsgrenzen der einzelnen Fügeverfahren, die sich aus dem Formänderungsvermögen der Fügeteilwerkstoffe bzw. der Beanspruchbarkeit der Fügwerkzeuge oder der Hilfsfügeteile ergeben, zu ermitteln. Ferner sind an ausgewählten Fügekonstellationen Standmengenuntersuchungen durchzuführen, deren Ergebnisse beispielsweise über eine Nennspannungsbetrachtung an den Fügwerkzeugen verallgemeinert werden. Die Ermittlung der Verbindungsfestigkeit der Fügeelemente unter quasistatischer, schwingender und stoßartiger Belastung unter Einbeziehung des Widerstandspunktschweißens als Referenzverfahren, dient der vergleichenden Bewertung der einzelnen Fügeverfahren und liefert Kenngrößen für spätere Bauteilauslegungen. Die an Probekörpern ermittelten Festigkeitskennwerte sind durch Prüfung eines durchsetzgefügteten, stanzgenieteten und punktgeschweißten Bauteils aus der Serienfertigung zu verifizieren. Aus den Untersuchungen sind Verarbeitungshinweise für die industriellen Anwender im Sinne eines Handbuchs abzuleiten und Entwicklungspotentiale der Fügwerkzeuge aufzuzeigen.

European training for joining technology (ENJOY)

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dipl.-Ing. Axel Schulte

Kooperierende Wissenschaftler:

MSc. Kai Fredin, AB Volvo, Göteborg,
Schweden;

Bengt Egelund, Dansk Metalarbejderforbund,
Kopenhagen, Dänemark;
Roger Doo, Henrob Ltd., Flint, Clwyd,
Großbritannien;
Maria João Spencer, Instituto de Soldadura
e qualidade, Portugal

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
b) im Ausland:

AB Volvo, Göteborg, Schweden;
Dansk Metalarbejderforbund, Kopenhagen,
Dänemark;
Henrob Ltd., Flint, Clwyd, Großbritannien;
Instituto de Soldadura e qualidade, Portugal

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
b) im Ausland:

AB Volvo, Göteborg, Schweden;
Henrob Ltd., Flint, Clwyd, Großbritannien

Förderinstitution/en
b) im Ausland

Europäische Kommission, Leonardo da Vinci
Technical Assistance Office, Brüssel, Belgien
7/1995 - 6/1998

Laufzeit:

Die aufgrund wirtschaftlicher und technologischer Vorteile zunehmende Verbreitung mechanischer Fügeverfahren führt zu einem großen Bedarf an speziell geschultem Fachpersonal. Derzeit existiert das Wissen bezüglich der mechanischen Fügeverfahren ausschließlich an wenigen Universitäten, bei den Fügeverfahrensanbietern und in Großunternehmen. Für potentielle Anwender in kleinen und mittelständischen Unternehmen soll dieses Wissen in geeigneter Form als Ausbildungseinheiten aufbereitet und zugänglich gemacht werden. Es soll ein Vorschlag für einen europaweiten Standard für die Ausbildung von Ausbildern, die Ausbildungsstätten, die Ausbildungseinheiten und das nachzuweisende Wissensniveau im Bereich der mechanischen Fügeverfahren geschaffen werden. Die europäische Partnerschaft soll ermöglichen, regionale Besonderheiten und Anforderungen zu berücksichtigen. Ferner sollen die Ausbildungseinheiten zunächst in den fünf beteiligten Staaten verbreitet werden.

Untersuchungen zur Ausbildung von Polymerstrukturen bei Kunststoffklebverbindungen und zu den daraus resultierenden Verbindungseigenschaften bei Kurz- und Langzeitbeanspruchung

Leitung / Koordination:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn

Weitere Ansprechpartner:

Dr. Thomas Orth, Dipl.-Ing. U. Walther

Kooperierende Wissenschaftler:

Prof. Dr.-Ing. H.-U. Moritz

Förderinstitution/en

a) in der Bundesrepublik:

Forschungsvereinigung Schweißen und
Schneiden e.V. im Deutschen Verband für
Schweißtechnik e.V. (Düsseldorf)

Laufzeit:

10/1995 - 9/1997

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden experimentelle Untersuchungen zur Polymerstruktur bei Kunststoffklebverbindungen und zu den daraus resultierenden Verbindungseigenschaften bei Kurz- und Langzeitbeanspruchung durchgeführt. In diesen Untersuchungen soll der Einfluß von fertigungsspezifischen Randbedingungen, die bislang bei Kunststoffklebverbindungen nur unzureichende Beachtung in wissenschaftlichen Untersuchungen erfahren haben, erarbeitet werden. Weiterhin soll durch geeignete Analysen ermittelt werden, inwieweit eine Beeinflussung sowohl der Klebschicht als auch der polymeren Fügeverfahren durch fertigungsspezifische Faktoren als auch durch gegenseitige Wechselwirkungen hervorgerufen wird und inwieweit diese die Verbindungseigenschaften prägen. Dazu

sollen Mechanismen wie Diffusion, Vernetzung und molekulare Überstrukturen und deren Auswirkungen auf das Festigkeits-, Verformungs- und Alterungsverhalten systematisch analysiert und korreliert werden. Als Klebstoffe werden Polyurethan- und Epoxidharzklebstoffe und als Fügebauteile technisch bedeutende Kunststoffe wie Polycarbonat, Polybutylenterephthalat, Acrylnitril-Butadien-Styrol-Copolymere und PC/ABS-Blends untersucht.

Technologiespeicher Mechanische Fügeverfahren – Einseitiges Verbinden mit Nietelementen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dr.-Ing. U. Klemens
 Kooperierende Wissenschaftler: Dr.-Ing. K. Dehlke (IfF, Universität Rostock)
 Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik: Institut für Fertigungstechnik, Universität Rostock

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (AIF)

Laufzeit: 11/1995 - 10/1997
 Ziel des Forschungsvorhabens ist es, für die Bereiche Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und Qualitätswesen Fakten und Kenntnisse, bezogen auf das einseitige Verbinden mit Nietelementen (Blindniete, Blindnietmutter und -bolzen) zusammenzutragen, durch experimentelle Untersuchungen zu erweitern (Widersprüche klären), das Wissen systematisch aufzubereiten, zu strukturieren und in einem Konstruktionskatalog und einem wissensbasierten System abzubilden. Diese fachspezifischen Informationen sollen Einsatzmöglichkeiten und -grenzen aufzeigen und den verstärkten Einsatz dieser Technologie insbesondere in kleinen und mittelständischen Betrieben fördern.

Investigations on joining of organic pre-coated aluminium sheet metals by self piercing riveting

Untersuchungen zum Fügen organisch beschichteter Aluminiumbleche mittels Stanznieten

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Martin Bangel
 Kooperierende Wissenschaftler: Dipl.-Ing. Fritz Liebrecht (IPT, TU Dresden)
 Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik: Institut für Produktionstechnik; Professur f. Urform- und Umformtechnik der TU Dresden

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Europäische Forschungsgesellschaft für Blechverarbeitung e.V. (AIF)

Laufzeit: 11/1995 - 10/1997
 Der Einsatz organisch bandbeschichteter Bleche, die auch unter dem Begriff coil-coated bekannt sind, bietet dem Anwender eine Reihe von Vorteilen im Hinblick auf Wirtschaftlichkeit, Produktgestaltung und Farbdesign, Einhaltung von Qualitätsforderungen sowie Umweltschutzverordnungen. Organisch beschichtete Aluminiumbleche werden heute in vielen Bereichen der blechverarbeitenden Industrie, im Bauwesen, im Verkehrswesen, im Karosserie-, Container- und Caravanbau sowie in der Verpackungsindustrie eingesetzt. Diese positive Entwicklung wird jedoch durch fügetechnische Probleme gehemmt. Das in der Blechverarbeitung traditionell stark vertretene Widerstandspunktschweißen ist für das Fügen organisch beschichteter Bleche nicht oder nur sehr eingeschränkt geeignet. Alternativ bieten sich hier die



umformtechnischen Fügeverfahren an, die ohne Wärmeeinbringung nur durch Umformen des Materials eine kraft- und formschlüssige Verbindung erzeugen. In diesem Projekt werden die Verfahren des Stanznietens mit Halbhohl- und Vollniet untersucht, die sich durch geringe Anlagenkosten, problemlose Automatisierbarkeit, gute Möglichkeiten der Prozeßüberwachung und günstige Festigkeitseigenschaften auszeichnen. Schwerpunkte liegen bei der Untersuchung des Einflusses organischer Beschichtungen auf die Verbindungsfestigkeit unter quasistatischer, dynamischer und stoßartiger Belastung sowie das Korrosionsverhalten.

Mechanical properties of dynamic loaded aluminum parts fastened with self-piercing rivets and adhesive, under the impact of corrosive environment

Mechanische Eigenschaften stanzgenieteteter und geklebter Aluminiumbauteile bei dynamischer Belastung unter Medienwirkung

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Wirt. Ing. Armin Peetz
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Forschungsvereinigung Schweißen und Schneiden e.V. des Deutschen Verbandes für Schweißtechnik e.V., Düsseldorf (AiF)
Laufzeit:	12/1995 - 11/1997

Im Vergleich zu elementar gefügten Verbindungen, wie reines Widerstandspunktschweißen, Stanznieten oder Kleben, bieten die Kombinationen mechanischer Verbindungsverfahren (Durchsetzfügen, Stanznieten) mit dem Kleben deutliche Verbesserungen im Eigenschaftsprofil der Verbindung. Verglichen mit reinen Klebverbindungen wird durch die Kombination mit dem Stanznieten die Funktionssicherheit der Verbindung und die Beständigkeit gegen Schäl- sowie Kriechbeanspruchung erhöht. Des weiteren dienen die Stanznietelemente auch als Fixierung der Fügeteile bis zu vollständigen Aushärtung des Klebstoffes. Gegenüber reinen Stanznietverbindungen läßt sich bei kombiniert gefügten Verbindungen vor allem die Gefahr der Spaltkorrosion verringern. Aus wirtschaftlicher Sicht kann die Anzahl der punktförmigen Verbindungselemente durch kombinierte Fügeverfahren verringert werden.

Ziel dieses Projektes ist es, Eigenschaftsänderung von Bauteilen, die durch Stanznieten und Kleben gefügt werden, unter Medienwirkungen und unter Berücksichtigung verschiedener Oberflächenbehandlungen und konstruktiven Einflußfaktoren zu analysieren. Die mechanische Belastungen werden als quasistatische, schwingende und stoßartige Lasten aufgegeben.

Untersuchungen zum Kleben von Kegelpreßverbindungen und zum Verhalten derartiger Verbindungen unter quasistatischer Belastung

Leitung / Koordination:	Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner:	Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild
Förderinstitution/en	
a) in der Bundesrepublik:	Studiengesellschaft Stahlanwendung e.V. (AIF)
Laufzeit:	1995 - 1997

Bei geklebten Kegelpreßverbindungen trägt der Klebstoff im ausgehärteten Zustand aufgrund seiner Haftkräfte zu einer Steigerung der Festigkeit bei. Rückwirkend kann diese Festigkeitssteigerung zu einem geringeren Materialeinsatz führen (Stichwort: Leichtbau). Schließlich ist im allgemeinen eine Demontage der Verbindungen ohne Zerstörung der feinbearbeiteten Paßflächen möglich; die eingesetzten Bauteile können in den meisten Fällen nach einer Säuberung wieder eingesetzt werden. Die Füge-technik Kleben von Kegelpreßverbindungen ist aus diesem Grund auch aus kreislauftechnischer Sicht zu befürworten. In der Literatur finden sich jedoch kaum

Hinweise auf die mechanischen Eigenschaften und die Besonderheiten des Fügens mittels Klebstoffen.

Mit dem vorliegenden Bericht wird ein Beitrag zur kalkulierbaren Auslegung geklebter Kegelpreßverbindungen geleistet. Dazu ist der Fügeprozeß im Hinblick auf dessen Optimierung, aber auch in bezug auf mögliche Störquellen analysiert worden. In diesem Zusammenhang ist ein Prozeßüberwachungssystem entwickelt worden, mit dem Aussagen hinsichtlich der zu erwartenden Verbindungsqualität schon beim Fügen getroffen werden können.

Konzept für die numerische Auslegung durchsetzgefügter Blechbauteile

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Dipl.-Ing. Thomas Thesing

Forschungsvereinigung der Arbeitsgemeinschaft der Eisen und Metall verarbeitenden Industrie e.V. (AVIF) über die Forschungsvereinigung Automobiltechnik (AVIF)



Laufzeit:

1995 - 1997

Im Rahmen des Projektes sollen Grundlagen für die ingenieurmäßige Vorgehensweise bei der konstruktiven Auslegung durchsetzgefügter Stahlbauteile erarbeitet und in Form von Handlungsanleitungen dem Praktiker in Konstruktion und Fertigung verfügbar gemacht werden. Als Basis dafür ist ein Berechnungskonzept für die numerische Bemessung durchsetzgefügter Stahlblech-Strukturen zu erarbeiten. Dazu ist die Übertragbarkeit von an Probekörpern ermittelten Festigkeitskennwerten auf Bauteile zu klären. Es sind Schädigungskriterien auf der Basis versagensrelevanter Beanspruchungsgrößen zu definieren, mit denen ein Versagen der Durchsetzfügeelemente bestimmt werden kann. Zu klären ist dabei, auf welcher Basis diese Beanspruchungsgrößen festzulegen sind. Wichtig hinsichtlich der Modellierung mit finiten Elementen ist der einfache Modellaufbau, um die Praxisrelevanz des Konzeptes sicherzustellen. Auf dieser abgesicherten Basis soll eine Konstruktions- und Dimensionierungsrichtlinie für den Einsatz von Durchsetzfügeelementen erstellt werden, die eine optimale Auslegung der Verbindungen und eine Berechnung ermöglichen.

Thermisches Beschichten und stoffschlüssiges Fügen in der Produktion der Zukunft

Leitung / Koordination:
Weitere Ansprechpartner:
Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild

Institute in (Aachen, Bremen, Chemnitz, Clausthal, Dortmund und Hannover)

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik:

Deutscher Verband für Schweißtechnik e.V. (AIF)
1996 - 1997

Es wird eine Studie zum Zukunftspotential und Handlungsbedarf in den im Titel genannten Bereichen durchgeführt. Das Konzept zielt auf die Steigerung der internationalen Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen des Produktionsstandortes Deutschland ab. Dabei gilt es, die Marktposition durch Gesamtlösungen in der Produktion zu stärken. Die Schnittstelle zwischen Wirtschaft und Wissenschaft soll mit enger Kooperation stärker ausgebaut werden, um somit Innovationsprozesse durch die Einbindung neuer Technologien in die Fertigungskette zu beschleunigen. Die Zielsetzung umfaßt die industrielle Umsetzung moderner Füge- und Beschichtungsverfahren, die Integration der Verfahren in Gesamtfertigungsprozesse

und die Berücksichtigung von Umweltaspekten und der Kreislauffähigkeit von Werkstoffen.

Untersuchungen zu den mechanischen Eigenschaften geklebter Rohrverbindungen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Wirt. Ing. Guido Hild

Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft

a) in der Bundesrepublik: Industriepartner
Laufzeit: 1996 - 1997

Es werden Untersuchungen zum Fügeprozeß und den resultierenden mechanischen Eigenschaften geklebter Rohrprofilverbindungen aus Leichtbauwerkstoffen durchgeführt.

Fügen von Leichtmetall-Strangpreßprofilen mittels Kleben und Fügen durch Umformen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. G. Meschut

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen

a) in der Bundesrepublik: Laboratorium für Umformtechnik,
Universität-GH Paderborn

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und
Schneiden e.V. im Deutschen Verband für
Schweißtechnik e.V. (Düsseldorf)
Laufzeit: 4/1996 - 3/1998

Im Rahmen des Forschungsvorhabens werden das Fügen von Aluminium-Strangpreßprofilen mit im Innenhochdruckverfahren hergestellten Knotenelementen der gleichen Aluminiumlegierung mittels der Fügeverfahren Kleben, Schrumpfen und Fügen durch Umformen untersucht. Die Arbeiten des Forschungsvorhabens sollen zeigen, inwieweit der Einsatz der Klebtechnik in Kombination mit einem Verfahren des Fügens durch Umformen oder des Schrumpfens in Tragrahmen mobiler Konstruktionen zur Verbindung von Aluminium-Strangpreßprofilen eine Alternative zu den in der Regel eingesetzten Schutzgasschweißverfahren sein kann, und so die in Knotenkonstruktionen üblicherweise eingesetzten Gußknoten durch Innenhochdruck umgeformte Profilstücke ersetzt werden können.

Entwicklung eines Prüfverfahrens zur Ermittlung thermischer und reaktionsbedingter Volumenänderungen polymerer Klebstoffe und Gießharze

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. U. Walther

Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik: Forschungsvereinigung Schweißen und
Schneiden e.V. im Deutschen Verband für
Schweißtechnik e.V. (Düsseldorf)
Laufzeit: 7/1996 - 6/1998

Im Rahmen eines Forschungsprojektes wird eine Prüfmethode zur Charakterisierung von Klebstoffen und Gießharzen bezüglich ihrer Volumenschwindungen während der Aushärtephase erarbeitet. Neben experimentellen Untersuchungen sollen Kennwerte definiert werden, die mit Hilfe dieser Methode zu ermitteln sind und das Klebstoffverhalten in bezug auf die Volumenänderungen während der Vernetzung anwendergerecht und somit für den Fertigungsprozeß verwendbar, beschreiben. In einem

weiteren Projektschritt sollen die zuvor definierten Kennwerte für unterschiedliche Produkte in Abhängigkeit von beeinflussenden Parametern ermittelt werden. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sollen beispielhaft aufzeigen, welche Faktoren das Schwindungsverhalten während der Vernetzung beeinflussen. Des weiteren dienen diese Untersuchungen zur Definition des Einsatzbereiches der Prüfmethode für unterschiedliche Produkte hinsichtlich deren Eigenschaften (z.B. Viskosität) und deren Fertigungsparameter.

Vermeidung von Abzeichnungen an Klebungen dünnwandiger Stahlbauteile durch Prozeß-, Klebstoff-, und Gestaltoptimierung

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dr. Thomas Orth, Dipl.-Ing. Martin Eis
 Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. Gerhard Kötting,
 Fachhochschule Münster

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Stiftung Stahlanwendungsforschung in der
 Studiengesellschaft für Stahlanwendung e.V.
 Laufzeit: 8/1996 - 7/1999

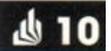
Ziel des Projektes ist die Entwicklung materialwissenschaftlicher, konstruktiver und fertigungstechnischer Grundlagen zur Vermeidung von Abzeichnungen an Klebungen dünnwandiger Stahlbauteile. Dieses Ziel beinhaltet die Einbeziehung aller Ursachen, um für industrielle Anwendungen übertragbare Lösungsansätze zu entwickeln. Im einzelnen sind dies physikalische und chemische Schwindungsvorgänge der eingesetzten Klebstoffe sowie die thermisch bedingten Fügeiteilrelativbewegungen. Im Rahmen der Untersuchungen sollen neue Strukturklebstoffe zur Herstellung abbildungsminimierte Klebungen entwickelt werden, wie sie insbesondere im Zusammenhang mit dem Einsatz höherfester Bleche im Dünoblechbereich von Bedeutung sind. Der Nachweis der Übertragbarkeit der an standardisierten Modellbauteilen ermittelten Ergebnisse soll durch Fertigung eines realen Fahrzeugbauteils (z.B. Motorhaube, Schiebedachdeckel) mit variierenden Klebschichtgeometrien und Messungen von Deformationen der Blechoberflächen erbracht werden. Als Zwischenstufe sollen zu entwickelnde Prüfbauteile eingesetzt werden, die aufgrund der konstruktiven Gestaltung der Fügezonen und Fügeiteilfixierungen das Problem Abzeichnungen unter Berücksichtigung aller Randbedingungen greifbar machen.

Influence of an organic coated surface on the tribological and metal forming mechanisms in the clinching process of steel sheet metal Einfluß einer organischen Beschichtung auf die tribologischen und umformtechnischen Mechanismen beim Durchsetzfügen von Stahlfeinblechen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Martin Bangel
 Kooperierende Wissenschaftler: Dipl.-Ing. Fritz Liebrecht (IPT, TU Dresden)
 Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
 a) in der Bundesrepublik: Institut für Produktionstechnik;
 Professur f. Urform- und Umformtechnik der
 TU Dresden

Förderinstitution/en
 a) in der Bundesrepublik: Europäische Forschungsgesellschaft für
 Blechverarbeitung e.V. (AIF)
 Laufzeit: 10/1996 - 9/1998

Die Anforderungen an die Qualität von Blechkonstruktionen bezüglich der Lebensdauer, des optischen Erscheinungsbildes und der Korrosionsbeständigkeit sowie ein zunehmendes Umweltbewußtsein führen in der blechverarbeitenden Industrie vermehrt zum Einsatz organisch vorbeschichteter Werkstoffe. Die Verarbeitung dieser



Bleche erfordert jedoch speziell bezüglich der Fügetechnik besondere technologische Lösungen. Die weitverbreiteten aufschmelzenden Verbindungsverfahren wie das Widerstandspunktschweißen besitzen beim Fügen organisch beschichteter Bleche erhebliche Nachteile, so daß die umformtechnischen Fügeverfahren in den Vordergrund rücken. In diesem Projekt wird der Einfluß unterschiedlicher organischer Beschichtungen auf die Verbindungseigenschaften von mittels Durchsetzfügen (Clinchen) verbundenen Stahlblechen untersucht, wobei besonders die Änderung der tribologischen Verhältnisse beim Fügeprozeß durch die Beschichtung Berücksichtigung findet. Im Vordergrund stehen die Festigkeiten und das Korrosionsverhalten der Verbindungen unter Variation verschiedener Fügeparameter.

Erstellung einer fachspezifischen Dokumentation

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Konzeption und Konstruktion einer universellen Industrieroboterzange mit großer Rachtentiefe für das mechanische Blechfügen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Mechanisches Fügen vorverformter Bleche

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Neue Werkstoff- und Konstruktionskonzepte mit innovativen Fügetechniken

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Neue fertigungstechnische Lösungen beim mechanischen Fügen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Verfahrensübergreifende Systemdarstellung für das mechanische Fügen

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Auslegung vollformgegossener Aluminiumstrukturbauteile

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
Kooperation mit
Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Konstruktive Optimierung vollformgegossener Aluminiumbauteile

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Ortwin Hahn
 Kooperation mit
 Einrichtungen der Wirtschaft
 a) in der Bundesrepublik: Industrieprojekt

Ausgewählte Publikationen

Artikel:

- Gieske, D.; Hahn, O.: *Neue Enelementprobe zum Prüfen von Punktschweißverbindungen unter kombinierten Belastungen*, Schweißen u. Schneiden 46 (1994), Heft 1, S. 9-12
- Klasfauseweh, U.; Hahn, O.: *Numerische Simulation nichtschneidender Durchsetzfügevorgänge*, Blech Rohre Profile 41 (1994), H. 5, S. 328-333
- Hahn, O.; Klemens, U.: *Nietsysteme - Verbindungen mit Zukunft*, Interessengemeinschaft Umformtechnisches Fügen und LWF Paderborn, 1. Aufl. Holzwinden: Hinrichsen 1994, ISBN 3-922293-32-8
- Hahn, O.; Chudaska, A.: *Einfluß von Schwindungsmechanismen auf Eigenschaftsprofil geklebter Bauteile*, Schweißen und Schneiden Heft 6, 1995, S. 467-473
- Hahn, O.; Fahrig, H.-M.; Busse, M.: *Montage von EPS-Modellsegmenten für die Vollformgießtechnik*, GIESSEREI, 82. Jahrgang, 11.12.1995, Heft 24 (Seite 899-938)
- Hahn, O.; Peetz, A.: *Metallkleben in Kombination mit anderen Fügeverfahren: Eigenschaften und Wirtschaftlichkeit kombiniert gefügter Blechverbindungen*, in: Schweißen und Schneiden 1995; S. 273-277 (Tagung in Dresden von 13.-15.09.95)
- Hahn, O.; Klemens, U.: *Konzeption, Realisierung und Einsatz von wissensbasierten Systemen in der Fügechnik*, in: Angewandte Informatik; S.369-405
- Hahn, O.; Schulte, A.: *Umformtechnisches Fügen höherfester Stahlbleche am Beispiel des Werkstoffes ZSTE 340*, Werkstoffwoche 1996 (Mai), Stuttgart
- Hahn, O.; Hild, G.: *Auslegung schrumpfgeklebter Welle-Nabe-Verbindungen bei überlagerten Belastungen*; / Konstruktion 48/1996, S. 229-235
- Hahn, O.; Hild, G.: *Grundlagen der Dimensionierung schrumpfgeklebter Welle-Nase-Verbindungen*. Bericht der Studiengesellschaft Stahlanwendung P229, ISBN 3-930621-54-1, Verlags- und Vertriebsgesellschaft, Düsseldorf, 1996



Werkstoffwissenschaften, FWP

Pohlweg 47-49, 33098 Paderborn,
P14.15.1, Telefax 05251/60-3854,
E-Mail jboer1@hrz.nw.uni-paderborn.de,
URL <http://wwwfb10.uni-paderborn.de/FWP/FWP.html>

Leiter

Dr.-Ing. Gerhard Besserlich, Tel. 05251/60-3855, -3856, Fax 05251/60-3854,
E-Mail jbess1@hrz.nw.uni-paderborn.de

Weitere Wissenschaftler(innen)

Dipl.-Ing. Michaela Hudak (Tel. 05251/60-3856);
Dipl.-Ing. Kristina Duschik (Tel. 05251/60-3856);
Dipl.-Ing. Thomas Säuberlich (Tel. 05251/60-3856)

Kontaktperson(en)

Dr.-Ing. Gerhard Besserlich
(Tel. 05251/60-3855, E-Mail jbess1@cremona.uni-paderborn.de)

Wissenschaftlich Mitarbeitende

Prof. Dipl.-Ing. Konrad Altmiks (bis September 1994);
Prof. Dr. Detlef Löhe (bis September 1994);
Dr.-Ing. Gerhard Besserlich (ab April 1995);
Dr.-Ing. Thomas Säuberlich (bis Januar 1997);
Dipl.-Ing. Günter Pitz (bis Februar 1995);
Dipl.-Ing. Kristina Duschik (ab Februar 1993);
Dipl.-Ing. Michaela Hudak (ab August 1996)

Promotionen

Dipl.-Ing. Thomas Säuberlich, 7/1996, *Entwicklung der Mikrostruktur und der
Werkstoffreaktionen bei thermisch-mechanischer Ermüdung von 9 bis 12%
Chromstählen.*

Forschungsschwerpunkte und Arbeitsgebiete

Das Fachgebiet beschäftigt sich primär mit den mechanischen Eigenschaften von
Konstruktionswerkstoffen, wobei der Schwerpunkt auf dem Gebiet der metallischen
Werkstoffe liegt. Zentrales Anliegen ist es, Zusammenhänge in der Kausalkette
Werkstoffherstellung bzw. Werkstoffbehandlung - Werkstoffgefüge - Werkstoff-
eigenschaften zu ermitteln und zu verstehen.

Arbeitsgebiete im einzelnen:

- thermisches Ermüdungsverhalten
- Schwingfestigkeit
- Kriechverhalten
- Werkstoffprüfung
- Phasenumwandlung
- Wärmebehandlung
- Simulation der Wärmebehandlung

Mitgliedschaften

AWT Fachausschuß Verzug
Deutsche Gesellschaft für Materialkunde e.V. (DGM)
Fachausschuß „Werkstoffverhalten unter mechanischer Beanspruchung“

Fachausschuß „Werkstoffbehandlung mit Strahlmitteln“
 Verein Deutscher Gießereifachleute (VDG)
 Fachausschuß „Duktiles Gußeisen“
 Verein Deutscher Ingenieure (VDI)

Leistungsangebot für die Praxis

Untersuchungen

- Metallographische Untersuchungen
 - qualitative und quantitative Gefügebewertung
 - Durchführung von Mikrohärtemessungen und Anfertigung von Härteverläufen
- Transmissions- und Rasterelektronenmikroskopische Untersuchungen
 - qualitative u. quantitative Mikrostrukturuntersuchung metallischer Werkstoffe
 - Beurteilung von Bruchflächen
 - hochauflösende Mikroanalyse einzelner Gefügebestandteile (EDX)
- Mechanische Werkstoffprüfung
 - Konzipierung, Durchführung und Auswertung von
 - Zug, Druck- und Biegeversuchen
 - Festigkeitsuntersuchungen bis 900° C
 - Relaxations- und Kriechversuchen
 - Experimenten zu Schwingfestigkeits- und thermischmechanischen Ermüdungsverhalten
 - Härteprüfungen nach Rockwell, Brinell, Vickers und Knopp
 - Kerbschlagbiegeversuche
- zerstörungsfreie Werkstoffprüfung
 - Ermittlung von elastischen Konstanten metallischer Werkstoffe
 - Röntgengrobstrukturuntersuchungen
- Wärmebehandlung
 - Erarbeitung von Wärmebehandlungstechnologien für einzelne Bauteile und Werkstücke
 - Durchführung von Wärmebehandlungen
- Beratung
 - bei der Werkstoffauswahl metallischer Werkstoffe
 - bei Schadensfällen



Forschungsarbeiten:

- werden im Rahmen der Arbeitsgebiete durchgeführt

Ausstattung / Geräte / Methoden

- Elektromechanische rechnergesteuerte Prüfmaschine mit maximaler Prüfkraft von 200kN zur Durchführung kraft- und weggeregelter Zug-, Druck- und Biegeversuche
- zwei rechnergesteuerte Prüfstände zur Durchführung von Zug-, Kriech-, Relaxations- und thermisch-mechanischen Ermüdungsexperimenten mit maximaler Prüfkraft von 50kN mit Möglichkeiten der induktiven Erwärmung bis zu Temperaturen von 900° C. Einrichtungen zur Ermittlung des lastabhängigen Umwandlungsverhaltens befinden sich im Aufbau.
- servohydraulische rechnergesteuerte Prüfmaschine mit maximaler Prüfkraft von 100kN zur Durchführung von kraft- und weggeregelten Schwingfestigkeitsuntersuchungen auch bei höheren Temperaturen
- modernes Hochleistungsmikroskop mit Bildanalyseeinheit zur qualitativen und quantitativen Gefügebeurteilung
- umfangreiche Möglichkeiten zur metallographischen Präparation metallischer Werkstoffe
- moderne Härteprüfer zur Erfassung von Makro- und Mikrohärtel nach Rockwell, Brinell, Vickers und Knoop
- Pendelschlagwerk

- Analytisches Transmissionselektronenmikroskop mit Beschleunigungsspannung von 200kV und Möglichkeit zur EDX-Analyse
- Öfen und Salzbad zur Durchführung von Wärmebehandlungen an metallischen Werkstoffen für Temperaturen bis zu 1300° C auch unter Schutzgas

Forschungsprojekte

Microstructure and mechanical properties of high temperature metals: High temperature fatigue of X22CrMoV12-1

Mikrostruktur und mechanische Eigenschaften metallischer Hochtemperaturwerkstoffe: Thermische Ermüdung von X22CrMoV12-1

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Detlef Löhe
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Thomas Säuberlich
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr.-Ing. D. Eifler (Universität-GH-Essen);
Prof. Dr. rer. nat. O. Vöhringer (Universität Karlsruhe);
Dr. rer. nat. U. Martin (TU Bergakademie Freiberg)

Kooperationen mit wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Universität Karlsruhe (TH), Institut für Werkstoffkunde I (Karlsruhe);
TU Bergakademie Freiberg, Institut für Metallkunde (Freiberg);
Universität Essen, Institut für Werkstoffkunde (Essen);
Universität Chemnitz, Professur Werkstoffe des Maschinenbaus (Chemnitz);
Fraunhofer-Institut (Freiburg)

Kooperation mit Einrichtungen der Wirtschaft
a) in der Bundesrepublik:
Förderinstitution/en
a) in der Bundesrepublik:
Laufzeit:

Siemens KWU (Mühlheim a.d. Ruhr)

Deutsche Forschungsgemeinschaft (Bonn)
Januar 1992 - März 1997

Der Werkstoff X22CrMoV12-1 gehört zur Gruppe der 9 bis 12 % Chromstähle, die für thermisch-mechanisch hochbeanspruchte Bauteile z.B. in Dampfturbinenanlagen eingesetzt werden. Weltweit werden erhebliche Anstrengungen unternommen, die Einsatztemperaturen dieser Werkstoffgruppe zu erhöhen, um den Wirkungsgrad derartiger Anlagen zu verbessern. Dabei kommt der Ermittlung und Interpretation von Zusammenhängen zwischen der Mikrostruktur und dem Verformungs- sowie Versagensverhalten unter thermisch-mechanischer Beanspruchung zentrale Bedeutung zu. Das Forschungsvorhaben soll dazu beitragen, den Kenntnisstand über die Wechselwirkung zwischen Mikrostruktur und dem Verformungs-, Anriß- und Lebensdauerverhalten unter zyklisch-thermischer Beanspruchung zu verbessern.

Umwandlungs- und Verformungsverhalten bainitisch-austenitischer Stähle

Leitung / Koordination: Prof. Dr.-Ing. Detlef Löhe
Weitere Ansprechpartner: Dipl.-Ing. Kristina Duschik
Dr.-Ing. Gerhard Besserlich
Dipl.-Ing. Michaela Hudak

Kooperierende Wissenschaftler: Dr. rer. nat. U. Martin
(TU Bergakademie Freiberg)

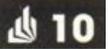
Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Universität Karlsruhe (TH), Institut für
Werkstoffkunde I (Karlsruhe);
TU Bergakademie Freiberg, Institut für
Metallkunde (Freiberg)

Laufzeit:

seit Februar 1993

Bisher werden in der Praxis bainitische Stähle durch eine kontinuierliche Abkühlung aus dem Austenitgebiet erzeugt. Die so entstandenen Zustände sind in der Regel nicht rein bainitisch. In Abhängigkeit von der Legierungszusammensetzung des Stahles und der Wärmebehandlung, wie z.B. Abkühlgeschwindigkeit können neben Bainit unterschiedlicher Struktur noch die Gefügebestandteile Ferrit, Perlit, Martensit und Restaustenit auftreten. Da so nur eine Eigenschaftenkombination aus den einzelnen Gefügebestandteilen zu ermitteln ist, ist eine Beurteilung des Zusammenhangs zwischen unterschiedlichen Strukturen des Bainits und den mechanischen Eigenschaften sehr kompliziert. Um diesen Zusammenhang zu klären, sollen systematische Untersuchungen an isotherm bei unterschiedlichen Temperaturen im Bainitgebiet umgewandelten Proben eines Siliziumstahles und eines Manganstahles durchgeführt werden, die rein bainitisches bzw. bainitisch-restaustenithaltiges Gefüge definierter Struktur aufweisen.



Lastabhängiges Umwandlungsverhalten niedriglegierter Stähle

Leitung / Kooperation: Dr.-Ing. Gerhard Besserlich
Weitere Ansprechpartner Dipl.-Ing. Michaela Hudak
Kooperierende Wissenschaftler: Prof. Dr. mont. H. Müller;
Prof. Dr.-Ing. D. Löhe (Universität Karlsruhe)

Kooperationen mit
wissenschaftlichen Institutionen
a) in der Bundesrepublik:

Universität Karlsruhe (TH), Institut für
Werkstoffkunde I (Karlsruhe)

Laufzeit:

seit 1996

Die bei der Wärmebehandlung von Stählen auftretenden Gefüge, Eigenspannungen und Verzüge sind durch Finite-Elemente-Berechnungen quantitativ bestimmbar, wenn die ablaufenden Prozesse hinreichend genau modelliert werden und die zur Berechnung notwendigen Werkstoff- und Prozeßdaten zur Verfügung stehen. In diesem Zusammenhang müssen auch Wechselbeziehungen zwischen Gefüge- und Deformations- sowie Spannungsentwicklungen berücksichtigt werden.

Mit dem Forschungsvorhaben wird die Erweiterung des Kenntnisstandes zur Modellierung dieser Wechselbeziehung angestrebt, wobei insbesondere die diffusionsbehafte Umwandlung im Vordergrund steht. Für ausgewählte niedriglegierte Stähle sollen die zur Modellierung notwendigen Werkstoffdaten ermittelt werden.

Ausgewählte Publikationen

Monographie:

Heess, K.; Besserlich, G.; Damaschek R. B.; Ehlers, M.; u.a.:
Maß- und Formänderungen infolge Wärmebehandlung
Grundlagen - Ursachen - Praxisbeispiele
expert-verlag, Remmingen-Malmsheim, 1996

Artikel:

- Säuberlich, T.; Löhe, D.; Pitz, G.: *Tensile Deformation Behaviour and Stress Relaxation Behaviour of 8...12% Cr Steels*. Proc. Junior-Euromat '94 in Lausanne (1994); DGM; S. 37
- Säuberlich, T.; Löhe, D.; Pitz, G.: *Material Behaviour and Development of Microstructure during Thermal-Mechanical Fatigue of 8...12% Chromium Steels*. Kluwer Academic Publishers (1996); pp. 349-360
- Säuberlich, T.; Löhe, D.; Pitz, G.: *Influence of the Maximum Cycle Temperature on the Thermal-Mechanical Fatigue Behaviour of a 12% Chromium Steel*. ESIS (1995); pp. 107-108
- Säuberlich, T.; Löhe, D.; Pitz, G.: *Entwicklung der Mikrostruktur und der Werkstoffreaktionen während thermisch-mechanischer Ermüdung eines 12% Chromstahls*. Proc. DGM-Hauptversammlung; Bochum (1995); S. 48
- Säuberlich, T.; Löhe, D.; Pitz, G.: *Einfluß der maximalen Zyklustemperatur und der Haltedauer auf das thermisch-mechanische Ermüdungsverhalten von X22CrMoV12-1*. VdEh (1995); S. 30-39
- Besserdich, G.; Scholtes, B.; Müller, H.; Macherauch, E.: *Development of Residual Stresses and Distortions during Hardening of SAE 4140 Cylinders Taking into Account Transformation Plasticity*. In: V. Hauk, H.P. Hougardy, E. Macherauch und H.-D. Tietz (eds.): *Residual Stresses*; DGM; Oberursel; 1993; pp. 975-984
- Besserdich, G.; Scholtes, B.; Müller, H.; Macherauch, E.: *Consequences of Transformation Plasticity on the Development of Residual Stresses and Distortions during martensitic Hardening of SAE 4140 Steel Cylinders*. steel research 65 (1994) No. 1; pp. 41-46
- Besserdich, G.; Müller, H.; Macherauch, E.: *Experimentelle Erfassung der Umwandlungsplastizität und ihre Auswirkung auf Eigenspannungen und Verzüge bei der Simulation des Abschreckens von Stahlzylindern*. Härterei-Technische Mitteilungen 50 (1995); Heft 6; S. 389-396
- Yu, H.-J.; Schröder, R.; Graja, P.; Besserdich, G.; Majorek, A.; Hoferer, M.: *Zur Modellierung und Simulation der Wärmebehandlung metallischer Werkstoffe*. Härterei-Technische Mitteilungen 51 (1996); Heft 1; S. 48-55