

www.uni-siegen.de/fb11
fb12

*Lehrstühle der Bereiche
Elektrotechnik, Informatik und Maschinenbau*

- » Analoge Schaltungstechnik
- » Arbeitswissenschaft/Ergonomie
- » Betriebssysteme und Verteilte Systeme
- » Computergraphik und Multimediasysteme
- » Didaktik der Informatik und E-Learning
- » Digitale Kommunikationssysteme
- » Echtzeit Lernsysteme
- » Elektrische Energieversorgung
- » Elektrische Maschinen, Antriebe und Steuerungen
- » Embedded Systems
- » Energie- und Umweltverfahrenstechnik
- » Fahrzeugleichtbau
- » Fertigungsautomatisierung und Montage
- » Fertigungsverfahren / Fertigungsmesstechnik
- » Festkörpermechanik
- » Fluidodynamik und Strömungstechnik
- » Halbleiterelektronik
- » Höchsthochfrequenztechnik und Quantenelektronik
- » Industrial Engineering
- » Konstruktionstechnik CAD Mechatronik
- » Leistungselektronik und Elektrische Antriebe
- » Logistik für Produktionsunternehmen
- » Management internationaler Projekte
- » Maschinenelemente und Leichtbaukonstruktion
- » Maschinenelemente-Verbindungstechnik-Produktinnovation
- » Materialkunde und Werkstoffprüfung
- » Medieninformatik
- » Mess- und Regelungstechnik - Mechatronik
- » Mikrosystementwurf
- » Mustererkennung
- » Numerische Mechanik
- » Oberflächen- und Werkstofftechnologie
- » Regelungs- und Steuerungstechnik I
- » Regelungs- und Steuerungstechnik II
- » Signal- und Systemtheorie
- » Softwaretechnik und Datenbanksysteme
- » Strömungstechnik/Strömungsmaschinen
- » Technische Mechanik / Labor für experimentelle Mechanik
- » Theoretische Elektrotechnik und Photonik
- » Thermodynamik
- » Umformtechnik
- » Wissensbasierte Systeme & Wissensmanagement

Elektrotechnik Informatik Maschinenbau

Darstellung der Lehrstühle in Zahlen und Fakten

Ausgabe 2011

Inhaltsverzeichnis

Grußwort	3
Kompetenzmatrix	4
Detaillierte Lehrstuhlbeschreibungen ab Seite	6

» Analoge Schaltungstechnik	6
» Arbeitswissenschaft/Ergonomie	8
» Betriebssysteme und Verteilte Systeme	10
» Computergraphik und Multimediasysteme	12
» Didaktik der Informatik und E-Learning	14
» Digitale Kommunikationssysteme	16
» Echtzeit Lernsysteme	18
» Elektrische Energieversorgung	20
» Elektrische Maschinen, Antriebe und Steuerungen	22
» Embedded Systems	24
» Energie- und Umweltverfahrenstechnik	26
» Fahrzeugleichtbau	28
» Fertigungsautomatisierung und Montage	30
» Fertigungsverfahren / Fertigungsmesstechnik	32
» Festkörpermechanik	34
» Fluidodynamik und Strömungstechnik	36
» Halbleiterelektronik	38
» Höchstfrequenztechnik und Quantenelektronik	40
» Industrial Engineering	42
» Konstruktionstechnik CAD Mechatronik	44
» Leistungselektronik und Elektrische Antriebe	46
» Logistik für Produktionsunternehmen	48

» Management internationaler Projekte	50
» Maschinenelemente und Leichtbaukonstruktion	52
» Maschinenelemente-Verbindungstechnik- Produktinnovation	54
» Materialkunde und Werkstoffprüfung	56
» Medieninformatik	58
» Mess- und Regelungstechnik - Mechatronik	60
» Mikrosystementwurf	62
» Mustererkennung	64
» Numerische Mechanik	66
» Oberflächen- und Werkstofftechnologie	68
» Regelungs- und Steuerungstechnik I	70
» Regelungs- und Steuerungstechnik II	72
» Signal- und Systemtheorie	74
» Softwaretechnik und Datenbanksysteme	76
» Strömungstechnik/Strömungsmaschinen	78
» Technische Mechanik / Labor für experimentelle Mechanik	80
» Theoretische Elektrotechnik und Photonik	82
» Thermodynamik	84
» Umformtechnik	86
» Wissensbasierte Systeme & Wissensmanagement	88

Speeding Scientists Siegen	90
Berichte Ehemaliger - „Alumni“	92
Zahlen und Fakten	96
Promotionen	98
Impressum	102

Herzlich Willkommen!

Verehrte Damen und Herren,

Die Elektrotechnik, die Informatik und der Maschinenbau an der Universität Siegen zeigen faszinierende Facetten der Ingenieurwissenschaften. Sie werden bei der Lektüre auf eine Vielfalt von Themen in Forschung und praxisorientierter Anwendung treffen.

Wie Innovation zur Forschung führt und wie aus der Forschung Innovation wird, das soll unsere aktuelle Imagebroschüre zeigen. Auf den folgenden Seiten finden Sie detaillierte Informationen über alle Lehrstühle der angesprochenen ingenieur-wissenschaftlichen Bereiche der Universität Siegen. Aktuelle Forschungs- und Praxisbeispiele demonstrieren Ihnen, wo die thematischen Schwerpunkte der einzelnen Lehrstühle liegen. Forschung – Praxis – Lehre, das alles finden Sie vereint an unserem Standort.

Wenn es um neue Ideen oder Aufgabenstellungen geht, sind wir für Sie da. Wir helfen Ihnen, Ihre Probleme durch Forschung oder Weiterentwicklung zu lösen. Zögern Sie auch nicht, mit ausgefallenen Ideen zu uns zu kommen, Sie werden kompetente und interessierte Ansprechpartner finden. Und wenn Sie auf der Suche nach erfolgreichen Absolventinnen und Absolventen sind – Die Universität Siegen bildet sie aus!

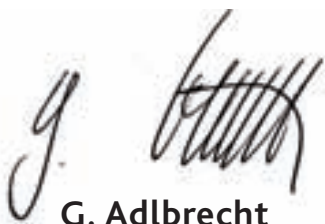
Durch die Verbindung von Forschung und Lehre und der Grundaufgabe der Universität, den Studierenden ein breites Wissen im Bereich der Ingenieurwissenschaften zu vermitteln, finden Sie durch unsere Lehrstühle für fast jedes Thema einen geeigneten Ansprechpartner. Kommen Sie mit Ihrer Anfrage einfach zu uns.

Die Förderung der interdisziplinären Forschung innerhalb der Hochschule und Kooperationen mit großen Forschungszentren und anderen Hochschulen des In- und Auslands gehören zum selbstverständlichen Profil der Universität Siegen. Daneben ist aber auch die Verflechtung mit der regionalen Industrie ein weiteres Charakteristikum der Universität Siegen.

Regionale Strukturen und Anforderungen aus der Region werden ernst genommen und finden auch so Eingang in die Profilbildung unserer Arbeit. So gehören die Schwerpunkte Allgemeiner Maschinenbau und Wirtschaftsingenieurwesen genauso dazu, wie die Elektrotechnik und Informatik mit ihren vielfältigen Untergliederungen. Im Zentrum einer industriell geprägten Region mit einer mittelständischen Wirtschaftsstruktur besteht eine besondere Aufgabe der Universität in der Förderung des Transfers neuen Wissens und moderner Methoden sowohl im industriellen als auch im Dienstleistungssektor.

In der Hoffnung, dass aus der Transparenz, die mit dieser Broschüre geschaffen werden soll, viele interessante Projekte entstehen, wünschen wir viel Freude bei der Lektüre.

Herzlichst,



G. Adlbrecht

- Dekan Maschinenbau -



B. Klose

- Geschäftsf. E-Technik/Informatik -



M. Pacas

- Dekan E-Technik/Informatik -



Prof. Dr. techn.
Gerald Adlbrecht



Dr.-Ing.
Bernd Klose



Prof. Dr.-Ing.
Mario Pacas

Kompetenzmatrix

Lehrstühle (Seite)

Kompetenzen	Kompetenzen										
	Antriebe	Arbeitswissenschaften	Automotive	Bauteil- und Strukturverhalten	Eingebettete & vernetzte Systeme	Energie	Feldberechnungen	Fertigungsmethoden	Fluid- & Thermodynamik	Hochfrequenztechnik & Photonik	Informations- & Kommunikationssicherheit
Analoge Schaltungstechnik (6)											
Arbeitswissenschaft/Ergonomie (8)		x									
Betriebssysteme und Verteilte Systeme (10)					x						x
Computergraphik und Multimediasysteme (12)											
Didaktik der Informatik und E-Learning (14)											
Digitale Kommunikationssysteme (16)			x		x	x					x
Echtzeit Lernsysteme (18)	x		x		x						
Elektrische Energieversorgung (20)	x		x			x	x				x
Elektrische Maschinen, Antriebe und Steuerungen (22)	x		x			x					
Embedded Systems (24)					x						
Energie- und Umweltverfahrenstechnik (26)	x					x		x			
Fahrzeugleichtbau (28)			x	x							
Fertigungsautomatisierung und Montage (30)			x		x						
Fertigungsverfahren / Fertigungsmesstechnik (32)			x								
Festkörpermechanik (34)											
Fluiddynamik und Strömungstechnik (36)	x		x			x		x			
Halbleiterelektronik (38)											
Höchstfrequenztechnik und Quantenelektronik (40)							x			x	
Industrial Engineering (42)			x								
Konstruktionstechnik CAD Mechatronik (44)			x								
Leistungselektronik und Elektrische Antriebe (46)	x		x			x					
Logistik für Produktionsunternehmen (48)											
Management internationaler Projekte (50)											
Maschinenelemente und Leichtbaukonstruktion (52)	x		x	x		x					
Maschinenelemente-Verbindungstechnik-Produktinnovation (54)	x		x	x		x					
Materialkunde und Werkstoffprüfung (56)			x			x		x	x		
Medieninformatik (58)											
Mess- und Regelungstechnik - Mechatronik (60)											
Mikrosystementwurf (62)			x		x						
Mustererkennung (64)											
Numerische Mechanik (66)											
Oberflächen- und Werkstofftechnologie (68)			x								
Regelungs- und Steuerungstechnik I (70)					x						
Regelungs- und Steuerungstechnik II (72)			x								
Signal- und Systemtheorie (74)							x				
Softwaretechnik und Datenbanksysteme (76)					x						
Strömungstechnik/Strömungsmaschinen (78)	x		x			x		x			
Technische Mechanik / Labor für experimentelle Mechanik (80)											
Theoretische Elektrotechnik und Photonik (82)							x			x	
Thermodynamik (84)			x					x			
Umformtechnik (86)			x								
Wissensbasierte Systeme & Wissensmanagement (88)			x								

Analoge Schaltungstechnik

Die Basis elektrischer Signalverarbeitung

Die Entwicklung der Mikrosystemtechnik erfordert Schnittstellen zwischen den reaktiven Bauelementen und der meist digitalen Weiterverarbeitung. Diese Schnittstellen sind in der Regel in analoger Schaltungstechnik aufgebaut. Das Institut für Mikrosystemtechnik - Analoge Schaltungstechnik - behandelt in Forschung und Lehre alle Aspekte der Entwicklung analoger Systeme in integrierter wie auch in diskreter Form. Besondere Aufmerksamkeit wird der Entwicklung der Mess-, Auswerte- und Steuerelektronik hybrider mikrotechnischer Systeme gewidmet. Allgemeine Schwerpunkte hierbei sind: Entwurf analoger integrierter Schaltungen, Schaltkreissimulationen mit SPICE, Beseitigung analoger Schaltungsprobleme.

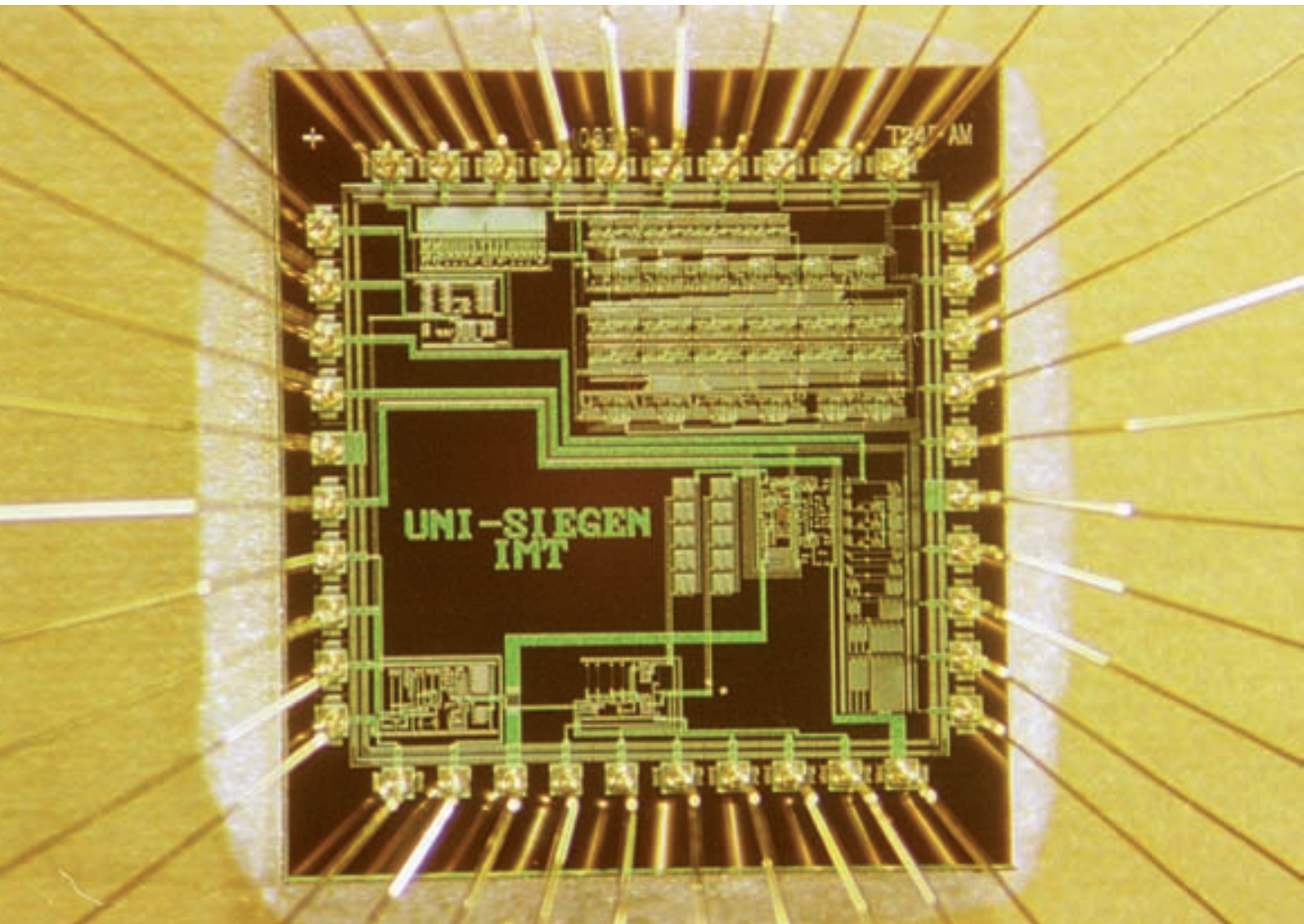


BILD 1: MIKROFOTOGRAFIE EINES VON STUDIERENDEN IN RAHMEN EINES PROJEKTES ENTWICKELTEN CHIPS

Ein weiterer Kompetenzbereich des Instituts für Mikrosystemtechnik - Analoge Schaltungstechnik - ist das Gebiet der Elektroakustik. Es wird in der Lehre durch die Veranstaltungen der Audiotechnik repräsentiert. Das gut ausgestattete Forschungslabor ist nahezu allen Problemstellungen der Audiotechnik gewachsen. So können die wichtigsten akustischen und elektrischen Messungen an Mikrofonen, Lautsprechern oder lärmenden Geräten vorgenommen werden. Für raumakustische Messungen im Einsatz vor Ort stehen diverse portable Messeinrichtungen zur Verfügung.



Aktuelles Projektbeispiel:

Audio Branding - Analyse von Audio-Logos

Wir erleben zur Zeit das verstärkte Auftreten von Audio-Logos bzw. Sound-Logos. Die Werbeindustrie hat erkannt, dass der visuelle Eindruck nicht mehr ausreicht und versucht nun mehr Sinne anzusprechen. Das gilt aber nicht nur für die Werbeindustrie, denn auch in anderen Bereichen wächst das Bedürfnis weitere Sinne anzusprechen. Der nächste Schritt in der technologisch vorgegebenen Welt ist es, etwas im auditiven Bereich zu machen. Wenn wir uns die aktuellen bekannten Audio-Logos anschauen, können wir feststellen, dass deren Kreation heutzutage ein Prozess ist, der nicht deterministisch bestimmt ist. Es ist eher ein von Künstlern geschaffenes Zufallsprodukt, ähnlich einem Popsong. Obwohl die Schaffung der Audio-Logos nicht deterministisch geschieht, können wir bestimmte Strukturen ausmachen. Ob diese Strukturen nun zufällig oder gewollt sind, ist nicht bekannt. Hören wir uns die Audio-Logos verschiedener Autohersteller an. Als erstes das Audio-Logo von AUDI: Eine Art Herzschlag abgeschlossen von einem, wir könnten sagen, silbrigen Klang (rein technisch gesehen ist das eine Art Rauschen). Nehmen wir das Logo von BMW, es ist ähnlich aufgebaut. Gleiche Strukturelemente finden wir bei Renault und Toyota. Offensichtlich hat das Pochen und/oder der silbrige Klang etwas mit Automobilen zu tun.

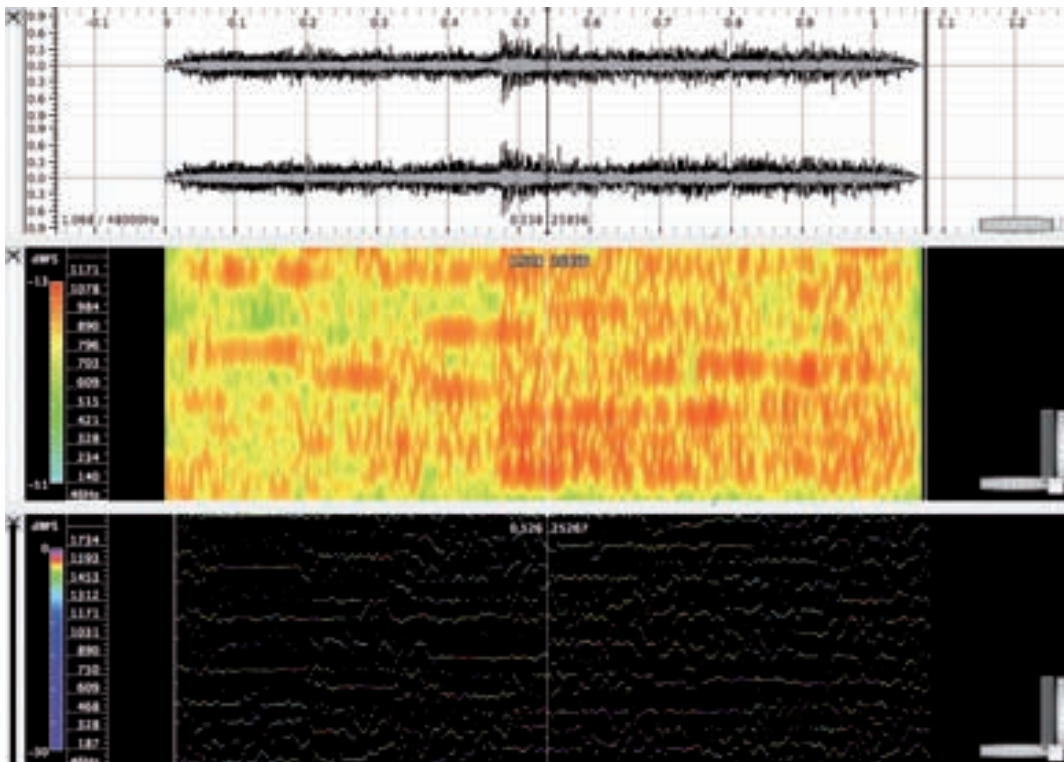


BILD 2: ANALYSE EINES AUDIO-LOGOS MIT HILFE VON SONICVISUALIZER

Wir untersuchen, ob zwischen der Firma oder dem Produkt und dem dazugehörigen Audio-Logo eine Beziehung besteht. Dazu reicht es nicht aus, das Ganze nur aus technischer Sicht zu betrachten. Vielmehr können bei der Erstellung eines Audio-Logos eine Reihe von anderen Dingen eine Rolle spielen. Das kann in das Medizinische gehen, beispielsweise wie ein Klang von Gehirn aufgenommen wird. Das kann in das Künstlerische gehen. Das kann auf kulturellen oder interkulturellen Aspekten basieren.

Die Arbeitswissenschaft hat an der Universität Siegen eine lange Tradition, die bis zu den Anfängen der staatlichen Ingenieurschule für Maschinenwesen zurückreicht. Bereits in einer Zeit, in der sich in den Fakultäten der Ingenieurwissenschaften erst nach und nach die Meinung durchsetzte, dass bei der Gestaltung von Arbeitssystemen bzw. im Problemfeld Mensch-Technik auch die Eigengesetzlichkeiten des Menschen eine Rolle spielen, war die Arbeitswissenschaft in Siegen schon beachtlich verankert. Der Schwerpunkt in Lehre und Forschung liegt heutzutage aber nicht mehr nur auf den physischen Komponenten der Arbeitsbelastung. Vielmehr sind auch Belastungen und ihre Wirkungen auf den Menschen „ins Visier“ zu nehmen, die man auf geistig-nervliche bzw. psychomentele Arbeitsanforderungen, und damit auch auf das zurückführen kann, was häufig als „Stress bei der Arbeit“ bezeichnet wird.

Dem Fachgebiet Arbeitswissenschaft/Ergonomie kommt heute die Aufgabe zu, durch Forschung und Lehre das elementare fachliche Wissen bereitzustellen, das notwendig ist, um im System „Mensch-Arbeit“ Gestaltungsspielräume unter humanbezogenen Aspekten zu nutzen. Nach dem Motto, „der Mensch - das Maß aller Dinge“, geht es hierbei primär um die Anpassung der Technik an den Menschen und nicht umgekehrt.



BILD 1: ARBEITSMITTELGESTALTUNG NACH DES MENSCHEN MASS

Als übergeordnetes Ziel gilt es eine „integrative mikro- und makro-ergonomische Analyse, Beurteilung und Gestaltung sowie Evaluation der technischen, organisatorischen, ökonomischen, ökologischen und sozialen Bedingungen von Arbeitsprozessen einerseits und Produkten und Gebrauchsgütern andererseits unter Berücksichtigung rechtlicher Rahmenbedingungen“ zu verfolgen, wohl wissend, dass

dieses durch universitäre Lehre allein nicht vollständig realisiert werden kann. Jedoch ist es möglich, bereits angehende Ingenieure zu einer ganzheitlichen Gestaltung von Arbeit und Technik zu befähigen und das Wissen in Teilbereichen zu vertiefen. Dazu wird das Grundwissen der Ergonomie und damit Handlungskompetenz für angehende Ingenieure aller Studienrichtungen im Hinblick auf eine menschengerechte und wirtschaftlich vertretbare Gestaltung von Arbeit und Technik auf der Basis international anerkannter Kernkompetenzen der Ergonomie vermittelt. Gestaltungskompetenz im Zuge der Auslegung sämtlicher Schnittstellen in Mensch-Maschine-Systemen und der Human-Computer-Interaction wird erlangt durch die Fähigkeit produktergonomische Gestaltungsvarianten unter den Aspekten der Wirtschaftlichkeit und ökologischen Produktplanung sowie höchstmöglicher Funktionalität und Kompatibilität mit den menschlichen Fähigkeiten arbeitswissenschaftlich-ergonomisch zu analysieren.

Entsprechend dem allgemeinen arbeitswissenschaftlichen Bemühen, die Beziehungen im System „Mensch-Arbeit“ unter einer bilateralen Zielsetzung zu optimieren – nämlich menschengerechter Arbeitsbedingungen und der Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit – verfolgt die arbeitswissenschaftliche **Forschung** das Ziel, grundlegende ergonomische Erkenntnisse umzusetzen und verbesserungsbedürftige Arbeitssysteme zu analysieren und für diese ggf. – unter Berücksichtigung von gesicherten arbeitswissenschaftlichen Erkenntnissen, Richtlinien und Normen – Vorschläge für eine menschengerechte (ergonomische) Gestaltung der Arbeitsbedingungen zu entwickeln. Es geht somit in der Forschung natürlich um präventiven Arbeitsschutz zur Vermeidung von Berufskrankheiten, aber insbesondere auch um eine ganzheitliche, nachhaltige Arbeitssystemgestaltung, um Produktqualität und -sicherheit mit höchstmöglicher Nutzerqualität (siehe Bild 1), und das durch Analyse, Beurteilung und Gestaltung von Arbeitsplätzen mit Arbeitsmitteln, Arbeitsabläufen mit Arbeitsinhalten, d.h. der Arbeitsorganisation, und der physikalischen Arbeitsumgebungsbedingungen.



Aktuelles Projektbeispiel:

Lebensalter und Kältearbeit – Analyse und Beurteilung altersbedingter Auswirkungen von gewerblicher Kältearbeit

Die Anzahl der Kältearbeitsplätze in Deutschland wird auf etwa 1 Mio. geschätzt, von denen etwa 70% auf Tätigkeiten im Freien und ca. 30% auf Arbeitsplätze in technisch gekühlten Räumen entfallen. Zur Verbesserung von Sicherheit und Gesundheitsschutz in großen Warenverteilzentren sollten ergonomische Maßnahmen zur Gestaltung derartiger Kältearbeitsplätze an erster Stelle stehen.

Aus betriebstechnischen Gründen sind bauliche Veränderungen an den Kühlzentren aber nur eingeschränkt möglich. Um die Belastung der Beschäftigten trotzdem in vertretbaren Grenzen zu halten, sind deshalb sowohl persönliche Schutzmaßnahmen durch eine angepasste Kleidung zu ergreifen – die aber bei Arbeiten in extremer Kälte keinen vollständigen Schutz bieten kann – als auch eine an die Umgebungsbedingungen angepasste Arbeitszeit-Pausenregelung zu ermöglichen.

Um potentiell altersabhängige Auswirkungen der Kältearbeit auf Vitalparameter des Körpers messen und beurteilen zu können, werden in einem gewerblichen Tiefkühlzentrum mit Kühllager (Umgebungstemperatur +3°C) und Tiefkühlkammer (Umgebungstemperatur -24°C) unter definierten, realen Arbeitsbedingungen schichtbegleitende Ganztagsanalysen durchgeführt. Dabei gilt es, die physiologischen Reaktionen auf unterschiedliche Temperaturbereiche sowie Anzahl und Dauer von Kälteexpositionen pro Schicht bei einer an die praktischen Bedingungen angepassten Arbeitsschwere als unabhängige Variablen zu untersuchen. Bei jeweils 15 männlichen und 15 weiblichen Arbeitspersonen der Altersklassen 20-35-jährige und 40-65-jährige werden in 80, 100 und 120 min langen Arbeitsphasen die arbeitsphysiologisch als wichtig erachteten Parameter „Herzschlagfrequenz“ und „Hautoberflächentemperatur“ kontinuierlich sowie der Blutdruck und die Körperkerntemperatur diskontinuierlich registriert. Zudem wird zur Kennzeichnung der Schwere der körperlichen Arbeit der Energieumsatz bestimmt (siehe Bild 2).



BILD 2: ARBEITSPERSON WÄHREND KOMMISSIONIERTÄTIGKEIT BEI -24°C

Nachdem für männliche Kommissionierer in tiefer Kälte mit höherem Alter eine stärkere Beanspruchung des Herz-Kreislaufsystems, eine empfindliche Abnahme der Körperkerntemperatur, ein erhebliches Absinken der Hautoberflächentemperaturen an den Akren und ein im Vergleich zum Kühllager signifikant höherer Blutdruck registriert werden konnte, stellt sich die Frage nach möglichen geschlechtsspezifischen Auswirkungen der Kältearbeit. Frauen – mit einem Mitarbeiteranteil von über 50% – besitzen nur etwa 70% der Muskelkraft des Mannes und ihre Muskelmasse beträgt im Durchschnitt anstatt 42% nur 36% des Körpergewichtes. Die weibliche Haut ist ferner meist um 15% dünner als bei Männern und bietet somit eine schlechtere Isolation gegen Wärmeverluste. Zudem haben Frauen ein bei einer verhältnismäßig großen Oberfläche kleineres Körpervolumen. Ihre Fähigkeit zur Wärmebildung und Speicherung ist demnach zwangsläufig weniger günstig, und sie sollten deshalb auch ein gesteigertes Kälteempfinden verspüren.

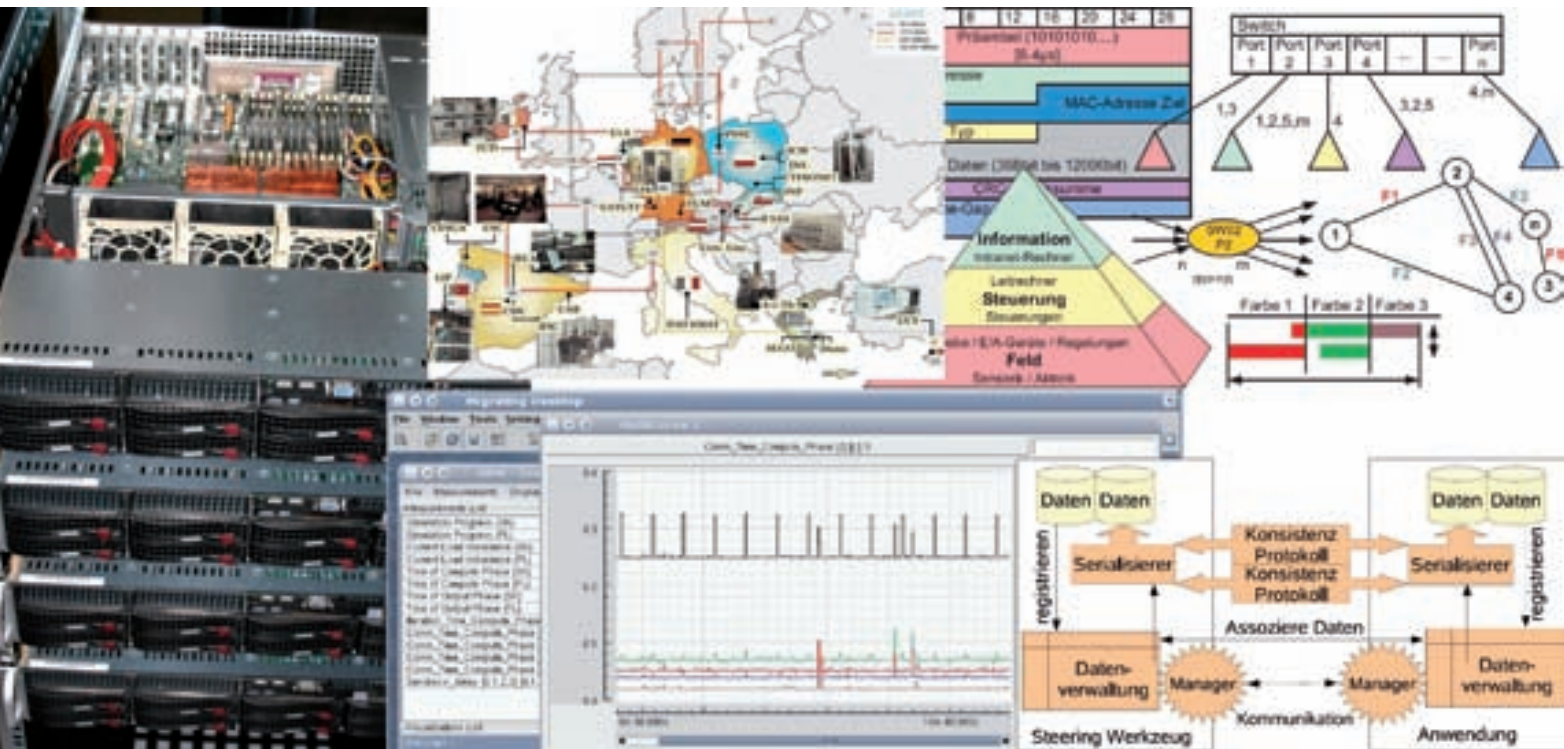
Demzufolge werden nun vergleichbare Untersuchungen mit weiblichen Arbeitspersonen durchgeführt, um eine grundlegende Verbesserung der vielfach sicherlich ungewollt bestehenden, hinsichtlich des Gesundheitsschutzes defizitären Arbeitszeit-Pausen-Gestaltung zu erreichen. Dieses Defizit gilt es aufzuarbeiten, um für präventiven Arbeitsschutz zu sorgen und letztendlich auch die Arbeitsprozess-Effizienz zu steigern.

Forschung & Lehre

Betriebssysteme und Verteilte Systeme

Programmierwerkzeuge & Netzwerkprotokolle

Bedingt durch die starke Verbreitung von Multicore-Prozessoren und die ungebremst wachsende Popularität des Internets spielen parallele und verteilte Software-Systeme in der Informatik eine zunehmend wichtigere Rolle. Ziel unserer Forschungsarbeit ist die Unterstützung der Entwicklung solcher Systeme durch systemnahe Komponenten, wie Programmierwerkzeuge, Bibliotheken und Netzwerkprotokolle. Das Spektrum der betrachteten Ausführungsplattformen reicht dabei von klassischen Parallelrechnerarchitekturen, z.B. Multicore-Prozessoren und Cluster über das Grid bis hin zu industriellen Echtzeitsystemen und drahtlosen Sensornetzen.



Für den Bereich des High Performance Computings entwickeln wir Werkzeuge zur Laufzeitbeobachtung und -steuerung paralleler und verteilter Programme, insbesondere für die Fehlersuche, die Leistungsanalyse und -optimierung, sowie das Computational Steering. Die Werkzeuge unterstützen dabei die Parallelisierung für Multicore-Prozessoren und Parallelrechner mit verteiltem Speicher sowie die Nutzung der Grid-Computing Technologie zum Hochleistungsrechnen.

Ein weiteres Forschungsgebiet ist die Entwicklung und Simulation von Kommunikationsprotokollen, die spezielle Effizianz Anforderungen erfüllen. Für den Einsatz von Ethernet in Automatisierungssystemen wurde ein deterministischer Medienzugang realisiert, der durch Vorabberechnung globaler Kommunikationsschedules auch harte Echtzeitanforderungen erfüllt. Bei der Kommunikation in drahtlosen Sensornetzen spielt dagegen die Minimierung des Energieverbrauchs eine entscheidende Rolle (siehe rechts).

Schließlich befasst sich der Lehrstuhl auch mit der Sicherheit in verteilten Systemen, aktuell am Beispiel elektronischer Klausursysteme.

In der Lehre vermitteln wir Grundlagen zu Betriebssystemen und Rechnernetzen sowie vertiefte Kenntnisse zur parallelen und verteilten Programmierung.



Aktuelles Projektbeispiel:

Energieeffiziente Vermittlungsprotokolle in drahtlosen Sensornetzen

Moderne Halbleitertechnologien ermöglichen die Realisierung batteriebetriebener Sensorsysteme, die mit einem eigenen Mikroprozessor und einem drahtlosen Kommunikationsmodul ausgestattet und nicht viel größer als eine Euromünze sind. Zu einem Sensornetz verbunden erlauben sie eine kostengünstige und detaillierte Fernüberwachung in vielen Bereichen, z.B. im Brückenbau oder beim Umweltmonitoring. Für die Lebensdauer eines solchen Sensornetzes spielt der Energieverbrauch bei der Kommunikation eine entscheidende Rolle, der vor allem durch die verwendeten Medienzugangs- und Routing-Protokolle bestimmt wird.

Um den Einfluss unterschiedlicher Protokollkonzepte auf den Energieverbrauch einfach und exakt untersuchen zu können, wird zum einen ein Framework erstellt, das die modulare Konstruktion von Sensornetz-Protokollen unterstützt. Zum anderen werden exakte Simulationsmodelle für Sensornetze entwickelt, die alle auftretenden Effekte, z.B. Umschaltzeiten der Transceiver und Kollisionen beim Senden von Nachrichten genau berücksichtigen.

Anhand dieses Simulationsframeworks werden existierende Protokolle bewertet, verglichen und optimiert, sowie neue Protokollvarianten entworfen. Neben der Möglichkeit zur Schaffung einer kontrollierten Versuchsumgebung hat die Simulation dabei den entscheidenden Vorteil, dass auch Einflussgrößen bewertet werden können, die in realen Versuchsaufbauten nicht beobachtbar sind. Dazu zählen Kollisionen, die den Energieverbrauch erheblich beeinflussen, aber auch Verluste, die durch die zwangsläufig verteilte Implementierung von Routingalgorithmen entstehen. Das Framework erlaubt damit, für spezifische Anwendungsfälle die am besten geeigneten Protokollvarianten zu bestimmen, um die Lebensdauer und damit die Wirtschaftlichkeit drahtloser Sensornetze zu optimieren.

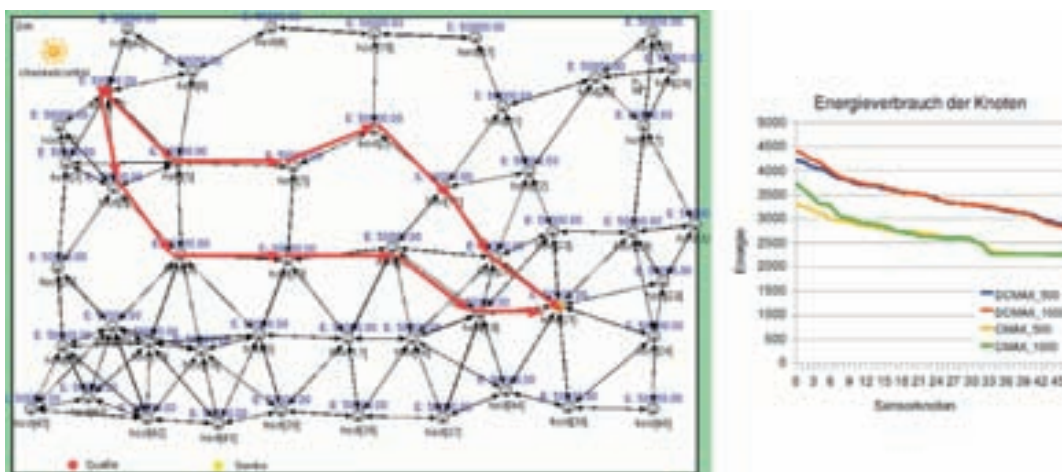


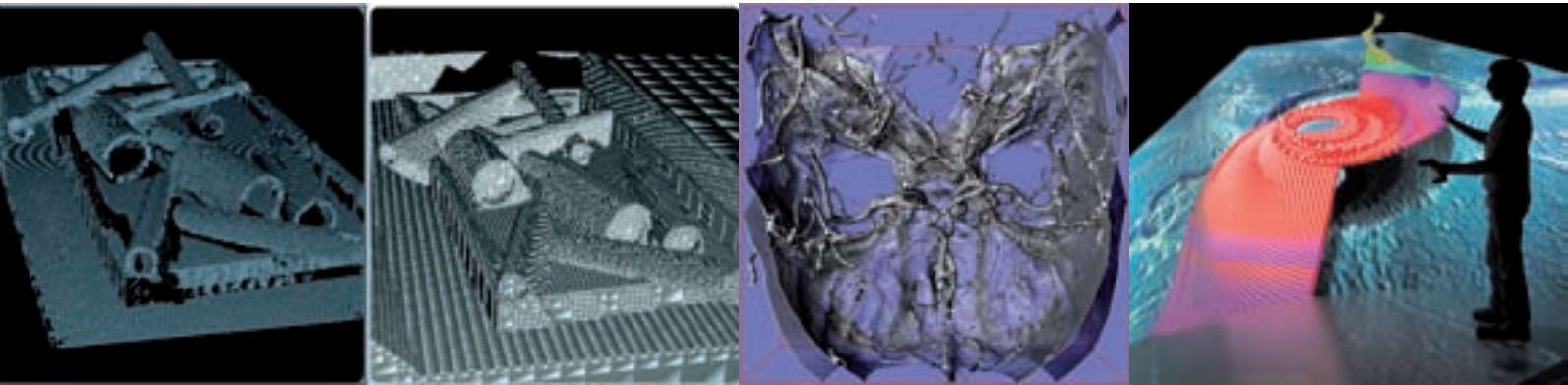
BILD 2: SIMULATION DES ENERGIEVERBRAUCHS VERSCHIEDENER VARIANTEN DES CAPACITY MAXIMIZATION ROUTINGS

Computergraphik und Multimediasysteme

Interaktive Echtzeitvisualisierung & Sensordatenverarbeitung

Die zunehmende Qualität computergenerierter Bilder eröffnet effektive Möglichkeiten der Informations- und Wissensvermittlung. Durch interaktive Graphikprogramme werden auf kommunikative und explorative Art Prozesse verschiedenster Anwendungsgebiete visualisiert, unterstützt und verbessert.

Andererseits steigt die Leistungsfähigkeit und Funktionalität von Graphikhardware für PCs kontinuierlich und eröffnet neue Wege zur effizienten Umsetzung neuer Darstellungstechniken, Verarbeitungsalgorithmen, Simulationen und Analysetechniken auf Standard-PCs und Laptops.



BILDER 1-4: ECHTZEIT-AKKUMULATION VON TIEFENDATEN, VISUALISIERUNG DER GEFÄSSE EINER CT-AUFNAHME EINES MENSCHLICHEN KOPFES, INTERAKTIVE STRÖMUNGSVISUALISIERUNG IM VR-LABOR

Forschungsschwerpunkte

Sensordatenverarbeitung: Bildgebende Sensoren werden zunehmend in einer Vielzahl von Anwendungen, wie etwa in der Automatisierung oder der Sicherheitstechnik eingesetzt. Die Aufbereitung, Verarbeitung und Zusammenführung von Daten neuer, echtzeitfähiger Sensortypen, wie etwa Time-of-Flight Kameras oder Tera-Hertz-Sensoren, aber auch von Strahlendetektoren in der Physik in Echtzeit erfordert spezielle Lösungsansätze und –algorithmen.

Visualisierung und Verarbeitung medizinischer Daten: Die Herausforderung an die Computergraphik ist dabei die Entwicklung echtzeitfähiger Algorithmen mit intuitiven Möglichkeiten der visuellen Benutzerinteraktion von großen Datenmengen wie sie etwa bei räumlich aufgelösten Kernspin-Tomographie (CT) oder Magnet-Resonanz-Tomographie (MR) anfallen.

Neben der Visualisierung bildet die Echtzeit-Simulation von Strömungsprozessen auf Basis von großen Partikelmengen ein Forschungsschwerpunkt. Die Partikel-basierte Formulierung von Prozessen ermöglicht eine schnelle Simulation, die z.B. die Änderung der Simulationsparameter zur Laufzeit ermöglicht.

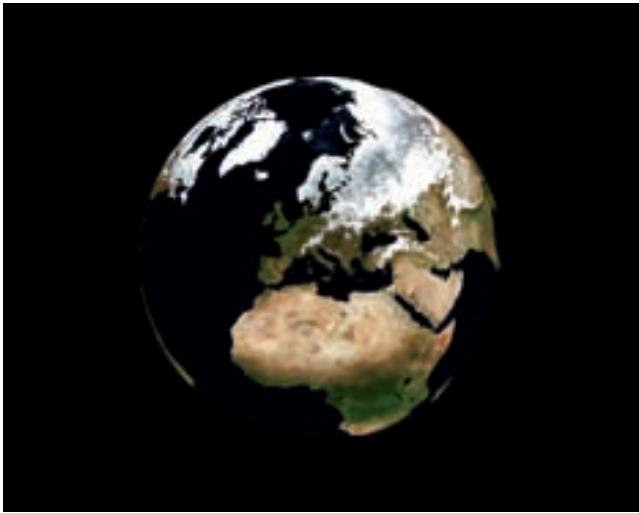
Darüber hinaus werden klassische Felder der Computergraphik, wie beispielsweise bildbasierte Methoden der Bilderzeugung (sogenannte Lichtfelder), Methoden zur effizienten Verarbeitung und Clusterbildung großer Polygonmodelle und Techniken der Virtuellen Realität untersucht. Das am Lehrstuhl installierte Siegener Labor für Virtuelle Realität integriert den Benutzer als aktiven Teilnehmer auf Basis seiner Wahrnehmungssysteme in die jeweilige Anwendung. Dies ermöglicht projektspezifische Bewertungsmöglichkeiten geplanter oder vorhandener Objekte oder Abläufe, beispielsweise in der Architektur, der Medizin oder bei Design-Prozessen.



Aktuelles Projektbeispiel:

Interaktive Visualisierung und Analyse von Remote Sensing Daten

Die Erderkundung gewinnt immer mehr Bedeutung für das Leben der Menschen, ob in der Vorhersage von Umweltkatastrophen oder zur Unterstützung der Mobilität (z.B. Google Earth). Gleichzeitig fallen für die professionellen Nutzer der Erderkundungssysteme aufgrund der verbesserten Auflösung und der größeren Anzahl von Erderkundungssensoren immer mehr Daten an, die teilweise auch unterschiedlicher Art sind (Radar-, optische, spektrale und Höhendaten).



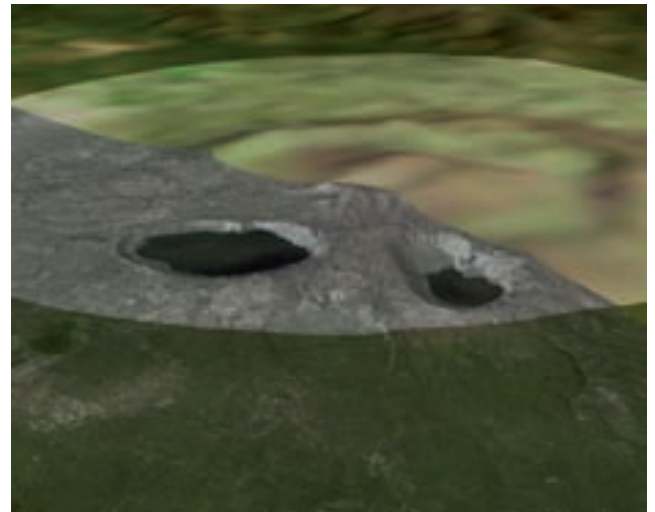
BILDER 4-8: ANFLUG AUF EIN GEBIET BEI ROM, ITALIEN: WELTANSICHT



ANFLUG AUF ITALIEN



GEGEND BEI ROM MIT ÜBERLAGERTEM RADARBILD



DETAILANSICHT MIT LOKAL ANGEPASSTEN VISUALISIERUNGSPARAMETERN

Ziel dieses Projektes ist es, die Vielzahl der Daten parallel und interaktiv zu visualisieren. Hierbei liegt die Herausforderung nicht nur in der Datenmenge allein, sondern auch in der Tatsache, dass unterschiedliche Daten unterschiedliche Anforderungen in der Visualisierung haben, die sich auch gegenseitig bedingen. So kann die Auflösung der topographischen Karte (Höhenmodell) nicht unabhängig von der darauf abgebildeten Luftaufnahme gewählt werden. Damit verbietet es sich, die anzuzeigenden Datensätze in einer Vorverarbeitung für die Visualisierung zu optimieren.

Im Ergebnis konnte ein System entwickelt werden, welches die Grundanforderung an einer vollständig freien Auswahl der Visualisierungsdatensätze und der gewünschten Darstellungsformen für die einzelnen Daten erfüllt.

Der Lehrstuhl befasst sich mit der theoretischen Fundierung der Didaktik der Informatik und des E-Learning mit folgenden Forschungsschwerpunkten:

- Seit 2005 liegt ein Schwerpunkt auf der Kompetenzforschung zu Informatiksystemen. Begonnen wurde mit Studien zum Verständnis traditioneller Informatiksysteme und zu Entwurfsmustern der Objektorientierung als Wissensrepräsentationsform der Lernenden (Bild 1).
- Darauf baute die Zusammenarbeit im DFG SFB/FK 615 „Medienumbrüche“ auf. Das DFG-Projekt „Informatikunterricht und E-Learning zur aktiven Mitwirkung am digitalen Medienumbruch“ begründete je ein Didaktisches System zu „Internetworking“ für die Schule bzw. die Erwachsenenbildung. Die Studien zeigten den Forschungsbedarf zu Messverfahren, um Informatikbildungsergebnisse wissenschaftlich fundiert analysieren und evaluieren zu können.

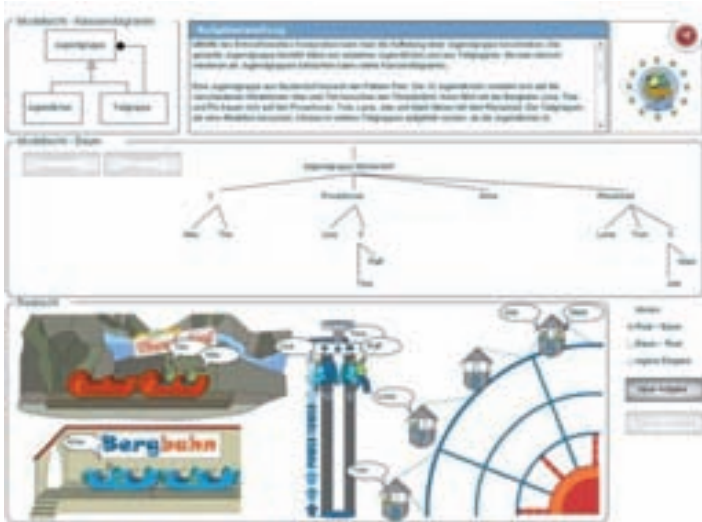


BILD 1: ENTWURFSMUSTER



BILD 2: FEHLERBAUM

- Diese Lücke schließt für die Schule von 2008-2010 das DFG-Projekt „Entwicklung von qualitativen und quantitativen Messverfahren zu Lehr-Lernprozessen für Modellierung und Systemverständnis in der Informatik (MoKoM)“ zusammen mit J. Magenheimer und N. Schaper (Paderborn). Die Fortsetzung MoKoM II wurde für 2010-2012 beantragt.
- Interdisziplinäre Studien zu Informationssicherheit und E-Learning verknüpften mit Hilfe der Fehlerbaumanalyse Anforderungen aus Erziehungswissenschaft und Informatik zu Assets (schützenswerte Güter). In der Gefahrenanalyse wurden die gegenseitigen Abhängigkeiten und unterschiedlichen Anforderungen und Wünsche bei beteiligten Rollen bzw. Gruppen von Anwendern in diesen Rollen berücksichtigt (Bild 2).
- 2008 begann die Forschungsk Kooperation mit R. Brück (Siegen) und D. Fey (Erlangen-Nürnberg), die zum aktuellen DFG-Projektbeispiel „Kompetenzentwicklung mit eingebetteten Mikro- und Nanosystemen (KOMINA)“ führte.
- „Wissensstrukturen und Kompetenzen beim informatischen Systemverständnis und Modellieren“ werden mit P. Hubwieser (München) und N. Schaper (Paderborn) untersucht. Es wird analysiert, durch welche Merkmale die Wissensstrukturen der Lernenden bei Anforderungsszenarien und Lernstufen gekennzeichnet sind und worin sich diese Strukturen bei unterschiedlichen Kompetenz- bzw. Lernzielniveaus unterscheiden. Weiterhin wird untersucht, wie sich die Wissensstrukturen verschiedener Typen von Lernern unterscheiden, um Hinweise in Bezug auf differentielle Lernverläufe und Unterstützungsbedarf zu erhalten. Abschließend wird analysiert, durch welche Unterrichtsmaterialien des Informatikunterrichts der Erwerb entsprechender Wissensstrukturen und Kompetenzen gefördert werden kann.

In der Lehre werden Grundlagen und Anwendungswissen zur Didaktik der Informatik und E-Learning an Studierende der Informatik und für das Lehramt Informatik in allen Schulen, von Realschule über Gymnasium und Gesamtschule bis zum Berufskolleg, vermittelt.



Aktuelles Projektbeispiel:

Kompetenzentwicklung mit eingebetteten Mikro- und Nanosystemen (KOMINA)

Ziel des Projektes

Ziel ist ein Beitrag zur Technischen Informatik und ihrer Didaktik, der die zwei kennzeichnenden neuen Aspekte von Eingebetteten Mikro- und Nanosystemen (EMNS) thematisiert (Selbstorganisation ausnutzende Bottom-Up-Entwicklungsmethodik für nanostrukturierte Systeme; in allen Phasen der Systementwicklung unverzichtbare Berücksichtigung technisch-physikalischer Constraints), mit den Schwerpunkten:

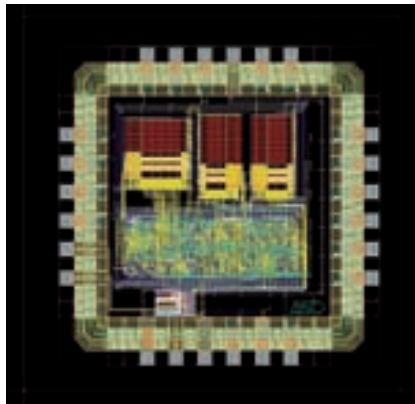


BILD 3: MIKROCHIPSTRUKTUR

- Ein theoretisch fundierter Beitrag zur systemorientierten Didaktik der Technischen Informatik einschließlich lernförderlicher Experimente wird erbracht.
- Ein Kompetenzmodell (Dimensionen, Niveaustufen) wird eingeführt, um das Entwerfen von EMNS mit gemischt digital-analogen Funktionsprinzipien zu unterstützen. Dazu ist ein Verstehen grundlegender Hardwarefunktionalität durch Beschreibung physikalischer Phänomene auf einer qualitativen Ebene erforderlich.
- Der Paradigmenwechsel hin zu Bottom-Up-Techniken und Redundanz beim Entwurf von EMNS wird nachvollzogen. Hier ist es bedeutsam zu lernen, durch Redundanz fehlerbehaftete Systeme nutzbar zu machen und den Weg von den klassischen zentral gesteuerten Systemen hin zu parallelen verteilten Systemen in Kombination mit einer Strukturbildung durch Selbstorganisation zu finden.

Technische Realisierung von Experimenten zum Kompetenzmodell

Ausgangspunkt für die Forschungsarbeiten ist das traditionelle Hardwarepraktikum, das durch Umgestaltung und Erweiterung zu einem Entwurfs- und Anwendungspraktikum für EMNS entwickelt wird. Die verfügbaren Mikrosystembaukästen und spezifisch neu aufzubauende Hardwarestrukturen werden verwendet, um Experimente zu gestalten, die die physikalische Realität komplexer EMNS als in einer analog kontinuierlichen Realität verankerte Systeme erfahrbar machen. Die zunächst für andere Anwendungskontexte erarbeitete Experimente zu EMNS werden für das Entwurfs- und Anwendungspraktikum nutzbar gemacht. Hier werden Synergien hinsichtlich des Verständnisses für den Übergang von heute gebräuchlichen Mikrosystemen zu zukünftigen Nanosystemen und den damit verbundenen Paradigmenwechsel in der Entwurfsmethodik erwartet.



BILD 4: VERSUCHSAUFBAU

Erkundung der Effizienz der Kompetenzaneignung

Die gewonnenen Ergebnisse werden verwendet, um eine Überarbeitung des Online-Kurses „NanoArch“ und des „Entwurfs- und Anwendungspraktikum für EMNS“ vorzunehmen. Ein besonderes Augenmerk liegt bei letzterem auf der Gegenüberstellung zu den beim alten Praktikum und dem neuen „Entwurfs- und Anwendungspraktikum für EMNS“ erzielten Ergebnissen. Die daraus gezogenen Erkenntnisse werden maßgeblich die Entscheidung betreffen, in welchem Umfang klassische Top-Down- und neue Bottom-Up-Entwurfsmethodik bei der Umgestaltung der Lernprozesse in der Technischen Informatik notwendig sind, und in welcher Form Abstraktionen von physikalisch-technischen Constraints hier Berücksichtigung finden können, um zu einer effizienten Kompetenzaneignung beim Entwurf zu gelangen.

Evaluation

Die neuen Experimente werden vor der Einführung in den regulären Studienbetrieb empirisch erprobt. Von besonderem Interesse sind die Schwierigkeiten, mit denen die Lernenden beim Lösen von Aufgaben bzw. bei der Durchführung dieser Experimente mit EMNS konfrontiert werden, und die erfolgreiche Lernprozesse behindern. Dazu werden Studien zu Interaktion und Fachsprache, insbesondere zum Lesen von Spezifikationen, durchgeführt.

Forschung & Lehre

Digitale Kommunikationssysteme

Drahtlose Übertragung & Kommunikationssicherheit

Unsere Forschungsprojekte beschäftigen sich mit der Kommunikationssicherheit im industriellen Umfeld, das durch gestörte drahtlose Übertragung, Einsatz von Power Line Communication, Chipkarten und RFID sowie Realzeitanforderungen gekennzeichnet ist. Meistens kommen dabei Eingebettete Systeme (embedded systems) zum Einsatz.

Anwendungsbezogene Forschungsprojekte



Sicherheit für eichpflichtige Messgeräte

- Sicherheitskonzepte und Realisierung der Sicherheitsmechanismen für eichpflichtige Messgeräte und Smart Metering
- Realisierung von MUC-Systemen (Multi-Utility-Communication)
- Netze auf Basis von Power Line Communication
- Formale Verifikationsmethoden für die Sicherheit von Embedded-Systemen: <http://www.teresa-project.org>

Sicherheit für automotive Systeme

- Entwicklung von Sicherheit für Fahrzeugbussysteme (CAN, FlexRay, MOST, LIN)
- Entwicklung einer sicheren Plattform für automotive Systeme zur Virtualisierung der Steuergeräte
- Professor Ruland ist Co-Chair der Security Working Group im eSafety Forum der Europäischen Kommission

Grundlagenforschung

- Joint Channel Coding and Cryptography; Kryptographie über gestörte Übertragungskanäle

Informationen zum Lehrstuhl

- Mehr als 200 Diplomarbeiten, 24 Doktorarbeiten, 9 EU-Projekte, 5 DFG-Projekte
- 10 – 15 wissenschaftliche Mitarbeiter
- Seit 1992 Mitglied in der ISO, Projektleiter für 6 internationale Standards auf dem Gebiet der Informations- und Kommunikationssicherheit



BILD 2: GRUPPENBILD DES LEHRSTUHLS

Wir freuen uns über jede Zusammenarbeit mit regionalen, nationalen und internationalen Projektpartnern.



Aktuelles Projektbeispiel:

OVERSEE – Open Vehicular Secure Platform

Visionen für die Verkehrstelematik von Morgen

Moderne Kraftfahrzeuge sind rollende Computernetzwerke. Mehr als 50 elektronische Steuergeräte in einem typischen Mittelklassewagen sorgen für unsere Sicherheit und ein komfortables Fahren. Doch immer mehr Funktionen, die auf immer mehr Steuergeräten ausgeführt werden, führen auch zu deutlich steigenden Kosten und einer Beeinträchtigung der Fahrzeugeffizienz. Gleichzeitig ergeben sich durch die Einbindung des Kraftfahrzeuges in bestehende und neu entwickelte Kommunikationsnetzwerke neue Anforderungen an die Kraftfahrzeugelektronik.

Ziele des Projektes

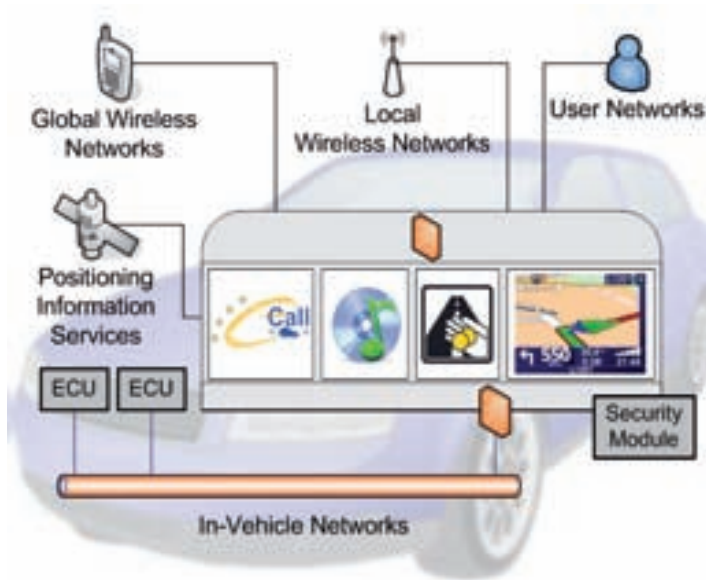


BILD 3: SCHEMATIK DES OVERSEE-PROJEKTES

Innerhalb des OVERSEE-Projektes wird eine Plattform entwickelt und als Prototyp implementiert, auf der Anwendungen parallel ausgeführt werden können, ohne dass diese sich gegenseitig beeinträchtigen können. Diese Möglichkeit erlaubt es in Zukunft, die Anzahl der Steuergeräte deutlich zu reduzieren und gleichzeitig die Funktionalität des Fahrzeuges zu steigern.

Der zweite Kernaspekt des Projektes ist die sichere Anbindung von Kommunikationsnetzen an die Kraftfahrzeugelektronik. Hier entsteht mit der OVERSEE-Plattform ein zentraler, abgesicherter Zugangspunkt zum Kraftfahrzeug, der die große Zahl potentiell gefährdeter Zugänge heutiger Kraftfahrzeuge ablösen soll. Der Lehrstuhl für digitale Kommunikationssysteme ist verantwortlich für das Design dieser sicheren Anbindung und wird ebenfalls maßgeblich zur Implementierung beitragen. Seitens der europäischen Union wird das Projekt mit € 2,83 Millionen im 7. Rahmenprogramm gefördert. Informationen: <http://www.oversee-project.com>.

Komponenten von Stromtankstellen für Elektromobile

Wir entwickeln Komponenten für Stromzapfsäulen, die die Stromtankstelle mit der Außenwelt verbinden:

- für Authentikation, Autorisierung, Accounting und Bezahlvorgänge
- Zum Messen und Steuern der Energieflüsse
- zur Fernüberwachung und -verwaltung
- zur Kommunikation mit der Fahrzeugelektronik, um den Ladevorgang zu steuern
- zur drahtlosen Kommunikation der Zapfsäule
- Integration von Smart Metering

Die technologische Basis dafür sind maßgeschneiderte Linux-Versionen für embedded systems, die Bereitstellung webbasierter Services und eine Strategie, die kundenspezifische Erweiterungen flexibel unterstützt. Außerdem werden kryptographische Algorithmen, Sicherheitsprotokolle und systemorientierte Sicherheitskonzepte geliefert.

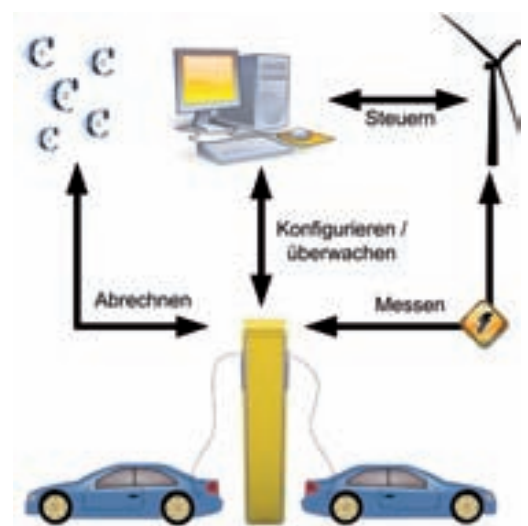


BILD 4: SCHEMATIK EINER STROMTANKSTELLE FÜR ELEKTROMOBILE

Echtzeit Lernsysteme

Mobile Robotik & Bildverarbeitung

Der Lehrstuhl für Echtzeit Lernsysteme **EZLS** besitzt langjährige Erfahrungen im Aufbau und der Erforschung von **teil- und vollautonomen** robotischen Systemen, sowie der industriellen Bildverarbeitung. Dabei haben sich zwei Forschungsschwerpunkte entwickelt.

Teilautonome Systeme werden primär zur Fahrerunterstützung im Automobilbereich entwickelt. Am Lehrstuhl für EZLS sind eine ganze Reihe von Assistenzsystemen für namhafte Unternehmen des Automotive-Bereichs realisiert worden. So z.B.: Daimler: automatisches Einparksystem, Überholerererkennung, visuelle Sitzbelegungserkennung, Früheinschereerkennung; Audi: visuelle Wettererkennung; VW: Regen- und Nebelüberwachung; Institut für Kraftfahrttechnik der RWTH Aachen mit BMW: Fahrstreifenenerkennung; Omron: Fahrbahnzustandsüberwachung; Bosch: visueller Geschwindigkeitssensor. EZLS besitzt für diese Aufgaben als eigenes Versuchsfahrzeug einen Daimler CLK 500.

In diesem Umfeld hat sich die Kombination aus Umgebungserfassung und geeigneter Übergabe der gewonnenen Daten an den Bediener als lösungsentscheidend erwiesen.

Vollautonome Systeme dienen zur Automatisierung von gefährlichen und mühsamen Aufgaben im Außenbereich. So ist z.B. in den letzten 5 Jahren auf der Basis eines umgebauten Quads der robuste autonome Außenbereichsroboter **AMOR** (Autonomous Mobile Outdoor Robot) entstanden. Er ist in der Lage -gesteuert von seinen Sensoren- sich selbstständig im Gelände zu bewegen.

Im europäischen Wettbewerb der Außenbereichsroboter für Erkundungs- und Rettungsaufgaben (C-ELROB 2007) errang das Team des Institutes mit AMOR, sowohl im städtischen als auch im rauen Gelände den **ersten Preis**. Im militärischen Wettbewerb 2010 (M-ELROB 2010) errang das Team den **innovation award sensors and perception** (entspricht einem ersten Preis, da militärisch keine Rangpreise vergeben werden).

Der auf AMOR aufbauende - gerade fertiggestellte - **amphibische**, autonome Außenbereichsroboter **DORIS** (Dual Media Outdoor Intelligent Robotic System) ist mit 500Kg Nutzlast weltweit einmalig in seiner Leistung.

In letzter Zeit sind die Arbeiten auf Flugroboter ausgedehnt worden. So arbeitet EZLS an einem Projekt zur Überwachung von ausgedehnten Schadensereignissen mittels Drohenschwärmen und der Kooperation von Luft- und Bodenrobotern in heterogenen Robotergruppen.

In der Grundlagenforschung werden mehrere von der Deutschen Forschungsgemeinschaft finanzierte Projekte bearbeitet, die der Erkennung und Vermessung von deformierbaren Objekten dienen.

Neben obigen Großprojekten wurden immer wieder erfolgreich Industrieprojekte im Bereich der Bildverarbeitung durchgeführt. Insbesondere in den Bereichen visuelle Präzisionsvermessung und Erkennung komplexer Objekte wurden für den Industrielltag taugliche Lösungen erarbeitet.



BILD 1: AMOR



BILD 2: DORIS



BILD 3: PSYCHE



Aktuelles Projektbeispiel:

Luft/Bodenkooperation autonomer Roboter

Verschiedene Robotertypen haben teilweise sehr unterschiedliche Charakteristiken, die sich harmonisch ergänzen können. So besitzen Bodenroboter große Reichweite und Traglast, während Flugroboter eine bessere Übersicht und die deutlich stabilere Kommunikationsanbindung haben. Es liegt also nahe, Kombinationssysteme aus Luft- und Bodeneinheiten zu gestalten. **AMOR** und **PSYCHE** bilden, wie das gleichnamige klassische Liebespaar, eine solche Einheit.

Die beiden Roboter werden durch das modulare Softwaresystem **CAPTAIN** gesteuert. Dieses verteilte System koordiniert die 18 Rechner über 2 CAN-Busse und Ethernet, wobei nahtlos weitere Rechner eingebunden werden können. D.h., obwohl physisch getrennt, handeln beide Roboter als autonomes Gesamtsystem.



BILD 4: SIMULATION ZUR KOOPERATION VON AMOR UND PSYCHE

Verliert z.B. am Boden AMOR die GPS-Verbindung und kann sich nicht mehr absolut lokalisieren, so wird eine Hilfsanfrage an PSYCHE gesendet. Die Flugeinheit agiert als externer Sensor und vermisst in ihrem Videobildstrom die Position der Bodeneinheit. Aus der bekannten Eigenposition und der Relativlage wird mit Hilfe zusätzlicher Karteninformation die Position von AMOR berechnet und dem Lokalisationsmodul mitgeteilt. Ein weiteres Modul überwacht z.B. die verschiedenen Funkverbindungen und sorgt bei einem Ausfall dafür, dass PSYCHE als Relaisstation einspringt. Umgekehrt landet PSYCHE, bei schwächer werdenden Akkumulatoren oder zum Transport über größere Strecken, auf AMOR.

Solche Kombinationssysteme können z.B. in der Waldbrandaufklärung oder der Pipelineüberwachung eingesetzt werden. Bis heute gerät selbst erfahrenes Personal bei Waldbränden zwischen Feuerfronten und damit in akute Lebensgefahr. Ein robotisches Erkundungssystem hilft diese Gefahren zu meiden und durch verbesserte Lagekenntnis wird zusätzlich die Brandbekämpfung optimiert.



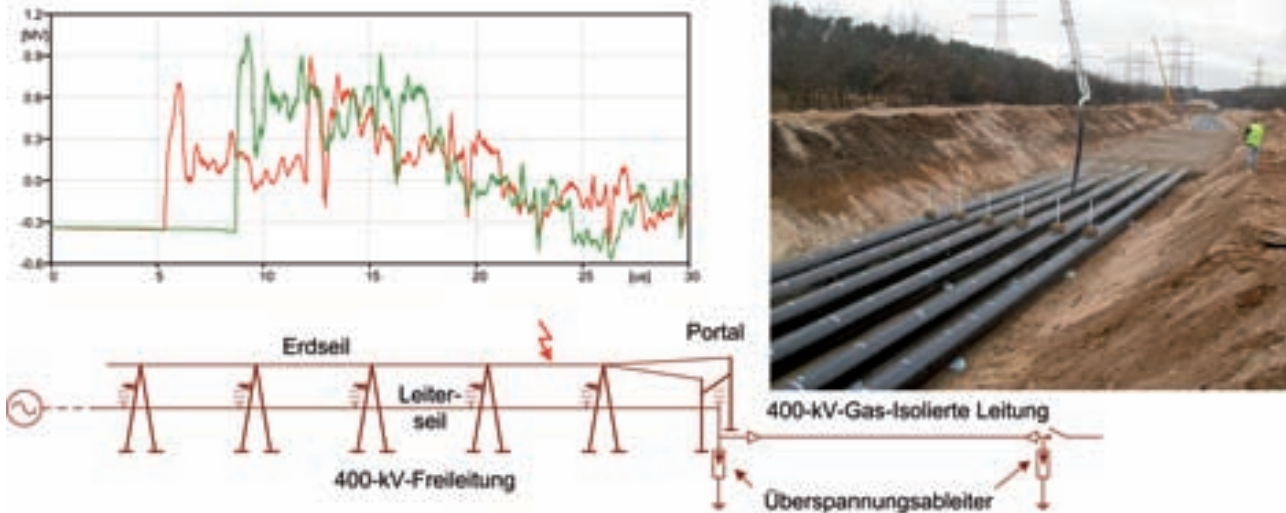
BILD 5: VOM SYSTEM ERFASSTE 3D-SZENE

Forschung & Lehre

Elektrische Energieversorgung

Simulation & Analyse dynamischer Vorgänge in elektrischen Energienetzen

Der Lehrstuhl für Elektrische Energieversorgung bearbeitet Themenstellungen aus dem Bereich Erzeugung, Übertragung, Verteilung und Anwendung elektrischer Energie. Wesentliche Schwerpunkte stellen dabei die rechnergestützte Planung und Analyse elektrischer Energieversorgungsnetze dar, die mit entsprechenden Softwaretools durchgeführt werden. In der gegenwärtigen Zeit der schnellen Entwicklung von Komponenten und schnellen Projektierung und Abwicklung von neuen elektrischen Anlagen kommt der digitalen Simulation in der Planungsphase von Anlagen eine große Bedeutung zu.



Wesentlicher Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls ist die Modellierung und Simulation elektrischer Energieversorgungsnetze.

Für elektrische Energieversorgungsnetze aller Art werden digitale Modelle erstellt und Untersuchungen durchgeführt, bei denen insbesondere digitale Simulationsprogramme eingesetzt werden. Zur Verfügung stehen die Programmsysteme EMTP-ATP, INTEGRAL, PowerFactory, PSCAD, MATLAB Power System Toolbox, EMD WindPro und PVSOL. In den Bereichen Asset Management, Netzsicherheit und Netzschutz, Gleichstrom- und Drehstromübertragung großer Leistungen, Überspannungsschutz, Isolationskoordination in Hoch- und Höchstspannungsnetzen bestehen langjährige enge Kooperationen mit den Übertragungs- und Verteilungsnetzbetreibern, der Elektroindustrie und den Ingenieurgesellschaften, die international tätig sind.

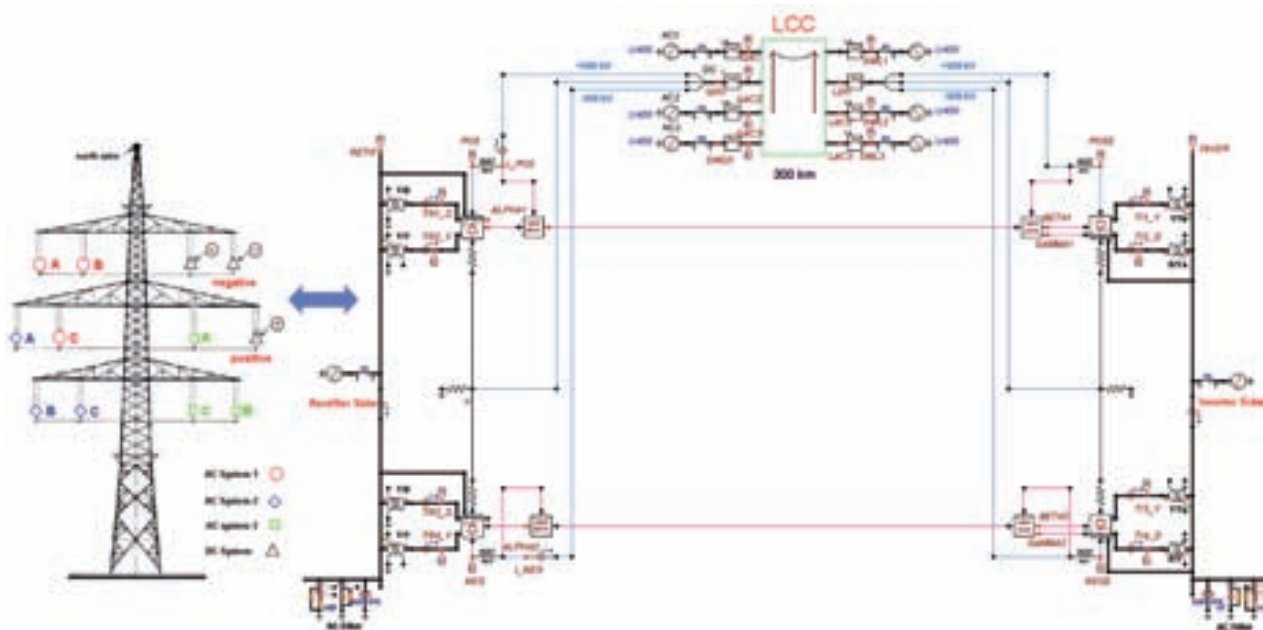
Weitere Arbeitsgebiete des Lehrstuhls umfassen die Entwicklung von Algorithmen zum selektiven Netzschutz, Schutzrelaisprüfungen anhand von Simulationen, Lichtbogenidentifikation in AC/DC-Netzen, Messung, Analyse und Bewertung von Netzurückwirkungen.



Aktuelles Projektbeispiel:

Wechselwirkungen eines bipolaren HGÜ-Systems mit 400 kV-Drehstrom-Übertragungssystemen

Im Nachgang zu der Dena-Netzstudie von 2005 „Energiewirtschaftliche Planung für die Netzintegration von Windenergie in Deutschland an Land und Offshore bis zum Jahr 2020“ werden z. B. auch Szenarien betrachtet, in denen hohe Windleistung von Nord nach Süd über Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ)-Leitungen abgeführt werden könnte. Mittels der HGÜ-Technik könnte die erzeugte Windleistung „gebündelt“ und anschließend zu den Lastzentren im Landesinneren transportiert werden. Ein AC/DC-Hybridnetz auf einem Mast kann die Übertragungskapazität einer Übertragungsstrecke erhöhen und eine bessere Kontrollierbarkeit der Stromflüsse ermöglichen. Der Nachteil der hybriden AC/DC-Übertragung auf dem gleichen Mast ist signifikante Einkopplung betriebsfrequenter Spannungen und Ströme von einer Drehstromleitung auf die DC-Leitung und ein HGÜ-System kann zugleich ein Drehstromsystem unter bestimmten Betriebsarten oder Störungsfällen beeinflussen.



Die Zielstellung dieses Forschungsprojektes, das in Zusammenarbeit und mit Unterstützung eines deutschen Übertragungsnetzbetreibers ausgeführt wird, besteht in der Erkennung von eventuellen technischen Problemen im Vorfeld anhand digitaler Simulationen mit dem weltweit benutzten Simulationsprogramm EMTP-ATP unter ausgewählten kritischen Betriebszuständen. Für diesen Zweck wurde ein Simulationsmodell eines bipolaren ± 500 kV HGÜ-Systems entwickelt, das auf dem gleichen Freileitungsmast zu den drei 400-kV-Drehstromleitungen parallel geführt wird.

Forschung & Lehre

Elektrische Maschinen, Antriebe und Steuerungen

Die Forschungsarbeiten im Bereich der Leistungselektronik befassen sich schwerpunktmäßig mit Umrichtern für elektrische Antriebe und mit Ansteuer- und Schutzmaßnahmen für die Leistungshalbleiter. Im Vordergrund stehen dabei die Robustheit, Fehlertoleranz und Verfügbarkeit der Systeme sowie deren elektromagnetische Verträglichkeit und Netzurückwirkungen.

Im Bereich der Mechatronik und der elektrischen Antriebe werden am Lehrstuhl sowohl die klassischen Fragestellungen im Bereich der hochdynamischen und präzisen Drehmoment-, Geschwindigkeits- und Lageregelung als auch neue zukunftsweisende Themen bearbeitet. Hierzu gehören sensorlose Erfassung der Rotorlage bzw. -geschwindigkeit, die Identifikation der Parameter des gesamten Antriebssystems und die Systemdiagnose.

Die Parameteridentifikation ist für eine automatische oder geführte Inbetriebnahme, insbesondere bei höherwertigen Regelkonzepten unabdingbar, deshalb sind hier Forschungsarbeiten erforderlich, die sich mit der geeigneten Modellierung, mit der Simulation und mit der Identifikation anhand der im Antriebsregelgerät gemessenen Größen befassen.

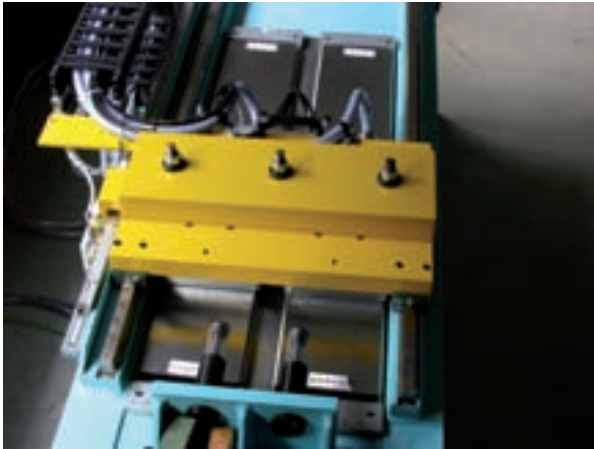


BILD 1: LINEARMOTOR

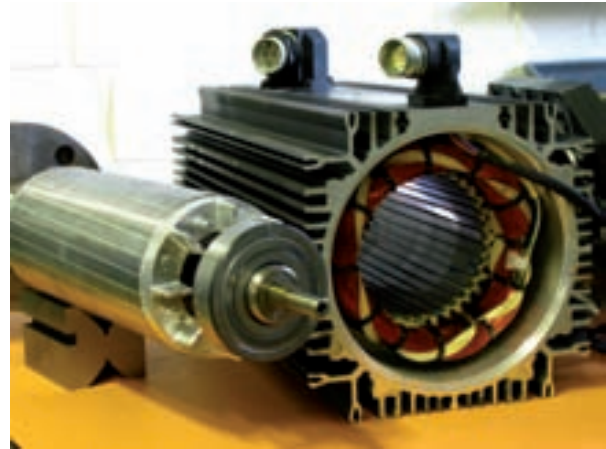


BILD 2: ASYNCHRON-SERVOMOTOR

Antriebe und Schaltgeräte sind heute intelligente Komponenten in Automatisierungssystemen und müssen deshalb im gesamten Automatisierungsverband betrachtet werden. Sie werden über Feldbussysteme bzw. Industrial Ethernet an übergeordnete Steuerungssysteme angekoppelt. Am Lehrstuhl werden Hard- und Software der seriellen Bussysteme und applikationsspezifischer sowie Standard-Steuerungen hinsichtlich ihrer Performance und ihres Zusammenwirkens im Automatisierungsverband untersucht. Der Lehrstuhl verfügt über geeignete Laboreinrichtungen zur Durchführung der antriebs- und automatisierungstechnischen Forschungs- und Lehr-Projekte.



BILD 3: WÜRFELMONTAGEANLAGE



BILD 4: SPS-AUFBAU



BILD 5: ANTRIEBUMRICHTER

In der Lehre werden neben den Grundlagen der Energietechnik Veranstaltungen aus der Automatisierungs- und Antriebstechnik angeboten. In den Praktika lernen die Studierenden den Umgang mit modernen Komponenten der Antriebs- und Automatisierungstechnik, einzeln und im Verbund.



Aktuelles Projektbeispiel:

Verbesserung der Betriebssicherheit beim Matrixumrichter

Die Entwicklung innovativer Frequenzumrichter ist einerseits durch die zunehmende Nutzung regenerativer Energie bedingt, andererseits durch den wachsenden Markt für Leistungselektronik in der industriellen Antriebstechnik. Die stufenlose Verstellung von Spannung und Frequenz wird heutzutage in den allermeisten Fällen mit Zwischenkreisumrichtern bewältigt. Dort werden Spannung und Strom zunächst gleichgerichtet und anschließend mit einem Wechselrichter in ein Drehstromsystem veränderlicher Spannung und Frequenz gewandelt.

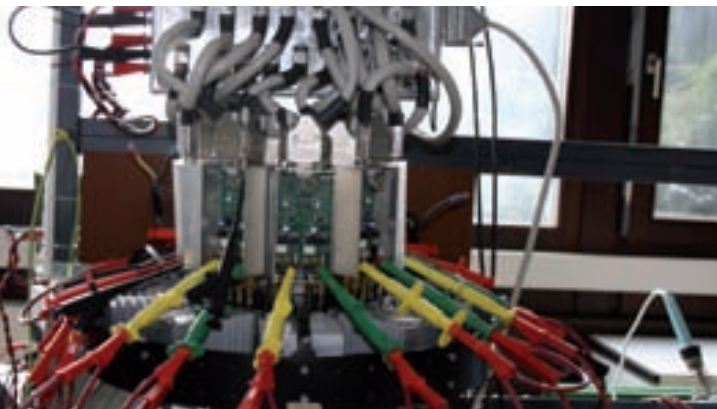


BILD 6: MECHANISCHER AUFBAU DES MATRIXUMRICHTERS

Der Matrixumrichter gehört zur Gruppe der Direktumrichter. Er vermeidet gewisse Nachteile der Zwischenkreisumrichter im Bereich der Lebensdauer der Komponenten, der Verluste sowie der Rückspeisefähigkeit und ist damit für den Einsatz auf einem sehr großen Markt eine attraktive Alternative. Andererseits ist die Steuerung des Matrixumrichters aufwändig und rechenzeitintensiv. Fehlerhafte Messwerte oder zu lange Rechenzeiten bei der Kommutierung können zur Zerstörung des Umrichters führen.

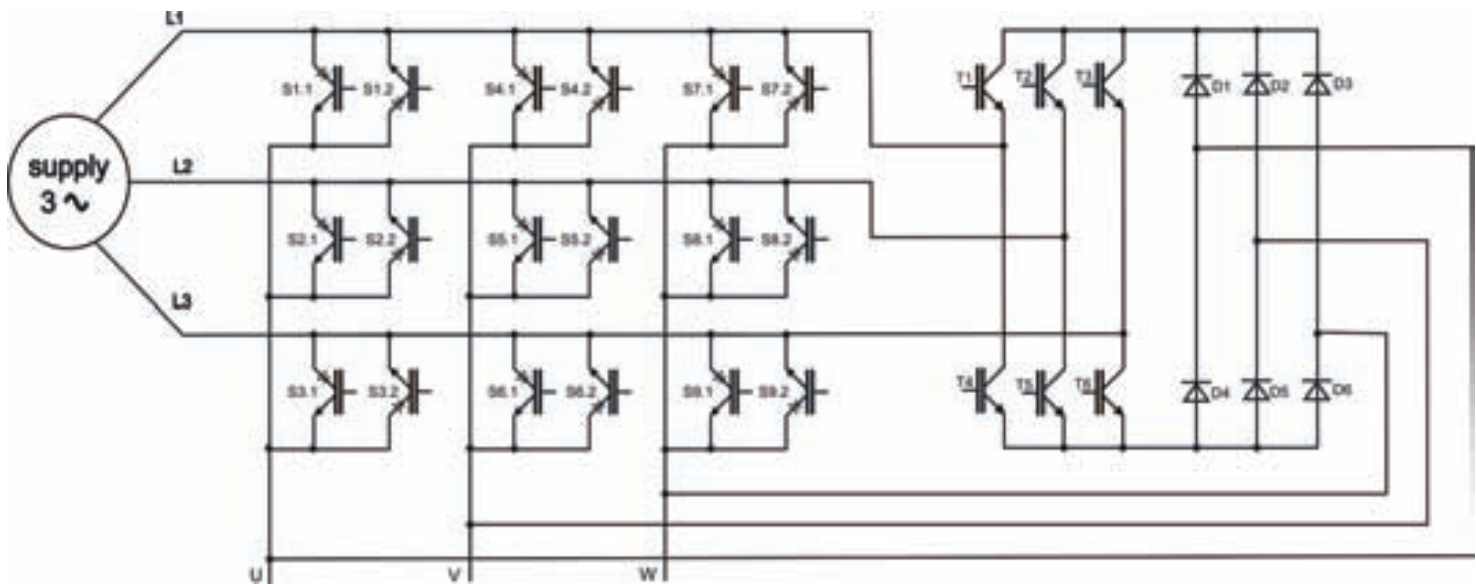


BILD 7: PRINZIPSCHALTBIKD DES MATRIXUMRICHTERS

Am Lehrstuhl wurde ein „Schaltbarer Freilaufkreis“ für den Matrixumrichter entwickelt, der diese Nachteile vermeidet. Die Ansteuerung des Matrixumrichters konnte radikal vereinfacht und die Betriebssicherheit signifikant verbessert werden. Damit wird der Matrixumrichter für viele Anwendungen zur echten Alternative für den Zwischenkreisumrichter.

Embedded Systems

Systemarchitekturen für zuverlässige eingebettete Systeme

Eingebettete Systeme ermöglichen in Echtzeit die computerunterstützte Kontrolle physikalischer Geräte und Systeme, welche von medizinischen Geräten zu Automobilmotoren und Industrierobotern reichen. Sie führen zu enormen Vorteilen bei Sicherheit, Komfort und Energieeffizienz. Gleichzeitig kommt es heute beim Design eingebetteter Systeme zu einer enormen Steigerung der Komplexität auf der Systemebene, da neben dem Druck einer unentwegten Steigerung der Funktionalität auch nicht-funktionale Anforderungen vorliegen.

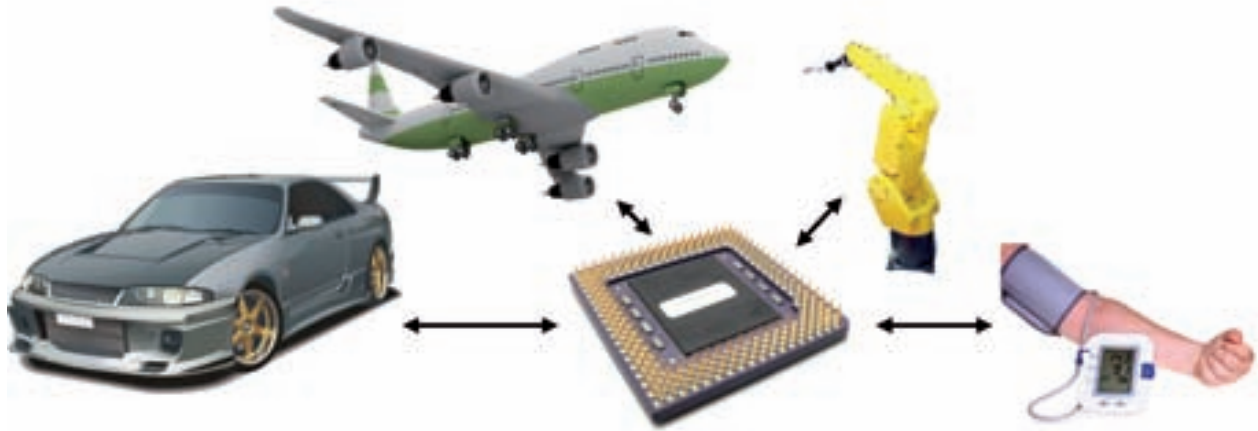


BILD 1: BEISPIEL FÜR MÖGLICHE EINSATZSZENARIEN EINGEBETTETER SYSTEME

Unsere Forschung bietet Lösungen für diese Herausforderungen durch signifikante Fortschritte im Bereich eingebetteter Systemarchitekturen, welche die wissenschaftliche und ingenieurmäßige Grundlage für die Konstruktion eingebetteter Systeme bilden. Das Ziel unserer Forschung ist das Entwickeln von Systemmodellen, Designprinzipien und Plattformdiensten zur komponentenbasierten Realisierung eingebetteter Systeme wobei die resultierenden Systeme kosteneffektiv realisiert werden können und nicht-funktionale Schlüsseleigenschaften aufweisen (z.B. Robustheit, Composability, Adaptivität).

Unsere Forschungsschwerpunkte widmen sich besonders folgenden erfolgskritischen Bereichen:

- **Architekturunterstützung als Grundlage zur Entwicklung robuster eingebetteter Systeme:** Eingebettete Computersysteme sind einer Vielzahl von Fehlerquellen ausgesetzt. Insbesondere in sicherheitsrelevanten Applikationen (z.B. Automobilelektronik, Flugzeug) ist ein kontrolliertes Verhalten auch bei Designfehlern, physikalischen Fehlern (z.B. Blitzeinschlag) und fehlerhaften Benutzereingaben erforderlich. Beispiele konkreter Forschungsgebiete sind Lösungen zum Erkennen und der Analyse von Anomalitäten, sowie Mechanismen für aktive Diagnose zur Rekonfiguration nach permanenten Fehlern oder zum Wiederanlauf nach transienten Fehlern.
- **Composability:** Das Ziel dieses Forschungsschwerpunkts ist die konstruktive Realisierung großer Systeme aus Komponenten und Subsystemen ohne unkontrolliertes emergentes Verhalten und Seiteneffekte. Die Forschung befasst sich mit Lösungen zur computerunterstützten Architektorexploration basierend auf einer formalen Repräsentation nicht-funktionaler Komponenteneigenschaften. Ein Schlüsselaspekt ist die Analyse der Auswirkung einer Auswahl von Komponenten und Plattformdiensten auf relevante Systemeigenschaften.
- **Adaptivität:** Dynamisches Ressourcenmanagement ermöglicht die Anpassung an verschiedene Umgebungsbedingungen und -anforderungen (z.B. Landevorgang/Flugmodus in einem Flugzeug oder Limphome-, Standby- und normaler Betriebsmodus in einem Fahrzeug). Ein weiterer Vorteil ist die Anpassung an Veränderungen bei der Verfügbarkeit und dem Bedarf bei Ressourcen wie Energie, Zeit und Kommunikationsbandbreite. Dieser Forschungsschwerpunkt widmet sich den spezifischen Anforderungen an dynamisches Ressourcenmanagement in eingebetteten Systemen. Wichtige Themen sind die Einhaltung zeitlicher Schranken für die Berechnung und Aktivierung neuer Konfigurationen und die Vorhersagbarkeit der resultierenden Eigenschaften (z.B. garantierte Ressourcen für sicherheitsrelevante Dienste).



Aktuelles Projektbeispiel:

UNIVERSAAL : UNIVERSal open platform and reference Specification for Ambient Assisted Living

Mit der Alterung der europäischen Bevölkerung kommt es zur Notwendigkeit größerer Unterstützung im alltäglichen Leben bei gleichzeitig geringerem Personaleinsatz. „Ambient Assisted Living“ (AAL) bietet eine Lösung für diese Herausforderung auf der Grundlage eingebetteter Systeme. Obwohl ein riesiges Marktpotential für AAL besteht, ist die praktische Umsetzung momentan durch die notwendigen Ressourcen zur Implementierung beschränkt. Das europäische Projekt universAAL schafft eine offene standardisierte Plattform, welche die technische und ökonomische Grundlage für AAL-Lösungen bietet. Die Plattform stellt eine Kombination aus neuen Entwicklungen und der Konsolidierung des Stands der Technik aus vergangenen Initiativen dar. Neben den technischen Herausforderungen werden auch Aspekte der Umsetzung betrachtet. Die Plattform bietet eine Laufzeitumgebung zur Ausführung von AAL-Applikationen auf Basis einer Referenzarchitektur, Entwicklungsunterstützung durch elementare AAL-Dienste und ein Entwickler-Depot für Entwicklungsressourcen. Diese Resultate werden auf internationaler Ebene (z.B. OMG) standardisiert werden.



BILDER 2 UND 3: ALTERUNG DER EUROPÄISCHEN BEVÖLKERUNG UND DENKBARE UNTERSTÜTZUNG IN FORM DES AMBIENT ASSISTED LIVING

Das Konsortium besteht aus führenden Industriepartnern, Forschungseinrichtungen und Universitäten des Gebietes. Die Projektdauer beträgt 48 Monate bei einem Budget von 13,9 Millionen Euro. Die Rolle der Universität Siegen besteht einerseits in einem wichtigen Beitrag zum Referenzmodell und der Referenzarchitektur für die universAAL-Plattform. Diese Aufgabe umfasst die Konzeptualisierung und Modellbildung eingebetteter Systeme für Ambient Assisted Living (AAL). Besonderes Augenmerk kommt hier nicht-funktionalen Eigenschaften wie Zuverlässigkeit und Energieeffizienz zu. Daneben werden Schlüsselkomponenten der Exekutionsplattform entwickelt wie beispielsweise eine zuverlässige Kommunikationsmiddleware, eine Hardware-Abstraktionsschicht und Schnittstellen zu Sensoren/Aktuatoren. Schließlich ist die Universität Siegen maßgeblich im Training und der Wissensverbreitung im Rahmen wissenschaftlicher Veröffentlichungen beteiligt.

Energie- und Umweltverfahrenstechnik

Energieeffizienz & Klimaschutz

Der Lehrstuhl für Energie- und Umweltverfahrenstechnik befasst sich mit der mathematischen Modellbildung, Simulation und experimenteller Untersuchung komplexer verfahrenstechnischer Systeme, der Vergasung von Biomasse und Reststoffen zur Wasserstoffherzeugung und neuen Kraftwerkskonzepten.

Mathematische Modellbildung komplexer verfahrenstechnischer Prozesse

Die Anwendungen der mathematischen Modellbildung und Simulation reichen von der Betrachtung gesamter Anlagen, über umfassende Reaktormodelle bis hin zu spezifischen Detailproblemen. Zum Einsatz kommen dabei sowohl kommerzielle Softwaretools aus der Kraftwerks-, Verfahrens- und Strömungstechnik (CFD) als auch eigenentwickelte Programme.

Vergasung von Biomasse und Reststoffen zur Wasserstoffherzeugung

Die Untersuchung der Vergasung von Biomassen und Reststoffen zur Erzeugung eines hochwertigen Produktgases steht im Fokus zahlreicher experimenteller und theoretischer Forschungsprojekte. Neben der Betrachtung des Vergasungsprozesses im Reaktor selbst, wird auch die nachgeschaltete Gasaufbereitung mittels katalytisch aktiver Stoffe untersucht. Im Technikumsmaßstab stehen dazu ein Wirbelschichtreaktor, ein Drehrohr und ein zweistufiger Vergaser und im Labormaßstab eine Makro-TGA sowie eine ‚batch‘-Wirbelschicht zur Verfügung. Zur Herstellung eines hochwertigen unverdünnten und wasserstoffreichen Produktgases wird im Technikum ein eigenentwickelter zweistufiger Vergasungsprozess, das IPV®-Verfahren, detailliert untersucht. Das dem zweistufig parallel geschalteten Vergasungskonzept folgende Verfahren, wurde insbesondere im Hinblick auf den Einsatz von aschereichen, schadstoffbelasteten Ersatzbrennstoffen entwickelt.



Neue Kraftwerkskonzepte

Die Entwicklung neuer Kraftwerkskonzepte zielt einerseits darauf ab, den Wirkungsgrad zu erhöhen und nach Möglichkeit ein Rauchgas zu erzeugen, das weitestgehend aus Kohlendioxid besteht, so dass es nach einer Wasserabscheidung unmittelbar in unterirdische Speicher oder in der Tiefsee eingelagert werden kann; eine aufwändige CO₂-Abtrennung ist nicht mehr erforderlich. Am Lehrstuhl für Energie- und Umweltverfahrenstechnik wird diesbezüglich das Verfahren der Chemical-Looping Verbrennung auf Basis der IPV®-Technologie entwickelt.



Aktuelles Projektbeispiel:

Chemical-Looping Verbrennung

Die Chemical-Looping Verbrennung stellt eine innovative Verbrennungstechnologie dar. Entstanden ist sie aus theoretischen Untersuchungen mit dem Ziel, die Brennstoffausnutzung aus thermodynamischer Sicht zu verbessern. Die Chemical-Looping Verbrennung wird im Zusammenhang mit anderen Technologien zur CO₂-Abscheidung und Ablagerung als eine interessante Alternative diskutiert und wird dabei den Oxyfuelverfahren zugeordnet. Im Gegensatz zu den konventionellen Oxyfuelverfahren wird bei der Chemical-Looping Verbrennung keine energieintensive Luftzerlegungsanlage benötigt. Der Sauerstofftransfer von der Luft an den Brennstoff findet über einen festen Sauerstoffträger statt, wodurch der direkte Kontakt zwischen Brennstoff und Luft vermieden wird. Die Verdünnung des Abgasstromes mit Luftstickstoff wird dadurch verhindert und es entsteht ein fast ausschließlich aus Wasser und CO₂ bestehendes Abgas. Das Prinzip der Chemical-Looping Verbrennung in einer Zweireaktorordnung ist in Bild 2 dargestellt.

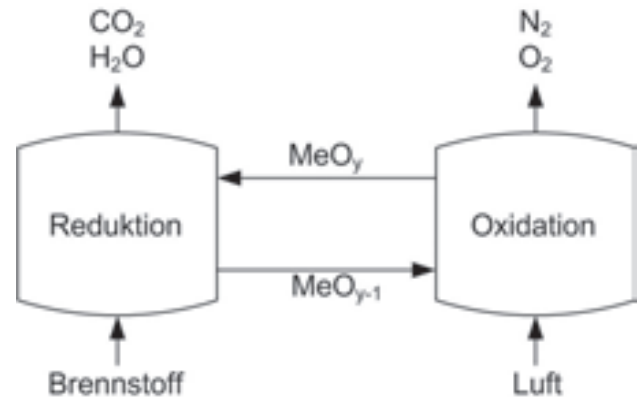


BILD 2: PRINZIPDARSTELLUNG DER CHEMICAL-LOOPING VERBRENNUNG.
MEO: METALLOXID

Der Sauerstoffträger wird im Umlauf zwischen einem Luft- bzw. Oxidationsreaktor und einem Brennstoff- bzw. Reduktionsreaktor geführt. Die Bezeichnungen Oxidation und Reduktion beziehen sich dabei in Abgrenzung zum Sprachgebrauch bei der konventionellen Verbrennung auf die Umwandlung des Sauerstoffträgers. Der Begriff Oxidation bezieht sich demnach auf die Oxidation des Sauerstoffträgers und nicht auf die des Brennstoffs. Analog dazu wird der Reduktionsbegriff verwendet. Im Brennstoff- oder Reduktionsreaktor wird zunächst das vorhandene Metalloxid (MeO_y) als Sauerstoffträger am dort zugeführten Brennstoff reduziert. Der entstehende Gasstrom besteht im Wesentlichen aus Wasser und CO₂. Die eigentliche CO₂-Abscheidung kann durch Auskondensation des noch enthaltenen Wassers erfolgen. Das reduzierte Metalloxid (MeO_{y-1}) wird im weiteren Verlauf dem Luft- oder Oxidationsreaktor zugeführt. Die darin stattfindende Umwandlung dient der Sauerstoffbeladung des Sauerstoffträgers durch zugeführte Luft. Zusätzlich zum so regenerierten Sauerstoffträger, der wieder in den Reduktionsreaktor geleitet wird, muss ein sauerstoffabgereicherter Gasstrom abgeführt werden. Dieser wird, aufgeheizt durch die bei der Oxidation frei werdende Wärmemenge, zur Energiebereitstellung genutzt.

Die Chemical-Looping Verbrennungstechnologie bietet bei erfolgreicher Umsetzung vielversprechende Vorteile, wie

- die Vermeidung von hohen Investitionskosten und Wirkungsgradverlusten bei der CO₂-Abscheidung im Gegensatz zu anderen Verfahren der CO₂-Abscheidung und Ablagerung,
- die Eignung für die thermochemische Umwandlung von festen, flüssigen und gasförmigen Brennstoffen,
- die Vermeidung von thermischem NO_x und
- eine deutliche Verminderung des zu reinigenden Abgasstromes.

Am Lehrstuhl für Energie- und Umweltverfahrenstechnik wird ein Chemical-Looping-Verbrennungsverfahren für die Nutzung von biogenen, abfallstämmigen und fossilen Festbrennstoffen entwickelt, dargestellt in Bild 3. Das dabei angewandte Reaktorkonzept basiert auf dem bereits am Lehrstuhl entwickelten Verfahren zur Integrierten Pyrolyse und Verbrennung (IPV®-Verfahren) und zeichnet sich gegenüber anderen Verfahrenskonzepten durch einen geringeren Eigenenergiebedarf und die besondere Eignung für die Verwendung unterschiedlicher Festbrennstoffe aus.

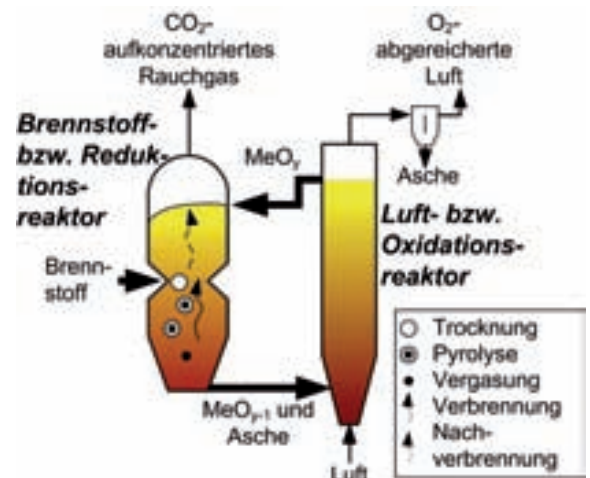


BILD 3: CHEMICAL-LOOPING VERBRENNUNG AUF IPV® - BASIS

Forschung & Lehre

Fahrzeugleichtbau

Karosserie- & Methodenentwicklung

Der Lehrstuhl für Fahrzeugleichtbau wurde zu Beginn des Jahres 2010 gegründet. Er befasst sich in erster Linie mit der Entwicklung von Methoden und Prinzipien zur effizienten Gestaltung des Leichtbaus in Karosserie und Fahrwerk. Dabei wird die Strukturentwicklung unter Berücksichtigung der vollständigen Entwicklungskette ausgehend von der Materialanwendung, über die Fertigungstechnologien bis zur Konstruktion ganzheitlich betrachtet. Die resultierenden Lösungswege werden in enger Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen erarbeitet und berücksichtigen so eine Vielzahl an Anforderungen.

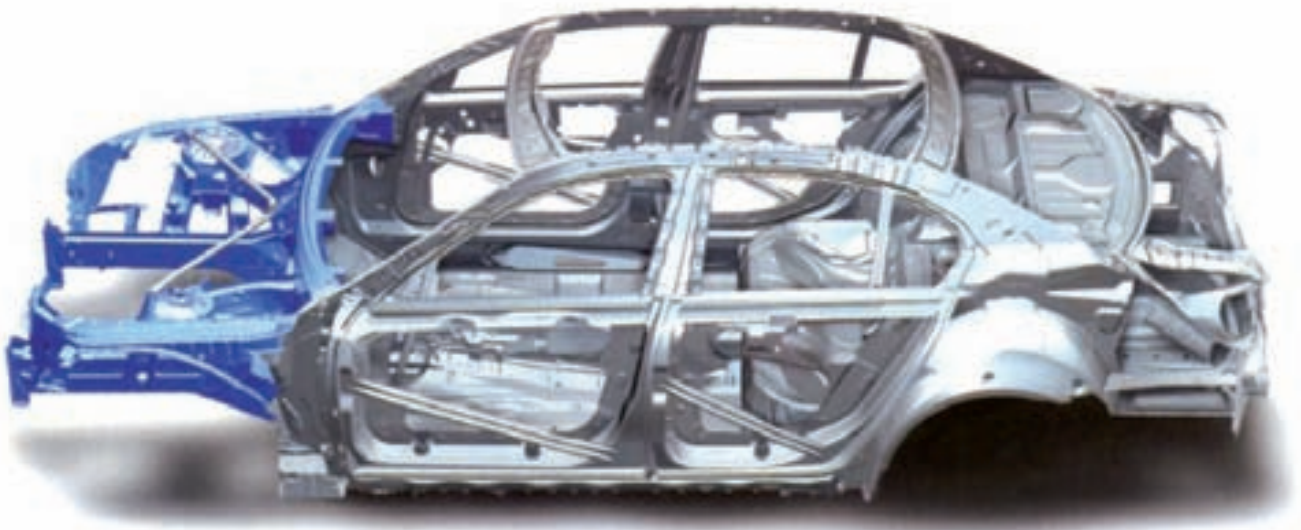


BILD 1: KAROSSERIESTRUKTUR EINES AKTUELLEN MITTELKLASSEFAHRZEUGS [QUELLE: BMW AG]

Beginnend mit der Analyse von Leichtbauprinzipien, die auf theoretischer und CAE-Basis beruhen, werden grundlegende Karosserie- und Fahrwerkstrukturen hinsichtlich des Leichtbaus untersucht. Grundelemente der Blechschalen-, Profil- und Fachwerkstrukturen sowie Multimaterialanwendungen werden analysiert. Unter Betrachtung der konstruktiven Gestaltung, Werkstoffeigenschaften, Ur-/Umformverfahren und Fügeverbindungen wird nach anwendungsgerechten Lösungen gesucht. Dabei steht die Komponentenentwicklung im Vordergrund. Neben der theoretischen Betrachtung der unterschiedlichen Aufgabenfelder findet eine enge Verzahnung mit deren experimenteller Erprobung statt. Mit Hilfe verschiedener Prüfstände können die Ergebnisse der Simulationsrechnungen validiert werden und so realitätsnahe Aussagen über komplexe Aufbauten getroffen werden. Die anstehenden Änderungen in der Automobilbranche geben die Möglichkeit, neue Lösungsmöglichkeiten für den Gesamtkomplex „Fahrzeug“ zu entwickeln. Die Integration CO₂-armer Antriebskonzepte bedingt die grundlegende Änderung sowohl der Fahrzeugstruktur als auch deren Auslegung. Modularität sowie Skalierbarkeit sind weitere Anforderungen an moderne Karosseriekonstruktionen, um den stetig wachsenden Ansprüchen der Kunden flexibel begegnen zu können. Diese Aspekte gilt es, bereits in einem frühen Stadium der Entwicklung zu berücksichtigen. Eine der größten Herausforderungen für die Automobil-Zulieferindustrie liegt darin, Produkte im Teilbereich des Fahrzeugs mit begrenzten Informationen aus den angrenzenden lokalen Bereichen zu entwickeln. Daher wird ein wichtiger Bestandteil der Forschung des Lehrstuhls für Fahrzeugleichtbau in der Entwicklung von Methoden liegen, die dieses Vorgehen zulassen. Hierbei werden verschiedene Entwicklungsstrategien der Automobilwirtschaft berücksichtigt.



Aktuelle Projektbeispiele:

Erschließung neuer Anwendungen mehrstufiger Umformtechnologien mit Hilfe durchgängiger FEM-Simulationen

Aktuelle mehrstufig umgeformten Teile wie Gewindetuben, wie sie ihren Einsatz im Karosseriebau oder bei der Anbindung von Fahrwerkskomponenten finden, werden in aufwendigen Herstellungsprozessen mit bis zu 28 Umformschritten hergestellt. Ziel des von der AiF geförderten Forschungsvorhabens ist eine unterbrechungsfreie Simulation der Bauteileigenschaften, einschließlich des Fertigungsprozesses mit Hilfe verschiedener FE-Tools. Auf diese Weise ist erstmalig eine erfahrungsunabhängige Lösungsfindung entsprechend der geforderten Randbedingungen möglich.



BILD 2: EINGESCHWEISSTE GEWINDETUBE IM TRÄGERTEIL EINES PKWS

Neben einer Verkürzung der Prozesskette können zusätzlich weitere Anwendungsfälle identifiziert werden. So ist ein zukünftiger Einsatz der mehrstufigen Umformungen an sicherheitsrelevanter Stelle im Fahrwerk ebenso denkbar wie die Gestaltung konstruktiv komplexer Lösungen.

Aufgrund des modifizierten Herstellungsprozesses ist eine verbesserte Lebensdauer der Bauteile zu erwarten. So kann beispielsweise die Korrosionsbeständigkeit oder die Betriebsfestigkeit durch den Entfall von bislang notwendigen Schweißverbindungen erhöht werden. Der Nachweis der mechanischen Eigenschaften der Bauteile wird im institutseigenen Prüflabor durchgeführt.

Entwicklung der Karosserie eines batteriebetriebenen Stadtfahrzeugs, Projekt „StreetScooter“

Die Bundesregierung sowie insbesondere die Landesregierung NRW haben sich zum Ziel gesetzt, die Elektromobilität in Deutschland als eine Kernkompetenz zu installieren. Darauf basierend entwickelte die RWTH Aachen University die Idee zur Realisierung eines kostengünstigen Elektrofahrzeugs für den Städteinsatz. Neben der Uni Siegen beteiligt sich eine Vielzahl an Industriepartnern, auch aus dem Siegerland, an diesem Projekt.

Im Verantwortungsbereich des Lehrstuhls liegt die Konzeption, Entwicklung und schließlich die Herstellung der Strukturbauteile des Fahrzeugs „StreetScooter“. Neben der Beachtung der gängigen Normen und Standards liegt der Schwerpunkt auf der Realisierung einer kostengünstigen und dem Thema Leichtbau verpflichteten Karosserie. Außerdem finden umfangreiche CAE-Analysen der Bauteile und Module hinsichtlich der Themengebiete „Crash“ und „Betriebsfestigkeit“ statt.

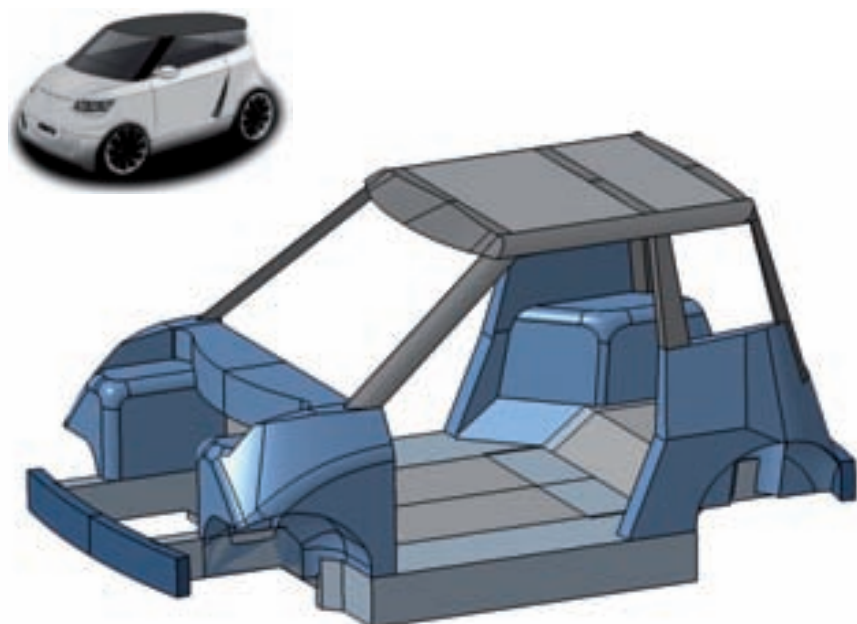


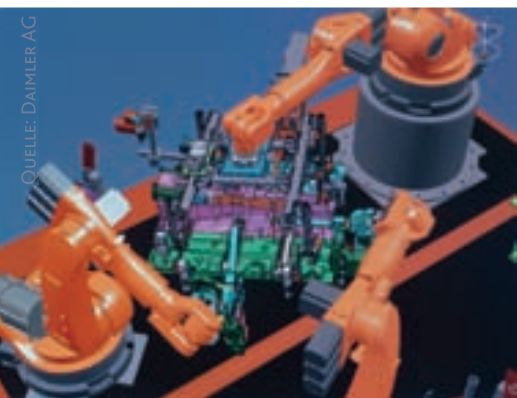
BILD 3: ELEKTROFAHRZEUGENTWICKLUNG PROJEKT STREETSCOOTER

Forschung & Lehre

Fertigungsautomatisierung und Montage

Ziel unserer Forschungs- und Entwicklungsprojekte ist die Effizienzsteigerung und Optimierung der Produktion. Der Schwerpunkt liegt in der Entwicklung von rechnergestützten Methoden sowie der Informationsverarbeitung in der Fertigungsautomatisierung und Montage.

Wissenschaftliches Arbeiten im Bereich der Fertigungstechnik erfolgt in engem Kontakt zur Industriepraxis. Somit kommt der Kooperation mit Industriepartnern große Aufmerksamkeit zu. Daher sucht und pflegt das Institut die Zusammenarbeit mit Unternehmen des Maschinen- und Anlagenbaus sowie der produzierenden Industrie.



Am Lehrstuhl kommt dem Thema der Maschinensimulation, der sensorgeführten Steuerungstechnik und der industriellen Bildverarbeitung besondere Aufmerksamkeit zu. Unsere Forschungsschwerpunkte widmen sich daher folgenden erfolgskritischen Feldern:

Digitale Fabrik, Simulation und Product Lifecycle Management

- Optimierung der Produktivität von Maschinen
- Effizienzsteigerung beim Engineering von Automatisierungssystemen
- Simulation von Fertigungsverfahren zur Prozessabsicherung

Anwendungen der industriellen Bildverarbeitung

- Verfahren und Methoden zur optischen Mess- und Prüftechnik
- Prozessprognose und Inspektion
- Entwicklung sensorgeführter Fertigungssteuerung in der Montage

In Verbindung mit dem Zentrum für Sensorprojekte (ZESS) der Universität Siegen werden Entwicklungsarbeiten zur neuartigen Anwendung von Sensoren in der Fertigungstechnik durchgeführt. Im Versuchsfeld des ZESS steht eine Vielfalt von Sensoren für Anwendungsuntersuchungen zur Verfügung.

Wir engagieren uns beim Aufbau des Automotive Center Südwestfalen (ACS) und entwickeln dort neuartige Montage- und Fügetechnologie für den wirtschaftlichen Leichtbau.

In der Lehre werden Grundlagen und Anwendungswissen zur automatisierten Fertigung und Montage vermittelt.

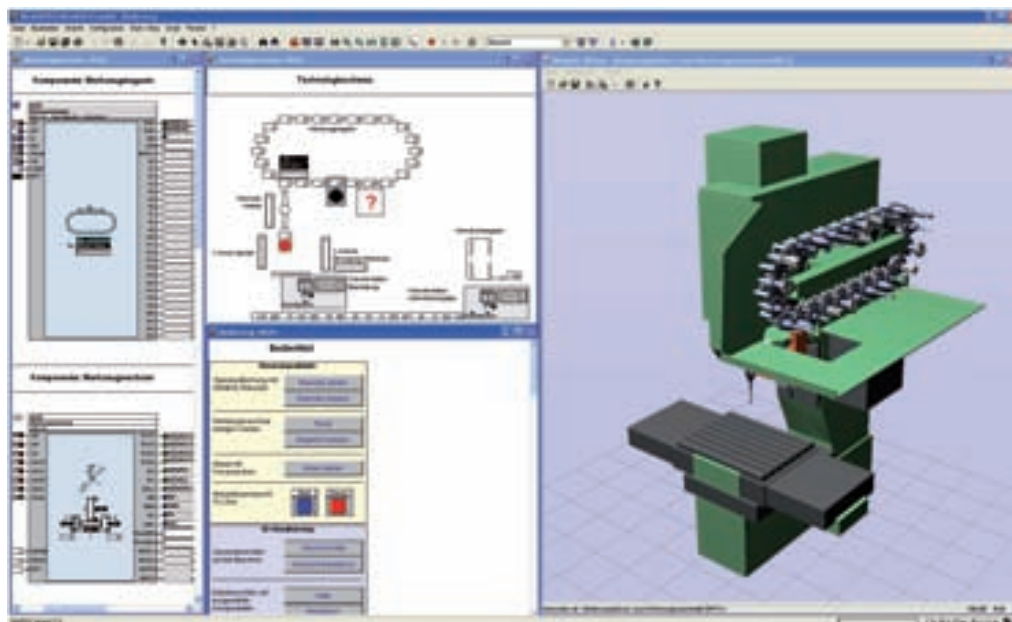


Aktuelles Projektbeispiel:

Wandlungsfähige Entwicklungsprozesse bei Maschinenherstellern

Maschinenhersteller sind zunehmend gefordert kundenspezifische Lösungen kurzfristig unter Einbeziehung von Partnern des Wertschöpfungsnetzwerkes umzusetzen. Dazu gehören interne und externe Komponentenhersteller, Ingenieursdienstleister und Endnutzer. Endnutzer fordern zudem eine sichere Inbetriebnahme mit wenigen Iterationen sowie die Wandlungsfähigkeit der Systeme im Falle von Produktänderungen. Für die Maschinenhersteller und ihre Partner ergibt sich daraus die Notwendigkeit, die Maschinenentwicklung unternehmensübergreifend unter wechselnden Anwendungs- und Störszenarien wirtschaftlich durchzuführen.

Um dies zu erreichen, müssen die Kooperationsbeziehungen und Prozesse im Mechatronikentwicklungszentrum der Maschinen-, Komponentenhersteller und Entwicklungspartner konzeptionell abgestimmt und bestens eingespielt sein. Hierbei zählt die wirtschaftliche Balance zwischen der technologischen Machbarkeit und Aufwendungen zur Datenversorgung aus den Entwicklungsprozessen des Netzwerkes. Zudem kommt der Maschinensimulation und der virtuellen Inbetriebnahme eine besondere Bedeutung bei der Gestaltung wandlungsfähiger Produktionssysteme zu.



Ziel der Vorhaben des Lehrstuhls ist es, das Zusammenwirken eines Entwicklungsnetzwerkes so zu optimieren, dass die Wandlungsfähigkeit der Maschinenentwicklung maximiert wird. Dabei konzentriert sich die Arbeit des Lehrstuhls auf Prozessuntersuchungen und -gestaltung mit Blick auf eine mechatronische Konzeptentwicklung, das Zusammenwirken der mechatronischen Entwicklungspartner sowie die effiziente Einbindung von virtueller Inbetriebnahme und Maschinensimulation.

Fertigungsverfahren/Fertigungsmesstechnik

Das Fachgebiet fokussiert seine Arbeiten auf das Gebiet der automatisierten Laserpräzisionsbearbeitung, insbesondere auf die Entwicklung von Systemen und Anwendungen der 3D-Präzisionsbearbeitungstechnik mit CO₂- und Nd:YAG-Strahlungsquellen.

Ein Schwerpunkt liegt hier auf der Entwicklung und Anwendung von prozess-spezifischen Sensoren und Aktoren bis zur Schaffung von integrierten QS-Lösungen für Verfahren des Laserschneidens, -schweißens und Modifikation technischer Oberflächen mit Lasern.

Forschungsthemen:

- Entwicklung von schnellen Strahlscannern (pre-objective-scanning) für CO₂- und Nd:YAG-Laser zur Prozessstabilisierung und Spaltüberbrückung beim Laserschweißen
- Entwicklung von 3D-fähigen Spalt- und Nahtdetektoren
- Industrieapplikationen, Fertigungs- und Anlagenkonzepte

In der Lehre wird anhand praxisnaher Beispiele eine Einführung in die grundlegenden statistischen Methoden der Qualitätssicherung gegeben. Sie beginnt mit den statistischen Grundlagen und endet mit einem Ausblick auf das Qualitätsmanagement.

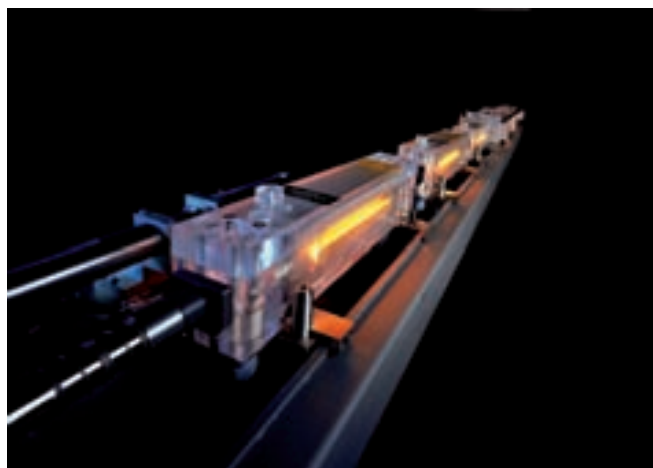
Praxisorientierte Grundlagen moderner Messverfahren werden in der Fertigungsmesstechnik vermittelt. Für viele im Zusammenhang mit dem Messen und Prüfen verbundenen Tätigkeiten industriell hergestellter Produkte werden anschauliche Beispiele vorgestellt und besprochen.

Mit der Spannungstechnik wird auf die wesentlichsten verfahrensübergreifenden Grundlagen der spanenden Formung eingegangen, um die Verfahrenssystematik, -kinematik, -einflussgrößen und Verschleißgrößen im Zusammenhang zu sehen.

Die Abtragtechnik befasst sich mit Fertigungsaufgaben, bei denen wegen immer komplizierterer geometrischer Formen und mechanischen Werkstoffeigenschaften eine konventionelle Bearbeitung nicht mehr sinnvoll erscheint. Exemplarisch seien hier die Laserstrahlbearbeitung oder die Funkenerosion genannt.

In zwei Gemeinschaftsveranstaltungen wird zur Orientierung ein grober Einblick in die Fertigungstechnik gewährt.

In enger Zusammenarbeit mit der Industrie werden daneben Studien- und Diplomarbeiten zu geeigneten Aufgabenstellungen betreut.



[TRUMPF-GRUPPE]



Aktuelles Projektbeispiel:

Echtzeitfähiges Prüfverfahren zur Schweißnaht-Kontrolle an Aluminium-Bauteilen

In Kooperation mit der Justus-Liebig-Universität Gießen und mehreren Industriepartnern wurde ein AiF-Verbundprojekt bearbeitet. Als Aufgabe des Projektes mit dem Titel „Echtzeitfähiges Prüfverfahren zur Schweißnaht-Kontrolle an Aluminium-Bauteilen“ sollten verschiedenartige Schweißnahtverbindungen aus Aluminiumlegierungen mittels elektromagnetischer Methoden untersucht werden, um mit einer hohen Systemempfindlichkeit kleinste Materialdefekte finden und identifizieren zu können.

Als Werkstoffe wurden Aluminiumlegierungen mit den in der Automobil- sowie der Luft- und Raumfahrtindustrie häufig verwendeten Blechdicken von 0.3 mm bis 6 mm untersucht.

Ziel des Projektes war es zudem, Magnetfeldsensoren und im speziellen MR-Sensoren zu untersuchen, die den Anforderungen der oben genannten Aufgaben genügen und sie mit geeigneten Auswerteverfahren in den Fertigungsprozess zu implementieren. Durch die geringen Abmaße der Sensoren ist es möglich, den Prüfvorgang direkt in den Fertigungsprozess zu integrieren, so dass kein zeitlicher Mehraufwand entsteht.

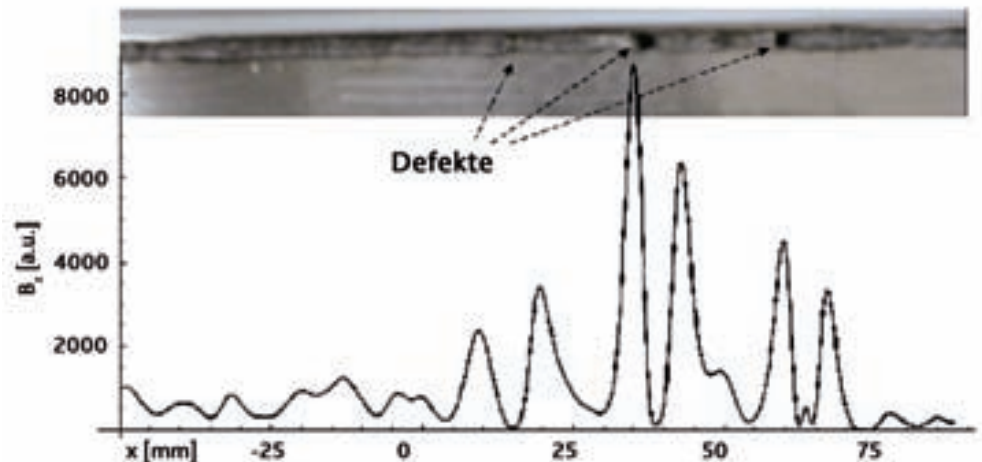


BILD 2: MESSUNG AN EINER DEFEKTEN SCHWEIßNAHT (STARK VERGRÖSSERT)

Im Rahmen des Verbundprojektes wurde der Wirbelstrom-Messplatz am institutseigenen Fertigungsroboter eingerichtet. Hierzu zählte die Integration der zusätzlich notwendigen Hardware in die Robotersteuerung und die Anbindung eines zusätzlichen Messrechners zur Kommunikation zwischen dem Fertigungsroboter, der eigens entwickelten Sensor-Handhabungseinheit und dem Wirbelstromsensor.

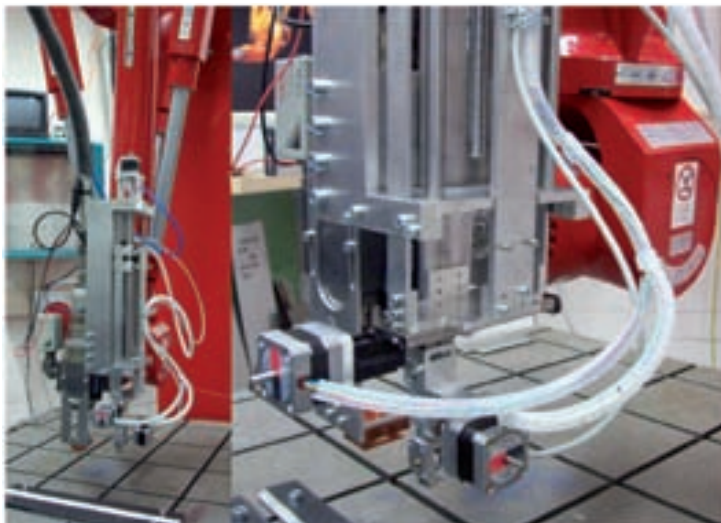


BILD 3: ROBOTER MIT ANGEBAUTEM SENSORMANIPULATOR

Es erfolgte die Integration der Aktorik und Implementierung weiterer Systemkomponenten. Des Weiteren wurden Simulationen zur Schweißnahtabkühlung durchgeführt, die die Einsatzfähigkeit des Wirbelstromsensors in der Nähe des Schweißfokus aufgrund der beim Laserstrahlschweißprozess entstehenden Temperaturen untersuchen.

Festkörpermechanik

Werkstoffe modellieren & Bauteile berechnen

Für die Beurteilung von Sicherheit, Zuverlässigkeit und Lebensdauer technischer Konstruktionen spielt die Festkörpermechanik eine große Rolle. Ziel unserer mathematischen und experimentellen Untersuchungen ist es, verlässliche Aussagen darüber zu treffen, ob die eingesetzten Strukturen den zu erwartenden Belastungen standhalten können. Dabei steht die Untersuchung der mikroskopischen Struktur des Materials und ihr Einfluss auf die Werkstoffeigenschaften im Vordergrund.

Die Grundstudiums- bzw. die Bachelorveranstaltungen haben in der Mechanik die klassischen Themen Statik, Festigkeitslehre und Dynamik zum Inhalt. Der Lehrstuhl „Festkörpermechanik“ betont insbesondere die Modellierung des Verhaltens der unterschiedlichen Werkstoffe. Besonderer Wert wird dabei auf eine allgemeingültige theoretische Herleitung, auf aussagekräftige Beispiele sowie auf Einbeziehung computergestützter Lösungsverfahren gelegt. Der Lehrstuhl will so zu einer anspruchsvollen theoretischen Ausbildung mit fundierten Kenntnissen in der Mechanik beitragen.

In den weiterführenden Veranstaltungen und im Masterstudiengang werden die Kenntnisse zur Mechanik von Festkörpern nicht nur vertieft, sondern insbesondere die Modellierung neuer Materialklassen erläutert, anspruchsvolle theoretische Grundlagen vermittelt sowie die Möglichkeiten (und Grenzen) numerischer Berechnungsmöglichkeiten aufgezeigt. Außerdem werden natürlich Projekte sowie Studien- und Diplomarbeiten betreut, die im Zusammenhang mit den am Lehrstuhl bearbeiteten Forschungs- und Entwicklungsprojekten stehen.

Die Forschungsschwerpunkte des Lehrstuhls „Festkörpermechanik“ liegen im Bereich der numerischen Simulation und experimentellen Untersuchung des Verhaltens von Strukturen unter großen Lasten und Verformungen. Dabei spielt zwangsläufig die Berücksichtigung von nichtlinearem Materialverhalten eine große Rolle. Besondere Beachtung findet die Modellierung des makroskopischen Verhaltens unter Berücksichtigung der mikrostrukturellen Entwicklung des Materials. Unsere Algorithmen werden in leistungsfähige Programmsysteme (z.B. Abaqus) integriert, um eine Anwendung auf industriell relevante Problemstellungen zu ermöglichen. Die erstellten Modelle basieren auf (diskreten) variationellen Formulierungen, da nur so effektiv Strategien zur Abschätzung und adaptiven Verringerung des Berechnungsfehlers entwickelt werden können. Themen sind:

- Bruch und Fragmentierung: FEM-Simulation des Versagens und Auseinanderbrechens von Strukturen unter plötzlicher Last
- Lebensdaueruntersuchung an mikroelektronischen Bauteilen: Modellierung von Schädigung und Ermüdung in mikroelektronischen Bauteilen, numerische Simulation der Entmischung von Mehrphasenlegierungen
- Kunststoffe und biologisches Gewebe: Modellierung und numerische Berechnung von weichen Materialien mit zeitabhängiger Materialantwort; FEM-Analysen von dünnen Membranen bei großen Deformationen und Rotationen (Falten und Knittern)
- Aufprall und Crash: Verformungsverhalten und Schädigung von zähen Materialien (Polymere, Metalllegierungen) unter dynamischer Last



Aktuelles Projektbeispiel:

Untersuchung der Lebensdauer von Lotverbindungen

Die wachsenden Ansprüche an elektronische Geräte erfordern heutzutage eine genaue Kenntnis des Materialverhaltens der verarbeiteten Werkstoffe. So erfüllen die Geräte immer vielfältigere Aufgaben bei gleichzeitig voranschreitender Miniaturisierung. Dabei sind insbesondere die Lote, die die Chips auf den Platinen fixieren, von besonderem Interesse. Ihre Lebensdauer entscheidet wesentlich über die Zuverlässigkeit des gesamten Bauteils. Die Lotmaterialien sind aber einem gewissen Alterungsprozess unterworfen. Hierbei beginnt sich die anfänglich homogene Legierung zu entmischen und es bilden sich verschiedene (geordnete und ungeordnete) Phasen aus, die im Laufe des Prozesses wachsen. Zwischen den Phasen können sich Hohlräume und Risse bilden, welche die mechanischen Eigenschaften des Lotmaterials wesentlich beeinflussen.

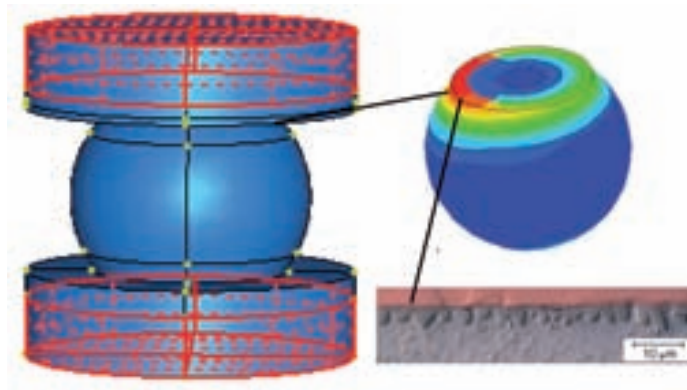


BILD 1:
AUFBEREITUNG EINES BLEIFREIEN LOTBALLS
FÜR DIE NUMERISCHE BERECHNUNG

Gegenstand unserer Arbeit ist es, die mikroskopischen Vergrößerungen in binären Loten in verschiedenen Stadien numerisch zu berechnen, experimentell zu quantifizieren und die Veränderung der Werkstoffeigenschaften zu modellieren. Aus den gewonnenen Erkenntnissen sollen dann Schlüsse auf die zeitliche Entwicklung der mechanischen Eigenschaften des gesamten Bauteils gezogen werden.

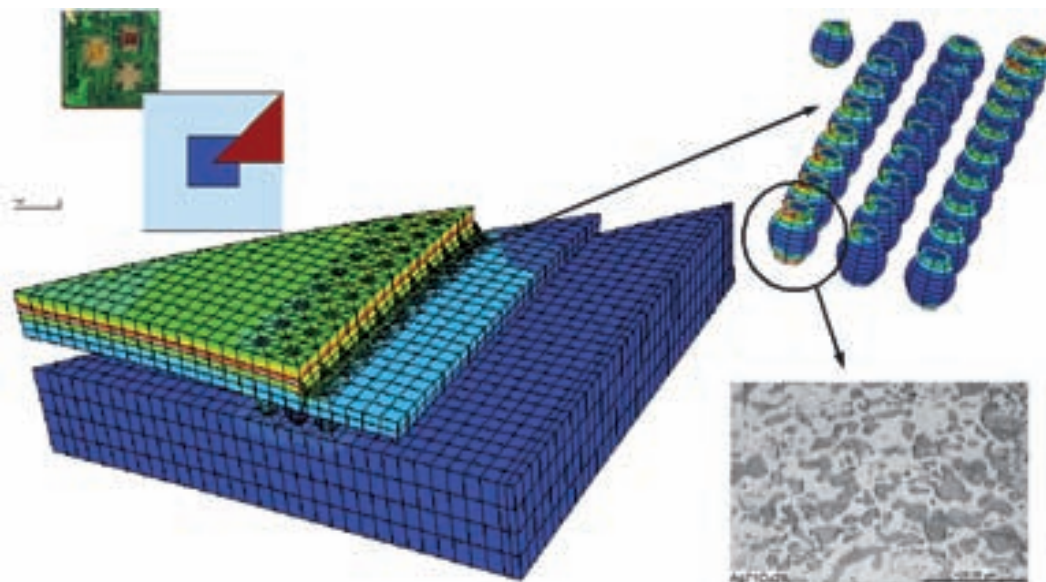


BILD 2:
MEHRSKALENMODELLIERUNG EINES MIKROCHIPS:
FINITE-ELEMENTE-BERECHNUNG DES CHIPS UNTER AUSNUTZUNG DER SYMMETRIE, SPANNUNGEN
IN EINZELNEN LOTBÄLLEN UND ALTERUNG DER LOTLEGIERUNG INFOLGE DER BEANSPRUCHUNG

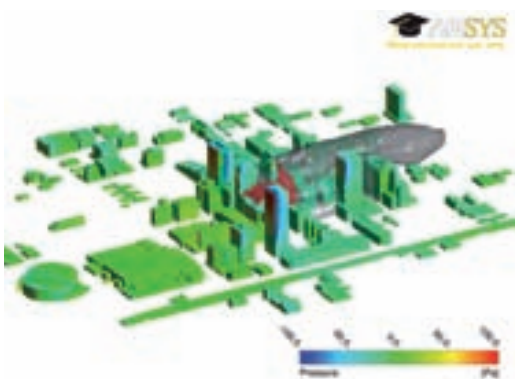
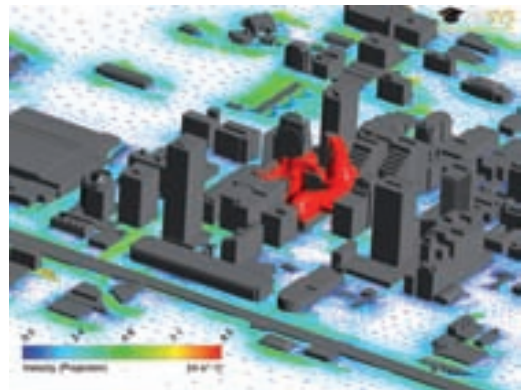
Die Strömungsmechanik ist eine klassische Wissenschaft, die in vielen Bereichen von Natur und Technik von großer Bedeutung ist. Dazu gehören beispielsweise Luft- und Raumfahrt, Energie-, Umwelt- und Verfahrenstechnik, Fahrzeug-, Gebäude- und Sportaerodynamik, Wärmetechnik, Meteorologie und Medizintechnik. Durch die Um- oder/und Durchströmung von Maschinen, Anlagen und Bauwerken wird deren Verhalten oft maßgeblich bestimmt. Deshalb stellt die Strömungsmechanik eine der tragenden Säulen in der Ingenieurausbildung dar.

Der Lehrstuhl für Fluiddynamik und Strömungstechnik bietet im Rahmen der Studiengänge Maschinenbau, Wirtschaftsingenieurwesen und International Project Engineering and Management (IPEM) alle an der Universität Siegen vorgesehenen Pflichtvorlesungen auf dem Gebiet der Strömungsmechanik an. Neben diesen Grundlagenvorlesungen gibt es diverse Spezial- und Vertiefungsvorlesungen über Gasdynamik, numerische Strömungsmechanik und Strömungsmesstechnik, welche durch praktische Übungen in den Strömungslaboren des Lehrstuhls und den Rechnerräumen des Fachbereichs ergänzt werden. Die praktische Anwendung auf der Basis vertieften Grundlagenwissens bereitet ideal auf die berufliche Praxis vor.

Neben der Lehre werden in den Laboren sowohl Fragestellungen aus der Grundlagenforschung, als auch – in engem Kontakt mit Industrieunternehmen – der industriellen Anwendung und Entwicklung bearbeitet. Dabei kommen moderne Messtechniken und numerische Simulationsverfahren zum Einsatz. In diese Forschungs- und Entwicklungsarbeiten sind die Studenten durch die Vergabe von Bachelor-, Studien-, Master- und Diplomarbeiten eingebunden, die entweder am Lehrstuhl oder in einem Unternehmen durchgeführt werden.

Zur Zeit hat der Lehrstuhl die folgenden Forschungsschwerpunkte:

- Experimentelle und numerische Untersuchung der Strömung um rotierende Körper
- Experimentelle und numerische Untersuchung der aktiven Strömungsbeeinflussung bei Fahrzeugen
- Verifizierung und Validierung von numerischen Simulationsprogrammen, insbesondere für Windingenieurwesen, Umweltmeteorologie auf der Mikroskala, sowie turbulente Verbrennung
- Numerische Berechnung der Windlasten auf Photovoltaikmodule
- Numerische Berechnung der Strömung in Zellkammern (Medizintechnik)



BILDER 1-4: BODENNAHES WINDFELD, WINDDRUCK AUF GEBÄUDE UND SCHADSTOFFAUSBREITUNG IN OKLAHOMA CITY, USA



Aktuelles Projektbeispiel:

Reduktion des Luftwiderstands von Kraftfahrzeugen durch aktive Nachlaufbeeinflussung - Validierung numerischer Berechnungen

In Zeiten steigender Ölpreise und schärferer Abgasgesetzgebung steht die Automobilindustrie vor der Aufgabe, extrem sparsame und schadstoffarme Fahrzeuge zu entwickeln. Neben beispielsweise der Optimierung innermotorischer Abläufe ist die Reduzierung des Luftwiderstands von Fahrzeugen daher nach wie vor ein aktuelles Forschungsthema. Maßnahmen zur Reduktion des Luftwiderstands können passiv sein (z.B. Heckenzug, Anbauten) oder aktiv (z.B. Absaugen oder Ausblasen). Am Lehrstuhl wurde die aktive Nachlaufbeeinflussung durch Ausblasen unter Nutzung des COANDA Effektes vor einigen Jahren experimentell an einem generischen Fahrzeugmodell untersucht (Bild 5). Dabei wurden Drücke auf der Fahrzeugoberfläche und im Nachlauf gemessen, sowie Geschwindigkeiten im Nachlauf. Diese Daten werden momentan zur Validierung der numerischen Untersuchung der aktiven Nachlaufbeeinflussung genutzt.

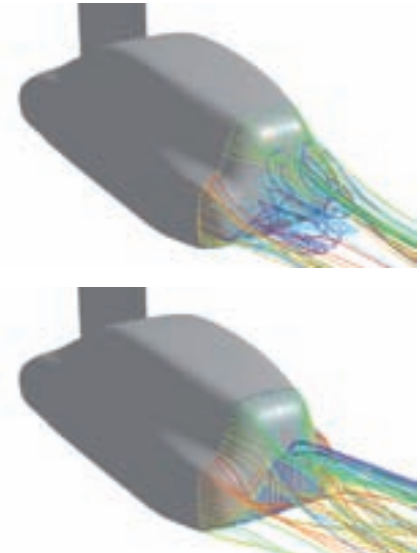


BILD 5: ABLÖSEGEBIET HINTER DEM FAHRZEUGMODELL OHNE (OBEN) UND MIT AUSBLASEN (UNTEN).

Die ersten Ergebnisse zeigen, dass die Verkleinerung des Ablösegebietes im Nachlauf qualitativ richtig reproduziert wird (Bild 5). Das durch einen Schlitz ausgeblasene Fluid folgt aufgrund des COANDA Effektes der gekrümmten Heckkontur und verkleinert somit das Ablösegebiet. Daraus folgt eine Erhöhung des statischen Drucks im Nachlauf und somit eine Reduktion des Druckwiderstands. Die Änderung der Druckverteilung im Mittelschnitt des Fahrzeugmodells wird auch quantitativ sehr gut widergegeben (Bild 6). Gleiches gilt für die Strömung im Mittelschnitt hinter dem Fahrzeug. Hier liegen allerdings erst quantitative Vergleiche für den Referenzfall ohne Ausblasen vor (Bild 7).

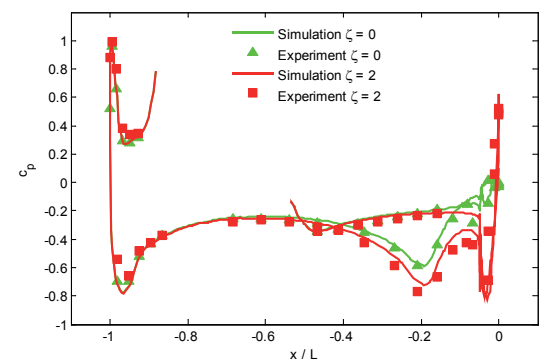


BILD 6: VERGLEICH DER GEMESSENEN UND BERECHNETEN DRUCKVERTEILUNG IM MITTELSCHNITT DES FAHRZEUGMODELLS OHNE ($\zeta=0$) UND MIT AUSBLASEN ($\zeta=2$).

Nach erfolgreicher Validierung kann die numerische Simulation zur Optimierung der aktiven Nachlaufbeeinflussung eingesetzt werden.

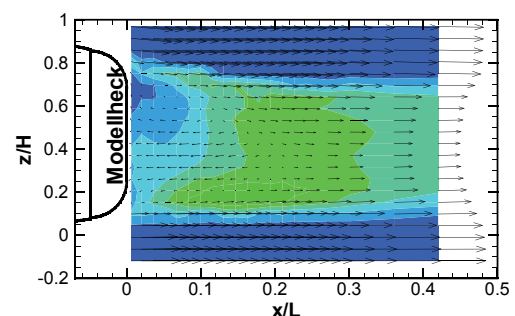
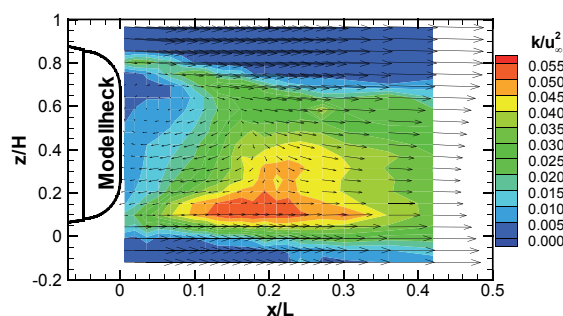


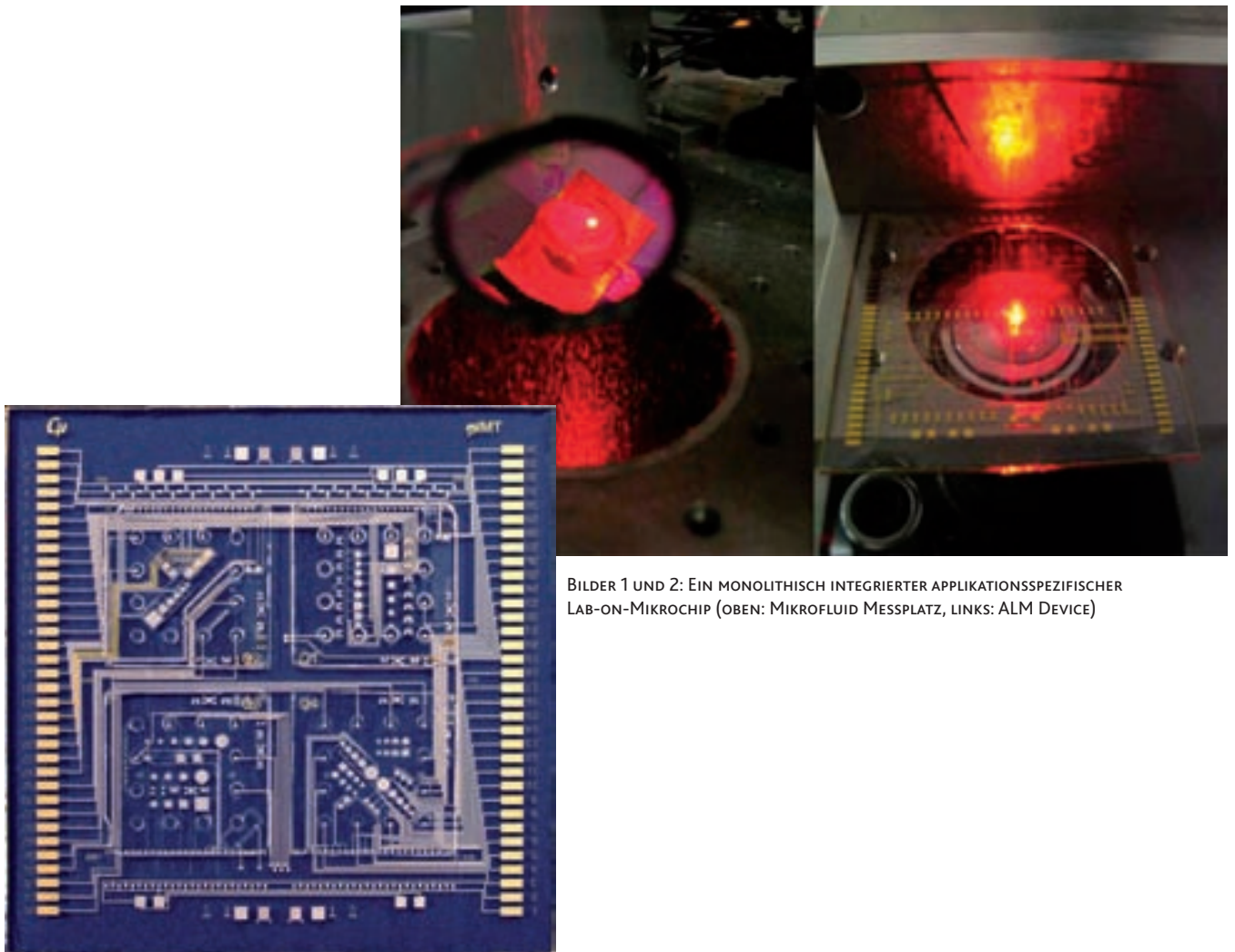
BILD 7: VERGLEICH DES GEMESSENEN (LINKS) UND BERECHNETEN (RECHTS) 2D GESCHWINDIGKEITSFELDS IM MITTELSCHNITT HINTER DEM FAHRZEUG OHNE AUSBLASEN, HINTERLEGT MIT DER DIMENSIONSLOSEN TURBULENTE KINETISCHE ENERGIE.

Forschung & Lehre

Halbleiterelektronik

Competence in Monolithic Instruments

Nach der stürmischen Entwicklung der Mikroelektronik und deren Durchdringung in alle Belange des täglichen Lebens erfahren wir derzeit den Trend zur Verschmelzung von Mikroelektronik mit mikromechanischen, mikrooptischen und mikrochemischen Komponenten. Diese unter dem Begriff Mikrosystemtechnik zusammengefassten Technologien mit ihren vielfältigen Ausprägungen und Anwendungen führen bei vielen konventionellen Produkten zu erheblichem Mehrwert.



BILDER 1 UND 2: EIN MONOLITHISCH INTEGRIERTER APPLIKATIONSSPEZIFISCHER LAB-ON-MIKROCHIP (OBEN: MIKROFLUID MESSPLATZ, LINKS: ALM DEVICE)

Um die Forschungs- und Lehraktivitäten auf diesem wichtigen Gebiet zu bündeln, hat sich aus den Fachgruppen der Professoren M. Böhm, R. Brück und D. Ehrhardt 2002 das Institut für Mikrosystemtechnik gegründet. Dabei werden in den drei Bereichen Halbleitertechnologie, Entwurf und Schaltungstechnik wesentliche Aspekte der Entwicklung und der Fertigung elektrischer und nicht-elektrischer Mikrosysteme abgedeckt.



Schwerpunkt der Aktivitäten des Bereichs Bauelemente sind innovative, auf Dünnschichtverfahren basierte Bauelemente, welche in Verbindung mit Standard-ASIC-Technologien (ASIC = Application Specific Integrated Circuit) neuartige Mikrosysteme für optoelektronische und biochemische Anwendungen ermöglichen.

Einen klassischen Arbeitsbereich bildet dabei die TFA- Technologie (TFA = Thin Film on ASIC), welche die Realisierung sehr leistungsfähiger CMOS-basierter Bildsensordsysteme on-chip ermöglicht, deren Eigenschaften konventionellen CCDs (Charged Coupled Devices) weit überlegen sind. Im TFA-Backend-Prozess werden kundenspezifische ASICs mit einem flächendeckenden optischen Sensor aus amorphem Silizium beschichtet. Aufgrund der vertikalen Integration steht die komplette Pixelfläche sowohl für integrierte Pixelelektronik als auch für das photoempfindliche Bauelement zur Verfügung. Zu den High-Lights der bisherigen Entwicklungen, die u. a. mit dem Phillip-Morris-Forschungspreis 1996 ausgezeichnet wurden, gehören die Multispektraldiode und ein lokalautoadaptiver Bildsensor mit einem Dynamikbereich von 120 dB.

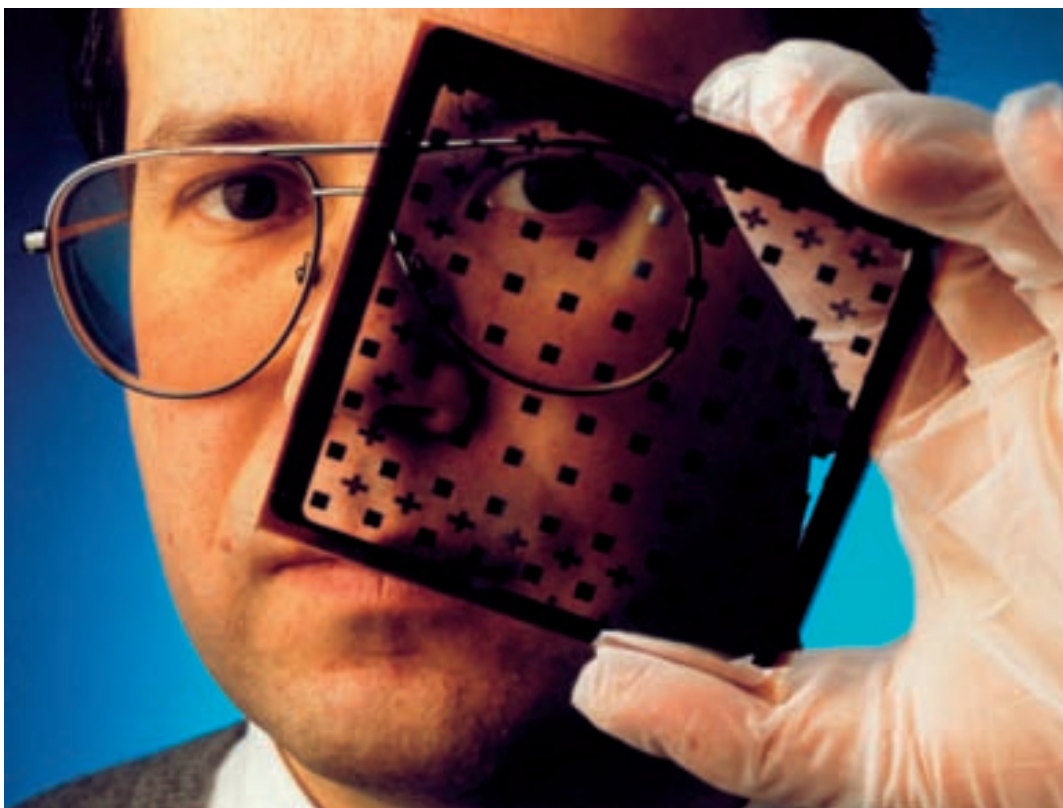


BILD 3: M. BÖHM MIT CHROMGLASMASKE

Einen weiteren Schwerpunkt stellt die Entwicklung von technologischen Verfahren und Bauelementen für Lab-on-Chip-Anwendungen dar. Hierbei wird ein mikrofluidisches System auf einem ASIC aufgebracht. Der ASIC fungiert gleichzeitig als Substrat für die Laborschicht und dient zur Prozesssteuerung, Signalaufbereitung und Datenausgabe. In der Laborschicht finden die chemischen Prozesse und der Transport der Materialien statt. Sie bestehen aus Polymer, in welchem durch Strukturierung Kanäle, Kompartimente, Pumpen, Mischer, Detektoren usw. eingebracht werden.

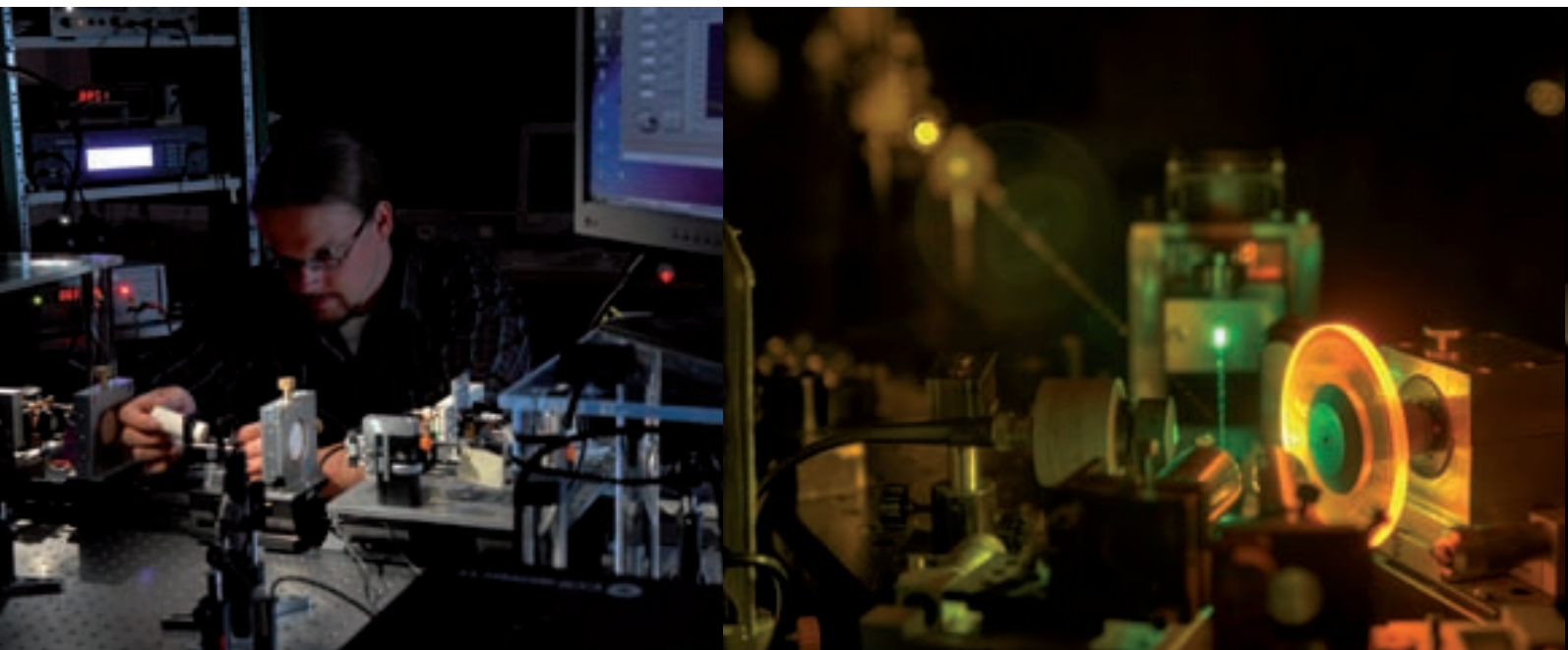
Forschung & Lehre

Höchstfrequenztechnik und Quantenelektronik

Die Arbeitsgruppe Höchstfrequenztechnik und Quantenelektronik beschäftigt sich in Forschung und Lehre mit der Entwicklung von photonischen und elektronischen Komponenten für Höchstfrequenzapplikationen in der Informationstechnologie, der Sicherheitstechnik, der Werkstoffanalytik und den Lebenswissenschaften. Die Arbeitsgruppe umfasst 15 wissenschaftliche und technische Mitarbeiter. In der Forschung werden vorrangig zwei Schwerpunktbereiche adressiert:

Der erste Schwerpunktbereich ist die organische Photonik. Hierbei werden polymerbasierte Laser entwickelt, die einen flexibleren und kostengünstigeren Einsatz von Laserquellen ermöglichen. Diese finden insbesondere im Bereich der Medizintechnik Anwendung. Desweiteren werden 3D konfokale optische Analyseverfahren entwickelt, die im Bereich der Materialanalytik Anwendung finden.

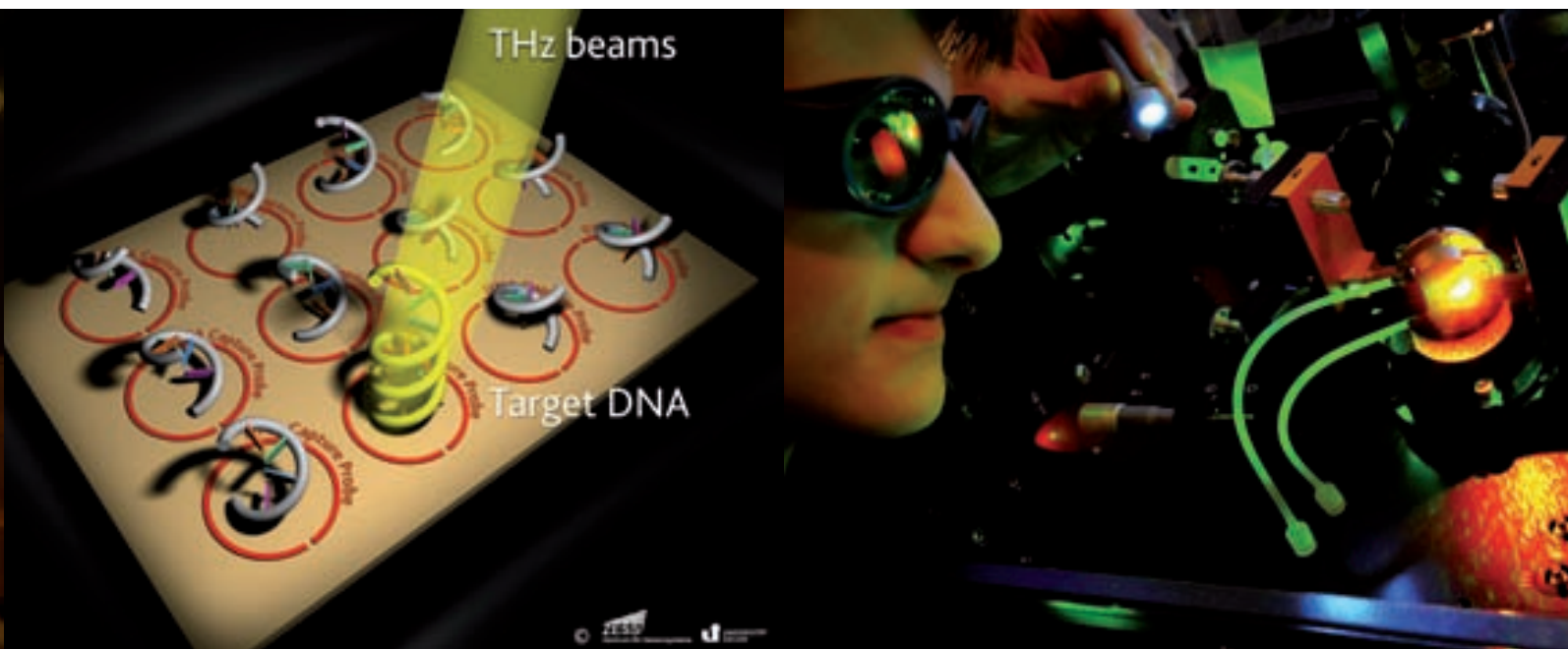
Der zweite Schwerpunktbereich beschäftigt sich mit der Entwicklung und Anwendung von elektromagnetischer Strahlung im Terahertz Frequenzbereich (10^{11} - 10^{13} Hz). Dieser bisher nur unzureichend erschlossene Bereich des elektromagnetischen Spektrums eröffnet eine Vielzahl von interdisziplinären Anwendungsgebieten und kann auf Grund intrinsischer Vorteile unsere analytischen Fähigkeiten radikal erweitern:





- Viele Materialien wie zum Beispiel Kleidung, Verpackungsmaterialien, zahlreiche Kunststoffe und keramische Materialien sind im THz-Bereich transparent. Dadurch werden neue Analyse- und Bildgebungsverfahren ermöglicht, beispielsweise in der Qualitätskontrolle oder der Sicherheitstechnik.
- THz-Strahlung ist nicht-ionisierend, daher unbedenklich für biomedizinische Analysen und bietet somit eine interessante Alternative zu herkömmlichen Röntgenverfahren.
- Spezifische THz Molekülrotationen und -schwingungen ermöglichen die selektive markierungsfreie Identifizierung von Molekülen und Molekülgruppen. Derzeitige Ergebnisse weisen ein hohes Potential für neuartige Biochiptechnologien auf.
- THz-Strahlung liefert direkte Einblicke in die elektronische Dynamik von Halbleitern, Metallen und Nanostrukturen, was eine besonders wichtige Rolle für zukünftige photonische und elektronische Komponenten der Informationstechnik darstellt.
- THz-Strahlung wird im Gegensatz zu optischen Wellenlängen weniger stark gestreut was den Einsatz bei rauen Umgebungsbedingungen begünstigt. Hierbei sind die Anwendungsgebiete Robotic Vision und Prozesskontrolle unter industriellen Produktionsbedingungen in der näheren Betrachtung.

Die Forschung der Arbeitsgruppe findet in enger Vernetzung mit internationalen wissenschaftlichen und industriellen Arbeitsgruppen statt und wird im Rahmen von DFG, bmbf, EU und industriell finanzierten Projekten durchgeführt (jährliches bewilligtes Drittmittelvolumen 800k€).



Die Juniorprofessur entwickelt Methoden und Werkzeuge für das Management von Technologien für eine marktorientierte und kostenoptimale Produktentstehung im Spannungsfeld von Technology Push und Market Pull. Das bedeutet, dass sowohl ingenieurwissenschaftliche als auch betriebswirtschaftliche Aspekte Berücksichtigung finden. Die theoretischen Überlegungen werden forschungsbegleitend in industrienahen Forschungsprojekten evaluiert.

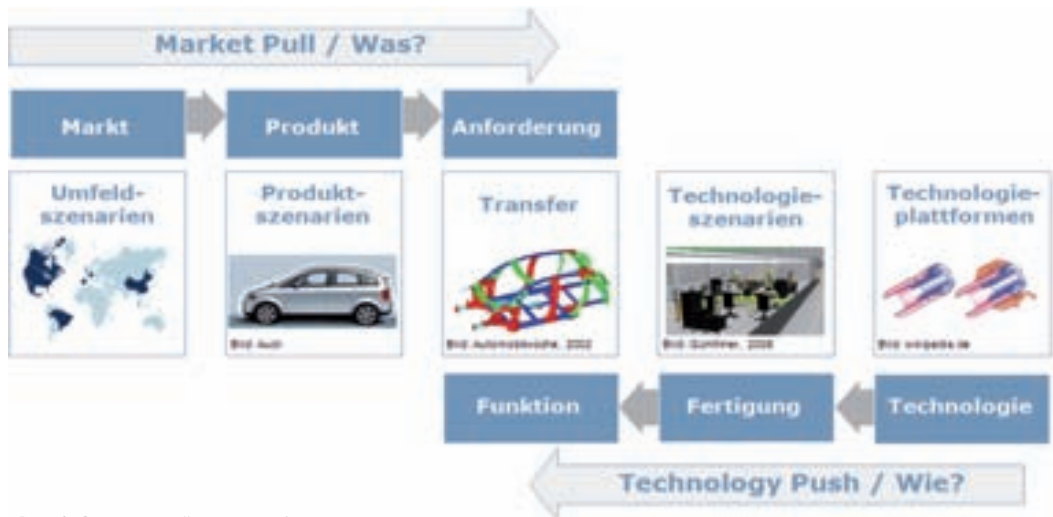


BILD 1: GRUNDVERSTÄNDNIS DER ARBEIT

Forschungsschwerpunkte

Szenariobasiertes Komplexitätsmanagement – Weiterentwicklung der Methode Szenariotechnik sowie deren Kernalgorithmen (Systemanalyse und Konsistenzalgorithmus) für den Einsatz auch in zukunftsfernen Fragestellungen. Dazu zählen unter anderem die Erstellung von Strategie-, Produkt-, Technologie-, Risiko- oder Fabrikplanungsszenarien. stets mit dem Ziel der Reduktion von Komplexität. Parallel zur Methodenentwicklung findet auch eine Weiterentwicklung der „Scenario-Software“ statt, welche als Software-Tool die Basis für die rechnergestützte Berechnung von Szenarien darstellt.

Technologiemanagement / Technologiekomplexität – Scanning, Monitoring, Beschreibung, Analyse und Visualisierung von Technologienetzwerken durch Weiterentwicklung der Szenariotechnik-Systemanalyse.

Produktionssysteme – Systems Engineering

Die Juniorprofessur leistet einen Forschungsbeitrag in Bezug auf die Beschreibung, Analyse und Optimierung von Produktionssystemen. Aus Sicht des Systems Engineering ist ein System mehr als die Summe seiner Subsysteme beziehungsweise Teile. Aus diesem Grund gilt es, die Gesamtzusammenhänge eines Systems zu betrachten. Die neu entwickelte Methode „GraFem – grafische Methode zur Fertigungsmodellierung“ erlaubt auf Basis einer funktionalen Darstellung von Fertigungs- sowie Montageschritten eine einfache Beschreibung eines Produktionssystems als Symbolfolge (Bild 2 – Darstellung eines einfachen Fertigungsprozesses). Je nach Detaillierungsgrad kann die Fertigung durch sogenannte „Elementarfunktionen“ oder beliebig höher aggregierte Funktionsblöcke modelliert werden.

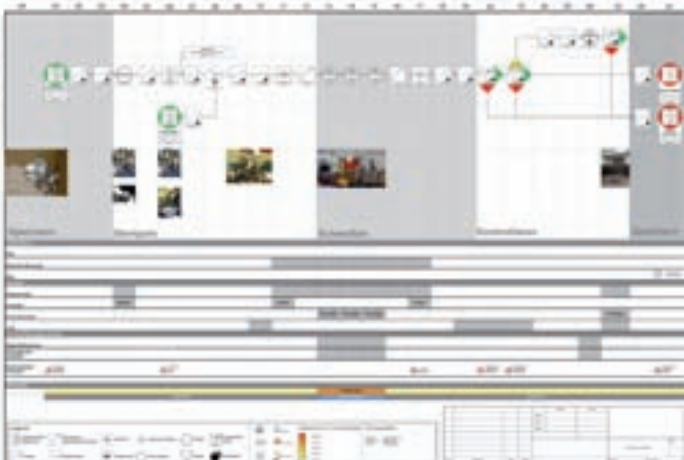


BILD 2: BEISPIELDARSTELLUNG EINER FERTIGUNGSFOLGE MIT FÜGE- UND PRÜFPROZESSEN



Aktuelles Projektbeispiel:

Analyse der Methoden des Lean Managements im Hinblick auf eine Adaptierung auf den Dienstleistungsbereich eines Finanzdienstleistungsunternehmens

Ein Schritt, den die verarbeitende Industrie bereits vollzogen hat, ist die Betrachtung sämtlicher unternehmensrelevanter Vorgänge als Prozesse. Diese Prozessorientierung ermöglicht eine strukturierte Bewältigung aufkommender Probleme. In Unternehmen des Dienstleistungssektors ist diese Sichtweise allerdings bislang zumeist nur in den Köpfen der Unternehmensführung vorhanden und somit auch nur vereinzelt in diesen Unternehmen umgesetzt.

Im Kontext der Prozessorientierung finden ein Vielzahl an Methoden Anwendung, insbesondere bei der Optimierung der bestehenden Prozesse. An dieser Stelle sind u.a. die Ansätze des Lean Managements als probater Werkzeugkasten zu nennen. Diese Methoden finden allerdings bislang nur Verwendung in der verarbeitenden Industrie und selten in Finanzdienstleistungsunternehmen.



BILD 3: EINSATZ VON LEGO®-BAUSÄTZEN

Projektziele:

- Adaption der Methoden des Lean Managements mit dem Fokus auf Finanzdienstleistungen
- Aufdecken von Verbesserungspotenzialen
- Pilotenhafte Umsetzung adaptierter Methoden des Lean Managements
- Projektbegleitendes Change-Management durch Workshops



BILD 4: ÜBUNG ZUR ABSTRAKTION VON VERBESSERUNGSPOTENZIALEN IM ARBEITSABLAUF

Das Prinzip der kontinuierlichen Verbesserungsmöglichkeiten war der eine Aspekt im Projekt. Die Mitarbeiter vom Nutzen der Veränderungen zu überzeugen, der andere. Um Ängsten, Bedenken und Unkenntnis zu begegnen, wurden daher Simulationen durchgeführt, die persönliche Denkprozesse provozierten.

Bild 3 zeigt den Einsatz von Lego®-Bausätzen zum Erleben der Vorteile strukturierter Arbeitsprozesse. Bild 4 zeigt eine Übung zur Abstraktion von Verbesserungspotenzialen im Arbeitsablauf. Über mehrere Stufen der Simulation hinweg wurden ständige Verbesserungen vorgeschlagen und intensiv diskutiert.

Nach einigen Monaten mit den neuen Arbeitsbedingungen hat sich rückblickend ein Großteil der Belegschaft sehr positiv zum Projekt geäußert.

Bedingt durch die zunehmende Globalisierung und die Forderung nach immer kürzeren Produktentwicklungszeiten ist Simultaneous Engineering in kreativen und dezentralen, evtl. sogar internationalen Teams, heute unumgänglich. Ein wichtiger Faktor für den Erfolg von Entwicklungsprojekten ist der richtige Einsatz geeigneter Konstruktionsmethodiken wie Value Management, FMEA, QFD, etc. Durch diese können Konstruktionsprozesse entscheidend beschleunigt und optimiert werden.

Eine weitere Reduzierung der Produktentwicklungszeiten kann mit Hilfe der virtuellen Produktentwicklung erfolgen. Hierbei stellen 3D-CAD Daten die Voraussetzung für die virtuelle Produktentwicklung dar. Die auf dieser Basis entstandenen Volumenmodelle werden für nachfolgende Analysen im Bereich der Kinematik, der Mehrkörperdynamik oder der Strukturanalyse genutzt.

In der Lehre kommen verschiedene 3D-CAD Systeme zum Einsatz. Neben der Vermittlung von Grundkenntnissen besteht die Möglichkeit fortgeschrittene Kenntnisse in den einzelnen CAD-Systemen zu erwerben.

Um die ersten digitalen Prototypen in Form von 3D-CAD Datensätzen sprichwörtlich „begreifen“ zu können, steht am Lehrstuhl eine Rapid Prototyping Anlage zur Verfügung, die nach dem Prinzip des Fused Deposition Modelings arbeitet.

Im Bereich der Kinematik gibt es ein umfangreiches Lehrangebot, das die Bereiche der Synthese und Analyse von ungleichmäßig übersetzenden Getrieben und Mechanismen abdeckt. Hierdurch werden Kenntnisse vermittelt, die es erlauben, Getriebe zu konstruieren, die eine vorgegebene Bewegungsaufgabe erfüllen. Zudem können durch nachfolgende Analysen Aussagen über z.B. Kräfteverhältnisse oder Beschleunigungsverläufe getroffen werden, die die Grundlage zur Dimensionierung einzelner Bauteile darstellen.

Die Lehrinhalte zur Produktentwicklung werden hinsichtlich technisch wirtschaftlicher Aspekte und der methodischen Vorgehensweise bei der Konstruktion unterteilt. Die ersten Anwendungen der vermittelten Kenntnisse können in einer Projektstudie umgesetzt werden, bei der die systematische Überarbeitung eines Produktes durch verschiedene Teams erfolgt.

Die Arbeits- und Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe finden sich auch in Studien-, Bachelor-, Diplom- und Masterarbeiten wieder, die inhaltlich und formal durch den Lehrstuhl betreut werden. Die Forschungsschwerpunkte der Arbeitsgruppe sind im Bereich der virtuellen Produktentwicklung und der Konstruktionsmethodik angesiedelt.



Aktuelles Projektbeispiel:

Entwicklung eines Linearaktors für hochpräzise Bewegungs- und Messaufgaben mit Werkzeugen des Value Managements

Das Umfeld von Produktentwicklungsprozessen hat sich in den letzten Jahren drastisch gewandelt. Wer erfolgreich gegenüber dem Wettbewerb bestehen will, muss neue Trends frühzeitig erkennen, verfügbare Informationen bestmöglich nutzen und neue Technologiekonzepte in den Markt einbringen. Unternehmen, die sich diesen Herausforderungen erfolgreich stellen wollen, kommen nicht umhin, ihre Entwicklungsprozesse kritisch zu überdenken und diese an die neuen Gegebenheiten anzupassen. Die Werkzeuge des Value Management sind hierzu hervorragend geeignet.

Um auf konventionellem Weg eine Linearachse zu gestalten, die eine Kraft- und Positions- Regelung ermöglicht, muss der Anwender Einzelbaugruppen zu einem System zusammenstellen. Dazu benötigt er z.B. einen Linearantrieb, ein (externes) Längenmesssystem, eine Kraftmessdose und eine Steuerung. Die verschiedenen mechanischen und elektrischen Schnittstellen miteinander zu verbinden, stellt eine immer wieder neue Herausforderung dar.

Ausgehend von dieser Situation wurde in Kooperation mit der Fa. Micro Mechatronik Technologies AG ein Linearaktor entwickelt, der alle Komponenten in einem Produkt vereint. Durch diese Integration können Bewegungsprofile mit den Variablen Weg, Zeit, Beschleunigung, Geschwindigkeit und Kraft definiert und kombiniert werden. Der Aktor kann sich nicht nur schnell, kraftdosiert und mikrometergenau bewegen, sondern gleichzeitig Messungen durchführen und seine Aktionen dem Messergebnis anpassen. Ein Einsatz für anspruchsvolle Bestückungs- und Fügevorgänge ist damit ebenso möglich wie die Verwendung als elektronische Kurvenscheibe.

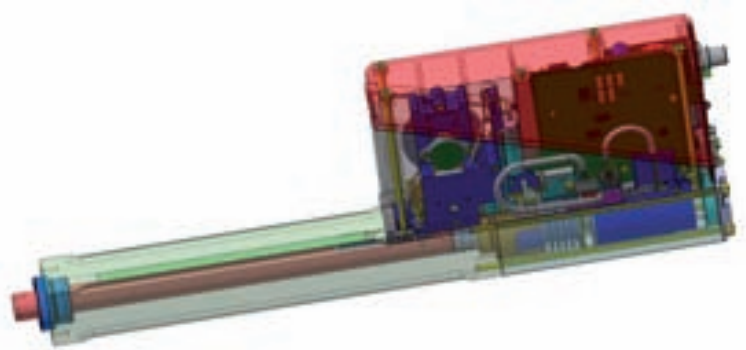


BILD 1: 3D-CAD MODELL DES LINEARAKTORS

In einem ersten Schritt wurde mit Hilfe des Quality Function Deployment (QFD) die Marktposition des Linearaktors abgesichert. Ausgehend von dem House of Quality wurden erste Ansatzpunkte für Verbesserungen erkennbar. Eine zusätzlich durchgeführte FMEA diente dem Aufdecken technischer Mängel und Risiken. Diese herausgearbeiteten Ansatzpunkte dienen als Ausgangsbasis einer anschließend durchgeführten Wertanalyse.

Das Ergebnis dieser Wertanalyse ist ein neu gestalteter Linearaktor, der bei verbesserten technischen Eigenschaften im Gegensatz zu dem bisherigen Gerät auch für eine automatisierbare Großserienfertigung geeignet ist. Durch die konzeptionelle Überarbeitung konnten zudem die Herstellkosten erheblich gesenkt werden.



BILD 2: KOMBINATION VON 3 LINEARAKTOREN FÜR RÄUMLICHE POSITIONIERUNGS-AUFGABEN

Leistungselektronik und Elektrische Antriebe

Energieumwandlung, die Zukunft bewegt

In den industriellen Anwendungen der Automatisierungs- und Produktionstechnik aber auch zunehmend in der Energietechnik und im Automotive-Bereich sind heute hoch entwickelte und intelligente Komponenten der Leistungselektronik und der elektrischen Antriebstechnik Schlüsselkomponenten.

Der Lehrstuhl für Leistungselektronik und elektrische Antriebe der Universität Siegen widmet sich in Forschung und Lehre diesen wichtigen Themen. Die vielfältigen Arbeiten des Lehrstuhls ergeben sich aus aktuellen Fragestellungen der Automatisierungstechnik und der Energietechnik und erfordern eine interdisziplinäre Arbeit in den verschiedenen Bereichen: elektrische Maschinen, Elektronik, Leistungselektronik, Regelungstechnik, Sensorik, analoge und digitale Signalverarbeitung sowie Informatik.

Im Bereich der Leistungselektronik befassen sich die Forschungsarbeiten mit Umrichtern für elektrische Antriebe und mit Topologien für Energieerzeugungssysteme kleinster Leistung. Im Vordergrund stehen dabei die Robustheit, Fehlertoleranz, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit der Komponenten und Systeme.

In der elektrischen Antriebstechnik werden am Lehrstuhl sowohl die klassischen Fragestellungen im Bereich der hochdynamischen und präzisen Drehmoment-, Geschwindigkeits- und Lageregelung als auch zukunftsweisende Themen erforscht. Hierzu gehören die Identifikation der Parameter des gesamten Antriebssystems und die Systemdiagnose. Die Parameteridentifikation ist für eine automatische oder geführte Inbetriebnahme insbesondere bei höherwertigen Regelkonzepten unabdingbar, deshalb sind hier Forschungsarbeiten erforderlich, die sich mit der geeigneten Modellierung, mit der Simulation und mit der Parameteridentifikation anhand der im Antriebsregelgerät gemessenen Größen befassen.

Der Forderung nach höherer Verfügbarkeit von Systemen kann man mit präventiven Diagnoseverfahren zur Früherkennung von Fehlern oder mit fehlertoleranten Regelungskonzepten gerecht werden. Die geeignete Modellierung der fehlerbehafteten Systeme und die Erforschung geeigneter Regelstrategien im Fehlerfall sind deshalb wichtige zukunftsorientierte Forschungsthemen am Lehrstuhl.

Der Lehrstuhl verfügt über geeignete Laboreinrichtungen zur Durchführung der Forschungsvorhaben. Dienstleistungen für die Industrie gehen von der einfachen Beratung zu laufenden Entwicklungen über Laboruntersuchungen bis hin zu gemeinsamen Forschungsprojekten.



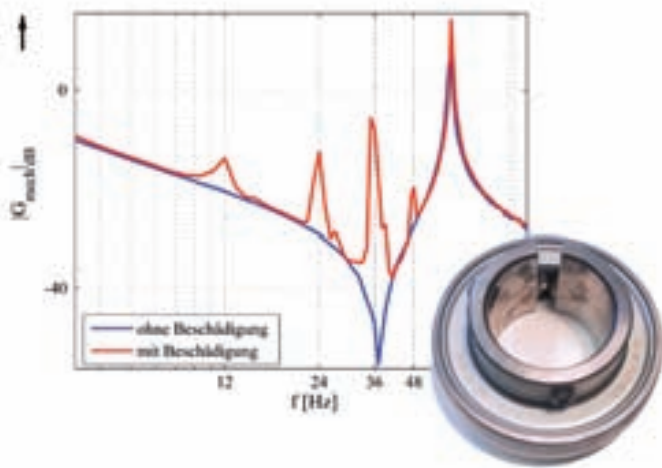
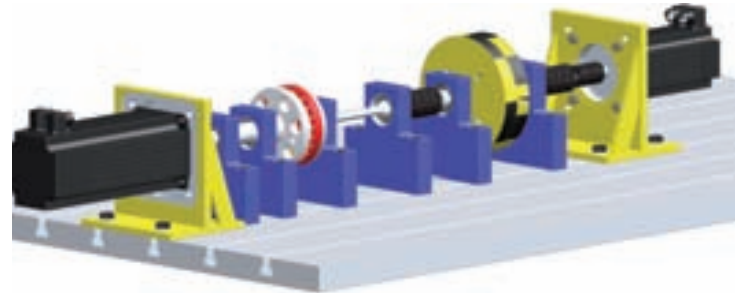
BILD 1: LEHRSTUHLTEAM: PROF. PACAS, ERHARD OERTER, HENNING ZOUBEK, SABINE LEUKEL, HANS WALTER BRUCH, KLAUS TEICHMANN, SIMON FEUERSÄNGER, GÖTZ POENARU, INTHALA SOUMEK, MANUEL STEINBRING, SAUL DUFOO (V.L.N.R.)



Aktuelle Projektbeispiele:

Identifikation und Diagnose von Antriebssystemen

Modell eines Antriebsstrangs als Mehrmassensystem mit Losekupplung. Für die Inbetriebnahme und die optimierte Regelung von Antrieben sind Routinen zur Parameteridentifikation wichtige Werkzeuge.



Die Bestimmung des Frequenzganges zeigt den Schaden am Wälzlager in der Mechanik. Diagnoseverfahren zur frühzeitigen Erkennung von Beschädigungen im Antriebssystem erhöhen die Zuverlässigkeit und die Verfügbarkeit von Anlagen.

Leistungselektronik in industriellen Anwendungen

Leistungselektronische Schaltungen erlauben die effiziente Umwandlung von elektrischer Energie. Beispielsweise wird in einem Industrieschweißgerät eine Leistung von bis zu 30.000 Watt (ca. 40PS) aus der Starkstrom-Steckdose entnommen, um den notwendigen Schweißgleichstrom von 500 Ampere bereitzustellen.



Innovative Topologien für regenerative Kleinkraftwerke

Dieses kleine Wasserkraftwerk könnte in entlegenen Orten regenerative Energie mit einer Leistung von bis zu 1 kW bereitstellen. Robustheit, Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit spielen auch bei dieser Art der Anwendung eine wichtige Rolle.

Logistik für Produktionsunternehmen

Im Vergleich zu anderen Wissenschaftsdisziplinen ist die oben genannte Forschungsrichtung eine recht junge Fachrichtung. Erst zu Beginn des 20. Jahrhunderts gab Henry Ford mit der Einführung des Fließbandes grundlegende Impulse. Deren hohe betriebs- und volkswirtschaftliche Bedeutung bewirkte eine rasante Weiterentwicklung der Prinzipien und Methoden. Bereits in den 50-iger Jahren wurde mit dem Toyota Produktionssystem und seiner konsequenten Kundenorientierung und Vermeidung von Verschwendung eine weitere Entwicklungsstufe erreicht. Einerseits erfolgt eine kontinuierliche Weiterentwicklung dieser Erkenntnisse, andererseits erzeugen Innovationen wie das Internet, die Transpondertechnik oder die Fortschritte in der EDV immer wieder Entwicklungssprünge in diesem Bereich.

Der Bereich der Lehre umfasst drei inhaltliche Schwerpunkte: Die Produktionsplanung hat dabei sowohl die Planung und Entwicklung von industriellen Strukturen (zumeist Fabriken) zum Gegenstand wie auch die Verfahrensweisen zu deren Betrieb. In der Logistik geht es in erster Linie um Materialbewegungen zum Beispiel zur Produktionsversorgung in den Betrieben oder die Belieferungen von Kunden. Das Operations Research befasst sich als übergeordnete Thematik mit quantitativen Methoden zur Entscheidungsfindung und Optimierung. Typische Problemstellungen sind beispielsweise die Tourenoptimierung oder Reihenfolgeplanungen in der Auftragsfreigabe.

Industrielle Produktion findet heutzutage nicht nur in der Automobilindustrie in internationalen oder oftmals sogar globalen Netzwerken statt. Hieraus resultiert eine Vielzahl von neuen Anforderungen an die Akteure. Diesen widmet man sich am Fachgebiet im Rahmen der allgemeinen Forschungsaktivitäten und im Verlauf von Promotionsverfahren.

Arbeits- und Forschungsgebiete:

Intralogistik

- Rüstzeitminimierung
- One-piece-flow
- Wertstromanalyse und -design
- I&K-Techniken
- Geschäftsprozessoptimierung

Produktionsstrategien

- Fertigungssegmentierung
- Materialbevorratungsebenen
- Just-in-time-Konzepte
- Kanban-Steuerungen
- Vendor-managed-inventory-Konzepte

Fabrikstrukturplanung

- Layoutplanung
- Materialversorgungskonzepte
- Maschinenbelegungsplanung
- Arbeitsplatzgestaltung

Materialflussplanung

- Förder- und Lagertechnik
- Umschlagtechnik
- Kommissioniersysteme und -strategien



Aktuelles Projektbeispiel:

Layoutplanung und Materialflussoptimierung

Ein mittelständisches Unternehmen benötigt wegen der Ausweitung der Produktion eine neue Fertigungshalle. Die Anordnung der Planungsflächen muss in einer Weise erfolgen, dass nur ein geringer Flächenbedarf entsteht und kurze Wege den Transportaufwand niedrig halten. Eine Vielzahl von Algorithmen steht zur Verfügung, um günstige Layoutentwürfe zu erzeugen.

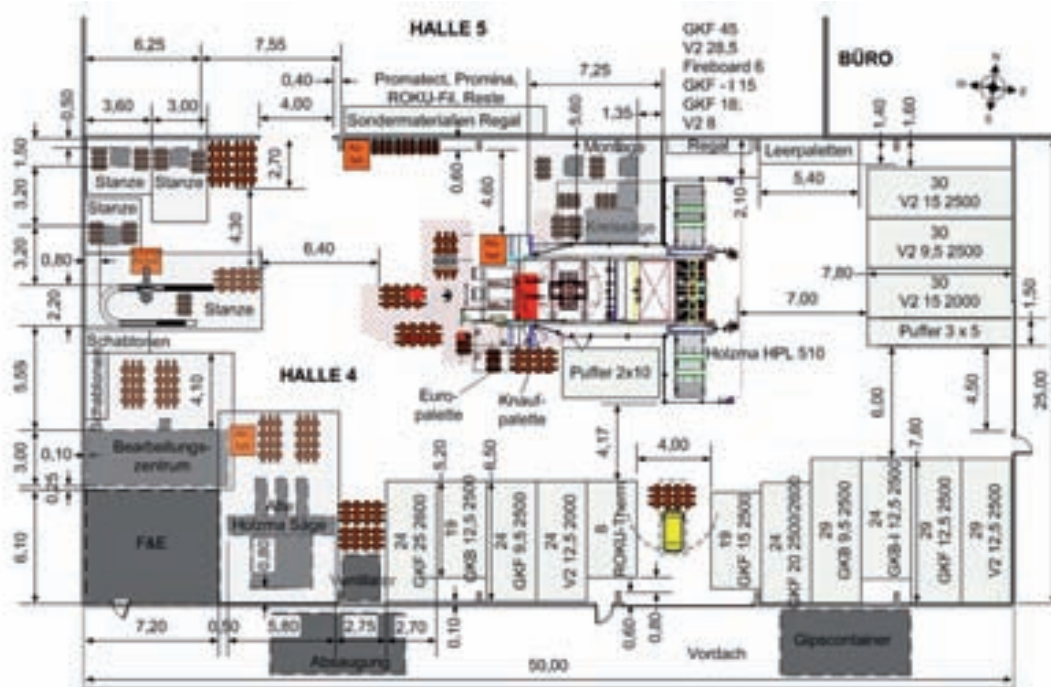


BILD 1: LAYOUTENTWURF



BILD 2: LAGERORT

Im Rahmen eines Materialversorgungskonzeptes sind die Lagerorte der benötigten Materialien festzulegen sowie Dimensionierungen der Lagerflächen vorzunehmen. Förder- und Lagertechnik sowie die Ladehilfsmittel müssen in einem Gesamtkonzept aufeinander abgestimmt werden.

Die Arbeitsplätze sind ergonomisch zu gestalten, so dass sich niedrige Belastungen der Mitarbeiter ergeben und die Produktionsprozesse reibungslos und effizient ablaufen können.

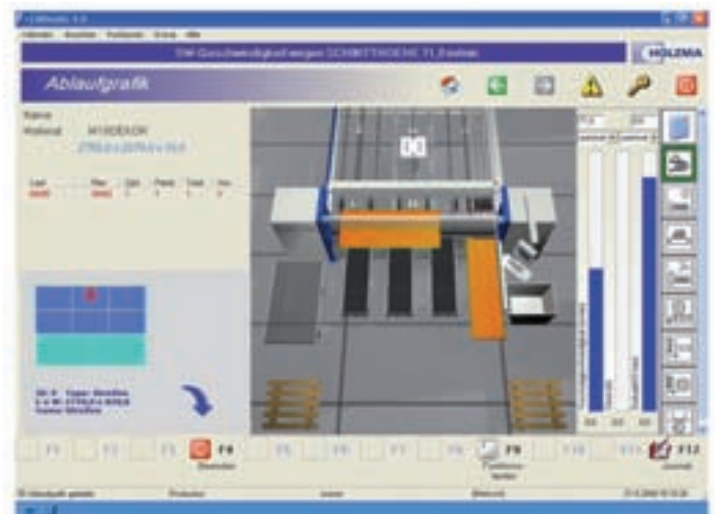


BILD 3: ARBEITSPLATZGESTALTUNG MIT UNTERSTÜTZUNG VON SOFTWARE

Forschung & Lehre

Management internationaler Projekte

In vielen Industrie- und Dienstleistungsunternehmen wird in Form von Projekten gearbeitet. Diese „Projektorientierung“ hat sich zu einer erfolgreichen Organisations- und Führungsform entwickelt. Typische Aufgaben, in denen Projektmanagement unverzichtbar geworden ist, sind Aufträge und Vorhaben, die in ihrer Struktur und ihren Randbedingungen als „einmalig“ gelten. Dazu zählen beispielhaft Aufträge des Anlagenbaus, Produkte des Maschinenbaus mit stark innovativem Charakter oder kundenspezifischer Anpassung, Vorhaben der Produktentwicklung und Investitionsvorhaben in Fabriken und Produktionsanlagen, Informationstechnologie und ähnliche.

„Projektmanagement“ und „projektorientierte Unternehmen“ stehen im Mittelpunkt von Forschung und Lehre am Lehrstuhl „Management internationaler Projekte (MIP)“. Wir entwickeln das Fachgebiet weiter und vermitteln Grundlagen und Forschungserkenntnisse an unsere Studierenden des Maschinenbaus, des Wirtschaftsingenieurwesens und des International Project Engineering and Management.

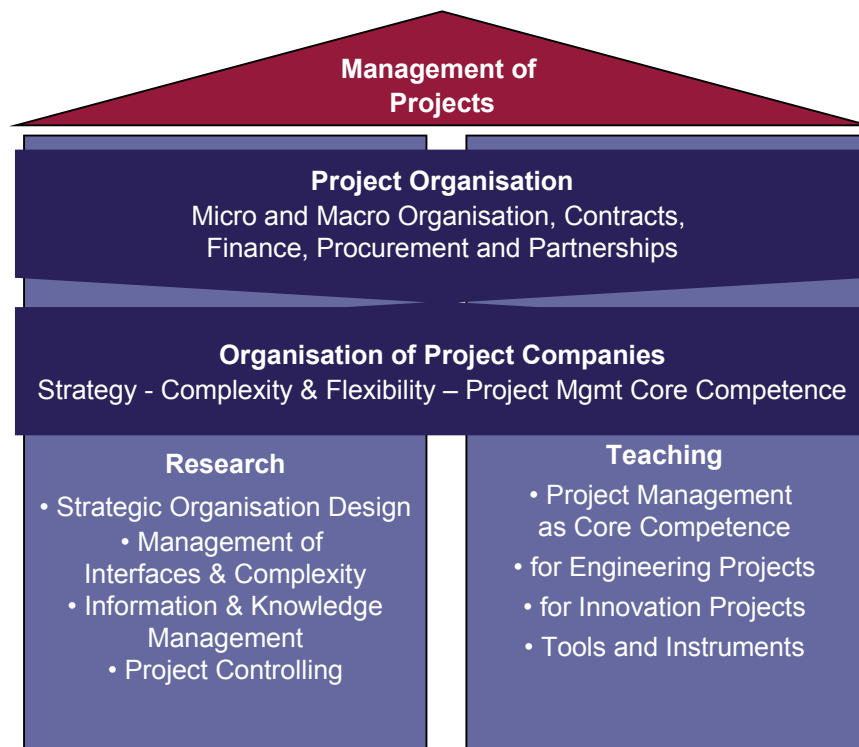


BILD 1: ORGANISATION VON PROJEKTEN

Da sich Projektmanagement, wie alle Wissenschaftsdisziplinen, stark ausdifferenziert hat, konzentrieren wir uns auf Projekte, wie sie im Maschinen- und Anlagenbau sowie in der Automobilindustrie und deren Lieferantenkette vorkommen. Alle Projekte werden auch im internationalen Kontext gesehen. Dabei konzentriert sich die Forschung auf die Geschäftsprozesse der Projektabwicklung von der strategischen Ausrichtung (Liefer- und Leistungsdefinition) bis zur Kompetenz des einzelnen Projektmitarbeiters.

Theoretische Erkenntnisse, die wir an der Praxis messen, sind unsere Herausforderung. Wir arbeiten theoretisch mit den Werkzeugen der Action Research und explorativer Studien, um Hypothesen zu generieren, und sichern sie durch empirische Studien ab. Daraus entstehen für die Praxis sinnvolle Planungs- und Gestaltungsmethoden und Empfehlungen.



Aktuelles Projektbeispiel:

Reconciling Order & Chaos in Multi-Project Firms

Fragestellung: Unternehmen werden mit einer Vielfalt von widersprüchlichen Anforderungen konfrontiert: Unsicherheit und präzise Prognose, Effizienz und Flexibilität, Globalisierung und Regionalisierung, Design und Funktionalität, usw.

Diese Studie beschäftigt sich mit der widersprüchlichen Anforderung zwischen Ordnung und Flexibilität (Chaos). Dabei wurde eine Analyse durchgeführt, um zu erkennen, ob und wie Unternehmen in der Lage sind, Ordnung und Chaos in ein Gleichgewicht zu bringen. Projekt und Multi-Projekt-Unternehmen werden besonders mit diesem Widerspruch konfrontiert, da Ordnung und Chaos, Standardisierung und Flexibilität in den Projekten, Arbeitsgruppen, Unternehmensstrukturen, Projektorganisationen usw. gleichzeitig präsent sind.

Die Antwort auf diese Fragestellung ermöglicht die Gestaltung einer optimierten Organisationsstruktur für Multi-Projekt-Unternehmen und stellt Werkzeuge für unterschiedlichste Vorhaben des Managements zur Verfügung.

Methodologie: Die Forschung erfolgte in drei Phasen: Vorstudie, Konzeptphase und Validierungsphase (deduktive Validierung des Modells durch eine „Multi-Case“ Studie in sieben Unternehmen).

Modell: Die Spannung zwischen Ordnung und Chaos wurde durch den „Fit“ zwischen der Komplexität der Projekte und der Flexibilität der Organisationsstruktur unter Einbeziehen des Projekt- und Organisationserfolges als Zielvariable untersucht. Die Konzepte von Komplexität und Flexibilität wurden definiert und gemessen. Die Ergebnisse dienten dazu, die Organisationseinheiten der Unternehmen zu entschlüsseln und vier Organisationsarchetypen zu definieren: Kreativ-reflektive und mechanistisch strukturierte („in Fit“), sowie „Chaotifizierung der Ordnung“ und „Bürokratisierung des Chaos“ („in Misfit“).

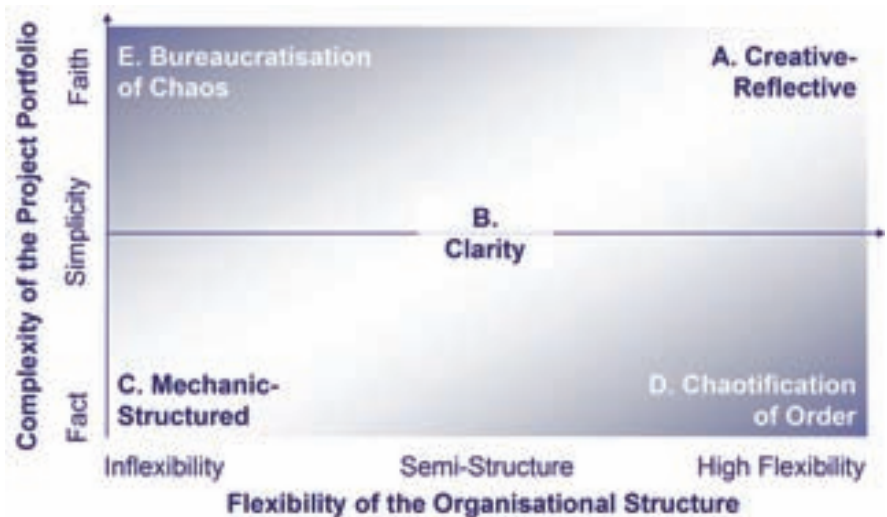


BILD 2: FLEXIBILITÄT DER ORGANISATIONSTRUKTUR

Die Organisationseinheiten haben sich selbst und die anderen verändert und hiermit den Organisationsarchetyp gewechselt. Diese Dynamik wurde ebenfalls studiert. Dabei wurde festgestellt, dass es bestimmter Kernkompetenzen bedarf, um die Spannung zwischen Ordnung und Chaos zu steuern.

Forschungsergebnisse: Multi-Projekt-Unternehmen waren in der Tat gleichzeitig mit Ordnung und Chaos konfrontiert. Die Organisationseinheiten folgten den vier vorgeschlagenen Organisationsarchetypen.

Dabei stellte sich heraus, dass ein „Misfit“ in Richtung „Bürokratisierung des Chaos“ einen wesentlich stärkeren negativen Einfluss auf den Erfolg des Projektes und der Organisationseinheit hatte, als ein „Misfit“ in Richtung „Chaotifizierung der Ordnung“. Es wurden diverse Instrumente wie „Projekt-Konklave“, „FitChain Management“ und „Factitious Positions“ entwickelt. Sie stellen mögliche Lösungen für das Unternehmen und die Mitarbeiter dar, um die Spannung zwischen Ordnung und Chaos zu koordinieren. „Interaction Kernkompetenz“ war dabei von Vorteil.

Maschinenelemente und Leichtbaukonstruktion

Die steigende Bedeutung des wirtschaftlichen Bemessens und sorgfältigen Berechnens von Bauteilen bedingt die Anwendung der Festigkeitslehre beim Nachrechnen genormter Teile oder eine entsprechende vollständige Berechnung neu zu gestaltender Maschinenteile, was eine mathematisch-naturwissenschaftliche Durchdringung des Stoffes voraussetzt. Die zunehmend schnellere Veralterung technischer Produkte verlangt eine stärkere Vertiefung der Grundlagenfächer. Aus dieser Sicht kommt den Maschinenelementen als Grundlage für das Konstruieren eine herausragende Rolle zu.

Im Grundstudium des Maschinenbaus werden im Fach Maschinenelemente elementare Kenntnisse zur Gestaltung und Berechnung von Maschinenbauteilen vermittelt. Dabei werden Berechnungsgleichungen hergeleitet, physikalische Abhängigkeiten und allgemeine Zusammenhänge aufgezeigt. Damit wird die Basis für vertiefende Lehrveranstaltungen im Hauptstudium geschaffen. In der Vorlesung Leichtbaukonstruktion bzw. Leichtbau und Betriebsfestigkeit werden die Kenntnisse vertieft. Es wird die Fähigkeit zum Gestalten, Dimensionieren und Optimieren von Bauteilen aus Kompakt- und Verbundwerkstoffen hinsichtlich Tragfähigkeit und Steifigkeit bei geringem Gewicht und niedrigen Kosten erlernt.



BILD 1: LEICHTBAUGERECHTE KONSTRUKTION IM MASCHINENBAU

Die Forschungsschwerpunkte (siehe Bild 1) zu den Themen Leichtbaukonstruktion und Betriebsfestigkeit verfolgen das Ziel, theoretische und experimentelle Verfahren zu entwickeln, mit deren Hilfe Maschinen, Anlagen und Fahrzeuge gegen zeitlich veränderliche Betriebsbelastungen für eine bestimmte Nutzungsdauer zuverlässig bemessen werden können. Dabei hilft der Leichtbau aus funktionalen und ökonomischen Gründen Gewicht zu reduzieren, ohne die Tragfähigkeit der Konstruktionen zu schmälern.

Forschungsschwerpunkte:

- Beanspruchungsanalyse und Lebensdauervorhersage mittels numerischer Simulation und experimenteller Untersuchungen.
- Ermittlung und statistische Beschreibung von Betriebsbelastungen und -beanspruchungen als Grundlage für rechnerische Lebensdauerabschätzungen und Betriebslastensimulation.
- Erarbeitung von Konstruktionskonzepten zur optimalen Gestaltung von Bauteilen aus Kompakt- und Verbundwerkstoffen.
- Einsatz von Wertanalyse und Kostenmodellen im Konstruktionsprozess zur Kostenabschätzung bei der lebenszyklusorientierten Auslegung von Bauteileigenschaften.



Aktuelles Projektbeispiel:

Betriebsfeste Bemessung von Flyerketten für Gabelstapler-Hubeinrichtungen nach dem Strukturspannungskonzept

Stetig wachsende Kundenansprüche bezüglich Sicherheit, Qualität und Leichtbau erfordern zunehmend den Einsatz von numerischen Simulationsverfahren zur virtuellen Produktentwicklung.



BILD 2:
EINSATZ VON FLYERKETTEN IN
GABELSTAPLER-HUBEINRICHTUNGEN

Am Beispiel der konstruktionsbegleitenden Bemessung von Flyerketten, welche in Hubeinrichtungen von Gabelstaplern im Einsatz sind (siehe Bild 2), wird die Vorgehensweise im Rahmen der betriebsfesten Bauteildimensionierung dargestellt.

Einen Schwerpunkt stellt dabei die Umsetzung der realen Baugruppe Flyerkette unter realistischen Randbedingungen in der Finite-Elemente-Methode-Berechnungssoftware ANSYS dar. Neben der Definition der in dem Simulationsmodell aufgetragenen Randbedingungen, die sich aus den im Betrieb herrschenden Belastungs- und Lagerbedingungen ergeben, wird außerdem die Definition der Kontaktbedingungen zwischen den einzelnen Bauteilen der Baugruppe Flyerkette in ANSYS beschrieben. Des Weiteren muss eine Implementierung der Materialparameter im Finite-Elemente-Methode-Programm erfolgen, welche durch eine Werkstoffanalyse an bauteilähnlichen Probekörpern ermittelt werden.

Im Rahmen der betriebsfesten Bemessung müssen experimentelle Untersuchungen zur Analyse der im Betrieb auftretenden schwingenden Belastungen durchgeführt werden, um eine realistische Abschätzung der Lebensdauer der Flyerketten zu gewährleisten.

Aufgrund der gemessenen Betriebsbelastungen wird ein Bemessungskollektiv für die Nutzungsdauer der Flyerkette extrapoliert. Im eigentlichen Bemessungskonzept der Flyerketten wird das Strukturspannungskonzept angewendet. Ausgehend vom Bemessungskollektiv auf Belastungsebene werden die Beanspruchungen der Flyerketten unter Anwendung der Finite-Elemente-Methode ermittelt (siehe Bild 3). Für die kritischen Stellen der Flyerkette wird ein Beanspruchungskollektiv erstellt und für den Lebensdauernachweis nach dem Strukturspannungskonzept einer Werkstoff-WÖHLERlinie gegenübergestellt. Die sich ergebene Schädigung wird für unterschiedliche MINER-Modifikationen berechnet und durch experimentell durchgeführte Programmbelastungsversuche validiert.

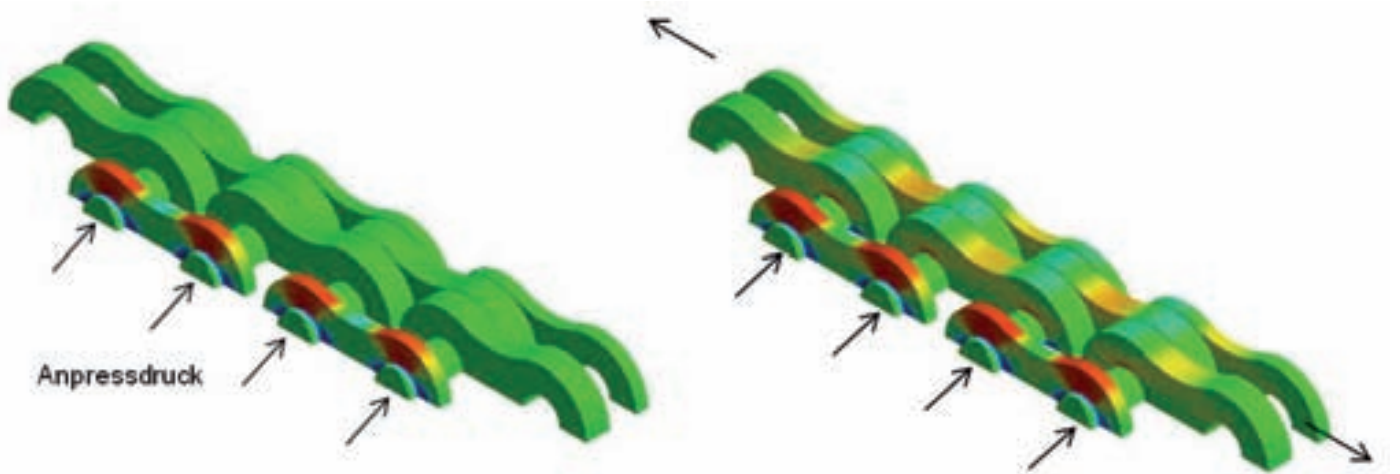


BILD 3: SPANNUNGSVERTEILUNG IN DER FLYERKETTE BEI BELASTUNG IN ZWEI SCHRITTEN
A: FERTIGUNGSPROZESS: PRESSSITZ ZWISCHEN AUSSENLASCHEN UND BOLZEN

B: FAHR- UND HUBBETRIEB: AUFBRINGEN DER EXTRAPOLIERTEN MAXIMALBELASTUNG

Maschinenelemente - Verbindungstechnik - Produktinnovation

Heute sind optimierte Produkte die Lebensgrundlage jedes Einzelnen und jedes Unternehmens. Im technischen Bereich ist die gleichzeitige Optimierung von konstruktiver Gestaltung, Werkstoff, Oberfläche, Fertigung, Montage und mechatronischen Funktionen sowie die Generierung eines marktorientierten, zuverlässigen und kostenreduzierten Produktes in möglichst kurzer Zeit mehr denn je gefragt.



Dies trifft auf die Verbindungstechnik und Maschinenelemente bei modernen Produkten in besonderem Maße zu, da diese genau zu beachtende Schlüssel-funktion einnehmen. Daher ist der Lehrstuhl für Maschinenelemente, Verbindungstechnik, Produktinnovation (MVP) auf dem Gebiet der Optimierung von Produkten und Generierung innovativer Produktlösungen intensiv tätig.

Der Lehrstuhl MVP entwickelt neuartige Bauteilsysteme, legt diese rechnerisch aus, gestaltet und bewertet den Produkt-Lebenszyklus und überprüft das Betriebsverhalten in eigenen Labors. Dazu stehen neben Fach- und Methodenwissen u.a. kommerzielle und selbst erstellte Softwarepakete mit unterschiedlichen mathematischen Ansätzen zur Verfügung. Die bauteilorientierten Prüfeinrichtungen sind besonders auf überlagerte Beanspruchungen, kurze Prüfzeiten und die Erfassung von Praxisstreuungen ausgerichtet, was z.B. bei Bauteilverbindungen nahezu unverzichtbar ist.

Lehrveranstaltungen und Seminare in den Fächern „Maschinenelemente“ „Produktinnovation“ „Rechnerunterstütztes Konstruieren“ sowie „Füge- und Verbindungstechnik“ tragen zum Wissenstransfer bei. Im Bereich der „Technischen Darstellung“ werden darüber hinaus eingehende Kenntnisse der Zeichnungserstellung, insbesondere im Umgang mit 2D- und 3D-CAD-Programmen, vermittelt.

Des Weiteren werden Studien-, Diplom-, Bachelor- und Masterarbeiten betreut, die einerseits in engem Zusammenhang mit den in der Arbeitsgruppe durchgeführten Forschungs- und Entwicklungsprojekten stehen, oder andererseits in Zusammenarbeit mit der Industrie thematisch den Forschungs- und Lehrschwerpunkten der Arbeitsgruppe entsprechen.

Für die Anwendungsfelder Fahrzeugbau, Motorenbau, Motorsport, Luft- und Raumfahrt, Schiffsbau, Werkzeugmaschinen, Umformmaschinen, Anlagenbau, Prototypenbau, Maschinenkomponenten, Mikro- und Nanotechnik, Sportgeräte, Medizintechnik, Energietechnik stehen folgende Forschungsfelder und -schwerpunkte im Vordergrund:

- Auslegung und konstruktive Gestaltung von Bauteilen und Bauteilsystemen mit Optimierung der Leistungsfähigkeit mittels CAD, FEM und analytischen Algorithmen
- Auslegung und Gestaltung, Analyse und Optimierung von hochbeanspruchten Schraubenverbindungen mittels Screw-Designer, FEM und experimenteller Analyse
- Praxisbezogene Vorspannkraftmessungen bei Schraubenverbindungen im Labor oder im Feld zur Absicherung der Verbindung und zur Vermeidung von Schadensfällen
- Ermittlung von funktionssteigernden und zuverlässigen Montagespezifikationen
- Experimentelle Bestimmung der Belastbarkeit
- Analyse von Versagensereignissen bei Bauteilsystemen

BILDER 1-3: BEISPIEL FÜR KOMPLEXE BAU-TEILSYSTEME
MIT VIELEN BAUTEILVERBINDUNGEN UND HOHEN
BEANSPRUCHUNGEN
BILDQUELLEN: MVP, BMW AG, MÜNCHEN



Aktuelles Projektbeispiel:

Bewertung des Risikos gegenüber selbsttätigem Losdrehen von Schraubenverbindungen mit Hilfe der Finiten Elemente Methode

Das Problem des selbsttätigen Losdrehens hat besonders bei optimierten sicherheitsrelevanten Verbindungssystemen, unter Verwendung neuartiger Leichtbaukonzepte, eine neue Bedeutung gewonnen. Die Zielsetzung von verringerten Eigengewichten führt in vielen Fällen zu erhöhten Verformungen der Verbindungsstelle, die aus verringerten Steifigkeiten der Struktur resultieren. Diese lastbedingten Verformungen sind eine wichtige von Losdrehereignissen im Betrieb, die konstruktiv ausgeschlossen werden müssen. Dazu wurde ein numerisches Verfahren zur Berechnung des Losdrehverhaltens bereits vorgestellt. Ziel dieses Forschungsvorhabens ist es, das Risiko gegenüber selbsttätigem Losdrehen in der frühen Entwicklungsphase von dynamisch belasteten Systemen mit vertretbarem Aufwand analysieren zu können.

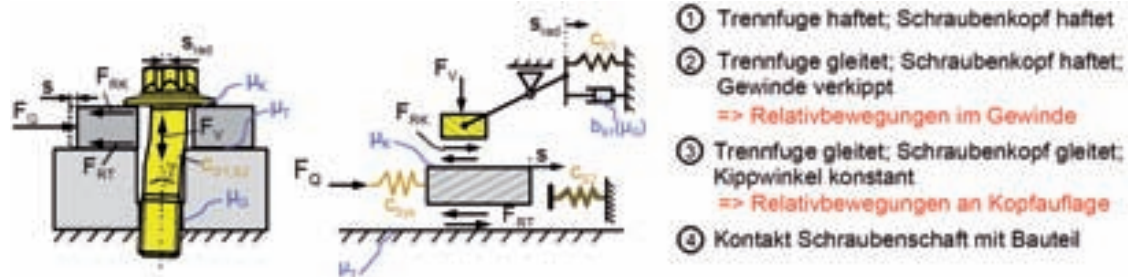


BILD 4: MECHANISCHES ERSATZMODELL EINER QUERBELASTEN SCHRAUBENVERBINDUNG IN IHREN VIER LASTPHASEN

Das selbsttätige Losdrehen von Schrauben ist ein seit vielen Jahrzehnten bekanntes Problem an dynamisch belasteten Strukturen. Experimentelle Untersuchungen dieses Mechanismus` werden seit Jahrzehnten an querbelasteten Schraubenverbindungen auf Vibrationsprüfständen durchgeführt. Die bisherigen Untersuchungen und die daraus abgeleiteten Berechnungsformeln beziehen sich auf eine stark vereinfachte Verbindungsgeometrie und Beanspruchung sowie idealisierte Randbedingungen in den Bauteiltrennfugen. In Regelwerken für den Dimensionierungsprozess einer Schraubenverbindung sind bis heute lediglich Hinweise auf das generelle Risiko und eine vereinfachte analytische Betrachtung der sog. Grenzverschiebung s_{Gr} einer querbelasteten Schraube zu finden. Die Übertragbarkeit und Anwendbarkeit der Versuchsergebnisse sowie der theoretischen Grenzverschiebung s_{Gr} in den Auslegungsprozess einer Schraubenverbindung ist zurzeit in der konstruktiven Praxis nicht gegeben, da bspw. lokale Verformungen oder Lasten einer einzelnen Schraubenumgebung in den meisten Fällen nicht bekannt ist. Bild 4 zeigt ein mechanisches Ersatzmodell einer Schraubenverbindung, die unter Wirkung einer Querlast F_0 eine seitliche Verformung erfährt, was häufig einen Auslöser für das selbsttätige Losdrehen einer Schraube darstellt.

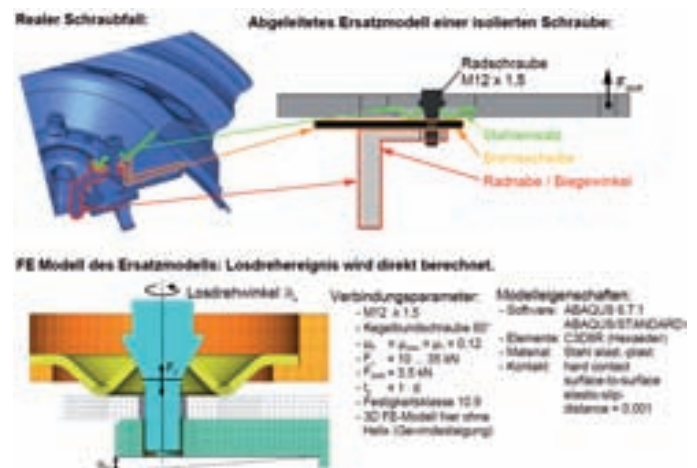


BILD 5: BILDUNG DES FE-ERSATZMODELLS FÜR DIE FE

Mit Hilfe geeigneter nichtlinearer Simulationsmodelle, deren Entwicklung, Validierung und Verifizierung Schwerpunkt dieses Forschungsthemas ist, kann die Gefahr des selbsttätigen Losdrehens bereits in der frühen Entwicklungsphase erkannt werden.

Die Simulationsmodelle können dazu in realen Schraubenumgebungen, sowie in vereinfachten Ersatzmodellen angewendet werden, wodurch ein direkter Abgleich der Ergebnisse mit der Realität vorliegt.

Materialkunde und Werkstoffprüfung

Werkstoffe verstehen und verbessern

Die Forschungsinteressen des Lehrstuhls für Materialkunde und Werkstoffprüfung liegen im Bereich der Aufklärung der Zusammenhänge zwischen der Werkstoffmikrostruktur, den daraus resultierenden makroskopischen Eigenschaften und der Schädigungsentwicklung unter komplexen Beanspruchungsbedingungen. Im Vordergrund stehen hierbei die aus der Werkstoffbeanspruchung resultierenden Werkstoffantworten, die in der technischen Praxis die Einsatz- oder gar die Lebensdauer eines Werkstoffs bestimmen, wie zum Beispiel die isotherme und thermomechanische Materialermüdung, die Kriechverformung, die Hochtemperaturkorrosion oder die Wasserstoffversprödung. Diese Beanspruchungen werden im Labor in entsprechenden Versuchen unter betriebsnahen Bedingungen abgebildet, und das dabei quantitativ erfasste makroskopische Werkstoffverhalten wird mit der parallel dazu ermittelten Mikrostrukturveränderung korreliert. Untersucht werden zumeist Hochleistungsstrukturwerkstoffe, die entweder kurz vor oder gerade am Beginn ihres technischen Einsatzes stehen, wobei die Palette primär metallische Werkstoffe umfasst, aber auch Verbundwerkstoffe und metallische Schäume und Schwämme einschließt.

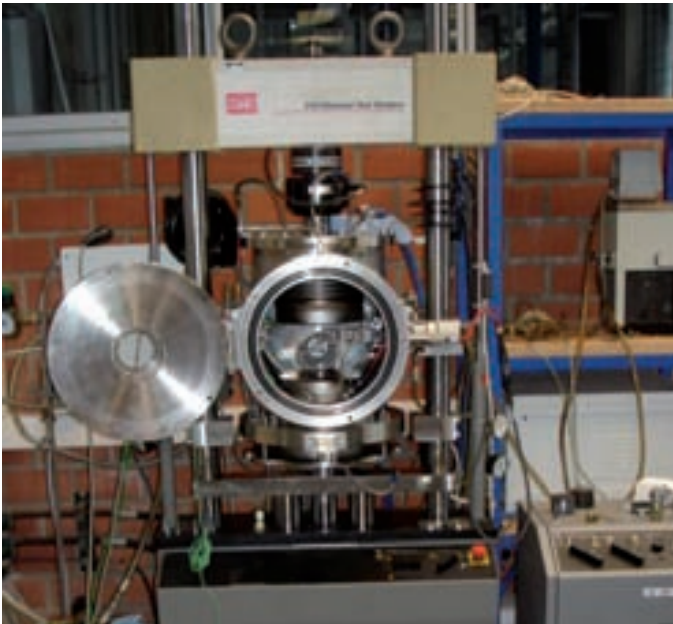


BILD 1: SERVOHYDRAULISCHE PRÜFMASCHINE MIT INDUKTIONSHHEIZUNG UND VAKUUMREZIPIENT



BILD 2: FOCUSED-ION-BEAM-SYSTEM ZUM HOCHGENAUEN SCHNEIDEN UND STRUKTURIEREN MIT FOKUSSIERTEM GA-IONENSTRAHL UND ZUR HOCHAUFLÖSENDEN RASTERELEKTRONENMIKROSKOPIE

Neben der experimentellen Werkstoffprüfung und –charakterisierung stellt die Beschreibung und Simulation der Schädigungsentwicklung einen wichtigen Schwerpunkt der Forschungsarbeiten am Lehrstuhl dar. Vorrangiges Ziel ist hierbei, die relevanten Schädigungsmechanismen und deren Kopplung zu identifizieren und die so gewonnenen Erkenntnisse für eine mechanismenorientierte Lebensdauerabschätzung und eine gezielte Werkstoffoptimierung zu verwenden. Die Bearbeitung solcher komplexer Aufgabenstellungen erfolgt nicht selten im Rahmen von Verbundprojekten, wobei insbesondere der Modellierungs- und Simulationsteil am Institut für Mechanik (insbesondere in der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Fritzen) durchgeführt wird.



Aktuelles Projektbeispiel:

Life[∞] - Unendliche Lebensdauer für zyklisch beanspruchte Hochleistungswerkstoffe

Im Jahr 2009 wurde von der Deutschen Forschungsgemeinschaft ein Schwerpunktprogramm (SPP) mit dem Ziel bewilligt, die Ursachen der Ermüdungsrissentstehung im Very-High-Cycle-Fatigue-Bereich (VHCF), d.h. also bei sehr geringen Beanspruchungshorizonten und dafür umso höheren Belastungszyklenzahlen, aufzuklären. An diesem Projekt sind insgesamt 24 nationale Forschungsgruppen beteiligt. Die wissenschaftliche Koordination obliegt dabei dem Lehrstuhl für Materialkunde und Werkstoffprüfung der Universität Siegen unter Federführung von Herrn Prof. H.-J. Christ und Frau Dr. M. Zimmermann.

Hintergrund für die koordinierte Forschungsinitiative ist, dass bisher zyklisch beanspruchte Bauteile bis zu der geforderten Mindestlebensdauer, ausgedrückt in der so genannten Bruchlastspielzahl, hinsichtlich der maximal erlaubten mechanischen Spannung ausgelegt werden. Bei Bauteilen, für die eine sehr hohe Lastspielzahl gefordert ist, wie z.B. Eisenbahnradsatzwellen, wird als angewandte Kenngröße die Dauerfestigkeit benutzt und als die Spannungsamplitude definiert, bis zu der keine Ermüdungsschädigung und somit „unendliche“ Lebensdauer (2 bis 10 Millionen Zyklen) auftritt. Neueste Untersuchungen zeigen, dass auch im vermeintlich als dauerhaft deklarierten Belastungsbereich eine Vielzahl an Werkstoffen noch eine Schädigung aufweist. Im SPP werden die bei sehr hohen Lastspielzahlen ablaufenden Schädigungsmechanismen materialkundlich analysiert und mechanismenbasiert modelliert. Dies soll schließlich zur Entwicklung zuverlässiger Lebensdauervorhersagekonzepte für Bauteile mit quasi unendlicher Lebensdauer führen. Untersucht werden sowohl traditionelle Werkstoffe, wie Stähle und Leichtmetalllegierungen, als auch moderne Verbundwerkstoffe sowie Werkstoffe, wie sie in miniaturisierten, mechanisch beanspruchten Systemen Anwendung finden.



BILD 3: EINER VON INSGESAMT ZWEI AM LEHRSTUHL VERFÜGBAREN ULTRASCHALLERMÜDUNGS-PRÜFSTÄNDEN ZUR DURCHFÜHRUNG VON HOCHFREQUENTEN (CA. 20 KHZ) SCHWINGUNGSTESTS.



BILD 4: VORSTUFE ZUR SCHÄDIGUNGSENTWICKLUNG IM VHCF-BEREICH: AUFNAHME VEREINZELTER VERSETZUNGSLINIEN ANGEORDNET IN EINER NICKELBASIS-SUPERLEGIERUNG AM TRANSMISSIONSELEKTRONENMIKROSKOP.

Die Siegener Wissenschaftler sind neben der Koordination auch mit zwei eigenen Forschungsprojekten beteiligt, die sich in fünf Teilprojekte mit jeweils einem wissenschaftlichen Mitarbeiter untergliedern. So wird im Rahmen eines Kooperationsprojekts zusammen mit dem Institut für Mechanik die Charakterisierung und Simulation der VHCF-Schädigungsentwicklung auf der Basis des Resonanzverhaltens am Beispiel eines metastabilen Austenitstahls untersucht. Eine weitere Kooperation mit der Mechanik und der Physik der Universität Siegen sowie der Hochschule Osnabrück beschäftigt sich mit der experimentellen und modellmäßigen Bewertung der dreidimensionalen Auswirkung mikrostruktureller Barri-

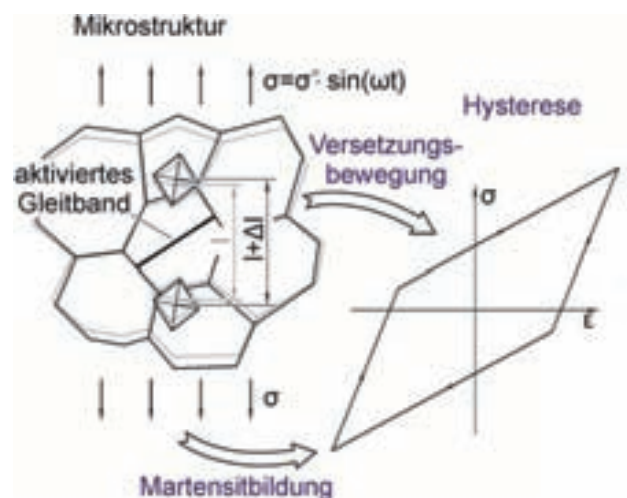


BILD 5: SIMULATION DES RESONANZVERHALTENS EINER ULTRASCHALLERMÜDUNGS-PROBE EINES METASTABILEN AUSTENITSTAHLS AUF DER MAKRO- UND MIKROEBENE.

eren während der Rissinitiierungsphase VHCF-beanspruchter Duplex-Stähle. Bei der Suche nach den mikrostrukturellen Ursachen der Rissentstehung im VHCF-Bereich kommt unter anderem ein neues Dual-Beam-Mikroskop, mit einer Ionenoptik (zum Schneiden und Strukturieren) und einer höchstauflösenden Elektronenoptik (für die Rasterelektronenmikroskopie im nm-Bereich) zum Einsatz. Das Gerät ermöglicht eine Analyse der Mikrostruktur und des Rissbildungs- und -wachstumsverhaltens in alle drei Raumrichtungen.

Sowohl in der Computergraphik als auch beim maschinellen Sehen (Computer Vision) haben lernbasierte Verfahren in den vergangenen Jahren eine große Bedeutung erlangt: Viele Aufgaben, zum Beispiel bei der automatischen Gesichtserkennung, sind nur lösbar, wenn Vorwissen über die mögliche Form und Farbe von Gesichtern sowie über die zu erwartenden Variationen einbezogen wird. Auch in der Computergraphik hat es sich als sehr hilfreich erwiesen, die Modellierung und Animation von Figuren und Gesichtern auf der Grundlage von Messdaten zu leisten, anstatt diese rein manuell zu entwerfen. Der lernbasierte Ansatz am Lehrstuhl Medieninformatik steht im Zusammenhang mit einer Reihe von grundlegenden Trends in der Informationsverarbeitung, nämlich der stark zunehmenden Verfügbarkeit von Messdaten aus verschiedenen Sensoren (hochauflösende Farbkameras, 3D Scanner, Motion Capturing und vieles andere), der zunehmenden Leistungsfähigkeit der Computer-Hardware bei der Verarbeitung großer Datenmengen sowie der aktuellen Verfahren für automatisches statistisches Lernen.

Grundlage der Forschungsprojekte ist die Modellierung der Formen und Texturen (Farben) von Objekten einer Objektklasse in einem 3D Morphable Model. Das Morphable Model ist ein Vektorraum, in dem Objekte, zum Beispiel menschliche Gesichter, in beliebigen Mischungsverhältnissen linear kombiniert werden können (Morphing). Neue Gesichter können durch lineare Kombination der vorhandenen Beispielgesichter generiert werden. Damit konnte von Mitarbeitern des Lehrstuhls erstmals aus jeweils einem einzelnen Foto ein vollständiges 3D Modell des Gesichtes berechnet werden. In einer Analyse durch Synthese findet das Verfahren diejenige Linearkombination und diejenigen Bildparameter (Pose, Beleuchtung), die das Bild optimal reproduzieren. Ohne Vorwissen über Gesichter wäre die 3D Rekonstruktion mathematisch unterbestimmt. Neben Anwendungen in der Medienproduktion bildet der Algorithmus den Kern der am Lehrstuhl entwickelten Gesichtserkennungssoftware.

Die Relevanz der Arbeiten liegt in einer Reihe von Aufgabenfeldern: neben der Gesichtsanimation gibt es medizinische Fragestellungen, bei denen die Repräsentation und Anwendung von Vorwissen von Bedeutung ist. Die Gesichtserkennung hat große Bedeutung in der Sicherheitstechnik und wird derzeit in einem Projekt mit dem Landeskriminalamt NRW in konkreten Szenarien weiterentwickelt. Schließlich geht es um die grundsätzliche Frage nach den Mechanismen der Gesichtserkennung bei Menschen. Dies wird am Lehrstuhl in Experimenten mit Versuchspersonen untersucht. Dabei wurden eine Reihe von Parallelen zwischen dem menschlichen Verhalten und den Eigenschaften des technischen Modells gefunden.

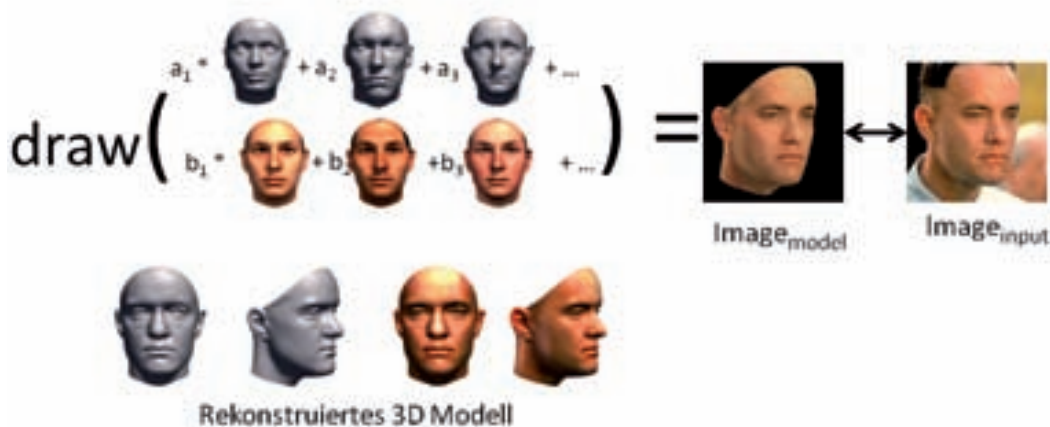


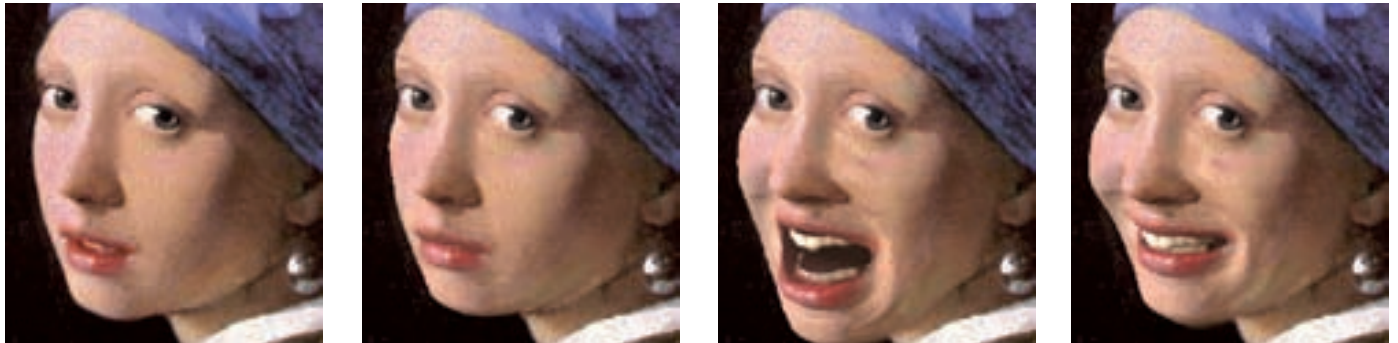
BILD 1: REKONSTRUKTION EINES 3D GESICHTSMODELLS AUS EINEM EINZELNEN FOTO



Aktuelles Projektbeispiel:

Lernbasierte Animation von Bildern

Um Gesichter in Fotos oder Gemälden automatisch animieren zu können, wird zunächst mit dem 3D Rekonstruktionsalgorithmus ein dreidimensionales Modell der dargestellten Person berechnet. Auf dieses Modell werden dann 3D Deformationen von Mund- und Augenbewegungen angewandt, die aus einer Datenbasis von 3D Scans einer Versuchsperson abgeleitet wurden. Schließlich wird das Resultat in das Ausgangsbild zurückgezeichnet. Die Pose und Beleuchtung ist dabei als Nebenprodukt des Rekonstruktionsvorganges bekannt. Neu an dem Verfahren ist neben dem beispielbasierten Ansatz die enge Verknüpfung von 2D- und 3D-Technologie, die durch die 3D Rekonstruktion ermöglicht wird.



BILDSERIEN 2A/B: ANIMATION VON GEMÄLDEN MITTELS 3D REKONSTRUKTION UND ERLERNTER MUNDBEWEGUNGEN

Fast alle leistungsfähigen Verfahren der Reglung- und Automatisierungstechnik sind modellbasiert. Der Entwicklung geeigneter Modelle kommt daher als Basistechnik eine besonders wichtige Rolle zu. Je komplexer die Aufgaben werden, desto mehr ist die Einbeziehung von Messdaten in die Modellbildung nötig. Das Gebiet der datengetriebenen Modellierung (Identifikation) deckt dabei den ganzen Bereich ab von der Schätzung einzelner unbekannter Parameter in physikalisch hergeleiteten Modellstrukturen bis zur Black-Box-Modellierung, bei der auch die Modellstruktur selbst aus Daten bestimmt wird. Diese Arbeitsgruppe beschäftigt sich schwerpunktmäßig mit dem Thema Identifikation statischer und dynamischer nichtlinearer Prozesse. Dabei fokussiert sich die aktuelle Forschung auf folgende Methoden:

- Datenbasierte Modellierung mittels neuronaler Netze
- Effiziente Strategien zur Versuchsplanung
- Online-Optimierung und Adaption
- Digitale und nichtlineare Steuerung und Regelung
- Modellbasierte Fehlererkennung und -diagnose
- Integration verschiedener Informationsquellen für die Modellierung (Messdaten, theoretische Modellbildung, qualitative Zusammenhänge, ...)



BILD 1: DATENGETRIEBENE
MODELLIERUNG

Die nachstehenden Anwendungsfelder werden in Zusammenarbeit mit diversen Industriepartnern bearbeitet:

- Hochdimensionale Modellierung und Adaption für DiesOtto-Projekt
- Modellierung und Mikrocontroller-Implementierung des Schluckverhaltens eines Ottomotors mit neuronalen Netzen
- Verringerung des Aufwands für die Applikation des Motormanagements
- Online-Optimierung der Steuerung von Schiffsdieselmotoren
- Autonomieerhöhung hydraulischer Arbeitsmaschinen (Bagger, Gabelstapler)
- Optimierung von Automobilelektronik mittels evolutionärer Algorithmen
- Elektromagnetische Stabilisierung von Bandschwingungen bei der Verzinkung von Blechen
- Entwicklung eines induktiven Sensors zur exakten Positionsmessung beim Warmwalzen



Aktuelles Projektbeispiel:

Entwicklung eines Saugrohrmodells mit neuronalen Netzen

Aufgabenstellung:

Modellierung des angesaugten Luftmassenstroms (MAF) in Abhängigkeit des Betriebszustands des Ottomotors.

Bisherige Lösung:

- 64 Kennfelder
- Speicherintensiv
- Nicht mehr erweiterbar
- Schwierig zu adaptieren

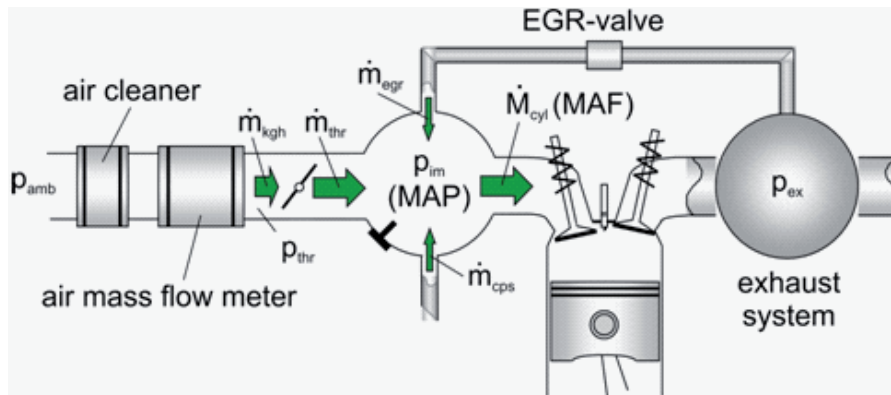
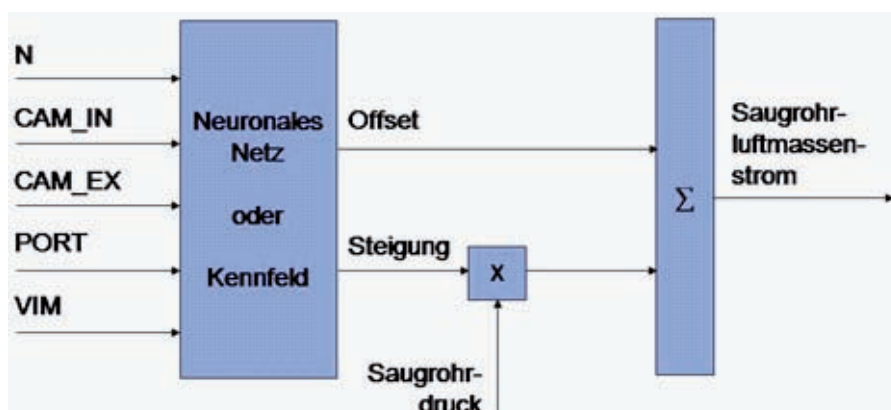


BILD 2: MODELLIERUNG DES LUFTMASSENSTROMS IM OTTOMOTOR

Neue Lösung:

- Neuronales Netz mit lokalen Modellen
- Erweiterbar auf zusätzliche Eingänge
- Geringer Speicherbedarf
- Leicht zu kalibrieren
- Einfach zu adaptieren
- Echtzeitfähig auf Mikrocontrollern
- Implementierbar in Festkommaarithmetik



Mikrosystementwurf

Entwurfswerkzeuge und –methodik & Innovatives Chip-Design

Integrierte Mikro- und Nanosysteme begleiten heute alle Lebensbereiche, von der privaten Nutzung bis zum industriellen Einsatz. Die Dynamik in diesem Bereich erfordert eine schnelle, sichere und verlässliche Entwicklung solcher Systeme, die ohne weitreichenden Rechnereinsatz nicht denkbar ist. Die schnelle Weiterentwicklung der technologischen Möglichkeiten stellt dabei eine besondere

Herausforderung an die Entwurfssoftware dar, die sich den neuen Anforderungen und Potenzialen schnell und sicher anpassen muss.

Die Forschungsarbeiten des Lehrstuhls Mikrosystementwurf umfassen alle Facetten des rechnergestützten Entwerfens elektronischer und nicht-elektronischer Mikro- und Nanosysteme. Dabei werden grundlegende und anwendungsnahe Forschungsfragen in drei Bereichen adressiert, häufig im Rahmen kooperativer Forschungsprojekte mit Partnern in Industrie und Hochschulen aus ganz Europa.

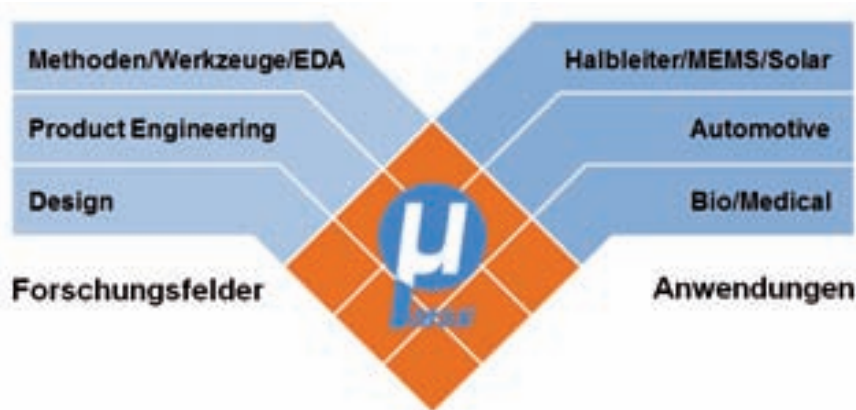


BILD 1: MSE THEMENMATRIX

Der Bereich Methoden/Werkzeuge/EDA betrachtet das rechnergestützte Entwerfen von den grundlegenden Design Flows bis hin zu konkreten Entwurfstools für einzelne schwierige Teilaufgaben. Mit der Einführung des Brezelmodells ist es gelungen, den komplexen Zusammenhang zwischen dem eigentlichen Entwurfsprozess für integrierte Mikro- und Nanosysteme und der produktspezifischen Planung und Konfiguration des zugehörigen Produktionsprozesses formal zu fassen. Damit wurde die Grundlage für innovative Werkzeuge geschaffen, die künftig auch in diesem schwierigen Entwicklungsbereich eine weitgehende Automatisierung des Entwurfsprozesses ermöglichen sollen.

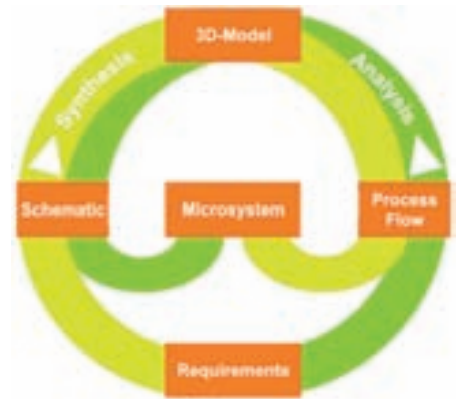


BILD 2: „BREZELMODELL“

Der Bereich Product Engineering beschäftigt sich mit Softwareentwicklungen zur Unterstützung des verteilten, kooperativen Entwickelns von MEMS-Produkten. Ein Schwerpunkt liegt hier bei der automatisierten Entwicklung, Verifikation und Optimierung von MEMS-Produktionsprozessen. Im Rahmen von Industriekooperationen und EU-geförderten Projekten wurde erstmals ein Softwareprodukt realisiert, das an der Schnittstelle zwischen den klassischen Entwurfswerkzeugen und der Software zur Produktionsprozesslenkung angesiedelt ist. Es unterstützt damit einen durchgängigen Informationsfluss von der Produktidee bis zum gefertigten Bauteil. Diese Software wird heute als kommerzielles Produkt unter dem Namen XperiDesk durch die Firma ProcessRelations GmbH, Dortmund am Markt angeboten.

Der Bereich Design beschäftigt sich mit konkreten Entwurfprojekten. Hier werden - häufig im Rahmen fortgeschrittener Lehrveranstaltungen - innovative integrierte MEMS- und IC-Systeme entworfen, gefertigt und getestet. Mit dem ASD-Chip, der auf der folgenden Seite als aktuelles Praxisbeispiel im Detail vorgestellt wird, ist es gelungen, mit einer siebenköpfigen Studierendengruppe einen innovativen Schaltkreis für Anwendungen im Automotive- und Medical-Bereich als voll funktionsfähigen Prototyp zu entwickeln.

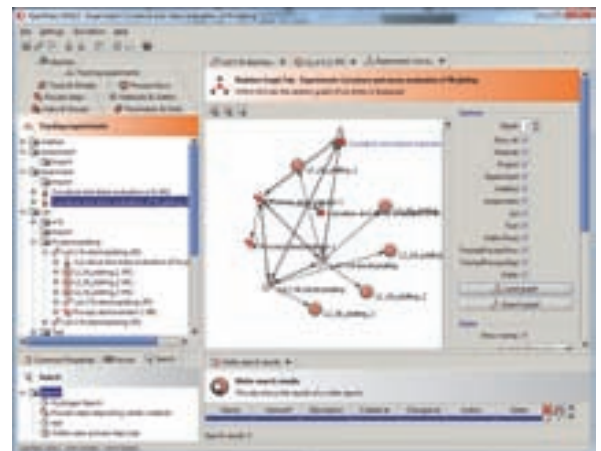


BILD 3: XPERIDESK



Aktuelles Projektbeispiel:

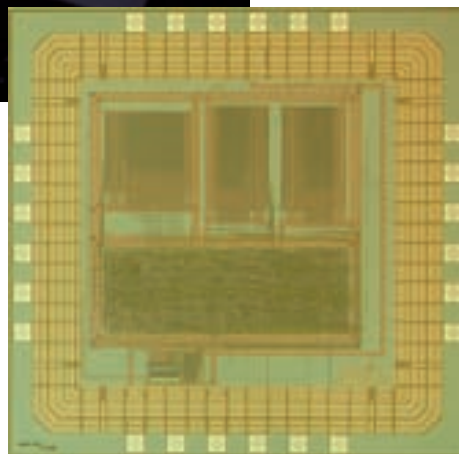
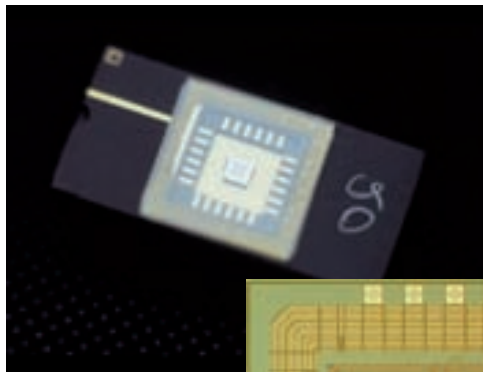
Mikrosysteme für die automatische Erkennung akustischer Warnsignale

Das Gehör ist für den Menschen von überragender Bedeutung. Es ist der Sinn der immer aktiv ist, uns vor Gefahren warnt und mit anderen Menschen kommunizieren lässt. Der Verlust der Hörfähigkeit stellt eine starke Beeinträchtigung für Betroffene dar. In den letzten Jahrzehnten hat die Medizintechnik Erstaunliches möglich gemacht. Moderne medizintechnische Geräte kompensieren viele Hörschwächen (Hörgerät) und geben sogar gehörlose Menschen die Hörfähigkeit wieder (Cochleaimplantat). Trotz diesen Fortschritten ist es jedoch nicht möglich allen hörgeschädigten Menschen mit diesen Geräten zu helfen.

Und gerade im Straßenverkehr kann eine Hörbehinderung zu einer Gefahr werden. Hörbehinderte Menschen hören weder näher kommende Fahrzeuge, noch die gängigen akustischen Warnsignale wie Hupen oder das Martinshorn.



Foto: Robert Mergel/istockphoto.de



Um die Sicherheit im Straßenverkehr zu erhöhen, arbeitet der Lehrstuhl Mikrosystementwurf an Systemen zur akustischen Erkennung von Gefahrenquellen. In einem ersten Schritt wurde ein Mikrochip entwickelt, welcher die Umgebungsgeräusche auf das Vorhandensein von Martinshörnern analysiert und bei einem Fund dies optisch signalisiert. Der Chip wurde für die Anwendung als Fahrerassistenzsystem im Auto konzipiert, um den Fahrer frühzeitig auf von hinten kommende Einsatzfahrzeuge hinzuweisen. Der Automatic Siren Detection getaufte Chip, stellte in Labor- und Feldtests seine Funktion unter Beweis.

BILDER 5/6: ENTWURF VON MIKROCHIPS ZUR ERKENNUNG AKUSTISCHER WARNSIGNALE

Ziel der weiteren Entwicklung ist ein System, welches den Alltag hörbehinderter Personen erleichtert. Das System soll eine Vielzahl von akustischen Signalen interpretieren und den Nutzer auf Gefahren, aber auch auf akustische Hinweise, wie das Klingeln der Haustür, aufmerksam machen. Dabei kommt es auf eine hohe Zuverlässigkeit, einfache Bedienung und lange Laufzeit an.

Mustererkennung

Automatische Erkennung von Regelmäßigkeiten in Sensordaten

Die Juniorprofessur befasst sich sowohl in der Forschung als auch in der Lehre mit Themen aus dem breiten Bereich der Mustererkennung. Es handelt sich um die Entwicklung von Algorithmen und Verfahren zur automatischen Erkennung von Regelmäßigkeiten in großen Datenmengen, insbesondere Sensordaten wie Bild, Audio und Video. Dabei liegt der wissenschaftliche Fokus unserer Forschungsgruppe auf dem Verstehen von Bildern für Anwendungen in der Medizin und für die zivile Sicherheit. Bild 1 stellt den klassischen Ablauf eines Systems zur Mustererkennung dar. Um ein optimales Verfahren für ein bestimmtes Problem der Mustererkennung zu entwickeln, müssen alle Schritte in diesem Ablauf gleichzeitig angepasst und optimiert werden.

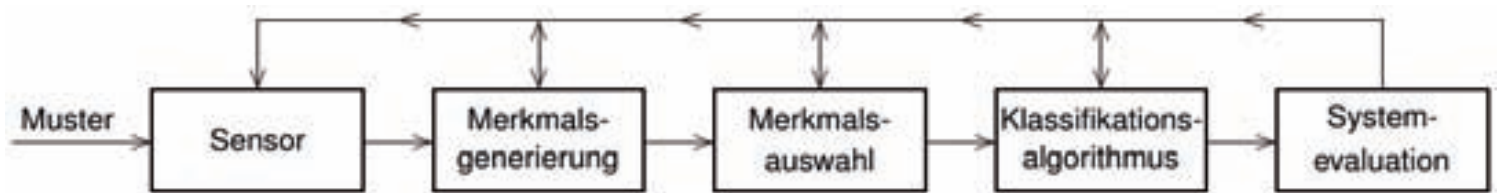


BILD 1: ABLAUF EINES SYSTEMS FÜR MUSTERERKENNUNG

Die Klassifikation von Sensordaten wird oft mit Hilfe statistischer Modellierung und der Auswertung von Dichtefunktionen gelöst. Bild 2 stellt ein vereinfachtes Beispiel eines 2-Klassen-Problems dar. Beide Klassen wurden hier mit eindimensionalen Merkmalen beschrieben und, unter Annahme ihrer Normalverteilung, anhand von Trainingsbeispielen statistisch modelliert. In der Erkennungsphase wird ein unbekanntes Muster der Klasse mit dem höheren Dichtewert zugewiesen.

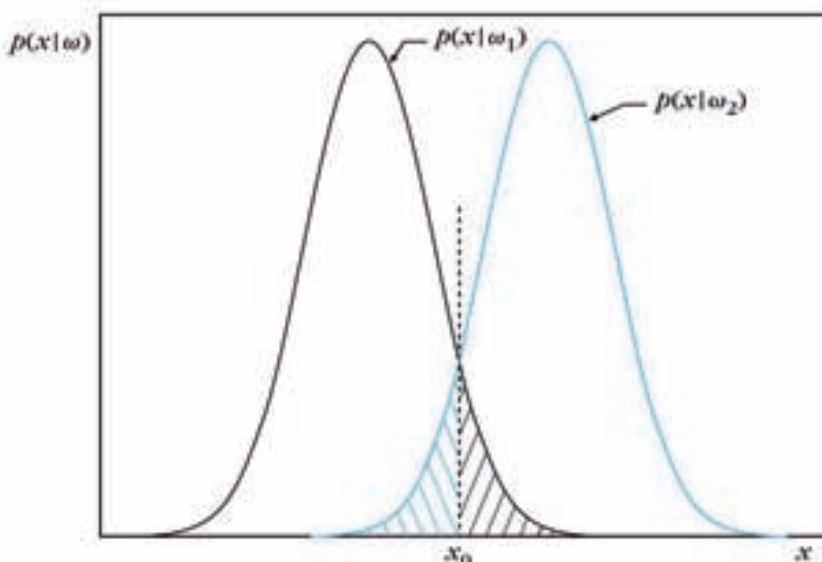


BILD 2: BEISPIELHAFTES ERGEBNIS DER LERNPHASE EINES STATISTISCHEN MUSTERERKENNUNGSSYSTEMS

Forschungsschwerpunkte:

Objekterkennung - Integration der ereignisbasierten (Textur und Farbe) und formbasierten (Skelette) Verfahren zur kognitiven Objekterkennung für Multispektral- und Tiefensensorik, sowie für THz- und optische Sensoren.

Multimedia-Retrieval - effiziente, inhaltsbasierte Suchalgorithmen für Sensordaten aus verschiedenen Modalitäten.

Wissensbasierte Bildinterpretation - Methoden zur Integration von Kontext- (z. B. räumliche Zusammenhänge zwischen Bildregionen) und Hintergrundwissen (z. B. Ontologien) in den Prozess der automatischen Bildinterpretation.



Aktuelle Projektbeispiele:

Klassifikation von Museumsexponaten

In Kooperation mit der Dublin City University arbeiten wir an einem Verfahren zur 3D-Objekterkennung in digitalen Bildern, das für die automatische Klassifikation von Exponaten aus einem Museum angewendet werden kann. In dem Anwendungsszenario gehen wir davon aus, dass Besucher eines Museums digitale Bilder von betrachteten Exponaten aufnehmen und sie später mit Hilfe eines webbasierten Systems hochladen können. Die Objekte auf den Bildern werden mit unserem System automatisch erkannt, und der Besucher erhält zusätzliche, ausführliche Informationen zu den Exponaten.

Inhaltsbasiertes Video-Retrieval

In Zusammenarbeit mit der Queen Mary, University of London entwickeln wir ein webbasiertes System zur inhaltsbasierten Suche in einer umfangreichen Videodatenbank. Die Suche basiert ausschließlich auf audiovisuellen Merkmalen. Somit ist die kostenaufwendige, manuelle und textuelle Annotation der Videoszenen nicht erforderlich.

Medizinische Bildinterpretation

Ein exzellentes Anwendungsbeispiel für unsere Vision der wissensbasierten Bildverarbeitung ist die Interpretation von medizinischen Bildern. Bei der Befundung von Röntgenbildern kommen sowohl die automatischen Bildverarbeitungsmethoden als auch das medizinische Wissen von Radiologen zum Einsatz. In Bild 3 ist ein dazu in Kooperation mit der Universität Koblenz-Landau entwickeltes System zu sehen.

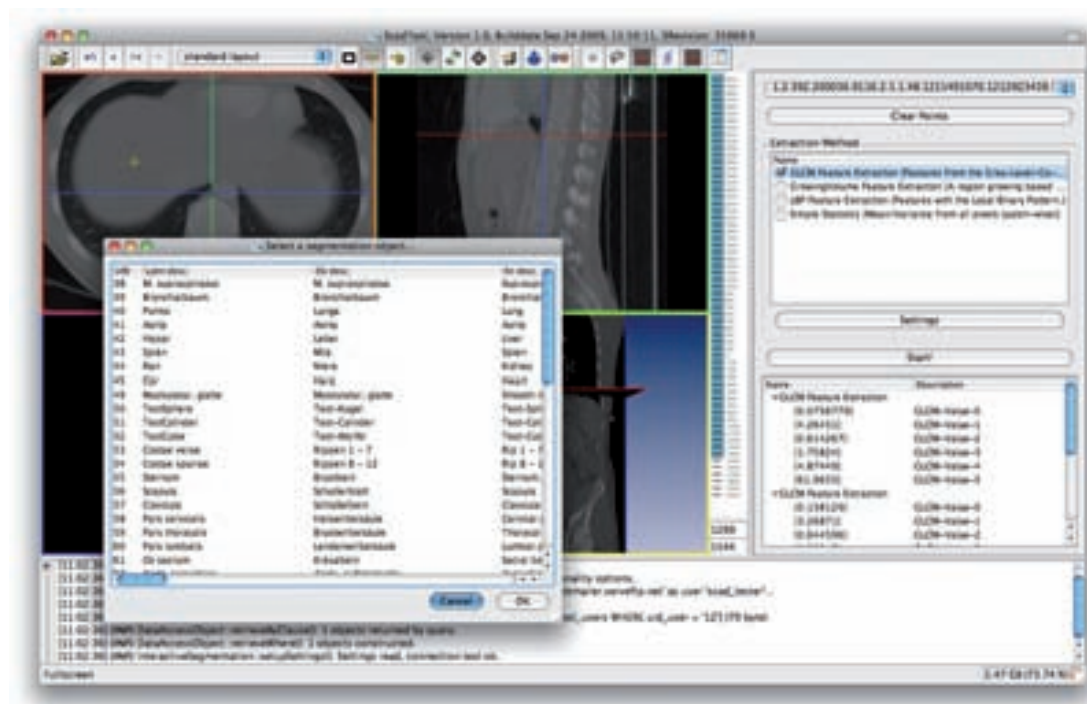


Bild 3: SYSTEM ZUR AUTOMATISCHEN SEGMENTIERUNG UND KLASSIFIKATION VON RÖNTGENBILDERN

Dieses System unterstützt Radiologen bei der Beschreibung von Röntgenbildern des Bauchraums, indem es die Bilder segmentiert und die Segmente automatisch klassifiziert.

Numerische Mechanik

Entwicklung numerischer Methoden für gekoppelte Probleme der Kontinuums- und Mehrkörperdynamik

Der Lehrstuhl für Numerische Mechanik befasst sich mit der Entwicklung von Simulationsmethoden im Bereich der nichtlinearen Struktur- und Mehrkörperdynamik. Einen Schwerpunkt bildet hierbei die flexible Mehrkörperdynamik. Ziel ist die Entwicklung neuer Simulationsmethoden, die sowohl die Behandlung großer Festkörperdeformationen als auch traditioneller Mehrkörpersysteme (MKS) erlauben.

Bestehende, kommerziell erhältliche Simulationswerkzeuge basieren auf einer Vielzahl wissenschaftlicher Arbeiten, die seit den 70er Jahren zumeist an Universitäten entstanden sind. Hierbei unterscheidet man traditionell zwischen MKS Software (z.B. ADAMS, SIMPACK), die im Wesentlichen auf Starrkörperformalismen basieren, sowie Finite-Elemente-Methoden (FEM) (z.B. ABAQUS, ANSYS), die die Festigkeitslehre als Grundlage haben.

In den letzten Jahren wurde am Lehrstuhl eine einheitliche kontinuumsmechanische Beschreibung von MKS und deformierbarer Strukturen entwickelt, die sich im Rahmen einer erweiterten FEM-Systematik implementieren lässt. Zentraler Bestandteil ist hierbei eine rotationsfreie Beschreibung der Dynamik starrer Körper. Die traditionelle Beschreibung großer Rotationen durch 3-Parameter-Formulierungen (z.B. Euler-Winkel) wird hierbei umgangen. Derartige „generalisierte Koordinaten“ haben natürlich weiterhin ihre Berechtigung in der klassischen/analytischen Mechanik, erweisen sich jedoch bei der Entwicklung neuer, stabiler numerischer Verfahren als hinderlich.

Die neuen Erkenntnisse bei der Entwicklung numerischer Verfahren fließen auch in die am Lehrstuhl betreuten studentischen Arbeiten (z.B. Diplomarbeiten) ein. Entsprechendes gilt für die am Lehrstuhl beschäftigten studentischen Hilfskräfte, die in der Regel in laufende Forschungsarbeiten eingebunden sind. Wie oben am Beispiel großer Rotationen erläutert wurde, haben neue wissenschaftliche Erkenntnisse Rückwirkungen auf die mechanische Modellbeschreibung, die wiederum, mit gewisser zeitlicher Verzögerung, Änderungen in der Vermittlung universitären Grundlagenwissens nach sich ziehen.

Aktuell werden am Lehrstuhl folgende Forschungsvorhaben bearbeitet:

- Mortar-basierte Verfahren zur Beschreibung von Kontakt/Impakt-Problemen bei großen Deformationen
- Quaternionen/Eulerparameter in der Mehrkörperdynamik
- Dynamik gekoppelter thermomechanischer Probleme
- Optimale Steuerung flexibler Mehrkörpersysteme
- Nichtlineare Balken- und Schalenelemente in der Mehrkörperdynamik



Aktuelles Projektbeispiel:

Nichtlineare Schalelemente für die Dynamik flexibler Mehrkörpersysteme

Im Forschungsvorhaben wird die Computersimulation der Bewegung flexibler Mehrkörpersysteme (MKS) behandelt. Hierbei liegt der Schwerpunkt auf dünnwandigen MKS-Komponenten, die als Schalen modelliert werden können.

Ausgehend von jüngsten Entwicklungen nichtlinearer Finite-Elemente-Methoden wird eine neuartige Formulierung von Schalelementen vorgeschlagen, die sich besonders gut für die Modellierung flexibler MKS eignet. Angestrebt wird eine gleichartige Beschreibung typischer MKS-Komponenten (starre Körper, Balken und Schalen) in Form von mechanischen Systemen, die komponentenspezifischen geometrischen Zwangsbedingungen unterliegen. Bei Schalen ergeben sich die Zwangsbedingungen aus der Schalenkinematik (Unausdehnbarkeit in Dickenrichtung).

Neben komponentenspezifischen „internen“ Zwangsbedingungen ergeben sich „externe“ Zwangsbedingungen infolge der Gelenke, die die Komponenten des MKS miteinander verbinden. Die neue Vorgehensweise führt auf eine konzeptionell einheitliche Beschreibung flexibler MKS, die es ermöglicht, den Einsatzbereich bestehender Simulationsverfahren für MKS erheblich zu erweitern.



BILD 1: SCHEMATISCHER AUFBAU
DES SATELLITENBEISPIELS

Numerische Testbeispiele dienen der Evaluation des neu entwickelten numerischen Verfahrens. Anhand des dargestellten Satellitenbeispiels wird der Einsatz geometrisch exakter, nichtlinearer Balken- und Schalelemente im Rahmen eines flexiblen MKS demonstriert. Die vorgeschlagene Vorgehensweise liefert Simulationsverfahren, die sich durch eine besonders große numerische Stabilität auszeichnen. Dies lässt sich auf die algorithmische Erfüllung zentraler mechanischer Erhaltungssätze (im Hinblick auf Impuls, Drehimpuls und Energie), unabhängig von der gewählten Zeitschrittweite, zurückführen. Standard Integratoren (z.B. Runge-Kutta) erfüllen diese Erhaltungssätze lediglich im Limit (unendlich) kleiner Zeitschritte, die i.d.R. bei praktischen Anwendungen nicht realisierbar sind.



BILD 2: ILLUSTRATION DES BEWEGUNGSABLAUFS DURCH SCHNAPPSCHÜSSE ZU AUF EINANDERFOLGENDEN ZEITPUNKTEN

Oberflächen- und Werkstofftechnologie

Dünnschicht- und Oberflächentechnik & Nanomaterialien

Die zentralen Themenstellungen, die am Lehrstuhl für Oberflächen- und Werkstofftechnologie bearbeitet werden, beziehen sich auf das Verständnis der Zusammenhänge zwischen der Mikro/Nanostruktur von Oberflächen sowie Materialien allgemein, Oberflächenbeschichtungen, Randschichten und Grenzflächen auf der einen Seite und ihren technisch nutzbaren Eigenschaften und Möglichkeiten auf der anderen Seite.

Prinzipiell lassen sich die wissenschaftlichen Anstrengungen der Arbeitsgruppe in drei Forschungsschwerpunkten zusammenfassen: Plasma-Beschichtung und Oberflächentechnik, Nanomaterialien und Nanotechnologie sowie Werkstoffanalytik.

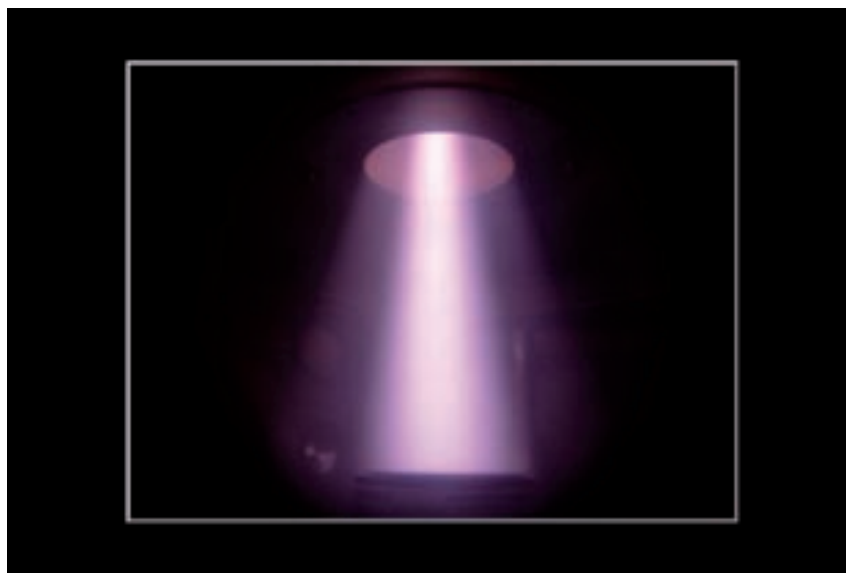


BILD 1: PLASMASTRAHL WÄHREND EINER CVD-BESCHICHTUNG

Der Bereich Plasma-Beschichtung und –Oberflächentechnik ist am Lehrstuhl sehr gut ausgestattet. Hierbei stehen neben chemischer und galvanischer Abscheidung auch die physikalische Gasphasenabscheidung (physical vapor deposition (PVD)) sowie die chemische Gasphasenabscheidung (chemical vapor deposition (CVD)) zur Verfügung. Allgemeines Ziel der Arbeiten hier ist es, eine kontrollierte Abscheidung von Schichten und Schichtsystemen mit spezifischen mechanischen, tribologischen, elektrischen, optischen, chemischen und biologischen Eigenschaften sowie Eigenschaftskombinationen zu erreichen.

Nanostrukturierte Werkstoffe gewinnen in der heutigen Zeit zunehmend an Bedeutung, da sie aufgrund ihrer Eigenschaften im Vergleich zu den herkömmlichen Werkstoffen völlig neue Anwendungsgebiete eröffnen. Die Synthese dieser kohlenstoffbasierten Nanostrukturen mittels CVD Verfahren stellt ein Feld des Forschungsschwerpunktes „Nanomaterialien und Nanotechnologie“ dar. Denkbare Anwendungsmöglichkeiten sind z.B. biologische Mikrosonden, mikroskopische Rastersonden oder Elektronenfeldemissionsquellen.

Die Werkstoffanalytik beschäftigt sich mit der qualitativen und quantitativen Charakterisierung von Oberflächen, Randschichten, Grenzflächen, nanostrukturierten Materialien sowie Nanostrukturen (Topografie, Rauheit, chemische Zusammensetzung, Eigenspannungen, Gefügestrukturen, Mikrohärtigkeit, Tribologie, Haftfestigkeit von Schichten etc.). Hierfür werden am Lehrstuhl Verfahren wie Transmissionselektronenmikroskopie, Rasterelektronenmikroskopie, Röntgendiffraktometrie, Raman-Spektroskopie, Fourier-Transformations-IR-Spektroskopie, Rastersondemikroskopie und ein abbildungsfähiger Nanoindenter eingesetzt.



Aktuelles Projektbeispiel:

Einsatz von CVD-Diamant im Rahmen von Biosensor-Anwendungen

Die rasche Entwicklung von Forschungsbereichen wie der Biologie und der Medizin zieht ein starkes Interesse an der Verquickung von Biomolekülen und Mikroelektronik nach sich, um so Möglichkeiten integrierbarer Sensoren oder aber der Signalübertragung zu schaffen. Eine der größten Herausforderungen in diesem stark interdisziplinären Forschungsfeld ist es, geeignete Schnittstellen bzw. Oberflächen/ Grenzflächen zu schaffen, die i) kompatibel zu konventionell etablierten Verfahren in der Halbleiterindustrie sind und die ii) eine entsprechende Selektivität wie auch Stabilität unter biologischen Umgebungsbedingungen gewährleisten. Die gängigen Materialien im Bereich der Biosensorik wie beispielsweise Latex-Sphären, Polystyrol, Kohlenstoff-Elektroden, Gold und oxidiertes Silizium bzw. Glas weisen stets nicht alle der gewünschten Eigenschaften auf, zu denen Ebenheit, Homogenität, chemische Stabilität, Reproduzierbarkeit und die Möglichkeit der biochemischen Oberflächenmodifikation gehören.

CVD-Diamant erscheint hier aufgrund seiner hohen chemischen Stabilität wie auch seiner Biokompatibilität als sehr attraktiver Kandidat. Zudem besitzt Diamant interessante Optionen bezüglich seiner elektrischen Eigenschaften. Intrinsisch ist Diamant ein Isolator mit einer Bandlücke von 5,5eV. Durch ein Dotieren mit Bor aber kann seine elektrische Leitfähigkeit bis hin zu der eines elektrischen Leiters variiert werden ohne dabei die Morphologie zu verändern. Ein weiterer Vorteil einer diamantbasierten Technologie ist die Tatsache, dass sich robuste dünne Diamantschichten gut auf Silizium oder anderen mikroelektronikkompatiblen Substratmaterialien bei moderaten Temperaturen abscheiden lassen, die ebenfalls mit konventionellen mikroelektronischen Verfahrensprozessen verträglich sind.

Eine hohe Biokompatibilität des Diamanten zu DNA, die vergleichbar ist mit der von Gold, SiO₂ oder Glas, erlaubt nun die Herstellung diamantbasierter wiederverwendbarer Biochips. Insbesondere die Option der Wiederverwendbarkeit der Chips macht diesen Ansatz auch in Bezug auf eine Kostenargumentation konkurrenzfähig zu anderen.

CVD-Diamant lässt sich hierbei in verschiedenen Oberflächenmorphologien synthetisieren (mikro- und nanokristallin, texturiert, hoch orientiert u.a.) oder aber in Form von unterschiedlichen Kompositen abscheiden (Beispiele: Diamant/ β -SiC, Diamant/TiC u.a.). Dies eröffnet eine Vielzahl an diamantbasierten Applikationsmöglichkeiten. Im Rahmen des Projektes wird hierbei speziell auf i) die Synthese verschiedener diamantbasierter Biosensor-Schichtsysteme, ii) die Entwicklung kosteneffizienter Biofunktionalisierungsverfahren sowie iii) die Entwicklung eines preiswerten, wiederverwendbaren diamantbasierten Multifunktions-Biochips eingegangen.

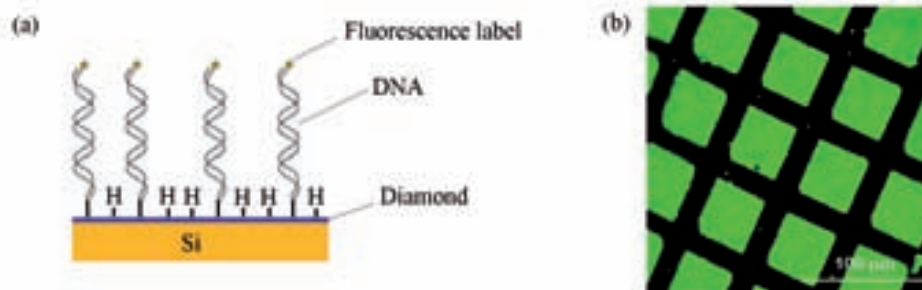


BILD 2: SCHEMATIK (A) UND APPLIKATIONSBEISPIEL (B) EINER BIOFUNKTIONALISIERTE STRUKTURIERTE CVD-DIAMANTOBERFLÄCHE. DIE FLUORESZIERENDEN BEREICHE REPRÄSENTIEREN HIERBEI DIE FUNKTIONALISIERTEN FLÄCHEN (LANGMUIR 24, 9125-9134, 2008)

Forschung & Lehre

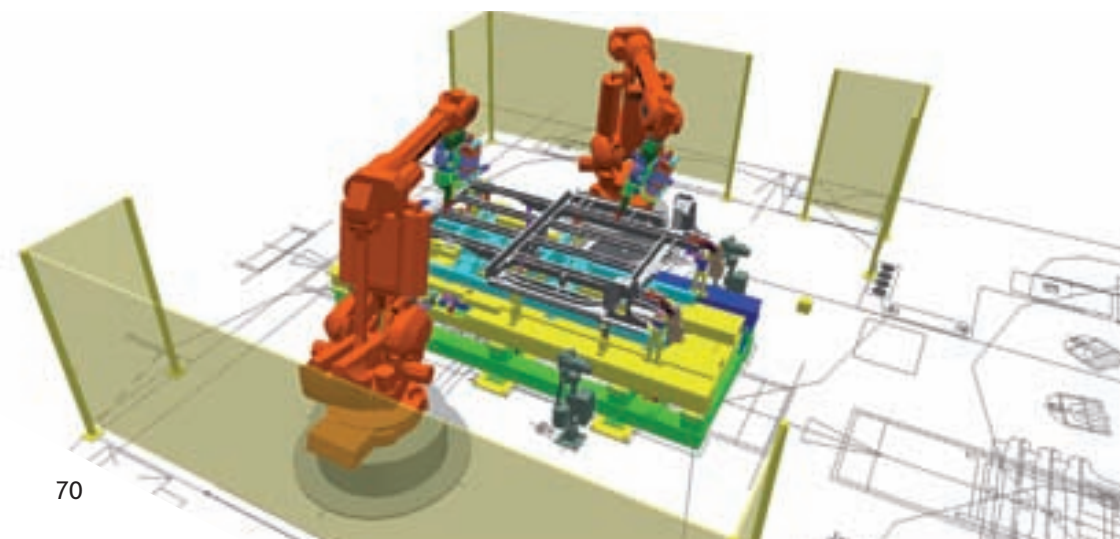
Regelungs- und Steuerungstechnik I

Forschungsfelder der Systemtechnik

Die Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls für Regelungs- und Steuerungstechnik (RST) befassen sich mit allen Forschungsfeldern der Systemtechnik. Dabei liegt ein besonderer Schwerpunkt im Bereich der Robotik. Im Rahmen zahlreicher laufender und abgeschlossener Drittmittelprojekte werden und wurden Themenstellungen bearbeitet, die sich mit dem Einsatz robotischer und mechatronischer Systeme in unterschiedlichen Anwendungsfeldern beschäftigen und die sowohl mobile Roboter (autonome Fahrzeuge) als auch Handhabungsroboter (Industrieroboter) umfassen. Die Integration von Sensorik und Messtechnik ist dabei von besonderer Bedeutung, um die Umgebung der Robotersysteme zu erfassen und ihre Bewegungsabläufe über entsprechende Regelungssysteme autonom oder über Telematiktechniken anzupassen. Die untersuchten Anwendungen reichen von der klassischen Automatisierungstechnik (Navigation fahrerloser Transportsysteme, Bearbeitungsprozesse mit sensorgeführten Robotern, intuitive Roboterprogrammierung) bis zur Medizintechnik (robotergestützte Chirurgie-Assistenzsysteme).



Der Lehrstuhl für Regelungs- und Steuerungstechnik ist durch seine Forschungs- und Lehraktivitäten stark interdisziplinär vernetzt. Im Rahmen des internationalen Masterstudiengangs „Mechatronics“ an der Universität Siegen bestehen im Rahmen internationaler Kooperationen enge Beziehungen zu Kollegen aus Europa und Asien. Im Bereich der Umwelttechnik ist der Lehrstuhl sowohl an interdisziplinären Forschungsprojekten als auch am Aufbau entsprechender fachübergreifender Studiengänge in Siegen aber auch in Sambia (Universitäten in Lusaka und Kitwe) und Laos beteiligt. In der Medizintechnik bestehen in den durchgeführten Forschungsprojekten zum Aufbau chirurgischer Assistenzsysteme enge Kooperationen mit Medizinern verschiedener Fachrichtungen von der Orthopädie bis zur Neurochirurgie.



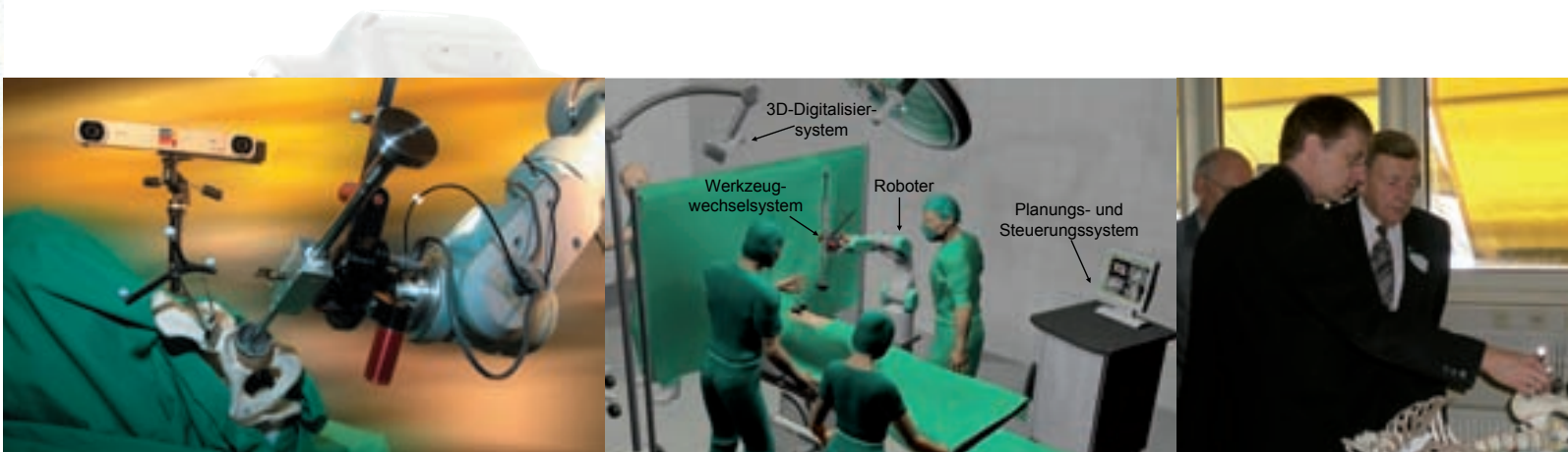


Aktuelles Projektbeispiel:

modiCAS - Assistenzroboter zur Unterstützung chirurgischer Eingriffe

Eine Arbeitsgruppe unter der Leitung von Dr.-Ing. Jürgen Wahrburg beschäftigt sich im Bereich Medizintechnik mit der Konzeption neuer Systeme zur Unterstützung chirurgischer Eingriffe, die auf innovativen Sensor- und Mechatronik-Komponenten beruhen. In enger Kooperation mit Medizinern und Industriepartnern wird das universelle Chirurgie-Assistenzsystem "modiCAS" entwickelt, das eine ganzheitliche Lösung für die computer- und roboterassistierte Chirurgie darstellt und alle Schritte eines chirurgischen Eingriffes von der Planung bis zur Ausführung unterstützt.

Den Kern des Systems bildet der modiCAS Assistenzroboter, der auf einem patentierten Konzept zur Integration von chirurgischem Navigationssystem und Roboterarm beruht. Er unterscheidet sich grundlegend von bisher in der Chirurgie eingesetzten Robotersystemen und vermeidet deren Nachteile. Seine interaktive Arbeitsweise unterstützt den Operateur durch hochgenaue Führung der chirurgischen Instrumente und ermöglicht exakt reproduzierbare Operationsergebnisse. Der Operateur hat jederzeit die volle Kontrolle über das System und wird bei den Arbeitsschritten unterstützt, wo der menschlichen Wahrnehmungsfähigkeit und dem menschlichen Geschick Grenzen gesetzt sind. Eine technische Besonderheit des Roboters liegt darin, kleinen Patientenbewegungen in Echtzeit folgen zu können.

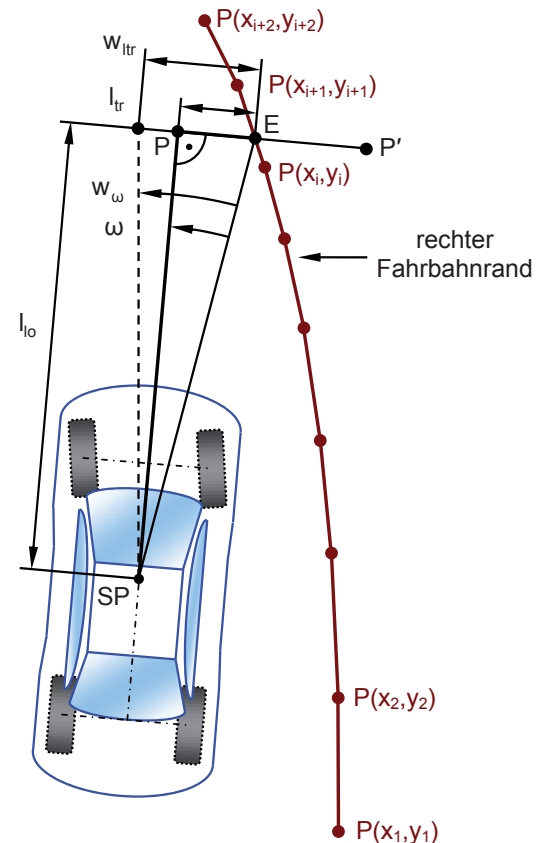
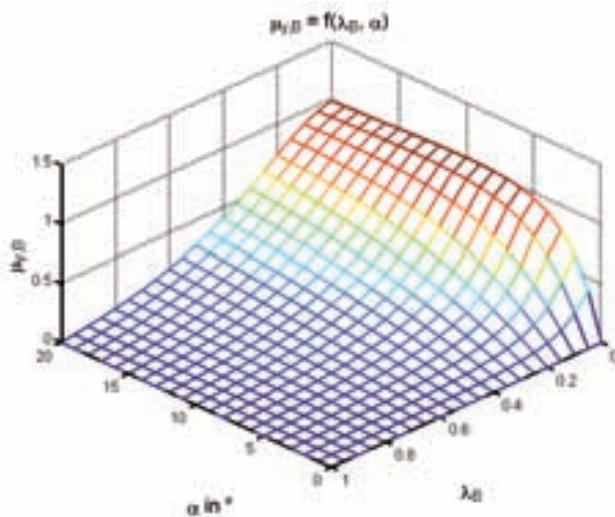


Aufgrund seines modularen Aufbaus ist der modiCAS Assistenzroboter universell einsetzbar und kann an Aufgabenstellungen in verschiedenen chirurgischen Bereichen angepasst werden. Er ist in der Hüftchirurgie bereits mehrfach erfolgreich klinisch eingesetzt worden, wobei weltweit erstmalig die Implantation der Pfannenprothese eines künstlichen Hüftgelenks mit Roboterassistenz durchgeführt wurde. Im Rahmen von Forschungs- und Kooperationsprojekten werden Anwendungen des Systems in weiteren chirurgischen Disziplinen entwickelt, unter anderem in der Unfallchirurgie, der Neurochirurgie und der Hals-, Nasen-, Ohrenchirurgie.

Regelungs- und Steuerungstechnik II

Automatisierung in der Automobiltechnologie & Fahrerassistenzsysteme

Neben der Robotik und den fahrerlosen Transportsystemen umfassen die Aktivitäten am Lehrstuhl für Regelungs- und Steuerungstechnik (RST) im Rahmen der Systemtechnik den Forschungsbereich der Sicherheit im Kraftfahrzeug sowie der Fahrerassistenzsysteme. Während früher elektrische Komponenten in der Hauptsache lediglich für Zündung, Scheibenwischer und Lichtanlagen benötigt wurden, werden heute sowohl hoch integrierte Sensortechnik wie auch automatisch angesteuerte Aktoren bereits in Unter- und Mittelklassefahrzeugen eingesetzt. Hierbei werden komplexe Verfahren und Algorithmen insbesondere aus dem Bereich der Regelungstechnik realisiert. In diesem Kontext wird am Lehrstuhl für Regelungs- und Steuerungstechnik schwerpunktmäßig erforscht, wie unter Zuhilfenahme innovativer Technologien ein potenzielles Unfallrisiko während einer Fahrt zu jedem Zeitpunkt minimiert werden kann.



Gerade durch das perfekte Zusammenspiel von Sensoren, Aktoren sowie Regelungs- und Steuerungsmechanismen wird die Wertschöpfung am modernen Kraftfahrzeug wesentlich gesteigert. Aufgrund des immensen Forschungs- und Entwicklungsbedarfs, verbunden mit der herausragenden Stellung des Standorts Deutschland hat man sich an der Universität Siegen entschlossen, die Fahrzeugtechnik als eigenständigen interdisziplinären Forschungs- und Studienschwerpunkt einzurichten. Hier ist der Lehrstuhl in die geplanten Studiengänge der Fahrzeugtechnik mit eingebunden. So wird neben der Ausbildung in der Regelungstechnik auch auf die Fahrzeugtechnik mit Schwerpunkt Fahrerassistenzsysteme eingegangen, wobei sich dies insbesondere in einer Vielzahl studienbegleitender Tätigkeiten sowie Abschlussarbeiten für Studenten äußert.



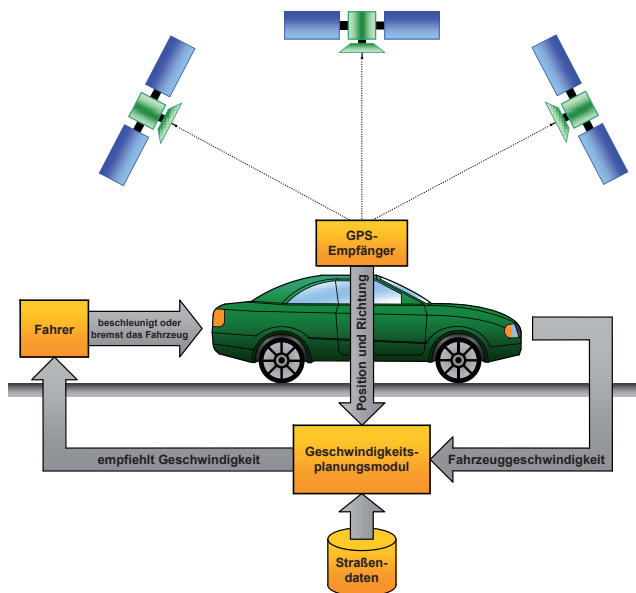


Aktuelles Projektbeispiel:

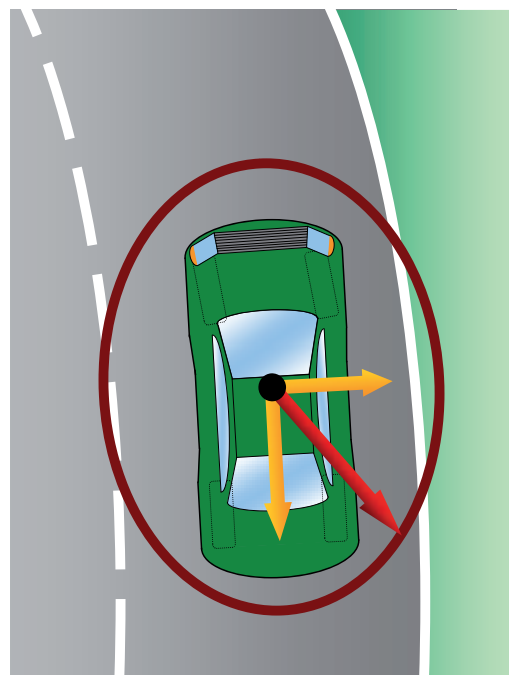
Assistenzsystem warnt vor überhöhter Geschwindigkeit in Kurven

Vor dem Hintergrund, dass speziell überhöhte Geschwindigkeit nach wie vor eine der häufigsten Ursachen für Unfälle im Straßenverkehr ist, wird am Lehrstuhl für Regelungs- und Steuerungstechnik an einem System gearbeitet, welches in der Lage ist, den Fahrzeugführer rechtzeitig durch ein akustisches Signal zu warnen, falls sich das Fahrzeug mit zu hoher Geschwindigkeit einer Kurve nähert. Dieses System wird durch das Zusammenwirken zweier wesentlicher technischer Komponenten verwirklicht: Zum einen wird mit Hilfe eines Satellitennavigationssystems (GPS) fortlaufend die Position, Geschwindigkeit und Fahrtrichtung gemessen. Diese Daten werden zur Verbesserung der Genauigkeit durch weitere sensorisch erfasste Messdaten, wie beispielsweise der aktuell gefahrenen Geschwindigkeit oder den durch ein Trägheitsnavigationssystem zur Verfügung gestellten Informationen weiter aufbereitet. Die zweite wichtige Komponente dieses Bordsystems ist eine mitgeführte Datenbank, in der Kurven, welche signifikante Gefahrenpunkte darstellen, verzeichnet sind. Mit Hilfe der dem Bordsystem vorliegenden Daten ist dieses in der Lage, Geschwindigkeitsempfehlungen für die aktuelle Fahrsituation unter Berücksichtigung bevorstehender

Ereignisse, wie beispielsweise die Einfahrt in eine enge Kurve, zu geben. Letztendlich hat sich ergeben, dass dieses Warnsystem insbesondere bei auf die Ferne nicht einsehbaren Kurven für den Fahrer eine gute Hilfestellung bieten kann.



Konkreter Gegenstand der aktuellen Forschung ist die Berücksichtigung nicht nur einer, sondern einer ganzen Reihe mehrerer hintereinanderliegender Kurven, sowie der Fahrbahneigung, der Griffbarkeit der Straße und weiterer fahrphysikalischer Parameter bei der Berechnung der diesem Warnsystem innewohnenden mathematischen Gleichungen. Neben der Untersuchung dieser Problemstellungen arbeitet Dipl.-Ing. Peter Will im Rahmen seiner Promotion an Methoden, die es erlauben, die benötigte Rechenleistung im Fahrerassistenzsystem möglichst durch die geschickte Verwendung von Voraberechnungen zu reduzieren. Auch das Zusammenwirken mit bereits bestehenden Fahrerassistenzsystemen wie zum Beispiel Tempomat und automatischem Abstandsregler wird eingehend untersucht.



Die Systemtheorie stellt in den Ingenieurwissenschaften ein zentrales, interdisziplinäres und seit vielen Jahren fest etabliertes Fach dar. In elektrischen Systemen benutzen wir zeitliche Verläufe oder Frequenzspektren von Strömen und Spannungen als Ein- und Ausgangsgrößen. Untersucht werden hauptsächlich die Veränderungen, die physikalisch reale oder einfache, mathematisch determinierte Signale beim Durchlaufen solcher Systeme erfahren. Gleichgültig, ob die Signale Sprache, Musik, Fotos, Filme (stehende bzw. bewegte Bilder) oder Textdaten repräsentieren, die systemtheoretische Herangehensweise erlaubt in jedem Fall eine Vielzahl abstrakter Modellierungsstrategien auf der Basis von mathematischen Gleichungen und Algorithmen. So können beliebige Signale mit geeigneten Systemen z.B. komprimiert, verschlüsselt, leitungsgebunden oder über Funk übertragen, gefiltert, von Störungen befreit, gespeichert oder automatisch bestimmten Klassen zugeordnet werden. Die meist rechnergestützten Analysen gemessener physikalischer Signale spielen dabei ebenso eine Rolle wie die Konstruktion neuartiger elektronischer Systeme zur Signalverarbeitung oder zur effizienten Übertragung großer Datenmengen in kürzester Zeit.

Wissenschaftlich untersucht werden am Lehrstuhl hauptsächlich die Mehrantennensysteme (so genannte „Multiple Input / Multiple Output“ = MIMO-Systeme), durch die Funkkanäle mit begrenzter Kanalbandbreite noch effizienter und störungsfreier als früher möglich zur Datenübertragung genutzt werden können. Aktuell werden im Rahmen einer Doktorarbeit Verfahren zur adaptiven Entzerrung und Störgrößenbefreiung sowohl von stationären als auch von zeitveränderlichen MIMO-Funkkanälen untersucht. Die Ergebnisse sollen wertvolle Hinweise zum Entwurf neuartiger Richt- und Mobilfunksysteme geben. Hierzu wurden bereits spezielle Labormessgeräte beschafft und umfangreiche Schaltungsneuentwicklungen sowie zeitaufwändige Testreihen an realen Funkstrecken durchgeführt. Eine Darstellung des im Rahmen von vielen Studien- und Diplomarbeiten entwickelten Mehrantennen-Funksystems ist in Bild 1 zu sehen.



BILD 1: LABORAUFBAU EINES MIMO-FUNKSYSTEMS



Ein weiteres zentrales Arbeitsgebiet ist die automatische Klassifikation von biologischen und medizinischen Signalen. Es wurden beispielsweise Apparate und Algorithmen entwickelt, die EKG-Signale (EKG = Elektrokardiographie) elektronisch optimal aufbereiten, analysieren und mit hinreichender Sicherheit defibrillationswürdige, lebensgefährliche Herzrhythmusstörungen erkennen. In Frühdefibrillationsprogrammen wird der Notfallarzt / Anwender - basierend auf einer automatisch erstellten Diagnose - aufgefordert, die Maßnahme durchzuführen. Zum Test derartiger Klassifikationssysteme wurde auf umfangreiche Arrhythmiesignal-Patientendatenbanken amerikanischer Kliniken (z.B. Physionet des MIT in Boston) zurückgegriffen. Bei der Signalanalyse werden moderne Phasenraum-Verfahren und Lyapunov-Exponenten zur Prädiktion eingesetzt, die sich hervorragend zur frühzeitigen Erkennung pathologischer Zustände des kardiovaskulären Systems eignen.

In Rahmen der medizintechnischen Projekte werden zu Studienzwecken seit vielen Jahren in unserem Labor eigene Hardwareentwicklungen von EKG-Systemen, Geräten zur Unterstützung der Diabetestherapie und Doppler-Ultraschallmesssystemen durchgeführt. Besonderes Forschungsinteresse gilt zurzeit den physiologischen Zusammenhängen und der Entwicklung von Expertensystemen zur Betreuung von Diabeteskranken. Patientenadaptive Regelmechanismen wurden entwickelt, die z.B. Empfehlungen für die optimale Insulinmenge sowie den richtigen Spritz-Ess-Abstand personen- und situationsbezogen berechnen. Weitere Systemanalysen zur Beschreibung endokrinologischer Wirkmechanismen (Beispiel Schilddrüsenerkrankungen) sind geplant. Ziel ist die gezielte Auswertung möglichst aller relevanten Nutz- und Störgrößen zur diagnostischen Informationsgewinnung und die systemtypische Beschreibung der komplexen, meist hochgradig nichtlinearen funktionalen Zusammenhänge zwischen definierten Stimuli und den Organreaktionen. Exemplarisch sind Prototypen eines extrem rauscharmen EKG-Signalmessverstärkers (links) sowie eines patientenadaptiven Diabetes-Controllers (rechts) in Bild 2 dargestellt.



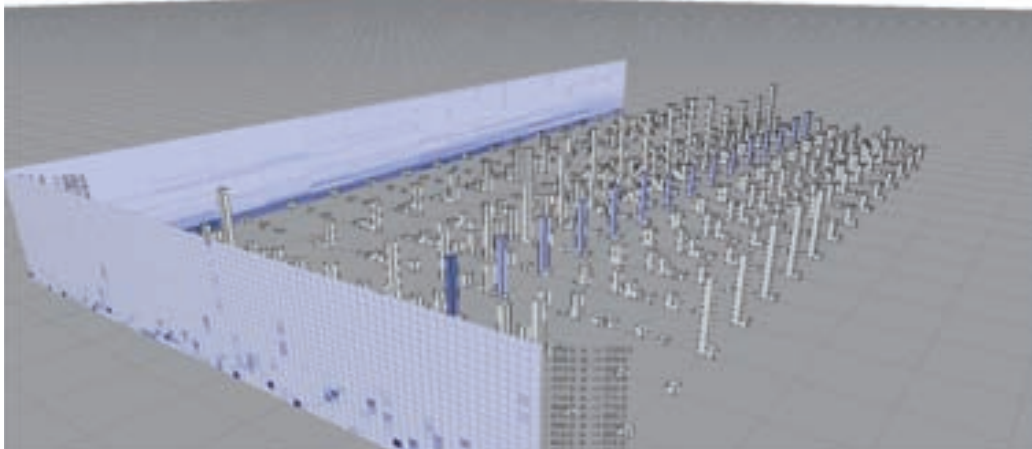
BILD 2: EKG-SIGNALMESSVERSTÄRKER (LINKS) UND PATIENTENADAPTIVER DIABETES-CONTROLLER (RECHTS)

Die Arbeitsthemen des Lehrstuhls liegen in den folgenden Hauptthemengebieten der Informatik:

- Softwaretechnik
- Datenbank- und Informationssysteme
- Computational Intelligence (CI) und Optimierung

Konkrete Einzelprojekte und -Aktivitäten innerhalb dieses Rahmen sind:

- **Modellbasierte Software-Entwicklung:** Deren Kerngedanke besteht darin, große Teile des Quelltextes der zu entwickelnden Systeme aus Modellen zu generieren, anstatt alles von Hand zu programmieren. Dieses Prinzip hat inzwischen erhebliche industrielle Bedeutung erlangt, namentlich für die Entwicklung von Systemfamilien, also Softwareprodukten, die in vielen Varianten hergestellt werden müssen. In diesem Kontext werden oft domänen-spezifische Modelltypen benötigt. Hauptproblem der modellbasierten Entwicklung ist, die Entwicklungsprozesse durch hochwertige Werkzeuge zu unterstützen.
 - **Versions- und Konfigurationsmanagementsysteme für Modelle:** Der Lehrstuhl hat in den letzten Jahren ein Framework namens SiDiff entwickelt, mit dem qualitativ hochwertige Vergleichs- und Mischwerkzeuge für Modelle realisiert werden können. Dieses Framework wurde in eine Reihe von Kooperationen mit industriellen und universitären Partnern eingebracht (s. WWW-Seiten des SiDiff-Projekts www.sidiff.org). Ergänzend zu den praktischen Anwendungen werden aktuell in einem DFG-Projekt (QuDiMo) konzeptuelle Grundlagen zur Beurteilung der Qualität von Vergleichsergebnissen erarbeitet. In Kooperation mit dem Lehrstuhl Computergraphik wurden Verfahren zur visuellen Analyse von Versionshistorien von Modellen entwickelt; Das untenstehende Bild zeigt eine 3D-Ansicht einer Historie.
- **Modellierung von Geschäftsprozessen und Dokumenten:** Der Lehrstuhl hat in den letzten Jahren in mehreren Drittmittelprojekten umfangreiche Modelle erstellt, insb. von Geschäftsprozessen und komplexen technischen Dokumenten (sog. Metamodelle).
- **Computational Intelligence:** Die Optimierung und das Benchmarking von Algorithmen spielt einerseits bei der oben erwähnten Entwicklung von Werkzeugen eine große Rolle. Die hierbei eingesetzten Methoden der Computational Intelligence - evolutionäre Algorithmen, künstliche Neuronale Netze und Fuzzy Systeme - werden auch in anderen Kontexten und Projekten angewandt, die Steuerungs- und Regelungsprobleme behandeln.





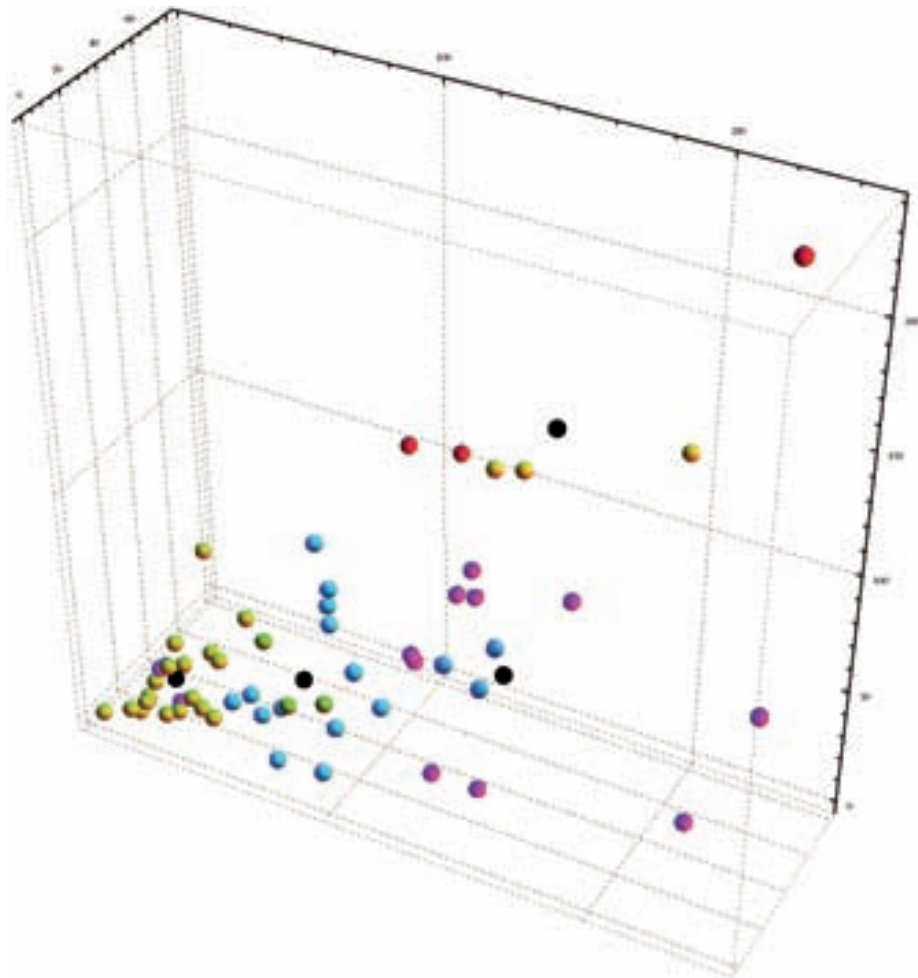
Aktuelles Projektbeispiel:

Qualitätsoptimierte Differenzalgorithmen für Modelle

In modernen modellbasierten Entwicklungsprozessen sind Modelle Teil der operativen Software. Daher entstehen analog zu Quellcode viele Versionen von Modellen. Hierzu benötigt man leistungsfähige Werkzeuge zum Vergleichen und Mischen von Modellen. Derartige Werkzeuge basieren auf Algorithmen, die Differenzen zwischen Modellen berechnen. Differenzalgorithmen für Modelle müssen die Struktur des jeweiligen Modelltyps und Merkmale typischer Editiervorgänge berücksichtigen. Ferner sollten sie die Unterschiede zwischen gegebenen Modellen möglichst geschickt darstellen, also Differenzen hoher Qualität liefern. Eine Qualitätsoptimierung verschlechtert jedoch die ohnehin hohen Laufzeiten weiter, daher muss man Kompromisse zwischen Qualität und Aufwand eingehen. Derartige Kompromisse können zur Zeit nicht diskutiert werden, weil systematische Ansätze zur Definition der Qualität von Differenzen fehlen. Hauptziele dieses Projekts sind daher die Definition von Qualitätsmaßen für Modelldifferenzen und die Optimierung von Differenzalgorithmen sowohl hinsichtlich Laufzeit als auch der erzielten Qualität der Differenzen.

Aktuelle Arbeiten

Zur Zeit werden Benchmarks für die zu untersuchenden Algorithmen definiert. Hierzu werden Editierprozesse in diversen realen Projekten analysiert. Aus diesen Daten werden Editierprofile abgeleitet, die auf sog. Softwaremetriken beruhen und die die Editierprozesse in diesen Projekten charakterisieren. Die Vielzahl der Projekte soll in eine überschaubare Zahl von Clustern gruppiert werden, die jeweils zu einer Gruppe von Benchmarks führen werden. Das folgende Bild zeigt jedes analysierte Projekt als einen Punkt in einem Raum, dessen Dimensionen ausgewählte Softwaremetriken sind.



Viele Maschinenprozesse werden wesentlich durch strömungstechnische Vorgänge bestimmt. Flugzeugbau und Strömungsmaschinen waren lange Zeit bevorzugte Anwendungen der klassischen Strömungstechnik. Heute gehören auch die Transportvorgänge in der Verfahrens-, Umwelt- und Klimatechnik, die Prozesse in Verbrennungsmotoren, Geräten der Fahrzeugtechnik und der Raumfahrt, die strömungsinduzierte Schallentstehung usw. zu Aufgaben, die mit Methoden der Strömungssimulation, der Strömungsmesstechnik und der Theoriebildung bearbeitet werden. Im Fachgebiet Strömungsmaschinen werden strömungsmechanische, akustische und schwingungstechnische Fragestellungen bei Strömungsmaschinen und strömungstechnischen Anlagen bearbeitet. Umfangreiche Erfahrungen liegen vor im aerodynamischen und akustischen Entwurf von Ventilatoren, in der numerischen Stromfeldberechnung, in der stationären und instationären Analyse strömungstechnischer Netzwerke und in der Strömungs- und Schallmesstechnik. Das Fachgebiet ist Bestandteil des Instituts für Fluid- und Thermodynamik.



Lehrveranstaltungen:

In mehreren Kursen werden die Grundlagen der Strömungsmaschinen vermittelt. Ein erstes Lernziel ist die Vermittlung der planerischen Kompetenz, mit der der künftige Ingenieur eine Strömungsmaschine für einen Einsatzfall nach wirtschaftlichen, energetischen und umwelttechnischen Aspekten richtig auswählen kann. Vertiefende Angebote befassen sich mit der Theorie der Strömungsmaschinen, der Strömungssimulation und mit strömungstechnischen Berechnungsverfahren. Interessierte Studierende sollen mit diesen Kenntnissen in die Lage versetzt werden, Strömungsmaschinen zu entwerfen.

Einen zweiten Schwerpunkt in der Lehre bildet die Technische Akustik/Maschinenlärm. Hier werden kollegial mit dem Institut für Mechanik und Regelungstechnik (Prof. Dr.-Ing. C.-P. Fritzen) die theoretischen Grundlagen der Wellenausbreitung in Fluiden, des Körperschalls und der Schallentstehung und -minderung bei Maschinen behandelt. Mit den hier erworbenen Kenntnissen soll ein Maschinenbauingenieur seine Produkte lärmarm konstruieren und akustisch beurteilen können.

Schließlich gehört zum Lehrprogramm eine Einführung in die Fluidtechnik. Lernziel ist ein Grundwissen in der ölhdraulischen und pneumatischen Antriebs- und Steuerungstechnik.

Auf den meisten Gebieten werden Bachelor-, Master-, Studien- und Diplomarbeiten angeboten und betreut, die in engem Zusammenhang mit den Forschungs- und Entwicklungsprojekten des Fachgebiets Strömungsmaschinen stehen.



Aktuelles Projektbeispiel:

Voith SilentVent® -

eine neue Herausforderung an die Entwicklung von Turbomaschinen

Steigende Anforderungen hinsichtlich der Vermeidung von Umweltbelastungen (Abgas und Lärm) einerseits und der wachsende Bedarf an Antriebsleistungen andererseits erfordern neue Lokomotiven.



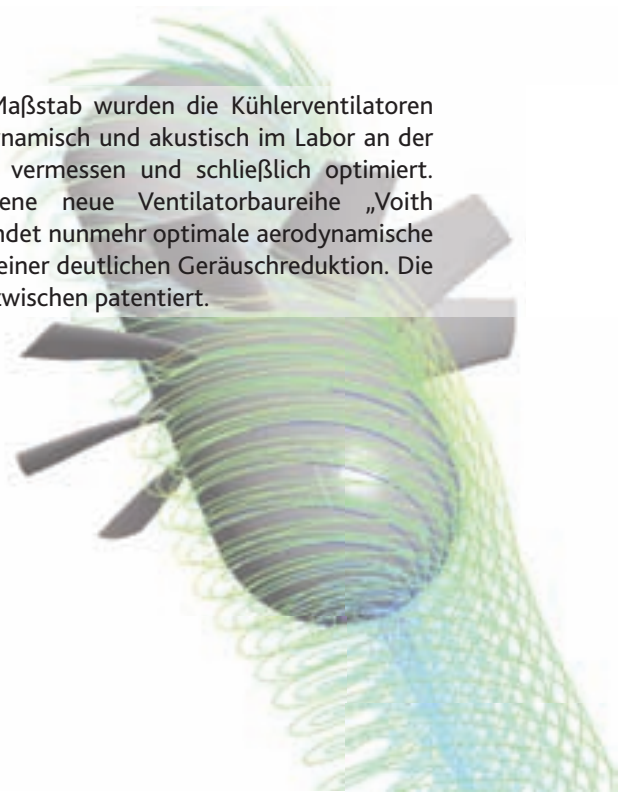
BILD 1: LOKOMOTIVE DER FIRMA VOITH®

Die Fa. Voith stieg daher in die Lokomotivenfabrikation ein und entwickelte ganz neu die sechssachsige dieselhydraulische „Maxima 40 CC“ für schwere Güterzüge. Dies machte auch die Neuentwicklung der Kühlerventilatoren erforderlich. Bei der Ventilatorentwicklung an der Universität Siegen kamen fortschrittliche aerodynamische und akustische Entwurfsmethoden sowie modernste Strömungssimulationsverfahren zum Einsatz.



BILD 2: NORMGERECHTER VENTILATORENPRÜFSTAND

Im verkleinerten Maßstab wurden die Kühlerventilatoren gebaut und aerodynamisch und akustisch im Labor an der Universität Siegen vermessen und schließlich optimiert. Die so entstandene neue Ventilatorbaureihe „Voith SilentVent®“ verbindet nunmehr optimale aerodynamische Eigenschaften mit einer deutlichen Geräuschreduktion. Die Konstruktion ist inzwischen patentiert.



Technische Mechanik/ Labor für experimentelle Mechanik

Ein Schwerpunkt der Forschung der Arbeitsgruppe sind Schwingungs- und Wellenausbreitungsvorgänge in der Festkörpermechanik. Betrachtet werden dynamische Vorgänge bei Tragstrukturen oder rotierenden Systemen. Technische Anwendung finden die entwickelten Verfahren z.B. in Projekten zum Structural Health Monitoring (SHM). Ziel ist es hierbei, Schäden an Strukturen, Maschinen oder Bauteilen (z.B. Risse oder Delaminationen) frühzeitig und in Form einer autonomen Eigendiagnose mit Hilfe von Sensornetzwerken zu detektieren und zu lokalisieren.

Die Arbeitsgruppe ist Mitglied im ZESS (Zentrum für Sensorsystem) und im CM / FOMAAS (Center of innovative materials / Forschungszentrum für Multidisziplinäre Analysen und Angewandte Systemoptimierung).

Ein weiterer Forschungsschwerpunkt liegt im Bereich der Bruchmechanik, wo in interdisziplinärer Zusammenarbeit mit dem Institut für Werkstofftechnik Modelle zur Simulation des Ausbreitungsverhaltens kurzer Risse unter zyklischer Belastung entwickelt werden.

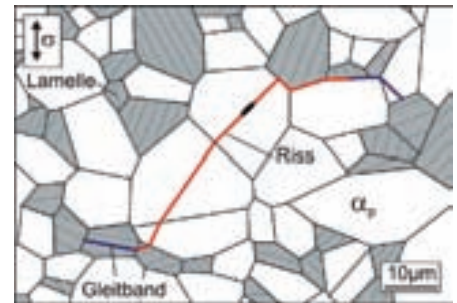


BILD 1: SIMULATION DER MIKORISSAUSBREITUNG IN EINEM VIRTUELLEN MATERIALGEFÜGE

Folgende Forschungsarbeiten promovierender Wissenschaftler werden z.Zt. bearbeitet:

Schadensdetektion und -monitoring:

- Integrales Monitoring- und Bewertungssystem für Offshore-Windenergieanlagen (IMO-WIND, gemeinsam mit der BAM und sechs Industriepartnern)
- Identifikation von Strukturlasten aus dynamischen Messungen mit Hilfe „robuster Beobachter“
- Health Monitoring von Flugzeugstrukturen mit Hilfe der Impedanzmethode
- Entwicklung von Simulationswerkzeugen zur numerischen Modellierung hochfrequenter Wellenausbreitungsvorgänge (gemeinsam mit Fa. EADS)
- Akusto-Ultraschallprüfung von Flugzeugstrukturen (externe Promotion, Fa. Airbus)
- Automatische Schadensdiagnose in isotropen und anisotropen Werkstoffen unter veränderlichen Umgebungsbedingungen mit Hilfe von piezo-elektrischen Sensoren und Aktoren
- Analyse und Entwicklung von Acoustic-Emission-Verfahren
- Algorithmen zur optimierten Sensorpositionierung (mit der University of Dalian, VR China)
- Entwicklung von SHM-Verfahren auf Basis faseroptischer Sensoren
- Entwicklung und Charakterisierung multifunktionaler AlN / Nanodiamant / γ -TiAl-Schichtsysteme zum Monitoring und zum Schutz von Oberflächen bei Hochtemperatur (zusammen mit dem Lehrstuhl für Oberflächen- und Werkstofftechnologie und dem ZESS)

Bruchmechanik und Ermüdung:

- Mechanismenorientierte Modellierung der Ermüdungsrissinitiierung und -ausbreitung in Edelstählen und Titanlegierungen (gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Materialkunde und Werkstoffprüfung)
- Virtuelle Gefügeoptimierung von TiAl6V4 auf der Grundlage einer mechanismenbasierten Simulation der Ermüdungsrissausbreitung (mit dem Lehrstuhl für Materialkunde und Werkstoffprüfung und Fa. Böhler, Österreich)
- Charakterisierung und Simulation der VHCF-Schädigungsentwicklung auf Basis des Resonanzverhaltens am Beispiel eines metastabilen austenitischen Edelstahls (gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Materialkunde und Werkstoffprüfung)

In der Lehre gehört die Technische Mechanik zu den elementaren Grundlagenfächern des Maschinenbaus sowie anderer ingenieurwissenschaftlicher Studiengänge. Sie legt das Fundament für das Verständnis anderer Fächer des Maschinenbaus. Das Basisfach Technische Mechanik ist somit ein wichtiger Eckpfeiler für die Ausbildung von Ingenieuren, die in der späteren Praxis Verantwortung für die Sicherheit der von ihnen entwickelten Konstruktionen zu übernehmen haben. Neben vielfältigen Lehrveranstaltungen und Laboren werden Studien-, Bachelor- sowie Masterarbeiten betreut, deren Themen zumeist aus aktuellen Forschungsprojekten der Arbeitsgruppe abgeleitet werden.



Aktuelles Projektbeispiel:

Effiziente Simulation von Ultraschallwellenausbreitungsvorgängen zur optimalen Auslegung multisensorieller Monitoringsysteme

Die Lebensdauer-Gesamtkosten eines modernen Flugzeugs werden neben den Herstellungskosten und den Treibstoffkosten erheblich von den Wartungskosten beeinflusst. In diesem Zusammenhang wurde in den letzten Jahren begonnen, Struktur-Überwachungssysteme in Flugzeuge zu integrieren, um entstehende Schäden frühzeitig zu erkennen und zu überwachen und den Wartungsprozess damit effizienter zu gestalten.



BILD 2: SCHEMADARSTELLUNG EINER FLUGZEUGSTRUKTUR MIT ÜBERWACHUNGSSENSOREN, QUELLE: EADS

Diese Systeme können neben der Reduzierung der Inspektionszeiten und -kosten über eine Erhöhung der Inspektionsintervalle auch einen Beitrag zu einer noch höheren Sicherheit leisten. Darüber hinaus können bei einer genauer überwachten Struktur unter Umständen auch Leichtbau-Konzepte besser umgesetzt werden, so dass sich durch die Anwendung von SHM Systemen auch ein reduziertes Flugzeug-Gewicht und damit geringerer Treibstoffverbrauch und CO₂-Emission erzielen lässt.

Als besonders erfolgversprechend haben sich in den letzten Jahren Systeme auf der Basis von Festkörperultraschallwellen herausgestellt, die mit Hilfe von integrierten piezoelektrischen Elementen erzeugt und gemessen werden. Schädigungen beeinflussen lokal das Ausbreitungsverhalten der Wellen und durch den Vergleich von geschädigtem und ungeschädigtem Zustand können Schäden detektiert und lokalisiert werden. Die meisten derartigen Systeme arbeiten rein datenbasiert, kommen also ohne numerische Modelle aus. Ein optimales SHM System für eine konkrete Struktur aufzubauen ist jedoch ein sehr komplexer und langwieriger Vorgang, weil viele Parameter und Verfahrensschritte einzeln optimiert werden müssen, z.B. Position und Form von Aktuatoren und Sensoren, verwendete Anregungssignale, Signalanalyseverfahren, Lokalisationsalgorithmen, etc.

In Kooperation mit der European Aeronautic Defence and Space Company (EADS) wird ein effizientes numerisches Verfahren zur Modellierung der Wellenausbreitungsvorgänge in dünnwandigen Schalenstrukturen auf Basis so genannter Spektralelemente entwickelt. Dabei wird die elektromechanische Kopplung der piezoelektrischen Sensoren und Aktuatoren berücksichtigt, so dass SHM-Systeme vollständig modelliert werden können. Durch ein derartiges Simulationstool lassen sich einerseits die physikalisch ablaufenden Wellenausbreitungsvorgänge in komplexen Bauteilen besser verstehen, andererseits wird die Entwicklung von optimierten SHM-Systemen unterstützt, weil viele Parameteroptimierungen auf Basis der numerisch gewonnenen Daten durchgeführt werden können, was aufwändige und teure experimentelle Tests reduziert.

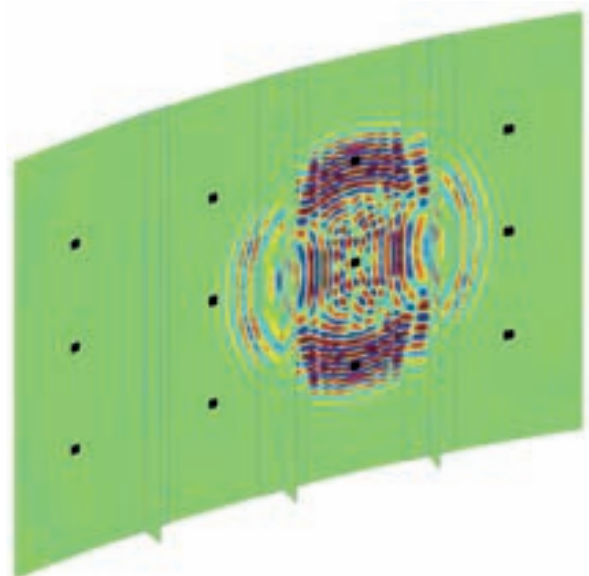


BILD 3: AUSBREITUNG VON ULTRASCHALLWELLEN IN EINER VERSTEIFTEN RUMPFSCHALE

Mit zunehmender Leistungsfähigkeit und Verarbeitungsgeschwindigkeit elektronischer Komponenten steigen auch die Anforderungen an die Verbindungen innerhalb elektronischer Geräte hinsichtlich der Bandbreite bzw. der Datenrate. Da das Datenrate-Länge-Produkt elektrischer Verbindungen physikalisch grundsätzlich limitiert ist, entsteht ein Engpass, der die Leistungsfähigkeit von Systemen trotz z.B. sehr hoher Prozessorleistung limitiert. Dieser Engpass kann durch den Einsatz optischer Verbindungen aufgehoben werden.

Der Forschungsschwerpunkt des Lehrstuhls für Theoretische Elektrotechnik und Photonik ist die Entwicklung der optischen Aufbau- und Verbindungstechnik für den Einsatz in elektronischen Geräten unter Berücksichtigung der technologischen Standards und Toleranzen der entsprechenden Verbindungshierarchie. Im einzelnen werden in enger Zusammenarbeit mit weiteren Forschungseinrichtungen und der Industrie die folgenden Themenfelder bearbeitet:

- Entwurf, Modellierung, Analyse und Optimierung aktiver optischer Komponenten wie z.B. Laser- und Photodioden,
- Modellierung, Analyse und Entwurf passiver mikro-optischer und integriert-optischer Komponenten wie z.B. Koppler, integrierte Wellenleiter sowie weitere diffraktive und refraktive Komponenten,
- Entwicklung von Entwurfsregeln sowie Feldberechnungs- und Simulationsverfahren zur genauen Analyse, Optimierung und
- Entwurfsunterstützung von mikro-optischen und integriert-optischen Verbindungen und Architekturen,
- Entwicklung optischer Komponenten, optischer Verbindungen und optischer Architekturen auf Chip-, Modul, und Systemebene.

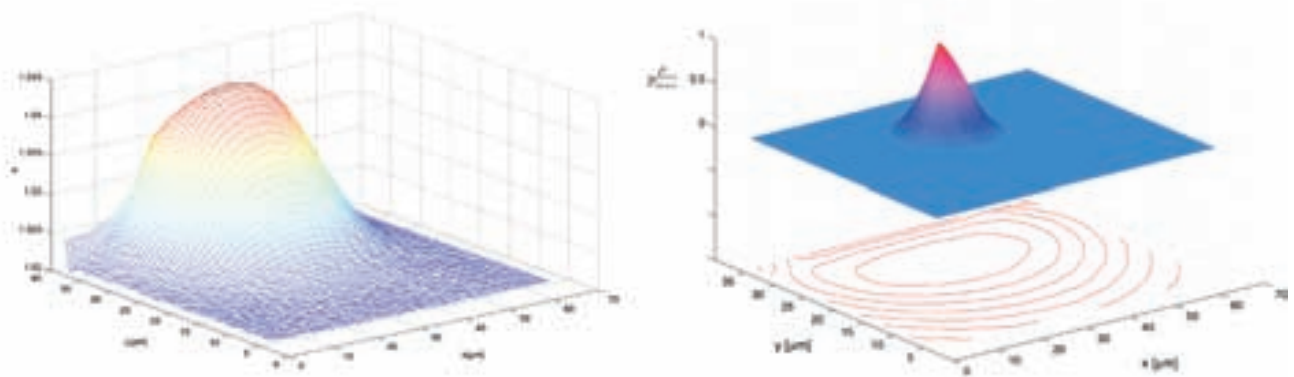


BILD 1: INDEXPROFIL EINES DURCH IONENAUSTAUSCH HERGESTELLTEN OPTISCHEN WELLENLEITERS IN DÜNNGLASFOLIEN UND ZUGEHÖRIGE BERECHNETE LEISTUNGSDICHTE DES GRUNDMODE



Zur Validierung von Simulationsergebnissen und für experimentelle Untersuchungen steht in einem Photonik- und HF-Labor eine umfassende Messtechnik für Spektral- und Netzwerkanalysen sowie Bitfehler-, TDR- und Dämpfungsmessungen zur Verfügung.



BILD 2: SPEKTRAL- UND NETZWERKANALYSE

Neben diesem Spezialgebiet der optischen Aufbau- und Verbindungstechnik befassen wir uns auch mit allgemeinen und speziellen numerischen Feldberechnungen für verschiedene industrielle Anwendungen. Beispiele dafür sind Feld- und Stromverteilungsberechnungen für die Optimierung von Komponenten im Automotive-Bereich sowie für leistungselektronische Anlagen und Komponenten.

Schwerpunkte in der Lehre sind

- Elektromagnetische Feldtheorie,
- Optische Nachrichtentechnik,
- Grundlagen der Signal- und Systemtheorie und
- Elektrische Signalübertragung.

Thermodynamik

im Spannungsfeld zwischen Grundlagen und Anwendung

Die technische Thermodynamik stellt im Studium des Maschinenbaus eine wesentliche Grundlage für weiterführende Vorlesungen im Bereich der Wärmetechnik, Energie- und Verfahrenstechnik, der Verbrennungstechnik und der Verbrennungskraftmaschinen dar. Das abstrahierte Denken in Systemen und die Technik der Bilanzierung, sowie ein Verständnis für die Masse-, Energie und Entropieflüsse und Wirkungsgrade in technischen Prozessen beispielsweise in Verdichtern, Turbinen, Wärmeübertragern, Brennkammern und somit in Motoren und Kraftwerken sind wichtige Kompetenzen, die über das Studium hinaus von Bedeutung sind. In diesem Rahmen ist die Verbrennungstechnik ist aktuell ein vielgefragtes Forschungsgebiet. Neben den Schwerpunkten „Schadstoffreduktion“ und „Sicherheit“ ist auch die Effizienzsteigerung und Nutzung alternativer Brennstoffe von größtem Interesse für die heimische Industrie, die sich nur durch einen solchen Qualitätsvorsprung gegenüber der internationalen Konkurrenz behaupten kann. Zur Untersuchung der vielfältigen komplexen Fragestellungen in all diesen Bereichen der Forschung spielt die Bereitstellung geeigneter messtechnischer Werkzeuge eine immer entscheidendere Rolle. Hierzu werden in vielen Fällen optische Messverfahren und moderne Lasermesstechniken, die eine berührungslose und hochauflösende Informationsgewinnung ermöglichen, entwickelt, weiterentwickelt und eingesetzt. Das Beispiel in Abb. 1 zeigt für einen Schnitt durch das Zentrum eines Brenners mit Staukörper zweidimensional aufgelöste Messinformationen über die Rußvolumenkonzentrationen, Partikelgrößen, ausgewählte Spezieskonzentrationen und die Temperatur.

Die Forschungsaktivitäten des Lehrstuhls sind derzeit im Aufbau. Folgende Bereiche sind hierbei bereits aktiv oder geplant:

- Verbrennungstechnik
- Laseroptische Messtechnik
- motorischer Brennverfahren
- Adsorptionstechnik
- Energieeffizienz

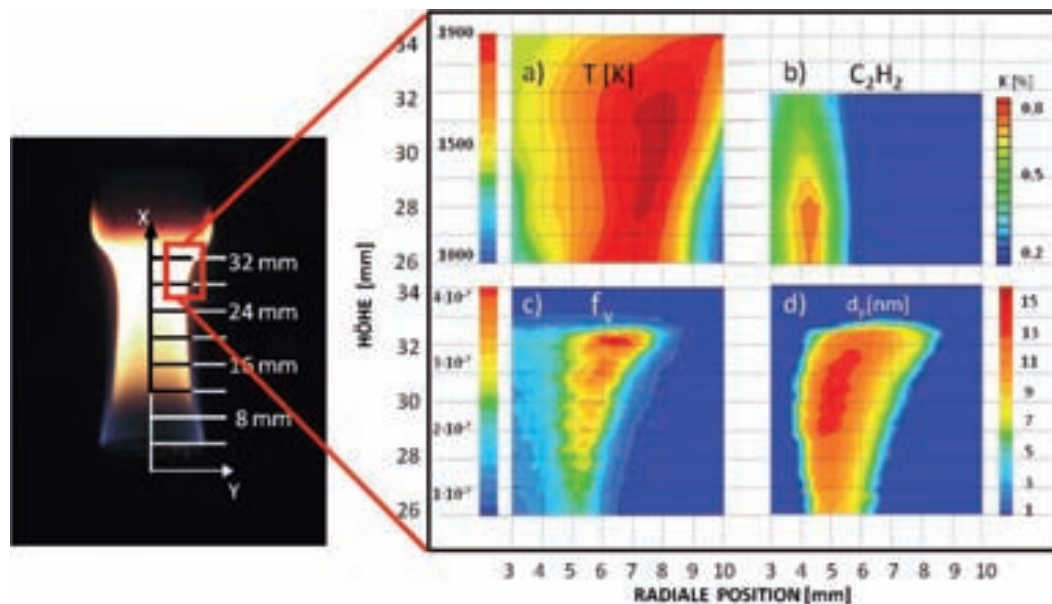


BILD 1: CHARAKTERISIERUNG EINER RUSSENDEN DIFFUSIONSLAMME



Aktuelle Projektbeispiele:

Brennstoffflexibles Gasanalyse-System



BILD 2: ERDGASANALYSE IM KRAFTWERK
MITTELS RAMANSTREUUNG

Fossile Brennstoffe stellen zwar momentan die am häufigsten genutzten Energieträger dar. Aufgrund der zunehmenden Verknappung dieser Rohstoffe ist jedoch die verstärkte Verwendung alternativer Brennstoffe in zukünftigen modernen Gasturbinen unumgänglich. Allerdings unterscheiden sich diese Gase in ihrer Zusammensetzung deutlich vom Erdgas, was zu drastischen Schwankungen der Verbrennungstemperatur führen kann. Somit ist die schnelle Erfassung der Gaszusammensetzung und darauf basierend die Berechnung des Heizwertes und des Wobbe-Indexes eine wesentliche Voraussetzung für eine gezielte Prozesssteuerung. Ziel dieses Projektes ist es in Kooperation mit der Universität Erlangen, eines kompakten innovativen Messsystems auf der Grundlage der Laser-Ramanspektroskopie, welches die erforderliche Brennstoffflexibilität für zukünftige Gasturbinenanwendungen garantiert zu entwickeln.

Direkteinspritzung von Flüssiggas

Zur Verbesserung motorischer Verbrennungsprozesse ist es notwendig auch die komplexen Vorgänge bei der Kraftstoffeinspritzung zu untersuchen. Insbesondere für alternative Kraftstoffe sind Zusammenhänge bei Verdampfungs- und Mischungsvorgängen ein wichtiges Forschungsthema. So ist das Ziel des Forschungsprojektes eine Erprobung und Demonstration der Nutzbarkeit einer neuen optischen Messmethode auf Basis von laserinduzierten Gittern zur Analyse der Gemischbildung bei Flüssiggaseinspritzungen. Als Anwendungsbeispiel dient Propan als Hauptbestandteil des Modellkraftstoffs LPG.

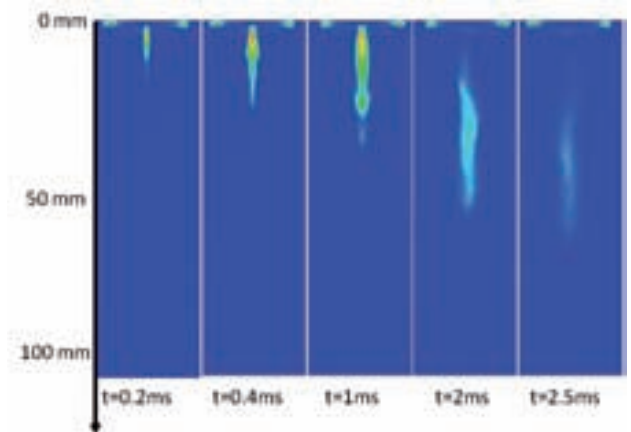


BILD 3: MIE-STREULICHTAUFNAHME EINER PROPANEINSPRITZUNG

Weiterentwicklung nichtlinearer laseroptischer Messverfahren

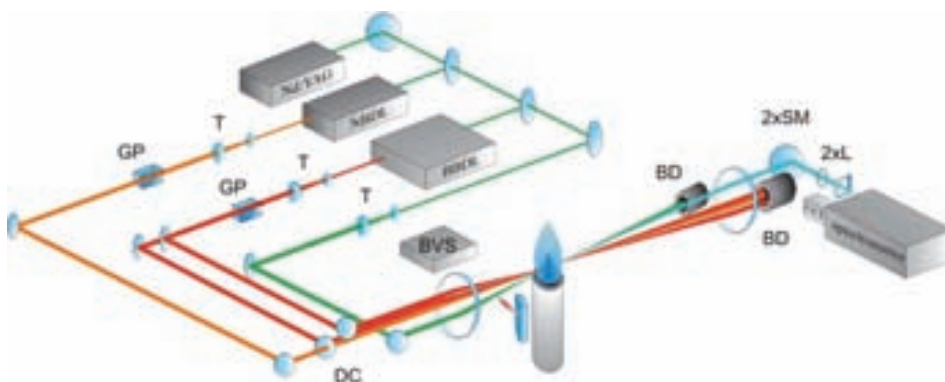


BILD 4: LASERDIAGNOSTIK ZUR ANALYSE VON VERBRENNUNGSVORGÄNGEN

Verschiedene laseroptische Messverfahren haben sich in der Vergangenheit als erfolgreiche Messtechniken zur Untersuchung von Verbrennungsprozessen bezüglich Temperatur herausgestellt. Die wesentlichen Vorteile liegen im Gegensatz zu mechanischen Sonden in der Berührungsllosigkeit, sowie in einer hohen zeitlichen und räumlichen Auflösung.

CARS-Messverfahren (Coherent anti-Stokes Raman Spectroscopy) zeichnen sich zudem durch eine relativ hohe Signalstärke und einen laserstrahlähnlichen Charakter des Signals aus, was die Messtechniken robuster gegen Störsignale macht. Ziel ist es diese Verfahren für simultane Temperatur und Konzentrationsbestimmungen in der Gasphase zu erweitern und in technisch relevanten Verbrennungsprozessen einzusetzen.

Umformtechnik

Profilumformung für den Leichtbau

Der Lehrstuhl für Umformtechnik der Universität Siegen (kurz: UTS, Umformtechnik Siegen) arbeitet im engen Verbund mit den Lehrstühlen der Fertigungstechnik, Fahrzeugtechnik und der Werkstofftechnik. Neben der Lehre bestehen wesentliche Aufgaben des Lehrstuhls in der Grundlagenforschung sowie der Unterstützung industrieller Forschung.

Die Arbeiten konzentrieren sich auf die Untersuchung ausgewählter Blechumformverfahren. Hierzu zählen das Profilbiegen und das Hydroforming. Neben der Profilumformung beschäftigt sich der Lehrstuhl mit dem Umformen von Schichtverbundwerkstoffen sowie der Umformung faserverstärkter Thermoplaste. Mit diesem Forschungsprofil unterstützt der Lehrstuhl in idealer Weise die Leichtbauentwicklungen im Maschinen- und Fahrzeugbau durch den Einsatz von Profilen, hybriden Materialien und der dazugehörigen Prozesstechnik für den wirtschaftlichen Einsatz.

Umformtechnische Fragestellungen werden mittels plastomechanischer Ansätze, Finite-Elemente-Simulationen und mit praktischen Versuchen bearbeitet. Institutseigene Anlagen ermöglichen praktische Experimente sowie die Ermittlung mechanischer Werkstoffkennwerte.

Mit modernen Simulationstechniken, leistungsstarken Biegeanlagen für große und kleine Profilquerschnitte und einer Prototypenanlage zum Profilformen faserverstärkter Thermoplaste werden am Lehrstuhl Grundlagenarbeiten für die industrielle Praxis durchgeführt.



Der enge Bezug zur Industrie ist häufig Ansatzpunkt zu Innovation und auch die Motivation zu ingenieurmäßiger Grundlagenforschung.

In der Ausbildung sollen die wichtigsten Verfahren der Ur- und Umformtechnik vorgestellt und insbesondere die Umformmechanismen vermittelt werden. Die Plastizitätstheoretischen Grundlagen zur Umformtechnik werden im Zusammenhang mit modernen rechnergestützten Arbeitsmethoden vertieft. Der Aufbau und die Auslegung von Umformmaschinen – speziell von Pressen – werden vermittelt. Neben einer Übersicht über gängige Umformverfahren werden die Anwendungen in der Automobilindustrie vertieft behandelt.

Die Themen der betreuten Studien- und Diplomarbeiten stehen meist in engem Zusammenhang mit den bearbeiteten Forschungsschwerpunkten und Entwicklungsprojekten.



Aktuelles Projektbeispiel:
Aktiver Faltenglätter

Um ein Rohr mittels Rotationszugbiegen umzuformen, wird es vor dem Biegen zuerst zwischen innerer und äußerer Spannbacke geklemmt (Bild 1A). Dabei ist die innere Spannbacke fest mit der Biegeform verbunden. Nach der Klemmung des Rohres zwischen den Spannbacken wird das Rohr bei der Rotation des Biegearms um die Biegeschablone gezogen (Bild 1B).

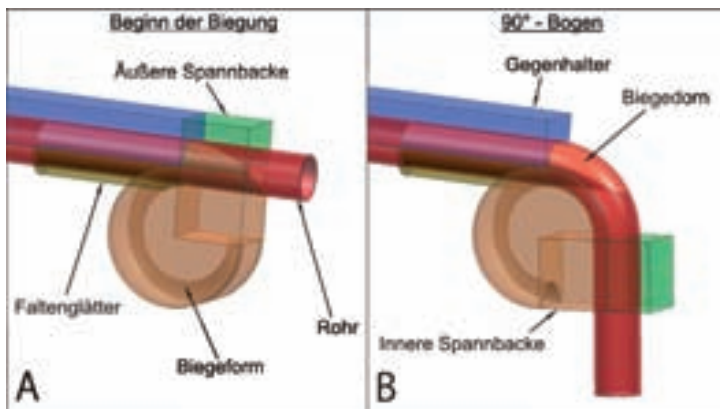


BILD 1: ROTATIONSZUGBIEGEN, BEGINN DES BIEGEVORGANGS (A), 90°-BIEGUNG (B)

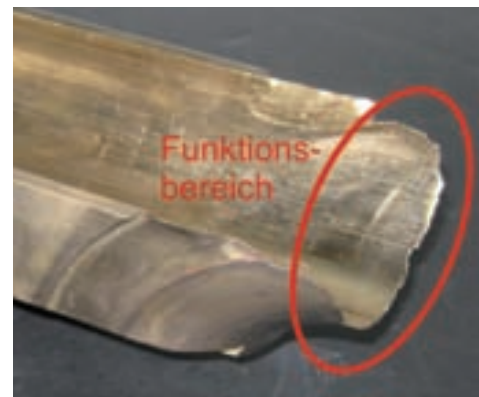


BILD 2: PASSIVER FALTENGLÄTTER

Das Material wird dabei am Außenbogen durch Zugspannungen gestreckt und am Innenbogen durch Druckspannungen gestaucht. Wird beim Stauchen des Materials eine kritische Druckspannung am Innenbogen überschritten, beginnt die Faltenbildung. Zur Verhinderung von Falten werden heute „passive“ Faltenglätter verwendet. Die Prozessstabilität ist zum einen durch die geometrische Ausbildung des Faltenglätters (Bild 2), zum anderen durch undefinierten Lasteintrag eingeschränkt.

Ein alternatives Faltenglättersystem basiert darauf, die Faltenbildung am Innenbogen durch Überlagerung einer Zugkraft zu verhindern. Dabei wird der Werkstofffluss ähnlich wie beim Karosserieziehen durch eine Bremssicke gesteuert (Bild 3A). Entwickelt wurde eine sichelförmige Kontur, die den Fließwiderstand entsprechend der beim Biegen entstehenden Druckspannung am Innenbogen berücksichtigt und so die Faltenbildung „aktiv“ durch die Zustellung der Sicke verhindert.

Auf der Basis dieser Ergebnisse wurde ein erstes Funktionsmuster erstellt (Bild 3B). Die Funktionsweise des Konzepts wurde hiermit beim Biegen von Rohren mit einem Durchmesser von 70 mm x 2 mm und einem Biegeradius von 105 mm nachgewiesen.

Für das neue Faltenglättersystem werden weitere Untersuchungen hinsichtlich der Geometrie der Sicke durchgeführt. Angestrebt wird die Entwicklung einer Sickengeometrie bei der mit einem Sickenwerkzeug unterschiedliche Rohrdurchmesser gebogen werden können.

Das Ziel der Forschung für den Einsatz des aktiven Faltenglätters ist eine Prozessregelung für unterschiedliche Biegeaufgaben. Im Biegeprozess soll anhand von statischen und prozessbedingten Belastungen die Zustellung der Sicke geregelt werden.

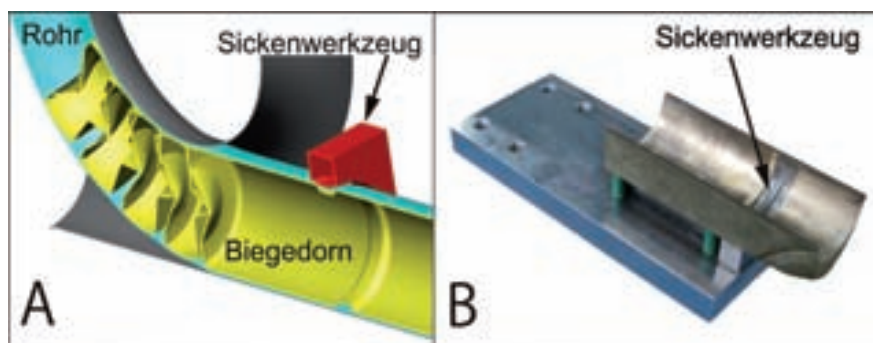


BILD 3: WERKZEUGANORDNUNG SCHEMATISCH (A), FUNKTIONSMUSTER „AKTIVER FALTENGLÄTTER“ (B)

Wissensbasierte Systeme & Wissensmanagement

Wissenstransfer & Nachhaltige Integration

Der Lehrstuhl Wissensbasierte Systeme (WBS) entwickelt Konzepte, Methoden, Strategien und Lösungen im Bereich des anwendungsbezogenen WISSENSMANAGEMENT. Um die Ressource Wissen optimal nutzen zu können, muss Wissen identifiziert, analysiert und in die richtige Repräsentation übertragen werden.

Dabei unterstützen wir in der Anwendung mittelständige und große Unternehmen sowie Partner aus der Medizin bei der Konzeption, Entwicklung und Integration von Wissensmanagement-Methoden und -Lösungen in bestehende IT-Systemumgebungen, um Wissensmitarbeiter zielgerichtet bei der Nutzung aktueller Technologien und damit dem Wissenstransfer zu fördern. Hierbei bringen wir eine breit gefächerte Auswahl intelligenter Methoden zum Einsatz. Zu diesen zählen Portaltechnologien, semantische Technologien, intelligente Suchverfahren, adaptive Visualisierungs- und Lernverfahren, Bewertung und Modellierung von Geschäftsprozessen, Verfahren zur Erkenntnisgewinnung aus Datenbeständen (Data und Text Mining) oder auch Methoden für den Umgang und die Verarbeitung mit vagen, unvollständigen oder unscharfen Informationen (Computational Intelligence bestehend aus den Bereichen Fuzzy Logik, Neuronale Netze und Evolutionäre Algorithmen).

Fachliche Schwerpunkte sind dabei die Bereiche:

- IT Management (IT-Strukturen, -Prozesse und -Organisationen)
- Businessprozessanalyse, -modellierung und -optimierung, Anforderungsanalyse und Spezifikation, Softwarearchitektur, Supply Chain Management, CRM und Customer Service/ Helpdesk
- Nachhaltigkeitsmanagement (Sustainability Strategien, Messung, Realisierung durch Datenanalyse und Erhalt der Datenqualität)
- Organisationale Wissensverarbeitung (Dokumenten- und Contentmanagement, Netzwerke, Portale, Wissenstransfer, Projektmanagement, Qualitätsmanagement, Integration)
- Feedback (Gestaltung und Strukturierung von Feedbackmechanismen, Innovationsmanagement, Kundenbeziehungsmanagement)



BILD 1: KNOWLEDGE TRANSFER IN NEW TECHNOLOGIES



Aktuelles Projektbeispiel:

Erweiterung des Product Lifecycle Managements durch wissensbasierte Rückführung von Produktnutzungsinformationen in die Produktentwicklung

Das Projekt WiRPro wird in Kooperation zwischen dem Institut für Wissensbasierte Systeme und Wissensmanagement (WBS), Universität Siegen und dem Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik (ITM), Ruhr-Universität Bochum durchgeführt.

Die meisten produzierenden Unternehmen verfügen traditionell über gut funktionierende vorwärts gerichtete Informationsflüsse entlang des Produktlebenszyklus von der Entwicklung bis zum Vertrieb. Sie stützen sich dabei auf IT-Systeme wie CAx, ERP und PLM. Informationen über die Konsequenzen der in der Produktentwicklungsphase getroffenen Entscheidungen, die sich als Fehler und Schwachstellen erst in der Produktnutzungsphase manifestieren, werden Produktentwicklern jedoch bestenfalls eingeschränkt nutzbar gemacht.

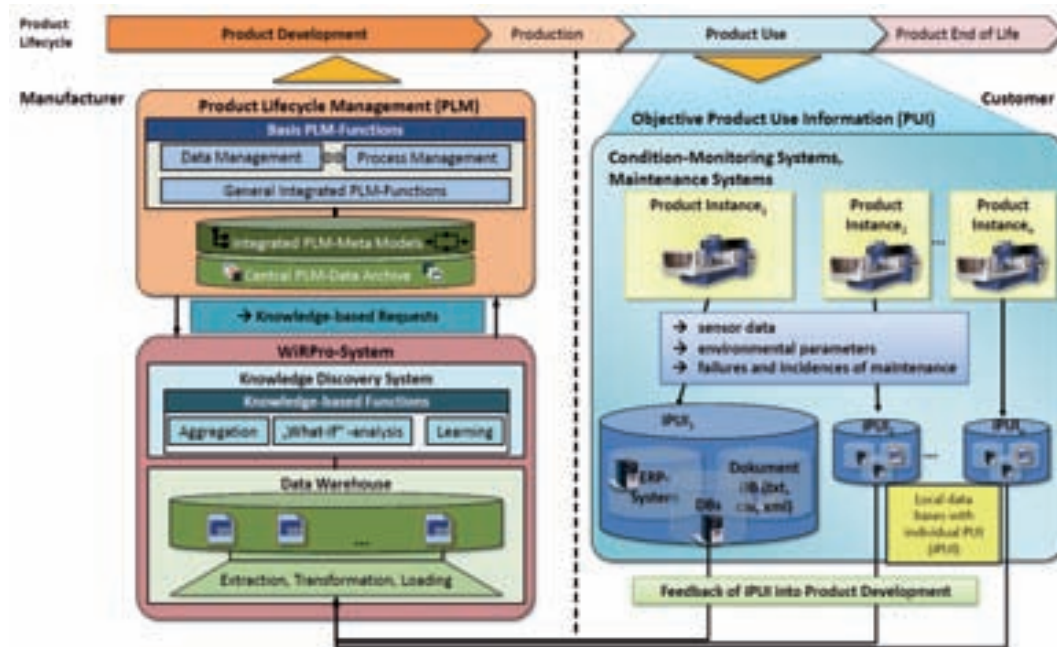


BILD 2: WIRPRO KONZEPT

Ziel des Kooperationsprojektes WiRPro ist die Konzeption und Entwicklung eines verteilten wissensbasierten Systems, das die Abbildung, Verwaltung, Verarbeitung und den prozessübergreifenden Zugriff auf Produktnutzungsinformationen (PNI) ermöglicht, die in der Nutzungsphase einer Produktgeneration gewonnen werden. Während in den frühen Phasen des Produktlebenszyklus das Product Lifecycle Management (PLM) durch das Management von Produktinformationen gekennzeichnet ist, die sich auf Produkttypen beziehen, zielt WiRPro auf die Integration der Produktnutzungsphase ab. Die in dieser Phase anfallenden Produktinformationen beziehen sich jedoch nicht auf virtuelle Produkttypen, sondern auf reale Produktinstanzen der in den vorangegangenen Phasen entwickelten Produkttypen. Mit Hilfe von WiRPro sollen Hersteller, Kunden und Dienstleister in die Lage versetzt werden, in einem verteilten Wissensnetz basierend auf PNI neue Nutzungs- und Handlungsmodelle abzuleiten und daraus skalierbare Geschäftsmodelle zu generieren. Diese Geschäftsmodelle sollen neben innovativen Konzepten zur Wartung, Instandhaltung und Verfügbarkeitseffizienz Feedbackmechanismen etablieren, wobei PNI der Produktnutzungsphase der letzten Generation eines Produktes zielgerichtet in die Entwicklung der nächsten Generation einfließen und geeignet aggregiert eine Basis für Produktmodifikationen oder -verbesserungen liefern.

Speeding Scientists Siegen

Formula Student Racing Team

Speeding Scientists Siegen e.V.

Unser Team „Speeding Scientists Siegen e.V.“ ist das Formula Student Rennteam an der Universität Siegen. 2008 traf sich hier erstmals eine Gruppe von Studenten um einen konkurrenzfähigen Rennwagen der Formula SAE Klasse für das Jahr 2009 zu entwickeln und zu fertigen. In der darauffolgenden Saison fanden sich erneut Studenten unterschiedlichster Fachbereiche zusammen um das Nachfolgemodell zu realisieren. Inzwischen, der nunmehr dritten Saison, verteilt sich unser Team auf Studenten mehrerer unterschiedlicher Fachbereiche. Neben Studenten des Maschinenbaus, des Wirt-

Um uns ständig weiter zu entwickeln und neuen Herausforderungen zu stellen werden wir in der kommenden Saison einen Rennboliden mit Elektroantrieb bauen und an der 2010 gegründeten Formula Student Electric teilnehmen. Das Ziel ist, die Erfolge der Vergangenheit weiter zu führen und das Optimum aus dem neuen Fahrzeug herauszuholen.

Parallel zum theoretischen Studium an der Universität soll in enger Abstimmung die praktische Arbeit erfolgen, um auf diese Weise eine Dualität zwischen betrieblicher Arbeit und wissenschaftlicher Ausbildung zu erzielen. Durch



QUELLE: WWW.FORMULASTUDENT.DE, INGO REICHMANN

schaftsingenieurwesens und der Elektrotechnik befinden sich zusätzlich Betriebs- und Medienwirte sowie Wirtschaftsrechtler im Team.

Nachdem sich der „s3-09“, der erste selbstkonstruierte Rennwagen aus Siegen, sowohl bei der Formula Student Germany am Hockenheimring, als auch bei der Formula Student Italy in Varano de' Melegari, erfolgreich geschlagen hatte – so errangen wir in Hockenheim den Titel „Best Newcomer“ und in Italien eine Top-Ten Platzierung sowie den Sieg in der Disziplin Fuel Efficiency – gelang es uns in der darauffolgenden Saison unsere Platzierung in Hockenheim um 22 Plätze zu verbessern und als bestes Team aus Nordrhein-Westfalen abzuschließen.

die Mitarbeit bei Speeding Scientists werden Zusatzqualifikationen erworben, die viele der heute geforderten Soft Skills darstellen. Teamwork, Projektmanagement, Führungsqualitäten, eigenständiges und selbstverantwortliches Arbeiten sind nur einige davon, welche die Teammitglieder beim Bau des Rennwagens erlernen. Dabei werden viele Kontakte zu Unternehmen geknüpft, aus denen langfristige Partnerschaften entstehen können. Durch die Unterstützung der Universität Siegen ist es ebenfalls möglich, Diplom- und Studienarbeiten in die Entwicklung des Rennwagens einfließen zu lassen.

Speeding Scientists Siegen

Formula Student Racing Team

Formula Student

Die Formula Student wurde 1981 von der „Society of Automotive Engineers“ (SAE) in den USA gegründet. Durch den Verband Deutscher Ingenieure entstand 2006 die Formula Student Germany mit internationaler Ausrichtung und Englisch als Wettbewerbssprache.

Die Herausforderung besteht in der Entwicklung eines Formel-Rennwagens entsprechend dem Reglement der Formula Student Germany nach strengen technischen und wirtschaftlichen Auflagen. Ziel ist es, Studenten aus aller Welt die Möglichkeit zu geben, ihre gelernte Theorie praktisch umzusetzen, ihre Lösungen untereinander zu vergleichen und der Industrie ihre Leistungsfähigkeit zu demonstrieren.

Das Konzept der Formula Student besteht dabei aus zwei verschiedenen Bereichen, dem statischen und dem dynamischen. In beiden Bereichen sind verschiedene Disziplinen zu absolvieren. Aufgabe der Mitglieder des wirtschaftlichen Bereichs ist es die Konstruktion kosteneffektiv mitzugestalten, einen Businessplan zu erstellen und das Gesamtpaket vor

einer Jury zu präsentieren, zu diskutieren und fiktiv an sie zu verkaufen. Der technische Teil wird auf der Rennstrecke ausgetragen. Hierzu starten die Fahrzeuge in verschiedenen Disziplinen, bei denen es unter anderem auf Beschleunigungswerte und Kurvengeschwindigkeiten ankommt. Darüber hinaus wird ein Ausdauerrennen auf einem Handlingparkour ausgetragen, bei dem neben den reinen Fahrleistungen auch der Kraftstoffverbrauch gemessen wird. Hier treten vor allem die Jungingenieure ins Rampenlicht und zeigen, was in ihnen und ihren teils sehr innovativen Ansätzen steckt. Aus den Ergebnissen der insgesamt acht Einzelwertungen wird dann ein Ranking der Gesamtkonzepte erstellt.

Wenn jetzt die Neugier geweckt hat, findet weitere Informationen auf unserer Homepage unter www.s3racing.de oder kann jederzeit auch gerne in unserer Werkstatt PB-D 0109 auf dem Paul-Bonatz-Campus vorbeischauchen. Wir freuen uns immer über interessierte, kreative Mitglieder.



QUELLE: WWW.FORMULASTUDENT.DE, HARALD ALMONAT

Alumni



✉ oliver.schweissgut@os-cillation.de

Oliver Schweissgut

studierte an der Universität Siegen Technische Informatik.
Seit 2000 leitet er seine eigene Firma, os-cillation e.K., Entwicklungsdienstleister und Auftragsentwickler für Softwareprodukte und embedded Anwendungen.

Mein Unternehmen os-cillation e.K. ist Entwicklungsdienstleister und Auftragsentwickler für Softwareprodukte und embedded Anwendungen. Aktuell gibt es Entwicklungskapazitäten für Linux- und Windows-Software, Mikrocontroller-Anwendungen, Embedded Linux Systeme, iPhone-Apps, Android-Apps und Rich Internet Applications. Daneben gibt es aus der Historie heraus eine Systemhaus-Komponente mit umfangreichem Netzwerk-KnowHow.

Das Unternehmen wurde von mir im Jahr 2000 gegründet und heute sind meine Aufgaben die Geschäftsleitung, Projektleitung und Consulting. Auch in Zukunft möchte ich neben der Geschäftsleitung selber als Projektleiter oder Consultant in Projekte involviert sein, da mein Interesse und der Spaß am Finden der optimalen Lösung für eine informationstechnologische Aufgabenstellung immer noch geblieben sind.

Mein Werdegang zum Unternehmer begann bereits vor dem Studium. Bereits als Schüler habe ich Netzwerke und kleine Programme für Firmen realisiert. 1993, im Alter von 17 Jahren, erfolgte die Gewerbeanmeldung. Die ersten Jahre blieb es bei einer „One-Man-Show“ als IT-Consultant, Netzwerkadministrator und Programmierer. Zu dieser Zeit war das Gewerbe mehr Nebenerwerb und Studiumsfinanzierung als Hauptberuf. Erst ab dem Jahr 2000 gab es erste Mitarbeiter und einen Firmensitz. Seitdem wächst das Unternehmen kontinuierlich. Aktueller Stand 2010 sind 15 Mitarbeiter.

Der Kundenkreis, den wir bedienen, besteht aus Mittelständlern zwischen Stuttgart und Hamburg. In einigen Fällen führen wir auch Projekte für Konzerne direkt durch. Die Kunden sind aus unterschiedlichen Branchen von Elektronikherstellern und Maschinenbauern über Softwareherstellern bis hin zu Finanzunternehmen und Banken.

„Was immer geblieben ist, ist die Begeisterung für grundlegende technische Lösungen.“

os-cillation



development and engineering

Neben der praktischen Erfahrung durch die frühe unternehmerische Tätigkeit hat das Studium an der Universität Siegen maßgeblich meinen Werdegang beeinflusst. Das Studium der Technischen Informatik bis zum Abschluss und einige Semester Physik haben mir die theoretischen Grundlagen gebracht, um mich den ständig neuen und wechselnden Herausforderungen im Berufsalltag erfolgreich zu stellen. Bei einer parallel zum Studium betriebenen Tätigkeit als Unternehmer oder Freiberufler besteht allerdings die Gefahr, dass man den Abschluss des Studiums zum guten Schluss nicht mehr macht, weil der Berufsalltag die Zeit vollständig bindet. Auch ich habe diese Erfahrung gemacht und das Studium erst abgeschlossen, nachdem schon kaum jemand in meinem Umfeld dies noch erwartet hatte. Rückblickend empfehle ich aber jedem, den Abschluss zu machen, auch wenn es in der IT-Branche allzu leicht ist, vor dem Abschluss ins Berufsleben zu wechseln. Ganz konkret hat mir selber der Abschluss z.B. die Möglichkeit zu einem Forschungsprojekt mit Prof. Dr. Wolfgang Wiechert am Forschungszentrum Jülich (ehem. Institut SIMTEC an der Universität Siegen) eingebracht.

Die Universität Siegen spielt bis heute immer noch eine große Rolle für das Unternehmen und damit für mich. Sie ist der wichtigste Garant für Ausbildung und Nachschub neuer Arbeitskräfte und damit ein wichtiger Standortfaktor für viele Unternehmen im Raum Siegen. In meinem Unternehmen biete ich regelmäßig Studenten Stellen für ihr Industriepraktikum und Nebenjobs an und der überwiegende Teil der Mannschaft kommt von der lokalen Universität. Aus diesem Grund fühle ich mich als Alumnus der Universität Siegen verbunden und möchte den Kontakt zu anderen Absolventen, Studierenden und Universitätsmitarbeitern weiterhin pflegen.



Alumni



✉ gerold.utsch@datanion.com

Gerold Utsch

studierte an der Universität Siegen Elektrotechnik.

Seinem Abschluss machte er im Februar 1998.

Seit 2006 leitet er seine eigene Firma, DATANION, eine regional ansässige Unternehmensberatung.

Wenn man gebeten wird, als Ehemaliger über seinen Werdegang zu berichten, so bietet das die Gelegenheit einmal über die vergangenen zwei Jahrzehnte zu reflektieren. Warum bin da, wo ich heute bin? Welche Entscheidungen oder Ereignisse haben mich hierher geführt? Wo wäre ich, wenn ich mich in der einen oder anderen Situation anders entschieden hätte? Die letzte Frage lässt sich kaum beantworten, die anderen aber sehr wohl.

Nach dem Abitur in Siegen und während des Wehrdienstes stellte sich 1988/89 die Frage, was man denn studieren wolle. Die Interessenlage für betriebswirtschaftliche wie auch (informations-) technische Fragen hätte Wirtschaftsingenieurwesen nahegelegt. An der aus finanziellen und familiären Gründen gewählten „Heimatuni“ ging das aber 1990 nur mit der Spezialisierung „Maschinenbau“. Also entschloss ich mich, statt dessen meiner Neigung für Computer zu folgen, und mich für „Elektrotechnik“ einzuschreiben. Das Grundstudium verlief zwar erfolgreich, aber ich merkte recht schnell, dass mich Fragestellungen, die über die reine Technik hinausgehen mehr interessieren.

Ein Auslandspraktikum im Silicon Valley im Sommer 1993 war der erste Schritt eine gewisse Orientierungslosigkeit zu überwinden. In diesem Jahr herrschte eine seltsame Stimmung in Kalifornien. Etwas aufregendes, neues zeichnete sich am Horizont ab, lange bevor man es in Deutschland wahrnahm: das World Wide Web. Zurück an der Uni Siegen war die Spezialisierung für das Hauptstudium somit endgültig klar: „Technische Datenverarbeitung“.

Der wohl entscheidende Impuls für mein weiteres Leben kam aber erst während des Sommersemesters 1995, das ich an der University of California, Los Angeles verbrachte, um noch ein wenig Auslandserfahrung zu sammeln. Professor Massarik erklärte in seinem MBA-Kurs das - mir zuvor kaum bekannte - Berufsbild des Consultants: Arbeiten in interessanten Projekten, in einem internationalen Umfeld, bei multinationalen Unternehmen. Genau das wonach ich gesucht hatte. Und nach kurzer Recherche fand ich mein Traumunternehmen: Andersen Consulting. Der Rest meines Hauptstudiums war ausschließlich auf dieses Ziel gerichtet. Ich habe dann auch nur eine einzige Bewerbung geschrieben.



Frisch von der Uni stieg ich Anfang 1998 bei Andersen ein, und schon das erste Projekt für den Kunden Mercedes-Benz hatte die Erwartungen mehr als erfüllt. In einem internationalen Team von Kundenmitarbeitern und Beratern programmierte ich zunächst Datenbanklader für das neue CRM-System des Kunden, war dann an der Entwicklung eines Intranet-Prototypen beteiligt und lernte dabei mehrere europäische Standorte von Mercedes kennen.

Die Lernkurve als Unternehmensberater ist sehr hoch, und man lernt die Kundenunternehmen sehr intensiv kennen. IT, Prozesse, Organisation, rechtliche Aspekte: ständig wird man mit neuen Problemen konfrontiert. Nach ein bis zwei Jahren wird man „Team Lead“ und bekommt somit Verantwortung für die Ergebnisse eines kleinen Teams. Später in der Karriere als „Manager“ hat man die Aufgabe selbst Projekte zu leiten, aber auch weiteres „Geschäft“ zu akquirieren.

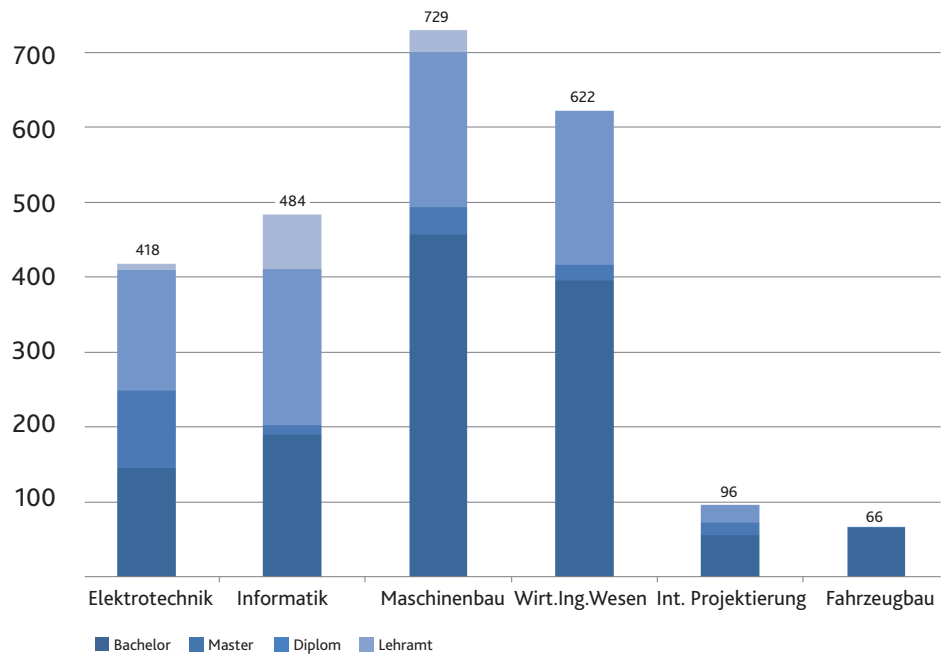
Nach Abschluss des Projektes in Stuttgart ergab sich die Möglichkeit, ins Andersen Consulting Forschungszentrum in Sophia Antipolis, Frankreich zu wechseln. Von 2000 bis 2003 begleitete ich dort mehrere Projekte, insbesondere im Internetbereich. In diese Zeit fiel auch die Umbenennung der Firma von „Andersen Consulting“ in den heutigen Namen „Accenture“. Die Internetprojekte, die ich in Südfrankreich betreuen durfte, ließen bei mir den Wunsch reifen, „es doch vielleicht einmal selbst zu versuchen“. Und nach reiflicher Überlegung - und weiteren Projekten bei Banken in Österreich und Deutschland - verließ ich Accenture Ende 2005.

Seit Anfang 2006 bin ich nun selbständig, und meine Firma Datanion beschäftigt sich neben der klassischen Unternehmensberatung auch mit der Entwicklung von Internetsystemen. Bisher habe ich die Entscheidung mich selbständig zu machen nicht bereut. Man arbeitet jeden Tag „für sich“ und kann die eigenen Ideen umsetzen. Allerdings bin ich überzeugt, dass die Grundlagen, die an der Uni und in der Zeit bei Andersen Consulting / Accenture gelegt wurden, die Basis für mein heutiges Berufsleben bilden. Ohne diese Erfahrungen wäre ich nicht, wo ich bin.

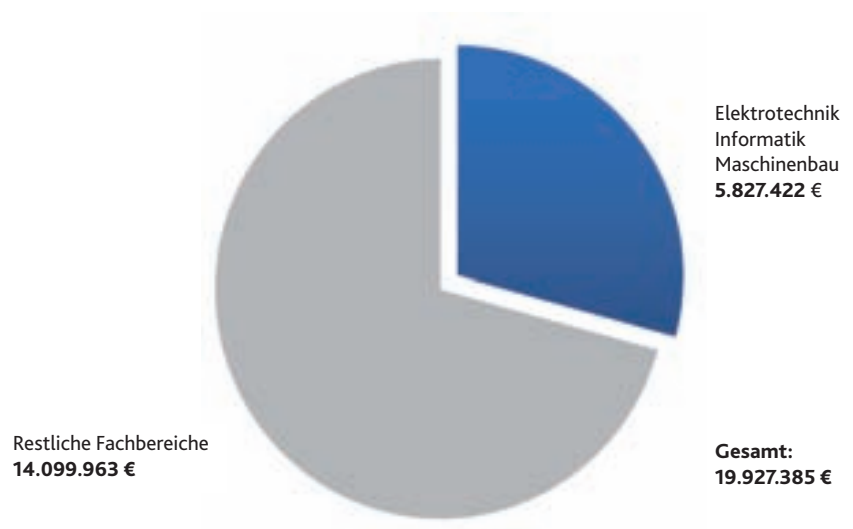
Zahlen und Fakten



Studierende in den Bereichen Elektrotechnik/Informatik/Maschinenbau:



Drittmittelausgaben 2009:



Zahlen und Fakten

Abschlussmöglichkeiten:

	Bachelor	Master	Lehramt
Elektrotechnik** (im Bachelor auch als Duales Studium*)	✓	✓	✓
Informatik*** (im Bachelor auch als Duales Studium*)	✓	✓	✓
Maschinenbau (im Bachelor auch als Duales Studium*)	✓	✓	
International Project Engineering and Management	✓	✓	
Fahrzeugbau	✓	✓	
Wirtschaftsingenieurwesen	✓	✓	
Mechanical Engineering (binational)	✓		
Mechatronics		✓	
Fertigungstechnik			✓
Maschinenbautechnik			✓

* Duale ausbildungsintegrierte Studiengänge sind Studiengänge an Hochschulen, „in die eine gleichzeitige berufliche Ausbildung, z.B. in den Bereichen Wirtschaft, Technik oder Sozialwesen, im Wechsel von Studienphasen und Praxisphasen integriert sind und die in der Regel nach vier Jahren mit einem Hochschulgrad abschließen.“

** Elektrotechnik Master in folgenden Ausrichtungen: Master Automatisierungstechnik, Master Kommunikationstechnik, Master Mikrosystemtechnik

*** Informatik Master in folgenden Ausrichtungen: Master Bildinformatik, Master Informatik, Master Technische Informatik, Master Medieninformatik

Kurzinfo der Universität Siegen:

Rektor:	Prof. Dr. Holger Burckhart
Kanzler:	Dr. jur. Johann Peter Schäfer
Prorektoren:	<p>Prorektor für Lehre, Lehrerbildung und lebenslanges Lernen: Prof. Dr. Franz-Josef Klein</p> <p>Prorektor für Forschung und wissenschaftlichen Nachwuchs: Prof. Dr.-Ing. Peter Haring Bolivar</p> <p>Prorektor für strategische Hochschulentwicklung: Prof. Dr. rer. nat. Thomas Mannel</p> <p>Prorektorin für Industrie, Technologie und Wissenstransfer: Prof. Dr. Hanna Schramm-Klein</p>
Studierende insgesamt:	
Wintersemester 2009/2010:	13.160
	68,8 % in der Regelstudienzeit
	50,4 % Studentinnen
	10,7 % ausländische Studierende
Sommersemester 2009:	11.422
Studienanfängerinnen und Studienanfänger:	
Studienjahr 2010:	4.221
(WiSe 2009/10 + SoSe 2010)	55,4 % Studentinnen
	13,4 % ausländische Studierende

Anzahl der Studiengänge:	126
Absolventen:	
Studienjahr 2009 (WiSe 2008/09 + SoSe 2009):	1.922
Regionale Herkunft der Studierenden:	
Hochschulregion Siegen in %:	53
Anzahl der Personalstellen:	1.393
Professorinnen & Professoren:	232
Wiss. Mitarbeiterinnen & Mitarbeiter:	632
davon Wissenschaftlerinnen & Wissenschaftler in Drittmittelprojekten:	200
Mitarbeiter(innen) in Technik und Verwaltung:	504
Auszubildende:	30
Haushaltsvolumen 2010:	90,1 Mio. Euro
Drittmiteleinahmen 2009:	21,4 Mio. Euro
Drittmittelausgaben 2009:	19,9 Mio. Euro
Nutzfläche:	93.216 qm
Universitätsbibliothek:	
Gesamtbestand:	1.230.833
Zahl der abonnierten Zeitschriften:	3.603
Zahl der Elektronischen Zeitschriften:	3.378
Zahl der Buchausleihen:	710.128
Aktive Nutzer:	13.602
Internationale Partnerschaften 2010:	109

Promotionen

Abgeschlossene Promotionen im Zeitraum 10.2009-10.2010

Dr.-Ing. Klein, Philipp:

Zylinderdruckbasierte Füllungserfassung für Verbrennungsmotoren, **16.10.2009**

Referenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Otmar Loffeld, Prof. Dr.-Ing. Hubert Roth

Forthcoming emission regulations require a further reduction of engine emissions. A possible solution to reduce the raw emissions of an engine is closed loop control of the combustion process. The cylinder pressure signal shows considerable potential to control this process. Therefore, several automotive manufacturers are planning to use cylinder pressure sensors in series production. The additional sensor cost can be mitigated by elimination of several existing sensors. The main deliverable of this work is an algorithm that replaces the air mass flow sensor by using cylinder pressure sensors. [...]

Dr.-Ing. Uhlar, Stefan:

Energy Consistent Time-Integration of Hybrid Multibody Systems, **23.10.2009**

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. P. Betsch, Univ.-Prof. Dr.-Ing. B. Schweizer (Uni Karlsruhe), Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. P. Eberhard (Uni Stuttgart)

In der vorliegenden Arbeit steht die Entwicklung eines energiekonsistenten Zeitintegrationsverfahrens für hybride Mehrkörpersysteme, bestehend aus starren und flexiblen Komponenten, im Vordergrund. Dabei beschäftigen wir uns zunächst mit der Starrkörperdynamik und wählen eine rotationsfreie Formulierung als Starrkörperkinematik. Diese erleichtert die Entwicklung von energiekonsistenten Zeitintegratoren, welche ein stabiles Verhalten bei der Lösung von differential-algebraischen Gleichungssystemen aufweisen. Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeit liegt auf Modellierungstechniken für die Starrkörperdynamik. In diesem Zusammenhang stellen wir die Koordinaten Augmentierung vor, präsentieren eine explizite Darstellung von Null-Raum Matrizen für Systeme mit geschlossenen kinematischen Schleifen, behandeln Steuerungsprobleme, beschäftigen uns mit der Modellierung von Dissipation und der zugehörigen energiekonsistenten Zeitintegration, wie auch letztendlich die Behandlung von nichtholonomen Systemen. Die Leistungsfähigkeit des neuen Zeitintegrationsverfahrens für hybride Mehrkörpersysteme wird anhand eines letzten Beispiels, welches alle oben genannten Modellierungsaspekte beinhaltet, aufgezeigt.

Dr. rer. nat. von Harlessem, Marcus:

Metadaten-Management in crossmedialen Produktionsumgebungen - Semantikinvariante bidirektionale Transformation typographischer Auszeichnungen auf Basis variabler Compiler, **29.10.2009**

Referenten: Prof. Dr. Wolfgang Merzenich, Prof. Dr. Udo Kelter

Im Bereich des Cross Media Publishing (CMP) ist die Integration der Prozesse zweier separater Anwendungsbereiche erforderlich: Erstens die Prozesse zur Online-Verarbeitung via Web Content Management Systemen (WCMS) und ähnlichen Anwendungen und

zweitens, die Prozesse für die traditionellen gedruckten Publikationen, wie Layout und Formatierung mit Hilfe von Desktop-Publishing-Systemen (DTP). Nachdem diese Welten über viele Jahre isoliert nebeneinander existierten, wurde in den letzten Jahren viel Aufwand in die Übertragung der Inhalte zwischen diesen Medienarten investiert. Ein großer Fortschritt war die Entwicklung von XML als Transport-Protokoll für den Austausch der Daten. XML und die daraus abgeleiteten Sub-Sprachen behandeln mittlerweile viele der sich daraus ergebenden Probleme. [...]

Dr.-Ing. Heckel, Thomas:

Isotherme und Thermomechanische Ermüdung von Titanlegierungen, **12.11.2009**

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Christ, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. H. Biermann

In dieser Arbeit wurde das isotherme und thermomechanische Ermüdungsverhalten (LCF, bzw. TMF) der near-a Titanlegierung Ti6242 und der γ -TiAl-Basislegierung TNB-V2 bestimmt. Das Wechselverformungsverhalten (bei $R=-1$ und $As/2 = 0,7\%$) wurde mit den temperaturabhängigen Versetzungsanordnungen korreliert. Unterhalb von 600°C richten sich bei Ti6242 die Versetzungen vorrangig planar aus. Bei 350 und 450°C tritt dynamische Reckalterung auf, dabei lagern sich gelöste Siliziumatome um Versetzungen an und blockieren diese. Bei 650°C verschwindet die Differenz in der kritischen Schubspannung für Versetzungsgleiten auf prismatischen und basalen Ebenen, so dass sich die Versetzungen wesentlich homogener anordnen. [...]

Dr.-Ing. Noack, Stephan:

Integrale Auswertung von Multi-Omics-Daten aus dem Zentralstoffwechsel von *Corynebacterium glutamicum*, **26.11.2009**

Referenten: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. W. Wiechert, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. R. Takors (Uni Stuttgart)

Eine wesentliche Zielsetzung im Bereich der Systembiologie besteht in der Untersuchung der regulatorischen Prozesse einer Zelle unter Berücksichtigung der Hierarchie-Ebenen Genom, Transkriptom, Proteom, Metabolom und Fluxom. Aufgrund der rasch fortschreitenden Entwicklung experimenteller und analytischer Technologien ist es möglich, die hierfür benötigten quantitativen Multi-Omics-Daten bereitzustellen.

Den ersten Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bildet die Untersuchung zweier verschiedener Ansätze zur ^{13}C -Stoffflussanalyse. Hierbei wird der Organismus *C. glutamicum* erstmalig im Rahmen eines isotopisch instationären Markierungsexperiments im Fed-Batch-Ansatz untersucht. Auf diese Weise werden sowohl isotopisch transiente als auch stationäre Markierungsanreicherungen von Zentralstoffwechselmetaboliten erzeugt. [...]



Dr.-Ing. Menzel, Johannes:

Diagnose von Leistungstransformatoren durch Rückkehrspannungs- und Teilentladungsmessungen
- Neue Methoden zur Auswertung der Messdaten,
27.11.2009

Referenten: Prof. Dr. rer. nat. Rainer Patsch, O. Univ.-Prof. Dr. techn. Dr. h.c. Michael Muhr (TU Graz)

With the increase of required lifetime of power transformers, diagnostics become more and more important to monitor the condition of the insulation system. There are numerous methods existing for the analysis of different components or parts of the insulation and their electrical and chemical properties. The results of all these methods together should give a complete overview of the condition of the sample. This thesis presents new approaches in measurement data evaluation for two diagnostic methods, the Return Voltage Measurement (RVM) - also known as Recovery Voltage Measurement and the Partial Discharge (PD) Measurement in the insulating oil. The Return Voltage Measurement is an integral method that is influenced by both the solid and the liquid component of the insulation. In contrast to this, the PD Measurement in transformer oil basically reveals information about the condition of the liquid component. [...]

Dr. rer. nat. Mielebacher, Jörg:

Algorithmen zur Gefäßerkennung für die Koronarangiographie mit Synchrotronstrahlung,
27.11.2009

Referenten: Prof. Dr. Wolfgang Merzenich, Prof. Dr. Albert H. Walenta

Die vorliegende Arbeit beschreibt die Gefäßerkennung in Herzaufnahmen, die durch K-Kanten-Subtraktion an der Synchrotronstrahlungsquelle ESRF (Grenoble) - erzeugt werden. Sie dienen der Erkennung von Minderversorgungen des Herzmuskels anhand von Gefäßverengungen oder einer verminderten Durchblutung.

Das Abbild des Herzens und seiner Blutgefäße entsteht durch Subtraktion zweier Teilbilder. Deren Eigenschaften und Fehler werden untersucht.

Die entwickelte Vorverarbeitung normiert die Detektorkanäle, kompensiert defekte Kanäle und normiert die räumlich und zeitlich schwankende Strahlintensität.

Die auftretenden Abbilder von Blutgefäßen, Herzzinnenräumen und Herzmuskel werden anhand vorhandener Aufnahmen beschrieben; ein Ergebnis ist das für die Gefäßerkennung verwendete Gefäßmodell. Ein vierstufiges Schema dient der Bewertung von Durchführbarkeit und Einschränkungen der Gefäßerkennung. [...]

Dr.-Ing. Schneider, Jörg:

Entwicklung und Evaluierung von spezifischen Beleuchtungsszenarien und ergonomische Untersuchungsansätze zur Optimierung visueller Prüftätigkeiten, **04.12.2009**

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. H. Strasser, Univ.-Prof. Dr.-Ing. R. Bruder (TU Darmstadt)

Die Ergebnisse dieser Grundlagenstudie sollen der Optimierung der Beleuchtungs-verhältnisse an industriellen Prüf- und Kontrollarbeitsplätzen dienen.

Dazu wurden in die Oberflächen scheibenförmiger Probenkörper aus vergütetem, gleitgeschliffenem und kugelgestrahltem Federstahl sowie auf Testobjekte aus Edelstahl und schwarzem Kunststoff Landoltringe mit genau definierten Abmessungen in Form eines 3-dimensionalen Reliefs mit einem Beschriftungslaser eingraviert. Die Probenkörper waren in einer speziellen Objekthalterung gelagert, die es ermöglichte, genaue und reproduzierbare vertikale Anstellwinkel gegenüber der Horizontalen einzustellen. Die Oberflächen der Proben wurden mit verschiedenen Lichtszenen, wie bspw. mit gerichtetem und diffusem Licht ausgeleuchtet. Des Weiteren kamen probenspezifische Lichtszenen zum Einsatz, die auf die verschiedenen Oberflächen abgestimmt waren und eine Kombination aus gerichtetem und diffusem Licht sowie einer von unten beleuchteten Arbeitsfläche darstellten. [...]

Dr.-Ing. Rosenthal, Marion:

Untersuchungen zum werkstoffspezifischen Ermüdungsverhalten von Aluminium-Schweißkonstruktionen unter Berücksichtigung der lokalen Schweißnahtgeometrie, **10.12.2009**

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. H. D. Horst, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Chr. Friedrich

Die Ermüdungsfestigkeit von Bauteilen hängt erwiesenermaßen von den lokalen Parametern der Geometrie, der Belastung und des Werkstoffs ab; trotzdem wird das Zusammenwirken dieser Einflussgrößen in den Bemessungsrichtlinien lediglich phänomenologisch berücksichtigt. Insbesondere bei Aluminium- Schweißverbindungen, die durch Werkstoffinhomogenitäten, Schweißimperfectionen und geometrische Schweißnahtparameter gekennzeichnet sind, müssen unter Berücksichtigung fertigungstechnischer Merkmale sämtliche Einflüsse Eingang in die Berechnungen finden. Als Fortsetzung der Untersuchung eines DFG-Forschungsprojekts, welches die Übertragbarkeit von Lebensdauerdaten geschweißter Kleinproben auf geschweißte konstruktive Details und bauteilähnliche Ersatzmodelle analysiert, wird die Bewertung verschiedener Konzepte zur betriebsfesten Auslegung dynamisch beanspruchter Schweißkonstruktionen einerseits auf die Kombination nicht artgleicher Aluminiumknetlegierungen und andererseits auf Modellbildungen, welche die hinsichtlich der Ermüdungsfestigkeit als besonders kritisch zu erachtenden Schweißnahtanfänge und -enden berücksichtigen, erweitert. [...]

Dr. M. Sc. Izarra, Rafael:

Second moment modeling for the numerical simulation of passive scalar dispersion in urban environments, **18.12.2009**

Referenten: Dr.-Ing. Jörg Franke, Univ.-Prof. Dr. rer. nat. F. Dinkelacker

Since the Industrial Revolution the mankind needed to deal with increasing pollution problems as consequences of manufacturing, mining, transportation, and power production. The air pollution concerns the interaction of noxious aerosols, gases and particles emitted into the atmosphere with the surrounding environment. This interaction can redirect materials towards sensitive areas, concentrate species above acceptable levels, or even mitigate concentration levels by enhancing diffusion and dispersion. The present EU environmental legislation intends to control high pollutant concentrations and air quality conditions in urban environments. Mathematical modeling of dispersion has shown to be a useful tool for both scientific description of pollution phenomena and planning or decision making. [...]

Promotionen

Abgeschlossene Promotionen im Zeitraum 10.2009-10.2010

Dr.-Ing. Gerlach, Christian:

Ein Beitrag zur Herstellung definierter Freiformbiegegeometrien bei Rohren und Profilen, **01.03.2010**

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Bernd Engel, Univ.-Prof. Dr.-Ing. Dietrich Bauer

Zur Umformung von Hohlprofilen (zumeist Rohre) über die Längsachse werden unterschiedliche Biegeverfahren eingesetzt und kombiniert. Zwei gängige Verfahren zur Rohr- und Profilmformung sind das Rotationszugbiegen mit Dorn und das Freiformbiegen (vereinfachte Anwendung: Dreierollenbiegen). Beide Verfahren werden oftmals auf einer Biegemaschine angewandt. Dadurch, dass beide Verfahren unterschiedliche Anwendungsbereiche haben, wird die Flexibilität bei Biegekonturen/Biegefunktionen erhöht. Das Rotationszugbiegen mit formspeichenden Werkzeugen wird tendenziell zur Herstellung von kleinen Biegeradienverhältnissen bei dünnwandigen Rohren verwendet. Das Freiformbiegen wird angewendet, um Biegekonturen mit kontinuierlichen Radienverläufen und zumeist großen Radienverhältnissen herzustellen. [...]

Dr. M. Sc., Junhai Xia:

Growth of Carbon Nanofibers Studied by Using Transmission Electron Microscopy, **22.03.2010**

Referenten: Univ.-Prof. Dr. rer. nat. X. Jiang, Univ.-Prof. Dr. rer. nat. Knut Urban (Jülich)

This work is focused on studies of structure, morphology and growth of nano-structural materials such as carbon nanofibers (CNFs) and copper oxide (CuO) nanofibers (NFs). These nano-materials are synthesized using chemical vapor deposition methods. The structure and morphology of the NFs are investigated by means of transmission electron microscopy (TEM). Formation mechanism of the helix CNFs has attracted much attention of research in recent years. In the present research the morphology and structure of both CNFs and related catalyst particles are investigated in details by means of electron imaging and electron diffraction techniques. The relations between the catalysts and the morphology of the CNFs are determined. It is found out that two types of helical structures exist, i.e. single-side-growth helical structure and double-side-growth helical structure, depending on catalyst materials. For the Fe₃C catalyst the carbon nanohelices (CNHs) are related to the hexahedron morphology of the catalyst particles at the tip of the fiber. [...]

Dr. -Ing. Weitzel, Michael:

High Performance Algorithms for Metabolic Flux Analysis, **06.04.2010**

Referenten: Prof. Dr. Wolfgang Wiechert (Forschungszentrum Jülich), Prof. Dr. Jörg Stelling (ETH Zürich)

Beim sogenannten Metabolie Engineering, einem Teilgebiet der Systembiologie, versucht man durch gezielte gentechnische Manipulation die Stoffwechselleistungen biotechnologisch genutzter Mikroorganismen zu verbessern. Die in der vorliegenden Dissertation diskutierte Metabolische Stoffflussanalyse

(SFA) hat sich als eines der wichtigsten Werkzeuge des Metabolie Engineering etabliert. Ziel der SFA ist die quantitative Bestimmung von Reaktionsraten in den Stoffwechselwegen von Mikroorganismen. Auf Grundlage dieser Informationen können gentechnische Eingriffe evaluiert und geplant werden. [...]

Dr.-Ing. Eibl, Christian Josef:

Discussion of Information Security in E-Learning, **17.05.2010**

Referenten: Prof. Dr. Sigrid Schubert, Prof. Dr. Andreas Schwill (Universität Potsdam)

Der Sicherheitsbedarf und die Sicherheitsanforderungen, die durch die Verwendung von E-Learning-Systemen gestellt werden, sind bisher nur sehr marginal erforscht worden. Problem bei entsprechender Forschung ist die Verbindung von abstrakten Kriterien und Anforderungen aus der Erziehungswissenschaft mit technischen Realisierungsmöglichkeiten wie von Informatik-Teilbereichen geboten. Das hier beschriebene Forschungsprojekt setzt an dieser interdisziplinären Stelle an und untersucht E-Learning ausgehend von beiden Disziplinen, um ein Sicherheitskonzept zu entwickeln, das hinreichend starke Sicherheit bietet, während Anforderungen durch den Lernprozess nicht vernachlässigt werden. Diese Arbeit beschäftigt sich daher zuerst mit der Frage, welche Daten und Funktionen für die Lehre mit E-Learning-Systemen sinnvoll sind. [...]

Dr. rer. nat. Schwidrowski, Kirstin Janina:

Konzeption und Diskussion zu E-Learning für Internetworking in der beruflichen Bildung unter Weiterentwicklung des Didaktischen Systems, **25.05.2010**

Referenten: Prof. Dr. Sigrid Schubert, Prof. Dr. Johannes Magenheim (Universität Paderborn)

Der Einsatz Internet-basierter Anwendungen hat den beruflichen Alltag von vielen Berufstätigen nachhaltig beeinflusst. Infolgedessen arbeiten Berufstätige mit Informatiksystemen, deren Systemabläufe in ihrer Komplexität und Vernetztheit nur schwer zu durchschauen sind. Der Mangel an erforderlichen Kenntnissen kann die eigenständige und verantwortungsvolle Nutzung der Systeme verhindern. Dadurch entsteht ein Bedarf an basalen Informatikkompetenzen, die aufgrund ihrer Aktualität nicht in der Erstausbildung vermittelt wurden. Es sind Lernangebote notwendig, die informatische Konzepte vermitteln, die den Internet-basierten Anwendungen zugrunde liegen. [...]

Dr.-Ing. Grieb, Markus:

Untersuchung von Aluminiumgusslegierungen auf thermomechanische und HCF Ermüdung und Verbesserung der Lebensdauervorhersage, **27.05.2010**
Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. H.-J. Christ, Univ.-Prof. Dr.-Ing. P. Betsch

Die Belastungen in Dieselmotoren aus Aluminiumgusslegierungen werden in Zukunft steigen. Thermomechanische Ermüdung durch eine inhomogene Temperaturverteilung, Aufheiz-, bzw. Abkühlvorgänge

und eine überlagerte HCF-Belastung resultierend aus dem pulsierenden Brennraumdruck führen zu einer frühen Rissbildung im Zylinderkopf bis eventuell hin zum vollständigen Versagen des Motors. Vor diesem Hintergrund wurden ausgewählte Aluminiumgusslegierungen sowohl bezüglich ihrer thermischen Materialeigenschaften, als auch ihrer Lebensdauer bis zur Rissbildung unter thermomechanischer Ermüdung TMF und HCF Belastung näher untersucht. [...]

Dr.-Ing. Stommel, Martin:

Zur Erkennung verformbarer Objekte anhand ihrer Teile,
01.07.2010

Referenten: Prof. Dr.-Ing. Klaus-Dieter Kuhnert, Prof. Dr. Volker Blanz

Die Erkennung verformbarer Objekte mit den Mitteln der digitalen Bildverarbeitung ist ein drängendes, aber bisher weitgehend ungelöstes Problem. In vielen industriellen und anderen Bereichen besteht ein großer Bedarf, Abläufe zu automatisieren, die in einer sich verändernden oder nicht vollständig kontrollierbaren Umgebung stattfinden. Technische Systeme folgen jedoch derzeit in der Regel starren Abläufen, ohne mit ihrer Umgebung zu interagieren. Das Hauptproblem liegt dabei in der Interpretation der Kameradaten. Die existierenden Verfahren zur Erkennung von Objekten funktionieren nur in einfachen Spezialfällen.

In dieser Arbeit wird daher ein neuartiger Ansatz untersucht, der sowohl eine Klassifikation als auch eine Lokalisation von Objekten im Bild ermöglicht. [...]

Dr.-Ing. Ghobadi, Seyed Eghbal:

Real Time Object Recognition and Tracking Using 2D/3D Images, **16.09.2010**

Referenten: Prof. Dr.-Ing. habil. Otmar Loffeld, Prof. Dr. Bernd Radig (Institut für Informatik der technischen Universität München)

Object recognition and tracking are the main tasks in computer vision applications such as safety, surveillance, human-robot-interaction, driving assistance system, traffic monitoring, remote surgery, medical reasoning and many more. In all these applications the aim is to bring the visual perception capabilities of the human being into the machines and computers. In this context many significant researches have recently been conducted to open new horizons in computer vision by using both 2D and 3D visual aspects of the scene. While the 2D visual aspect represents some data about the color or intensity of the objects in the scene, the 3D denotes some information about the position of the object surfaces. [...]

Dr.-Ing. Kissing, Olaf:

Ein Beitrag zur Gestaltung einer lernfähigen Klassifikation für die automatische Oberflächeninspektion, **17.09.2010**

Referenten: Univ.-Prof. Dr.-Ing. P. Scharf, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. O Loffeld

Die industrielle Bildverarbeitung ist eine leistungsstarke Technologie zur Qualitätskontrolle und Produktionsüberwachung. Für häufig auftretende Prüfaufgaben sind heutzutage einfach strukturierte Systeme erhältlich, mit denen ohne tiefgehendes

Fachwissen Standardaufgaben gelöst werden können. Bei komplexen Aufgabenstellungen, wie sie im Bereich der Oberflächeninspektion auftreten, muss das Bildverarbeitungssystem in der Regel speziell für den Anwendungsfall entwickelt und parametrisiert werden. Die Flexibilität solcher Systeme ist daher stark eingeschränkt. Zu-dem setzt die Einstellung und Anpassung eines solchen Systems ein umfassendes Expertenwissen voraus.

Zur Erhöhung der Flexibilität und Verringerung des Aufwands bei der Installation solcher Bildverarbeitungssysteme besteht seit einiger Zeit der Wunsch, solche Systeme mit Fähigkeiten auszustatten, dass sie selbstständig Anpassungen an vorgegebene Aufgabenstellungen sowie bei Veränderungen während der Prüfung vornehmen können. [...]

Dr.-Ing. Hoffmann, Andreas:

Ein Sicherheitskonzept für elektronische Prüfungen an Hochschulen auf Basis eines virtuellen, ticketbasierten Dateisystems, **30.09.2010**

Referenten: Prof. Dr. Wismüller, Prof. Dr. Kesdogan

Aufgrund des Bologna-Prozesses und der damit verbundenen Umstellung auf die BA/MA-Studiengänge spielen elektronische Prüfungen an Hochschulen eine immer größer werdende Rolle. Denn durch die Umstellung erhöhte sich die Anzahl der Prüfungen, was wiederum einen erheblichen Mehraufwand für die Lehrenden bedeutete. Der Einsatz von elektronischen Prüfungen kann dabei aber nicht nur den Mehraufwand deutlich minimieren, sondern kann auch für einen Kulturwandel im Bereich der Prüfungen an Hochschulen sorgen.

Jedoch können die traditionellen papierbasierten Prüfungen nicht so ohne weiteres durch die elektronische Form ersetzt werden. Denn zum einen unterliegen die elektronischen Prüfungen den gleichen formalen Ansprüchen wie die papierbasierten Prüfungen und zum anderen sind die technischen, administrativen und datenschutzrechtlichen Anforderungen zu beachten. [...]



Kontaktadressen

Imagebroschüre Maschinenbau und Elektrotechnik und Informatik

www.uni-siegen.de/fb11

www.uni-siegen.de/fb12

Anschrift der Universität

Universität Siegen

Postfach

D-57068 Siegen

Telefon: +49(0)271 / 740 - 0

Telefax: +49(0)271 / 740 - 4899

Anschrift der Fachbereiche

Universität Siegen

57068 Siegen

Maschinenbau

Paul-Bonatz-Str. 9-11

Telefon: +49 (0)271 / 740 - 4618

Elektrotechnik und Informatik

Hölderlinstraße 3

Telefon: +49 (0)271 / 740 - 4428

Für die Inhalte und Bilder
der Lehrstuhlbeschreibungen (Doppelseiten)
sind ausschließlich die jeweiligen Lehrstühle bzw.
Arbeitsgruppen verantwortlich.

Keine Haftung für Druckfehler.

Druck: Uni-Print, Universität Siegen

Auflage: Dritte Auflage (2011), 500 Exemplare

Gestaltung: Christian Steffen

Konzept: Prof. Volker Grienitz,

Dr.-Ing. Bernd Klose, Christian Steffen

Ausschließlich aus Gründen der besseren Lesbarkeit
wird teils nur die männliche Form verwendet.