Sonderausgabe Auto & Verkehr

TU-SPEKTRUM

DAS MAGAZIN DER TECHNISCHEN UNIVERSITÄT CHEMNITZ

FORSCHUNG RUND UMS AUTO

Die TU Chemnitz – ein kompetenter Partner für die Automobil- und Zulieferindustrie

100 JAHRE AUTOMOBILBAU
WIRTSCHAFTSREGION
CHEMNITZ-ZWICKAU

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

Dieselsysteme

Absolventen w|m
Praktikanten w|m
Diplomanden w|m

Innovationsfähigkeit und Know-how-Vorsprung bestimmen den Bosch Unternehmenserfolg. Meistern Sie zusammen mit uns neue Aufgaben durch Ihre Bereitschaft, ständig Neues zu lernen. Am Standort Stuttgart-Feuerbach entwickeln, fertigen und verkaufen wir moderne Produkte und Komponenten der Kraftfahrzeugtechnik. In Feuerbach sind sowohl der Querschnittsbereich Informationsverarbeitung als auch der Produktbereich Automatisierungs- und Montagetechnik angesiedelt. Hier bestehen attraktive Einstiegsmöglichkeiten für Absolventen und hochinteressante Themen für Studienarbeiten, Praktika und Diplomarbeiten. **Ihre Aufgabe:** ▸ Mitarbeit an technisch innovativen Projekten im Bereich Entwicklung, Applikation, Fertigung, technischer Verkauf, Controlling und Materialwirtschaft **Ihr Profil:** ▸ Studium der Ingenieurwissenschaften wie Elektrotechnik, technische Informatik, Mechatronik, Maschinenbau, Fahrzeugtechnik, Feinwerktechnik, Wirtschaftsingenieurwesen oder Wirtschaftsinformatik und Betriebswirtschaft

Jeder Erfolg hat seinen Anfang. Bewerben Sie sich jetzt.
Kennziffer 57090602.
Robert Bosch GmbH
Personalabteilung, Feuerbach, Nadine Nafz
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart
Telefon 0711 811-31978
nadine.nafz@de.bosch.com

www.bosch.de/jobs

BOSCH

Nicht allein der Motor muss gezüchtet werden

Chemnitzer Forscher stellen sich mit vielen Innovationen den Forderungen der Automobiltechnik

Gegenwärtig werden jährlich etwa 60 Millionen Autos produziert, davon 17 Millionen in Europa. Prognosen sagen eine Steigerung auf knapp 70 Millionen bis 2007 voraus. Die Zahlen machen deutlich: Autohersteller und -zulieferer bleiben auch in Zukunft wichtige Impulsgeber für die wirtschaftliche Entwicklung einer Region.

Sachsen hat schon in den ersten Kapiteln der Automobilgeschichte Deutschlands Zeichen gesetzt. Horch, Audi, Wanderer, DKW haben in der Region Chemnitz-Zwickau eine Wirtschaftsbranche begründet, die 100 Jahre später erneut boomt. Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft sind selten so erkennbar miteinander verbunden wie im Automobilbau Südwestsachsens. Die Tradition ist nie abgerissen - trotz tiefer Einschnitte durch Kriege und gesellschaftliche Umbrüche.

Mobiles Sachsen

Heute stehen in Sachsen die modernsten Autofabriken Europas. Die Volkswagen-Werke in Mosel, Chemnitz und Dresden sowie Porsche und BMW in Leipzig sind die fünf Leuchttürme. Sie haben zahlreiche Zulieferfirmen angelockt und reaktiviert, die einen großen Teil der Fertigung und Forschung leisten: 60.000 Menschen in 450 Betrieben.

100 JAHRE AUTOMOBILBAU WIRTSCHAFTSREGION CHEMNITZ-ZWICKAU

Dass die Autobranche wieder aufblüht, verdankt sie auch der Geschichte und Kultur des Standortes, dem hier vorhandenen Arbeitskräftepotenzial, den Ideen der Mitarbeiter, ihren typischen sächsischen Tugenden: helle, vigelant, pragmatisch. Diese glückliche Konstellation eröffnet der Region große Chancen, auch weiterhin und unter den Bedingungen der Globalisierung ein führender europäischer Standort zu sein.

Von Sicherheit bis Fahrspaß

Die wichtigsten Forderungen in der Automobiltechnik sind heute höhere Sicherheit, bessere Qualität und höhere Zuverlässigkeit, höherer Komfort sowie höhere Umweltfreundlichkeit und höherer Fahrspaß. Um sie zu erfüllen, ist eine immer größere Zahl intelligenter Funktionen erforderlich. Aufwändige und teure mechanische und hydraulische Funktionen werden durch elektronische ersetzt. Zu den wichtigsten gehören Motormanagement, vorausschauende Diagnose, Stabilitätsregelung, Fahrerassistenzsysteme, Fahrer-Fahrzeug-Kommunikation, adaptive Scheinwerfer, steer-by-wire, brake-by-wire, drive-by-wire. Dafür werden mikroelektronische und mikromechanische Sensoren benötigt, die zum Beispiel den Bewegungszustand des Fahrzeuges bestimmen, den Straßenzustand erfassen, ihr Umfeld sehen sowie Druck, Massenfluss und chemische Größen detektieren können. Die Elektronik-Funktionen bilden das Nervensystem. Ihre Weiterentwicklung erfolgt unter einem großen Wettbewerbsdruck, der zu einem Preisverfall der Komponenten führt. Während der Elektronik-Anteil stark zunimmt, bleibt sein Wertanteil am Produkt Auto etwa konstant - schwierig für die Elektronik-Zulieferer, gut für die Kunden!

Prof. Dr. Wolfram Dötzel: "Die TU Chemnitz ist mit ihrem Forschungspotenzial ein wichtiger Partner der Automobil- und Zulieferindustrie."

Foto: Christine Kornack

Gleichermaßen wichtig wie die Funktionalität des elektronischen Nervensystems sind eine optimierte Gestaltung und Dimensionierung aller mechanischen Baugruppen. Dazu gehört die Verbesserung von Motor und Getriebe unter den Aspekten Leistung, Verbrauch, Langlebigkeit, Recycling, Schadstoff- und Lärmemission ebenso wie die Entwicklung neuer Materialien, in die intelligente Funktionen beispielsweise zur Schwingungsdämpfung in Abhängigkeit von der Fahrsituation integrierbar sind, oder aerodynamische Untersuchungen. Eberan von Eberhorst, exzellenter Techniker und Wissenschaftler der Auto Union in Chemnitz und Zwickau (1933-1941), beschrieb das notwendige Zusammenspiel aller Baugruppen wie folgt: "Also nicht allein der Motor muss gezüchtet werden, auch der Entwicklung des Fahrwerks, der Bremsen, der Kraftübertragung ist gedacht, und zwar muss alles harmonisch ausgeglichen werden, um aus jedem Teil das letzte herauszuholen und doch innerhalb der Sicherheitsgrenzen zu bleiben".

"Das Auto ist nicht nur ein hochtechnisches Vehikel. Es beeinflusst unsere Gesellschaft, die Lebensgewohnheiten, die Mobilität in der Arbeits- und Freizeitwelt in vielfältiger Weise."

Was in der Rennabteilung der Auto Union für die Entwicklung der legendären Silberpfeile galt, ist 70 Jahre später immer noch aktuell. Das Innenleben heutiger Autos ist viel komplexer geworden. Das Zusammenwirken aller Baugruppen kann nur durch fortschrittliche Konzepte und Technologien realisiert werden. Das stellt für Forscher und Entwickler neue Herausforderungen dar.

Das Auto ist aber nicht nur ein hochtechnisches Vehikel. Es beeinflusst unsere Gesellschaft, die Lebensgewohnheiten, die Mobilität in der Arbeits- und Freizeitwelt in vielfältiger Weise. Daraus entstehende Fragen richten sich an die Ingenieurdisziplinen Maschinenbau, Elektrotechnik und Informationstechnik wie auch an Informatiker, an Natur-, Wirtschafts- und Geisteswissenschaftler. Ihre Beantwortung erfordert fachübergreifende Forschungen. Universitäten mit ihrem Forschungspotenzial sind deshalb ein wichtiger Partner der Autoindustrie. Sie können zu Innovationen beitragen.

Innovationen aus Chemnitz

An der TU Chemnitz wird in allen sieben Fakultäten zum Thema Automobil geforscht. Die vorliegende Sonderausgabe des "TU-Spektrum" widerspiegelt die Breitbandigkeit der untersuchten Fragestellungen. Es ist Beitrag zum Jubiläum "100 Jahre Automobilbau in der Region Chemnitz-Zwickau" und zugleich ein Vorbote für den Tag der Automobilforschung an der Chemnitzer Universität am 21. Oktober 2004.

Prof. Dr. Wolfram Dötzel
Prorektor für Forschung

Umfangreiche Typberatung bei Schloz Wöllenstein.

Bei Schloz Wöllenstein beginnt die Typberatung nicht erst bei der Auswahl der Sitzbezüge. Denn bei uns finden Sie sogar die Automarke, die am besten zu Ihnen passt. Als größter Mercedes-Benz-Partner in den neuen Bundesländern führen wir neben allen Modellen mit dem Stern auch die Marken Chrysler, Jeep und Smart. Je nachdem, ob Sie es elegant mögen, gern sportlich fahren oder in jede Parklücke kommen wollen. Für jeden Typ stehen bei uns die Top-Marken bereit. Dazu gibt es bei Schloz Wöllenstein einen erstklassigen Service. Denn als Mercedes-Benz-Partner sind wir vor allem eines: Partner für anspruchsvolle Autofahrer.

Schloz Wöllenstein
Mercedes-Benz PKW & Nutzfahrzeuge | smart | Chrysler | Jeep | EVO-Bus
Chemnitz – Annaberg-Buchholz – Freiberg – Frankenberg

Werner-Seelenbinder-Str. 11b • 09120 Chemnitz • Tel. 03 71/52 23 - 0 • Fax 03 71/52 23 - 197 • www.swmb.de

IMPRESSUM

Herausgeber:
Der Rektor der Technischen Universität Chemnitz
Prof. Dr. Klaus-Jürgen Matthes

Redaktion dieser Ausgabe:
Dipl.-Ing. Mario Steinebach *(MSt)*, Chefredakteur
Alexander Friebel *(AF)*, Wissenschaftsredakteur
Christine Häckel-Riffler *(HR)*, Redakteurin
Volker Tzschucke *(VTZ)*, Student

Satz dieser Ausgabe:
Christine Häckel-Riffler &
PrintDesign GmbH Chemnitz

Sitz der Redaktion:
Straße der Nationen 62, Raum 185
09111 Chemnitz
Postanschrift der Redaktion:
09107 Chemnitz
Telefon: 0371/531-1424, -1536
Telefax: 0371/531-1651
E-Mail: pressestelle@tu-chemnitz.de

TU-Spektrum im Internet:
www.tu-chemnitz.de/spektrum/index.html
Erscheinungsweise: halbjährlich
plus Sonderausgabe(n)
Auflage: 7.000 Exemplare, international
ISSN 0946-1817

Die Redaktion behält sich das Recht vor, Beiträge zu kürzen und/oder sinnentsprechend wiederzugeben. Der Inhalt der Beiträge muss nicht mit der Auffassung des Herausgebers übereinstimmen. Für unverlangt eingehende Manuskripte übernimmt die Redaktion keine Verantwortung. Leserbriefe sind erwünscht. Für den Inhalt der Anzeigen zeichnen die Inserenten verantwortlich.
Im TU-Spektrum gelten grammatisch maskuline Personenbezeichnungen gleichermaßen für Personen weiblichen und männlichen Geschlechts.

Anzeigenverwaltung:
PrintDesign GmbH Chemnitz
Telefon: 0371/815190
E-Mail: info@printdesign-chemnitz.de
Es gilt die Anzeigenpreisliste 2002
Basis-Layout, Lithographie und Belichtung:
PrintDesign GmbH Chemnitz
Druck: Druckerei Willy Gröer
Redaktionsschluss: 4. Juni 2004
Redaktions- und Anzeigenschluss der nächsten Ausgabe: 4. Oktober 2004

Titelfoto: Dr. Ullrich Scheunert (vorn) und Hendrik Weigel, beide von der Professur Nachrichtentechnik der TU Chemnitz, an einem Versuchsfahrzeug für Fahrzeugumfeldsensorik und Szenenanalysen im Straßenverkehr (siehe Beitrag S. 26).
Foto: Uwe Meinhold/TU Chemnitz

TECHNISCHE UNIVERSITÄT
CHEMNITZ

EDITORIAL

1 Nicht allein der Motor muss gezüchtet werden

INHALT

3 Inhaltsverzeichnis

INTERVIEW

4 Der sächsische Automobilbau ist der Innovationsmagnet

ENTWICKLUNG & PLANUNG

6 Interaktive und virtuelle Fabrikplanung / Die Fabrik als Produkt
7 Die dritte Dimension in Echtzeit / 21.10.2004: Tagung “Forschung rund ums Automobil” / 4. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium
8 Optimierung durch Simulation

FERTIGUNG

9 Moderne Fügetechnologien sind mehr denn je gefragt
10 Leichtbau durch Umformtechnik
12 Von Flachs bis Formel 1
13 Für mehr Sicherheit im Crashfall
14 Tonnenschwere Fahrzeuge sanft bewegt
15 Mikrosintern mit Laser
16 Ein zweites Leben für alten Gummi
17 Innovation mit Augenmaß

ANTRIEB

18 Stufenlos schalten
19 Forschung am Drei-Liter-Auto
20 Wirkungsgradmodelle für Verbrennungsmotoren

ELEKTRONIK

21 Emulieren statt simulieren
23 Kleiner, billiger, besser
24 Robuste Drosselklappen / Robuste Sensoren / Querfeldein: “Outdoor Robotik” an der Chemnitzer Uni / Aktive Pedale / Schlauer Klassifikator / Sicher einparken

SICHERHEIT

25 Telematik auf dem Prüfstand
26 Unverzichtbare Assistenten auf dem Vormarsch
27 Für mehr Sicherheit im Verkehr
28 Damit sich Fahrzeug und Fußgänger nicht zu nahe kommen

INNENRAUM

29 Vorsprung durch Ergonomie
30 Dünne Schichten erobern die Autowelt

BUCHTIPP

31 Bleibt das Auto mobil?

DESIGN

32 Form und Ideologie: Fahrzeuggestaltung in der DDR

WIRTSCHAFT & FINANZEN

34 Automobilfinanzierung in Bewegung
36 Finanzierung mit null Prozent Zinsen - ein Schnäppchen? / Im Durchschnitt zehn Prozent
37 Auf der Suche nach der richtigen Huckepack-Strategie
38 Lernen und forschen für die Praxis der Innovation

EVENTS

40 Wie Events die Neugier am neuen Modell wecken
41 Erfolgreiche Premiere für “Bestform in Blech”

VERKEHR

42 Bessere Wege braucht das Land
43 Das Auto - Teil und Ganzes zugleich

LITERAT(O)UR

44 Die Zeit fährt Auto

Der sächsische Automobilbau ist der Innovationsmagnet

VW-Sachsen-Chef Oeljeklaus lobt den hohen Ausbildungsstand in Südwestsachsen - VW-Standorte sind gut gerüstet

Mit mehr als 7.000 Beschäftigten ist Volkswagen Sachsen der größte industrielle Arbeitgeber im Freistaat. Mehr als 6,5 Millionen Motoren und über 2,1 Millionen Fahrzeuge haben bisher die sächsischen VW-Standorte im Zwickauer Stadtteil Mosel und Chemnitz verlassen. Mit den Arbeitsplätzen in den Zulieferbetrieben, Dienstleistungsunternehmen und in der Ausrüsterbranche wird der Beschäftigungseffekt durch das VW-Engagement in Sachsen auf über 20.000 geschätzt. Mit Michael Oeljeklaus, Sprecher der Geschäftsführung von Volkswagen Sachsen, sprach TU-Spektrum-Chefredakteur Mario Steinebach über die Zukunft der Branche und die Kooperation mit der Chemnitzer Universität.

Der Automobilbau in Sachsen feiert in diesem Jahr seinen 100. Geburtstag. Welchen Anteil am Geburtstagskuchen hat Volkswagen?

Volkswagen ist heute in Sachsen mehrfacher Umsatzmilliardär und mit inzwischen vier sächsischen Produktionsstandorten die absolute Nummer eins in Sachsen. Dazu zählen neben Mosel und Chemnitz auch die Gläserne Manufaktur in Dresden und die in wenigen Monaten fertiggestellte Volkswagen Mechatronic GmbH in Stollberg.

August Horch, der als Begründer des nunmehr 100-jährigen sächsischen Automobilbaus gilt, war bereits zu Beginn des vergangenen Jahrhunderts für seine Fahrzeuge auf höchstem technischen und qualitativen Niveau weltbekannt. Volkswagen baut heute auf diese Tradition auf und schließt mit dem Phaeton und den Karosserien für Bentley diesen automobilistischen Kreis höchster Perfektion im Luxussegment in Sachsen. Deshalb kann sich unser Unternehmen von der Geburtstagstorte mit gutem Gewissen ein großes Stück abschneiden.

Was unterscheidet Sachsen aus Ihrer Sicht von anderen Automobilstandorten?

Sachsen ist die aufstrebende Wirtschaftregion in Deutschland. Der Automobilbau als Schlüsselindustrie unseres Landes ist im automobilen Dreieck Zwickau/Chemnitz-Dresden-Leipzig der Investitionsmagnet. Die Sachsen sind hervorragende Autobauer. Sie bauen heute nicht nur Autos in Großserien wie den Golf und den Passat, sondern auch Luxuskarosserien. Dazu ist ein hoher Anteil an handwerklichem Geschick nötig. Gerade hier in Südwestsachsen sind viele Menschen hervorragend ausgebildet. Mehr als 98 Prozent der Mitarbeiter von Volkswagen Sachsen sind Fachkräfte mit abgeschlossener Ausbildung, einem Meisterbrief oder einem Studienabschluss. Dieses hohe Bildungsniveau ist eines der Erfolgsrezepte und ein harter Standortfaktor dieser Automobilregion.

Zudem sichert die enge Verflechtung von Industrie, Forschung und Entwicklung, von Innovationswerkstätten im Mittelstand und exzellenter Qualifikation nachhaltig Kompetenz und Beschäftigung in Sachsen.

Dennoch befürchten viele, dass die Automobilindustrie künftig die neuen EU-Mitgliedsstaaten als Standort auswählt? Teilen Sie diese Ängste?

Nein, nicht grundsätzlich. Volkswagen beispielsweise hat sich allein mit vier Standorten in Sachsen engagiert. Zwei weitere Automobilunternehmen haben ebenfalls Standorte in Sachsen aufgebaut und dies in der Kenntnis, dass die EU-Osterweiterung kommen wird. Man muss das differenziert sehen und unterscheiden zwischen sehr personalintensiven und sehr kapitalintensiven Produkten. Das beste Beispiel ist die Entscheidung für die Volkswagen Mechatronik in Stollberg. Dort wird eine maschinenintensive Hightech-Fabrik entstehen. Da brauchen wir das Wissen und Können der Menschen in der Region. Kabelstränge fertigen oder Sitzbezüge nähen können sie dagegen an vielen Orten in der Welt günstiger. Wir müssen uns auf Know-how-intensive Tätigkeiten konzentrieren.

Im Übrigen können wir in Deutschland auch von Standorten in Osteuropa profitieren. Je weiter sie nach Osten kommen, desto günstiger sind die Bedingungen. Aber ein Werk in Bratislava beispielsweise sorgt auch für neue Aufträge an deutschen Standorten.

Letzte Handgriffe an einem neuen Golf in Mosel: Perfektion und Sorgfalt - aus Liebe zum Auto.

Zur Person

Dipl.-Ing. Michael Oeljeklaus, Jahrgang 1963, studierte bis 1988 Maschinenbau mit der Fachrichtung Automatisierungstechnik in Osnabrück. Im gleichen Jahr begann er seine berufliche Laufbahn bei der Volkswagen AG. 1989 übernahm er die Leitung der Spritzgießfertigung in der Kunststoffteilefertigung des Werkes Wolfsburg. Zwei Jahre später wurde er mit der Fertigungsleitung in der VW Bordnetze GmbH Berlin betraut. 1993 wechselte Michael Oeljeklaus wieder zur Volkswagen AG Wolfsburg und bekleidete in den folgenden fünf Jahren im Management Führungsaufgaben in der Produktion. Von 1998 bis 2001 leitete er die Volkswagen Coaching GmbH in Kassel. Im Frühjahr 2001 wurde er in Wolfsburg mit der Verantwortung für die Anläufe aller neuen Fahrzeugprojekte innerhalb der Marke Volkswagen betraut.
Seit April 2002 ist Michael Oeljeklaus Geschäftsführer Technik und Sprecher der Geschäftsführung der Volkswagen Sachsen GmbH und der Volkswagen Sachsen Immobilien Verwaltungs GmbH. Darüber hinaus engagiert sich Oeljeklaus aktiv unter anderem im Kuratorium für ein weltoffenes Sachsen, im Industrieverein Sachsen 1828 e.V., in der Initiative Südwestsachen, in der Industrie- und Handelskammer Südwestsachsen und im Kuratorium der TU Chemnitz.

Wie wird sich Volkswagen Sachsen weiter entwickeln?

Im Fahrzeugwerk Mosel haben wir mit dem neuen Golf und ab 2005 mit der nächsten Generation des Passat zwei neue Modelle. Hinzu kommt der Karosseriebau für den Phaeton und Bentley. Auch der Chemnitzer Motorenbau, ebenfalls für die Belieferung von Fahrzeugwerken des Volkswagen-Konzerns

Das Fahrzeugwerk der Volkswagen Sachsen GmbH in Mosel: Moderne Logistik, basierend auf modularer Bauweise und regionaler Produktion in Partnerschaft, schafft Wettbewerbsvorteile und erfordert modernste Infrastruktur.

weltweit im Dienst, ist bestens aufgestellt. Die Chemnitzer waren die Ersten in Europa, die moderne Benzindirekteinspritzer produzierten. In Hightech-Fertigungszentren und flexiblen Montagelinien entstehen hier täglich bis zu 3.500 Drei- und Vierzylindermotoren in Otto- und Dieselausführung. Über 200.000 Ausgleichwellengetriebe und sonstige Komponentenlieferungen für andere Motorenwerke ergänzen das Fertigungsprogramm in Chemnitz und sichern allein an diesem Standort rund 900 Arbeitsplätze. Diese Zahlen und Fakten verdeutlichen, dass die Standorte Mosel und Chemnitz für die nächsten Jahre gut gerüstet sind.

Wie sichert Ihr Unternehmen die dafür notwendige Erneuerungsfähigkeit und Nachhaltigkeit?

Volkswagen Sachsen investiert jährlich mehr als eine Million Euro in die Berufsausbildung. Rund 80 neue Ausbildungsplätze werden pro Jahr angeboten. Mit der im September 2003 erstmals gestarteten kombinierten Berufsaubildung mit Fachhochschulstudium schreibt Volkswagen Sachsen ebenso sächsische Geschichte wie im Automobilbau selbst. Für Volkswagen ist die Technische Universität Chemnitz neben der Westsächsischen Hochschule in Zwickau und weiteren sächsischen Forschungsstätten eine wichtige Adresse und kompetenter Partner für die Produkte und Fertigungstechnik von morgen.

Wie sieht die Zusammenarbeit zwischen Volkswagen Sachsen und der TU Chemnitz im Detail aus?

Mit der Chemnitzer Universität haben wir erst vor kurzem einen Sponsoring-Vertrag geschlossen, in dessen Rahmen jährlich drei Studienpreise ausgelobt werden, um hervorragende studentische Arbeiten auszuzeichnen. Mehr als 250 Praktika sowie Forschungs- und Diplomthemen werden allein bei uns in Mosel und Chemnitz mit der TU Chemnitz und der Westsächsischen Hochschule jährlich durchgeführt und betreut. Gastvorlesungen und Exkursionen runden die enge Zusammenarbeit ab. Für mich ist es zudem eine große Ehre und Freude, im Kuratorium der TU Chemnitz mitzuarbeiten.

Was würden Sie Studenten unserer Universität für Ihr Studium mit auf den Weg geben?

Einige Ratschläge habe ich schon: Die Studierenden sollten sich mit ihrem Studienort, der Region und mit Sachsen vertraut machen. Sie sollten gleich hohes Interesse für alle Vorlesungen und universitären Disziplinen entwickeln. Und sie sollten sich auch über ihre Pflichtfächer hinaus engagieren. Die Studierenden sollten Exkursionen und Praktika nutzen, um Einblicke in das wahre Leben der Wirtschaft zu erhalten. Vorlesungsfreie Zeit sollten sie nicht mit studienfreier Zeit verwechseln und die Entwicklung sozialer Kompetenz sollte für jeden Studenten einen besonderen Stellenwert einnehmen.

Jeder Handgriff sitzt, wie hier bei der Montage eines Motors in Chemnitz. Erstklassige Qualifikation ist ein Vorteil dieser Region. Die Partnerschaft mit der TU Chemnitz ist ein wesentlicher Baustein des im internationalen Vergleich überdurchschnittlich hohen Ausbildungsgrades.
Fotos: Volkswagen Sachsen GmbH

Interaktive und virtuelle Fabrikplanung

Mit dem von Forschern der TU Chemnitz entwickelten “visTABLE” entstehen Fabriken zwei- und dreidimensional

Prof. Dr. Egon Müller, Inhaber der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der TU Chemnitz, und sein Team bei der Arbeit am mobilen “visTABLE”. *Foto: Uwe Meinhold*

Auf Grund komplexer Problemsituationen und des umfangreichen benötigten Know-hows aller an der Planung beteiligten Personen hat sich in der Fabrikplanung ein teambasierter Ansatz bewährt. Dieser Ansatz wird nun in der Layoutplanung durch den von einem Forschungsteam der Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb der TU Chemnitz entwickelten interaktiven Planungstisch “visTABLE” unterstützt. Damit lassen sich zukünftige Fabriken zwei- und dreidimensional gestalten und visualisieren.

Was ist nun das Besondere an diesem System? Auf einem zweidimensional projizierten Layout lassen sich die anzuordnenden Objekte, die Maschinen, Fördertechnik, Lager, Einrichtungsgegenstände sowie Personen symbolisieren und in einer Objektbibliothek sammeln, platzieren und mit dem Finger bewegen. Dabei wird jede Veränderung in der Anordnung dieser Objekte sofort auf dem berührungsempfindlichen Display veranschaulicht. In der Ansicht auf einem weiteren Bildschirm erfolgt parallel dazu die dreidimensionale Visualisierung der angeordneten Objekte. Damit ist jederzeit ein virtueller Spaziergang durch die geplante Werkhalle möglich, und die Planungslösung lässt sich aus beliebigen Blickwinkeln begutachten. Für das entwickelte Prinzip sind neben der Fabrikplanung auch weitere Einsatzbereiche denkbar: Etwa bei der Planung von Wohnungseinrichtungen, in der Architektur und in der Landschaftsgestaltung. Bei der Arbeit wird das Planungsteam durch die Darstellung der Materialflussbeziehungen und die Ermittlung des Transportaufwandes unterstützt, womit die Qualität der Planungslösung sofort bewertet werden kann. Mit dem Einsatz des Planungssystems “visTABLE” wird die Anschaulichkeit der Planungslösung und deren Akzeptanz deutlich erhöht. Darüber hinaus kann die Präsentation der Planungsergebnisse auch über das Internet erfolgen. Das Planungssystem lässt sich außerdem kundenspezifisch konfigurieren. Für den mobilen Einsatz entwickelten die Chemnitzer eine Lösung mit einem 18“-Pen-Display (siehe Bild). Für den stationären Einsatz eignet sich eher das großformatige 50”-Plasma-Display in einem schwenkbaren und höhenverstellbaren Rahmen, welches mit der integrierten Audioanlage auch als multimediale Präsentationslösung im Unternehmen eingesetzt werden kann. Mit den technischen Möglichkeiten der Virtuellen Realität lässt sich außerdem eine stereoskopische Projektion erzielen.

Prof. Dr. Egon Müller & Dr. Thomas Gäse

Die Fabrik als Produkt

Neuer Planungsansatz: Standardisierte Typfabriken

Ob sie will oder nicht – auch die deutsche Industrie als “Exportweltmeister” wird durch die aktuellen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen gezwungen, weltweit, d.h. vor Ort, in neue Märkte mit hohem wirtschaftlichem Wachstumspotenzial zu investieren. Am Institut für Betriebswissenschaften und Fabriksysteme der TU Chemnitz wurde im Rahmen des vom Forschungszentrum Karlsruhe betreuten und vom BMBF geförderten Verbundprojektes PLUG+PRODUCE die Möglichkeit der “Fabrik als Produkt” an einem Pilotbeispiel durchgeführt. Die hierbei verfolgte Vision ist die Umsetzung eines innovativen Geschäftskonzeptes für den Export kompletter Fabriken als Produkte. Ziel des Pilotbeispiels war die Konzeption einer Modellfabrik zur Oberflächenveredlung von Aluminiumfelgen auf Basis einer neuen Technologie (siehe Seite 7).

Falls diese neue Technologie den Markt erobert, bestehen prinzipielle Anforderungen: schnelle Realisierung einer Modellfabrik (Minimalkonfiguration) zum Verfahrensbeweis für die potenziellen Kunden in der Automobilindustrie, aufwandsarme, stufenweise Erweiterung der Kapazitäten der Modellfabrik, möglichst ohne Störung des laufenden Betriebs, schnelle, schrittweise Erschließung internationaler Märkte entweder durch risikominimierte Investitionen in weitere Fabriken oder durch weltweite Vermarktung des Fabrikkonzeptes als Produkt.

Was ist neu an diesem Planungsweg? Die durch das Ziel der mehrfachen Duplizierung der Fabrik angestrebte Standardisierung als Typfabrik sowie die mögliche Erwirkung einer teilweisen Typzulassung erhöhen die Schnelligkeit und Qualität der Planung und Realisierung, etwa durch Wiederverwendung von Unterlagen und Erfahrungen, durch Lerneffekte sowie die Abkürzung von Genehmigungsverfahren.

Die Planung der Typfabrik erfolgt nach dem Leitbild einer ganzheitlichen Prozesseffizienz mit Fokus auf minimierte Stückkosten. Sie erfolgt integriert, zunächst unabhängig vom Marktbedarf und harmonisiert die Anforderungen der Gestaltungsbereiche Produktionstechnik, Personal sowie Gebäude ganzheitlich zu einem Gesamtkostenoptimum.

Zur Milderung des Investitionsrisikos erfolgt die Ableitung eines Stufenplans, der, ausgehend von einer definierten Mindestkapazität, durch den gezielten schrittweisen und somit risikominimierten Ausbau der Produktionskapazitäten über bedarfsorientiert wählbare, suboptimale Stufen hin zum Gesamtoptimum der Typfabrik führt.

Das Fazit dieses Konzeptes zur “Fabrik als Produkt” ist, dass sich zunächst der Erstaufwand für die Konzeption und Planung einer Typfabrik erheblich vergrößert. Dem gegenüber stehen aber die erhöhte Planungsgeschwindigkeit und das reduzierte Investitionsrisiko sowie die Chance, den Mehraufwand bei einer zunehmenden Anzahl von “Duplikaten” rasch zu amortisieren.

Prof. Dr. Egon Müller & Torsten Hildebrand

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Professur Fabrikplanung und Fabrikbetrieb
Prof. Dr. Egon Müller
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-5309
Telefax 0371/531-5327
E-Mail egon.mueller@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/FabrPlan

Die dritte Dimension in Echtzeit

Methoden der virtuellen Produktentwicklung am Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP)

Das Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP) der Professur Werkzeugmaschinen der TU Chemnitz steht seit kurzem als innovatives Werkzeug zur Verfügung. Es wird sowohl als Forschungs- und Entwicklungsplattform als auch in der studentischen Ausbildung genutzt.

Die Nutzung und Weiterentwicklung moderner Methoden der dreidimensionalen Darstellung und Bildverarbeitung bilden die Grundlage von Virtual Reality. Auf der Basis von Simulations- und Visualisierungstechniken wird das Interagieren mit virtuellen Objekten im dreidimensionalen Raum ermöglicht. Techniken unter Anwendung virtueller Modelle und Methoden finden bereits in der Industrie Verwendung und bleiben auch nicht mehr nur den "Großen" vorbehalten. Die Fortschritte in der Entwicklung preisgünstiger Rechentechnik tragen dazu bei, die Akzeptanz von Virtual Reality auch im Mittelstand zu erhöhen. Echte VR-Präsentationen sind eine neue Qualität vor allem in der Entwicklungsphase.

Die Modelle können vom Betrachter beliebig im Raum "begangen" und manipuliert werden. Wesentliches Unterscheidungsmerkmal zur herkömmlichen Arbeitsweise ist, dass die Modelle im Maßstab 1:1 abgebildet werden, der Betrachter gleichsam "mittendrin" steht. Die am VRCP vorhandenen Präsentationssysteme decken praktisch alle Aufgabenstellungen aus der Produktionstechnik und dem Werkzeugmaschinenbau ab. Dabei spielt es keine Rolle, ob es sich um Einzelteil, Baugruppe, Maschine bzw. Anlage oder gar eine Werkhalle handelt.

Die von Fabrikplanern der TU Chemnitz modellierte Fabrik zur Oberflächenveredlung von Aluminiumfelgen wurde im Virtual Reality Center Production Engineering (VRCP) dreidimensional visualisiert. *Foto: TU Chemnitz*

Der Anwendung von VR-Technologien für den Bereich der Automobilindustrie und ihrer Zulieferer sind kaum Grenzen gesetzt. Design-Review, Einbau- und Montage-Simulation, Ergonomieuntersuchungen sowie Simulation dynamischer Prozesse sind wichtige Anwendungsfälle von VR. Im Bereich Design-Review können die Überprüfung von Varianten und Designs in einem sehr frühen Stadium der Produktentwicklung erfolgen und Fehlerquellen rechtzeitig erkannt werden. Alle am Produktentwicklungsprozess beteiligten Personen - Konstrukteure, Designer, Marketingexperten, FEM-Ingenieure, Fachleute aus Montage und Produktion, Zulieferer und die Kunden selbst - können aktiv mit einbezogen werden. Bauteil- und Projektbesprechungen sind nicht mehr nur abstrakt, sie erfolgen aus dem jeweiligen Blickwinkel der Diskutierenden.

Aber auch im Bereich der Planung von Produktionsanlagen werden VR-Technologien Gewinn bringend eingesetzt. So wurde eine komplette Fabrik mit einer Fertigungsanlage für die Felgenveredlung als VR-Modell erstellt und für die visuelle Analyse aufbereitet. Durch die Visualisierung in einer Fünf-Seiten-CAVE wurde so die gesamte Anlage mit ihren Arbeitsabläufen erlebbar gemacht, was im Gegensatz zur konventionellen Visualisierung am Bildschirm zu einer Steigerung von Planungsqualität und -sicherheit führt.

Prof. Dr. Dieter Weidlich & Uwe Hausstädtler

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Professur Werkzeugmaschinen
Prof. Dr. Dr. Reimund Neugebauer
Prof. Dr. Dieter Weidlich
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-8068, -2233
Telefax 0371/531-3772
E-Mail wzm@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/WerkzMasch/Deutsch/index.html

21.10.2004: Tagung "Forschung rund ums Automobil"

(AF) Innovationen für Karosserie und Antriebsstrang, innovative Getriebe, Ergonomie im Fahrzeug sowie Mikrosysteme im Automobil sind nur einige der Themen, die am 21. Oktober 2004 auf der Tagung "Forschung rund ums Automobil" an der TU Chemnitz zeigen werden, welche Kompetenzen die Wissenschaftler der Chemnitzer Universität in diesem Bereich besitzen. Außerdem werden Trends und Innovationen im Automobilbau vorgestellt. Über das Energiemanagement für Automobile der Zukunft referiert zudem Prof. Dr. Cornel Stan von der Westsächsischen Hochschule Zwickau. Textile Strukturen für den Automobilbau stellt Prof. Dr. Hilmar Fuchs vom Sächsischen Textilforschungsinstitut Chemnitz vor. Im Anschluss an die Vorträge wird das Labor "Experimentier- und Digitalfabrik" feierlich eröffnet und in Betrieb genommen. Die Teilnahme an der Tagung ist kostenfrei.

Anmeldung: TU Chemnitz, Marketing/Öffentlichkeitsarbeit
Telefon 0371/531-1638
Telefax 0371/531-1540
E-Mail marketingsekretariat@tu-chemnitz.de

4. Chemnitzer Produktionstechnisches Kolloquium

(HR) Das Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU veranstaltet in Zusammenarbeit mit der TU Chemnitz, Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse und dem Arbeitskreis Werkzeugmaschinen in Sachsen/Thüringen e. V. am 21. und 22. September 2004 das 4. Chemnitzer Produktionstechnische Kolloquium 2004 (CPK). Das CPK bietet als herausragendes europäisches Ost-West-Forum die Möglichkeit, im Kreise namhafter Experten aus Forschung und Industrie Wissen und Erfahrungen auszutauschen und unter dem Leitfaden "Technologische Innovationen für die Antriebs- und Bewegungstechnik" die neuesten Entwicklungen sowie Erfolg versprechende Wege zu diskutieren.

Die Beiträge orientieren sich an Schwerpunkten für die Produktklasse Antriebs- und Bewegungstechnik für den Maschinen- und Fahrzeugbau.

Anmeldung: Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Telefon 0371/5397-438
Telefax 0371/5397-448
E-Mail cpk2004@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fhg.de

Optimierung durch Simulation

Chemnitzer Software-Tool sucht und bewertet Schwachstellen in Produktionsabläufen

Um Optimierungsprobleme im modernen Automobilbau zu lösen, werden an der TU-Professur Modellierung und Simulation Verfahren und Werkzeuge verfügbar gemacht. Für den Praxiseinsatz ist dabei entscheidend, dass die simulationsbasierten Anwendungen über ein breites Einsatzspektrum verfügen und keinerlei Spezialwissen erfordern.

Der hierbei gewählte Zugang kombiniert Simulation mit intelligenten Suchverfahren. Dazu wird für das zu untersuchende System ein Simulator eingesetzt, um das reale System beliebig exakt abzubilden. Durch entsprechende Verarbeitung der Simulationsergebnisse ergibt sich eine leistungsmäßige Bewertung des Entwurfs. Ein Optimierer, der ebenfalls als Software realisiert ist, entscheidet auf Basis dieser Bewertung über Abbruch des Optimierungsprozesses und damit über die Annahme des vorgeschlagenen Entwurfes oder über die Fortsetzung der Suche. In letzterem Falle hat der Optimierer einen neuen Entwurf als Kandidaten für das Optimum vorzuschlagen.

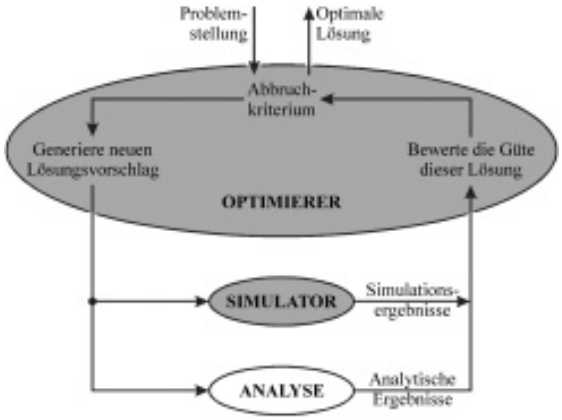
Kombination aus Simulation und Suchverfahren

Dieser Zyklus “Lösungssuche - Bewertung” wird automatisch ohne Eingriffe eines Nutzers so lange durchlaufen, bis ein vorgegebenes Abbruchkriterium erfüllt ist. Dieser sich wiederholende Prozess ist auch anwendbar, wenn die Bewertung einer vorgeschlagenen Lösung mittels Berechnung möglich ist.

Als Optimierer werden gegenwärtig an der Professur bevorzugt Genetische Algorithmen eingesetzt, weil sie unabhängig von der Anwendungsdomäne entwickelt werden können, überaus robust gegenüber zufallsbehafteten Ergebnissen einer Simulation sind und sie eine inhärente Parallelisierbarkeit besitzen. Schließlich sind leicht unterschiedliche Abbruchbedingungen für den Optimierungsprozess formulierbar, so dass der gesamte Lösungsprozess vollautomatisch ablaufen kann.

Die wichtigsten an der Professur Modellierung und Simulation entwickelten Werkzeuge sind die Simulatoren KaSimIR, FSAP und MLIST sowie die Optimierungstools LEO und PATHOS. PATHOS ist der Prototyp einer Variante des ebenfalls an der TU-Professur entwickelten Optimierungsverfahrens AGON. Er eignet sich zur Lösung statischer Optimierungsprobleme mit einfacher Zielsetzung. In Abhängigkeit vom Aufgabentyp, verschiedenen Gütemerkmalen und der verfügbaren Zeit wird der Einsatz eines konkreten Optimierungsverfahrens realisiert. PATHOS wurde erfolgreich für die Bestimmung der optimalen Dimensionierung eines Fertigungssystems eingesetzt, das aus zehn Fertigungsplatzgruppen und einem Transportsystem besteht und in dem Werker dreier Gruppen agieren. Das Produktionsprogramm umfasste 1.900 Fertigungsaufträge für zehn verschiedene Produkte.

LEO (Laboratory of Evolutionary Optimisation) wurde als universell einsetzbarer und adaptierbarer Genetischer Algorithmus für die Lösung beliebiger Optimierungsprobleme entwickelt. Die Anwendungen von LEO sind vielfältiger. Sie betreffen Fertigungs-, Lagerhaltungs- und Logistikprobleme.



Funktionsprinzip der simulationsbasierten Optimierung *Grafik: TU Chemnitz*

Um ein Beispiel zu nennen: Das Prinzip der Kanban-Steuerung, ursprünglich von der Toyota Motor Company entwickelt, ist ein für den Automobilbau im Zusammenhang mit der Just-in-Time-Produktion wichtiges Steuerungsprinzip. Bei den so genannten Ein-Karten-Systemen besteht jede Fertigungszelle aus einem Fertigungsplatz, einem Puffer für jede benötigte Teileart sowie einem Briefkasten für Produktionskarten, die Kanbans. Diese Karten stammen vom Nachfolger einer Fertigungszelle und stoßen die Produktion eines bestimmten Teiles an. Ist es hergestellt, wird es mit einer Karte verbunden und in den Puffer der Nachfolgerzelle transportiert. Ist dies erfolgt, wird die Karte zurück in den Briefkasten der Vorgängerzelle gesendet und so das Signal gegeben, dass ein weiteres Teil zu fertigen ist. Durch Festlegung der Anzahlen der zwischen den einzelnen Fertigungszellen kursierenden Karten werden wichtige Systemkenngrößen wie Durchlaufzeiten, Auslastung und Work-in-Process beeinflusst.

Durch Kopplung des Optimierers LEO mit dem Simulator KaSimIR (Kanban Simulation Imaging Reality) können, trotz der Komplexität solcher Kanban-Systeme, auch Optimierungsprobleme gelöst werden, die sich auf Systeme beliebiger Struktur beziehen. Eine Erweiterung von KaSimIR ermöglicht eine dynamische Anpassung eines solchen Systems an sich verändernde Fertigungsbedingungen. Diese Erweiterung ermöglicht auch, optimale Lieferstrategien innerhalb beliebig strukturierter Lieferketten zu bestimmen.

Logistikprobleme lösen

Weitere interessante Anwendungen von LEO sind in Verbindung mit den Simulatoren MLIST (Multi-Location Inventory System with Transshipments) und FSAP (Fleet-Sizing-and-Allocation Problem) realisiert. Im ersten Fall geht es um eine kostenoptimale Lagerhaltung in mehreren Standorten, die sich bei Bedarf über bestehende Transportverbindungen gegenseitig unterstützen können. Das so genannte Fleet-Sizing-and-Allocation Problem ist eines der Kernprobleme in komplexen Logistiksystemen. Im FSAP sind zwei Probleme gekoppelt: Tritt an räumlich getrennten Standorten ein bestimmter Transportbedarf auf, ist sowohl die Größe einer Fahrzeugflotte als auch die Umverteilung der Fahrzeuge zwischen den Standorten zu organisieren. Dieses Problem ist überaus aktuell für große Logistikunternehmen, etwa für Bahn- und Fluggesellschaften, Autovermieter oder für den Containerverkehr.

Mit den an der Chemnitzer Professur Modellierung und Simulation entwickelten Software-Tools ist es somit möglich, unterschiedliche Probleme des optimalen Entwurfes und der optimalen Steuerung komplexer Systeme, wie sie vielfach im Automobilbau vorkommen, effizient und zuverlässig zu lösen.

Prof. Dr. Peter Köchel

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Informatik
Professur Modellierung und Simulation
Prof. Dr. Peter Köchel
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-1429
Telefax 0371/531-1465
E-Mail pko@informatik.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/informatik/ModSim/

Moderne Fügetechnologien sind mehr denn je gefragt

Schweißtechniker der Chemnitzer Universität entwickelten neuen Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen

Kaum ein anderes industrielles Massenprodukt hat den Alltag der Menschheit mehr verändert als das Automobil. Ungefähr seit dem Jahr 1900 hat es mehr als 2.500 Firmen gegeben, die Automobile für den Markt produzieren. Die Befriedigung des Drangs nach individueller, zügiger Bewegung führt auch derzeit nicht am Automobil vorbei. Egal ob Gütertransport, Personenbeförderung oder Cruising (cruising = dahingleiten), das Automobil kann sich den Bedürfnissen sehr gut anpassen und erzwingt somit die Flexibilität der Automobilherstellung.

Ein-Minuten-Marke im Blick

In den modernen Taktstraßen der Automobilhersteller rollt mittlerweile alle zwei Minuten ein Fahrzeug vom Band. Dabei ist die Ein-Minuten-Marke schon fast erreicht. Ohne groß angelegte Automatisierungskonzepte wäre dies und darüber hinaus die zunehmende Flexibilisierung nicht zu bewerkstelligen. So sind in der Mercedes Car Group für das Jahr 2011 fünf Klassen, zwölf Baureihen und 23 Modelle geplant, wogegen 1990 noch drei Klassen, vier Baureihen und neun Modelle vom Band liefen. Allein in den kommenden drei Jahren sind zehn Neuanläufe zu bewältigen, wobei es in den acht Jahren bis 1992 nur sieben Anläufe waren.

Der Karosserierohbau der BMW Group in Dingolfing nutzt für die Fertigung des 7-er BMW 250 Roboter, welche je Karosserie fast 6.000 Schweißpunkte setzen, 150 Meter Klebstoff auftragen sowie 7,4 Meter Schweißnaht herstellen (Bild 1). Der Automatisierungsgrad beträgt etwa 95 Prozent.

Die Firma Audi, welche als erste eine serienreife Aluminiumkarosserie vorstellte, setzt ebenfalls auf automatisierte Fertigungsprozesse unter Verwendung von Robotern.

So werden beim Audi A2 1.800 Stanznieten, 20 Meter MIG-Nähte und 30 Meter Lasernähte zur Karosseriekomplettierung eingesetzt. Beim Audi A8 kommen bereits 2.400 Stanznietverbindungen, 64 Meter MIG-Nähte, 20 Meter Lasernähte sowie fünf Meter Hybridnähte (Laser-MIG) für den Karosseriebau zum Einsatz (Bild 2).

Tendenzen in der Fügetechnik

Laserschweißsysteme sollen zukünftig die Punktschweißverfahren ablösen. So ersetzt BMW bereits sechs Punktschweißverbindungen durch 24 kleine Lasernähte. Ein Zeitgewinn von 30 Sekunden ist die Folge. Die Volkswagen AG verfolgt hingegen das hochgesteckte Ziel, zukünftig Laseranwendungen bei allen Fügeverbindungen einzusetzen.

Auf der Suche nach neuen Lösungen geht man in vielen Bereichen der Fertigung den Weg der Hybridisierung. Dabei werden die Effekte einzelner Verfahren und Systeme durch ihre Kombination verschmolzen und erzielen damit durch das Potenzieren ihrer Vorteile wesentlich bessere Eigenschaften. Mit Erfolg werden beispielsweise die Schweißverfahren Laser mit MIG sowie Plasma mit MIG in einer Einheit verbunden. Das Chemnitzer Institut für Fertigungstechnik/Schweißtechnik (IFS) lieferte einen wesentlichen Beitrag bei der Entwicklung der Schweißbrenner zum Plasma-MIG-Schweißen bis zur Marktreife (Bild 3) sowie bei der Optimierung des Technologieablaufes und der Schweißparameter. Dr. Mario Kusch, Mitarbeiter am IFS, erhielt dafür den Abicor-Innovationspreis (Bild 4).

Innovative Fügetechnologien sind oft untrennbar mit dem Einsatz von Sensoren verbunden, denn um den Schweißprozess richtig auszureizen, müssen die Umgebungsbedingungen wie Spaltmaß und Verzug bekannt sein, damit man auf deren Veränderung reagieren kann.

Auf dem Gebiet der Schweißtechnik existieren eine Vielzahl von internen und externen Sensoren, welche sich fortlaufend in der Weiterentwicklung und Optimierung befinden. Entwicklungsarbeiten des IFS Chemnitz beschäftigen sich unter anderem mit der Anwendung von berührungslos arbeitenden Sensoren. Erst kürzlich wurde beispielsweise die erstmalige Anwendung des Radarprinzips in der schweißtechnischen Sensorik vorgestellt. Ein Vorteil liegt dabei in der Unempfindlichkeit dieser Sensoren gegenüber dem Schweißrauchen, den Spritzern, der Wärme sowie den Lichtemissionen des Schweißprozesses.

Ausblick

Der aktuelle Trend scheint, den ökologischen Randbedingungen geschuldet, die Herstellung verbrauchsarmer Fahrzeuge zu sein. Durch den Einsatz von Leichtbaustrategien in Kombination mit der Weiter- bzw. Neuentwicklung der Motorentechnik unter Nutzung alternativer Energien (Biodiesel, Pflanzenöle, Biogase usw.) lassen sich diese Ziele in den nächsten Jahren umsetzen. Moderne und innovative Fügetechnologien sind daher mehr denn je gefragt. Darüber hinaus gewinnen Sicherheits- und Fahrassistenzsysteme zunehmend an Bedeutung.

Prof. Dr. Klaus-Jürgen Matthes & Dr. Thomas Kohler

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Institut für Fertigungstechnik/
Schweißtechnik
Prof. Dr. Klaus-Jürgen Matthes,
Dr. Thomas Kohler
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-3280
Telefax 0371/531-2441
E-Mail thomas.kohler@mb.tu-chemnitz.de
ifs.tu-chemnitz.de

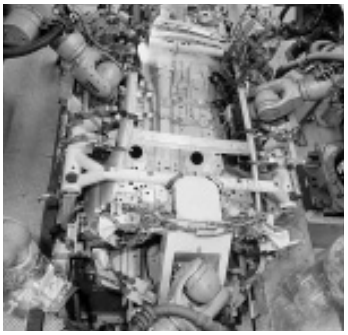


Bild 1: Schweißen und Kleben an einer BMW-Karosse *Foto: BMW*

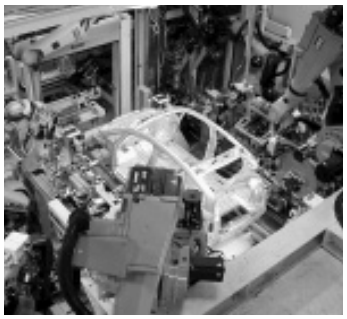


Bild 2: Schweißen, Stanznieten und Bauteilhandling an einer A2-Karosserie mit neun synchron arbeitenden Robotern
Foto: Aluminiumzentrum der Audi AG

Bild 3: Plasma-MIG-Hybridbrenner
Foto: TBi Industries

Bild 4: Vor einem Schweißroboterarbeitsplatz besprechen Prof. Dr. Klaus-Jürgen Matthes und Abicor-Preisträger Dr. Mario Kusch (v.l.) die Probeschweißung an einem Aluminiumprofil für die Automobilindustrie.
Foto: TU Chemnitz/Uwe Meinhold

Leichtbau durch Umformtechnik

Innovative Verfahren am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik

Der Automobilbau ist in Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ohne die Umformtechnik undenkbar. Diese wiederum hat ihren Ursprung in der Bearbeitung metallischer Werkstoffe zur Herstellung von Gebrauchsgegenständen, Schmuck und - in erster Linie - Waffen. Mit der großtechnischen Massenherstellung von Stahl begann ein neues Zeitalter. Dieser Werkstoff eröffnet bereits seit über 100 Jahren den Automobilkonstrukteuren und -technikern immer wieder neue Möglichkeiten. Aufgrund gestiegener Sicherheits- und Komfortansprüche wurden Autos in den letzten Jahren immer schwerer. So wiegt der Polo 3 von 1995 etwa 130 Kilogramm mehr als der Golf 1 von 1975. Dadurch wurde es nötig, immer stärkere Motoren zu verwenden, die wiederum mehr Kraftstoff verbrauchen und mehr Schadstoffe ausstoßen. Diesem Trend versucht man durch verschiedene Leichtbaukonzepte entgegenzuwirken, denn ein um 100 Kilogramm leichteres Fahrzeug verbraucht auf 100 Kilometern etwa 0,8 Liter weniger Treibstoff. Man schätzt, dass im Automobil noch Gewichtseinsparungen von 30 bis 35 Prozent möglich sind. Davon entfallen etwa 15 Prozent auf die Karosserie, sieben Prozent auf Motor und Getriebe, sechs Prozent aufs Fahrwerk und fünf Prozent auf die Innenausstattung. In der Praxis ist jedoch zu beobachten, dass die Gewichtseinsparungen durch den Einbau zusätzlicher Komponenten (Klimaanlage, Servomotoren) überkompensiert werden und das Fahrzeuggesamtgewicht trotz aller Leichtbaubestrebungen zunimmt. Eine weitere Herausforderung besteht darin, dass jede Veränderung in der Konstruktion oder im Material viele weitere Veränderungen im Herstellungsprozess zur Folge hat, was wiederum mit hohen Kosten verbunden ist.

Leichtbau bedeutet, optimale Funktionalität von Bauteilen, Baugruppen und Systemen nicht nur bei minimalem Gewicht, sondern auch zu vertretbaren Kosten zu realisieren, da der Autokäufer nicht bereit ist, für Leichtbau zusätzlich zu bezahlen. Man kann gar nicht genug betonen, dass, will man ein Bauteil oder eine Baugruppe “leicht bauen”, man sowohl die Materialien als auch Konstruktion und einzusetzende Fertigungsverfahren ganzheitlich betrachten muss. Beim Vergleich unterschiedlicher Leichtbauarten wird schnell klar, dass, je höher die Gewichtseinsparung ist, desto höhere Kosten entstehen. Aus diesem Grund ist kostenseitig akzeptabler Leichtbau nur dann realisierbar, wenn es gelingt, diese höheren Kosten durch sparsamen Materialeinsatz und günstigere Produktionsverfahren zu kompensieren.

Leichtbauwerkstoffe

Sparsamer Einsatz von Leichtbaumaterialien ist nur dann möglich, wenn ihre mechanischen Eigenschaften wie Festigkeit, Steifigkeit und Temperaturbeständigkeit besser als beim klassischen Stahl sind. Die Karosserie trägt mit etwa einem Viertel zum Gesamtgewicht eines Pkw bei. Gelingt es, ihr Gewicht zu reduzieren, so wird das mit einem niedrigeren Kraftstoffverbrauch belohnt. Dazu kommen zusätzliche Spareffekte: Die leichtere Karosserie erfordert bei annähernd gleicher Fahrleistung einen kleineren Motor, der weniger wiegt. Damit werden auch Getriebe und Fahrwerk leichter, was wiederum den Verbrauch senkt.

Auch in Zeiten des Leichtbaus ist ein Automobilbau ganz ohne Stahl undenkbar, denn dieser Werkstoff verfügt ebenfalls über ein großes Leichtbaupotenzial; das betrifft vor allem die so genannten höherfesten und hochfesten Stähle. Kommerziell verfügbare Stähle erreichen heute Festigkeiten bis zu 2.000 MPa, das heißt, ein Draht mit einem Durchmesser von zwei Millimetern würde erst unter Einwirken einer Kraft von 6.280 Newton reißen. Bei Verwendung dieser Stähle können Blechdicken und Bauteilabmessungen reduziert und so die Masse verringert werden. Relativ neu ist, dass hochfeste Stähle in ihren Eigenschaften so kombiniert werden können, dass sie auch ein gutes Umformvermögen aufweisen, was für die Herstellung komplexer Bauteile wesentlich ist. Trotzdem müssen alle Fertigungsverfahren immer auf den Werkstoff angepasst werden, was unter Umständen großen Aufwand und damit hohe Kosten verursacht.

Aluminium besitzt nur etwa ein Drittel des Gewichts von Stahl. Daneben ist es nach Sauerstoff und Silizium das am häufigsten auf der Erde vorkommende chemische Element. Mehr als ein Drittel des gesamten Aluminiumbedarfs in Deutschland wird im Transport- und Verkehrssektor eingesetzt. Nachteile sind die geringere Festigkeit und die damit verbundenen hohen Ansprüche an die Konstruktion sowie die aufwändige, teure und ökologisch bedenkliche Herstellung. Letzteres kann durch konsequentes Recycling ausgeglichen werden. Aluminium-Bauteile für den Automobilbau sind meist Legierungen von Reinaluminium mit einem oder mehreren Elementen, um die Eigenschaften des Grundmetalls, vor allem die Festigkeit und die Korrosionsbeständigkeit, zu verbessern.

Magnesium ist hinsichtlich seines Gewichts - es ist um etwa ein Drittel leichter als Aluminium - ebenfalls ein sehr interessanter Leichtbauwerkstoff. Weitere Vorteile sind hervorragende Festigkeit und Steifigkeit, gutes Dämpfungsvermögen und die Wiederverwertbarkeit. Die Probleme wie hoher Preis, Kontaktkorrosion und das ungünstige so genannte Kriechverhalten sollen aber nicht verschwiegen werden. Die Anwendung von Magnesiumlegierungen im Automobilbau beschränkt sich momentan auf Bauteile, die durch Druckguss hergestellt werden. Der Grund dafür liegt in der schlechten Umformbarkeit von Magnesium bei Raumtemperatur. Die Ergebnisse aktueller Forschungs- und Entwicklungsarbeiten am Fraunhofer IWU werden ein temperiertes Umformen erlauben.

Kunststoffe gewinnen in unterschiedlichen Bauweisen stetig an Bedeutung. Besonders interessant für den Einsatz im Automobilbau sind faserverstärkte Thermo- und Duroplaste, die aus der Luft- und Raumfahrt schon länger bekannt sind. Inzwischen stecken in jedem Auto im Schnitt 170 Kilogramm Kunststoffe unterschiedlicher Natur. Beispiele für die Anwendung sind Motorraumverkleidungen, Unterbodenverkleidungen, Ersatzradmulden, Stoßfängerträger, Schweller, Spoiler und Schiebedachträger. Nachteilig wirken sich die verhältnismäßig geringe Temperaturbeständigkeit der Kunststoffe sowie ihre zeit- und temperaturabhängigen

ANZEIGE

Beldrive Systems

Elektrische Antriebssysteme für innovative Lösungen

- langsamlaufende Direktantriebe für Traktionsaufgaben
- permanenterregte Synchronmotoren, Außenläufer
- maximales Drehmoment von 10 Nm bis 270 Nm
- Systemlösungen für bedienergeführte und automatische Transportsysteme
- berührungslose Energieübertragung

Beldrive Systems GmbH Annaberger Str. 240 • 09125 Chemnitz
Tel.:(03 71) 53 47 – 329 • Fax:(03 71) 53 47 – 349 • www.beldrive.com

mechanischen Eigenschaften aus.

Die Werkstoffzukunft der Großserie heißt Mischbauweise, ein Konzept, das durch einen Werkstoffmix gekennzeichnet ist. Ein Alleskönner-Leichtbau-Werkstoff existiert nicht - wohl aber der geeignetste für eine vorgegebene Anwendung. Es gilt also, den richtigen Werkstoff am richtigen Platz einzusetzen. Bei der Auswahl spielen neben chemischen und physikalischen Eigenschaften sowie Kosten und Gewicht auch vorhandene Produktionsanlagen, die angestrebte Qualität und - nicht zuletzt - die Recyclingfähigkeit eine große Rolle.

Leichtbaustrukturen

Eine zweite Möglichkeit des Leichtbaus besteht darin, Bauteile und Baugruppen so zu konstruieren, dass das Gewicht minimiert wird. Dazu kann man einerseits spezielle Halbzeuge verwenden oder die gesamte Konstruktion verändern.

Geschäumte Metalle sind seit einigen Jahren Inhalt eines besonders innovativen Forschungsfeldes geworden. Sie bestechen vor allem durch die Kombination interessanter Eigenschaften. Neben einem guten Masse-Steifigkeits-Verhältnis weisen sie ein hervorragendes Stoßabsorptionsvermögen auf. Daraus ergeben sich für den Fahrzeugbau Anwendungsmöglichkeiten in allen steifigkeits- und crash-relevanten Bereichen. Bei der Ausschäumung der Längsträger und Crashtaschen im Frontbereich ist mit einer deutlichen Steigerung des Energieaufnahmevermögens zu rechnen. In Knotenbereichen, die durch ihre Funktion als Kraftumlenkungspunkte häufig Schwachstellen darstellen, kann durch lokales Ausschäumen eine Versteifung bei minimaler Massezunahme erreicht werden. Am Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU wurde gemeinsam mit der Volkswagen AG eine Zinkschaum-Motorhaube entwickelt, die vor allem das Ziel hat, die Verletzungsgefahr für einen Passanten beim eventuellen Aufprall zu verringern.

Tailored Blanks bestehen je nach Art und Größe des Karosserieteils aus mehreren zugeschnittenen Vorplatinen, die in einem oder mehreren Schritten miteinander verschweißt und erst danach umgeformt werden. So erhält man in Gewicht, Stabilität, Kosten und Qualität optimale Bauteile. Handelte es sich anfangs vor allem um Bodenbleche und Längsträger, so hat die Anzahl der aus Tailored Blanks gefertigten Rohkarosserieteile ab Mitte der 90-er Jahre erheblich zugenommen. Die seither realisierbaren Schweißnahtverläufe sind Voraussetzung für den intelligenten Leichtbau mit Stahl. Es ist möglich, unterschiedliche Stahlsorten, aber auch verschiedene Werkstoffe unterschiedlicher Blechdicken miteinander zu verbinden.

Innenprofile durch Bohrungsdrücken
Fotos: Ines Escherich

Umformverfahren für den Leichtbau

Das Innenhochdruck-Umformen (auch Hydroforming) basiert darauf, dass zum Beispiel ein Rohr durch ein flüssiges Wirkmedium aufgeweitet, dabei in axialer und/oder radialer Richtung gestaucht und gegen die Werkzeugwand expandiert wird. Die wirksamen Umformkräfte werden sowohl von beweglichen Werkzeugelementen als auch vom Wirkmedium aufgebracht. Bei Entwicklung und Anwendung von Fertigungskonzepten für Karosseriekomponenten mit dieser Technologie ist die Einbindung der gesamten Prozesskette vom Werkstoff über Halbzeug und Umformteil bis hin zur kompletten gefügten Baugruppe ein wesentlicher Aspekt. Die am Fraunhofer IWU favorisierten Lösungsansätze sind die Umformung von Doppel-Platinen und die Ausformung komplexer Blechbaugruppen von asymmetrischen Bauteilen (Innen- und Außenteil) in einem Arbeitsgang. Gemeinsam mit Industriepartnern wurden eine zweiteilige Motorhaube sowie eine B-Säule entwickelt. Der konkrete Nutzen der neuen Technologie besteht darin, dass die Prozesskette deutlich verkürzt und die Zahl der (sehr preisintensiven) Umformwerkzeuge mehr als halbiert werden konnte.

Volker Bahn entnimmt eine B-Säule aus der Innenhochdruck-Umformanlage.

Im Bereich der Massivumformung sind vor allem Technologien zur Fertigung endkonturnaher Fahrzeugkomponenten gefragt. Dabei müssen bauteilspezifische Parameter wie zum Beispiel Masse und Festigkeit, aber auch fertigungstechnische Aspekte betrachtet werden. Hohlwellen bieten die Möglichkeit erheblicher Masseeinsparungen (ca. 30 Prozent) bei annähernd gleicher Torsions- und Biegesteifigkeit. Der weltweite Bedarf an Antriebswellen liegt allein für PKW bei etwa 126 Mio Stück pro Jahr, dazu kommen etwa 136 Mio Stück für Nutzfahrzeuge. Daraus wird das große Potenzial der Masse- und Materialeinsparung in diesem Bereich ersichtlich. Das Querwalzen von Getriebewellen auf Flach- bzw. Rundbacken-Querwalzmaschinen ist seit langem Forschungsschwerpunkt am Fraunhofer IWU.

Bei der Herstellung von Hohlwellen muss auch die gewünschte Innenkontur den konstruktiven Anforderungen genügen und spanlos, also umformend, herstellbar sein. Erste Voruntersuchungen mit Querwalzwerkzeugen, die zur Herstellung von Getriebe-Vollwellen ausgelegt waren, zeigten, dass das Querwalzen von Hohlformen prinzipiell möglich ist.

Eine weitere Möglichkeit, hohle Getriebewellen herzustellen, ist das am Fraunhofer IWU entwickelte Verfahren “Bohrungsdrücken”. Bohrungsdrücken ist ein flexibles, rotatorisches Druckumformverfahren zur Erzeugung langer, rotationssymmetrischer Hohlzylinder mit oder ohne Boden aus massiven, kreisrunden Halbzeugen. Die innere Form entsteht durch die Abbildung eines formgebenden Werkzeugs, des Drückstempels. Die Außenkontur entsteht durch die Kinematik der auf dem Halbzeug abwälzenden Drückrollen. Das Verfahren wird als Kalt-, Halbwarm- und Warmumformverfahren angewendet. Bohrungsdrücken ist sowohl für die Herstellung hohler Wellen als auch dickwandiger Näpfe oder rohrförmiger Halbzeuge außerhalb handelsüblicher Querschnitte geeignet. Das Verfahren Bohrungsdrücken ist nach bisherigem Arbeitsstand in einem breiten Abmessungsbereich und für eine Vielzahl von Werkstoffen anwendbar.

Prof. Dr. Prof. E. h. Dr. E. h. Reimund Neugebauer

Kontakt

Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU
Prof. Dr. Reimund Neugebauer
Reichenhainer Straße 88
09126 Chemnitz
Telefon 0371/5397-400
info@iwu.fraunhofer.de
www.iwu.fraunhofer.de
Technische Universität Chemnitz
Institut für Werkzeugmaschinen und Produktionsprozesse IWP
Prof. Dr. Reimund Neugebauer
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-2421

Von Flachs bis Formel 1

Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik forscht zu Leichtbauweisen im Automobil

Das ständige Bestreben zur Energiereduzierung durch Gewichtsminimierung bei gleichzeitiger Erhöhung der Festigkeit und Steifigkeit von Bauteilen bzw. Baugruppen ist eine Herausforderung zur Entwicklung neuer Werkstoffsysteme und Bauteilstrukturen. Faserverstärkte Polymere und ihre Anwendung in Strukturen des Automobilbaus liefern im Komplex des Strukturleichtbaus hierzu eine innovative Möglichkeit. Das Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik (IMK) der TU Chemnitz stellt sich dieser Herausforderung in Forschung und Lehre. Neben der Dimensionierung der Bauteile, der Bestimmung des belastungsgerechten Strukturaufbaus und der Simulation unter realen Bedingungen gehört hierzu die Entwicklung innovativer serientauglicher Fertigungsverfahren zur Bauteilherstellung. Mit der dynamischen Prüfung der Bauteilstrukturen wird dieses Schwerpunktgebiet abgerundet.

Die Anwendung kurzfaserverstärkter Kunststoffe ist für viele Bauteile des Automobils bereits unverzichtbar. Ebenfalls erfolgt der Einsatz naturfaserverstärkter Kunststoffe in der Automobilindustrie bereits serienmäßig. Durch die hohe Festigkeit und Steifigkeit bei geringer Dichte und einem relativ niedrigen Rohstoffpreis der Naturfaser werden die Bauteile für die Innenraumverkleidung wie Türverkleidungen, Hutablage oder Sitzlehnenabdeckungen verwendet. Dies sind großflächige Bauteile mit relativ geringen Belastungsanforderungen. Diese Flächen bieten sich ebenfalls zur Klimatisierung der Fahrgastzelle an, wenn es gelingt, multifunktionale Fasern, in diesem Falle Hohlfasern, als Verstärkungsstruktur und gleichzeitig für einen Fluidtransport einzusetzen. Glashohlfasern liefern hierzu die technische Basis. Mit diesen Fasern eröffnen sich neue Möglichkeiten des funktionalen Strukturleichtbaus. Ohne störende Zugluft und störende Strömungsgeräusche wird eine Klimatisierung des Fahrgastraumes ermöglicht. Eine Entwicklung im IMK führte zu Flächenkühlelementen für diesen Anwendungsfall. Erste Testergebnisse beim Industriepartner zeigten die technische Machbarkeit dieser Anwendung. In Bild 1 ist dies am Beispiel eines Armaturenbrettes dargestellt.

Bild 1: Fahrzeugcockpit mit Klimatisierung durch Hohlfasern

Bild 2: Konventionelles und aktives Gaspedal (mit Piezofaseraktor und Sensoren).

Fotos: IMK

Faserverbund mit Endlos-Kohlenstofffasern und teilweise auch mit Glas- bzw. Aramidfasern ergeben Hochleistungsfaserverbunde, wie sie aus den Bereichen des Hochleistungssports bzw. der Luft- und Raumfahrt bekannt sind. Der Rennsport liefert den Beweis der Leistungsfähigkeit dieser Faserverbundwerkstoffe. Die Automobilindustrie setzt diese Werkstoffgruppe derzeit nur im höheren Preissegment der Fahrzeuge ein. Die Ursachen liegen in dem zur Zeit noch ungünstigen Preisverhältnis dieser Werkstoffgruppe im Verhältnis zu anderen Leichtbauwerkstoffen verbunden, mit teureren und teilweise unproduktiven Herstellungsverfahren. Die Entwicklung neuer Fertigungstechnologien wird perspektivisch dazu beitragen, die Einsatzbreite im Automobilbau zu erweitern.

Durch die Notwendigkeit, den Werkstoff mit dem Bauteil zu konstruieren, ergeben sich Vorteile dahingehend, das Bauteil belastungsgerecht auszulegen. Am Beispiel der Entwicklung eines elektronischen Gaspedals soll dies dargestellt werden: Für einen bestimmten Fahrzeugtyp besteht diese Baugruppe derzeit aus Stahl und 13 Einzelelementen. Die Gesamtmasse beträgt 1.262 Gramm. Unter Nutzung der Vorteile der Faserverbundwerkstoffe entstehen durch Integration aktiver Fasern, in diesem Falle piezokeramischen Fasern, aktive Faserverbunde, die es ermöglichen, sensorische bzw. aktuatorische Fähigkeiten in den Verbund zu integrieren. Mit dem so entstandenen aktiven Faserverbundsystem wurde am IMK, unter Mitwirkung der Juniorprofessur Struktronik eine Neuentwicklung des Gaspedals durchgeführt. Mit den integrierten Piezo-Fasermodulen wird die Rückstellkraft des Pedals angepasst bzw. verändert. Die Vorteile dieser Neuentwicklung bestehen darin, dass das Pedal einstückig ausgebildet ist und eine erhebliche Gewichtsreduzierung auf 216 Gramm, das entspricht einer Gewichtseinsparung von ca. 80 Prozent, erreicht wurde. In Bild 2 sind die bisherige Ausführung und die neue Ausführung im Schnitt dargestellt.

Mit der Schwerpunktsetzung auf den konstruktiven Strukturleichtbau und dem Kompetenzzentrum Strukturleichtbau e. V. werden vom IMK innovative Entwicklungen für den Fahrzeug- und Maschinenbau durchgeführt. Zur Wissensvermittlung dient die Ergänzungsrichtung "Konstruktiver Strukturleichtbau". Mit diesen Aktivitäten trägt das IMK der TU Chemnitz zum konsequenten Strukturleichtbau in der Automobilindustrie bei.

Prof. Dr. Eberhard Köhler

Kontakt

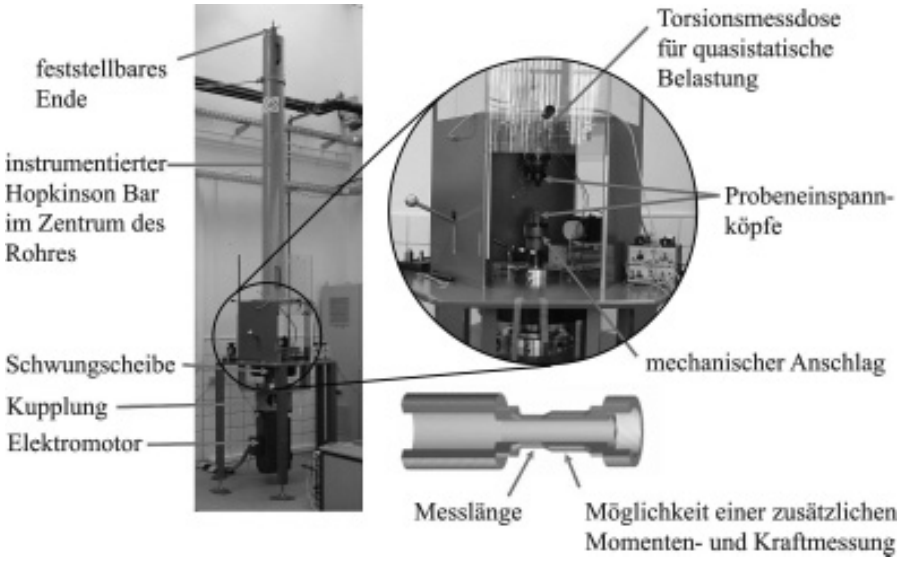
Technische Universität Chemnitz
Institut für Allgemeinen Maschinenbau und Kunststofftechnik
Prof. Dr. Eberhard Köhler
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-2297
Telefax 0371/531-2283
E-Mail eberhard.koehler@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/InstAllgMB/

Für mehr Sicherheit im Crashfall

Chemnitzer Werkstoff-Experten analysieren Verformungen von Werkstoffen - und haben dafür eine Prüfmaschine entwickelt, die in Europa ihresgleichen sucht

Mit der so genannten Pontonform hat Daimler-Benz vor 50 Jahren das Prinzip der Sicherheitsfahrgastzelle durch eine besonders hohe Energieaufnahme von Front- und Heckteil im Crashfall eingeführt.

An der Verbesserung dieser gewollt weichen Energieabsorption wird auch heute noch intensiv gearbeitet. Dabei steht die Entwicklung und Verwendung hochfester und verformbarer Blechwerkstoffe im Mittelpunkt. Das hat dazu geführt, dass die Hälfte der heute verwendeten Blechsorten erst in den letzten fünf Jahren entwickelt wurde. Diese stürmisch voranschreitende Innovation neuer Werkstoffe lässt sich nur mit modernen Simulationsverfahren zeitsparend umsetzen. Dabei muss die Simulation sowohl den Fertigungsprozess, so etwa das schnelle Tiefziehen, als auch den anschließenden hochdynamischen Crashfall richtig errechnen können.



Im Labor der Professur Werkstoffe des Maschinenbaus steht die einzigartige Torsionsprüfmaschine. *Grafik: TU Chemnitz*

International anerkannte Werkstoffprüfung

Nur wenn bereits im Planungsstadium am jeweiligen Ort des Fahrzeuges die richtige und optimale Werkstoffsorte ausgewählt werden kann, die sich ohne Versagen umformen lässt und doch optimal hohe Energieaufnahmen gewährleistet, kann ein optimiertes Fahrzeug entstehen, das aus ökonomischer Sicht realisierbar ist und auch ein Maximum an Sicherheit bietet.

Diese moderne Verfahrensweise beinhaltet jedoch folgendes Problem: Das Werkstoffverhalten muss im absoluten Kurzzeitbereich von einer Tausendstelsekunde bis weit darunter ermittelt werden - und das ist technisch außerordentlich schwierig. Der Crashfall mit 20 Metern pro Sekunde konzentriert sich oft auf Knickungen im Millimeterbereich, was örtlich zu extremen Verformungs-Geschwindigkeiten von 50.000 Prozent pro Sekunde führt.

Die Art der Verformung der metallischen Werkstoffe ist für die Sicherheit der Fahrzeuginsassen ein entscheidender Faktor. Im Bild: Bei unterschiedlichen Randbedingungen geprüfte Crash-Elemente. *Foto: TU Chemnitz*

Hier hat die TU Chemnitz mit der Professur Werkstoffe des Maschinenbaus einiges zu bieten. Sie ist darauf spezialisiert, das Verhalten von Werkstoffen unter besonders hohen Belastungsgeschwindigkeiten und auch mehrachsigen Belastungen experimentell mit höchster Genauigkeit zu erfassen.

Diese Kernkompetenz hat dazu geführt, dass die Chemnitzer Professur national und auch international anerkannt ist und häufig mit entsprechenden Untersuchungen beauftragt wird. Inzwischen arbeiten mehr als 25 feste Mitarbeiter und ein Dutzend Studenten an Forschungsaufgaben für die Industrie und für staatliche Stellen. Auch Auslandsaufträge gehören zum Tagesgeschäft.

Europas modernste Torsionsprüfmaschine

Die Versuchseinrichtungen im Labor Erfenschlager Straße sind überaus vielfältig und reichen von Tieftemperatur bis Weißglut, von ganz langsam bis Überschall (1.500 Kilometer pro Stunde), von einachsig bis mehrachsig. Dank modernster Technik können nahezu alle möglichen Bedarfsfälle und Belastungsbedingungen realisiert werden. So steht die modernste Torsionsprüfmaschine Europas im Labor der TU-Professur Werkstoffe des Maschinenbaus. Sie wurde an der Universität erdacht und - wie zahlreiche weitere Sonderprüfeinrichtungen - hier konstruiert.

Das Spezialprüflabor genießt weltweite Anerkennung. Es leistet einen wesentlichen Beitrag zur Stärkung der Kernkompetenz der TU Chemnitz.

Werkstoffe mit Gedächtnis

Neueste Entwicklungen nutzen die Sonderprüfeinrichtungen, um auch das Erinnerungsvermögen der Werkstoffe bei der Verformung zu messen. Dadurch soll eine noch präzisere Vorhersage des Verhaltens bei Umformvorgängen durch Simulationen möglich werden.

Prof. Dr. Lothar W. Meyer

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Professur Werkstoffe des Maschinenbaus
Prof. Dr. Lothar W. Meyer
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-6160
Telefax 0371/531-6126
E-Mail lothar.meyer@wsk.tu-chemnitz.de
www.wsk.tu-chemnitz.de

Tonnenschwere Fahrzeuge sanft bewegt

Neuer Montagemanipulator mit Allradantrieb von Beldrive Systems fährt ruckfrei in alle Richtungen

(TCC) In Montageprozessen werden die zu montierenden Baugruppen immer größer und damit auch schwerer. Dies trifft insbesondere auf den Automobilbau zu - etwa beim Cockpiteinbau und bei der Tank- oder Sitzmontage. Bisher kamen hier meist so genannte Manipulatoren zum Einsatz. Doch der Aufwand für derartige große, ortsfeste Anlagen ist hoch und nur bei großen Stückzahlen sinnvoll. Für niedrige und mittlere Stückzahlen haben sich manuell bewegte Vorrichtungen bewährt, die jedoch bei großen und schweren Bauteilen schnell an ihre Grenzen stoßen.

Aus dieser Situation heraus entwickelte die Chemnitzer Firma Beldrive Systems GmbH einen so genannten Montagemanipulator, der manuell bewegt werden und dennoch große Tragkräfte realisieren kann. Das im Technologie Centrum Chemnitz ansässige Unternehmen setzt dafür speziell konstruierte Räder ein, die gemeinsam mit dem durch elektrische Motoren realisierten Allradantrieb eine völlig freie Manövrierbarkeit des Fahrzeugs in der Ebene ermöglichen. Die Chemnitzer Geschäftsstelle von Beldrive Systems wird vom Chemnitzer Uni-Abolventen Dr. Ulrich Jugel geleitet.

Dr. Ulrich Jugel (l.), Geschäftsstellenleiter der Beldrive Systems GmbH im Technologie Centrum Chemnitz, präsentiert mit seinem Team den neuen Montagemanipulator.
Foto: Mario Steinebach

Millimetergenaue Fahrt

Das Fahrzeug kann nicht nur alle Bewegungen ausführen, die man von manuell gelenkten Fahrzeugen kennt. Es kann sich auch seitwärts und diagonal bewegen. So ist es beispielsweise möglich, in einem Bogen in die Arbeitsstation einzufahren und noch notwendige Korrekturen der Position des Manipulators über Taster für Schleichfahrt sowohl nach vorn und hinten als auch nach links und rechts mit Auflösungen im Millimeterbereich auszuführen.

Besonderes Augenmerk legte Beldrive Systems auf eine effiziente Schnittstelle zwischen Bediener und Fahrzeug. Was sonst bei einer Steuereinheit mit Joystick durch Training und Geschick des Bedieners erreicht wird, übernimmt nun eine spezielle Kraftsensorik, die mit den Antriebssystemen der vier Räder zusammenarbeitet. Obwohl sich der Drehpunkt in der Mitte des Fahrzeuges befindet, gelingt es, auch mehrere Meter lange Fahrzeuge so einfach zu steuern wie einen Einkaufswagen im Supermarkt.

Ausgeklügelter Antrieb

Diese einfache Manövrierbarkeit kommt auch einer hohen Produktivität des Fahrzeugs zugute, wie sie in Montageprozessen gefordert wird. Als Antrieb werden äußerst kompakte, permanenterregte Synchronmotoren eingesetzt, an deren Entwicklung auch die Professur Elektrische Maschinen und Antriebe der TU Chemnitz beteiligt war. Die als Außenläufer ausgeführten Direktantriebe besitzen durch ihren hochpoligen Aufbau eine niedrige Drehzahl und ein hohes Drehmoment. Durch den gewählten Aufbau besitzen die Motoren weder einen Kommutator noch Bürsten als Verschleißteil. Die Ansteuerung mittels feldorientierter Regelung ermöglicht ein sanftes, ruckfreies Beschleunigen und ein exaktes Anhalten. Im Schleichmodus der Antriebe ist selbst ein millimetergenaues Positionieren der mitunter mehrere Tonnen schweren Fahrzeuge möglich. Durch die Konzentration der gesamten Antriebs- und Steuerungstechnik im bodennahen Bereich kann der restliche Wagen leicht an verschiedene Anforderungen der Montageprozesse angepasst werden. Zudem wird eine gute Zugänglichkeit für die Montageprozesse erreicht.

Das erste von Beldrive Systems entwickelte Fahrzeug, das etwa die Abmessungen eines Handhubwagens hat, wird derzeit in der "Gläsernen Manufaktur" der Volkswagen AG in Dresden erprobt.

Starke Leistung

Unterdessen hat dieser Fahrzeugtyp auch einen größeren Bruder bekommen. Der Wagen ist über vier Meter lang, einen Meter breit und etwa vier Tonnen schwer. Er trägt zwei große Scherenhubtische, die ein komplettes Pkw-Fahrgestell zur Montage in eine Karosse heben können. Angetrieben wird dieser Manipulator von der jüngsten Direktantriebsgeneration, die bei einem Außendurchmesser von 179 Millimetern und einer Länge von 213 Millimetern ein Spitzendrehmoment von 270 Newtonmetern pro Motor entwickeln kann.

Kontakt

Technologie Centrum Chemnitz
Beldrive Systems GmbH
Annaberger Straße 240
09125 Chemnitz

Telefon 0371/5347-329
Telefax 0371/5347-349
E-Mail beldrive@beldrive.com
www.beldrive.com

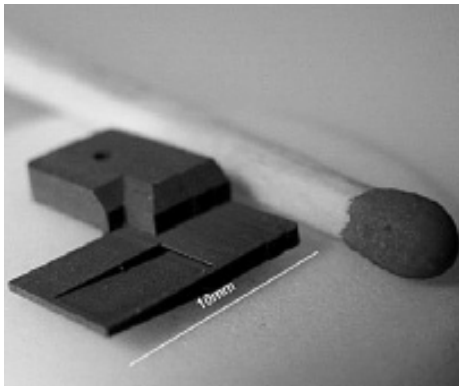
ANZEIGE

Mikrosintern mit Laser

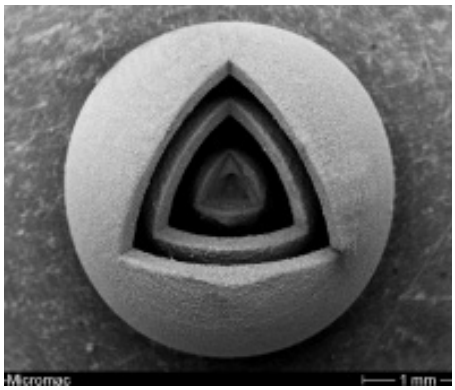
3D-Micromac AG Chemnitz erreicht im Forschungsverbund eine neue Dimension des Rapid Prototypings

Durch innovative Weiterentwicklungen der Prozessführung und unter erstmaliger Ausnutzung spezieller Lasereffekte ist es der 3D-Micromac AG und weiteren Firmen und wissenschaftlichen Einrichtungen innerhalb eines Forschungsverbundes gelungen, die Formauflösung des selektiven Lasersinterns von gegenwärtig mehr als 150 Mikrometer auf kleiner als 30 Mikrometer zu verbessern. Aus sub-µm-körnigen Metallpulvern werden mit dieser Methode Präzisionsteile mit Aspektverhältnissen größer als 1:10 und Oberflächenrauheiten R_a bis 1,5 Mikrometer hergestellt. Eine angepasste Rakelmethode erlaubt den Auftrag glatter Pulverschichten. Das Material wird mit gütegeschalteten Laserpulsen bearbeitet. Mit diesem im Vakuum stattfindenden Verfahren können sowohl Pulver refraktärer Metalle als auch niedriger schmelzender Metalle (Kupfer, Aluminium etc.) gesintert werden. Außerdem sind Mischstoffe möglich, die sonst nur schwer oder gar nicht herstellbar wären (z.B. Metall-Keramik-Mischungen).

Das selektive Lasersintern (SLS) ist ein häufig angewandtes Verfahren im Rapid Prototyping und Rapid Tooling. Muster bzw. Prototypen werden in einem einzigen Prozess direkt aus den 3D-CAD-Daten schichtweise generiert. Zu diesem Zweck erfolgt eine Beschreibung des CAD-Körpers aus zusammengesetzten übereinander liegenden Schichten. Aus den bereitgestellten Datensätzen wird das Bauteil in einer SLS-Anlage durch Sintern sequenziell aufgetragener Pulverschichten generiert. Hierbei wird ein Laserstrahl über das Pulverbett bzw. die Pulverschichten entsprechend der Querschnittsflächen des Körpers geführt. Im Allgemeinen begrenzt der Strahldurchmesser des Laserstrahles die Dicke der Pulverschichten und die maximale Korngröße die erreichbare Auflösung der gesinterten Bauteile. Die derzeitig kommerziell angebotenen Anlagen zum SLS arbeiten mit Schichtdicken zwischen 20 und 100 Mikrometern. Bei Strahldurchmessern zwischen 20 und 500 Mikrometern konnte bislang eine Formauflösung von 150 Mikrometer nicht unterschritten werden. Klassische spanabhebende oder fräsende Verfahren erreichen jedoch ein höheres Auflösungsvermögen (ca. 20 Mikrometer), weshalb in den letzten Jahren Anstrengungen zur Verbesserung der Strukturauflösung beim SLS stattfanden.



Mikrosinterteil mit Größenvergleich



Herstellung von 3D-Freiformflächen *Fotos: 3D-Micromac*

Die Vorzüge des neuen Verfahrens "Mikrosintern" sind zum einen der hohe Freiheitsgrad in der Formgebung (z.B. innenliegende Kanäle, Hinterschnitte) und zum anderen die relativ niedrigen Produktionskosten der Werkstücke, verglichen mit höher auflösenden RP-Verfahren. Innerhalb kürzester Zeit können Design-, Funktionsstudien oder Einbauuntersuchungen durchgeführt werden, wodurch sich Produktentwicklungszyklen stark verkürzen.

Kontakt

3D-Micromac AG
Max-Planck-Straße 22b
09114 Chemnitz
Telefon 0371/40043-0
Telefax 0371/40043-40
E-Mail info@3d-micromac.com
www.3d-micromac.com

ANZEIGE

Ein zweites Leben für alten Gummi

Das von Chemnitzer Wissenschaftlern entwickelte Recyclingverfahren für Gummi wird in die Praxis überführt

Genau genommen, müssten die Gummireifen des ersten 1904 in Sachsen gebauten Automobils, dem Horch 14-17 PS, noch vorhanden und zu besichtigen sein. Gummi hat nämlich eine Verrottungszeit von mehr als 100 Jahren. Aber die damals sicherlich "bis auf die Leinewand abgefahrenen Schlappen" sind bestimmt auf dem früher ausschließlich praktizierten, einfachen Entsorgungsweg in den Ofen gewandert und haben damit hoffentlich wenigstens zur Wärmegewinnung beigetragen.

Das Ideal der Verwertung

Die zunehmende Sensibilisierung der Öffentlichkeit für Umweltbelastung und Umweltverschmutzung hat dazu geführt, dass es mittlerweile Richtlinien gibt, um die Autoreifen und auch die anderen, oft unsichtbar eingebauten, aber nichtsdestotrotz für das Auto und die Mitfahrer lebenswichtigen (z. B. Hydraulik und Pneumatik) und oft hoch entwickelten Hightech-Gummiteile zu recyceln. Nicht entsorgen, sondern Abfall vermindern beziehungsweise verwerten, heißt heute die Devise. Das Ideal der Verwertung des Gummis zielt auf dessen vollkommene Zerlegung in seine Ausgangsstoffe, also in Kautschuk, Füllstoffe, Weichmacher und das Vulkanisationssystem. Dazu gibt es aussichtsreiche Pilotprojekte, die aber bis zu ihrer wirtschaftlichen Umsetzung noch Jahre benötigen werden.

Vom Gummimehl zum neuen Werkstoff

Favorisiert werden deshalb gegenwärtig Konzepte, bei denen man dem alten Gummi eine weitere Chance - sozusagen ein "zweites Leben" - gibt. Bei Verwirklichung dieses Konzeptes werden die einzigartigen Eigenschaften des Gummis mindestens noch einmal genutzt.

Als ein wichtiger Beitrag zur werkstofflichen Verwertung von Alt- und Abfallgummi wurde an der Chemnitzer Universität ein Verfahren entwickelt, um auf der Basis von Gummimehl, vorzugsweise aus Altreifen, einen vollkommen neuen Werkstoff - die so genannten Elastomerlegierungen - herzustellen. Der zündende Gedanke kam den Mitarbeitern der Professur Kunststoffverarbeitungstechnik der Technischen Universität Chemnitz auch deshalb, weil es traditionell zu ihrem "täglichen Brot" gehört, sich auf dem Gebiet der Kautschuktechnik sowohl mit den Problemen der Herstellung, Verarbeitung und Prüfung von Gummi als auch mit den Thermoplastischen Elastomeren zu beschäftigen.

Die Thermoplastischen Elastomere gehören zu den Werkstoffgruppen mit den höchsten Zuwachsraten in der Anwendung auf fast allen Gebieten der Technik. Markteingeführte, konventionelle Thermoplastische Elastomere sind oft speziell hergestellte Mischungen, in denen sich Kautschuk mit einem thermoplastischen Kunststoff untrennbar miteinander verbunden hat. Bei den Elastomerlegierungen ist nun die Kautschuk-Komponente durch Gummimehl ersetzt. Gummimehl, gleich, ob aus gemahlenen Altreifen oder auch anderen etwa technischen oder sonstigen Gummiteilen, zeigt jedoch von sich aus wenig Neigung, mit einem Kunststoff eine wie auch immer geartete Bindung einzugehen. Aber nur eine aktive Bindung, eine so genannte Phasenkopplung zwischen Gummimehl und Kunststoff, gewährleistet die für Thermoplastische Elastomere typischen Eigenschaften: Sie sind sehr dehnbar und schlagfest.

Kraftfahrzeugteile aus Elastomerlegierungen werden von Dr. Hannes Michael und Sven Wießner im Labor der Professur Kunststoffverarbeitungstechnik der TU Chemnitz begutachtet.
Foto: Christine Kornack

Ein Verfahren mit besonderem Reiz

In vom Umweltbundesamt Berlin und der Sächsischen Aufbaubank Dresden geförderten Projekten wurden mittels reaktiver Mischtechnik Elastomerlegierungen mit TPE-typischen Eigenschaften hergestellt. Ein bemerkenswert günstiges Preis-Leistungs-Verhältnis im Vergleich zu den markteingeführten TPE und das gute Recycelvermögen verliehen den Verhandlungen zur Übergabe einer Lizenz des mit nationalem und internationalem Patent geschützten Verfahren einen besonderen Reiz.

Der lange Weg in die Praxis

Seit nunmehr fast drei Jahren arbeitet eine Gemeinschaft sächsischer Firmen unter der Leitung des exklusiven Lizenznehmers, der Firma FARU GmbH Dresden, an der Überführung der Forschungsergebnisse in die Praxis. Es wurde schon eine Reihe von Musterformteilen, insbesondere für den Automobilbau, aus den Elastomerlegierungen hergestellt und erprobt. In der heißen Testphase befinden sich die Aufstellfüße für eine neue, erstmals hergestellte Ölwanne aus Thermoplast für Lastkraftwagen.

Neues Ziel: Kontinuierliche Herstellung von Elastomeren

Neben diesen Bemühungen um eine Markteinführung hat sich die Arbeitsgruppe um Prof. Dr. Günter Mennig zum Ziel gesetzt, das bisher diskontinuierlich ablaufende Verfahren der Herstellung von Elastomerlegierungen durch ein kontinuierliches - die reaktive Extrusion - abzulösen. Um die während dieses Verfahrens parallel zueinander ablaufenden physiko-chemischen Prozesse zwischen Gummimehl und Kunststoff zu ergründen, benötigen die Wissenschaftler Hilfe von den Fachkollegen der Professur Polymerchemie der TU Chemnitz und des Instituts für Polymerforschung Dresden (IPF).

Prof. Dr. Günter Mennig & Dr. Hannes Michael

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Professur Kunststoffverarbeitungstechnik
Prof. Dr. Günter Mennig, Dr. Hannes Michael
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-2383, -8072
E-Mail kunststofftechnik@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/KunstStTechn/homepage.php

ANZEIGE

Innovation mit Augenmaß

nonverbal media entwickelt Software für transparente Produktionsprozesse

Das Problem ist vor allem in komplexen Produktionsketten bekannt: Wie lassen sich Nutzung der Maschinendaten und Datenaustausch zwischen Maschinensteuerungen und IT-Systemen verbessern? nonverbal XOPEA heißt eine neue Software, die in heterogenen Steuerungslandschaften eine einheitliche Kommunikation verwirklicht. Die Software ist eine Neuentwicklung, basierend auf den Ergebnissen des Verbundprojektes EOS – embedded online service (www.e-o-s.org).

Die Konzeption und Anpassung der integrierten Dienste erfolgt in einer erst kürzlich offiziell vereinbarten intensiven Kooperation zwischen der nonverbal media GmbH und dem Chemnitzer Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik (IWU).

nonverbal XOPEA dient als integrierte Webservice-Schnittstelle zu den Steuerungsdaten und ermöglicht damit, neben einem verbesserten browserbasierten Teleservice, völlig neue Wege in der Betriebs- und Prozessdatenerfassung. Gleichzeitig ergeben sich für die Maschinenbetreiber umfangreiche Analysemöglichkeiten in der vorbeugenden Instandhaltung sowie im Vertragsmanagement zur Maschinenverfügbarkeit.

Erst seit wenigen Jahren ist nonverbal media auf dem Gebiet der Software-Entwicklung tätig. Vor weniger als zwei Jahren schlossen die vier studentischen Gesellschafter Frank Müller (Soziologie), Marc Dietzschkau (Informatik), Holger Kreißl und Thomas Fichtner (beide Angewandte Informatik) ihre geschäftlichen Einzelunternehmungen zur nonverbal media GmbH zusammen. "Wir haben damals beschlossen: Gemeinsam lassen sich größere Projekte stemmen. Gleichzeitig kann sich jeder von uns auf das konzentrieren, was er am besten kann", erläutert Geschäftsführer Frank Müller den Entschluss zur Kooperation. Die Entwicklung von Anwendungen für das Internet war zunächst das Hauptgeschäftsfeld von nonverbal media: "Vom Aufbau datenbankgestützter Online-Shops bis hin zu Redaktionssystemen für die kontinuierliche Erneuerung von Webinhalten – kein Problem erwies sich für nonverbal media im vergangenen Jahr als unlösbar", berichtet Marc Dietzschkau, der für die Umsetzung der Webprojekte verantwortlich ist. Kunden wie der Sächsische Fußballverband, die Veranstalter der "Chemnitzer Begegnungen" oder der Mannheimer Großhandel "Hönig Natursteine" wissen die Dienstleistungen der Chemnitzer Firma zu schätzen.

Durchaus als positiv erweist sich die Nähe zur Universität auch in anderer Hinsicht – nonverbal media kann so bei Bedarf und projektbezogen auf einen Pool hochqualifizierter Mitarbeiter zurückgreifen. Das eigene Studium müsse man hingegen mittlerweile gegen die Arbeit in der Firma verteidigen, meint Müller – bei Bürozeiten von 8 bis 22 Uhr durchaus nicht verwunderlich. Aber: "Das zeigt ja vor allem, dass wir ganz gut im Geschäft sind." Neue Aufträge ergeben sich für nonverbal media auch durch die Bürogemeinschaft, die sie im Chemnitzer Wirkbau mit Chempirica - Institut für Markt- und Meinungsforschung sowie der Gute Hände KG – Agentur für externe und interne Unternehmenskommunikation gegründet haben: "Dadurch lässt sich ein sehr vielfältiges Angebot verwirklichen." Die Internet-Befragung der Chemnitzer Bevölkerung zur Kommunalwahl 2004 "Chemnitz-stimmt-ab" ist nur eines der mittlerweile vielen Kooperationsprojekte, weitere sind in Vorbereitung.

Viel zu tun also für die nonverbal media GmbH. Doch das wichtigste Projekt ist inzwischen die Weiterentwicklung der Software nonverbal XOPEA durch Entwicklungsleiter Holger Kreißl. In Zusammenarbeit mit IWU soll die Palette der Dienste auf der Basis dieses Datenstandards zügig erweitert werden. "Wir sind auf einem guten Weg", ist sich Thomas Fichtner, Projektkoordinator von nonverbal XOPEA, sicher. Weil nonverbal XOPEA die Betreuung von Maschinen durch den Betreiber wesentlich wirtschaftlicher gestaltet, haben neben regionalen Maschinenherstellern bereits erste Betreiber aus der Automotive-Branche ihr Interesse angemeldet.

Hans-Jürgen Lübke, Leiter der Elektroplanung bei Volkswagen Salzgitter, sieht für die technologische Entwicklung von nonverbal media und dem Chemnitzer Fraunhofer-Institut eine vielversprechende Zukunft. "Derzeit testen wir im Werk Salzgitter Software und Dienste unter pilotproduktiven Bedingungen. Dafür wurden und werden - zunächst für die Instandhaltung - in einer intensiven Zusammenarbeit mit nonverbal media und dem Chemnitzer Fraunhofer-Institut für Werkzeugmaschinen und Umformtechnik IWU spezifische Dienste herausgearbeitet, die unseren Interessen als Maschinenbetreiber insbesondere unter wirtschaftlichen Bedingungen Rechnung tragen. Neben den gegenüber herkömmlichen Lösungen geringeren Kosten sehen wir die Vorteile in der Skalierbarkeit und Flexibilität der auf EOS als Kommunikationsstandard basierenden Lösung", so Lübke.

ZF ist ein weltweit führender Automobilzulieferkonzern in der Antriebs- und Fahrwerktechnik mit nahezu 53.500 Mitarbeitern in 119 Produktionsgesellschaften in 25 Ländern. Im Unternehmensbereich Nutzfahrzeug- und Sonderantriebstechnik am Standort Friedrichshafen wird versucht, mit dem Einsatz von nonverbal XOPEA die Transparenz der Fertigung und die Optimierung der Instandhaltungsprozesse weiter zu verbessern. Software und Dienste werden derzeit bei ZF unter pilotproduktiven Bedingungen intensiven Tests unterzogen, um eine reibungslose Integration in die übergeordneten IT-Systeme vorzubereiten. Die Komplexität des Vorhabens profitiert dabei von der eingespielten Zusammenarbeit zwischen ZF Friedrichshafen AG, nonverbal media GmbH und dem Chemnitzer Fraunhofer-Institut, so **Thomas Wiedemann.** Wiedemann ist seitens **ZF Projektmitarbeiter im Industriearbeitskreis EOS.**

Kontakt

nonverbal media GmbH
Annaberger Str. 73
09111 Chemnitz
Telefon 0371/90985-0
Telefax 0371/90985-11
Freecall: 0800 – NONVERBAL
E-Mail info@nonverbal.de
www.xopea.com

Stufenlos schalten

Chemnitzer Forschung zu Satellitengetrieben: Denkbarer Einsatz im Aggregatetrieb von Verbrennungsmotoren oder im Antrieb von Fahrrädern und anderen Fahrzeugen

Nebenaggregate von Verbrennungsmotoren werden heute meist über einen Poly-V-Riemen mit konstanter Übersetzung zur Kurbelwelle angetrieben.

Durch den Einsatz eines stufenlosen Antriebs können die Betriebsdrehzahlen der Aggregate angehoben und dann deren Baugröße bei gleicher Nennleistung reduziert werden. Bislang gibt es jedoch keine stufenlosen Getriebe, die für diese Anwendung bezüglich Bauraum, Gewicht, Lebensdauer und Kosten geeignet erscheinen.

Ein Satellitengetriebe ist ein formschlüssiges, stufenloses Getriebe. Es besteht aus zwei Halbgetrieben, deren Übersetzung durch einen stufenlos einstellbaren Achsversatz variabel ist. Durch die Anordnung von zwei Halbgetrieben erhält man wieder koaxiale An- und Abtriebe. Jedes Halbgetriebe besteht aus einer verzahnten Ringscheibe und einer Sternscheibe mit mehreren, zum Beispiel neun radialen Nuten. Die Ringscheibe hat darüber hinaus eine Ringnut, in der dann neun verzahnte Satelliten gleiten können. Jeder der neun Satelliten trägt an einem Exzenterhebel einen Gleitstein, der in einer der neun Radialnuten der Sternscheibe läuft.

Funktionsweise

Das Koppelgetriebe aus Sternscheibe mit Nut und darin laufendem Gleitstein des Satelliten, der formschlüssig mit der Ringscheibe verbunden ist, hat eine ungleichförmige Übersetzung, die vom Drehwinkel selbst und von der Exzentrizität zwischen Sternscheibe und Ringscheibe abhängt. Bei mehreren (neun) Nuten und Satelliten trägt immer nur der schnellste Satellit auf einem kleinen Übertragungswinkel (40 Grad bei neun Satelliten). Dadurch bleibt die Drehungleichförmigkeit sehr klein (kleiner als zwei Prozent bei maximaler Übersetzung ins Schnelle). Das Getriebe überträgt Drehmomente nur in eine Richtung und wirkt in der anderen Richtung als Freilauf.

Die bisher gebauten Prototypen liefern Übersetzungen zwischen 1:1 bis 1:2,5 ins Schnelle. Bei einem Außendurchmesser von rund 130 Millimetern und einer Länge von 50 Millimetern überträgt das Getriebe sehr hohe Drehmomente. Die Verstellung erfolgt elektromotorisch über Exzenterscheiben. Das Getriebe ist befettet und abgedichtet. Es ist nicht an die Motorschmierung angeschlossen und benötigt auch keine besondere Kühlung.

Der gerade die Umfangskraft übertragende Satellit ist fest mit der Ringscheibe verkoppelt. Zwischen Satellit und Ringscheibe treten dann keine Relativbewegungen auf. Die Relativbewegungen zwischen Satellit und Sternscheibe sind im Übertragungsbereich sehr klein. Nur die lastfreien Satelliten haben bei hohen Übersetzungen ins Schnelle hohe Relativgeschwindigkeiten in der Sternnut und in der Ringnut. Die formschlüssige Kraftübertragung bei sehr geringen Gleitgeschwindigkeiten und der geringe Schmier- und Kühlbedarf sowie die geringen Stellkräfte führen zu einem hohen Wirkungsgrad.

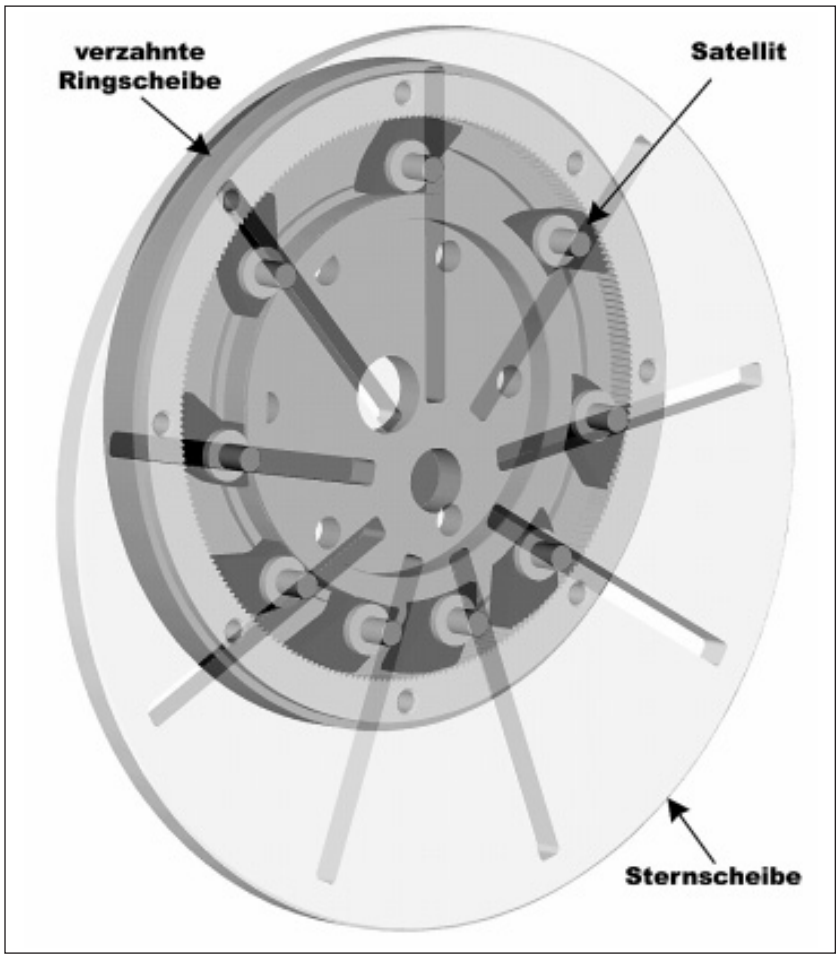
Die Kinematik und Kinetik des Satellitengetriebes einschließlich Verriegelung und Entriegelung wurde an ersten Prototypen bereits untersucht. Mit Hilfe der Mehrkörpersimulation und FEM-Analysen wird die Konstruktion ständig verbessert. Derzeit laufen Prototypen auf verschiedenen Prüfständen im Funktionstest und Lebensdauertest.

Ziele der weiteren Entwicklungen sind die Verringerung dynamischer Lastspitzen, ein immer vollständiges Einrücken der Satelliten in die Ringverzahnung sowie ein möglichst geräuscharmer Lauf durch gezielten Einsatz von Elastizitäten.

Einsatzmöglichkeiten

Weitere Ziele konstruktiver Untersuchungen sind die Reduzierung der Teileanzahl und die Untersuchung von für mittlere und hohe Stückzahlen geeigneten Produktionstechnologien. Als weitere Anwendungen neben Riemengetrieben in Fahrzeugen kommen die Antriebe von kleineren Fahrzeugen in Frage. Hier wären Fahrräder, aber auch kleine Elektrofahrzeuge und Motorroller zu nennen.

Prof. Dr. Peter Tenberge & Herwig Fischer



Satellitengetriebe mit neun Satelliten

Grafik: TU Chemnitz

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Professur Maschinenelemente
Prof. Dr. Peter Tenberge
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-1244
Telefax 0371/531-4560
E-Mail peter.tenberge@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/MaschElem/
Herwig Fischer
Firma VTAT
Lungwitzer Straße 81
09356 St. Egidien
Telefon 037204/5890-11

Forschung am Drei-Liter-Auto

Maschinenbauer und Elektrotechniker entwickelten gemeinsam ein vollelektronisches Getriebe für Hybridfahrzeuge

In Zeiten steigender Kraftstoffpreise ermöglichen Hybridfahrzeuge den optimalen Einsatz der Antriebsenergie. Dabei ist ein Fahrbetrieb mit Verbrennungs- oder Elektromotor sowie mit beiden Systemen gleichzeitig möglich. Gemeinsam entwickelten die beiden Professuren Elektrische Maschinen und Antriebe sowie Maschinenelemente der Technischen Universität Chemnitz ein vollelektronisches Getriebe für Hybridfahrzeuge. Dieses Getriebe kann im Vergleich zu einem herkömmlichen Schaltgetriebe eine kontinuierliche Drehzahl- bzw. Drehmomentübersetzung in einem weiten Stellbereich einstellen.

Bertram Frei am Versuchsstand "Stufenloses elektronisches Fahrzeuggetriebe" der Chemnitzer Universität. *Foto: Alexander Galle*

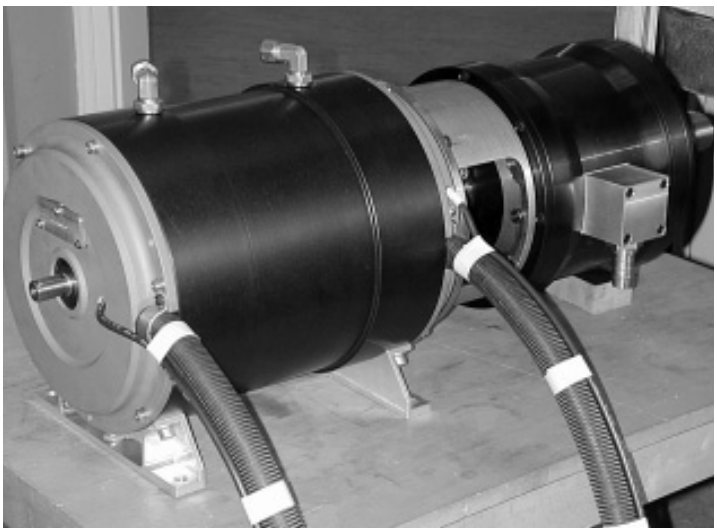
Hohe Energiedichte, sehr guter Wirkungsgrad

Nach umfangreicher Simulation der Fahrprozesse zur Ermittlung der Anforderungen wurden sowohl die mechanischen als auch die elektrotechnischen Komponenten dimensioniert. Dabei waren eine Reihe technischer Probleme zu lösen.

Unter der Leitung von Prof. Dr. Wilfried Hofmann (Elektrische Maschinen und Antriebe) und Prof. Dr. Peter Tenberge (Maschinenelemente) wurde der aus zwei permanent erregten Synchronmaschinen und einem dreistufigen Planetengetriebe bestehende Wandler konzipiert.

Der Einsatz im Kraftfahrzeug erfordert ein geringes Bauvolumen der Elektromotoren. Gleichzeitig werden diesen aber große Drehmomente abverlangt. Durch Verwendung von neuesten Magnetwerkstoffen gelang es, eine hohe Energiedichte zu erzielen, und gleichzeitig Motoren mit sehr gutem Wirkungsgrad auch im Teillastbereich zu bauen. Die Fertigung und Montage dieser Motoren wurde schließlich von den Werkstätten der Chemnitzer Universität mit hoher Präzision durchgeführt.

Das Chemnitzer Elektronik- und Planetengetriebe. *Foto: Jörg Sewart*



Jede der elektrischen Maschinen ist in der Lage, Spitzenmomente von bis zu 120 Newtonmetern abzugeben. Dabei gilt es jedoch mittels einer entsprechenden Leistungs- und Informationselektronik, Ströme von einigen Milliampere bis circa 200 Ampere präzise zu regeln.

Dies wurde nur durch den Einsatz moderner Mikrocomputer möglich, die viele periphere Einheiten und eine leistungsfähige Recheneinheit auf einem einzigen Chip vereinen.

Bei einer Drehmomentregelung konnten somit Anregelzeiten von etwa fünf Millisekunden erzielt werden. Eine überlagerte Drehzahlregelung ist in der Lage, innerhalb von rund 70 Millisekunden den geforderten Drehzahlwert am Elektromotor einzustellen, was dem Fahrspaß zugute kommt.

Bremsenergie hilft beim Beschleunigen

Der Antriebsstrang des Hybridfahrzeuges mit Verbrennungsmotor, zwei Elektromotoren und Akkumulator wurde so konzipiert, dass die anfallende Bremsenergie gespeichert werden kann. Diese kann beim Fahrbetrieb zum Beschleunigen des Fahrzeuges wieder genutzt werden, was zur Senkung des Kraftstoffverbrauchs beiträgt.

An dem aufgebauten Versuchsstand erfolgten umfangreiche Tests der Elektromotoren und die Erprobung des elektrischen Systemteils mit elektrischer Leistungsverzweigung. Weitere Arbeiten werden nun an der Steuerung des Gesamtsystems mit Planetengetriebe und am Lademanagement für den Akkumulator durchgeführt.

Bertram Frei

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Professur Elektrische Maschinen und Antriebe
Prof. Dr. Wilfried Hofmann,
Bertram Frei
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-8014, -3339
E-Mail wilfried.hofmann@e-technik.tu-chemnitz.de
bertram.frei@e-technik.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/etit

Fakultät für Maschinenbau
Professur Maschinenelemente
Prof. Dr. Peter Tenberge
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-1711
E-Mail peter.tenberge@mb.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb

Wirkungsgradmodelle für Verbrennungsmotoren

Von der Nichtgleichgewichts-Thermodynamik zum realen Motor - Computerphysiker schließen Forschungslücke

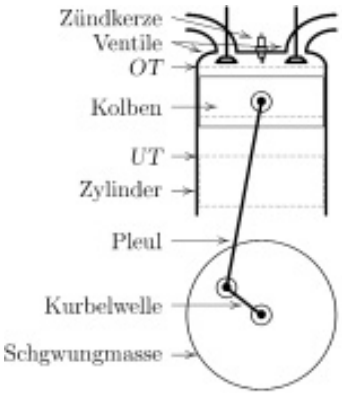


Bild 1: Schematischer Aufbau des Motorenmodells, das mit seinen umfangreichen Details eine breite Palette der in real arbeitenden Maschinen stattfindenden Prozesse berücksichtigt.

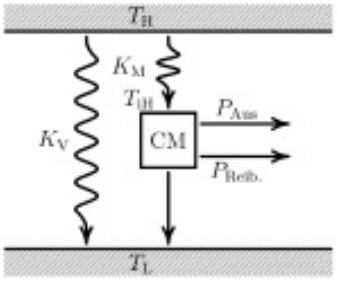


Bild 2: Die Novikov-Maschine erfasst trotz ihres recht simplen Aufbaus eine Vielzahl realitätstreuer Eigenschaften von Wärmekraftmaschinen. Allein durch Erweiterung um zwei endliche Wärmekontakte verwandelt sich die Carnotsche Idealmaschine in ein gutes Modell für reale Motoren.

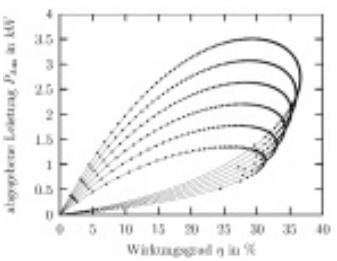


Bild 3: In dieser Darstellung sind die untersuchten Arbeitspunkte der Referenzmaschine (Punkte) dem von der Novikov-Maschine mit Wärmeleck reproduzierten Verhalten (Linien) gegenübergestellt. Man beachte, mit welch geringer Diskrepanz das wesentlich einfachere endoreversible Modell den komplexen Ottomotor imitiert.

Grafiken: Andreas Fischer

Reale Energieumwandlungsprozesse sind immer irreversibel und mit Verlusten sowie Entropieproduktion verbunden. Diese Verluste begrenzen die Effizienz energieumwandelnder Prozesse und zeigen zusätzlich zu den theoretischen Grenzen (Hauptsätze der Thermodynamik) neue praktische Limits für die erreichbare Effizienz von Wärmekraftmaschinen auf.

Bereits vor etwa 50 Jahren kam der Einfluss endlicher Transferraten in den Blickpunkt der Effizienzuntersuchungen an Wärmekraftmaschinen. In den 70-er Jahren des vergangenen Jahrhunderts entwickelte sich daraus die Rahmentheorie der endoreversiblen Thermodynamik.

Zwischen dem Arbeitsfeld der Ingenieure, die die technische Entwicklung der Motoren und Maschinen vorantreiben, und dem Arbeitsfeld der Naturwissenschaftler, die nach einem abstrahierten Verständnis der zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeiten suchen, klaffen noch einige Lücken, die von der hier beschriebenen Forschungsarbeit ein wenig angefüllt werden sollen.

Ein simples Modell für den Ottomotor

In dieser Fallstudie wurde die Simulation eines Ottomotors unter Berücksichtigung von Wärmeübergängen, Abgasverlusten, Reibungsverlusten und vielem mehr als Referenz benutzt. An den daraus gewonnenen Daten wurde untersucht, ob die Novikov-Maschine mit Wärmeleck, ein simples endoreversibles Modell, bei geeigneter Parameterwahl das komplizierte Verhalten des simulierten Ottomotors reproduzieren kann. Die Ergebnisse zeigen, dass das mit überraschend hoher Genauigkeit möglich ist.

Im Detail setzt sich der simulierte Ottomotor aus den in den Ingenieurwissenschaften gebräuchlichen, teilweise empirisch gefundenen Teilprozessmodellen für Mechanik, Ladungswechsel, Verbrennung, Wärmekontakt und dergleichen zusammen. Ein skizzenhafter Überblick des Systems ist in Bild 1 gegeben. Im Sinne des Modells fügen sich diese Teile, von denen jedes durch Differentialgleichungen beschrieben wird, zu einem gekoppelten System zusammen, das (mit beträchtlichen Rechenaufwand) numerisch gelöst wurde.

Novikov-Maschine mit Wärmeleck

Dem gegenüber steht die Novikov-Maschine mit Wärmeleck, bestehend aus weniger als einer Hand voll Teile. Wichtig dabei sind die Wärmebäder (T_H und T_L), die Wärmekontakte (K_M und K_V) sowie die eingebettete Carnot-Maschine (CM), wie in Bild 2 dargestellt. Die eigentliche Umwandlung von Wärme in Arbeit wird auch in diesem Modell durch eine Carnotsche Idealmaschine vollzogen, die zwischen zwei Wärmebädern unterschiedlicher Temperaturen arbeitet. (Das Bad höherer Temperatur (T_H) repräsentiert die Verbrennungswärmezufuhr, das Bad niedrigerer Temperatur (T_L) den Wärmeabtransport durch Abgas und Kühlung.)

Die wesentliche Erweiterung von Novikov ist dabei jedoch, dass die Verbindung zwischen dieser Carnot-Maschine und dem Bad höherer Temperatur nicht unmittelbar ist, sondern durch einen endlichen Wärmekontakt (K_M) realisiert wird, der jeden Wärmefluss mit einem den Wirkungsgrad verringernden Temperaturabfall (T_H-T_{iH}) bestraft. Dadurch werden entropieproduzierende Effekte wie endliche Flammengeschwindigkeit und Temperaturschichtung abstrahiert. Weiterhin befindet sich ein endlicher (Kurzschluss-) Wärmekontakt (K_V) direkt zwischen beiden Bädern, durch welchen unter anderem der direkte Kontakt zwischen Arbeitsgas und gekühltem Zylinder modelliert wird.

Verblüffend hohe Präzision

Um das Verhalten des simulierten Ottomotors, der als Referenzmaschine dient, zu reproduzieren, wurde als Übereinstimmungskriterium gleiche Entropieproduktion sowie gleicher thermischer und mechanischer Leistungsumsatz festgelegt. Mit dieser Festlegung konnten die oben angegebenen Parameter der Novikov-Maschine berechnet werden, welche erstaunlich leicht nachvollziehbare Abhängigkeiten von allgemeinen Arbeitsparametern, insbesondere Drehzahl und Leitungsumsatz, zeigen. Die darauf aufbauende Reproduktion des Arbeitsverhaltens (siehe Bild 3) zeigt, dass das Verhalten der detailreichen Referenzmaschine durch ein simples endoreversibles Modell mit hoher Präzision nachvollzogen werden kann.

Zusammenfassend lassen sich die hierbei erzielten Ergebnisse dahingehend interpretieren, dass sich viele komplexe Details einer realen Wärmekraftmaschine auf die Eigenschaften endlicher Wärmetransport und endliche Leckrate reduzieren lassen.

Prof. Dr. Karl Heinz Hoffmann & Andreas Fischer

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Naturwissenschaften
Professur Theoretische Physik,
insbesondere Computerphysik
Prof. Dr. Karl Heinz Hoffmann
Andreas Fischer
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-3212
Telefax 0371/531-3233
E-Mail hoffmann@physik.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/physik/CPHYS/

Emulieren statt simulieren

Grafische Farbdisplays und ein Prüfverfahren, das nahezu in Echtzeit arbeitet

Die Möglichkeiten der Mikroelektronik wachsen noch immer. Die 1965 von Gordon Moore - im nach ihm benannten "Mooreschen Gesetz" - formulierte Voraussage prognostiziert, dass sich der Integrationsgrad alle 18 Monate verdoppelt. Diese Einschätzung ist Ausdruck einer fast unbegrenzten Entwicklung der technologischen Möglichkeiten zur Herstellung integrierter Schaltkreise, die bis heute anhält. Gegenwärtig sind Speicherschaltkreise mit bis zu zehn Giga-Bit und Prozessoren bzw. Mikrocontroller mit bis zu 100 Millionen Transistoren realisierbar.

Fahrerassistenz in Farbe

Neben der außerordentlichen Kompliziertheit der Technologie vergrößern sich mit der enormen Anzahl möglicher Transistoren auch Probleme und Aufwand beim Entwurf und Test der Chips. Einen Ansatz zur Minderung der Entwurfs- und Fertigungsprobleme bieten applikationsspezifische Schaltkreise, so genannte ASICs. Sie stehen in verschiedenen Ausprägungen im Mittelpunkt der Aktivitäten an der Chemnitzer Professur Schaltungs- und Systementwurf (SSE). Beispiele für bisherige SSE-Entwürfe sind: ein MPEG-2-Single-Chip-Dekoder, ein spezieller Mikrocontroller zur Temperaturstabilisierung und ein Grafik-Displaycontroller (GDC) für den Automotivebereich.

Im Kraftfahrzeug-Bereich (Automotive) wächst der Anteil von (Mikro-)Elektronik extrem schnell. Schlagworte wie ABS, ESP, Motormanagement sind den meisten Autofahrern inzwischen geläufig, die entsprechende Technik ist Standard. Bei künftigen Applikationen geht es um Fahrerassistenzsysteme, Automation Cruise Control, Drive by Wire und Car Infotainment.

Im Rahmen eines Drittmittelprojekts wurde an der Professur Schaltungs- und Systementwurf gemeinsam mit MAZet Jena im Auftrag der Firma FUJITSU Mikroelektronik GmbH ein Schaltkreis (GDC) für das Grafik-Display des Kombi-Anzeigeinstruments (Dash Board) entworfen. Der Spezialschaltkreis steuert einerseits Farbdisplays für verschiedene Funktionalitäten an - für das Fahrerinformationssystem ebenso wie für das TV-Gerät. Andererseits ist er universell an unterschiedliche Displayvarianten, Ansteuermodi und physikalische Wirkprinzipien - etwa LCD oder TFT - anpassbar. Inzwischen existiert eine ganze Familie von GDCs. Sie erhöhen Komfort und Sicherheit, da die für den Fahrer notwendigen Informationen sehr gezielt in Farbe und Aussage angeboten werden können.

Beim "Dash Board" erhält der Fahrer die für ihn notwendigen Informationen gezielt in Farbe.
Foto: Unicontrol Frankenberg

Die Entwurfsprobleme wachsen exponentiell mit der Anzahl der Transistoren pro Chip. Beim GDC betrug allein der Anteil der digitalen Logik mehr als eine Million Transistoren. Die korrekte Funktion einer solchen Schaltung lässt sich mittels herkömmlicher Simulation nicht mehr zeitgerecht prüfen und verifizieren. Zur Beschleunigung des Entwurfsablaufs und zur Erhöhung der Entwurfssicherheit wurde deshalb auf Basis des an der Professur Schaltungs- und Systementwurf vorhandenen Know-hows ein FPGA-basiertes Emulatorboard entwickelt.

Dies hat mehrere Vorteile: Da FPGAs vom Anwender programmierbar - besser: konfigurierbar - sind, realisiert man die entworfene Schaltung zunächst auf dem Board prototypisch mittels FPGA. Bei der Überprüfung (Verifikation) entdeckte Entwurfsfehler können nun durch Rekonfiguration des Emulatorboards in kürzester Zeit korrigiert werden. Ein weiterer sehr großer Vorteil ergibt sich aus der Verkürzung der für die Verifikation benötigten Zeit: Bei einer simulativen Überprüfung wird die Schaltung mit Hilfe eines Simulators verifiziert, das heißt die Schaltung durch ein Programm nachgebildet. Durch Anlegen von Stimuli, die den späteren Eingangssignalen entsprechen, überprüft man das Verhalten der Schaltung, das Simulationsprogramm wird dabei im Allgemeinen sequenziell abgearbeitet. Dadurch streckt sich - im Gegensatz zur "Echtzeitverarbeitung" des später realisierten Schaltkreises - die Zeitachse um mehrere Zehnerpotenzen. Die Verlängerung der Simulationszeit liegt zwischen 1.000 und einer Million, bei einer Emulation liegt der Streckungsfaktor dagegen nur zwischen 10 und 100, sodass wesentlich schneller überprüft werden kann.

Wegen seiner Vorteile konnte der Emulator von einem Spin-off der Professur weiterentwickelt und industriell vermarktet werden.

Aus der Kombination von Mikrocontroller (MC) und GDC ergeben sich Leistungsfähigkeit und Flexibilität. Für den MC benötigt man umfangreiche Software, viele Programmmodule müssen geschrieben, ihre Korrektheit und Funktionalität getestet werden. Üblicherweise kann das aber erst bei Vorliegen des präparierten Schaltkreises erfolgen, die Überprüfung der Anwendersoftware muss so lange warten. Damit verzögert sich die Zeitspanne bis zur Markteinführung (Time-to-Market), was entsprechende Nachteile zur Folge hat. Bei Vorhandensein eines Emulators kann dagegen die Software fast parallel zum Entwurfsvorgang geschrieben und überprüft werden, da bei der Ansteuerung der Displays mittels MC und Emulator eine Verzögerung nur um den Faktor 10 bis 100 auftritt, was als "quasi Echtzeitverarbeitung" tolerierbar ist.

Durch die Nutzung unseres Emulators entstanden beim Automobilzulieferer, der die Applikationssoftware schrieb, große zeitliche Vorteile. Für die Professur ist sehr erfreulich, dass der Entwurf zu einem vermarktbaren Schaltkreis geführt hat, der in einem Pkw der Oberklasse zur Displayansteuerung eingesetzt wird. Das Know-how der Professur Schaltungs- und Systementwurf wird auch von kleinen und mittelständischen Unternehmen der Region erfolgreich genutzt, zum Beispiel von Unicontrol aus Frankenberg.

Prof. Dr. Dietmar Müller

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Professur Schaltungs- und Systementwurf
Prof. Dr. Dietmar Müller
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-3192
Telefax 0371/531-3193
E-Mail d.mueller@infotech.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/etit

ZfM Zentrum für Mikrotechnologien

Das Zentrum für Mikrotechnologien (ZfM) an der TU Chemnitz ist als wissenschaftliche Betriebseinheit der Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik angegliedert und dient der interdisziplinären Forschung auf den Gebieten der Mikroelektronik, Mikrosystemtechnik und Nanotechnologie.

Das ZfM verfügt über rund 1.000 Quadratmeter Reinraumfläche, davon haben etwa 300 Quadratmeter eine Reinheitsklasse besser 100. Die vorhandenen Ausrüstungen sind für die Bearbeitung von 100 mm- und 150 mm-Wafern ausgelegt. Damit ist es möglich, Sensoren, Aktoren oder mikroelektronische Teststrukturen herzustellen: von der Designskizze über die Maskenherstellung und die Waferbearbeitungsprozesse bis zur elektrischen Charakterisierung und Fehlerdiagnostik, einschließlich der erforderlichen Simulationen und Modellberechnungen.

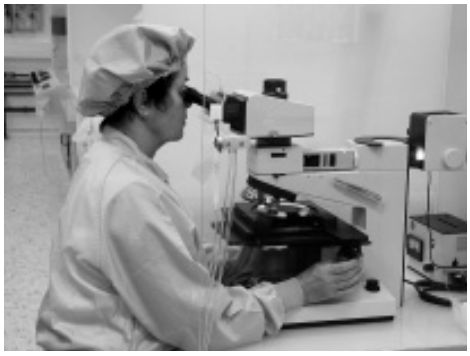
Grundlagenuntersuchungen, praxisnahe Verbundprojekte und direkte Forschungs- und Entwicklungsaufträge für die Industrie werden derzeit zu folgenden Forschungsschwerpunkten durchgeführt:

- Entwicklung von Technologien und Komponenten der Mikrosystemtechnik (Sensoren, Aktoren und Arrays)
- Entwicklung von Metallisierungssystemen für höchstintegrierte Schaltkreise (Kupfer, Barrieren, Dielektrika mit niedriger Dielektrizitätskonstante (low k)
- Entwicklung von Technologien und Bauelementen der Nanotechnologie (“Single-Electron”-Transistoren, ultradünne Barrieren)

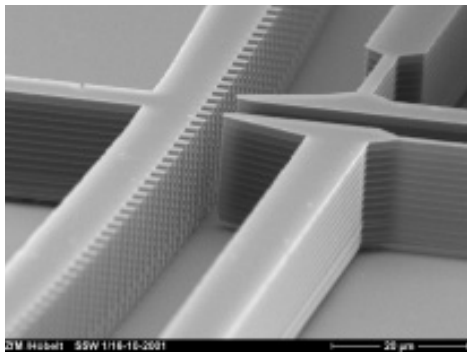
Technologien und Prozesse:

- Hochtemperaturprozesse
- Schichtabscheidung CVD und PVD
- Optische Lithografie: Kontakt-, Abstands-, Doppelseitenbelichtung
- Elektronenstrahllithografie
- Nass- und Trockenätzen
- Waferbonden
- Maskenfertigung 3“ bis 7”
- Chemisch-Mechanisches Polieren (CMP)
- Analytik und Charakterisierung

Bestückung einer CVD-Anlage



Wafer-Sichtkontrolle



REM-Detailaufnahme eines Schrittschaltwerkes

Waferbondausrüstung

Kontakt

Zentrum für Mikrotechnologien der TU Chemnitz &
Fraunhofer IZM, Abt. Micro Devices and Equipment
Prof. Dr. Thomas Geßner
Reichenhainer Straße 70
09126 Chemnitz
Telefon 0371/531-3130
Telefax 0371/531-3131
E-Mail info@zfm.tu-chemnitz.de
www.zfm.tu-chemnitz.de &
www.pb.izm.fraunhofer.de/mdae

Fraunhofer Institut Zuverlässigkeit und Mikrointegration

Die Abteilung Micro Devices and Equipment (MDE) des Fraunhofer-Instituts Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) beschäftigt sich mit dem Entwurf und der Entwicklung von Mikro-Elektro-Mechanischen-Systemen (MEMS), den Herstellungstechnologien und -anlagen sowie der Simulation und Modellierung von Prozessen und Halbleiter-Ausrüstungen.

Für eine Vielzahl von Anwendungen werden Sensoren und Aktoren zugrunde gelegt, die in verschiedenen Entwürfen und Prototypen bereits entwickelt und hergestellt wurden. Die dabei verwendeten Technologien wurden zum Teil in Eigenentwicklungen erforscht und charakterisiert.

Bereits in naher Zukunft werden MEMS weitere vielfältige Funktionen vereinen, wie es die Integration von elektronischen Elementen für die Signal- und Informationsverarbeitung und den Sensor- bzw. Aktorelementen bereits heute zeigt. Die Abteilung arbeitet an Prototypenentwicklungen sowohl für das Sensorelement als auch für die Elektronik und die für eine digitale Signalverarbeitung (DSP) erforderliche Software. Dabei spielt die Simulation des mechanischen Verhaltens eine bedeutende Rolle. Ein weiterer Schwerpunkt ist die Herstellung der Sensor-/ Aktorelemente und die darauf folgende experimentelle Charakterisierung des Gesamtsystems.

Um heutigen Anforderungen an Qualität, Zuverlässigkeit und Herstellungskosten gerecht zu werden, sind neue und bessere Aufbau- und Verbindungstechnologien (Packaging) notwendig. Im Rahmen des MEMS Packaging-Programms führen die Forscher eine Vielzahl von Arbeiten und Untersuchungen zu diesem Schwerpunkt durch.

Arbeitsfelder und Services:

- Entwurf von Mikrosystemen
- Entwicklung von Mikrosystemen
- Verfahrensentwicklung
- Prozess- und Equipmentsimulation

Kleiner, billiger, besser

Mikrosysteme erobern das Auto - Miniaturisierung technischer Systeme für mehr Sicherheit und höheren Fahrkomfort

Verbesserung von Funktionalität und Qualität, Erhöhung von Zuverlässigkeit und Lebensdauer sowie Kostensenkung - diese Ziele sind ständige Wegbegleiter bei technischen Entwicklungen. Die Automobilindustrie ist dafür ein exemplarisches Beispiel. Die Technikgeschichte zeigt, dass es mit innovativen Ideen und Technologien immer wieder gelungen ist, diese Ziele zu erreichen. Auch die Mikrosystemtechnik (MST) hat bereits bewiesen, dass trotz physikalischer Grenzgänge Innovationen mit durchschlagendem Erfolg möglich sind. In der MST steht eine einleuchtende Idee im Vordergrund: Die Kombination von erprobten und effektiven Prozessen aus der Mikroelektronik mit neuen, speziellen Technologien, um Prinzipien der Mechanik, Feinwerktechnik, Optik und Fluidik in einem Mikrosystem zu realisieren. Der Vorteil von Mikrosystemen ist eine kostengünstige Massenproduktion und eine gleichzeitige Erhöhung der Zuverlässigkeit und Lebensdauer. Genau das wollen Kfz-Hersteller für ihre Autos: mehr Nutzen und mehr Funktionalität für den "gleichen" Preis. Erfolgreiche Produktbeispiele dafür sind Beschleunigungs- und Drucksensoren sowie Einspritzdüsen bzw. -systeme, die seit einigen Jahren ihren Siegeszug im Automobil angetreten haben. Diese Entwicklung hält an, und der Anteil an Sensorik und Elektronik im Automobil nimmt von Generation zu Generation zu. In einem Mittelklassefahrzeug findet man schon heute über 30 Prozent Elektronik, gemessen an den Produktionskosten. In der Oberklasse, wie dem 7-er BMW, sind es sogar schon 50 Prozent. Begriffe wie elektronisches Stabilitätsprogramm, Regensensoren, automatische Abblendspiegel, Reifendrucksensoren oder Einparkhilfen gehören mittlerweile zum Standard, wenn man von "guten" Autos spricht. Gut für den Kunden: Der Zusatznutzen für den Käufer wird ständig erhöht, sei es im Bereich Komfort, Sicherheit, Fahreigenschaften oder Umwelt.

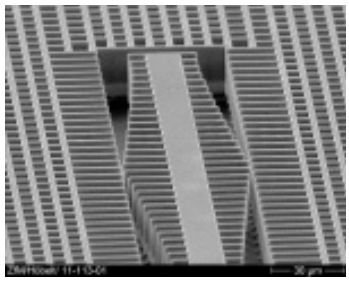
Am Zentrum für Mikrotechnologien (ZfM) der TU Chemnitz arbeiten die Wissenschaftler an mikroelektronischen und mikrosystemtechnischen Forschungs-und Entwicklungsprojekten, unter anderem auch für die Automobilindustrie. So wurden zum Beispiel Mikrosensoren entwickelt, die mit "beweglichen Massen" physikalische Größen wie Beschleunigungen, Kreisbewegungen, Neigungen und Vibrationen aufnehmen und messen. Anwendungen für diese Sensoren sind Beschleunigungsmessung, Crash- und Überrolldetektion sowie der Einsatz in Fahrerassistenzsystemen und in der Positionsbestimmung. Durch eine neuartige Technologie können solche winzigen Strukturen besonders schnell und kostengünstig in Silizium erzeugt werden. Gemeinsam mit der Abteilung Micro Devices and Equipment Chemnitz des Fraunhofer IZM Berlin werden solche Mikrokomponenten in smarte Sensorsysteme integriert und bis zum weiter verwendbaren Package aufgebaut.

Ein weiteres Entwicklungsbeispiel ist ein Hochtemperatur-Gassensorchip, der auf Grund einer speziellen Titanoxidbeschichtung sofort anschlägt, wenn sich Kohlen- oder Stickoxid-Anteile im Abgas eines Fahrzeuges nur um wenige Millionstel verändern. Und das funktioniert bei Betriebstemperaturen von bis zu 450 Grad Celsius. Damit können zum Beispiel Prüfstände für Motorenentwicklungen ausgestattet werden, um an der Optimierung des Verbrennungsprozesses weitere Fortschritte für den Menschen und seine Umwelt zu erreichen. Durchaus vorstellbar wäre eine Anpassung des Sensors für das Automobil selbst, um die Abgase im Auspuff zu überwachen und steuernd einzugreifen, falls sich der Schadstoffanteil bedenklich erhöht.

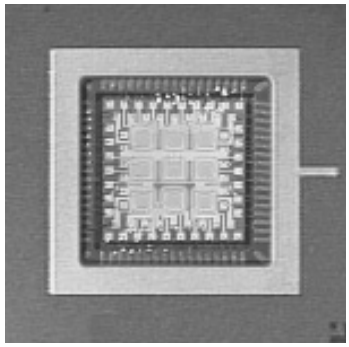
Nicht nur im Bereich der Sensorik sind erstaunliche Entwicklungen gemacht worden. Auch im Bereich der Aktorik, also dem Hervorrufen einer Aktion durch ein elektrisches Signal, wurden Projekte durchgeführt, die für die Automobilindustrie von Interesse sind. In dem Verbundprojekt "IBA" wurde gemeinsam mit der Industrie ein Mikrochip entwickelt, der beim Auslösen des Airbags im Auto die Zündung der Sprengstoff-Module initialisiert. Der Vorteil an dieser neuen Schichttechnologie ist eine signifikante Einsparung an Energie und Zeit, was völlig neuen Ideen der Ansteuerung und Informationsverarbeitung Raum gibt. Im Vergleich zu herkömmlichen Drahtbrückenzündern kann eine solche Kettenreaktion mit bis zu einem Zehntel der Zeit und bis zu einem Hundertstel an Energie in Gang gesetzt werden. Dabei ist die Struktur der entscheidenden Funktionsschicht nur 30 bis 50 Mikrometer groß, weniger als ein tausendstel Millimeter dick und mit bloßem Auge fast nicht mehr zu erkennen.

Mit den vorhandenen Volumen- und Oberflächentechnologien ist es gelungen, aus Silizium sehr kleine Spiegel herzustellen, deren Spiegelflächen sich durch geringe Rauheiten und konstante Dicken und gleichzeitig durch eine hohe Reflektivität auszeichnen. Die an Mini-Federn aufgehängten Spiegel erlauben durch elektrostatische Anregung zwei Betriebsarten zur Ablenkung von Licht- bzw. Laserstrahlen: stationäre Winkeleinstellung und dynamischen Betrieb in Resonanz. Optische Anwendungen wie das Scannen von Flächen und das Projizieren von Bildern finden in der Automobilindustrie beispielsweise zur Hinderniserkennung oder autonomen Fahrzeugführung Beachtung.

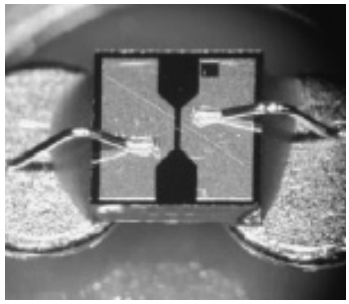
Prof. Dr. Thomas Geßner & Mario Baum



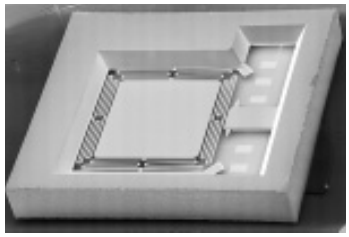
REM-Aufnahme einer beweglichen Sensorstruktur zur Beschleunigungs- und Vibrationsmessung, die im Zentrum für Mikrotechnologien gefertigt wurde.



Hochtemperatur-Gassensor für CO_X und NO_X mit neun Sensorzellen.



Mikrochip mit patentierter Hafniumhydridschicht zur Initialzündung von Airbags.
Foto: NICO Pyrotechnik



REM-Aufnahme eines zweidimensionalen Mikrospiegels zur Laserstrahlablenkung.
Fotos (7): Zentrum für Mikrotechnologien

Robuste Drosselklappen

Elektromagnetische Klappen und Ventile, deren Zustand vom Motormanagement überwacht werden kann, sind erforderlich, um die Abgasqualität zu verbessern und den Wirkungsgrad des Verbrennungsmotors zu erhöhen. Durch im Steuergerät eingebaute Diagnosen werden Totalausfälle vermieden, da vorbeugende Wartung möglich ist. Da kundenspezifische Steuervarianten in der Software realisiert sind, können solche Klappen und Ventile umfassend standardisiert werden.

Eine solche Komponente ist die elektrisch gesteuerte Drosselklappe, die einen bestimmten Öffnungswinkel realisieren muss, um dem Motor die vom Management berechnete Luftmenge zur Verfügung zu stellen. Die Positionsregelung sichert, dass dieser Öffnungswinkel unabhängig von Störgrößen eingehalten wird. Der Regler, der an der TU Chemnitz erarbeitet wurde, hat die Eigenart, dass er mit einer Einstellung einen größeren Bereich von Drosselklappenparametern abdeckt als andere Regelungsansätze. Das bedeutet, dass der Applikationsaufwand sinkt, und die Empfindlichkeit gegen alterungsbedingte Änderungen des Klappenantriebes oder bei Abgasrückführventilen geringer ist.

Robuste Sensoren

Die genaue Messung der NOx-Konzentration im Abgas ist entscheidend für eine effiziente Emissionsreduzierung. Der Stickoxid-Ausstoß kann mit Katalysatoren und einer entsprechenden Fahrweise sehr klein gehalten werden.

Die Messung der NOx-Konzentration erfordert ein sehr aufwändiges Mehrkammermessverfahren, bei dem drei Regelkreise möglichst optimal eingestellt sein müssen. Nur wenn die Regelung gut funktioniert, können die Messbedingungen in vielen Fahrsituationen eingehalten werden und dem Motormanagement ein Messwert bereitgestellt werden.

Im Rahmen der Zusammenarbeit mit SiemensVDO Automotive AG Regensburg wurden an der TU ein regelungstechnisches Modell des Sensors erstellt, Frequenzganguntersuchungen durchgeführt und eine geeignete Regelung erarbeitet, die auch Fertigungstoleranzen der Sensoren in einem vernünftigen Band verkraftet. Außer der prinzipiellen Lösung wurden auch die notwendigen Echtzeit-Tools in Soft- und Hardware, die eine umfangreiche Untersuchung erst ermöglichen, und der auf Microcontroller zugeschnittene Reglercode an der Einrichtung entwickelt.

Querfeldein: “Outdoor Robotik” an der Chemnitzer Uni

Wann wird der Autofahrer beim Fahren die Füße hochlegen und Zeitung lesen können? Für die Automobilindustrie ist dies zur Zeit kein Thema, da die Technik noch nicht existiert bzw. extrem aufwändig und teuer ist und auch Produkthaftungsfragen ungeklärt sind. Dennoch gehen die Fahrerassistenzsysteme mit jeder neuen Generation ein Stück in diese Richtung. Der Bremsassistent reagiert schneller als der Mensch und ESP stabilisiert Fahrzeuge in Extremsituationen, wie dies kein Fahrer könnte. Trotzdem ist der letzte Schritt bei der vollständigen Übertragung der Verantwortung auf den Computer gewaltig, denn dann muss der Rechner nicht nur in ganz speziellen Situationen abgegrenzte Aufgaben übernehmen, sondern in jeder Situation die richtige Entscheidung treffen. Das TU-Projekt “Mobile Roboter in unstrukturierten Außenbereichen” zielt in diese Richtung. Mehrere mobile Plattformen - “Outdoor Roboter” - sollen sich auch in freiem Gelände autonom bewegen, mit Hilfe verschiedener Sensoren (Kamera, Laserscanner) Hindernisse und unpassierbare Strecken umfahren und eine Karte der Umgebung anfertigen. Dabei muss die Steuerung auf unvorhergesehene Situationen flexibel und adaptiv reagieren. Das Ziel des Projekts ist die Unterstützung des Menschen durch Roboter in Katastrophenfällen, bei denen die Roboter etwa autonom ein Gelände nach Verletzten absuchen, den Gesundheitszustand ermitteln und die Position der Verletzten an eine Zentrale melden.

Über Stock und Stein: Autonom agierende “Outdoor Roboter” müssen querfeldein beweisen, dass sie sich selbstständig auf ständig neue Situationen einstellen können und drohenden Gefahren aus dem Weg gehen. *Foto: TU Chemnitz*

Aktive Pedale

Unter dem Stichwort “Adaptive Cruise Control” wurde mit der BMW AG ein Geschwindigkeits- und Abstandsregler entwickelt, der die Fahrweise durch ein “aktives” Gas- und Bremspedal beeinflusst. Ein Fuzzy-Regler modelliert das Fahrverhalten und passt sich dem individuellen Fahrstil an. Ein Prototyp wurde in einem Versuchsfahrzeug in normalem Verkehr erfolgreich erprobt.

Schlauer Klassifikator

Assistenzsysteme müssen aktuelle Verkehrssituationen exakt ermitteln können. Im Auftrag der BMW AG wurde ein Klassifikator entwickelt, der anhand einer Trainingsmenge lernt, die Messwerte eindeutig bestimmten Situationen zuzuordnen. Zudem soll sich der Klassifikator einmal mit Online-Lernverfahren im späteren Betrieb selbstständig an veränderte Umgebungsbedingungen anpassen.

Sicher einparken

Als Demonstrator für den Einsatz von Fuzzy Control wurde das sensorgeführte, automatische Einparken mit einem Modellfahrzeug implementiert. Dabei wurden bewusst einfache Sensoren eingesetzt, deren Messwerte mit erheblicher Unschärfe und Unsicherheit behaftet sind. Zur Lösung wurden verschiedene wissensbasierte Regelungskonzepte und Strategien miteinander kombiniert.

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Professur Prozessautomatisierung
Prof. Dr. Peter Protzel
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-3442
Telefax 0371/531-3352
E-Mail protzel@etit.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/etit/proaut

Telematik auf dem Prüfstand

Im Test: Fahrerassistenz- und Fahrerinformationssysteme

Die Geschichte des "Automobils" ist auch eine Geschichte der Automatisierung. Viele der Bedienfunktionen eines Kraftfahrzeugs (z.B. den Motor anlassen), die in den ersten Jahrzehnten nach Erfindung des Automobils aufwändig und manchmal auch riskant manuell ausgeführt werden mussten, werden inzwischen vom Fahrer nur mehr angestoßen und dann weitgehend durch technische Komponenten abgespult. Unter dem Schlagwort "Telematik" wurden in den letzten zehn Jahren weitere Funktionen der Fahraufgabe teilautomatisiert bzw. vollständig an das technische System übertragen. Ein Beispiel dafür ist ACC (Adaptiv Cruise Control), ein System, das weitgehend eine automatische Anpassung der Geschwindigkeit an die Fahrumgebung erlaubt. Und weitere Systeme befinden sich in der Entwicklung: Spurwechselassistent, stop-and-go-Assistent, Nachtsichtverbesserung etc. Neben den Fahrerassistenzsystemen (FAS) nahmen auch Anzahl und Leistungsspektrum von Fahrerinformationssystemen (FIS) in den letzten Jahren beträchtlich zu: Zusätzlich zu verkehrsbezogenen Informationsdiensten (z.B. Navigation) wurde durch den Zugang zum Internet im Auto ein gewaltiger neuer Informationspool erschlossen. FAS/FIS besitzen ohne Zweifel ein großes Potenzial, Fahrer in der Fahraufgabe zu unterstützen und es ihnen zu ermöglichen, die im Fahrzeug verbrachte Zeit produktiver zu nutzen. Viele der Systeme müssen allerdings während des Fahrens bedient werden und stellen damit eine Quelle für zusätzliche mentale Beanspruchung und visuelle Ablenkung dar. Da aus Unfallstatistiken bekannt ist, dass dies häufig die Ursache für Fahrfehler ist, stellen sich mit der Einführung von FAS/FIS auch Fragen an die Verkehrssicherheit.

An der Chemnitzer Professur Allgemeine Psychologie und Arbeitspsychologie wurden in diesem Zusammenhang in den letzten Jahren mehrere Projekte zur Gestaltung, Nutzung und Bewertung von FAS/FIS durchgeführt:

Kompetenzerwerb in der Bedienung von FAS/FIS

Ein wichtiges Bewertungskriterium im Hinblick auf das Risikopotenzial von FAS/FIS ist der Kompetenzerwerb: Wie schnell gelingt es Nutzern, ein Kompetenzniveau zu erreichen, bei dem die Ablenkungswirkung "vergleichsweise" gering ist und damit eine Nutzung während der Fahrt akzeptabel erscheint? Diese Frage war Gegenstand eines von der Bundesanstalt für Straßenwesen beauftragten Projekts. In einem Fahrversuch wurde die Veränderung des Ablenkungseffekts als Folge von Übungsdurchgängen in der Bedienung von Fahrerinformationssystemen systematisch untersucht. Als Aufgabe wurde die Zieleingabe in ein Navigationssystem gewählt. Zwei Navigationssysteme mit unterschiedlichen Mensch-Maschine-Schnittstellen wurden dabei eingesetzt. Zur Beschreibung des Lernverlaufs wurden, dem "Power law of practice" folgend, Potenzfunktionen verwendet. Die aus den Daten geschätzten Parameter dieser Potenzfunktionen wurden zur kondensierten Beschreibung der Kompetenzerwerbsverläufe in Abhängigkeit von verschiedenen Variablen (z. B. Navigationssystem, Alter der Teilnehmer) herangezogen.

Der Lernverlauf von Fahrern mittleren Alters und von älteren Fahrern wich erheblich voneinander ab. Jüngere Fahrer erreichten deutlich kürzere Bearbeitungszeiten mit beiden Systemen. Auswertungen des Blickverhaltens im Fahrversuch ergaben umfangreiche Datensätze zur visuellen Ablenkung in verschiedenen Fahrbedingungen. Der Kompetenzerhalt nach einigen Monaten war außer in der Gruppe älterer Fahrer fast vollständig. Es war kein Transfer zwischen den deutlich verschiedenen Systemen festzustellen.

Martin Baumann (l.) und Andreas Keinath vom Institut für Psychologie untersuchen neue Informations- und Kommunikationssysteme in Fahrzeugen. Sie ermitteln Probleme, die sich durch die Ablenkung des Fahrers und durch die Informationsüberflutung im Cockpit ergeben.
Foto: Wolfgang Thieme

Entwicklung von Verfahren zur Bewertung von FAS/FIS

Im Rahmen des Projekts ADAM (Advanced Driver Attention Metrics), beauftragt von der BMW Group und DaimlerChrysler, wurden Methoden entwickelt und getestet, die es erlauben sollen, die Ablenkungswirkung von FIS zu bewerten. In einer Laboruntersuchung wurden die Okklusionsmethode und die Peripheral Detection Task (PDT) verglichen. Die Okklusionsmethode beruht auf der systematischen Kontrolle und Variation der Zeit, für die eine relevante Information sichtbar ist, als auch der Zeit, für die sie nicht sichtbar ist. Dies wird technisch durch "shutter"-Brillen realisiert. Bei der PDT muss die Versuchsperson, während sie eine bestimmte Experimentalaufgabe bearbeitet, gleichzeitig eine visuelle Entdeckungsaufgabe bearbeiten. Erhoben wird die Reaktionszeit und Entdeckungsrate für in der Peripherie des Sehraums dargebotene PDT-Reize. Wir konnten nachweisen, dass beide Methoden die Ablenkungswirkung unterschiedlicher Aufgaben vergleichbar gut messen.

Auch eine Fahrstudie, die im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen durchgeführt wurde, diente der Methodenentwicklung. In einem schwedisch-deutschen Gemeinschaftsprojekt wurde die periphere Entdeckungsaufgabe (PDT) mit physiologischen Maßen (z. B. Herzrate, Herzratenvariabilität, Hautleitfähigkeit) und Fragebogenverfahren verglichen. In einem Versuchsfahrzeug wurden die Signalreize mittels Leuchtdioden in die Frontscheibe projiziert. In einem Fahrversuch, an dem 40 Chemnitzer Taxifahrer teilnahmen, wurde untersucht, ob sich Zusammenhänge zwischen der Entdeckungsrate, den Reaktionszeiten, den physiologischen Parametern und unterschiedlich beanspruchenden Streckenabschnitten eines innerstädtischen Kurses nachweisen lassen. Es wurden dabei zwei Navigationssysteme eingesetzt, die sich im Bedienkonzept erheblich unterschieden.

Die Ergebnisse unserer Studien sind ein Beitrag zur international koordinierten Entwicklung eines standardisierten Methodenspektrums zur Bewertung von FAS/FIS (ISO).

Prof. Dr. Josef F. Krems

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Philosophische Fakultät
Professur Allgemeine Psychologie und Arbeitspsychologie
Prof. Dr. Josef F. Krems
09107 Chemnitz
Telefon 0371/5316420, -6421
Telefax 0371/531-6410
E-Mail krems@phil.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/phil/psych/professuren/allpsy1/fas/index.html

Unverzichtbare Assistenten auf dem Vormarsch

Intelligente Fahrzeugumfelderkennung in Forschung, Anwendung und Lehre

Dr. Ullrich Scheunert (l.) und Hendrik Weigel von der Professur Nachrichtentechnik an einem Versuchsfahrzeug für Fahrzeugumfeldsensorik und Szenenanalysen im Straßenverkehr.
Foto: Uwe Meinhold

Der Automobilbau stellt seit jeher einen der größten Wirtschaftsfaktoren für Deutschland und in zunehmendem Maße auch für den Freistaat Sachsen dar. Die Wertschöpfung des Elektronikanteils im Automobil liegt momentan bei etwa 30 Prozent, bei weiterhin steigender Tendenz. Dabei kommt der Elektronikausstattung eine besondere Bedeutung zu, da sie oftmals zur Marktdifferenzierung herangezogen wird. Seit einiger Zeit richtet sich das Augenmerk bei der Fahrzeugelektronik verstärkt auf das neue Thema der Fahrerassistenzsysteme. Das Antiblockingsystem (ABS), das Electronic Stability Program (ESP) sowie der intelligente Tempomat (ACC – automatic cruise control) sind bereits erste Beispiele hierfür.

Fahrerassistenzsysteme werden den Trend hin zum "intelligenten Automobil" maßgeblich prägen. Hierbei ist der Terminus "intelligent" derart zu verstehen, dass neuartige Fahrzeugumfeldsensorik sowie zugehörige Signalverarbeitung immer stärker in die Prozesskette Mensch-Steuerung-Aktuatorik einfließen werden. Die Professur Nachrichtentechnik der TU Chemnitz widmet sich genau dieser Thematik und leistet durch neuartige Verfahren zur Verkehrsszenen-Interpretation aus verschiedenartigsten Sensordaten wesentliche Beiträge zu diesem Themenfeld. Dies verdeutlicht auch die Teilnahme an europäischen Forschungsprojekten wie EUCLIDE und neuerdings PREVENT sowie die Zusammenarbeit mit einer Reihe führender Automobilunternehmen.

Ein Ziel, welches mit der Einführung von Fahrerassistenzsystemen erreicht werden soll, ist die Verringerung der Anzahl von Unfällen im Straßenverkehr. Das EU-Forschungsprojekt PREVENT wurde mit dem Ziel kreiert, in Europa bis 2010 die Anzahl von Todesopfern im Straßenverkehr auf jährlich ca. 20.000 zu verringern (von 40.000 im Jahr 2000).

Bei Fahrerassistenzsystemen ist die Multi-Sensor-Daten-Fusion ein zentraler Themenschwerpunkt. Für sicherheitskritische Anwendungen spielt es eine besonders wichtige Rolle, sich nicht nur auf einen Sensor zu verlassen, sondern mehrere sich ergänzende Sensoren zu verwenden, um auf diesem Wege ein möglichst "perfektes" System zu erhalten. Der wissenschaftlich anspruchsvolle Teil der Multi-Sensor-Daten-Fusion besteht darin, die unterschiedlichen Signale der physikalisch verschiedenartigen Sensoren einem realen physikalischen Verkehrsteilnehmer (Auto, Fußgänger ...) zuzuordnen.

Wichtige im Umfeld des eigenen Fahrzeugs zu erkennende Objekte sind in Bild 1 dargestellt. Das sind andere bewegte oder stehende Fahrzeuge, außerdem Personen sowie der Straßenverlauf mit seinen Berandungen und den Fahrspuren.

Die Professur Nachrichtentechnik setzt für diese Aufgaben neben hochdynamischen Videokameras im sichtbaren Frequenzbereich des Lichtes vor allem Infrarotkameras ein. Eine besondere Klasse bei der Detektion und Erkennung von Objekten des Straßenumfeldes stellen die Berandungen der Straße und die Fahrbahnen dar, da diese sehr unterschiedlich in ihrer Struktur und ihren Erscheinungsmerkmalen sein können. Deshalb eignet sich auch hier die Kombination bildgebender Sensoren beispielsweise mit Laser-Scannern besonders gut.

Um die theoretischen Erkenntnisse der Multi-Sensor-Daten-Fusion auch praktisch demonstrieren zu können, unterhält die Professur Nachrichtentechnik das Testfahrzeug "Move-IT" als Technologieträger (Bild 2). Von Bedeutung ist dieses Testfahrzeug aber auch für die Ausbildung der Studenten. Dabei ist "Move-IT" für Studien- und Diplomarbeiten eine unverzichtbare Versuchsplattform, die für Demonstrationszwecke auch schon in den Hörsaal mitgenommen werden kann.

Neben der prototypischen Fahrzeugumfeldsensorik ist das "Move-IT" auch mit einer Reihe von Kommunikationskomponenten ausgestattet. Diese ermöglichen sowohl die multimediale Kommunikation im Mobilfunkbereich als auch die Kommunikation von Fahrzeugen untereinander.

Außerdem erlaubt das eingebaute Positionierungssystem eine Lokalisierung des Fahrzeugs bezüglich einer Karte. Die Karte steht innerhalb eines Geographischen Informationssystems (GIS) zur Verfügung und ist eine wichtige Komponente bei der Entwicklung und weiteren Verbesserung von Fahrer-Assistenz-Systemen, die auf die Erhöhung der Sicherheit und des Komforts abzielen. Die Lokalisierung ist Grundvoraussetzung für das Funktionieren von Navigationssystemen, sie verbessert als zusätzliches "Vorwissen" jedoch auch ganz erheblich die Güte von Erkennungssystemen (z. B. für die Fahrbahn) und ermöglicht zudem eine verlässliche vorausschauende Gefahrenwarnung sowie, als langfristiges Forschungsziel, das autonome Fahren. Als Ergänzung zum Global Positioning System (GPS), das über Satellitenortung die Position des Fahrzeugs bestimmt, werden Zusatzinformationen aus digitalen Karten verwendet, um die angestrebte hochpräzise Lokalisierung zu erreichen.

Das ist insbesondere auf dem durch intensive Forschung auch an der Professur Nachrichtentechnik vorangetriebenem Gebiet der innerstädtischen Lokalisierung von großer

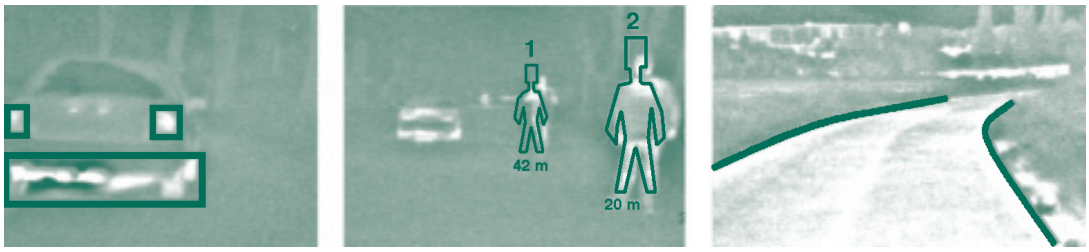


Bild 1: Erkennung von Fahrzeugen, Personen und Fahrbahnberandungen

Bedeutung, denn satellitengestützte Systeme wie GPS, aber auch das zukünftige europäische System GALILEO haben dort Probleme durch Abschattungen, die durch enge und hohe Bebauung entstehen. An der Professur für Nachrichtentechnik wird ein entsprechendes System entwickelt, welches am Beispiel von Chemnitz dieses Problem beseitigen soll. Dieses System verwendet neben Sensorik zur Koppelnavigation (Geschwindigkeitsmesser, Drehgeschwindigkeitsmesser, digitaler Kompass) hochgenaue Karten des Städtischen Vermessungsamtes. Diese erlauben es nicht nur, die dreidimensionale Geometrie von Gebäuden, sondern auch die dreidimensionale Oberflächenstruktur des Stadtgebietes bei der Lokalisierung zu beachten und somit eine weitaus präzisere Lageinformation für entsprechende Automobilanwendungen bereitzustellen.

Bild 3: Kurvenszenario im Projekt “Präventives Fahren”

Eine Anwendung, die sowohl kartenbasierte Lokalisierung sowie Kommunikation und Sensor-Daten-Fusion in sich vereint, wird beispielsweise im internen Forschungsprojekt “Präventives Fahren” untersucht. Im Bild 3 ist das Szenario einer Kurvenfahrt dargestellt. Die Fahrzeugumfeldsensorik im eigenen Fahrzeug erlaubt es nicht, den gesamten Kurvenbereich zu erfassen. Durch Verwendung der Lokalisierung in der zugehörigen Karte sowie durch eine Fahrzeug-Fahrzeug-Kommunikation erhält man jedoch Informationen auch außerhalb des Erfassungsbereichs der eigenen Sensoren. Ein Fahrerassistenzsystem ist somit in der Lage, für das eigene Fahrzeug beispielsweise eine angemessene Geschwindigkeit für das Durchfahren einer Kurve zu berechnen und vor Hindernissen nach der Kurve zu warnen.

Prof. Dr. Gerd Wanielik & Dr. Ullrich Scheunert

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik
Professur Nachrichtentechnik
Prof. Dr. Gerd Wanielik,
Dr. Ullrich Scheunert
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-3165, -3166
Telefax 0371/531-3216
E-Mail Gerd.Wanielik@etit.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/etit/nt/

Für mehr Sicherheit im Verkehr

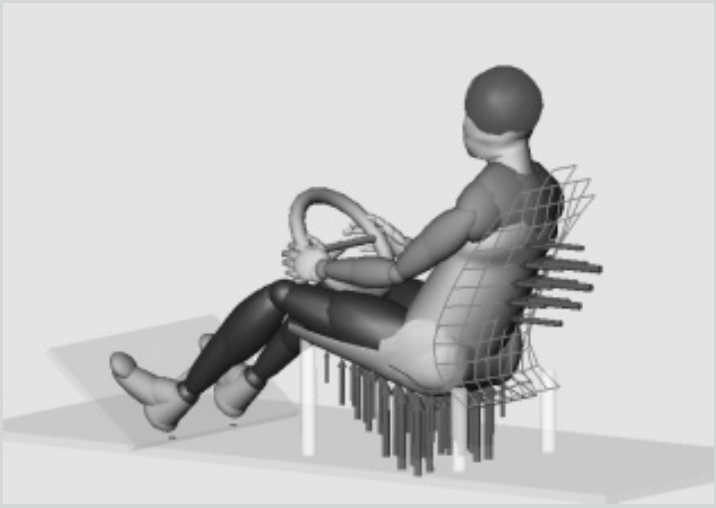
Mechatroniker forschen für Innovationen in Straßen- und Schienenfahrzeugen

Das Institut für Mechatronik e. V. an der TU Chemnitz widmet sich mit dem interdisziplinären Forschungsgebiet “Mechatronik” der Untersuchung und Optimierung komplexer technischer Systeme, die aus mechanischen, elektrischen und informationstechnischen Komponenten bestehen. Mittels Modellierung und Simulation mechatronischer Systeme erfolgt computergestützt der effektive Entwurf, die Analyse und das optimale Layout innovativer Produkte, auch 'Virtuelles Prototyping' genannt. Im Fokus stehen ebenso Untersuchungen kombinierter biomechanischer und technischer Systeme (Mensch-Maschine-Umwelt-Systeme). Die zur Modellierung und Simulation verwendete Software mit dem Namen 'alaska' wird seit mehr als zehn Jahren am Institut für Mechatronik entwickelt und vertrieben.

Dieses Aufgabenprofil verdeutlicht die ideale Passfähigkeit zu vielen Problemen, die im wissenschaftlichen und im Forschungs-Bereich des Automobil- und des Fahrzeugbaus im Allgemeinen auftreten. Mittels Simulation der Fahrdynamik lassen sich die Eigenschaften und Verhaltensweisen von Fahrzeugen in den verschiedensten Fahrmanövern untersuchen und Wege zu deren Verbesserung bzw. Optimierung finden. Neben Automobilen stehen dabei auch Motorräder, Autobusse, Lastkraftwagen und sogar Fahrräder im Blickpunkt des Interesses. Auch Schienenfahrzeuge waren bereits Gegenstand von Forschungsarbeiten.

Wesentliche Erweiterungen der Untersuchungsmöglichkeiten ergeben sich durch die Integration von Menschmodellen in das technische Fahrzeugmodell und die Einbeziehung von Komponenten der Fahrzeugumgebung, wodurch Mensch-Maschine-Umwelt-Systeme entstehen, deren Simulation die Untersuchung zahlreicher Aufgabenstellungen gestattet:

- Verhalten von Fahrern und Passagieren in verschiedenen Fahrsituationen hinsichtlich der Fahrsicherheit und des Fahrkomforts;
- Erhöhung der Fahrstabilität von Fahrzeugen in Extremsituationen;
- Einflüsse von Crashs auf Fahrzeuge und Insassen;
- Optimierung von Fahrzeugparametern durch die Anwendung nichtlinearer Verfahren und die Erzeugung echtzeitnaher Modelle;
- Verbesserung des Fahrerverhaltens und der Fahrzeugeigenschaften im Bereich des Motorsports;
- Erhöhung der aktiven und passiven Sicherheit von Insassen durch geregelte Feder-Dämpfer-Komponenten und Rückhaltesysteme;
- Verbesserung der Eigenschaften von Fahrzeugsitzen und damit des Fahrkomforts unter Verwendung von Softwarekopplungen mit weiteren spezifischen Tools.



Komfortsimulation von Autositzen: Mit Hilfe des biomechanischen, dreidimensionalen Menschmodells “Dynamicus” wird im Computer der Kontakt zwischen dem “virtuellen Tester” und dem Autositz unter die Lupe genommen. *Grafik: alaska*

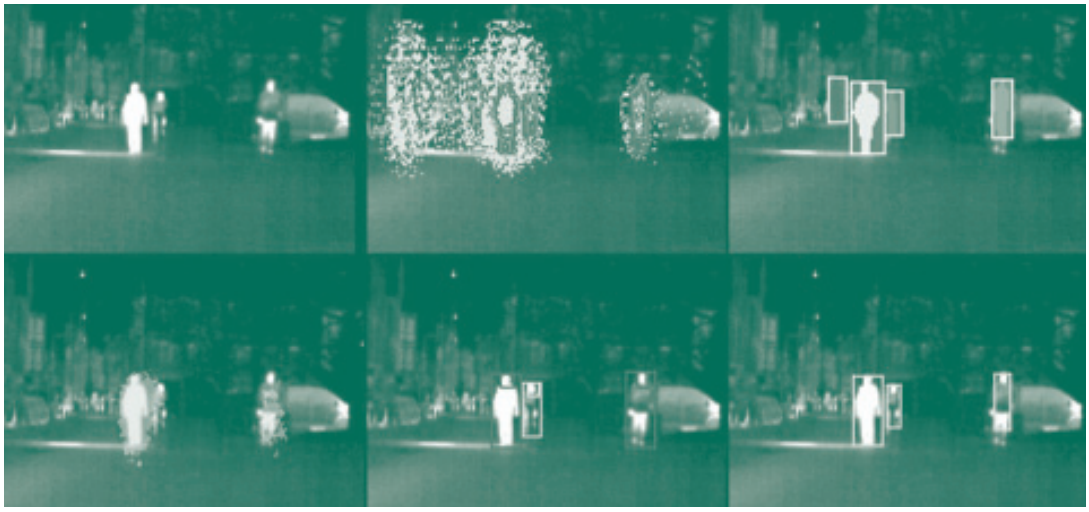
Prof. Dr. Peter Maißer & Dr. Klaus Hendel

Kontakt

Institut für Mechatronik e.V.
Prof. Dr. Peter Maißer
Reichenhainer Str. 88
09126 Chemnitz
Telefon 0371/531-4670
Telefax 0371/531-4669
E-Mail ifm@ifm.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/ifm/

Damit sich Fahrzeug und Fußgänger nicht zu nahe kommen

Erkennung von Fußgängern in Ferninfrarot-Bildern: Detektion, Berechnung und Auswertung von Bewegungsbahnen



Mit Hilfe der Künstlichen Intelligenz, der Neuroinformatik und der Computergraphik werden die Bewegungsbahnen von Fußgängern ermittelt. Anhand dieser Daten kann entschieden werden, ob eine Verkehrssituation gefährlich ist. *Foto: TU Chemnitz*

Zur maschinellen Umfelderfassung in automotiven Anwendungen haben Sensoren auf Basis von Ultraschall, Laser und Radar bereits Einzug in die Serienfertigung gehalten. Zur Zeit werden die Möglichkeiten kameragestützter Sensorik im sichtbaren und im Infrarotbereich untersucht, die auf der CCD-Chip-Technologie basieren.

Ziel der Entwicklung sind Fahrerunterstützungssysteme, etwa Abstandsmessung, Crash-Vermeidung, Laderaumüberwachung, Verkehrszeichenerkennung, Überwachung des toten Winkels, Rückfahrhilfen und Einscherer-Erkennung und in fernerer Zukunft auch autonom fahrende Systeme. Ziel der Diplomarbeit ist die Adaption und Evaluierung verschiedener Verfahren zur bildgestützten Fußgängererkennung auf Infrarot-Bildern für den Einsatz im Nachtsichtsystem der Mercedes-Benz S-Klasse. Diese Aufgabe ordnet sich in das Themengebiet "markerless motion tracking" ein: Die zu verfolgenden Objekte sind nicht als solche markiert und müssen deshalb im Bild erst aufgefunden werden. Daher werden Lösungsmethoden aus den Disziplinen Künstliche Intelligenz, Neuroinformatik und Computergraphik kombiniert. Der Erkennungsprozess teilt sich in drei Phasen. Während der Detektion werden Teilbereiche des Bildes gefunden, die einen potenziellen Fußgänger enthalten. Man spricht von der Aufstellung von Hypothesen. Für diese Phase eignen sich modellbasierte, korrelationsbasierte und konnektionistische Ansätze. Im Anschluss erfolgt eine Klassifikation der gefundenen Hypothesen, d. h. ein rechenzeitintensiverer Algorithmus entscheidet endgültig, ob es sich um ein gesuchtes Objekt handelt. Letztendlich stellt das Tracking fest, welche Detektionen aus verschiedenen Bildern vom selben Objekt der Realwelt verursacht wurden, projiziert diese vom Bild zurück in den dreidimensionalen Raum und berechnet deren Bewegungsbahnen innerhalb der Realwelt. Anhand dieser Bahnen kann zum Beispiel entschieden werden, ob die Verkehrssituation gefährlich ist. Mit der Diplomarbeit soll ein Gesamtsystem zur Fußgängererkennung vorgestellt werden, der Schwerpunkt der Untersuchungen liegt dabei in der Detektionsphase.

Mirko Mähllisch & Prof. Dr. Guido Brunnett

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Informatik
Professur Graphische Datenverarbeitung & Visualisierung
Prof. Dr. Guido Brunnett
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-1533
Telefax 0371/531-1801
E-Mail brunnett@informatik.tu-chemnitz.de
www.informatik.tu-chemnitz.de/~gdv/new/newlayout/home1.php

ANZEIGE

Vorsprung durch Ergonomie

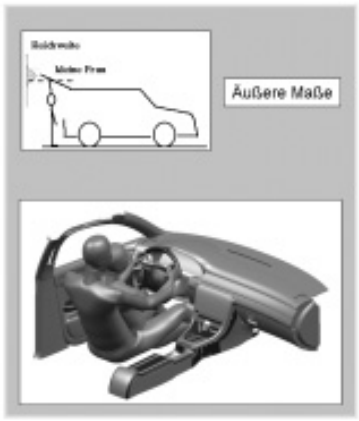
Gestaltung erzeugt mehr Sicherheit und Komfort beim Autofahren

"Erst der Mensch, dann die Maschine" oder "Ist Raum nicht der wahre Luxus" oder "Ergonomie bedeutet, alles mit geschlossenen Augen zu finden, Design ist, wenn man trotzdem hinschaut". Diese und ähnliche Werbeslogans lesen, sehen und hören wir Tag für Tag in den verschiedenen Medien. Sie weisen uns - dem Wunsch der Marketingstrategen folgend - auf die besonders ergonomische Gestaltung der beworbenen Produkte hin. Gerade für das Produkt Automobil spielt die Ergonomie eine wichtige Rolle. Kunden erwarten heute nicht nur ansprechendes Design, schöne Farben, hervorragende Verarbeitungsqualität und hohe Zuverlässigkeit von ihren Fahrzeugen, sondern vor allem auch größtmögliche Sicherheit und höchsten Komfort. Um dies zu gewährleisten, sind bereits in der Fahrzeugkonzeption Anforderungen zu berücksichtigen, die das Fahrzeug "nutzerfreundlich" werden lassen.

Wie wir wissen, unterscheiden sich die Menschen in vielfältiger Weise. In physischer Hinsicht lassen sie sich nach ihren Körpermaßen und Körperformen, ihren Bewegungen und Bewegungsbereichen und in ihren Kräften unterscheiden. Die Wissenschaft von den Maßen des menschlichen Körpers und den dazugehörigen Messverfahren nennt man Anthropometrie. Sie stellt eine Teildisziplin der Ergonomie dar. Die Anthropometrie spielt eine wesentliche Rolle bei den Fahrzeugabmessungen im Innenraum. Wäre beispielsweise der Innenraum eines Fahrzeugs nach dem durchschnittlichen Maß der Körperhöhe konzipiert, so hätte das zur Folge, dass 50 Prozent der Fahrzeuginsassen nicht aufrecht sitzen könnten. Dies ist natürlich nicht akzeptabel. Hier ist eine Konzeption notwendig, die sich am sehr großen Maß einer Benutzergruppe orientiert. Ist hingegen die Höhe des geöffneten Kofferraumdeckels auszulegen, so wäre es ebenfalls verhängnisvoll, wenn man sich am durchschnittlichen Maß oder gar an der größten Person eines Nutzerkreises orientieren wollte. Es ergibt sich somit eine einfache ergonomische Gestaltungregel: "Innere Maße" orientieren sich an der größten Person, "äußere Maße" orientieren sich an der kleinsten Person. Das Bild zeigt diese Orientierung mit Hilfe des 3D-Mensch-Modells RAMSIS = Rechnergestütztes Anthropologisch-Mathematisches System zur Insassen-Simulation. RAMSIS ermöglicht einen ersten Eindruck der Innenraummaße sowie der Sichtbedingungen sowohl für die Front- als auch die Fondpassagiere (Bild - innere Maße). Mit RAMSIS ist die Erreichbarkeit von Bedienelementen, z. B. Fensterheber oder Klimabedienteil, überprüfbar (Bild - äußere Maße). Die Kopffreiheiten und Beinfreiheiten der Passagiere können für verschiedenste Benutzergruppen dargestellt werden.

Aus ergonomischer Sicht werden für derartige Optimierungen meistens die Maße zwischen der sehr kleinen Frau und dem sehr großen Mann empfohlen.

Neben der anthropometrischen Gestaltung ist für den Kunden zunehmend die informationstechnische bzw. systemergonomische Gestaltung eines Fahrzeugs von Bedeutung. Dies spiegelt sich in der Gestaltung von Anzeige- und Bedienkonzepten für den Fahrer wider. Dabei geht der Trend klar zur neuen Einfachheit. "Simplify your life" oder ähnliche Titel sind ganz oben in den Bestsellerlisten zu finden. Die Kunden wollen wenige, aber zielgerichtete Funktionen. Aus diesen Anforderungen lassen sich intuitiv die entsprechenden Gestaltungsprinzipien ableiten. **Sichtbarkeit:** Für die Gestaltung eines Fahrerarbeitsplatzes ist die gute Sichtbarkeit der Anzeigen von größter Wichtigkeit. Die Ablesbarkeit sowohl der analogen Anzeigen (z. B. Geschwindigkeit) im Kombiinstrument als auch der Displays in der Mittelkonsole muss für alle Benutzergruppen gut möglich sein und bereits durch die optimale Anordnung ein möglichst geringes Ablenkungspotenzial bieten. **Betätigbarkeit:** Will der Fahrer beispielsweise seinen Sitz elektrisch verstellen, ist es erforderlich, dass er auch "blind" die entsprechenden Taster am Sitz bedienen kann. Dies setzt voraus, dass die Bedienelemente so gestaltet wurden, dass eine Funktionsauslösung intuitiv und rein haptisch erfolgen kann. Über den Betätigungsweg und die Betätigungskraft wird dem Nutzer die Einstellung seines Sitzes rückgemeldet. **Benutzbarkeit:** Eine große Hilfe bei der heutigen Angebotsvielfalt von Funktionen ist für den Fahrer, wenn der Gestaltung eines Bedienelements ein logisches Gedankenmodell zugrunde liegt, der Funktionsumfang übersichtlich ist und die Funktionsauslösung entweder optisch, akustisch oder haptisch angezeigt wird. Ein einfaches Beispiel stellt der Lichtdrehschalter dar. Die Drehrichtung im Uhrzeigersinn vermittelt dem Fahrer, dass eine Zunahme der Lichtintensität, von automatischem Licht zum Standlicht bis hin zum Abblendlicht erfolgt. Alle Funktionen sind eindeutig am Bedienelement angeordnet und ablesbar. Ein Drehen des Schalters bewirkt eine optische Erkennbarkeit (Formkodierung), kann als akustisches Signal wahrgenommen werden und wird durch die Rechtsdrehung und das Einrasten auch haptisch vom Fahrer registriert. **Rückmeldung:** Schließlich ist ein unabdingbares Gestaltungsprinzip das der eindeutigen Systemrückmeldung. Der Fahrer muss immer über den Zustand seines Fahrzeugs und seines Handelns informiert sein. So unterstützt sowohl eine optische Darstellung als auch ein akustischer Ton den Fahrer beim Einparken in eine enge Parklücke oder warnt ihn, wenn er sich nicht angeschnallt hat. Allerdings darf die Idee der "Assistenz" des Fahrers nicht dazu führen, dass seine eigentliche Aufgabe - das Fahren - beeinträchtigt wird.



Ergonomische Auslegung von Fahrzeugen

Grafik: Audi AG

Die Berücksichtigung ergonomischer Gestaltungsregeln, die den Nutzer in den Mittelpunkt stellen, werden bei der Entwicklung neuer Technologien dazu führen, dass sie als Sicherheits- und Komfortgewinn vom Kunden erlebt werden - eben als Vorsprung durch Ergonomie.

Prof. Dr. Dr. Birgit Spanner-Ulmer

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Maschinenbau
Professur Arbeitswissenschaft
Prof. Dr. Dr. Birgit Spanner-Ulmer
Telefon 0371/531-5208
Telefax 0371/531-5357
E-Mail ibf@tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mb/ArbeitWiss/awihome.php

Dünne Schichten erobern die Autowelt

Fensterscheiben mit optischen Schichtsystemen und großflächige Farbdisplays

Im Automobilbau gibt es heute vielfältige Möglichkeiten, moderne Schicht- und Oberflächentechnologien einzusetzen. So treten optische dünne Schichten zum Beispiel in modernen Anzeigeinstrumenten (Displays) oder auch als Überzug auf den Fensterscheiben auf.

Optische dünne Schichten bestimmen die Anzeigeinstrumente des Ford-Conceptcars "24/7". *Foto: Ford-Werke AG Köln*

An der Chemmnitzer Professur Physik fester Körper werden Grundlagenuntersuchungen zum gepulsten reaktiven Magnetronsputtern durchgeführt. Mit diesem neuen Verfahren können hochwertige Schichten mit hohen Wachstumsraten auf großen Flächen abgeschieden werden. Allerdings ist die gepulste Plasmaentladung mit ihrer typischen Frequenz im Bereich um 100 Kilohertz physikalisch sehr komplex. Ein grundlegendes physikalisches Verständnis ist aber unerlässlich, will man den Prozess reproduzierbar gestalten und Laborerkenntnisse industriell verwertbar machen.

Deshalb werden spezielle Verfahren zur räumlich und zeitlich aufgelösten Plasmadiagnostik entwickelt und angewandt, etwa die LANGMUIR-Sonden-Spektroskopie, die Dr. Thomas Welzel im Rahmen seiner Habilitation zusammen mit anderen jungen Wissenschaftlern bearbeitet. Hierbei gelang es, mit einer Zeitauflösung im Mikrosekundenbereich die Fluktuationen des Plasmas bei der gepulsten Magnetronentladung umfassend zu analysieren.

Die speziellen Prozesse, an denen diese Grundlagenuntersuchungen durchgeführt werden, dienen jeweils der Herstellung bestimmter Schichtmaterialien. Bereits seit zwei Jahren wird die Erzeugung von Magnesiumoxid-Schichten untersucht, die für die Verwendung in Plasmadisplays gedacht sind. Plasmadisplays bestehen aus winzigen Zellen, die jeweils einen Bildpunkt darstellen. Eine Plasmaentladung in einer dieser Zellen bringt den darin befindlichen Farbstoff zum Leuchten. Die MgO-Schicht in der Zelle muss bestimmte Eigenschaften besitzen, etwa einen hohen γ-Koeffizienten, der die Fähigkeit des Materials beschreibt, besonders leicht Sekundärelektronen auszusenden. Dadurch kann die notwendige elektrische Spannung für den Betrieb der Zelle niedrig gehalten werden. Durch die Untersuchung der gepulsten Plasmaentladung für die Erzeugung der MgO-Schichten ist es gelungen, Bedingungen zu finden, unter denen Schichten mit hohem γ-Koeffizienten reproduzierbar erhalten werden.

Seit einem Jahr wurden die Untersuchungen am gepulsten Magnetronsputterprozess auf weitere Materialien ausgedehnt. Darunter befinden sich das Titandioxid, das als Beschichtung von Autoscheiben das Eindringen von Wärmestrahlung ins Wageninnere verhindert, oder das Indium-Zinn-Oxid, mit dem beheizbare Scheiben realisierbar sind, ohne dass Heizdrähte mehr stören.

OLEDs: Brillanter, billiger

Das Indium-Zinn-Oxid (ITO) wird auch als transparente Elektrode für Displays auf Basis von organischen Halbleitern, so genannten OLED-Displays, genutzt. Diese sind Thema des BMBF-Verbundprojektes "Innovatives Abscheideverfahren für die Herstellung organischer Schichtstrukturen", an dem die Chemnitzer Professur Halbleiterphysik zusammen mit der TU Braunschweig und der Firma Aixtron (Aachen) arbeitet.

Organische Halbleiter sind dabei, die Welt der Display-Technologie zu verändern. In Displays sind organische Materialien heller, verbrauchen weniger Energie und sind leichter und billiger herzustellen als bislang gebräuchliche Flüssigkristall-Displays (LCDs). Die erste Realisierung einer organischen LED auf Basis von kleinen Molekülen geht auf das Jahr 1987 zurück und hat sich über die Jahre kaum verändert. Beginnend mit einem Glassubstrat werden nach und nach unterschiedliche dünne Schichten abgeschieden. Dabei werden die organischen Materialien durch Verdampfung in die Gasphase gebracht und kondensieren auf dem Substrat. Die Gesamtdicke der organischen Schichten beträgt nur 100 bis 150 Nanometer, somit weniger als ein Prozent der Dicke eines menschlichen Haares. Die seither enormen OLED-Forschungsaktivitäten weltweit konzentrieren sich auf den Einsatz neuer Moleküle, die Verbesserung der Effizienz, Herabsetzung der Betriebsspannung und Erhöhung der Lebensdauer. Eine zentrale Rolle spielen dabei die vielen Grenzflächen, insbesondere der organischen Materialien zu den metallischen Elektroden. Die Professur Halbleiterphysik trägt durch ihre Forschung entscheidend zu dem Verständnis der Grenzflächeneigenschaften bei. Inzwischen werden Displays mit roten, grünen und blauen OLEDs hergestellt, die LCDs nicht nur in der Brillanz übertreffen, sondern auch bei Betrachtung bei einem sehr flachen Winkel sehr gut erkennbar sind.

In dem BMBF-Verbundprojekt wird ein neues Herstellungsverfahren für großflächige Displays entwickelt, die so genannte organische Gasphasendeposition (OVPD). Organische Schichten und Bauelemente werden von der Chemnitzer Arbeitsgruppe optisch und elektrisch charakterisiert. Hierbei geht es hauptsächlich um die Anwendung von optischer Spektroskopie, mit deren Hilfe die Wachstumsrate, die Homogenität und die Dotierung organischer Schichten bestimmt werden. Die Chemnitzer Ergebnisse werden ferner in die Entwicklung von optischen Spektroskopiemethoden zur Wachstumskontrolle während des Abscheideprozesses einfließen.

Die Firma Pioneer vertreibt bereits ein Autoradio mit mehrfarbigem OLED-Display. Über kurz oder lang werden OLED-Displays weitere Anwendungen in automobilen Anzeigeinstrumenten finden.

Prof. Dr. Frank Richter & Prof. Dr. Dietrich R.T. Zahn

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Naturwissenschaften
Reichenhainer Str. 70
09126 Chemnitz
Professur Physik fester Körper
Prof. Dr. Frank Richter
Telefon 0371/531-8047
Telefax 0371/531-3042
E-Mail f.richter@physik.tu-chemnitz.de
Professur Halbleiterphysik
Prof. Dr. Dietrich R. T. Zahn
Telefon 0371/531-3015
Telefax 0371/531-3060
E-Mail zahn@physik.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/naturwissenschaften

Bleibt das Auto mobil?

(MSt) Im Oktober 2004 erscheint das Buch "Bleibt das Auto mobil? Mobilität und Automobil im interdisziplinären Diskurs", das in Teilen auf eine Ringvorlesung im Sommersemester 2003 zurückgeht. Mit dieser Publikation soll der interdisziplinäre Diskurs zur Frage, ob und wie die Erfolgsgeschichte des Automobils in die Zukunft hinein fortgeschrieben werden kann, bereichert werden. Die Notwendigkeit eines solchen Diskurses leitet sich nicht zuletzt aus der Erkenntnis ab, dass die Industrienation Deutschland und der Freistaat Sachsen einerseits ihre Prosperität in hohem Maße dem Erfolgsprodukt Automobil verdanken, andererseits aber dessen massenhafte Verbreitung und Nutzung, neben den Vorteilen der "Selbstbeweglichkeit", auch zahlreiche Probleme und Herausforderungen mit sich bringen, u. a. in wirtschaftlicher, technologischer, kultureller, ökologischer und gesundheitlicher Hinsicht. Auch erscheint die Globalisierung der Automobilnutzung nach dem Vorbild der westlichen Welt mit den derzeit vorherrschenden Technologien und Verkehrsinfrastrukturen nicht tragbar. Ausgehend von der Erkenntnis, dass einzelne, simple Lösungen für die zahlreichen offenen Fragen nicht existieren, loten in dem Buch namhafte Autoren aus Wirtschaft, Politik und Wissenschaft - darunter zahlreiche Angehörige der TU Chemnitz - dieses Spannungsfeld aus.

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Professur Marketing und Handelsbetriebslehre
Prof. Dr. Cornelia Zanger, Dr. Hansjörg Gaus
Telefon 0371/531-4852
E-Mail cornelia.zanger@wirtschaft.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/bwl2/
Professur Germanistische Sprachwissenschaft
PD Dr. Stephan Habscheid
Telefon 0371/531-4050
E-Mail stephan.habscheid@phil.tu-chemnitz.de

Die Autoren und Beiträge im Überblick:

Cornelia Zanger/ Stephan Habscheid/ Hansjörg Gaus, TU Chemnitz: Bleibt das Auto mobil? – Eine Einführung

Folker Weißgerber, Volkswagen AG: Innovationsmotor Auto. Die Veränderungen in Fabriken und Gesellschaften durch eine Jahrhundertkonstruktion

Kurt Biedenkopf, Ministerpräsident a.D.: Die Bedeutung des Automobils für Wirtschaft und Gesellschaft

Karlheinz Jakob, TU Dresden: Die Kulturgeschichte der Mobilität im Spiegel der Sprache

Kurt Möser, Landesmuseum für Technik und Arbeit, Mannheim: Transport und Mobilitätslust. Autofahren in Vergangenheit und Zukunft

Eva Pietsch, TU Chemnitz: Das Geschlecht des Automobils? Zur Inszenierung von Mobilität in der Gesellschaft des späten 19. und des 20. Jahrhunderts

Klaus Kuhm, Universität Bremen: Verkehrs- und Kommunikationstechniken in der Weltgesellschaft

Hansjörg Gaus/ Cornelia Zanger, TU Chemnitz: Werte und Automobilkauf. Erklärungsansätze, empirische Ergebnisse und Implikationen für die Markenkommunikation

Stephan Habscheid/ Katy Lehmann/ Hansjörg Gaus, TU Chemnitz: Soziale Stile in der Automobilwerbung

Cornelia Zanger, TU Chemnitz/ Martin Kuder, BMW AG: Lebenszyklusmanagement im Automobilmarketing

Wolfgang Meinig/ Heike Mallad, Universität Bamberg: Die Beziehungen zwischen Kfz-Händlern und ihren Herstellern/Importeuren und ihre Auswirkungen auf das Absatzkanalmanagement in der Automobilwirtschaft

Reimund Neugebauer, TU Chemnitz: Innovative Produktionstechnologien im Automobilbau

Klaus-Jürgen Matthes/ Thomas Kohler, TU Chemnitz: Einsatz von Schweißrobotern in der Automobilindustrie

Josef Krems/ Georg Jahn/ Martin Baumann, TU Chemnitz: Wer fährt? Zu den Möglichkeiten und Grenzen von Fahrerassistenz- und Informationssystemen im Auto

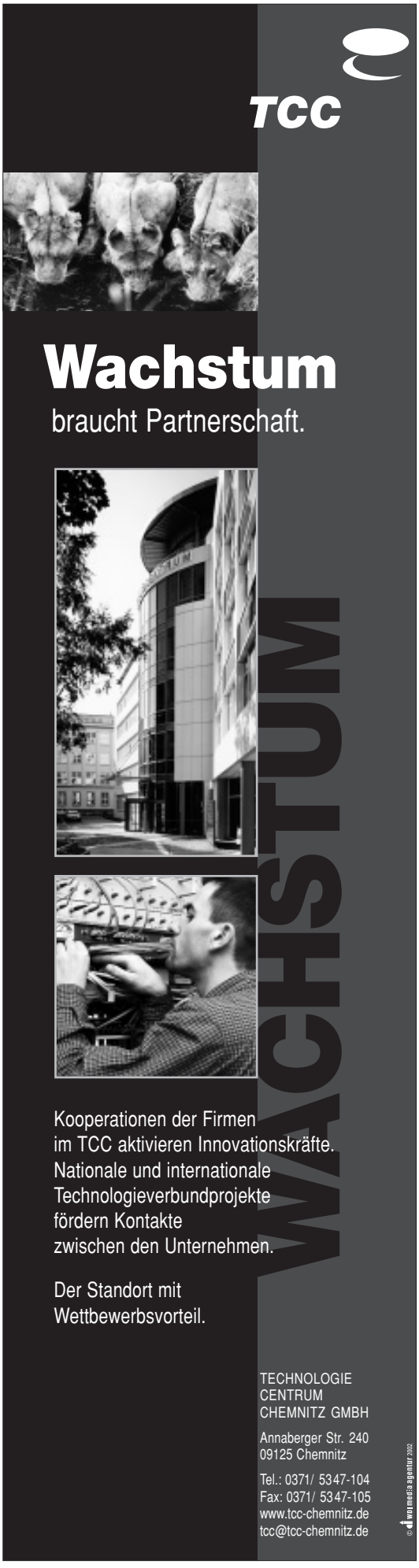
Hedwig Verron, Umweltbundesamt: Ziele und Strategien nachhaltiger Mobilität

Konrad Götz, Institut für sozial-ökologische Forschung: Mobilitätsstile – ein sozial-ökologisches Analyse-, Integrations- und Zielgruppenkonzept

Sebastian Bamberg, Universität Gießen: Verkehrsmittelwahl – eine Frage des Eigennutzes, der Moral oder der Gewohnheit?

Christian Maertins/ Andreas Knie/ Christian Hoffmann, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung/DB Rent: Die automobile Bahn. Erfahrungen und Potenziale von Auto- und Fahrradbausteinen bei der Deutschen Bahn AG

ANZEIGE



Form und Ideologie: Fahrzeuggestaltung in der DDR

Der Trabant als automobiles Symbol des Sozialismus und Sinnbild für innovationsfeindliche Wirtschaftspolitik

Am 7. November 1957, dem 40. Jahrestag der "Großen Sozialistischen Oktoberrevolution", war es soweit: der erste Trabant der P 50-Nullserie lief in Zwickau vom Band. Die Serienproduktion der anfangs nur 17 PS starken, viersitzigen Limousine mit luftgekühltem 500 ccm-Zweitaktmotor, Stahlskelett und Kunststoffbeplankung begann allerdings erst im Juli 1958. Über vier Jahre dauerte es, bis aus der "Vertraulichen Dienstsache" vom Präsidium des Ministerrats, dem Beschluss zur "Entwicklung eines familientauglichen Kleinwagens mit Zweitaktmotor und Kunststoffkarosserie", ein Trabant wurde - so genannt zu Ehren des ersten künstlichen Erdsatelliten "Sputnik", den man im Oktober 1957 von der Sowjetunion aus in die Umlaufbahn schoss.

"Mumie mit Herzschrittmacher"

Ab Oktober 1963 wurde der Trabant 600 (Typ P60) produziert, ein vom P50 äußerlich kaum zu unterscheidendes Modell. Allerdings hoben ihn einige technische Neuerungen vom Vorgängermodell ab. Der komplett überarbeitete 600 ccm-Motor leistete nun 23 PS, die Beschleunigung verbesserte sich erheblich, das Getriebe war vollsynchronisiert, Sitze, Lenkung und Bremsanlage wurden optimiert.

1964 begann die Serienfertigung des Trabant 601, der als "geliftete" Ausgabe des P 60 eigentlich als Interimslösung gedacht war. Denn das Fahr- und Triebwerk waren identisch, da die vorhandenen Fertigungseinrichtungen beibehalten werden mussten; nur an der Duroplast-Kunststoffkarosserie wurden kleine Änderungen vorgenommen. Die Motorhaube wurde breiter, der Kofferraum und die Scheiben größer, der Kleinwagen insgesamt vier Zentimeter höher. Aber die Techniker schaffen es mit viel Mühe, dass Kotflügel und Türteile vom Vorgängermodell übernommen werden konnten.

Natürlich war den Automobilbauern der DDR bekannt, dass zu diesem Zeitpunkt Zweitakt-Automobile bis 600 ccm außerhalb ihres Landes nicht mehr produziert wurden. Deshalb entstanden in den folgenden Jahren zahlreiche so genannte Perspektiv-Pkws, Gestaltungsmuster und Prototypen, mit denen engagierte Gestalter, Techniker und Konstrukteure eine Wende herbeiführen wollten. Aber vergebens. Diese zahlreichen Werksentwürfe und Funktionsmuster gelangten zu DDR-Zeiten nicht an die Öffentlichkeit. Schließlich führte auch die jahrelange Konstruktion eines Wankel-Kreiskolben-Motors und seine spätere Aufgabe dazu, dass der staatliche Geldhahn für die automobile Weiterentwicklung immer weiter zugedreht wurde.

1984 fiel die Entscheidung, in den Trabant P 601 einen Vierzylinder-Viertakt-Motor einzubauen, als Lizenznahme von VW. Die ersten Fahrzeuge der Null-Serie konnten 1988 realisiert werden. "Mumie mit Herzschrittmacher" nannte man den letzten, optisch gelifteten Trabant 1.1 spöttisch. Er wurde bis 1991 produziert und hatte einen VW-Polo-Motor mit 40 PS unter der Haube. Die Käufer in der DDR jedenfalls hatten keine Wahl, denn ein vergleichbares Auto unter 20.000 Mark gab es nicht im Angebot. So warteten sie jahrelang geduldig auf ihre "Zuweisung vom IFA-Vertrieb". In Zwickau wurden bis zum Ende der DDR knapp 3,2 Millionen Trabant-Automobile produziert, nach der Wende liefen dort noch bis 1991 knapp 700.000 Autos mit der bekannten Silhouette, die an einen zusammengedrückten amerikanischen Straßenkreuzer aus den 50er-Jahren erinnert, vom Band.

Der Trabant: Ergebnis sozialistischer Wirtschaftspolitik

Konstruktion, Gestaltung und Produktion waren grundverschiedene Dinge im real existierenden Sozialismus. Unzählige neu gestaltete und neu konstruierte Pkws entstanden, aber die Produktion des Trabant 601 wurde im Rahmen der "Modellpflege" nur marginal verändert. Das lag vor allem daran, dass die verstaatlichten Betriebe sämtliche Gewinne an den Staat abführten, der zentral über die Neuverteilung entschied. Mittelkürzungen standen daher schon ab Produktionsbeginn des P 50 auf der Tagesordnung. Ebenso große Schwierigkeiten bereitete die disfunktionale, dirigistische Koordinierung der Produktionsvorbereitung. An den Reißbrettern der Konstrukteure und Gestalter entstanden zwar immer wieder neue Varianten, es wurden Modelle und Prognosefahrzeuge gebaut, die allerdings nie den Weg in die Produktion fanden. Die Diskrepanz zwischen Konstruktion und Produktion, zwischen Vision und sozialistischer Realität nahm nach 1965 nur noch zu. Die Lizenznahme des NSU-Kreiskolbenmotors aus Neckarsulm, der wegen seiner Schwachstellen nie in Serienproduktion ging, für den aber, abgesehen von den anfänglichen 3,5 Millionen (West-)Mark, bis 1971 jährliche Lizenzgebühren gezahlt werden mussten, ist hierfür ein Beispiel. 1968 war der Traum vom konkurrenzfähigen Automobilbau in der DDR endgültig vorbei. Der Wirtschaftssekretär Günter Mittag ordnete die Vernichtung aller SZ-P 603 Prototypen an, und ab 1969 wurde dem Trabant ein Zweitaktmotor mit 26 PS eingebaut.

Aber die Konstrukteure und Gestalter gaben noch immer nicht auf. Im Januar 1970 begannen sie mit Erfolg versprechenden Entwicklungsarbeiten an einem Pkw der unteren Mittelklasse, dem sogenannten "RGW-Auto" Typ 760, einer Kooperation von AWZ (Automobilwerk Zwickau, hervorgegangen aus den Werken von Audi und Horch), AWE (Automobilwerk Eisenach, vor dem Krieg BMW-Produktionsstätte) und Skoda (ČSSR). Zur Jahreswende 1971/72 entstanden in Zwickau vier Exemplare des desavouierend "Hängebauchschwein" genannten P 760 mit einer dreitürigen Stahlblechkarosserie, die - maßgeblich von Clauss Dietel, Lutz Rudolph und Eberhard Heinig gestaltet - leider nie über das Prototypenstadium hinauskamen. Das Politbüro des Zentralkomitees der SED als höchstes Entscheidungsgremium sollte die 57-seitige "Konzeption zur weiteren Entwicklung der Pkw-Produktion in der DDR" absegnen, um dem P 760 den Weg zur Serienreife zu ebnen. Auch hier war es wieder der für Wirtschaft zuständige Staatssekretär Günter Mittag,

Kleinwagen-Studie im Auftrag des Rates des Bezirkes Karl-Marx-Stadt: Im Bild ein Modell von Clauss Dietel und Lutz Rudolph aus den Jahren 1971/72. *Foto: Clauss Dietel*

der dies mit kurzsichtigen Argumenten zu verhindern wusste. 1973 wurde die Entwicklung abrupt durch einen Beschluss des Ministerrats beendet. Die bis dahin angefallenen Kosten "betrugen 23,6 Millionen Mark" - allein in den beiden ostdeutschen Betrieben.

Progressive Fahrzeuggestaltung gab es in der DDR vor allem in den 60er- und 70er-Jahren; es entstanden zukunftsweisende Prototypen, die als Konzept-Cars auf dem Genfer Automobilsalon oder der IAA in Frankfurt Furore gemacht hätten - wie die Kleinwagen-Studie, die Clauss Dietel und Lutz Rudolph 1971/72 im Auftrag des Rates des Bezirkes Karl-Marx-Stadt anfertigten. Auf Vermittlung des Verbandes Bildender Künstler der DDR, dem die Gestalter in der Sektion Formgestaltung angehörten, gestalteten sie in ihrer Studie frei von wirtschaftspolitischen Zwängen einen Kleinwagen, der seiner Zeit weit voraus war. Clauss Dietel der Maschinenschlosser lernte,

Funktionsmuster des P 760, VEB Sachsenring Zwickau/VEB Automobilwerk Eisenach, 1971, Clauss Dietel/Eberhard Heinig/Lutz Rudolph. *Werksfoto: Archiv Clauss Dietel*

Kraftfahrzeugbau (Ingenieurschule Zwickau) und industrielle Formgestaltung (Kunsthochschule Berlin Weißensee) studierte, wären in einem anderen Land sicher zahlreiche Karriereangebote in der Automobilindustrie unterbreitet worden. VEB Sachsenring hingegen konnte keinen der von ihm und Lutz Rudolph gemachten Entwürfe realisieren. So wurde der Trabant mit seinem pseudo-amerikanischen Styling und den angeklebten Duroplastteilen, der noch heute als "smoking car from east germany" auf internationalen Designkongressen unvergessen ist, zum automobilen Symbol der DDR und Sinnbild für innovationsfeindliche Wirtschaftspolitik. Die Gründe für das Scheitern liegen im hohen Maß an staatlicher Regulierung und der Tatsache, dass die Automobilindustrie von den Wirtschaftslenkern der DDR bereits seit den 60er-Jahren als zweit- bzw. drittrangig betrachtet wurde. Die starren Mechanismen der Planwirtschaft, der fehlende Wettbewerb und die dirigistische Koordination der Zulieferer führten zu einem "Trabanten", der rigide an die Ministerrats- und Politbürobeschlüsse gebunden war.

Dr. Bettina M. Becker

Zur Autorin

Die Kulturwissenschaftlerin Dr. Bettina M. Becker lehrt und forscht an den Universitäten Hildesheim, Kassel, Leipzig und Chemnitz. Dieser Beitrag entstand im Kontext ihres Forschungsprojektes "Design in Deutschland. Über die politischen, ökonomischen, sozialen und ästhetischen Dimensionen einer kulturellen Objektivation in DDR und BRD". Ihre von der Sachsen LB und der NORD/LB mit jeweils 10.000 Euro geförderte Studie ist an das von Prof. Dr. Beate Neuss geleitete Forschungskolleg "Die Beziehungen zwischen den beiden deutschen Staaten und Gesellschaften in der Zeit ihrer Teilung (1949-1990)" angegliedert.
E-Mail: bettina.becker@phil.tu-chemnitz.de

ANZEIGE

Bei den besten Events dabei sein.

Freie Presse-Geschäftsstelle Chemnitz
Brückenstraße 15
09111 Chemnitz
Telefon: 0371/65 61 21 05

Freie Presse-Geschäftsstelle Vita-Center
Wladimir-Sagorski-Straße 22
09122 Chemnitz
Telefon: 0371/2 81 90 60

tickets
www.freiepresse.de/tickets

Automobilfinanzierung in Bewegung

Während sich Autobanken um die Gunst der Kunden bemühen, geraten Zulieferfirmen immer mehr in Bedrängnis

Die Automobilbranche in Deutschland ist ein Paradebeispiel für eine Wirtschaftsbranche, der es gelungen ist, ihre Produkte mit kundenindividuellen Finanzierungslösungen über ein gut organisiertes Händlervertriebssystem anzubieten. Im Zentrum dieser Erfolgsstory stehen die Autobanken mit ihren für ihre Vertriebspartner und Kraftfahrzeugkäufer gleichermaßen interessanten Finanzdienstleistungsangeboten.

Die drei Standbeine der Autobanken

Die Einkaufsfinanzierung stellt die wichtigste Geschäftssparte der Autobanken dar. Als Tochtergesellschaften der Automobilhersteller vergeben sie Kredite an die Verbundautohändler zur Finanzierung ihrer Wareneinkäufe, Geschäfts- und Werkstatteinrichtungen. Sie bieten Händlerversicherungen für die erworbenen Vorführwagen und Lagerfahrzeuge sowie für den Handels- und Handwerksbetrieb an. Die Möglichkeit, Schufa-Auskünfte über die Autokäufer einzuholen, rundet das Dienstleistungsangebot für die Autohändler ebenso ab wie die vorhandenen Leasing-Refinanzierungsprogramme, Infohotlines, besonderen Schulungsangebote und Serviceleistungen, die bei der Gestaltung von Finanzierungsverträgen und Anzeigenkampagnen in Anspruch genommen werden können.

Trotz dieser Serviceleistungen ist die Zusammenarbeit zwischen den Autobanken und den Vertragshändlern oftmals problembehaftet. So sehen die Autobanken z. B. Betrugsmöglichkeiten infolge offener Rechtsfragen bei der Verwahrung der Fahrzeugbriefe durch die Vertragshändler. Die Händler hingegen beklagen sich über die Geschäftspolitik der Autobanken, den Umfang der anfallenden Reparaturarbeiten möglichst gering zu halten.

Auch für das zweite Standbein der Autobanken, das Absatzkreditgeschäft mit Privatpersonen und Unternehmen, meldete der Arbeitskreis der Automobilbranche erst kürzlich beeindruckende Zahlen. Die offenen Kreditforderungen der Autobanken für die Neuwagen- und die Gebrauchtwagenfinanzierung von Pkws und Lkws belaufen sich derzeit auf rund 27 Milliarden Euro und binden damit knapp 41 Prozent des gesamten Kreditvolumens der Autobanken. Mit Blick in die Vergangenheit weist dieses Geschäftsfeld kontinuierliche Wachstumsraten auf. Die verkaufsfördernde Wirkung des Ratenkreditgeschäftes ist für Branchenkenner unbestritten. Angesichts dieser Tatsache ist es nicht verwunderlich, dass die Automobilhersteller in den letzten Jahren des Öfteren die Strategie verfolgt haben, mittels Sonderfinanzierungskonditionen ihrer Autobanken den Absatz bestimmter Fahrzeugtypen zu steuern. Die Autohändler machen, davon einmal abgesehen, kein Geheimnis daraus, mit dem Einräumen von Sonderfinanzierungskonditionen ein Instrument in der Hand zu haben, um massiven Kaufpreisverhandlungen aus dem Weg gehen zu können.

Das dritte Standbein ist das Leasinggeschäft mit Wachstumsraten, die in den letzten Jahren über denen des Absatzkreditgeschäftes lagen. Auch für dieses Geschäftsjahr wird mit deutlich positiven Wachstumsraten gerechnet. Diese Wachstumsprognose wird u. a. mit dem Auslaufen zahlreicher Leasing-Verträge begründet, weshalb in Branchenkreisen scherzhaft vom "Ersatzjahr" gesprochen wird. Verschiedene Studien zum Leasingmarkt bestätigen ebenfalls den zunehmenden Trend von Unternehmen und Privatpersonen, sich die eigenen Fahrzeugwünsche mittels Kraftfahrzeugleasing zu erfüllen. Jedes dritte Autogeschäft hierzulande geht bereits unmittelbar mit dem Abschluss eines Leasingvertrages einher. Die Leasingforderungen einiger Autobanken bewegen sich bereits in Größendimensionen, die mit dem Kreditvolumen ihres Absatzkreditgeschäftes vergleichbar sind.

Die Finanzexperten der TU Chemnitz Prof. Dr. Friedrich Thießen und Dr. Dagmar Tytko raten den Autokäufern, stets zu prüfen, was günstiger ist - Leasing oder Barkauf.

Foto: Mario Steinebach

Leasing im Trend

Die wachsende Beliebtheit des Leasings lässt sich allgemein anhand leasingtypischer Vorteile, wie z. B. eines Fahrzeugwechsels in relativ kurzen Zeitabständen ohne die notwendige Suche eines Folgekäufers für das bisherige Fahrzeug, erklären. Den ausschlaggebenden Grund für die langjährige Marktführerschaft der Autobanken im Kraftfahrzeug-Leasinggeschäft sehen Fachexperten allerdings in weiteren interessanten Feinheiten der Leasingangebote. Unternehmen wird beispielsweise die Möglichkeit eingeräumt, Leasingverträge nicht nur für einzelne Fahrzeuge, sondern für ihren gesamten Fuhrpark abzuschließen. Besondere Serviceangebote sind ein fester Bestandteil in diesen Leasingrahmenverträgen. Hinter den Stichwörtern "Fuhrparkmanagement" und "Fleet Management Systems" verbergen sich speziell auf die Kundenbedürfnisse zugeschnittene Servicepakete, die einer uneingeschränkten Mobilitätsgarantie gleichkommen.

Full-Service rund ums Auto

Ähnliche Geschäftsmodelle mit Servicekomponenten führen einige Automobilhersteller derzeit auch außerhalb ihres Leasinggeschäftes ein. Kerngedanke ist dabei die Überlegung, dass das Angebot von Full-Service-Lösungen für die Kundenbindung an eine Automarke infolge der Angleichung des Produktes "Auto" immer wichtiger wird. Die von den Autobanken angestrebten Full-Service-Lösungen sehen deshalb verschiedene, miteinander kombinierbare Finanzierungs-, Versicherungs- und Mobilitätsdienstleistungen vor. Einige Anwendungsbeispiele dieser Geschäftsidee finden sich bereits im heutigen Finanzdienstleistungsangebot der Autobanken wieder. Durch den Erwerb einer Vollbanklizenz ist beispielsweise die VW-Autobank seit einigen Jahren in der Lage, ihren Kunden besondere Ansparpläne für den Autoerwerb anzubieten. Im Falle der tatsächlichen Verwendung des Sparguthabens für den Erwerb eines neuen Kraftfahrzeuges der Volkswagengruppe greift ein Bonusgutschriftsystem, das einer Verminderung des Kaufpreises gleichkommt.

Autokäufer sollten sich darüber hinaus bei einem fremdfinanzierten Autokauf über die Absicherungsmöglichkeiten der finanziellen Folgen einer unverschuldeten Arbeitslosigkeit bei ihrem Autohändler informieren. Zur Abrundung ihres Serviceangebotes in puncto mobile Freizeitgestaltung haben bereits erste Kooperationsgespräche mit Herstellern von Motorrädern und Wohnwagen stattgefunden.

Zulieferer im Wandel

Eine weitere Facette, die besonders für die Region Chemnitz von Interesse ist, ergibt sich, wenn man zusätzlich auch die Perspektive der Automobilhersteller und ihrer zumeist mittelständischen Zulieferunternehmen in die Überlegungen einbezieht. Neben den branchentypischen Abhängigkeitsverhältnissen kennzeichnet die derzeitige Konjunkturschwäche mit Auftragsrückgängen besonders im Neuwagengeschäft die gegenwärtige Situation der Automobilbranche. Während die großen Automobilhersteller ihre Gewinneinbußen aus dem Neuwagengeschäft durch die Veränderung ihrer Fertigungstiefe und den Vorstoß in andere Geschäftsfelder auszugleichen versuchen, sieht die Situation hingegen für die meisten Automobilzulieferunternehmen anders aus. Vor allem die Outsourcing-Aktivitäten der Automobilhersteller der letzten Jahre haben einen Strukturwandel ausgelöst, der die Rolle zahlreicher Zulieferfirmen im Automobilherstellungsprozess zum Teil erheblich verändert hat; hiermit verbunden sind oftmals nicht zu unterschätzende finanzielle Konsequenzen für die betroffenen Unternehmen, die nachfolgend kurz skizziert werden.

Der schwere Weg zum Kredit

Neben ihrer traditionellen Funktion als Komponenten- und Modullieferant gehören Forschungs- und Entwicklungsleistungen, die im Auftrag von Automobilherstellern durchgeführt werden, für zahlreiche Automobilzulieferer inzwischen zu ihrem Standardaufgaben-Repertoire. Hohe Auftragswerte sind dabei ebenso keine Seltenheit wie die Übernahme der gesamten Vorfinanzierung des Entwicklungsprozesses einschließlich der Produktionsanlaufkosten. Diese Geschäftspraxis hat zu einer Verschlechterung der Liquiditätssituation zahlreicher Zulieferfirmen geführt, die nicht ohne bilanzielle Auswirkungen geblieben ist. So vermindern beispielsweise die Entwicklungsaufwendungen sowie die zu bilanzierenden Fremdfinanzierungskosten den Gewinnausweis. Die Bindung von Kapital in Forschungs- und Entwicklungstätigkeiten hat nicht nur negative Auswirkungen auf das Wachstumspotenzial dieser Unternehmen infolge der beschränkten Selbstfinanzierungsmöglichkeiten, sondern auch auf die Kennzahlenwerte einiger bonitätsbeurteilungsrelevanter Kennziffern wie der Eigenkapitalquote. Angesichts dieser Tatsache ist die Befürchtung zahlreicher mittelständischer Zulieferfirmen, dass sich ihre Kreditaufnahmemöglichkeiten durch die Einführung ratinggestützter Bonitätsanalysen im Zuge der Umsetzung des zweiten Baseler Konsultationspapieres (Basel II) verschlechtern werden, nicht von der Hand zu weisen. Die Kreditbranche hat diese Probleme erkannt und versucht, die Finanzierungssituation der mittelständischen Zulieferfirmen mit innovativen Finanzierungslösungen zu verbessern.

Wer trägt das Risiko?

Mit dem so genannten Partnerschaftsmodell läuft derzeit ein Pilotprojekt mit dem Ziel, Projektfinanzierungsstrukturen in der Automobilbranche zu etablieren. Nutznießer dieses Modellversuches sollen in erster Linie die Automobilzulieferer sein. Sie erhalten die Möglichkeit, die auftragsbezogene Entwicklung und Herstellung von Werkzeugen sowie genau spezifizierte Fertigungsschritte über eine Projektgesellschaft abzuwickeln. In Analogie zum klassischen Projektfinanzierungsgeschäft erfolgt die Finanzierung der Auftragsabwicklung über eine Projektgesellschaft, die eine weitgehend bilanzexterne Finanzierung ermöglicht. Ein projektspezifischer Finanzierungsplan gewährleistet Teilzahlungen an die Zulieferfirmen bei entsprechender Fertigstellung der zuvor vereinbarten Projektteilabschnitte. Die Nachteile solch virtuoser Finanzkonstruktionen liegen in der Komplexität, die sie oftmals für kleinere Unternehmen ungeeignet machen, sowie in dem notwendigen Vertrauensverhältnis der Beteiligten, denn auch hier gilt: einer muss das Risiko tragen. Vielleicht bleibt doch alles wieder beim alten Bankkredit.

Prof. Dr. Friedrich Thießen & Dr. Dagmar Tytko

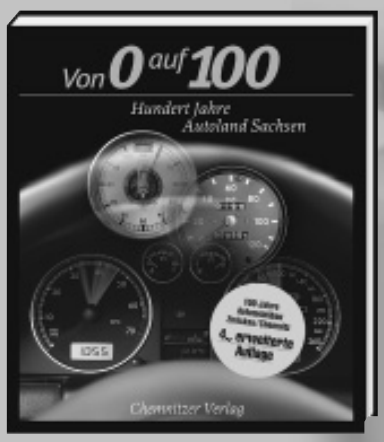
Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Professur Finanzwirtschaft und Bankbetriebslehre
Prof. Dr. Friedrich Thießen,
Dr. Dagmar Tytko
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-4188
Telefax 0371/531-3965
E-Mail f.thiessen@wirtschaft.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/bwl4/

ANZEIGE

Das Buchprogramm der Freien Presse
Chemnitzer Verlag

Hundert Jahre Autoland Sachsen



Das Buch ist voller Geschichen über die Autolandschaft Sachsens, ohne die sich kein Rad in der Geschichte der motorisierten Räder dreht.

248 Seiten, viele Farbfotos, 4. erweiterte Auflage
19,80 EUR, ISBN 3-928678-70-1
In allen Geschäftsstellen der Freien Presse erhältlich.
Oder bestellen: www.freiepresse.de/shop

BESTELL-COUPON

TU

☐ Ich bestelle.....Exemplar(e) des Buches „Von 0 auf 100“, 19,80 EUR je Expl. zzgl. Versandkosten

Meine Anschrift:

Name, Vorname

Straße, Nr.

PLZ, Ort

Tel. (für evtl. Rückfragen)

☐ Bitte buchen Sie den Gesamtbetrag von meinem Konto ab.

Konto-Nr.

BLZ

Kreditinstitut

☐ Ich möchte per Rechnung bezahlen.

Datum

Unterschrift

Den Coupon bitte einsenden an Freie Presse, Buchversand, Brückenstr. 15, 09111 Chemnitz oder faxen 0371/656-17085

Finanzierung mit null Prozent Zinsen - ein Schnäppchen?

Der Wirtschaftsmathematiker Prof. Dr. Bernd Luderer hat es durchgerechnet: Der Barkauf eines Autos ist meist günstiger als eine Null-Prozent-Finanzierung.

Foto: Christine Kornack

Alles silbergrau ringsum - und mein Auto ist noch grün! Völlig aus der Mode, diese Farbe. Höchste Zeit, sich einen neuen Wagen zu kaufen. Allein - mit dem nötigen Kleingeld hapert es. Gott sei Dank gibt es da die Null-Prozent-Finanzierung, da bekomme ich meinen Neuen sofort (in Silber natürlich, ich will doch nicht auffallen!) und muss noch nicht einmal Zinsen zahlen. Würde ich hingegen bei irgendeiner Bank einen Kredit aufnehmen, um das Auto bar bezahlen zu können, hätte ich so um die acht bis neun Prozent an jährlichen Zinsen zu zahlen. Der Autohändler und seine Bank aber schenken mir die Zinsen. Prima Kerle! Obwohl, so dicke haben die 's doch auch nicht, liest man immer in der Zeitung. Und jetzt schenken sie mir einfach so die Zinsen? Da kann doch irgendwas nicht stimmen. "There is no free lunch at the market" - keiner hat etwas zu verschenken!

$$\left(1-\frac{10}{100}\right)\cdot 20\,000 = 18\,000 = \sum_{k=1}^{36}\frac{555{,}56}{(1+i)^{k/12}} = 555{,}56\cdot\frac{(1+i)^3-1}{(1+i)^3\cdot\left[(1+i)^{1/12}-1\right]}$$

Wo also liegt der Hase im Pfeffer? Ganz einfach: Würde ich den Wagen sofort bar bezahlen, könnte ich vielleicht fünf oder acht oder gar zehn Prozent Rabatt aushandeln. Der entfällt natürlich bei einer Finanzierung. Stellt sich die Frage, welchem Effektivzinssatz die Finanzierung entspricht, berücksichtigt man den entgangenen Rabatt. Die Finanzmathematik liefert die Antwort. Angenommen, das Auto kostet 20.000 Euro, der Rabatt beträgt zehn Prozent und die Finanzierung erfolgt über 36 Monate bei null Prozent Zinsen. Dann beträgt die Monatsrate 555,56 Euro, und der Vergleich der Barwerte bei Sofortzahlung einerseits und bei Finanzierung andererseits führt gemäß der Preisangabenverordnung (Neufassung vom 28.7.2000, BGBl. I S. 1244) auf die Beziehung, aus der die gesuchte Zinsrate "i" mittels numerischer Verfahren bestimmt werden kann. Im vorliegenden Fall beträgt sie etwa 7,2 Prozent, wie man unter Verwendung eines Taschenrechners mehr oder weniger leicht nachprüft. Die Null-Prozent-Finanzierung entpuppt sich also in Wahrheit als ein Kredit mit einem Effektivzinssatz von über sieben Prozent. Wie gesagt - "there is no free lunch at the market."

Prof. Dr. Bernd Luderer

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Mathematik
Professur Wirtschaftsmathematik
Prof. Dr. Bernd Luderer
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-2153
Telefax 0371/531-4364
E-Mail Bernd.Luderer@mathematik.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/mathematik/wima/index.php

ANZEIGE

Im Durchschnitt zehn Prozent

Ingenieurbüro verhilft Automobilzulieferern zu höherer Arbeitsproduktivität

(VTZ) Die großen Automobilhersteller geben den Kostendruck gern an ihre Zulieferer weiter. Damit sich deren Arbeit dennoch rechnet, bedarf es einer stetigen Steigerung der Arbeitsproduktivität. Um diese zu erreichen, holen sich viele Automobilzulieferer externe Hilfe.

Das Ingenieurbüro Klein aus Taura bei Burgstädt arbeitet seit über zehn Jahren im Bereich der Beratung. Inhaber Dietrich Klein beendete 1975 ein Fernstudium an der TH Karl-Marx-Stadt. 1990 wagte er den Schritt in die Selbständigkeit. Gemeinsam mit seiner Tochter Beate baute er ein Ingenieurbüro auf, das neben zahlreichen Firmen der Textilbranche auch einige Automobilzulieferer zu seinen Kunden zählt, u. a. car trim Plauen, ein Hersteller hochwertiger Sitzbezüge, und die Lear Corporation Eisenach, die Sitzsysteme fertigt. Aktuell berät das Ingenieurbüro z. B. die TUP, Markneukirchen, die für Autos von BMW, VW oder Renault Armlehnen oder Kopfstützen produziert. Zehn Prozent Steigerung in der Arbeitsproduktivität bringt die Beratung des Ingenieurbüros im Durchschnitt dem Kunden.

Das Geheimnis dieses Erfolges? Eigentlich ist es keines - alles beruht auf einer fundierten wissenschaftlichen Basis. Über lange Jahre schon arbeitet Klein mit der Professur Arbeitswissenschaft der TU Chemnitz zusammen. "Wir helfen unseren Kunden vor allem, ihre potenzielle Leistungsfähigkeit auszuschöpfen", verrät Klein. "Zuerst schauen wir: Welche Leistung ist an einem Arbeitsplatz möglich? Dann finden wir Ursachen, warum diese Leistung nicht erfüllt wird."

Dazu braucht es Mathematik, Informatik - und anschließend Methodenkompetenz. Häufig müssen nach der Analyse die Arbeitsprozesse bei laufender Produktion umgestaltet werden: "Das erledigen wir mit 'Training on the Job'", erläutert Klein. Oft sind es Details in der Arbeitsmethodik, bei der Maschinenaufstellung oder in der Organisation der Gruppenarbeit, die die Arbeitsproduktivität steigern. Und das beste daran: Oft hellt sich auch das Betriebsklima in den beratenen Unternehmen auf. Gerd Sommer, Geschäftsführer der TUP GmbH, erklärt das so: "Wir können nach der Beratung gerechtere Leistungsanforderungen an unsere Mitarbeiter stellen und genauer feststellen, worin eine Nicht-Erfüllung begründet ist." Außerdem haben sich die Verdienstmöglichkeiten erhöht: "Einen Teil der Effizienzsteigerung von deutlich mehr als zehn Prozent haben wir an unsere Mitarbeiter weiter gegeben", so Sommer.

Für Klein ist das ein nicht zu unterschätzender Nebeneffekt, geht es ihm doch auch darum, dass ein möglichst großer Anteil der Autos "Made in Germany" tatsächlich auch in Deutschland produziert wird.

Kontakt

Ingenieurbüro Klein
Mittweidaer Straße 85
09249 Taura
Telefon 03724/88800
Telefax 03724/88801
www.ib-klein.de/

Auf der Suche nach der richtigen Huckepack-Strategie

"Following Customer" ist eine neue Herausforderung für Automobilzulieferer beim Agieren auf globalen Märkten

Im Zuge des verstärkten Auslandsengagements der deutschen Automobilhersteller agieren zunehmend auch deutsche Zulieferer im Ausland. Diese Form der internationalen Flexibilität wird unter dem Begriff "following customer", "Kielwasserinvestitionen" oder "Huckepack-Strategie" erfasst. Sie kennzeichnet, dass die für die großen Hersteller wichtigen Zulieferer diesen an ihre neu aufgebauten Produktionsstandorte folgen, indem sie vor Ort eigene Niederlassungen aufbauen. Anfangs galt "following customer" noch als randständige Form der Globalisierungsbetroffenheit vor allem großer Zulieferunternehmen, seit den 90er Jahren hat dieser Trend jedoch erheblich an Gewicht gewonnen und stellt auch mittelständische Unternehmen vor neue Herausforderungen. Als Triebkräfte hinter dieser Entwicklung gelten zwei weit verbreitete Strategiemuster der deutschen Automobilhersteller: die Intensivierung des Outsourcings kerngeschäftsfremder Bereiche und die verstärkte Verlagerung der Produktion an ausländische Standorte.

Seit der in den 80er-Jahren eingeleiteten Produktionsmodernisierung im Stil von Lean Management, systemischer Rationalisierung bzw. Toyotism reduzieren die deutschen Automobilhersteller die eigene Fertigungstiefe und geben große Teile der Gesamtwertschöpfungskette an Modul- und Systemlieferanten ab, die ihrerseits in großem Ausmaß Zulieferaufträge an andere Unternehmen vergeben. Zwischen 1980 und 2000 sank der Anteil der Automobilhersteller an der Bruttowertschöpfung von 38 Prozent auf knapp unter 25 Prozent, während gleichzeitig der Wertschöpfungsanteil der Zulieferer entsprechend stieg. Für das Jahr 2010 prognostiziert der Verband der deutschen Automobilindustrie (VDA) einen Wertschöpfungsanteil der Zulieferer von bis zu 80 Prozent. Indem den Zulieferern immer größere Teile der Wertschöpfung übertragen werden, wandeln sich die Kunden-Zulieferer-Beziehungen grundlegend. Auf den verschiedenen Ebenen der Wertschöpfungskette entstehen komplexe, langfristig angelegte Produktionspartnerschaften. Das zweite Strategiemuster der deutschen Hersteller wird oft als "Globalisierungsoffensive" bezeichnet. Gemeint ist damit der massive Ausbau internationaler Produktionsstandorte seit den 90er Jahren. Innerhalb weniger Jahre gründeten beispielsweise BMW, Daimler-Benz und Volkswagen Montage- und Produktionsstandorte u. a. in Mexiko, den USA, Indonesien, Malaysia, den Philippinen, Vietnam, Thailand, Ägypten und Brasilien. Inzwischen produzieren und montieren deutsche Hersteller in über 50 Ländern auf fünf Kontinenten, die Auslandsquote ihres Gesamtfertigungsvolumen stieg von 26 Prozent im Jahr 1990 auf 44 Prozent im Jahr 2003.

Firmen im Globalisierungssog

Beide Strategiemuster der Automobilhersteller bewirken einen nachhaltigen Globalisierungssog innerhalb der Zulieferindustrie, der zunehmend auch mittelständische Unternehmen erfasst und vor neue Herausforderungen stellt. Haben diese bereits im Inland eine enge Leistungsverzahnung mit ihrem Hersteller- oder Zulieferer-Kunden erreicht, sind sie durch Neugründung und Verlagerung von Produktionsstätten des Kunden im Ausland unmittelbar betroffen: Sie müssen nun parallel zu ihm auch im Ausland Präsenz aufbauen - sie folgen ihren Kunden weltweit an deren neue Standorte. Diese "following customer"-Aktivitäten sind ein Wagnis für kleinere Unternehmen, eröffnen aber auch Chancen. Das Management des Globalisierungsprozesses - Aufbau und Betrieb eines Netzes von Tochtergesellschaften, ständigen und zeitweiligen Niederlassungen im Ausland - ist ressourcenintensiv und stellt hohe Anforderungen an die Kompetenzen des Managements und der Mitarbeiter. Hinzu kommt, dass fundierte Erfahrungen zur Entwicklung und Implementierung erfolgreicher Internationalisierungsstrategien für mittelständische Unternehmen noch nicht in ausreichendem Maß vorliegen. Das Risiko, im Globalisierungsprozess zu scheitern, ist daher hoch. Doch andererseits bietet "following customer" besondere Vorteile: Indem die Zulieferer ihren Kunden an ausländische Standorte folgen, sammeln sie frühzeitig Erfahrungen in Wachstumsmärkten, erschließen diese zunehmend und bauen spezifische Kompetenzen auf, die sie dann auch für weitere Internationalisierungsaktivitäten nutzen können. Zudem bietet die intensive Leistungsbeziehung zum Kunden Vorteile im globalen Geschäft. Wenn Zulieferer auf Anfragen des Automobilherstellers oder Zulieferer-Kunden in ausländische Märkte eintreten, können sie für einen bestimmten Zeitraum mit einem vom Kunden garantierten Auftragsvolumen bzw. mit Rahmenbedingungen kalkulieren, die sie aus früheren Leistungsbeziehungen kennen. Dadurch lässt sich das Investitionsrisiko mindern.

Wer nicht mitschwimmt, geht unter

Doch "following customer" ist nicht nur eine operative Herausforderung: Zulieferer, die keine "following customer"-Kompetenzen ausbilden können oder wollen, verlieren an strategischer Bedeutung für ihre Kunden und laufen auf längere Sicht Gefahr, auch im Inland ihre Großkunden an Konkurrenten, die als weltweite Partner agieren, zu verlieren. Gelingt es ihnen dagegen, "following customer"-Prozesse effizient zu managen, arbeiten sie mit dem Trend in der Industrie anstatt gegen ihn und sichern so Arbeitsplätze und Wachstum in Deutschland. Aktuelle Erhebungen zu Produktionsverlagerungen deutscher Unternehmen ins Ausland belegen, dass der Aufbau einer Auslandsproduktion keineswegs zu Lasten der Beschäftigung im Inland gehen muss. Im Gegenteil: Wachstumsimpulse für den deutschen Betrieb sind durchaus wahrscheinlich.

Mit Blick auf diese Problemlage untersucht die Professur Personal und Führung seit 1999 in mehreren Forschungsprojekten, wie mittelständische Zulieferer die Herausforderung "following customer" auf operativer und strategischer Ebene bewältigen. Als zentrales Ergebnis kann festgehalten werden, dass "following customer"-Strategien sowohl imitative als auch innovative Elemente beinhalten. Strategische Entscheidungen und organisationale Strukturen des Kunden werden als gültig im Sinne einer Gestaltungsvorlage für das eigene Unternehmen akzeptiert und nach Möglichkeit imitiert bzw. adaptiert. Die Auseinandersetzung mit Präsenzaufbau und Markterschließung im Ausland dagegen initiiert innovationsgenerierende Lernprozesse. Für Zulieferer, denen es gelingt, diese Dualität imitativer und innovativer Aspekte verlässlich auszubalancieren, ist "following customer" eine neue Option einer Globalisierungsstrategie.

Prof. Dr. Peter Pawlowsky & Lutz Gerlach

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Professur Personal und Führung
Prof. Dr. Peter Pawlowsky,
Lutz Gerlach
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-4312
Telefax 0371/531-4342
E-Mail astrid.schilbach@wirtschaft.tu-chemnitz.de
bwl6.wirtschaft.tu-chemnitz.de/

Lernen und forschen für die Praxis der Innovation

Beispiel einer integrierten Lehrforschung in Zusammenarbeit mit der Automobilindustrie

Die Einheit von Forschung und Lehre gehört zum Kern des Humboldtschen Leitbildes von Universität. In der Rolle des Hochschullehrers gibt es sie tatsächlich. Für die Studenten deutscher Universitäten aber bleibt sie meist ein fernes Bildungsideal; jedenfalls, wenn man höhere Maßstäbe anlegt als die Erwartung, der Professor lasse gelegentlich Erfahrungen und Bonmots aus der Forschung in seine Vorlesungen einfließen. Aber was dann ist der Maßstab? Sollen Studierende an die "vorderste Front" der Forschung mitgenommen werden? Das wäre den Realitäten der heutigen Universität kaum angemessen, die nur einen kleinen Teil der Studierenden für die akademische Laufbahn ausbildet. Eine überaus sinnvolle Erwartung ist es hingegen, Studierenden selbst die Möglichkeit des Forschens, des Infragestellens und der Wissensproduktion in realen Praxisfeldern zu geben. Sie sollen die Möglichkeit zu eigenem, erprobendem und innovativem Handeln erhalten, nicht nur die zur Rezeption und Verarbeitung vorgefertigten Wissens. Das beinhaltet unter Umständen auch die Erfahrung der Begrenztheit, vielleicht sogar der Unangemessenheit ihres universitär angeeigneten Wissenskorpus (Orientierungen, Theorien, Methoden, Instrumente) in der Praxis. Es ist gut, beide Erfahrungen machen zu können. Die eine motiviert, sich Wissen an der Universität gezielter anzueignen, auf Praxiskontexte und Verwendungsmöglichkeiten zugeschnitten. Die andere verhindert akademische Blauäugigkeit und Überheblichkeit.

Integrierte Lehr-Lernform

Nur: wie schafft man diese Möglichkeiten? In der Vorlesung und im Seminar jedenfalls nicht. Die Professur Innovationsforschung und nachhaltiges Ressourcenmanagement setzt daher, neben den genannten Lehrformen, die der *Lehrforschung* ein. In studentischen Anwendungsprojekten werden konkrete Forschungs-, Entwicklungs- und Gestaltungsaufgaben in real existierenden Betrieben bearbeitet - nicht nur, aber regelmäßig auch in der Automobilindustrie. Anders als ein Praktikum ist das nicht einfach eine Lernform, sondern eben eine integrierte Lehr-Lernform, in der das Praxishandeln der Studierenden systematisch reflektiert und wissenschaftlich angeleitet wird. ‚Angeleitet' aber in einem modernen Sinn von Führung, als Anleitung zur Selbstorganisation, zur unvoreingenommenen Erprobung von Kooperationsformen und zur kritischen Reflexion eigenen Wissens. Das ist die Selbstanwendung von Managementtheorie in der eigenen Lehre - auch eine Form der Einheit von Lehre und Forschung.

ANZEIGE

Interdisziplinäre Teams

Praktisch gestalten sich die studentischen Anwendungsprojekte wie folgt. Studenten des Fachs Innovationsmanagement bilden meist interdisziplinäre Arbeitsgruppen, die eine komplexe Aufgabenstellung aus der Praxis bearbeiten. Partner dieser Vorgehensweise sind häufig Unternehmen aus der Automobilindustrie nicht nur im Umkreis der Universität, sondern in ganz Deutschland. Bei den Aufgabenstellungen handelt es sich oft um Probleme, die sozialwissenschaftliche und ökonomische Aspekte von BWL sowie solche der Ingenieurwissenschaften berühren. Gemeinsam mit dem betrieblichen Projektpartner werden Probleme analysiert, Lösungskonzepte entwickelt und, wenn möglich, realisiert. Durch die parallele Durchführung mehrerer dieser studentischen Anwendungsprojekte (meist fünf bis sechs) findet zwischen den Projektgruppen ein reger Austausch besonders über Methodiken statt. Der Einbezug von Studenten unterschiedlicher Fachrichtungen ermöglicht zudem eine Herangehensweise aus unterschiedlichen Blickwinkeln, die dem Auftraggeber sonst leicht verborgen blieben. Die Reflexion der Projektbearbeitung zwischen Lehrstuhlteam und Studenten erlaubt außerdem, vorhandene Erfahrungen zu nutzen und gleichzeitig die Erfahrungsbasis aller Beteiligten zu erweitern. Projektergebnisse schließlich fließen auf direktem Wege in die Lehre zurück, auch durch Gastvorträge und Seminare der beteiligten Unternehmen. Auf diese Weise wird am "Kunststück" gearbeitet, eine praxisnahe und dennoch theoriefundierte Lehre zu betreiben.

Folgende Projektbeispiele aus der Kooperation mit der Automobilindustrie sollen einen Einblick geben, wie die beschriebene Form der Projektarbeit konkret ablaufen kann:

(1) Die Zukunft des Automobils im Jahr 2020

In der Innovationswerkstatt des Mercedes-Benz Technology Centers der DaimlerChrysler AG entstehen Ideen und Konzepte für zukünftige Fahrzeugkomponenten oder Komplettfahrzeuge. Es stellte sich in diesem Zusammenhang die Frage, an welchen Fahrzeugtypen zukünftige Kunden im Jahr 2020 Interesse haben werden. Dazu wertete eine Gruppe von Studenten mehrere Jugendstudien der vergangenen Jahre aus und leitete daraus ab, wie eine Lebenswelt im Jahr 2020 aussehen könnte. Dazu wurde im Unternehmen ein zweitägiger Workshop veranstaltet, zu dem 30 Werkstudenten - potenzielle Kunden - aus unterschiedlichen Disziplinen und Ländern eingeladen waren, die auf Basis dieser prognostizierten Lebenswelten Fahrzeugkonzepte entstehen ließen. Ein Folgeprojekt entwickelte zum Beispiel nach ähnlicher Vorgehensweise zukünftige Bedienkonzepte. Dabei wurde zwischen progressiven und eher konservativen Zielgruppen unterschieden. Ein weiteres Projekt analysierte die Methoden der Innovationswerkstatt und leitete Handlungsempfehlungen ab. Damit sollte analysiert werden, welchen Stellenwert die Ideenfindung im gesamten Innovationsprozess einnimmt, welche Rolle dabei Kreativitätstechniken spielen und auf welche Weise die Ideen von der Innovationswerkstatt in die Arbeit anderer Abteilungen einfließen.

Die Studenten waren mehrere Monate als Werkstudenten im Unternehmen tätig. Diese Blockaufenthalte wurden unterbrochen von Studienphasen an der Universität. Somit wurde eine enge Abstimmung erreicht. Ergebnispräsentationen fanden gemeinsam mit Vertretern des Unternehmens statt. Als besonderer

Projektnutzen wurde seitens des Unternehmens herausgestellt, die eigene Praxis reflektiert zu bekommen und sowohl methodische als auch inhaltliche Denkimpulse von einem Personenkreis bekommen zu haben, der in einem anderen Kontext lebt. Für die Studenten war wichtig zu erkennen, wie theoretische Konzepte, in diesem Fall zum Innovationsmanagement, wirkungsvoll angewendet werden können, dazu aber auch situationsspezifisch angepasst werden müssen. Sie erhielten einen lebendigen Eindruck vom Projektmanagement - ihrem eigenen und dem des Unternehmens.

(2) Anwenden von Wissen in der Fahrzeug- und Produktionsanlagenentwicklung

Die EDAG Engineering und Design AG ist mit ihren 3.600 Mitarbeitern ein hochentwickelter Engineering-Dienstleister für die Automobilbranche; man könnte auch sagen: ein Innovations-Dienstleister. Vom Design über die Technische Entwicklung, den Modell- und Prototypenbau bis zu kompletten Produktionsanlagen führt die EDAG komplexe Projekte im Fahrzeug- und Anlagenbau entwicklungsverantwortlich bis zum Serienstart. Im Mittelpunkt der Lehrforschungs-Kooperation stehen dabei strategische Veränderungsprozesse zur Nutzung, Entwicklung und Bewertung immaterieller Ressourcen im Entwicklungsprozess, die man unter den Oberbegriffen Human- und Sozialkapital zusammenfassen kann (zum Beispiel: Wissen, Bereitschaft zum Wissensaustausch, Vertrauen, Commitment). Damit wird auch die Frage nach (neuen) Möglichkeiten des strategischen Controllings gestellt (Erfassung und Steuerung kritischer Prozess- und Organisationskenngrößen). Das starke Unternehmenswachstum der EDAG kollidiert mit bislang etablierten aufbau- und ablauforganisatorischen Strukturen, womit der Abstimmungsbedarf erheblich wächst, intern wie auch an der Schnittstelle zum Kunden. Aufgabe des Projekts war, empirisch zu prüfen, welche immateriellen Ressourcen in Entwicklungsprozessen erfolgskritisch wirken, wie sie sich entfalten und wie man sie in Indikatorensystemen abbilden kann, um sie systematisch zu “managen”. Im Mittelpunkt standen dabei Aspekte des humanen bzw. des “intellektuellen Kapitals”.

In einem weiteren Projekt wurde ein Einführungs- und Diffusionskonzept für ein komplexes Datenmanagementsystem entwickelt. Hierbei galt es, spezifische Anwendungsanforderungen zu identifizieren und im Rahmen der Realisierung auf diese besonders einzugehen. Erreicht wurde das mit einer umfassenden Prozessbegleitung und -reflexion im Rahmen eines Masterprojektes. Darauf aufbauend wurde ein Multiplikationsmodell zur Diffusion der Erfahrungen des Masterprojektes entwickelt. Hier konnte durch das studentische Anwendungsprojekt speziell sozialwissenschaftliches Know-how in das Unternehmen hineingetragen werden. Mit einer qualitativen empirischen Methodik wurde die Kooperationssituation analysiert, was wiederum die Konzeptentwicklung fundierte. Die Studenten waren mit einer vielschichtigen Unternehmenssituation konfrontiert, deren Problematik nur durch systematische Situationsanalyse deutlich gemacht werden konnte. Die Durchführung erfolgte einerseits durch mehrtägige Besuche vor Ort, aber auch durch längerfristige Praktikumsphasen.

Fazit

In dieser “Lehre durch Forschung” müssen sich Studierende aktiv mit komplexen Problemstellungen aus der Praxis auseinander setzen. Sie bleiben nicht, wie oft in Praktika, in der peripheren Position des Zuschauers. Die Projektpartner erwarten fundierte Beiträge und Ergebnisse - wie im späteren Berufsleben auch. Die Studierenden lernen nicht nur vieles über das Was der Praxis, sondern auch über das Wie: wie man sich in einem Unternehmen bewegt, wie in einem Unternehmen gearbeitet wird, welche enorme Bedeutung die sozialen und kulturellen Aspekte des Lebens und Zusammenarbeitens in einem Unternehmen haben. In einer Vorlesung ist das nicht zu vermitteln, in zehn Vorlesungen noch weniger. Ermutigend ist für uns alle, die Studierenden und die Lehrenden, dass die Partnerunternehmen in der Regel an Anschlussprojekten interessiert sind und von sich aus nach der nächsten Studentengruppe fragen.

Prof. Dr. Dr. Manfred F. Moldaschl & Klaus-Peter Schulz

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Professur Innovationsforschung und nachhaltiges Ressourcenmanagement
Prof. Dr. Dr. Manfred F. Moldaschl,
Klaus-Peter Schulz
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-5260
Telefax 0371/531-5367
E-Mail manfred.moldaschl@wirtschaft.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/bwl9/

ANZEIGE

Wie Events die Neugier am neuen Modell wecken

Eventmarketing - der emotionale Weg zum Kunden in der Automobilwirtschaft

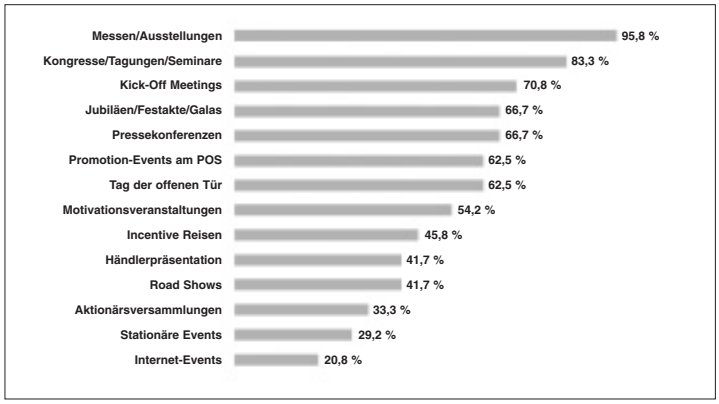
Der Phaeton als Luxuslimousine von VW oder der 1-er BWW als Angebot in der Kompaktklasse stehen für den Wettbewerb um neue Zielgruppen, der die Strategie der Global Player in der Automobilbranche bestimmt. Neue Zielgruppen erreichen und die Markenloyalität der bisherigen Kunden erhalten, sind die zentralen Herausforderungen, der sich die Marketingkommunikation in der Automobilindustrie gegenwärtig in bisher nicht gekanntem Ausmaß stellen muss. Das Auto als innovatives und technisch perfektioniertes Produkt ist in den letzten Jahrzehnten zunehmend zum Träger von Image und Lebensstil geworden. Der Automobilkauf ist längst nicht mehr nur eine rationale Entscheidung des Kunden auf der Grundlage von technischen und Sicherheitsparametern oder des Preis-Leistungs-Verhältnisses. Und auch die Kundenzufriedenheit allein ist keine Loyalitätsgarantie, die Automobilmarke muss beim Kunden eine Begeisterung für das Produkt auslösen. Begeisterung und eine positive Einstellung zur Automobilmarke entstehen allerdings nicht allein durch passives Aufnehmen von Werbebotschaften. Das Angebot an den Kunden, die Welt des Automobilherstellers anlässlich eine Marketing-Events aktiv zu erleben, verspricht starke Emotionalisierung und nachhaltige Bindung an die Marke.

Die erlebbare Marke

Die Automobilindustrie hat das Potenzial von Events, die Marke erlebbar und anfassbar zu machen, erkannt und nutzt Events zur Entwicklung von Kundendialog und Kundenbindung. Mit der Marktforschungsstudie “Eventreport 2003” der TU Chemnitz (**www.eventreport.de**) konnte festgestellt werden, dass bereits 68 Prozent der Automobilanbieter in Deutschland Events intensiv als Instrument der Markenkommunikation einsetzen und weitere drei Prozent dieses Jahr hinzu kommen werden.

Hauptziel: Kundenbindung

Events bieten die einmalige Chance, Produktinformationen auf emotionalem Weg zu transportieren. Als Zielstellungen von endkundenorientierten Events werden Kundenbindung, Imagestabilisierung/-verbesserung, Erhöhung der Bekanntheit und Kundendialog genannt, und die Automobilbranche unterscheidet sich in der Zielorientierung nicht wesentlich vom Durchschnitt deutscher Unternehmen.



Grafik: Häufigste Eventformen in der Automobilbranche *Quelle: Eventreport 2003*

Kostspielige Eventserie

Ein Unterschied besteht allerdings in der Höhe der Budgets. Wenn das neue Modell einer Automobilmarke in den Markt eingeführt werden soll, dann lassen sich die Automobilhersteller ein aufmerksamkeitsstarkes Eventkonzept im Vergleich zu anderen Branchen relativ viel kosten. Meist handelt es sich um mehrstufige Eventkonzepte, die durch klassische Werbung vorbereitet und flankiert werden. Die Event-Serie zur Einführung eines neuen Modells beginnt der Hersteller zunächst mit einer Präsentation auf Automobilmessen, auf denen das neue Modell in Messe-Events aufwändig inszeniert wird. Bei den Endkunden aber auch bei der Presse soll bereits die Neugier am neuen Modell geweckt werden. Es folgen zeitlich versetzt Events, die das neue Modell für die Pressevertreter interaktionsorientiert inszenieren, um eine intensive, positive Pressearbeit vor dem Modellstart zu initiieren. Vor der Auslieferung des neuen Modells werden die Händler über das neue Modell informiert, für das Angebot emotionalisiert und zum Verkauf motiviert. Den Abschluss des gestuften Eventkonzeptes zur Einführung neuer Modelle stellen endkundengerichtete Events dar, die direkt vom Händler für seine aktuellen und potenziellen Kunden veranstaltet werden. Dabei wird häufig zwischen Geschäftskunden/Schlüsselkunden und Privatkunden mittels spezieller Events differenziert, um die Modellpräsentation an den Informationsbedarf der Zielgruppe anzupassen. Inhaltlich steht die gesamte Event-Serie unter einem einheitlichen Leitmotiv. Das Produkt Auto ist der “Hero”, das heißt, es steht konsequent im Mittelpunkt der Eventinszenierung.

Mystisches auf dem Vulkan

Passend zur Markenwelt werden Ambiente und Location für das Event ausgewählt. So wurden beispielsweise die Händlerevents zur Einführung des New Beatle oder des Golf 5 von VW in Österreich durchgeführt, während die Welturaufführung des Lamborghini Murciélago schon der Kulisse des Ätna bedurfte, um der Mystik und dem außergewöhnlichen Image dieser Marke Rechnung zu tragen.

Typenvielfalt: Von Messen bis zur Autostadt

Einen Überblick über häufige Typen von Events in der Automobilbranche vermittelt die Grafik. Die herausragende Stellung von Messe-Events wird deutlich. Über 95 Prozent der befragten Firmen setzen Events auf Messen und Ausstellungen als Kommunikationstool ein.

Um den temporären Charakter von Events zu relativieren, gehen gerade im Automobilbereich Unternehmen den aufwändigen Weg, einen “stationären” Event zu schaffen. In Form von so genannten “Brand Lands” (zum Beispiel VW-Autostadt in Wolfsburg), wird die Welt der Automarke das ganze Jahr über für den Endkunden erlebbar. Da mit diesem Eventkonzept die gesamte Familie angesprochen wird, können über diesen Weg Kinder und Jugendliche für die Marke begeistert werden, die zwar keine aktuellen Kunden sind, aber als potenzielle Zukunftskunden bereits eine erste emotionale Beziehung zur Marke aufbauen.

Prof. Dr. Cornelia Zanger

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät für Wirtschaftswissenschaften
Professur Marketing und Handelsbetriebslehre
Prof. Dr. Cornelia Zanger
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-8345
Telefax 0371/531-4341
E-Mail C.Zanger@wirtschaft.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/wirtschaft/bwl2/

ANZEIGE

Erfolgreiche Premiere für “Bestform in Blech”

Auf der Fachtagung in Meerane wurden neue Tendenzen für den Werkstoffeinsatz im Automobilbau diskutiert

Das Autoland Sachsen ist um einen neuen Branchentreff reicher. Anfang Mai diskutierten in Meerane Automobilhersteller, Zulieferer, Werkzeugbauer sowie weitere Dienstleister über die Zukunft der Blechverarbeitung im Automobilbau. Mehr als 100 Experten aus dem In- und Ausland waren der Einladung zur Fachtagung “Bestform in Blech - Automobilbau der Zukunft im Fokus der Zulieferer” gefolgt. Die Veranstalter N+P Neumann + Partner Informationssysteme GmbH Meerane, TU Dresden und Westsächsische Hochschule Zwickau ordneten die Tagung als einen zukunftsweisenden Baustein in das Programm zum 100-jährigen Automobilbaujubiläum ein.

Der Anstoß für das Symposium kam aus dem Arbeitskreis Methodenplanung. In diesem Kreis haben sächsische Blechteilefertiger, Werkzeugbauer sowie Softwareentwickler unter wissenschaftlicher Leitung der Professur Um- und Urformtechnik der TU Dresden eine softwareunterstützte Methodenplanung erarbeitet. Mit JaMeS (= Javabasiertes Methodenplanungs-System) lässt sich schnell der effektivste Weg für die Herstellung eines automobilen Blechteiles ermitteln. Jens Hertwig, geschäftsführender Gesellschafter des Softwareentwicklers N+P, erläuterte die Vorteile dieses Vorgehens: “JaMeS wird auf Auftraggeberseite zur Prüfung der Herstellbarkeit der konstruierten Blechteile und zur Angebotsprüfung genutzt. Auf Anbieterseite wird durch den Zugriff auf bereits erarbeitete Methoden in der Wissensbasis und das technologische Regelwerk eine schnelle Reaktion auf Angebotsanfragen ermöglicht. Im Auftragsfall können diese Ergebnisse als Basis für die Werkzeugkonstruktion genutzt werden.”

Die Vorteile einer rechnergestützten, systematisierten Methodenplanung als Bestandteil der Angebotserarbeitung bestätigte Falko Weiß, Technischer Leiter der ebenfalls in das Methodenplanungs-Projekt eingebundenen Blechformwerke Bernsbach AG. “Dieses Vorgehen minimiert Fehlkalkulationen deutlich und sorgt für vergleichbare Online-Angebote. Zudem können mit dem Kunden schon zum Zeitpunkt der Angebotserarbeitung die Problemstellungen diskutiert werden.”

Die Methodenplanung im Spannungsfeld zwischen Entwicklung und Produktion beleuchteten Dr. Josef Meinhardt, Leiter FM-Konstruktion Presswerkzeuge der BMW AG, und Mitarbeiter Ingo von Wurmb. Durch eine intensivere Zusammenarbeit zwischen Design, Karosserieentwicklung, Fertigung und Methodenkonstruktion kann Produkt- und Prozessentwicklung parallel verwirklicht werden. Von großer Bedeutung ist dabei, so die Experten, die direkte geometrieorientierte Zusammenarbeit aller Beteiligten. Die frühzeitige Prozessabsicherung ermöglicht eine deutliche Steigerung der Fertigungssicherheit bei gleichzeitiger Reduzierung der Entwicklungskosten.

Den Entwurf eines 4D-Methodenplans stellten Dr. Matthias Hillmann, Thomas Bauer und Waldemar Kubli von der AutoForm Engineering GmbH Zürich vor. Diese spezialisierte Softwarelösung enthält die durchgängige Ausarbeitung aller Umformstufen mit integrierter Simulation. Die Weiterentwicklung der bisherigen AutoForm-Lösungen für Umformsimulationen soll 2005 auf den Markt kommen.

Ein Hilfsmittel für die Konstruktion von Groß- und Folgeverbundwerkzeugen stellte Ronald Kalf, Leiter Produktmanagement der T-Systems International GmbH, vor. VAMOS ist vollständig in CATIA V5 integriert. Es passt sich den hohen Anforderungen der Automobilindustrie nach Flexibilität auch im Bereich der Produktionsmittel gut an. Dazu gehören die vollständige Durchgängigkeit der Teilgeometrien durch den gesamten Prozess und der Aufbau aus beliebig kombinierbaren Komponenten. “Wenn die Softwarelösungen JaMeS und AutoForm mit VAMOS zusammengebracht werden, dann bekommen Werkzeugbauer und Produzenten ein effektives Instrumentarium für die Fertigung”, so Kalf.

Die Blechteilefertigung kann nicht losgelöst von der Werkstoffherstellung betrachtet werden. Dr. Sebastian Bross, Leiter Kundenprojekte bei der Salzgitter Flachstahl GmbH, zeigte auf, dass sich Blechlieferanten immer mehr zu Dienstleistern entwickeln. Sie bieten neben innovativen Werkstoffen, die zunehmend beschichtet sind, auch den zugehörigen Service wie Anwendungsberatung und Simultaneous Engineering an. Der Leichtbaugedanke führt über hoch- und höchstfeste Stähle zu Werkstoffen, die nur durch eine entsprechende Verarbeitung die gewünschten Eigenschaften erzielen. So genannte HSD-Stähle gelten aufgrund ihrer Höchstfestigkeit und gleichzeitig guten Verformbarkeit als Werkstoffe der Zukunft.

Über den Einsatz neuer Werkstoffe im Spannungsfeld zwischen Stahl- und Automobilherstellern sprach Mathias Schwarzendahl, Geschäftsführer der Westfalia Presstechnik GmbH & Co. KG, Crimmitschau. Der Produzent von Pressteilen für Autositze zeigte auf, dass die Informationen zu Konstruktions- und Verarbeitungseigenschaften neuer hochfester Stähle oft noch nicht ausreichen und Schwankungen der mechanischen Werte auch innerhalb einzelner Lieferlose die Verarbeitung erschweren. Hinzu kommt, dass Automobilkonstruktionen den neuen Werkstoffen oft noch nicht angepasst sind. Auch nimmt das umformtechnische Wissen bei den OEM aufgrund der immer geringeren Eigenfertigung ab. Die Konsequenzen für den Zulieferer lauten u. a.: “Wir müssen Auswahl sowie Einkauf von Material verstärkt in Partnerschaft mit dem Kunden vornehmen. Ebenso gehört dazu ein kundenorientiertes Projektmanagement und der Aufbau von Fachkompetenz für umformtechnische Untersuchungen.”

“Das wichtigste Tagungsergebnis”, resümiert Jens Hertwig, “bildet der interdisziplinäre Erfahrungsaustausch über mehrere Branchen hinweg.” Er hält eine künftige Zusammenarbeit mit anderen Unternehmen und internationale Kooperationen für möglich. Das Fachpublikum hat sich bereits eine Neuauflage gewünscht.

www.bestform-in-blech.de

Ina Reichel

“Es war ein ganz neuer Versuch, Automobilhersteller, Zulieferer, Werkzeugbauer und Informationstechniker zusammenzubringen - und ein erfolgreicher”, freut sich Jens Hertwig, N + P Informationssysteme Meerane, gemeinsam mit Volker Thoms, TU Dresden, Mathias Schwarzendahl, Westfalia Presstechnik Crimmitschau, und James Sorensen, DaimlerChrysler AG (USA) (v. r.). *Foto: IHK Südwestsachsen, Kathrin Buschmann*

Bessere Wege braucht das Land

Verkehrsgeographische Erkenntnisse auf nationaler und regionaler Ebene

In Folge der zunehmenden Mobilität von Personen und Gütern ist das Verkehrsaufkommen in den letzten Jahrzehnten erheblich angestiegen. Sowohl beim Personen- als auch beim Güterverkehr wird in der Bundesrepublik Deutschland seit 1960 von einer Verdreifachung des Verkehrsaufkommens ausgegangen. Diese rasante Entwicklung dürfte sich in Zukunft fortsetzen, wobei ein ständig höherer Verkehrsanstieg in immer kürzeren Zeitabständen zu erwarten ist. Zu den klassischen Verkehrsträgern zählen der Straßen-, Bahn-, Luft- und Schiffsverkehr. Während auf den Straßenverkehr knapp 97 Prozent der beförderten Personen entfallen, benutzen lediglich 3 Prozent die Eisenbahn bzw. 0,2 Prozent das Flugzeug. Dabei haben der Individualverkehr (+68 Prozent) und vor allem der Luftverkehr (+96 Prozent) innerhalb von 40 Jahren die höchsten Steigerungsraten erfahren. Etwas geringer fällt mit rund 76 Prozent der Beförderungsmenge der Stellenwert des Güterverkehrs auf der Straße aus.

Straßen für Südwestsachsen

Gemäß dem allgemeinen Verkehrsverhalten verwundert es nicht, dass sich die meisten Wirtschaftsunternehmen in der Region Südwestsachsen optimale Straßenverbindungen wünschen. Im Rahmen einer Bewertung der Standortfaktoren durch die Betriebsleiter nehmen die “Fernstraßen” auf einer Prioritätenliste den zweiten Rang ein, während der “Luftverkehr” auf Rang 31 und die “Schienenanbindung” mit Rang 33 auf dem letzten Platz aller Nennungen landen. Angesichts der beiden Bundesautobahnen Nr. 4 und Nr. 72 kann die Ausstattung der Region mit Fernstraßen in Richtung Osten (Dresden, Polen) sowie Nordwesten (Thüringen, Hessen, Nordrhein-Westfalen) und Südwesten (Bayern, Baden-Württemberg) grundsätzlich als günstig bezeichnet werden. Dagegen ergeben sich deutliche Defizite in Richtung Süden (Tschechien, Südosteuropa) und Norden (Leipzig, Nordosteuropa).

Während die Verlängerung der BAB 72 nach Leipzig - trotz vorübergehender Finanzierungsschwierigkeiten - fest eingeplant ist, dürften effektive Straßenverbindungen über das Erzgebirge nach Tschechien kurzfristig eher ausbleiben. Dies hat einerseits den Grund, dass die Hauptverkehrsachse Richtung Süden über Dresden und Prag führt. Andererseits ist dies sicherlich auch den naturräumlichen Bedingungen geschuldet, den ökologischen Gegebenheiten Rechnung zu tragen. Weiterhin erscheinen Begradigungen, Ausbauten, Qualitätsverbesserungen usw. des innerregionalen Straßenverkehrsnetzes - einschließlich der Schaffung einiger Umgehungsstraßen - erforderlich, um jeden Regionsteil bedarfsgerecht mit Verkehrswegen auszustatten. Diese Zielsetzung sollte sich sowohl an den Standortwünschen der Wirtschaft (z.B. Gewerbe-, Dienstleistungsbetriebe) als auch vor allem an den Bedürfnissen der Bürger (Wohnbevölkerung, Pendler, Touristen usw.) orientieren. Nicht zuletzt sind dabei berechtigte ökologische Belange angemessen zu berücksichtigen, um die Wirtschaftskraft bzw. die Lebensqualität aller Teile Südwestsachsens langfristig zu erhalten bzw. weiter zu verbessern.

Lücken bei der Bahn

Im Gegensatz zum Fernstraßennetz weist das Fernverkehrsangebot der Bahn für Südwestsachsen erhebliche Lücken auf, da die Region großräumig nur schwer zu erreichen ist. Lange Fahrzeiten, häufige Verspätungen, geringer Verknüpfungsgrad mit dem ÖPNV/SPNV, unattraktives Wagenmaterial usw. sind dafür verantwortlich. Dies wiederum wirkt sich nachteilig auf die Zugauslastung aus, beeinträchtigt den Geschäfts- und sonstigen Reiseverkehr und führt zu einem Negativimage.

Immerhin existieren zwei überregional bedeutsame Schienenverbindungen, die in den letzten Jahren in gewissem Umfang saniert worden sind: die sogenannte Sachsen-Franken-Magistrale und die Mitte-Deutschland-Verbindung. Die Sachsen-Franken-Magistrale führt von Nürnberg über Bayreuth, Hof, Plauen, Zwickau - mit Abzweig Richtung Leipzig - nach Chemnitz und Dresden. Auf Grund des stetigen Engagements der Kommunalpolitik, der regionalen Wirtschaft und weiterer Experten war vorübergehend der ICE-T eingesetzt worden, der jedoch nach einer Panne im Vogtland aus technischen Gründen - so die offizielle Begründung der DB - vom Gleis genommen wurde. Seitdem wird die weiter auszubauende Strecke mit solchen Neigezügen (weiß-rot lackiert, mit IC-Zuschlag usw.) befahren, die andernorts im Nahverkehr eingesetzt sind. Diese Handhabung hat zu massiven Protesten auf Seiten der regionalen Entscheidungsträger und bei vielen Bürgern geführt.

Neue Eisenbahnverbindungen

Gleichermaßen nimmt die Mitte-Deutschland-Verbindung in Richtung Nordwesten einen hohen Stellenwert ein und müsste maßgeblich ertüchtigt werden. Diesbezüglich bietet sich Zwickau als Eisenbahnkreuz an, um den Bahnverkehr in alle Himmelsrichtungen zu bündeln. Darüber hinaus spielt die baulich zurzeit vorbereitete Beschleunigung der Zugverbindung zwischen Chemnitz und Leipzig eine große Rolle, ebenso wie ein besseres Angebot in Richtung Tschechien (in Erweiterung des “EgroNet”) unbedingt notwendig erscheint. In Ergänzung zur genannten Bahninfrastrukur ist der ÖPNV/SPNV zu erwähnen, der stets auf der Grundlage einer optimalen Vertaktung, mit modernem Wagenmaterial und professionellem Management betrieben werden sollte.

Attraktive Eisenbahnverbindungen erscheinen jedoch nicht nur ökologisch sinnvoll, sondern stellen sowohl für Institutionen und deren Akteure als auch für Privatleute unerlässliche Fortbewegungsmöglichkeiten dar und dokumentieren den innovativen Charakter einer Region. Zudem üben sie auch eine wichtige Funktion als Zubringer zu den nächstgelegenen Flughäfen aus. Was den Flugverkehr betrifft, so orientiert sich Südwestsachsen an den beiden internationalen Flughäfen Dresden und Leipzig. Außerdem gewinnen die beiden Regionalflughäfen Altenburg (Thüringen) und Hof-Plauen (Bayern) zunehmend an Bedeutung. Auf Grund der relativ großen Entfernungen sollte eine optimale Anbindung mit der Bahn, dem Pkw und dem (Flughafen-)Bus gewährleistet sein.

Verkehrsfragen im Studium

Räumlich relevante Verkehrsfragen gehören an der TU Chemnitz zum festen Bestandteil des Studiums im Fach Sozial- und Wirtschaftsgeographie, das sich außerdem an der interdisziplinären Lehrveranstaltung “Regionallogistik” beteiligt, die federführend von der Fakultät für Maschinenbau organisiert wird.

Prof. Dr. Peter Jurczek

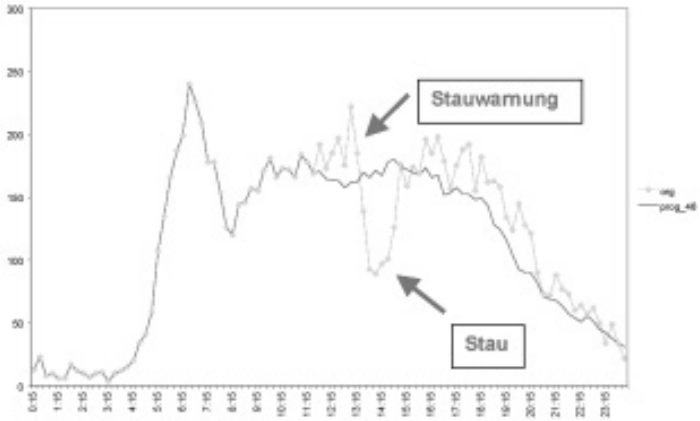
Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Philosophische Fakultät
Professur Sozial- und Wirtschaftsgeographie
Prof. Dr. Peter Jurczek
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-4911
Telefax 0371/531-4058
E-Mail peter.jurczek@phil.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/phil/geographie

Das Auto - Teil und Ganzes zugleich

Fahrzeug und Verkehr: Systemtheoretiker widmen sich den größeren Zusammenhängen

Gegenstand der Systemwissenschaften sind dynamische, also zeitveränderliche Abläufe in technischen und nichttechnischen Bereichen. Dabei können die betrachteten Sachverhalte gegenständlicher Natur sein oder Zustände bzw. Situationen betreffen, in denen sich diese Systeme befinden. Beschleunigen, Bremsen, Über-, Normal-, Unterlast, fehlerlose oder fehlerbehaftete Arbeitsweisen sind solche Zustände.



Weicht die Anzahl der erfassten Fahrzeuge deutlich von der erstellten Prognose ab, deutet sich ein Stau an. *Grafik: TU Chemnitz*

Für die Modellierung mit mathematischen oder rechentechnischen Mitteln wird nun üblicherweise vorausgesetzt, dass ein solches System weitgehend isoliert betrachtet werden kann und nur über die betrachteten Größen Verbindungen nach außen besitzt. Die Realität der Einbindung in die "Welt" ist jedoch weit differenzierter. Einerseits bestehen mehr oder weniger enge Kontakte zu benachbarten Systemen, andererseits ist das System "nach oben" Teil eines größeren Ganzen und "nach unten" selbst aus Teilsystemen aufgebaut. Diese Hierarchie zum Größeren und zum Kleineren lässt sich beliebig fortsetzen, kann aber bei einer Modellierung nur beschränkt berücksichtigt werden. Wenigstens sollten aber die unmittelbar benachbarten Kopplungen in alle Richtungen Beachtung finden, da sie für die Güte einer Problemlösung – auch im ingenieurtechnischen Bereich – eminent wichtig sind.

Ein System, an dem diese Einbindung besonders deutlich wird, ist das Kraftfahrzeug. Es ist offensichtlich, dass es aus vielen Teilen besteht, aber auch mit anderen Systemen wie "Automobilindustrie", "Verkehr", "Natur" oder "Mensch" in engster Verbindung steht. Die Professur Systemtheorie der TU Chemnitz war und ist an einer Reihe von Projekten beteiligt, die globale und spezielle Fragestellungen im Zusammenhang mit dem System "Kraftfahrzeug" zum Inhalt haben. Beispielsweise betreffen sie die Bereiche Umwelt und Verkehr (Verkehrs- und Stauanalyse, Parkleitstrategien, Schadstoffemission), Fahrsicherheit (Abstandswarnung), Motorsteuerung (Lambda-Regelung, Motormanagement), Fahrkomfort (Klimaanlage, on board Zustandserkennung), Ersatzteillogistik, Versuchsautomatisierung, -auswertung und Fertigung (Monitoring, Widerstandspunktschweißen, Maschinendiagnose).

Der Straßenverkehr ist ein dem Einzelfahrzeug übergeordnetes System. Es bestehen Verbindungen zu Menschen, zur Umwelt, zur Straße oder zu Verkehrsleit- und Kommunikationssystemen. Eine unliebsame Erscheinung, die auch sicherheits- und wirtschaftlich relevant ist, ist der Stau. Eine Früherkennung kann helfen, durch gezielte Verkehrssteuerung oder im Häufungsfall durch prinzipielle Veränderungen des Verkehrsraumes Abhilfe zu schaffen. Gegenstand eines Projekts war die kontinuierliche fahrspurselektive Erfassung von Verkehrsströmen (differenziert nach Fahrzeuggruppen, Fahrzeuganzahl und Geschwindigkeit) an ausgewählten Messstellen (Ausfallstraßen oder Autobahnzubringern, Zufahrten zu Innenstadt-, Wohn-, Industriebereichen, Parkplätzen, zur Verkehrserfassung des grenzüberschreitenden Verkehrs, der Nutzung einzelner Fahrspuren, der Belastung von Umleitungsstrecken). Eine netzunabhängig arbeitende mobile Erfassungseinheit nimmt Daten über einen Mikrowellensensor auf, wertet diese aus, speichert sie und kann sie per GPRS-Funk in eine Zentrale übermitteln. Über eine größere Zahl gezielt plazierter Messstellen läßt sich ein Messnetz aufbauen, in das auch stationäre Erfassungen (etwa Induktionsschleifen) integriert werden können. Einsatzerfahrungen wurden über zwei Jahre an Straßen mit relativ hohem Verkehrsaufkommen in Zwickau und Chemnitz gesammelt.

Die Zielstellungen reichen von der einfachen Verkehrszählung, dem Aufbau von Datenbanken, statistischen Erhebungen und Analysen der räumlichen Verteilung von Verkehrsströmen bis zur Planungsunterstützung und umfassenden Analyse des aktuellen Verkehrsgeschehens sowie seiner zeitlichen Entwicklung. So zeigt die Auswertung der Pkw-Anzahl, dass sich der Verlauf an den Wochentagen mit Morgen- und Abendspitze ähnelt und am Samstag und Sonntag abweicht.

Zur Analyse selbst wird die Methodik der Fuzzy Pattern Klassifikation eingesetzt. Mit ihr können prototypische Verlaufsgruppen gefunden und effizient beschrieben werden. Dieses Wissen, verknüpft mit der aktuell gemessenen Zeitreihe, führt zu einer Prognose. Weichen nun Prognose und Messwerte deutlich voneinander ab, deutet sich ein Stau an.

Katalysator-Überwachung mit Fuzzy-Technologie

Mit Verschärfung der Abgasvorschriften gewinnt die Zustandsbestimmung der abgasrelevanten Komponenten des Kraftfahrzeugs zunehmend an Bedeutung, deren Zustand für Mensch und Umwelt von entscheidender Bedeutung ist. Beispiel eines stärker ingenieurtechnischen Problemkreises ist daher die Überwachung des Katalysators im Normalbetrieb. Das Problem besteht darin, dass im Fahrzeug keine normierten Testbedingungen wie im Labor oder in der Servicewerkstatt vorliegen. Die Zustandsbestimmung unter Betriebsbedingungen führt zu Unbestimmtheiten, die durch die Theorie der unscharfen Mengen (Fuzzy sets) erfasst werden können. An einem betriebswarmen Motor lässt sich der Alterungszustand des Katalysators kaum erkennen. So war es Gegenstand der Forschungsarbeit, die instationäre Warmlaufphase nach dem Motorstart zu nutzen. Die Auswertung relevanter Signalverläufe in einem wohldefinierten Messfenster führt zu Parametern, die für die Katalysatoralterung signifikant sind. Natürlich besteht auch eine Abhängigkeit von weiteren Größen, etwa den Fahrbedingungen. Auch diese Komplexität begründet den Einsatz der Fuzzy Muster Methodik.

Prof. Dr. Steffen F. Bocklisch

Kontakt

Technische Universität Chemnitz
Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik
Professur Systemtheorie
Prof. Dr. Steffen F. Bocklisch
Telefon 0371/531-3432
Telefax 0371/531-3426
E-Mail bocklisch@infotech.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/etit/systh/

Die Zeit fährt Auto

Mit quietschenden Reifen durch die Literaturlandschaft

Foto: Christine Kornack

Ob Autoren eine Beziehung zu Autos hätten, bin ich gefragt worden. Im Allgemeinen - ja, habe ich geantwortet: Seitdem Autoren ihr Geld eher als Vorleser denn als Schreiber verdienen, müssen sie ja irgendwie zu ihren Auftritten (beispielsweise in "Literatur live" an der TU Chemnitz) reisen. So schell kam ich dem Fragesteller nicht davon: Ob es auch eine ästhetische Beziehung zum Auto gäbe - also, ob Autos in der Literatur vorkämen?

Da die Zeit erst seit 100 Jahren Auto fährt, konnte ich die Frage nicht an meine Kollegen von der Abteilung Klassik delegieren. Dabei hat das Auto durchaus etwas mit dem klassischen "Deus ex machina" gemein. Es ist nämlich dazu geeignet, die Protagonisten aus dem Text per Unfall ins Jenseits zu befördern. Wer Grass´ "Unkenrufe" gelesen hat, wird meinen Schmerz über den Unfalltod von Alexander und Alexandra teilen. Bisweilen gehen literarische Autounfälle glimpflicher aus - Robert Iswall hat seinen Crash mit einem wilden Tier überlebt und uns - Marx sei dank - auf diese Weise noch Kunde geben können von der Aula und den Bewohnern des Zimmers "Roter Oktober". Was aus dem Unfallfahrzeug geworden ist, hat Kant nicht überliefert. - Wäre Brecht nicht bereits neun Jahre vor Erscheinen des Kant-Opus gestorben, hätte er sich vielleicht für das Crash-Fahrzeug interessiert, denn es ist überliefert, dass - wäre es nach dem Wunsch des großen B. B. gegangen - auf deutschen Straßen nur verbeulte und zerkratzte Autos gefahren wären. Neue Wagen pflegte er tiefsinnig zu betrachten, "Das ist doch kein Auto", sagte er missmutig, "das ist erst ein Exposé."

Daher vermute ich, dass Brecht von seiner Wolke aus wohlgefällig auf DDR-Straßen geblickt hat - war die DDR doch ein Land, in dem nicht nur Oldtimer serienmäßig produziert worden sind, sondern jeder Neuwagen gleich die Garantie auf das ewige Autoleben mitbekam. Logisch - jahrzehntelange Wartezeit für einen Neuen war nur durch Ankauf eines Gebrauchten zu überbrücken. So fand sich zahlungswillige Kundschaft für jeden Schrott-Trabbi ("Der war doppelt so teuer. Obwohl er laut offiziellem Kaufvertrag weniger als ein fabrikneuer kostete. Wunder über Wunder", wundert sich Matthias Biskupek.) Wundern wird sich darüber auch Florian Illies, der sich vermutlich nicht vorstellen kann, dass man mit 18 Jahren allenfalls entschied, ob man mit 30 Jahren einen oder keinen Pkw haben wollte. Wer aber die Qual der Wahl zwischen dunkel-blauem Golf-Cabrio (dem "Gründungsautomobil der Generation Golf") und Spießermobilen (wie - laut Illies - Astra und Escort) nicht durchlebt hat, ist entweder vor 1982 geboren oder "fährt immer morgens mit dem Rad" (Illies).

Räder kommen freilich auch am Auto vor - darauf hat Arnfied Astel aufmerksam gemacht: „Das fünfte Rad am Wagen ist das Steuerrad." Warum er hinzufügt: "Nicht weitersagen", kann man nur vermuten. Aber zur Steuerdebatte bin ich nicht befragt worden. Dazu überlasse ich den Kommentar besser Herrn Erich Kästner: "Die Zeit fährt Auto./Doch kein Mensch kann lenken./Das Leben fliegt wie ein Gehöft vorbei./Minister sprechen oft vom Steuersenken./Wer weiß, ob sie im Ernste daran denken? /Der Globus dreht sich und geht nicht entzwei."

Noch Fragen zum Auto? Dann lesen Sie bitte weiter bei den Herren Grass, Kant, Biskupek, Brecht, Illies, Astel und Kästner ...

Prof. Dr. Elke Mehnert

Kontakt

Philosophische Fakultät
Professur Deutsche Literatur des 20. Jahrhunderts
Prof. Dr. Elke Mehnert
09107 Chemnitz
Telefon 0371/531-4523
Telefax 0371/531-2923
E-Mail elke.mehnert@phil.tu-chemnitz.de
www.tu-chemnitz.de/phil/germanistik/komparatistik/index.html

ANZEIGE

Wer Biss hat, muss raus ins Leben!

Wenn Sie darauf brennen, endlich rauszukommen aus dem universitären Nest, gibt es im Automobilbereich keinen besseren Ansprechpartner als die Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr (IAV). Wir arbeiten mit 2.500 Mitarbeitern weltweit in allen Bereichen der Automobilentwicklung und bieten Berufseinsteigern, Studenten und Diplomanden Herausforderungen und Aufstiegschancen, die anderswo rar sind!

Wer Biss hat, findet konkrete Jobangebote und ein Bewerbungsformular online unter www.iav.de – oder klärt Details telefonisch mit Monika Kopinke, (0 30) 3 99 78-96 77.

IAV GmbH, Carnotstraße 1, 10587 Berlin

IAV GmbH
Ingenieurgesellschaft Auto und Verkehr

Hermann-Appel-Preis

Erstmalige Ausschreibung des IAV-Forschungspreises

10.000 € Preisgeld

www.hermann-appel-preis.de

Berlin · Gifhorn · Chemnitz · Aachen · Kressbronn · Lanting · Ludwigsburg · München · Neckarsulm · Regensburg · São Paulo (BR) · Ann Arbor (USA) · London (GB) · Seoul (ROK)

Neue Ideen in Serie

www.iav.de

Kabelloses Internet - bahnbrechend schnell!

Mit T-DSL und Wireless-LAN schnell und kabellos durchs Studium.

Highspeed beim Download: die neuen T-DSL Angebote

T-DSL 1000, 2000 oder 3000? Bei T-DSL arbeiten Leistung und Geschwindigkeit Hand in Hand. Profitieren Sie vom schnellen Verbindungsaufbau - mit Downloadgeschwindigkeiten von bis zu 3.072 kbit/s!

1. connect
1. Platz DSL-Anschluss-Anbieter des Jahres 2004

Für Einsteiger (bis zu 1.024 kbit/s)

T-DSL 1000

Schneller Seitenaufbau ■ Für gelegentliche Downloads ■ Für einfache Anwendungen

Monatlicher Grundpreis

16,99 €[1]

Für anspruchsvolle Nutzer (bis zu 2.048 kbit/s)

T-DSL 2000

Für erweiterte Anwendungen wie z.B. WebRadio ■ Für häufige Downloads umfangreicher Daten (z.B. Musikdateien, Software-Updates)

Monatlicher Grundpreis

19,99 €[1]

Für Profis (bis zu 3.072 kbit/s)

T-DSL 3000

Videostreaming/WebRadio ■ Häufige Downloads großvolumiger Daten ■ Für zeitgleichen Internetzugang über mehrere Rechner

Monatlicher Grundpreis

24,99 €[1]

1) Preis gilt in Verbindung mit einem T-ISDN oder T-Net Anschluss von T-Com. Der einmalige Bereitstellungspreis für T-DSL beträgt bei Selbstmontage 99,95 EUR. T-DSL ist in vielen Anschlussgebieten verfügbar. Zur Nutzung von T-DSL benötigen Sie einen Internet-Service-Provider (z.B. T-Online), durch den weitere Kosten entstehen.

Mehr Informationen bekommt Ihr unter freecall 0800 33 01000 oder in Eurem T-Punkt vor Ort:

T-Punkt BUSINESS

T-Punkt Business Chemnitz
Röhrsdorfer Allee 6 (im Autohaus Hess)
09247 Röhrsdorf

T-Punkt Chemnitz
Rathausstraße 7
09111 Chemnitz

Versorgt Eure komplette WG mit Internet.

T-Com