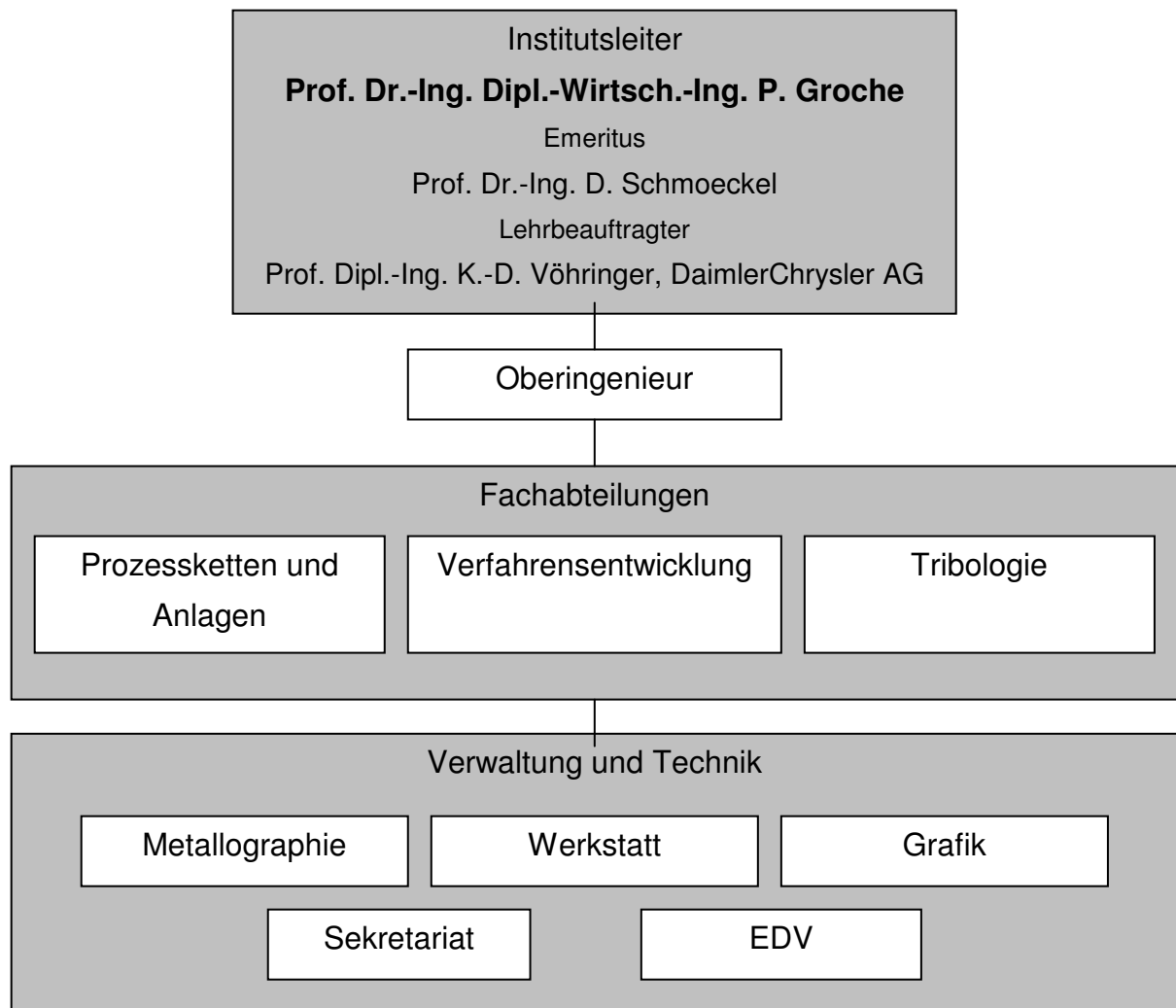


## **INHALT**

<b>1</b>	<b>INSTITUTSPROFIL</b>	<b>2</b>
1.1	ORGANISATIONSSTRUKTUR	2
1.2	PERSONALSTRUKTUR	2
<b>2</b>	<b>LAUFENDE FORSCHUNGSARBEITEN</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>ABGESCHLOSSENE ARBEITEN</b>	<b>16</b>
<b>3.1</b>	<b>HABILITATIONEN UND DISSERTATIONEN</b>	<b>16</b>
3.1.1	<i>Habilitationen</i>	16
3.1.2	<i>Dissertationen</i>	16
<b>3.2</b>	<b>STUDIEN UND DIPLOMARBEITEN</b>	<b>16</b>
3.2.1	<i>Studienarbeiten</i>	16
3.2.2	<i>Diplomarbeiten</i>	17
<b>4</b>	<b>VERÖFFENTLICHUNGEN UND VORTRÄGE</b>	<b>19</b>
<b>5</b>	<b>VERANSTALTUNGEN</b>	<b>21</b>
<b>6</b>	<b>STUDENTENZAHLEN</b>	<b>21</b>

# 1 Institutsprofil

## 1.1 Organisationsstruktur



## 1.2 Personalstruktur

Professoren und Lehrbeauftragte:	3
Wissenschaftliche Mitarbeiter/innen:	19
Mitarbeiter in Verwaltung und Technik:	9
Studentische Hilfskräfte:	25

## 2 Laufende Forschungsarbeiten

*v. Breitenbach, G.: Analyse unterschiedlicher Herstellungsverfahren längsnahtgeschweißter Rohre mit Optimierung für das Innenhochdruck-Umformen; Hydrotest*

Walzprofilierte, längsnahtgeschweißte Rohre bieten im Vergleich zu nahtlos gezogenen Rohren wirtschaftliche Vorteile. Das Verhalten von durch Walzprofilieren hergestellten Rohren in Bezug auf das IHU hängt wesentlich von der Rohreinformstrategie ab. Die Eigenschaften des flachen Spaltbandes werden bei der Rohreinformung maßgeblich verändert. Diese beeinflussen das Verhalten des Rohrhalbzeugs bei der Ausformung durch Innendruck sowie die erreichbare Prozesssicherheit im IHU-Prozess.

Ziel ist es, den Rohreinformprozess walzprofiliertes, längsnahtgeschweißter Rohre in Hinblick auf nachfolgende IHU-Prozesse zu optimieren. Hierzu sollen relevante Parameter einzelner Rohreinformstrategien sowie deren Einfluss auf die resultierenden Rohreigenschaften bestimmt werden. Weiterhin ist vorgesehen, eine zuverlässige Methodik zur Beurteilung der Eignung von rohrförmigen Halbzeugen für das IHU zur Verfügung zu stellen.

Mehrere reale Eiformgeometrien längsnahtgeschweißter Rohre werden mit Hilfe numerischer Methoden untersucht. Veränderungen der Eigenschaften des Spaltbandes bei der Rohrherstellung, wie z.B. Wanddickenunterschiede und Kaltverfestigungsverteilungen, sind somit hinsichtlich ihrer Ursachen und Auswirkungen analysierbar. In experimentellen Untersuchungen werden sowohl die geometrischen Eigenschaften (z.B. Wanddickenverteilung über den Rohrumfang) als auch die mechanischen Eigenschaften (z.B. Aufweitverhalten im Rohrberstversuch) der entsprechenden Rohre bestimmt. Die so gewonnenen Erkenntnisse ermöglichen Rückschlüsse auf die Zusammenhänge zwischen Rohreigenschaften und den Prozessparametern der Rohrherstellung.

Das Verhalten von rohrförmigen Halbzeugen beim IHU kann durch die geometrischen und mechanischen Eigenschaften des Halbzeuges charakterisiert werden. Durchgeführte experimentelle Untersuchungen zeigen, dass die Wanddickenverteilung einen maßgeblichen Einfluss auf die Dehnungsverteilung bei der freien Aufweitung des Rohres im Berstversuch hat. Simulationen und ergänzende Härtemessungen geben Aufschluss über Kaltverfestigungsverteilungen und ihre Auswirkung auf das Aufweitverhalten der rohrförmigen Halbzeuge. Kaltverfestigungen und Wanddickenunterschiede beeinflussen maßgeblich das Aufweitverhalten der Rohrhalbzeuge.

*Callies, T.: Tribologische Untersuchung des Abriebverhaltens verzinkter Tiefziehbleche*

Bei der umformtechnischen Verarbeitung verzinkter Tiefziehbleche tritt in der Praxis Zinkabrieb in unterschiedlicher Ausprägung auf. Dieses Phänomen wird im Verbundprojekt Abrieb eingehend untersucht. Dazu werden Streifenziehversuche mit Ziehsicken-Modellwerkzeugen durchgeführt, mit denen die Einflüsse von Verzinkungsart, Blechtextur, Werkzeugwerkstoff und -oberfläche sowie Schmierungsstatus auf die Entstehung und Ausprägung von Zinkabrieb untersucht werden. Diese grundsätzlichen Untersuchungen werden mit Blechmaterial durchgeführt, das in Form von Ringen (Coils) von Blechherstellern zur Verfügung gestellt wird. Weiterhin wird das in der Praxis auftretende Problem des Chargen-abhängigen Zinkabriebs erforscht, d.h. unterschiedlich ausgeprägtes Abriebverhalten bei verschiedenen Blechchargen. Diese Versuche werden mit Blechstreifen durchgeführt, die hinsichtlich Abrieb auffälligen und unauffälligen Platinen aus Presswerken entstammen.

*Dörr, J.: Einfluss einer Erwärmung auf den Werkstofffluss beim Innenhochdruck-Umformen (IHU) - Bereich Werkzeug- und Medienterwärmung*

Eine Erhöhung der Umformtemperatur bewirkt bei metallischen Werkstoffen eine Absenkung der Fließspannung, eine Verringerung der Verfestigung und somit eine Verbesserung der Umformbarkeit. Umformverfahren der Warm- bzw. Halbwarmumformung nutzen dies für eine Erweiterung der Verfahrensgrenzen.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, sowohl das Potential einer lokalen als auch einer globalen Erwärmung des Werkstücks bzw. des Werkzeugs während des Innenhochdruck-Umformens zu ermitteln und zu beschreiben.

In den ersten beiden Jahren dieses Forschungsvorhabens ist es gelungen, das große Potential der Innenhochdruck-Umformung mit Erwärmung zur Erweiterung der Verfahrensgrenzen beim IHU von Leichtmetallen an der Modellgeometrie T-Abzweig aufzuzeigen. Dabei konnten Unterschiede zwischen numerischen und experimentellen Untersuchungen festgestellt werden, die auf nicht ausreichend genaue Kenntnisse der tribologischen Randbedingungen, der Werkstoffkennwerte und weitere Vereinfachungen in der numerischen Modellbildung zurückzuführen sind.

Ziel der beantragten Fortsetzung des Forschungsvorhabens ist deshalb zum einen die Bestimmung von geeigneten Tribologie- und Materialkennwerten für IHU-Prozesse mit Erwärmung und deren Implementierung in experimentell zu verifizierende FE-Modelle. Zum anderen soll das gezeigte Potential einer Erwärmung beim Innenhochdruck-Umformen auch an einer Geometrie mit anfänglich freier Aufweitung gezeigt und auf Realteilgeometrien extrapoliert werden.

*Fritsche, D.: Effiziente Algorithmen zur Simulation von inkrementellen Umformverfahren*

Derzeit verfügbare FE-Programmsysteme eignen sich nur bedingt zur Modellierung inkrementeller Umformverfahren. Auch wenn ein Prozess numerisch abgebildet werden kann, ist die Simulation meist derart zeitintensiv, dass Parameterstudien zur Auslegung eines neuartigen Prozesses für den industriellen Einsatz zu langwierig sind.

Inkrementelle Verfahren erzeugen durch den partiellen Eingriff der Werkzeuge eine sehr lokale Umformung, während weite Bereiche des Werkstücks unbeeinflusst bleiben. Simulationen inkrementeller Umformprozesse können die Ähnlichkeit der einzelnen Umformschritte bisher nicht nutzen. Hier liegt ein großes Potenzial zur Verkürzung der Rechenzeit.

Am Beispiel des Drück- und Ringwalzens von Stirnradverzahnungen werden Simulationsmodelle entwickelt, die das Potential von neuen Lösungsalgorithmen aufzeigen. Derartige Umformverfahren zeichnen sich gegenüber spanabhebenden Verfahren insbesondere durch ihre Wirtschaftlichkeit aus. Dazu ist jedoch eine effiziente simulationsgestützte Prozessoptimierung erforderlich. Insbesondere der Einfluss von Werkzeuggeometrie und Prozessparametern entscheidet über den Erfolg des Verfahrens. Hierfür werden vollständig parametrisierte Modelle des Prozesses entwickelt, anhand derer sich die Auswirkungen verschiedener experimenteller und numerischer Konfigurationen studieren lassen.

Zur Implementierung der neuen Ansätze dient das FE-Programmpaket PEP/LARSTRAN, das sich insbesondere durch seine Modifizierbarkeit auszeichnet. Die Verifikation der Simulationsergebnisse erfolgt mit der kommerziellen Software SUPERFORM.

Neben verschiedenen numerischen Kriterien wird der iterative Lösungsprozess untersucht. Durch die Ähnlichkeit der Prozessschritte können verbesserte Startwerte für den Algorithmus angegeben werden, so dass dieser schneller konvergiert.

Die gefundenen Lösungen werden im Versuch realisiert und die Bauteile experimentell untersucht. Schließlich werden die Ergebnisse mit der Simulation verglichen.

*Fritsche, D.; Ringle, J.: Instrumentarium zur ganzheitlichen Beurteilung der Herstellung metallischer Bauteile durch Umformen*

Die Verfahren der Werkstoffherzeugung und Halbzeugherstellung haben maßgeblichen Einfluss auf die mit der Produktherstellung verbundenen Umweltbeeinträchtigungen. Aus diesem Grund zielt das Teilprojekt A1 auf die Bereitstellung geeigneter

Methoden, Arbeitsmittel und Instrumente, die den Produktentwickler in die Lage versetzen, die Umweltgerechtigkeit der von ihm gewählten Werkstoffe und Halbzeuge zu beurteilen.

Die Schwerpunkte des Teilprojektes A1 in der dritten Phase gliedern sich daher in:

- Weiterentwicklung der Methoden und Instrumente
- Bereitstellung von Handlungsempfehlungen für den Produktentwickler
- Erstellung eines Referenzmodells für die Erzeugung metallischer Werkstoffe

Diese Weiterentwicklung der Methoden und Instrumente trägt aktuellen Entwicklungen im Bereich der Werkstoffherstellungs- und Halbzeugherstellung Rechnung. So wurde die Stahlherstellung inklusive des aus energetischer Sicht vorteilhaften Verfahrens des endabmessungsnahen Gießens abgebildet. Ebenso wurde, aufgrund der großen Bedeutung des Halbzeuges Rohr, eine tiefer gehende Detaillierung der entsprechenden Herstellungsverfahren durch die Aufnahme von zusätzlichem technologischem Wissen und weiteren Daten vorgenommen. Durch Erweiterung um Standort bezogene Daten wird eine präzisere Abbildung der industriellen Realität angestrebt, in dem die zur Beurteilung notwendige Datenbasis mit dem unterschiedlichen Technologiestand bzw. Modernisierungsgrad einzelner Werkstoffherstellungsaggregate verknüpft wird.

Die Erstellung eines Referenzmodells für die Erzeugung metallischer Werkstoffe und ihrer Verarbeitung zu Halbzeugen erfolgt durch Definition von generischen Produkt- und Prozessbeschreibungen. Werden die Sachmerkmale eines Werkstoffs bzw. Halbzeuges durch den Produktentwickler spezifiziert, so werden technologische, ökonomische und ökologische Merkmale automatisch aus den Daten generiert.

Mit diesen Schwerpunkten wird in A1 die Grundlage für eine Optimierung der Werkstoff- und Halbzeugauswahl geschaffen.

*Hofmann, T.: Einfluss des dynamischen Übertragungsverhaltens von Stößelführungen auf die Arbeitsgenauigkeit von Umformpressen*

Im Rahmen dieses Forschungsvorhabens wird der Einfluss des Übertragungsverhaltens der Stößelführung einer Schnellläuferpresse auf das Genauigkeitsverhalten analysiert. Ziel ist die Bereitstellung eines Mehrkörpersimulationsmodells, das neben Maschinenparametern wie der Masse, der Hubzahl und der Pressenbelastung zusätzlich den Einfluss veränderlicher Lagersteifigkeiten und -dämpfungen berücksichtigt. Ebenso soll die vertikale Ausdehnung und die Anordnung der Führungselemente in das Modell einbezogen werden.

Da das größte Potential für die Beeinflussung der Maschinendynamik in der Entwurfsphase liegt, ist es von entscheidendem Vorteil, dem Konstrukteur schon zu diesem Zeitpunkt ein Hilfsmittel zur Hand zu geben, das eine Abschätzung des dynamischen Verhaltens zulässt. Wenn die Auswirkungen der konstruktiven Festlegungen erst an einem Prototypen festgestellt werden können, ist es häufig zu spät für die möglicherweise erforderlichen konstruktiven Korrekturen.

Die Ergebnisse dieses Forschungsvorhabens tragen damit dazu bei

- die Kosten für spätere Umkonstruktionen zu minimieren,
- den Nutzungsgrad zu verbessern und
- die Teilequalität zu erhöhen.

Darüber hinaus sichert die Adaptivität des zu erstellenden Simulationsmodells die Anpassung an verschiedene Analysen und Pressenvarianten, wodurch modular übertragbare Mehrkörpersimulationsmodelle generiert werden können. Die Ergebnisse werden auf die Produkte vieler Pressenhersteller übertragbar sein. Damit kann die Anwendung der gewonnenen Methodik ausgeweitet und zur frühzeitigen Optimierung verschiedener Führungs- bzw. Pressenvarianten verwendet werden.

*Hofmann, T.: Modellgestützte Analyse von Pressmaschinen auf Grundlage experimentell verifizierter Parameter*

Forschungsziel des Vorhabens ist es, einen Beitrag zur Verbesserung des Genauigkeits- und Verschleißverhaltens sowie zur Steigerung der Produktivität von Pressmaschinen zu leisten. Dies gelingt maschinenseitig nur mit der Verbesserung der Maschineneigenschaften beispielsweise durch Optimierung von variablen Pressenparametern, der Werkzeuggestaltung sowie der konstruktiven Pressengestaltung. Dazu ist jedoch vertieftes Wissen über die komplexen dynamischen Wechselwirkungen im System „Pressmaschine, Werkzeug und Prozess“ notwendig, welches den Einsatz modellgestützter Analysemethoden unentbehrlich macht. Im Projekt soll deshalb den Forderungen aus der Praxis nach Simulationsmethoden mit verbesserter Aussagefähigkeit, mehr Anwenderfreundlichkeit sowie nach unterstützenden Methoden zur Modellverifikation nachgegangen werden. Projektziel ist somit die Entwicklung eines praxistauglichen Analyse-Werkzeuges auf der Basis vorhandener Modellgrundlagen, welches diesen Anforderungen gerecht wird. In den Schwerpunkten des Vorhabens werden folgende Forschungsergebnisse angestrebt:

- Zur Baugruppenauslegung von Überlastsicherung, Gestell und Pressenaufstellung liegen konkrete Fragestellungen aus verschiedenen Industriebetrieben vor. Verallgemeinerte transparente Referenzmodelle für die wesentlichen Pressenbaugruppen zur Unterstützung der Anwendung der Modellstrukturen in der Praxis.
- Zusammenfassung der Referenzmodelle sowie der notwendigen Vorgehensweisen bei der Modellbildung in einem Methoden-Katalog.

Es werden Referenzmodelle für ausgewählte Pressmaschinen angestrebt, die es dem Anwender ermöglichen, das dynamische Verhalten seiner Presse durch Parametereingabe abzubilden. Ziel ist es, einen Methoden-Katalog zur Verifizierung der Referenzmodelle sowie des Gesamtmodells auf der Grundlage experimentell ermittelter Parameter zu erarbeiten. Dieser Katalog unterliegt dem Anspruch, dass er sowohl für die Begleitung des Pressenbaus beim Hersteller als auch für die Kontrolle der Maschinen während des Einsatzes im Presswerk geeignet sein muss, d.h. es werden geeignete experimentelle Analysemethoden erarbeitet, mit denen die zur Modellabstimmung notwendigen Größen ermittelt werden können.

*Jöckel, M.; Vucic, D.: Spaltprofilieren von Blechplatinen*

Sowohl im Bereich des Bauwesens als auch im Automobil- und Apparatebau werden vielfach verzweigte Profile in großem Umfang benötigt. Beispiele hierfür sind T- bzw. I-Profile, wie sie in Tragwerkskonstruktionen eingesetzt werden. Durch erhöhte Anforderungen in Bezug auf Maßgenauigkeit, Oberflächengüte und Werkstoffeigenschaften ist weiterhin die Nachfrage nach Kaltprofilen stetig steigend.

Stand der Technik bei der Herstellung von Kaltprofilen aus Stahlwerkstoffen mit zwei von der Blechebene wegweisenden Flanschen ist das Fügen einzelner Funktionselemente. Hierbei entstehen technische Problemfelder durch Steifigkeitssprünge und Eigenspannungen in der Gesamtstruktur. Einen weiteren Problemkreis stellt die Prozesssicherheit der Fügeoperationen dar, so dass in der Serienproduktion oftmals nicht die maximal mögliche Produktivität erreicht werden kann.

Möglichkeiten zur Integralbauweise der beschriebenen Profile ergeben sich durch das Spaltprofilieren von Blechplatinen bzw. -coils. Der Grundgedanke dieses Verfahrens ist, die Umformung des Werkstücks durch ein Auseinanderfließen des Werkstoffs, folglich durch einen reinen Umformvorgang, zu realisieren. Dies steht im Gegensatz zu den konventionellen Spaltverfahren, bei denen die Rissbildung gewollt herbeigeführt wird. Das Auseinanderfließen des Werkstoffs wird durch stumpfwinkliger Spaltwalzen bewirkt. Zusätzlich werden senkrecht zur Blechebene am Werkstück Hilfswalzen angeordnet, welche dem Spannungszustand in der Umformzone Druck-



spannungen überlagern. Dadurch wird eine Rissbildung vermieden bzw. das Formänderungsvermögen des Werkstoffs erhöht. Weiterhin wird eine Erhöhung der statischen Betriebsfestigkeit des zu fertigenden Bauteils durch Kaltverfestigung in der Umformzone erreicht.

Die technische Umsetzung des Verfahrens in der Serienproduktion kann auf Walzprofilieranlagen realisiert werden. Hierbei werden ortsfeste Spaltprofiliergerüste in Serie angeordnet, so dass durch mehrere diskrete Umformschritte die gewünschte Endgeometrie erreicht wird.

Das Ziel dieses Forschungsvorhabens besteht darin, die wissenschaftlichen Grundlagen für das oben beschriebene Verfahren des Spaltprofilierens zu erarbeiten und einen geeigneten Werkzeugaufbau zu konzipieren. Hierzu sollen theoretische und experimentelle Untersuchungen eine Charakterisierung der beim Spaltprofilieren wirkenden Mechanismen in Abhängigkeit definierter Prozessparameter ermöglichen.

*Kappes, B.: Untersuchung des Einflusses von unterschiedlichen Werkstückoberflächenstrukturen auf Reibung und Verschleiß in der Kaltmassivumformung*

Wegen der hohen tribologischen Beanspruchung wird in der Kaltmassivumformung in der Regel mit einem Schmiersystem aus Zinkphosphatschicht und Seife auf dem Werkstück und einem zusätzlichen Flüssigschmierstoff gearbeitet. Die Aufbringung und Entfernung der Zinkphosphatschicht stellt eine erhebliche Umweltbelastung dar. Aus diesem Grund ist es sinnvoll, alternative Schmiersysteme zum Einsatz zu bringen und deren Leistungsvermögen auszuschöpfen.

Durch Reibmodellversuche wurde festgestellt, dass die Werkstückoberflächenstruktur auch in der Kaltmassivumformung einen erheblichen Einfluss auf die Reibung hat. Die Oberfläche des Werkstücks kann nicht unabhängig von der Werkzeugoberfläche betrachtet werden. Aus diesem Grund werden in Reib- und Verschleißversuchen unterschiedliche Werkstückoberflächen (gebeizt, gestrahlt, phosphatiert) mit unterschiedlichen Werkzeugbeschichtungen bzw. Werkzeugoberflächen untersucht. Auf die Umsetzung der Erkenntnisse in die Praxis wird besonderen Wert gelegt.

So konnten Erfolg versprechende Tribosystemkomponenten für die Produktion ausgewählt werden. Beispielsweise kann gestrahltes Drahtmaterial reibungsreduzierend wirken, sofern die Strahlparameter und das Strahlgut dem Umformprozess angepasst gewählt wurden. Wird dies versäumt, so kann das Gegenteil eintreten bzw. die Kaltverfestigung, die durch den Strahlprozess entsteht, führt zu starkem Werkzeugverschleiß.

*Metz, C.: Aktiv elastisches Werkzeugsystem zum Dichten und zur Materialflusskontrolle beim Innenhochdruck-Umformen von unverschweißten Blechen*

Das Innenhochdruck-Umformen (IHU) von unverschweißten Blechen ist ein wirkmedienbasiertes Umformverfahren zur Fertigung von komplexen, hohlförmigen Blechbauteilen aus zwei Blechzuschnitten. Die Abdichtung erfolgt dabei durch eine ausreichend hohe Flächenpressung zwischen den Blechplatten im Flansch, von dessen Höhe maßgeblich der Materialfluss und somit das herstellbare Bauteilspektrum abhängt. Die indirekt über die Niederhalterkräfte eingeleitete Flächenpressung wird zudem während der Umformung durch auftretende Blechdickenunterschiede im Flanschbereich beeinflusst.

Ziel eines, von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) im Rahmen des Schwerpunktprogramms „Wirkmedienbasierte Fertigungstechniken zur Blechumformung“ geförderten Forschungsvorhabens ist es, durch die Entwicklung eines aktiv-elastischen Werkzeugsystems (ACTEC) die zum Dichten notwendigen Schließkräfte zu reduzieren, um somit den Materialfluss zu verbessern. Dabei erfolgt die Kompensation der Blechdickenzunahmen im Flanschbereich durch eine lokale Nachgiebigkeit des Werkzeugs, was eine gleichmäßige Flächenpressungsverteilung sowie eine sichere Abdichtung bewirkt. Die lokale Nachgiebigkeit des aktiv-elastischen Werkzeugs basiert auf einer dem herzustellenden Bauteil angepassten Auslegung der lokalen Steifigkeiten des Umformwerkzeugs durch Konturkanäle unterhalb der Niederhalteroberfläche. Durch eine gezielte Druckbeaufschlagung dieser Konturkanäle ist eine Beeinflussung der Niederhalteroberfläche während der Umformung möglich und der Materialfluss kann aktiv beeinflusst werden.

Mit Hilfe von analytischen, numerischen und experimentellen Methoden kann gezeigt werden, dass durch eine entsprechende Auslegung des ACTEC-Systems eine deutliche Verbesserung der Dichtheit bei gleichzeitig erhöhtem Ziehverhältnis und reduzierten Zuhalterkräften erzielt werden kann.

*Nitzsche, G.: Reduzierung des Adhäsionsverschleißes bei der Umformung von Aluminiumblechen*

Zur Reduzierung des Fahrzeuggewichtes werden im Karosseriebau in zunehmendem Maße Aluminiumwerkstoffe eingesetzt. Die Adhäsionsneigung der Aluminiumbleche führt dabei zu Verschleißproblemen in Form von Aufschweißungen am Werkzeug, die wiederum die Bauteilgüte und die Prozessstabilität mindern.

Ziel des Projektes ist die wissenschaftliche Durchdringung der Verschleißmechanismen bei der Aluminiumumformung. Dabei soll insbesondere der Einfluss örtlich hoher Umformtemperaturen auf den Adhäsionsverschleiß untersucht werden. Hierzu

werden die in der Umformzone des Streifenziehversuchs entstehenden Temperaturen mittels Infrarotthermografie erfasst. Weiterhin wird durch gezielte Wärmeeinbringung eine definierte Temperatur in der Umformzone eingestellt, um einen möglichen Zusammenhang zwischen den entstehenden Temperaturen und dem Adhäsionsverschleiß herzustellen. Neben den Untersuchungen zum Temperatureinfluss werden im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse wesentliche Einflussgrößen auf den Adhäsionsverschleiß identifiziert. Daraus sollen Richtlinien zur Verschleißreduktion entwickelt werden.

*Nitzsche, G.: Erweiterung der Formgebungsgrenzen beim Tiefziehen durch Generierung lokaler, hydrostatischer Druckschmierungszustände am Ziehring*

Der Realisierung von Blechbauteilen mit Tiefziehverfahren sind durch die erreichbaren Ziehverhältnisse Grenzen gesetzt. Zur Erweiterung dieser Formgebungsgrenzen bedient man sich verschiedener Sonderverfahren, wie zum Beispiel dem hydromechanischen Tiefziehen. Durch das Ziehen über einen Flüssigkeitswulst tritt hierbei eine Minimierung der Reibkraft am Ziehring auf, wodurch eine erhebliche Steigerung des Grenzziehverhältnisses gegenüber dem konventionellen Tiefziehen möglich ist. Allerdings ist das hydromechanische Tiefziehen mit einem hohen apparativen Aufwand verbunden.

Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, den Effekt des Ziehens über ein Flüssigkeitspolster auch für das konventionelle Tiefziehen zu nutzen. Über einen lokal in den Ziehring eingebrachten Schmierstofffilm soll ein Druckpolster aufgebaut werden, das zu einer vollständigen Trennung von Blech und Werkzeug führt. Die Reibungsminderung am Ziehring führt dabei gleichzeitig zu einer Reduktion der zu übertragenden Kräfte. Da die durch den Werkstoff übertragbare Kraft unverändert bleibt, lassen sich im Vergleich zur konventionellen Prozessführung größere Ziehverhältnisse realisieren. Neben einer Erweiterung der Formgebungsgrenzen sind auch Vorteile bezüglich des Werkzeugverschleißes zu erwarten.

Zur Auslegung der Druckkanäle im Ziehring werden zunächst die Werkzeugbelastungen beim Tiefziehen mit Hilfe der FE-Simulation analysiert und wesentliche Einflussgrößen identifiziert. Darauf aufbauend wird ein Werkzeugkonzept entwickelt und in einen Modellprüfstand zum Tiefziehen implementiert, welcher es ermöglicht, im Kontaktbereich Ziehring-Blech einen Schmierstofffilm unter hydrostatischem Druck einzubringen. Durch Parametervariationen werden die Verfahrensgrenzen identifiziert sowie Prozessführungsstrategien und Gestaltungsrichtlinien entwickelt. Anschließend erfolgt eine Umsetzung im realen Tiefziehprozess.

*Peter, A.: Tribologie beim Innenhochdruck-Umformen*

Das Innenhochdruck-Umformen (IHU) hat sich inzwischen unter den Umformverfahren etabliert. Zur Weiterentwicklung des Verfahrens sind Kenntnisse auf dem Gebiet der Tribologie wichtig. Geeignete tribologische Systeme erhöhen die Prozesssicherheit und Reibzahlen können zur Prozessauslegung mit Hilfe der Finiten-Element-Methode verwendet werden. Im Rahmen vorangegangener Industrieverbundprojekte wurden Prüfstände entwickelt, um Reibzahlen in der Führungs-, Übergangs- und Aufweitzzone beim IHU zu ermitteln. Mit Hilfe dieser Prüfstände können Reibzahlen für bestimmte tribologische Systeme unter Variation der Prozessparameter beim IHU ermittelt werden. In der Fortsetzung dieses Projektes werden grundlegende Untersuchungen anhand dieser Versuchstände durchgeführt.

*Rathmann, T.: Entwicklung eines Technologieprozessors zur Untersuchung des Rundknetens mittels 3D-FEA*

Rundkneten ist ein inkrementelles Umformverfahren, welches den gestiegenen Ansprüchen der modernen Produktionstechnik wie Leichtbau, Prozesskettenverkürzung oder Ressourcenschonung folgen konnte. Die Hauptanwendung findet es in der Herstellung rotationssymmetrischer Werkstücke mit ausgeprägter Längsachse und abgesetzter Mantelgeometrie. Bis heute ist über den Wirkungszusammenhang der verfahrensbestimmenden Parameter nur wenig bekannt. Dies impliziert zum einen Schwierigkeiten bei der konstruktiven Auslegung von Rundknetmaschinen und – betriebsmitteln und zum anderen lange Try-Out-Zeiten bei Wechsel der zu fertigen Bauteilgeometrien.

Sensitivitätsanalysen von Größen beim Rundkneten sind sowohl durch experimentelle Versuche als auch numerische Lösungsansätze möglich. Experimente haben den Nachteil, dass durch sie wichtige Zielgrößen, wie z. B. Spannungen und Dehnungen, nicht ermittelt werden können und dass sie mit hohen Kosten verbunden sind. Numerische Berechnungen in Form von Finite-Elemente-Analysen bieten die Möglichkeit, bei geringeren Kosten alle relevanten Größen bestimmen zu können.

Ziele des Vorhabens waren, grundlegende Erkenntnisse über den Einfluss einzelner Verfahrensparameter auf Werkstofffluss, Spannungen, Dehnungen und den Kraftaufwand beim Rundkneten zu gewinnen. Dies wurde mit Hilfe numerischer Simulationen erreicht, welche zur realistischen Beschreibung der Prozessgrößen eine dreidimensionale Modellierung erforderlich machten. Des Weiteren wurde ein Technologieprozessor entwickelt, welcher, als Schnittstelle zwischen dem Anwender und dem Simulationsprogramm, das Pre- und Postprocessing automatisierte.

*Schäfer, R.: Größeneinflüsse beim Drücken von optischen Bauteilen*

Durch moderne Drückverfahren können rotationssymmetrische Bauteile mit nahezu beliebiger Mantellinie in kleinen bis mittleren Serien kostengünstig hergestellt werden. Für diese Bauteile bestehen neben Anforderungen an die makroskopische Gestalt vielfach auch Produktspezifikationen hinsichtlich der zu erreichenden Oberflächeneigenschaften. Die Realisierung der geforderten Oberflächengüte basiert in der industriell eingesetzten Drücktechnik auch heute noch vorwiegend auf Erfahrungswerten. Die Abhängigkeiten der Oberflächeneigenschaften gedrückter Bauteile von den geometrischen Abmessungen, den Materialeigenschaften sowie den Prozessparametern sind bisher nur ansatzweise erforscht.

Die Grundlagenuntersuchungen zum Drücken optischer Bauteile werden zur Analyse der Zusammenhänge zwischen der Oberflächenausbildung drücktechnisch hergestellter Bauteile und den Prozessparametern durchgeführt. Dadurch soll eine Möglichkeit geschaffen werden, Drückprozesse hinsichtlich der gewünschten Oberflächenstruktur gezielt ausulegen.

Im Rahmen des von der DFG geförderten Forschungsprojektes werden zunächst geeignete Oberflächenkenngrößen ermittelt. Durch gezielte Variation der Prozessparameter in experimentellen und numerischen Untersuchungen werden die Zusammenhänge zwischen den spezifischen Größen des Drückprozesses sowie der mikroskopischen Oberflächenfeingestalt ermittelt. Die so gewonnenen Erkenntnisse werden mit Hilfe statistischer sowie mathematisch-mechanischer Methoden untersucht. Hieraus werden Gesetzmäßigkeiten entwickelt, die dann in kommerzielle FE-Pakete implementiert werden. Abschließend erfolgt eine Validation der so entwickelten Algorithmen durch Vergleich der Simulationsergebnisse mit Realbauteilen.

*Schmidt, J.: Instrumentarium zur ganzheitlichen Beurteilung der Herstellung metallischer Bauteile durch Umformen*

Der SFB 392 erarbeitet Methoden und Instrumente, die den Produktentwickler in allen Phasen der Produktentwicklung unterstützen. Sie sollen ihn in die Lage versetzen, prospektiv die Umweltauswirkungen seines (virtuellen) Produktes über den Lebensweg unter Berücksichtigung technischer und wirtschaftlicher Kriterien zu beurteilen und zu minimieren. Die Aufgabe des Teilprojektes A2 ist dabei die Identifizierung und Bilanzierung relevanter Energie- und Stoffströme durch Prozesskettenanalyse, um die beim Tiefziehen von Tailored Blanks und die beim hydromechanischen Tiefziehen von Blechen entstehenden Umweltbeeinträchtigungen erkennen und bewerten zu können. Daraus werden gestaltspezifische Umweltkenngrößen abgeleitet, die einen direkten Zusammenhang zwischen der Gestalt des hergestellten Werkstücks und den daraus resultierenden Umweltbeeinträchtigungen herstellen.

*Schneider, R.; Schultheis, V.: Linearmotor angetriebene Umformpressen*

In den Bereichen Elektrotechnik und Feinwerktechnik ist ein zunehmender Bedarf an präzisen Miniatur-Blechformteilen und Baugruppen zu verzeichnen. Die wirtschaftlichsten Verfahren zur Herstellung dieser Massenartikel sind Umformverfahren (Schneiden, Biegen, Prägen, Tiefen, Tiefziehen) kombiniert mit Fügeoperationen.

Konventionelle mechanische und hydraulische Pressen sind für die Produktion von Mikroteilen hinsichtlich der Presskräfte überdimensioniert. Zudem ergeben sich durch die geringe Flexibilität lange Rüst- und Einstellzeiten. Außerdem müssen alle Umformoperationen mit dem gleichen Geschwindigkeits-Zeit-Verlauf gefahren werden. Dies widerspricht einer optimalen Prozessauslegung und führt zu erhöhtem Werkzeugverschleiß.

Aufgrund dieser Ausgangssituation wird ein neues Maschinen- und Antriebskonzept zur Herstellung von Mikroteilen entwickelt. Ziel ist es, einen auf unterschiedlichste Umform- und Bearbeitungsvorgänge flexibel anpassbaren Pressenantrieb zu realisieren.

Die Lösung sind hochpräzise Umformeinheiten mit Direktantrieb des Pressenstößels durch Linearmotoren. Die unterschiedlichen Umformoperationen werden auf mehrere modulare Umformeinheiten verteilt.

Die kleinen und kompakten Umformeinheiten können zu einer kompletten Fertigungslinie kombiniert werden. Dabei werden die Umformeinheiten direkt aneinander geflanscht, so dass eine kompakte Modulmaschine entsteht. Durch die Linearmotortechnik können beliebige und an den jeweiligen Prozess angepasste Geschwindigkeits-Weg- und Kraft-Weg-Verläufe des Pressenstößels gefahren werden.

*Schopper, F.: Untersuchung des Systems Presse-Werkzeug-Peripherie zum Innenhochdruck-Umformen*

Das Innenhochdruck-Umformen (IHU) von Rohren hat sich in den vergangenen Jahren neben den konventionellen Umformverfahren etabliert. Es eröffnet die Möglichkeit, komplexe hohlförmige Bauteile mit homogener Festigkeitsverteilung zu produzieren. Innendrucke von bis zu 3000 bar, die für die Umformung der Werkstücke erforderlich sind, haben hohe Beanspruchungen des IHU-Werkzeugs zur Folge. Die dafür benötigten Anlagen sind ein Hauptbestandteil der hohen Investitionskosten des Innenhochdruck-Umformens, die eine weitere Verbreitung des Verfahrens verhindern. Im Rahmen dieses Projekts werden die Beanspruchungen des IHU-Werkzeugs grundlegend untersucht. Durch konstruktive Maßnahmen können versagenskritische Spannungen im Werkzeug reduziert werden. Die Untersuchungen zeigen, dass eine Betrachtung des Werkzeugs nicht ausreicht, sondern der gesamte Kraftfluss in der

IHU-Anlage betrachtet werden muss. Aus den gewonnenen Ergebnissen wird die Konstruktion eines kleinen IHU-Werkzeugs mit integrierter Zuhaltevorrichtung abgeleitet.

*Tibari, K.: Wirkmedienbasiertes Umformen und Fügen von Rahmenstrukturen*

Das Verfahren zum Innenhochdruck-Fügen hohlförmiger Bauteile wurde weiterentwickelt. Im Rahmen der Weiterentwicklung stand die Identifikation festigkeitssteigernder Mechanismen der gefügten Verbindung. Untersuchungsergebnisse konnten den Einfluss der Prozessparameter auf die einstellbare statische Kopfzugfestigkeit der Verbindung darlegen.

## **3 Abgeschlossene Arbeiten**

### **3.1 Habilitationen und Dissertationen**

#### **3.1.1 Habilitationen**

- keine -

#### **3.1.2 Dissertationen**

*Huber, R.*

Hydromechanisches Tiefziehen von Aluminium-Blechen mit thermischer Unterstützung

*Rachor, C.*

Untersuchung unterschiedlicher Drückwalzprinzipien zur Herstellung innenverzahnter Höhlräder

### **3.2 Studien und Diplomarbeiten**

#### **3.2.1 Studienarbeiten**

*Klump, Sasse*

Entwicklung eines FE-Modells zum orthogonalen Fügen hohlförmiger Bauteile mit Innenhochdruck

*Boudjelthia, Khatir*

Konstruktion einer Umformmaschine mit Linearmotorantrieb

*Aleksandrov, Metodi*

Konzeption und Entwicklung einer Steuerungsumgebung zur Erstellung angepasster Hubverläufe für eine Linearmotorpresse

*Vogler, Falko*

Analyse der Topografien unterschiedlich aufgeweiteter Rohroberflächen und deren Einfluss auf die Reibung beim Innenhochdruck-Umformen

*Stolle, Carsten*

Konstruktion eines Werkzeugsystems zum Drückwalzen von Außenverzahnungen



*Haag, Jan-Christoph*

Experimentelle Untersuchungen zum Reib- und Verschleißverhalten von ausgewählten Tribosystemen der Umformtechnik

*Görke, Daniel*

Konstruktive Optimierung einer Linearmotorpresse unter Verwendung von Simulationsmethoden mit dem Ziel des Einsatzes von Leichtbauwerkstoffen

*Schwinn, Jörg*

Konzeption und Auslegung eines Versuchsstandes zum hydromechanischen Tiefziehen mit thermischer Unterstützung

*Kuntz, Christoph*

Konstruktive und messtechnische Optimierung eines Versuchsstandes zur Online-Erfassung von Prozessparametern beim Scherschneiden

*Stutter, Jörg; Stüber Matthias*

Auslegung aktiv-elastischer Niederhalter mit nicht ebenen Trennflächen zum Innenhochdruck-Umformen von unverschweißten Blechpaaren mit Hilfe der numerischen Simulation

### **3.2.2 Diplomarbeiten**

*Cohen, Joel*

Graterkennung und Nachbearbeitung von Leitmetallfelgen

*Schwinn, Jörg Alois*

Wirtschaftlich-technische Analyse zur Abschätzung der Wettbewerbsfähigkeit des Spaltprofilierens

*Röth, Eugenia*

Literaturrecherche zu optimalen Prozessparametern beim Scherschneiden und Tiefziehen/Abstreckgleitziehen

*Böck, Harald*

Mechanische Optimierung und Programmierung der Messwerverfassung einer Vorrichtung zur Bestimmung variabler Krümmungsradien an Kugelschalen

*Ringler, Jens*

Konstruktion alternativer Werkzeugsysteme zum Spaltprofilieren dünner Blechplatten

*Kuntz, Christoph*

Entwicklung eines Verfahrens zur Erweiterung der Formgebungsgrenzen beim konventionellen Tiefziehen durch Generierung lokaler, hydrostatischer Druckschmierzustände am Ziehring

*Scheitza, Matthias*

Entwicklung einer neuen Verfahrenstechnik zur Wirkmedienzufuhr beim Innenhochdruck-Umformen von unverschweißten Blechen

*Wörn, Arno*

Konzeptionelle Auslegung von Umformwerkzeugen zur Innenhochdruck-Umformung

*Vucic, Dragoslav*

Systematische Bewertung alternativer Produktionstechnologien zur Herstellung rotationssymmetrischer Stützkörper von Wellendichtringen

*Brunner, Martin*

Entwicklung einer Methode zur Ermittlung der Produktivität eines Stanzbetriebes und Ableitung unternehmensspezifisch konfigurierter Schulungsmaßnahmen

*Schäfer, Ralph*

Entwicklung eines Tribosystem spezifischen Reibmodells für das Innenhochdruck-Umformen und dessen Implementierung in ein FE-Programm

*Hofmann, Thomas Klaus*

Konzeption eines Linearführungsprüfstands zur Bestimmung des dynamischen Übertragungsverhaltens von Stößelführungen schnelllaufender Umformpressen

*Henkelmann, Michael*

Machbarkeitsstudie und Kostenanalyse zur walzprofilertechnischen Herstellung von geschlossenen Profilen mit über der Längsachse veränderlichen Querschnitten.

*Heiland, Ralf*

Konstruktion eines Werkzeugsystems zu Innenhochdruck-Umformung unverschweißter Blechpaare mit gekrümmter Blechtrennebene.

*Metz, Christoph*

Variantenkonzeption zur serientauglichen Herstellung von Pkw-Ölansaugrohren.

#### **4 Veröffentlichungen und Vorträge**

*Groche, P.; Metz, C.; Kaufmann, M.: Einbindung der Innenhochdruck-Verfahren in die Normenreihe der DIN 8580ff - Ausgabe 2003-09.*

DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN-Fachbericht 137. Berlin, Wien, Zürich: Beuth Verlag GmbH, 02/2004, ISBN 3-410-15814-6

*Groche, P.; Metz, C.: Entwicklung eines aktiv-elastischen Niederhaltersystems für die Hochdruck-Blechumformung.*

Tagungsband zum 3. DFG-Kolloquium, Universität Stuttgart, Wirkmedien Blechumformung (SPP1098). Stuttgart: 12/2003, ISBN 3-9809535-0-5, S. 5-12

*Groche, P.; v. Breitenbach, G.: Investigation of the influence of the pre-hydroforming processes and development of characterization methods for the testing of steel semi-products for hydroforming.*

Tube Veracruz 2003, Torremar, Veracruz, Mexico. International Tube Association, 10/2003

*Groche, P.; Peter, A.: Wirkung von Schmierstoffen in Abhängigkeit von der Oberflächentopografie beim IHU.*

In: Siebert, K.: Hydroumformung von Rohren, Strangpressprofilen und Blechen. Band 3. Stuttgart: Institut für Umformtechnik der Universität Stuttgart, 10/2003, ISBN 3-88355-320-4, S. 293-312

*Groche, P.; v. Breitenbach, G.; Steinheimer, R.; Schmoeckel, D.: Process Stability in the Tube Hydroforming Process.*

In: 53rd CIRP General Assembly, Montreal, Canada . International Institution for Production Engineering Research (CIRP), 08/2003

*Kappes, B; Mauer, G.; Dwuletzki, H.; Sorge, G.; Arfmann, G.; Groche, P.: Umweltfreundliche Kaltmassivumformung-Auch anspruchsvolle Fließpressteile lassen sich phosphatfrei umformen.*

In: Stahl. Düsseldorf: Stahleisenverlag, 08/2003, 4, S. 38f.

*Groche, P.; Metz, C.; Huber, R.: Umformwerkzeug für Blech.*

In: Patentschrift DE 101 60 153 C1. München: Deutsches Patent- und Markenamt, 06/2003

*Groche, P.; Schopper, F.: Das SNAKE-Konzept für IHU-Werkzeuge.*

In: VDI: wt Werkstatttechnik online. Düsseldorf: Springer VDI-Verlag, 05/2003

*Groche, P.; Rathmann, T.: Future Trends of Rotary Swaging.*

In: The Japan Society for Technology of Plasticity (JSTP): Journal of the Japan Society for Technology of Plasticity. Tokyo, Japan: 04/2003, vol. 44 no. 507, pp. 375 - 377

*Groche, P.; Peter, A.: Performance of Lubricants in Internal High Pressure Forming of Tubes.*

In: The Japan Society for Technology of Plasticity (JSTP): Journal of the Japan Society for Technology of Plasticity. Tokyo, Japan: 04/2003, vol. 44 no. 507, 382 - 384

*Groche, P.; Dörr, J.; Erhardt, R.: Halbwarmblechumformung - Werkzeugkonzepte und Verfahrensgrenzen.*

Tagungsband zum 8. Umformtechnischen Kolloquium Darmstadt "Markterfolg durch innovative Produktionstechnik". Bamberg: Meisenbach Verlag, 04/2003, S. 77-93

*Schneider, R.; Groche P.: Linearmotorangetriebene Umformmaschinen.*

Tagungsband zum 8. Umformtechnischen Kolloquium Darmstadt "Markterfolg durch innovative Produktionstechnik". Bamberg: Meisenbach, 04/2003, S. 151-167

*Schopper, F.; Groche, P.: New die and machine concept for tube hydroforming.*

In: Brucato, V.: The 6th International ESAFORM Conference on Material Forming, Università di Salerno, Italy. Palermo: Nuova Ipsa Editore, 04/2003, S. 455-458

*Schopper, F.: Entwicklung einer IHU-Werkzeugpresse.*

Tagungsband zum 9. IHU-Forum, Darmstadt, 03/2003

*Dörr, J.: Innenhochdruck-Umformen mit lokaler Erwärmung.*

Tagungsband zum 9. IHU-Forum, Darmstadt, 03/2003

*Hiestermann, H., Zettler, A., Joeckel, M.: Kosten- und qualitätsorientierter Leichtbau mit Hilfe von Walzprofilieren.*

Tagungsband zum Umformtechnischen Kolloquium Darmstadt, April 2003, Darmstadt

*Groche, P., v. Breitenbach, G., Joeckel, M., Zettler, A.: New tooling concepts for future roll forming applications.*

ICIT conference, April 2003, Bled, Jugoslawien

*Groche, P., Schmoeckel, D.: Kundenspezifische Kaltprofile durch flexibles Walzprofilieren.*

Buch "Marktchance Individualisierung", erschienen im Springer Verlag, 2003

*P. Groche, T. Callies: Tribologie bei der Blechumformung - Einflussgrößen und Parameter.*

Tagungsband zur TAE-Veranstaltung "Tribologie und Schmierung bei der Blechumformung und -bearbeitung"

*Kappes, B.; Erhardt, R.: Einführung in die Verfahren der Kaltmassivumformung.*

Seminar: Möglichkeiten und Grenzen der Kaltmassivumformung, IFU Lüdenscheid; 30.01.03

## 5 Veranstaltungen

9. Forum Innenhochdruck-Umformen, 5./6. März 2003

8. Umformtechnische Kolloquium Darmstadt (UKD), 2./3. April 2003

4. Fachtagung Tribologie, 25./26. September 2003

## 6 Studentenzahlen

TU Darmstadt gesamt: 21.260

Studierendenzahlen WS 2003/2004

lt. Hochschulstatistik

Diplom Maschinenbau

gesamt:		2002
davon:	• Anfänger	460
	• weiblich	164

Bachelor Mechanical and Process Engineering (MPE)

gesamt:		491
davon:	• Anfänger	25
	• weiblich	33

Master Mechanical and Process Engineering (MPE)		
gesamt:		56
davon:	• Anfänger	19
	• weiblich	5
Bachelor Computational Mechanical and Process Engineering (CMPE)		
gesamt:		38
davon:	• Anfänger	16
	• weiblich	7
Master Computational Mechanical and Process Engineering (CMPE)		
gesamt:		9
davon:	• Anfänger	3
	• weiblich	1
Master Paper Science and Technology		
gesamt:		1
davon:	• Anfänger	0
	• weiblich	0

\*) beinhaltet Doppeleinschreibungen