

Für den Erhalt der Innovationsfähigkeit

Profillinie 2: Ganzheitliche Produktion

Durch die Globalisierung der Märkte, die extrem kurzen Produktzyklen und den Trend zu höherer Variantenvielfalt sind die Produktionsprozesse in der klassischen Produktion derzeit im Umbruch. Die Einführung neuer Produkte verlangt neben der Minimierung der "time-to-market"-Zeit und der Reduzierung der Entwicklungskosten ein effizientes Zusammenwirken aller Partner, von der Entwicklung über die Produktion bis hin zum Marketing. Der Maschinenbau benötigt zum Erhalt seiner Innovationsfähigkeit neue, ganzheitliche Ansätze, die die vollständige Digitalisierung der Produktentwicklung bis zur digitalen Produktion/Fabrik und auch die Geschäftsprozesse, das Produktionsmanagement und gesamtwirtschaftliche Aspekte einschließen.

Ziel der Profillinie ist es, Ressourcen und Kompetenzen zu bündeln und unter Beachtung des industriellen Umfeldes und der Veränderungen im Forschungsumfeld in Deutschland und Europa eine "kritische Masse" an F&E-Potenzial zu schaffen, die es erlaubt, an der Spitze der Maschinenbauforschung zu agieren.

Durch die Fakultät für Maschinenbau und ihre An-Institute sowie das eng verbundene Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik wird zusammen ein Drittmittelaufkommen von rund 30 Millionen Euro erwirtschaftet. Das sind - um Investitionen "bereinigt" - mehr als 320 wissenschaftliche Arbeitsplätze. Damit ist Chemnitz bereits heute das herausragende Zentrum der Maschinenbauforschung in Mitteldeutschland.

Virtual Reality Technologien

Kompetenzen in dieser Technologie führen zu preisgünstigerer, stark beschleunigter Produkt- und Prozessentwicklung. Unter anderem werden VR-unterstützte Unter-

suchungen zur Ergonomie durchgeführt sowie Software und mathematische Modelle entwickelt, um zum Beispiel die Konstruktion und Abnahme von Umformwerkzeugen räumlich verteilt zu ermöglichen.

Produktionstechnologien

Forschungsschwerpunkte hier sind vor allem adaptive Konzepte sowie die Simulation von Produkten und Prozessen, um die Entwicklungszeiten bzw. die Kosten zu minimieren. Außerdem steht die Entwicklung innovativer Fertigungstechnologien wie Parallelkinematiken, Schweißtechnologien, Mikrofertigung, Kunststoffverarbeitung und Fördertechnik im Blickpunkt.

Printmedientechnologien

Der Schwerpunkt Druckereitechnik konzentriert sich auf die Neu- und Weiterentwicklung konventioneller Druckverfahren sowie entsprechender Druckfarben und Papiere bzw. auf den Digitaldruck. Der junge Schwerpunkt der „Gedruckten Elektronik“ stellt spezielle Anforderungen an den Maschinenbau als auch an sämtliche angrenzende Wissenschaften. Ein vierter Schwerpunkt ist "Farbe und Dokumente". Hier spielen vor allem Farbmanagement, datentechnische Aspekte der Printmedientechnik, moderne Informationstechnologien sowie die Digitalisierung und Aufbereitung von Dokumenten eine wichtige Rolle.

Intelligente Anlagen

Schwerpunkt ist die Entwicklung von Maschinenintelligenz zum Beherrschen hoher Prozessdynamik. Dafür werden unter anderem IT-basierte Systeme zur Prozessregelung und Systeme zur Kompensation dynamischer und thermischer Einflussgrößen entwickelt. Außerdem werden Konzepte zum Spindel-

monitoring untersucht. Durch den Einsatz geeigneter Überwachungssysteme kann eine hohe Produktivität bei minimalen Maschinenausfallzeiten und kontrollierten Werkstückeigenschaften besser erreicht werden.

Mikrotechnik / Mechatronik

Die zunehmende Nutzung von Überwachungs- und Informationsverarbeitungsfunktionen und deren Umsetzung in mechanische und andere Ausgangssignale im Maschinen- und Fahrzeugbau ist eine Tendenz, die mit der Miniaturisierung der beteiligten Systeme und Komponenten einhergeht. Neben der Miniaturisierung sind Techniken erforderlich, die die Integration sensorischer und aktorischer Elemente einschließlich der erforderlichen Informationsverarbeitung direkt an der Wirkstelle im Maschinensystem beziehungsweise im Fahrzeug ermöglichen.

Strukturleichtbau

Die Reduzierung bewegter Massen bei gleichzeitiger Erhöhung der Steifigkeit und Festigkeit ist Ziel dieses Schwerpunkts. Neue Bauweisen und Produkte unter Verwendung innovativer Werkstoffe und die zur Herstellung erforderliche Produktionstechnik werden hierzu entwickelt.

Produktionsnetze

Als Schwerpunkt der Forschung steht hier die Entwicklung einer Methodik zur ganzheitlichen integrativen Planung und Realisierung des Serienanlaufs (bausteinbasierte Methode) im Vordergrund. Dazu werden Modelle zur innovativen Zusammenarbeit zwischen Unternehmen verschiedener Branchen und Betriebsgrößen über vernetzte Kooperationen erarbeitet. Außerdem beinhaltet dieses Gebiet Untersuchungen über die Gestaltung der zwischenbetrieblichen Transport-



Prof. Dr. Reimund Neugebauer,
Sprecher der Profillinie 2 und Inhaber der
Professur Werkzeugmaschinen

Foto: Ines Escherich

logistik unter dem Aspekt der höchsten Qualitätsanforderungen (spezielle, automatisierungsgerechte Transporthilfsmittel), die Schaffung von neuen Lösungen für den automatisierten Materialfluss, Transport und die Zwischenspeicherung der Baugruppen und Produkte unter Raumbedingungen (Wareneingang und Eingangsprüfung - Vorfertigung - Montage - Prüfung - Verpackung) und intelligente Module der Transport-, Speicher- und Prüftechnik (Einheitliche Schnittstellen für Materialflusstechnik - WT-Systeme).

Prozessgestaltung

Einen wichtigen Anteil an der "Ganzheitlichen Produktion" haben die Fragen Leistungsmessung, Leistungsanreize, Unternehmensführung und -wandel sowie Corporate Finance und ERP Systeme. Um den Produkt-Lebenszyklus optimal zu managen, müssen auch finanzwirtschaftliche Aspekte untersucht bzw. optimiert werden.

Prof. Dr. Reimund Neugebauer

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Profillinie 2
Ganzheitliche Produktion
Prof. Dr. Reimund Neugebauer
Professur Werkzeugmaschinen
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-8068
Fax 0371/531-3772
E-Mail wzm@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/WerkzMasch/

Aus Zwei wird Eins gemacht

Neuartige Kombination von Umformen und Zerspanen in einer Maschine

Während traditionelle Fertigungsverfahren und dazugehörige Produktionssysteme heute weitgehend ausgereizt sind, besitzen Kombinationen von Verfahren sowie Produktionssysteme, die eine breite Palette unterschiedlicher Verfahren in einer Maschine anbieten, noch ein erhebliches Potenzial. An der Professur Werkzeugmaschinen wird dieser Trend aufgegriffen, wobei man sich auch an neuartige Fertigungsverfahren heranwagt.

Bereits seit 1995 wurde im Rahmen des Sonderforschungsbereichs 283 das neue Verfahren Bohrungsdrücken zur umformenden Hohlwellenherstellung schrittweise bis zur Serienreife entwickelt. Im Rahmen des Transferbereichs 50 wird nun dieses immer noch relativ neue Verfahren aufgegriffen und mit geeigneten Pre- und Postoperationen kombi-

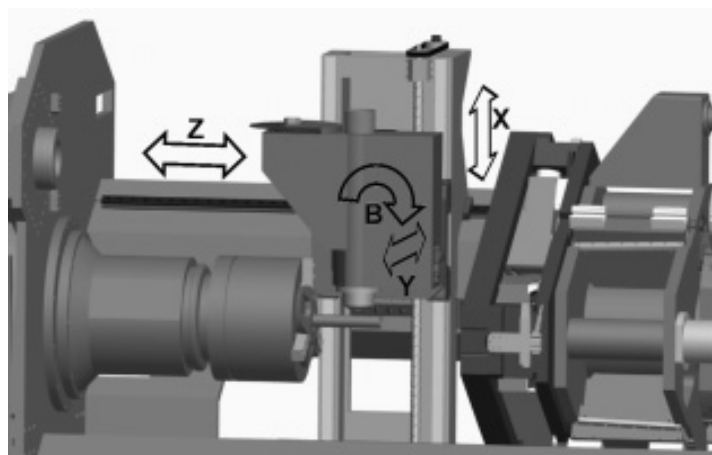
niert. Dabei handelt es sich in erster Linie um eine spanende Vorbearbeitung zur Schaffung geeigneter Voraussetzungen für den Umformprozess, aber auch um eine spanende Nachbearbeitung bis hin zur Komplettbearbeitung. Das heißt: Eine unkonventionelle Umformung und eine traditionelle Zerspanung werden in einer Maschine vorgenommen. Neben dem Wegfall der Transportwege und dem gesparten Aufwand des erneuten Aufnehmens des Werkstücks kann auch die Nutzung der entstehenden Umformwärme für die Zerspanung förderlich sein.

Neben der Kombination zwischen Umformen und Zerspanen wird auch die Kombination aus Umformen und Wärmebehandlung in einer Fertigungseinrichtung betrachtet. Dazu ist eine besondere Temperaturfeldsteuerungseinheit erforder-

lich, die aus einer Aneinanderreihung von Erwärmungs- und Kühleinheiten besteht. Die besondere Herausforderung dabei besteht darin, dass diese Einheit so gestaltet werden muss, dass die hohe Dichte und Intensität der in die Maschine

zu integrierenden Wärmequellen und -senken die Arbeitsgenauigkeit möglichst wenig beeinträchtigt. Dazu müssen die auftretenden thermischen Verformungen genau studiert werden, damit sie durch konstruktive Maßnahmen weitgehend symmetrisch auftreten und somit kompensierbar gestaltet werden können.

*Prof. Dr. Reimund Neugebauer
Professur Werkzeugmaschinen*

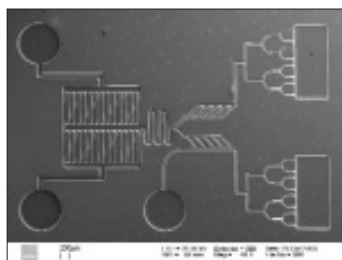


Bohrungsdrückmaschine BDM 2000 mit integrierter Zerspanungseinheit in Position für eine Post-Operation
Grafik: Professur Werkzeugmaschinen

Formgebung auf kleinstem Raum

Wissenschaftler entwickeln Werkzeuge zur Erzeugung von Mikrostrukturen in großen Stückzahlen

Die Miniaturisierung von technischen Geräten für größere Komplexität und Leistungsfähigkeit stellt hohe Anforderungen an deren Fertigung. Die Erfahrungen aus der konventionellen Fertigungstechnik lassen sich nicht 1:1 auf die Fertigung von Miniaturlauteilen und deren Mikrostrukturen übertragen. Hier setzen die neuen Verfahren der Mikrofertigungstechnik an, die eine einfache und kostengünstige Produktion ermöglichen sollen.



Geprägte Mikrostruktur in Glas für eine Anwendung in der Mikrofluidik

Quelle: IWU

Zur Herstellung von Mikrostrukturen in großen Stückzahlen und in einem Arbeitsgang eignen sich um- und abtragende Verfahren besonders. Dafür werden formgebende Werkzeuge benötigt, an deren Oberflächengüte und Präzision höchste Ansprüche gestellt werden: Sie sollen möglichst aus harten, verschleißfesten Werkstoffen bestehen, zum Beispiel aus hochfesten Stählen und Nickelbasislegierungen.

Mit den in der Professur Mikrofertigungstechnik entwickelten Werkzeugen sind neben relativ weichen Werkstoffen (Aluminium, Kunststoff) auch viele schwer zu bearbeitende Materialien, wie Edelstahl, Titan und hochschmelzende Gläser, in höchster Präzision formbar. Diese finden ihren Einsatz vor allem in der Medizin-, der Informations- und Kommunikationstechnik sowie der Automobiltechnik.

Zur Herstellung dieser ver-

schleißfesten Abformwerkzeuge kommen insbesondere spanende und abtragende Verfahren zum Einsatz. Die Professur favorisiert das Drehen, Fräsen und Bohren. Das Mikrofräsen bietet auf Grund der großen Flexibilität des Verfahrens das höchste Anwendungspotenzial. Theoretische und experimentelle Untersuchungen sollen zum einen eine hohe Prozesssicherheit der Fräsbearbeitung sichern und zum anderen die Bearbeitungsgenauigkeiten erhöhen.

Abtragende Verfahren kommen zum Einsatz, wenn spanende Verfahren an ihre Grenzen stoßen, die durch die Härte der zu bearbeitenden Werkstoffe und die minimal herstellbaren Mikrostrukturen gegeben sind. Untersucht werden Verfahren zur Strukturierung mittels Laser sowie das elektrochemische Abtragen.

In der Professur werden Konzepte und Technologien sowohl zur Herstellung von Prototypen als auch von Werkzeugen für die Mikrotechnik entwickelt und erprobt. Dabei werden Einsatzmöglichkeiten und Grenzparameter der jeweiligen Verfahren sowie Möglichkeiten zur Erweiterung ihrer Einsatzgrenzen untersucht.

*Prof. Dr. Andreas Schubert
Professur Mikrofertigungstechnik*



Prägestempel mit Mikrostrukturen

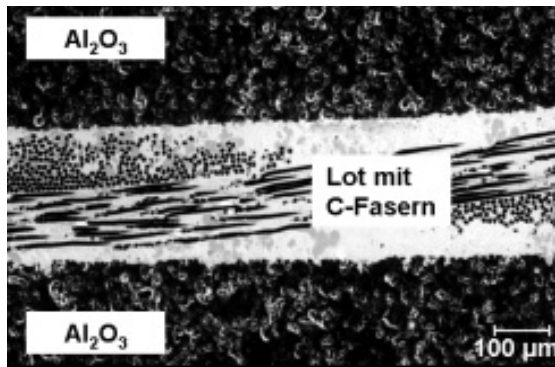
Foto: IWU

Wenn zwei sich binden

Löten von Metall-Keramik-Verbunden und Verbundwerkstoffen

Das Spektrum der Lötverfahren geht weit über die landläufig bekannten Verfahren des Weichlötens in der Elektronikindustrie hinaus. Die Vielfalt neuer Werkstoffe und die Forderung nach Leichtbau für unterschiedliche Einsatzgebiete nimmt ständig zu und erfordert entsprechend angepasste Fügeverfahren. Das Löten ist oft die Alternative zum Schweißen, wenn eine deutlich geringere thermische Bauteilbelastung gefordert wird. Und es ist die Alternative zum Kleben, wenn höhere Festigkeit, Sofortfestigkeit und Alterungsbeständigkeit erwartet werden. Löten wird vorwiegend vor allem zum Fügen unterschiedlicher Werkstoffe eingesetzt.

Forschungsfelder an der Technischen Universität Chemnitz sind das Löten von Metall-Keramik-Verbunden und von Verbundwerk-



Lötverbindung keramischer Grundwerkstoffe mit kohlenstofffaserverstärkten Lötten
Foto: Holger Klose

stoffen. Zwei Beispiele für die Entwicklung sind das flussmittelfreie Löten von Leichtmetallkomponenten, die bisher nur mit großem Aufwand zu löten waren, oder das Hochtemperaturlöten mechanisch hoch beanspruchter Stahlkomponenten.

Prof. Dr. Bernhard Wielage
Professur Verbundwerkstoffe

Eine titanische Erfindung

Neues Verfahren macht Titan-Werkstoffe deutlich kostengünstiger

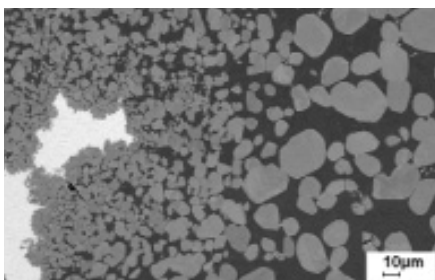
Titanwerkstoffe und besonders Titanaluminide sind wegen ihrer geringen Dichte für Anwendungen als Struktur- und Beschichtungswerkstoff von besonderer Bedeutung. Sie werden zum Beispiel in der Fahrzeug-, Flugzeug- und Raumfahrtindustrie eingesetzt. Nachteilig wirken sich dabei jedoch die relativ hohen Kosten bei der Herstellung und der Weiterverarbeitung dieser Werkstoffe aus.

In Zusammenarbeit mit der Firma Nordmetall entwickelten die Professuren Werkstoffe des Maschinenbaus und Verbundwerkstoffe der TU Chemnitz ein Verfahren, mit dem Titanaluminid-Verbundwerkstoffe jetzt zu einem

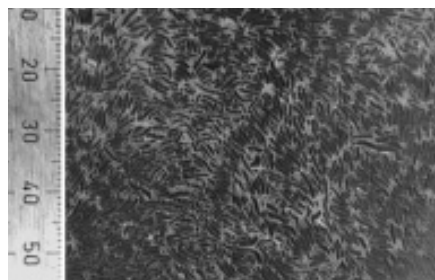
deutlich günstigeren Preis hergestellt werden können als bisher.

Das Verfahren nutzt Abfälle von Aluminium und Titan, die bei der Metallverarbeitung entstehen. Nach Vorbereitung der Ausgangswerkstoffe werden diese gesintert. Je nach Prozesssteuerung entstehen entweder Titanaluminid oder Verbundwerkstoffe aus Titanaluminid mit unterschiedlichen Anteilen an Titan bzw. Aluminium. Die Erfindung wurde im Jahr 2005 patentiert.

Prof. Dr. Lothar W. Meyer &
Dr. Lutz Krüger
Professur Werkstoffe des Maschinenbaus



Gestoppter Herstellungsprozess. Titan, Aluminium und Titanaluminid-Kugeln.



Durchdringungsverbundwerkstoffe aus Titan, Aluminium und Titanaluminid.
Fotos: TU Chemnitz

Jetzt ein Oszillator...

Gedruckte Elektronik auf dem Vormarsch

Bis vor Kurzem drehte sich die Welt der Drucker ausschließlich um den visuellen Eindruck ihrer Druckprodukte. Wie stark ist der Tonwertzuwachs? Stimmen die Druckfarben mit dem Original überein? Seit der Jahrtausendwende jedoch beantworten Wissenschaftler am Institut für Print- und Medientechnik (pmTUC) andere Fragen: Ist die Schicht elektrisch dicht? Was macht die Kennlinie?

Im Jahr 2000 erhielten zwei amerikanische und ein japanischer Forscher für ihre Entwicklungsarbeit zu elektrisch leitenden Polymeren den Nobelpreis für Chemie. Halbleitereigenschaften von Polymeren, die lang als ausschließlich isolierend galten, sind bereits seit Jahrzehnten bekannt. Da viele dieser Polymere in Lösung gebracht werden können, sind sie ähnlich wie Druckfarbe druckbar – die Geburtsstunde der gedruckten Polymerelektronik.

2003 gelang es den Wissenschaftlern am pmTUC, erstmals einen polymerelektronischen Transistor vollständig mit Massendruckverfahren herzustellen. Dazu wurden in einem speziellen Layout verschiedene Schichten von leitenden, halbleitenden und isolierenden Polymeren mit hoher Präzision übereinander auf eine PET-Folie gedruckt. „Während beim klassischen Drucken das Auge entscheidet, steht hier die elektrische Funktion im Vordergrund“, erklärt Prof. Dr. Arved Hübler, der die Forschungen leitet. Dazu müssen bis zu fünf Polymerschichten hauchdünn und passgenau übereinander gedruckt werden. Das Schaltverhältnis (on/ off-ratio) dieser Transistoren liegt bei 100. Seit diesem bahnbrechenden Erfolg wird in mehreren Projekten an der Optimierung und Neuentwicklung von Druckmaschinen und -verfahren sowie der Polymerlösungen gearbeitet.

„Mit gedruckter Polymerelektronik können und wollen wir keine Konkurrenz zur traditionellen

Elektronik sein. Märkte liegen dort, wo sich teure Siliziumelektronik nicht rechnet“, erläutert Prof. Hübler. Angedacht sind insbesondere ein-



Gedruckter Schaltkreis mit 16 Transistoren vom pmTUC
Foto: pmTUC

fache Schaltungen für Billigelektronik und „Ambient Intelligence“, wie zum Beispiel RFID-Tags, Sensoren oder Displays, die in Massen schnell und preiswert gedruckt werden können.

Vor kurzem wurde der erste vollständig gedruckte Oszillator vorgestellt, der im Rahmen des mit zwölf Millionen Euro geförderten EU-Projektes PolyApply (www.polyapply.org) entwickelt wurde.

Prof. Dr. Arved Hübler
Institut für Print- und Medientechnik

NILES-SIMMONS setzt weltweite Impulse im Werkzeugmaschinenmarkt

Am Standort von NILES-SIMMONS in Chemnitz entwickeln zielstrebig innovationsfreudige Mitarbeiter maßgeschneiderte Lösungen für die anspruchsvollen Kunden. Ergebnis sind hochqualifizierte Produkte, innovative Verfahren und Dienstleistungen sowie namhafte Referenzen weltweit. Neben der DIN EN ISO 9001:2000 ist NILES-SIMMONS auch erfolgreich nach der Automobilnorm VDA 6.4 zertifiziert.

Die Produktpalette von NILES-SIMMONS umfasst aktuell sechs verschiedene Werkzeugmaschinenkonzepte, die für unterschiedliche Industriezweige konzipiert sind:

- CNC-Schrägbett-Drehzentren für den allgemeinen Maschinenbau
- CNC-Dreh-Fräs-Bohr-Bearbeitungszentren für den Sondermaschinenbau
- Vertikale und Horizontale Dreh-Bearbeitungszentren für den Automobilbau
- Universale und Hochgenauigkeits-Fräs-Bearbeitungszentren für den Werkzeug- und Formenbau
- Planung und Realisierung kompletter Fertigungslinien (Turnkey Projekte)
- Sondermaschinen für den Motorenbau

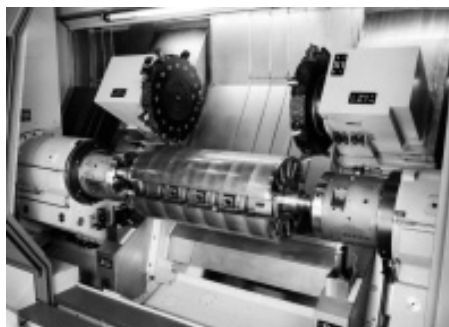
Alle NILES-SIMMONS CNC-Maschinen sind als modulares Baukastensystem konzipiert und werden nach teilespezifischen Anforderungen der Kunden gefertigt.



Blick in die Montagehalle



CNC-Dreh-Fräs-Bohr-Bearbeitungszentrum N 40 MC



Arbeitsraum der CNC-Drehmaschine N 40 LT, 4-Achs Steuerung



Kurbelwellen Fräs-Bearbeitungszentrum N 30 CM

Kontakt

NILES-SIMMONS
Industrieanlagen GmbH
Zwickauer Straße 355
09117 Chemnitz

Telefon: 0371 - 802 0
Telefax: 0371 - 852 578
E-Mail: info@niles-simmons.de
Internet: www.niles-simmons.de



CHEMNITZ
NILES-SIMMONS

The Technology Provider

NILES-SIMMONS entwickelt ständig die Produkte und Technologien mit der Zielsetzung, den Maschinen und Anlagen eine lange Lebensdauer, höchste Qualität und Produktivität, eine hohe Steifigkeit und damit Langzeitgenauigkeit sowie beste Eignung für die Trocken- und Hartbearbeitung zu garantieren. Im Vordergrund steht dabei die Optimierung technologischer Prozesse bzw. die Technologiesubstitution nach den anspruchsvollen Markt- und Kundenanforderungen.

Die Flexible Kurbelwellen-Fertigungslinie stellt die neueste Entwicklung von NILES-SIMMONS dar, die bereits in der Praxis erfolgreich umgesetzt wurde. Auf einer solchen flexiblen Fertigungslinie können in der Automobilindustrie und in der Automobilzulieferindustrie erstmalig die unterschiedlichsten Typen und Größen von Kurbelwellen über eine Linie gefertigt werden. Kernstück dieser Flexibilität ist eine neuartige Verkettung von Maschinen und Werkstücktransport, so dass eine gleitende Umrüstung ohne Anlagenstillstand innerhalb von 30 Minuten möglich ist. NILES-SIMMONS bietet dieses neue Konzept als Turnkey-Projekt von der Planung bis zur Ausführung weltweit der Automobilindustrie und der Kurbelwellen-Zulieferindustrie an.

Unternehmen am "virtuellen Stammtisch"

SFB 457 erforscht Fertigungs- und Produktentwicklungskompetenz hierarchieloser regionaler Produktionsnetze

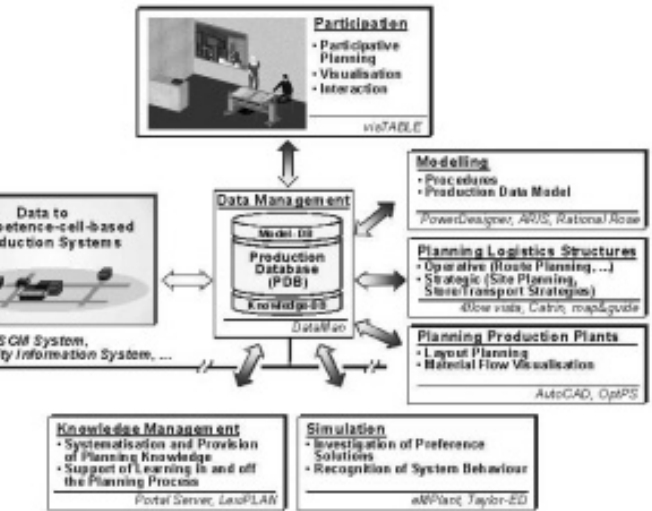
Regionale wirtschaftliche Netze gab es schon immer: Früher trafen sich die Männer im Verein oder am Stammtisch, kamen ins Reden und beschlossen dann: "Wir machen mal was zusammen".

Ähnliches planen Wissenschaftler der TU Chemnitz im Sonderforschungsbereich 457 "Hierarchielose regionale Produktionsnetze". Ihr Ziel: Eine Plattform zu schaffen, in deren Rahmen sich die zahllosen kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU) der Region miteinander vernetzen können, um gemeinsam an Aufträge zu kommen, die sie allein nicht stemmen könnten. Je nach eingehendem Auftrag sollen die eingetragenen Unternehmen entsprechend ihren Kompetenzen zu einer temporären Wertschöpfungskette zusammengefügt werden: Jedes der Unternehmen erledigt dann den Teil des Auftrags, den es am besten

kann - Unternehmen A zum Beispiel die Produktion, Unternehmen B die Logistik und Unternehmen C das Marketing.

Durchgespielt wird dieses Modell von den Wissenschaftlern der TU am Beispiel einer Motorspindel, die neu entworfen werden muss. Die Auftragsabwicklung in der Produktentwicklung basiert im Modell des SFB auf einem Netz gekoppelter Kompetenzzellen - autonomer Leistungseinheiten mit unterschiedlichen Fähigkeiten.

An der Professur Werkzeugmaschinen der TU Chemnitz wurde hier-



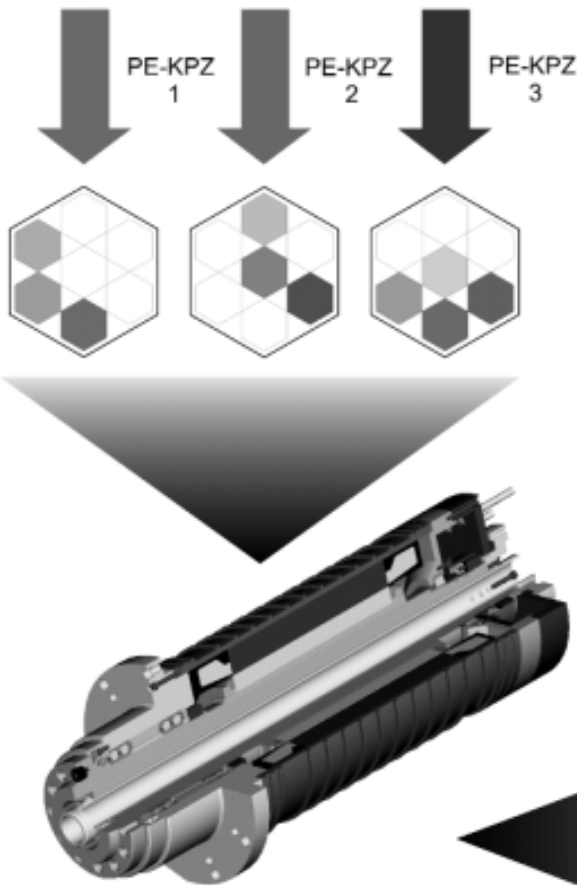
Netzplanungsassistent

Quelle: SFB 457

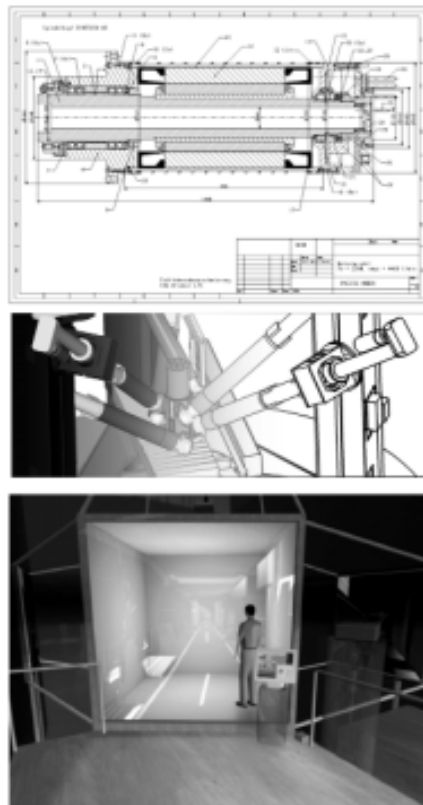
zu beispielsweise bisher die Konstruktionssystematik der Phasen der Produktentwicklung analysiert, die Dienstleistung der Produktentwicklung als Geschäftsobjekt der Kompetenzzelle betrachtet sowie spezifische

Produktentwicklungsmethoden untersucht. Anschließend standen die Zerlegung des Partialgeschäftprozesses der Produktentwicklung, die Abgrenzung in sinnvoll teilbare Leistungseinheiten und die Modellierung des Partialmodells der Produktentwicklung im Vordergrund. Der Produktentwicklungsprozess wurde den Erfordernissen des kompetenzzellenbasierten Lösungsansatzes angepasst. Die Kompetenzkomponenten der Fach- und Methodenkompetenz sowie die nicht-personellen Ressourcen der Produktentwicklungskompetenzzelle wurden beschrieben und bilden nunmehr die Basis für die weiteren Forschungsaufgaben.

Zeitgleich ausgeführte Arbeiten beinhalteten die Methodenanalyse und -entwicklung der Virtual Reality (VR)-Technologien im Kompetenznetz. Die Kompetenzkomponenten VR wurden konzeptionell ausgearbeitet und deren Praxistauglichkeit unter dem Aspekt der Produktentwicklung in hierarchielosen Netzen untersucht. Im Weiteren erfolgte die Festlegung der Kriterien für die VR-unterstützte Produktentwicklung.



Produktentwicklung am Referenzprodukt Motorspindel



Grafik: Professur Werkzeugmaschinen

Prof. Dr. Egon Müller, Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb, Prof. Dr. Reimund Neugebauer & Prof. Dr. Dieter Weidlich, Professur Werkzeugmaschinen

Silizium hilft

Messen im Nanobereich

Ein Nanometer entspricht dem Milliardstel eines Meters. Wenn man bedenkt, dass ein Haar schon insgesamt 50.000 Nanometer dick ist, wird schnell klar, dass Strukturen unter 100 Nanometer nicht mehr mit einem normalen Lineal gemessen werden können. An der Professur Fertigungsmesstechnik und Qualitätssicherung der Technischen Universität Chemnitz müssen deshalb Oberflächenmessgeräte für Messungen im Nanometerbereich "fit gemacht" werden.

Oberflächenmessgeräte tasten ein Bauteil mit einer Diamantspitze ab und erstellen ein Oberflächenprofil. Störgrößen, wie zum Beispiel Schwingungen, Temperaturschwankungen oder Messgeräteabweichungen verfälschen das Oberflächenprofil. Zur Reduzierung der Verfälschungen für Messungen im Nanometerbereich ist daher die Weiterentwicklung der Messgeräte notwendig. Das setzt Oberflächen zum Vergleich voraus, die feinere Strukturen haben als die zu beurteilenden Produktoberflächen.

Für die Nanometermesstechnik bedeutet das, dass die Flächen ideal sein müssen. Mit den derzeit bekannten Fertigungsprozessen sind ideale Flächen auf Oberflächen nicht herstellbar. Bei der Suche nach idealen Flächen konnte aber die Natur helfen: Gewachsene einkristalline Siliziumflächen mit Abweichungen unter einem Nanometer entstehen bei der Herstellung von Siliziumwafern. Mit diesen Siliziumflächen können die Messgeräte so modifiziert werden, dass Messgeräte präzise beurteilt werden können. Sind Messgeräte in der Lage, einzelne Nanometer getrennt voneinander zu erfassen und darzustellen, bedeutet das, sie sind für die Nanometermesstechnik "fit".

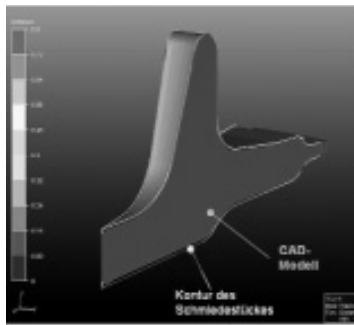
Prof. Dr. Michael Dietzsch
Professur Fertigungsmesstechnik und
Qualitätssicherung

Automatische Kompensation

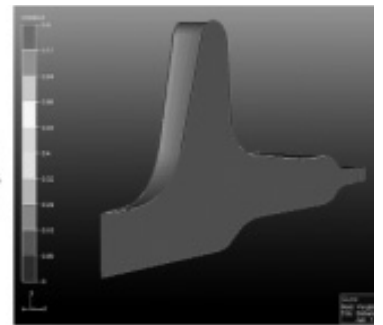
Prozesssimulation ermöglicht früheres Eingreifen beim Umformen

Innovative Werkstoffe, Prozesssimulation und Fertigungstechnologien in der Massivumformung sind ein entscheidender Schlüssel zum Erhalt und Ausbau der Wettbewerbsfähigkeit. Im Bereich der Umformtechnik leistet die Prozesssimulation hierzu einen wesentlichen Beitrag. Dabei stehen nicht nur Fragen der werkstückseitigen Simulation im Vordergrund, sondern auch die Werkzeugauslegung, Festlegung der Folgeoperationen, Gefügeanalyse, Datenmanagement und die Integration in den Gesamtentwicklungsprozess sind von zunehmender Bedeutung.

Im Bereich der Umformtechnik spielt bei der Auslegung von Schmiedewerkzeugen die elastische Gravuraufweitung, die zu unerwünschten Geometrieänderungen des Werkstücks führt, eine wesentliche Rolle. Mittels eines Korrekturalgorithmus, der vorhandene Simulationsergebnisse verwendet, wird die Originalwerkzeuggeometrie einflussgrößenabhängig korrigiert. Dabei werden Simulationsparameter, wie zum Beispiel Temperatur, Reibung und Wärmeleitfähigkeit,



Abweichende Ist-Geometrie



Korrigiertes CAD-Modell

Korrektur der Werkzeuggeometrie

Quelle: FTU

zur Erzeugung der neuen Geometrie berücksichtigt. Es ergibt sich ein neuer Gravurverlauf, der die elastische Aufweitung des Gesenkes im Prozess berücksichtigt. Die Geometrieabweichungen des Schmiedeteils, welche durch die thermomechanischen Belastungen aus dem Umformprozess entstehen, können hierdurch in einem frühen Stadium der Entwicklungskette automatisch kom-

pensiert werden, was so auch zu Kosten- und Zeitvorteilen führt. Die Rückführung der kompensierten Werkzeugdaten in das entsprechende CAD-System stellt damit ein innovatives Hilfsmittel bei der Generierung der neuen Werkzeugmodelle dar.

Prof. Dr. Birgit Awiszus
Professur Fertigungstechnik/Umformverfahren

Virtuell zu neuen Maschinen

Der Einsatz von VR-Technologien verändert den Konstruktionsprozess



Anja Böhm, Torsten Polzin und Holger Zickner (v.l.) vom "Virtual Reality Center Production Engineering" der TU Chemnitz überprüfen eine Werkzeugmaschinenkonstruktion in der 3D-Simulation.

Foto: TU Chemnitz/Uwe Meinhold

Mit dem Einsatz von Virtual-Reality (VR)-Technologien im Konstruktionsprozess ergibt sich ein innovativer und vielversprechender Ansatz, um Forderungen nach kürzeren Entwicklungszeiten, kundenindividuelleren Systemlösungen oder Minimierung von Investitionsrisiken nachkommen zu können. Allerdings sind die Potenziale

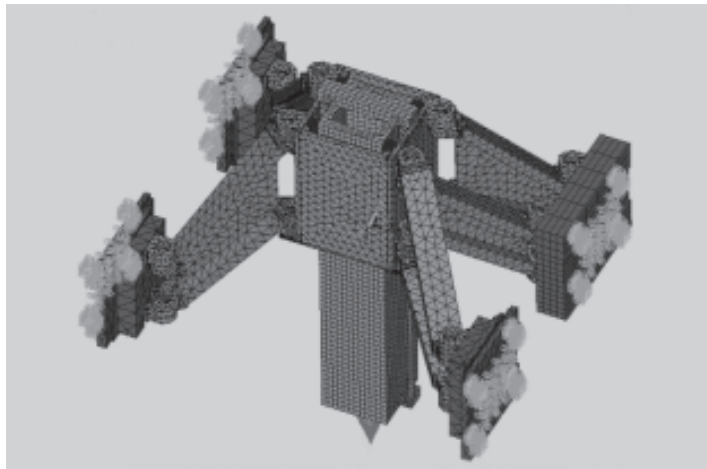
dieser Schlüsseltechnologie sowohl hinsichtlich der eingesetzten VR-Basistechnologien als auch der Integration in bestehende CAx-Systeme längst noch nicht vollständig erschlossen. Das unter der Bezeichnung VRax® in der Entwicklung an der Professur Werkzeugmaschinen befindliche VR-basierte System zur durchgängigen, fachübergreifend konsistenten und transparenten Konzeption und Konstruktion von Werkzeugmaschinen vereint dabei neue konstruktionsmethodische Ansätze zur immersiven Modellierung von Werkzeugmaschinen mit neuen hardware- und softwaretechnischen Lösungen aus dem Bereich der VR-Basistechnologien. Mit diesem System wird aufgezeigt, wie Virtual Reality erstmals produktiv zur immersiven Modellierung als aktives Entwicklungs- und Konstruktionsmedium eingesetzt werden kann und wie sich in absehbarer Zukunft eine VR-basierte Konstruktion von Werkzeugmaschinen gestalten wird.

Prof. Dr. Reimund Neugebauer
Professur Werkzeugmaschinen

Simulationsbegleitete Entwicklung

Ideen reifen im Computer: Fertigungsmaschinen unter Leichtbauaspekten

Die Neuentwicklung einer Fertigungsmaschine in Hybridkinematikbauweise für den Werkzeug- und Formenbau erfolgte an der Professur Werkzeugmaschinen mit Hilfe von Simulationswerkzeugen. Bei der Eigenschaftsoptimierung wurde die Finite Elemente Methode verwendet, um eine maximale Steifigkeit bei minimalem Gewicht zu berechnen. Es zeigte sich, dass sie gegenüber der Mehrkörpersimulation eine wesentlich höhere Ergebnisvielfalt aufweist und deshalb in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird. Das Ziel, eine hohe Verfügbarkeit von relevanten Maschineneigenschaften zu erhalten, die dem jeweiligen Stand der Entwicklung entsprechen, erforderte neue Konzepte der Modellbildung. Ein wichtiger Arbeitsschwerpunkt war die effektive Integration von lokalen Optimierungsergebnissen in das globale Gesamtmodell, was durch das konsequent angewendete



Komplexes FEM-Modell einer Fertigungsmaschine in Hybridbauweise für den Werkzeug- und Formenbau
Grafik: Professur Werkzeugmaschinen

Konzept der Baugruppenmodellierung und der Parametrisierung erreicht wurde. Für die Modellierung kam das Softwarepaket ANSYS zum Einsatz.

Prof. Dr. Reimund Neugebauer
Professur Werkzeugmaschinen

Intelligente Produktionsanlagen

Messtechnische Applikationen für die aktive Schwingungskompensation

Im Bereich der spindelgetriebenen Werkzeugmaschinen sind die dynamischen Eigenschaften der Antriebskonfiguration grundlegend für die Bearbeitungsgeschwindigkeit und die erreichbare Genauigkeit des zu bearbeitenden Werkstückes verantwortlich. Deshalb stellen sie nach wie vor ein aktuelles Forschungsfeld der Professur Werkzeugmaschinen dar.

Häufig werden Kugelgewindetriebe mit Doppelkugelmuttern eingesetzt. Die Mutternhälften befinden sich in einem gemeinsamen Gehäuse, welches sich in Längsrichtung auf einer angetriebenen Spindel bewegt und über weitere Bauteile mit der Bearbeitungseinheit verbunden ist. Die Vorspannung zwischen den Mutternhälften wird über zylindrische Schraubendruckfedern erzeugt. Mit dem Einsatz von Aktoren auf der Basis aktiver Werkstoffe soll die Vorspannung zwischen den Mutternhälften für den dynamischen Betriebsfall verändert werden. Dafür werden piezokeramische Festkörper oder Formkomposite eingesetzt. Für den statischen Betriebsfall ist auch der Einsatz von Formgedächtnislegierungen angedacht. Mit der variablen Vorspannung werden folgende Ziele verfolgt: aktive Kompensation axialer Schwingungen des Spindeltriebes, verbesserte Endlagendämpfung, variabel einstellbare Steifigkeit des Kugelgewindetriebes und verschleißarmer Betrieb im Spindelschnellgang.

Um die genannten Ziele zu realisieren, muss eine Möglichkeit geschaffen werden, die Vorspannung zwischen den Mutternhälften messtechnisch zu erfassen



Kompensationseinheit mit DMS-Technik
Foto: Fraunhofer IWU Dresden

und in ein geschlossenes Sensor-Regelungs-Aktor-Konzept für den Spindeltrieb zu integrieren. Diese Aufgabe wurde mit Dehnungsmessstreifen (DMS) gelöst. Zusätzlich wurden Leiterplatten mit dem CAD-System Eagle für die elektrische Anbindung der Aktoren entwickelt. Die Auswahl der Applikationsstellen für die Dehnungsmessstreifen wurden im Vorfeld mit einer FEM-Simulation getroffen.

Prof. Dr. Reimund Neugebauer
Professur Werkzeugmaschinen

Visioplastizität

Wolframkugeln zeigen Formänderungen an

Die Methode der Visioplastizität ist die Grundlage für eine Vielzahl von unterschiedlichen Feldmessverfahren. Das Prinzip beruht auf dem Aufbringen orthogonaler Linien auf eine in der Bewegungsrichtung liegende Symmetrieebene des zu verformenden Körpers. Diese Linien verformen sich während des Umformvorganges exakt so wie das Werkstück. Mit mathematischen Methoden kann dann auf die Verformung des Werkstoffes geschlossen werden. Problematisch sind extrem große Verformungen oder schnell ablaufende Prozesse, bei denen im Werkstück hohe Temperaturen entstehen. Dabei werden die aufgetragenen Raster beschädigt oder abgelöst. So ist es unmöglich, die Verformungen zu ermitteln. Leider trifft dies auf viele fertigungstechnisch relevante Prozesse zu, die sich damit einem vertieften Verständnis der ablaufenden Vorgänge entziehen. Aus diesem Grund wurde an der Professur Werkstoffe des Maschinenbaus die Methode der Visioplastizität auf die Mikrostruktur eines Modellwerkstoffes abgebildet. Dabei handelt es sich um einen gesinterten Werkstoff, bei dem Wolframkugeln in einer Eisen-Nickel-Cobalt-Matrix eingebettet sind. Dabei sind die Wolframkörner vor der Verformung nahezu rund und verformen sich unter der Wirkung des technologischen Prozesses entsprechend ihrer Belastung. Aus der Form der Körner nach der Verformung kann auf die lokalen Formänderungen geschlossen werden. Dazu kommt ein eigens an der Professur Werkstoffe des Maschinenbaus entwickeltes Computerprogramm zur Anwendung. So werden auch Prozesse mit Hilfe der Methode der Visioplastizität untersuchbar, die sich bisher dieser Auswertung entzogen haben.

Prof. Dr. Lothar W. Meyer & Dr. Thorsten Halle
Professur Werkstoffe des Maschinenbaus