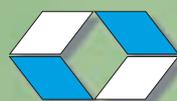


2011



Bayerische  
Forschungstiftung

HERAUSGEBER

Bayerische Forschungsstiftung  
Prinzregentenstraße 52  
D-80538 München

REDAKTION

Dorothea Leonhardt, Ministerialrätin,  
Geschäftsführerin Bayerische Forschungsstiftung

GESTALTUNG

HAAK & NAKAT [[www.haak-nakat.de](http://www.haak-nakat.de)]

Die Inhalte des Jahresberichts sprechen Frauen und Männer gleichermaßen an. Zur besseren Lesbarkeit wird z.T. nur die männliche Sprachform (z.B. Wissenschaftler, Doktorand) verwendet.

JAHRESBERICHT

---

2011



Bayerische  
Forschungstiftung

# Inhalt

## VORWORT

<b>Chancen nutzen – Zukunft gestalten</b>	
Horst Seehofer, Vorsitzender des Stiftungsrats	6
<b>Innovative Ideen werden Wirklichkeit</b>	
Karolina Gernbauer, Vorsitzende des Vorstands	8
<b>Bayerische Forschungsstiftung – Ein wertvoller Katalysator für das Technologieland Bayern</b>	
Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats	10

## KOMPETENZEN

<b>Elektromobilität und Verbrennungsmotoren</b>	
em. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Joachim Heinzl, Präsident	14
<b>Freiraum für Innovationen</b>	
Dorothea Leonhardt, Geschäftsführerin	16
<b>Themen und Inhalte</b>	18
<b>Forschungsverbünde</b>	22
<b>Abgeschlossene Projekte</b>	26
<b>Neue Projekte</b>	72
<b>Kleinprojekte</b>	103
<b>Von der Idee zur Umsetzung: Bezahlbare Elektromobilität im Elektroautomobil-Projekt MUTE</b>	
	106



## ANHANG

<u>Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	110
<u>Zielsetzung und Arbeitsweise der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	114
<u>Rechnungsprüfung</u>	120
<u>Förderprogramm „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“</u>	122
<u>Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	126
<u>Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	128
<u>Idee, Antrag, Entscheidung, Projekt</u>	132
<u>Kontakt, Ansprechpartner</u>	134
<u>Bildnachweis</u>	136



# Horst Seehofer

VORSITZENDER DES STIFTUNGSRATS

# Chancen nutzen – Zukunft gestalten

Als Vorsitzender des Stiftungsrats der Bayerischen Forschungsstiftung freue ich mich, Ihnen den Jahresbericht 2011 der Bayerischen Forschungsstiftung präsentieren zu dürfen. Als Bayerischer Ministerpräsident bin ich stolz darauf, Ihnen anhand von vielen praktischen Beispielen zeigen zu können, wie die Bayerische Forschungsstiftung auf hohem Niveau dafür sorgt, dass Bayern im Wettbewerb um neue Technologien und Innovationen seine Spitzenstellung dauerhaft behauptet und intensiv ausbaut.

Unsere Zukunft wird davon geprägt sein, wie wir die großen gesellschaftlichen und technologischen Herausforderungen, die in den kommenden Jahren anstehen, meistern. Wir müssen den demografischen Wandel aktiv gestalten und Bayern in eine neue Dimension der Energieversorgung führen. Herausragendes Markenzeichen der Bayerischen Forschungsstiftung ist, dass sie solche signifikanten Themen bereits frühzeitig aufgreift und damit Entwicklungen anstößt, deren Wirkung weit in die Zukunft reicht.

Wir sprechen über unsere Zukunftsfähigkeit. Sie hängt ganz wesentlich davon ab, dass wir den Weg zu neuen Technologien, hochwertigen Produkten und innovativen Dienstleistungen konsequent weiterverfolgen und damit Wachstum und Beschäftigung sichern. Bayern verfügt über ein beeindruckendes Potenzial an motivierten Unternehmen und hervorragenden Wissenschaftseinrichtungen. Dieses Potenzial zu nutzen und dauerhaft zu erhalten, ist Ziel und Markenzeichen unserer Technologiepolitik. Die Bayerische Forschungsstiftung ist hierzu ein wesentlicher Baustein. Mit der Bayerischen Forschungsstiftung gelingt es uns seit über 20 Jahren, für Bayern strategisch wichtige Forschungs- und Entwicklungsprojekte zu identifizieren und erfolgreich in die Praxis umzusetzen.

Aus dem von der Bayerischen Forschungsstiftung geförderten Forschungsverbund „Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die demografischen Herausforderungen – FitForAge“ liegen jetzt Ergebnisse vor, die es erlauben, die Beschäftigungsmöglichkeiten für Arbeitnehmer über 50 und deren Situation am Arbeitsplatz spürbar zu verbessern. Auch beim Energiewechsel wird Bayern eine führende Rolle übernehmen und die großen Chancen, die damit verbunden sind, mit entsprechenden Innovationen für den Hochtechnologiestandort Bayern gewinnbringend nutzen. Dass ein enormer Handlungsbedarf besteht, zeigt sich in der wachsenden Zahl der Anträge auf diesem Gebiet.

Flexibel und unbürokratisch technologische Trends zu setzen, wichtige interdisziplinäre Kontakte herzustellen und die erforderliche finanzielle Unterstützung zu leisten, dafür ist die Bayerische Forschungsstiftung unser Instrument, um das wir zu Recht beneidet werden. Ich kann Sie nur ermutigen: Nehmen Sie die einmalige Chance wahr, die wir in Bayern mit der Bayerischen Forschungsstiftung haben.



Horst Seehofer



# Karolina Gernbauer

VORSITZENDE DES VORSTANDS

# Innovative Ideen werden Wirklichkeit

Die Bayerische Forschungsstiftung ist aus der bayerischen Forschungs- und Technologieszene nicht wegzudenken. Seit mehr als 20 Jahren ist sie eine verlässliche Größe beim Auf- und Ausbau des Technologiestandortes Bayern. Mit hoher fachlicher Kompetenz gelingt es ihr dauerhaft, zukunftssträchtige Forschungsprojekte zu identifizieren und den beteiligten Partnern aus der Wirtschaft und der Wissenschaft den nötigen finanziellen Rahmen zu geben, ihre innovativen Ideen Wirklichkeit werden zu lassen.

Ausgehend von dem Stifterwillen, Bayern mit der Bayerischen Forschungsstiftung ein Instrumentarium zur Verfügung zu stellen, das unabhängig von unnötigen bürokratischen Hemmnissen wissenschaftlich-technologisch herausragende Forschungsprojekte fördert, hat sich im Laufe der Jahre eine effektive und einmalige Organisation entwickelt. Die Vielfalt der Ideen, die wissenschaftliche Tiefe der Projektvorschläge, der unbedingte Wille der Unternehmen, ihre technologische Zukunftsfähigkeit zu behaupten und Innovationen voranzubringen, ist immer wieder beeindruckend und für Bayern ein entscheidender Zukunftsfaktor. Der vorliegende Jahresbericht, der die Arbeit der Stiftung im Jahr 2011 darstellt, dokumentiert dies in anschaulicher Weise.

Ihrer gemeinnützigen Zweckbestimmung entsprechend, ist es der Bayerischen Forschungsstiftung ein besonderes Anliegen, die von ihr unterstützten Projekte dem Fachpublikum, aber auch einer breiten Öffentlichkeit vorstellen zu können. Im Jahresbericht finden Sie deshalb Informationen über alle Projekte, die im Jahr 2011 neu bewilligt worden sind. Ebenso werden die Ergebnisse von Arbeiten vorgestellt, die im Jahr 2011 abgeschlossen wurden.

Es ist immer wieder faszinierend zu erfahren, wie sich die Projekte während der Förderphase, aber auch darüber hinaus

entwickeln. In der weit überwiegenden Zahl der Fälle weisen die Vorhaben einen erfolgreichen Projektabschluss aus. In mehr als der Hälfte der von der Stiftung geförderten Projekte entstehen Patente und zusätzliche unerwartete Forschungsergebnisse. Die Kooperationen der Unternehmen mit den Forschungseinrichtungen werden, einmal durch das von der Stiftung geförderte Projekt angestoßen, oftmals über die Projektlaufzeit hinaus beibehalten. Auskünfte hierüber erhält die Bayerische Forschungsstiftung durch die fortlaufende Evaluierung ihrer Projekte, die sie jeweils zwei Jahre nach Projektende durchführt. Diese Evaluierung belegt den erfreulich nachhaltigen Effekt der Arbeit der Bayerischen Forschungsstiftung.

Ich bedanke mich bei allen Fachgutachtern und unserem hochkompetenten und überaus engagierten Wissenschaftlichen Beirat für ihren wertvollen Rat, mit dem sie unsere Entscheidung im Stiftungsvorstand vorbereiten und uns die Sicherheit geben, nur die besten Projekte zu bewilligen. Mein Dank gilt aber auch den Mitarbeitern der Stiftung für ihre nicht nachlassende Motivation und die starke Identifikation mit den Zielen der Bayerischen Forschungsstiftung.



Karolina Gernbauer



# Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser

VORSITZENDER DES WISSENSCHAFTLICHEN BEIRATS

# Bayerische Forschungstiftung – Ein wertvoller Katalysator für das Technogieland Bayern

Ein Katalysator ist ein Stoff, der eine chemische Reaktion beschleunigen kann, ohne dabei selbst »verbraucht« zu werden. Versucht man die Wirkung der Bayerischen Forschungstiftung zu beschreiben, dann wird man unwillkürlich an einen Katalysator erinnert.

Die Bayerische Forschungstiftung bietet Forschungspartnern aus der Wirtschaft und universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen einen höchst effektiven Weg, die Zusammenarbeit im Rahmen von Projekten zu initiieren, zu intensivieren und zu beschleunigen. Dadurch ist es möglich, Forschungsergebnisse schneller in Anwendungen zu übersetzen und in wirtschaftliche Verwertung zu überführen. Dabei werden objektive oder subjektive Hürden, die einer Zusammenarbeit im Wege stehen, leichter überwunden. Um im obigen Vergleich zu bleiben – die Aktivierungsenergie wird herabgesetzt. Da die Fördermittel nur aus den Zinserlösen des Stiftungsvermögens stammen und das Stiftungsvermögen erhalten bleibt, ist auch hier der Vergleich zutreffend.

Die praxiserprobten Förderprogramme und eine umfassende Beratung und Begleitung durch Mitarbeiter der Bayerischen Forschungstiftung gibt auch Partnern mit weniger Erfahrung in der Beantragung von öffentlichen Fördermitteln die Chance, eine Förderung zu erhalten. Entscheidend ist, ob die Projektidee gut ist und den Kriterien der Bayerischen Forschungstiftung entspricht.

Der Wissenschaftliche Beirat der Forschungstiftung konnte 2011 wieder 37 Einzelprojekte und einen Forschungsverbund mit einer Gesamtfördersumme von rund 16 Mio. Euro für eine Förderung empfehlen.

Mit dem erfolgreichen Abschluss von zwei Forschungsverbänden wurden im Berichtszeitraum Höhepunkte markiert: »FORLAYER – Entwicklung von innovativen Beschichtungen zur Verschleißreduzierung bei hoch beanspruchten Werkzeugen«

»FitForAge – Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die demografischen Herausforderungen«

Mit dem Projekt »MUTE – Elektrokleinfahrzeug für den urbanen Einsatzbereich« wurde das aktuelle Thema Elektromobilität adressiert. Ein fahrbereiter Demonstrator konnte bereits auf der Internationalen Automobilausstellung 2011 in Frankfurt gezeigt werden. Er hat dort großes Interesse in der Branche ausgelöst.

Insgesamt war das Jahr 2011 wieder ein sehr erfolgreiches Jahr für die Bayerische Forschungstiftung und die Nutznießer, die Wirtschaft und die »Scientific Community« in Bayern.



Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser



# Aktuelle Trends und Perspektiven im Blickpunkt



## Elektromobilität und Verbrennungsmotoren

em. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Joachim Heinzl, Präsident

14

## Freiraum für Innovationen

Dorothea Leonhardt, Geschäftsführerin

16

## Themen und Inhalte

18



em. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing.  
E.h. Joachim Heinzl

PRÄSIDENT

# Elektromobilität und Verbrennungsmotoren

Weltweit werden gewaltige Summen in Forschung und Entwicklung der Elektromobilität gesteckt. Japan, China und die USA investieren Milliarden in die Verbesserung der Batterien. Auch die EU-Kommission und die Bundesregierung haben umfangreiche Programme aufgelegt.

Klar ist aber auch, dass das Elektroauto auch mittelfristig weder das Energieproblem noch das Verschmutzungsproblem lösen kann. Deshalb ist alles, was den Wirkungsgrad der Verbrennungsmotoren steigern und die Schadstoffemission reduzieren kann, für die nächsten Jahrzehnte wichtig. Die Bayerische Forschungstiftung versucht zu dem Thema Elektromobilität mit ihren Möglichkeiten einen Beitrag zu leisten, ohne das Thema Verbrennungsmotoren aus den Augen zu verlieren. Sieht man sich die laufenden und neu genehmigten Projekte an, zu denen sich Industrie, Universitäten, Hochschulen und Forschungsinstitute zusammengenommen haben, so sind darunter 6, die einen direkten Bezug zur Elektromobilität haben, aber auch 7 zum Thema Verbesserung von Verbrennungsmotoren. Auch ein Forschungsverbund zur Elektromobilität konnte 2011 angestoßen werden. Er wird sich mit den Themen Leistungselektronik, Motormanagement und Sicherheitskonzepte befassen. In den Projekten geht es um Platz für die Batterien, um Leitungen aus Aluminium und ihre Kontaktierung, um die Aerodynamik von Elektrofahrzeugen und neue Energiebordnetze sowie um Hochvoltsicherungen.

Für das Elektroautomobil-Projekt „MUTE“ haben sich an der TU München 21 Lehrstühle zusammengetan, um das Elektroauto neu zu denken. Unter der Leitung von Prof. Lienkamp vom Lehrstuhl für Kraftfahrzeugtechnik ist ein Leichtbaufahrzeug mit einem völlig neuen Aufbau- und Sicherheitskonzept entwickelt worden, das auf der Automob-

ilbilanstellung 2011 in Frankfurt für Aufsehen gesorgt hat. Inzwischen ist daraus ein Folgeprojekt des BMBF mit einem Umfang von 11 Mio. Euro entstanden.

Bei den 7 Projekten zu den Verbrennungsmotoren geht es um die Wärmerückgewinnung bei Nutzfahrzeugen, um die Schadstoff- und CO<sub>2</sub>-Emissionssenkung im PKW-Dieselmotor, um neue optische Analyseverfahren innermotorischer Prozesse, um intelligente Sensorik, die den CO<sub>2</sub>-Ausstoß erkennt und zu verringern hilft, um die Emissions-Reduktion durch erneuerbare Kraftstoff-Anteile und um die Stickoxid-Senkung in Abgasen auf der Basis von Guanidinsalz.

Oftmals sind es kleine Förderbeträge, die einer neuen Idee zu dem entscheidenden Durchbruch verhelfen. Deshalb sollen wir uns von den gewaltigen Projektsummen in aller Welt nicht entmutigen lassen. Die Wirkung der rund 4 Mio. €, die in die beiden Themengebiete geflossen sind, wird sich sicher sehen lassen können.



em. Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E. h. Joachim Heinzl



# Dorothea Leonhardt

GESCHÄFTSFÜHRERIN

# Freiraum für Innovationen

Auch im Jahr 2011 ist es uns wieder gelungen, hochinteressante Projekte zu identifizieren und unserem breiten Portfolio an Fördervorhaben hinzuzufügen. Mit vorliegendem Jahresbericht geben wir Ihnen in bewährter Tradition einen Einblick in die Vielfalt der Themen und das große Engagement, mit dem bayerische Wissenschaftler und Unternehmen daran arbeiten, zukünftige technologische Entwicklungen aktiv mitzugestalten. Selbstverständlich spiegeln sich die großen technologischen Trends und die Veränderungsprozesse, die unsere Gesellschaft bewegen, in den Aktivitäten von Wissenschaft und Wirtschaft wider. Erfreulich und bemerkenswert sind die vielfältigen Forschungsinitiativen, die geeignet sind, einzelne Bausteine zu liefern, um Produktionsprozesse effektiver zu gestalten, neue Materialien wirksam zum Einsatz zu bringen oder neue Methoden für innovative Diagnose- und Therapieansätze zu entwickeln.

Wenn es darum geht, bei den finanziellen Rahmenbedingungen für innovative Projekte Unterstützung zu leisten und damit die nötigen Freiräume für die Umsetzung innovativer Ideen zu schaffen, ist die Bayerische Forschungstiftung eine feste und kalkulierbare Größe. Damit der technische Inhalt und die erstrebte Innovation im Vordergrund der Bemühungen stehen kann, ist es Prinzip der Bayerischen Forschungstiftung, sowohl die Antragstellung als auch die Abwicklung der Projekte unbürokratisch und dienstleistungsorientiert zu handhaben. Der direkte Kontakt, die persönliche Unterstützung bei allen Fragen des Antragsverfahrens ist Markenzeichen der Stiftung und ständige Verpflichtung. Unser Bestreben ist es natürlich auch, vor allem diejenigen kleinen und mittleren Unternehmen und Wissenschaftler für unser Angebot zu interessieren, die die Bayerische For-

schungstiftung noch nicht kennen oder den Schritt zu einer Förderung ihrer Forschungsidee noch nicht gewagt haben. Ganz gezielt sprechen wir deshalb Unternehmen und Hochschulen im Rahmen von Workshops und Informationsveranstaltungen an. Mit den Partnerorganisationen im Haus der Forschung können wir die ganze Palette der zur Verfügung stehenden Fördermöglichkeiten anbieten. Ob Landes-, Bundes- oder EU-Fördermöglichkeiten: Wir versuchen, jeden potenziellen Antragsteller dabei zu unterstützen, das für ihn passende Förderprogramm zu identifizieren.

Der Erfolg der Tätigkeit der Bayerischen Forschungstiftung lässt sich an vielen Dingen messen. Es sind Forschungsvorhaben wie das Elektroautomobil-Projekt „MUTE“, bei dem die Bayerische Forschungstiftung mit ihrer Förderung die Initialzündung für ein wesentlich größeres Anschlussprojekt des Bundes setzen konnte, es sind aber auch die vielen wissenschaftlichen Publikationen, die weltweiten Patente, die Promotionen und Habilitationen, die im Rahmen der geförderten Vorhaben entstehen.

Ein herzliches Dankeschön den Kolleginnen und Kollegen der Geschäftsstelle in München und in unserem Büro in Nürnberg, die alle zum Erfolg der Bayerischen Forschungstiftung beitragen. Ein herzliches Dankeschön aber auch unseren Gremien für ihr Engagement, ihren Rückhalt und ihr Vertrauen.



Dorothea Leonhardt

# Themen und Inhalte

Die Bayerische Forschungsstiftung wurde ins Leben gerufen, um universitäre und außeruniversitäre Forschungsvorhaben zu fördern, die für die wissenschaftlich-technologische und die wirtschaftliche Entwicklung Bayerns von Bedeutung sind. Wie wichtig diese Zielsetzung ist, bestätigt sich immer wieder von Neuem. Der globale Wettbewerb erfordert eine ständige Innovationsbereitschaft, aber auch die Bereitschaft, in Forschung und Wissenschaft zu investieren. Dieser Zielsetzung hat sich die Bayerische Forschungsstiftung verschrieben, und der Erfolg der geförderten Projekte bestätigt sie hierin.

Um ihrer innovationspolitischen Aufgabe gerecht zu werden, greift die Bayerische Forschungsstiftung mit ihrer inhaltlichen Schwerpunktsetzung Themen auf, die zu den großen Schlüsseltechnologien der Zukunft zählen. Das bewusst breit gewählte Spektrum der definierten Schlüsselbereiche lässt eine Fülle interdisziplinärer Ansätze zu und deckt Schnittstellen ab, die es Antragstellern aus Wissenschaft und Wirtschaft ermöglichen, themenübergreifende Projekte zu konzipieren und durchzuführen. Interdisziplinarität und die Möglichkeit, Schnittstellen zu überwinden, sind mehr denn je ausschlaggebend für ein modernes, zukunftsweisendes Innovationsmanagement.

Die Vielfalt der gewählten Zielsetzungen der Bayerischen Forschungsstiftung bietet in idealer Weise alle Voraussetzungen für innovative, wissenschaftlich hochwertige und wirtschaftlich zukunftssträchtige Projekte. Dies ermöglicht es, forschungspolitisch wichtige Trends früh zu erkennen, gezielt anzuregen und langfristige Perspektiven zu schaffen.

Bis Ende der 1990er-Jahre boomten die Mikrosystemtechnik sowie die Informations- und Kommunikationstechnologien und machten damit auch den Schwerpunkt des Mitteleinsatzes der Stiftung aus. In den letzten Jahren war ein anderer Trend erkennbar. Nach dem Aufschwung der klassischen Technologien werden die kommenden Jahre geprägt sein von dem Ziel, die Gesundheit und die Lebensqualität zu verbessern und der demografischen Entwicklung gerecht zu werden. Als weitere Trends zeichnen sich verstärkte Aktivitäten bei neuen Prozess- und Produktionstechniken und besonders stark im Bereich Energie und Umwelt ab.



## LIFE SCIENCES

Der gesellschaftliche und volkswirtschaftliche Schwerpunkt Life Sciences spiegelt sich in der Zahl der Anträge wider, die bei der Stiftung eingereicht werden. Bedingt durch die demografische Entwicklung, wird sich dieser Trend in den nächsten Jahren fortsetzen. Die alternde Gesellschaft bedarf innovativer Produkte und Dienstleistungen, um länger am Arbeitsplatz und mobil bleiben und ein selbstbestimmtes Leben führen zu können. Medizintechnik, bildgebende Verfahren, neue diagnostische und therapeutische

Möglichkeiten durch innovative Entwicklungen auf dem Gebiet der Bio- und Gentechnologie machen einen nicht unerheblichen Teil der eingereichten Anträge aus. Mit dem Einsatz neuer Materialien in der Medizin werden Möglichkeiten geschaffen, therapeutisch wirksame Substanzen gezielt lokal zu applizieren.

## INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN

Die Informations- und Kommunikationstechnik, auch im Bereich Multimedia-Technik, prägt einen tiefgreifenden Wandel der bisherigen Kommunikationsstrukturen. Sie war nicht nur in den letzten Jahrzehnten einer der wichtigsten Technologieträger, sie wird es auch in den nächsten Jahren bleiben. Gefragt sind hohe Leistungsstandards in der Hardware, multimediale Anwendungen, Simulationstechniken, die Verschmelzung von Informationsverarbeitung, Telekommunikation und Unterhaltungselektronik sowie neue Technologien für ein intelligentes Stromnetz als wesentliche Basis der

Energiewende. Zur Kommunikation gesellen sich die Navigation, die im Zuge der Elektromobilität eine zusätzliche Bedeutung gewinnen wird, und Indoor-Anwendungen, um Produktionsabläufe zu optimieren. Neue Aufbau- und Verbindungstechniken für die Verarbeitung von elektronischen Bauelementen, die auf Materialien basieren, die gänzlich neuen Anforderungen genügen, eröffnen ein großes technologisches Potenzial für neue Einsatzfelder in der Baugruppentechologie.

## MIKROSYSTEMTECHNIK

Die Mikrosystemtechnik als Schlüsseltechnologie verwendet Verfahren der Mikroelektronik zur Strukturierung und zum Aufbau von Systemen. Sie beeinflusst viele Bereiche der Industrie, von der Automobilindustrie bis hin zur chemischen Industrie, sowie den Dienstleistungssektor und trägt maßgeblich zur Entstehung neuer Wirtschaftszweige bei. Die Anforderungen an die Präzision, Effizienz und Zuverlässigkeit von Werkzeugen werden immer größer. Die

Mikrosystemtechnik bietet eine Fülle von Einsatzmöglichkeiten in vielen Produktionsprozessen und in den verschiedensten Produkten. Forschungs- und Entwicklungsvorhaben auf dem Gebiet der Mikrosystemtechnik sollen dazu beitragen, zukünftige Produkte klein, mobil und intelligent zu gestalten. Die Mikrosystemtechnik hat damit auch die Funktion einer Querschnittstechnologie, ohne die viele innovative Vorhaben nicht mehr denkbar wären.

# Themen und Inhalte

## MATERIALWISSENSCHAFT

Neue, verbesserte Materialien stehen häufig am Anfang technischer Innovationen, da ihre Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit in weiten Bereichen den Innovationsgrad neuer Technologien bestimmen. Als klassische Querschnittstechnologie ermöglicht es die Materialwissenschaft, mit der Erforschung und der Kenntnis von Materialeigenschaften zahllose Produkte neu zu konzipieren und bestehende Produkte zu verbessern. Neue Materialien haben einen wesentlichen Einfluss auf die Minderung von Umweltbelastungen und

die Verbesserung der Qualität der Umwelt. Dadurch kommt ihnen eine zentrale Rolle im Hinblick auf den technischen Fortschritt zu. Mit der Förderung von Projekten aus dem Bereich Materialwissenschaft wird die Definition und Konzipierung von neuen Materialien, ihren Eigenschaften und ihrer Anwendung in der gesamten Bandbreite von oxidischen Funktionsmaterialien, (Hochleistungs-) Glasmaterialien und Polymeren, kohlenstofffaserverstärkten Kunststoffen für die Luftfahrt bis hin zu biokompatiblen Materialien angestoßen.

## ENERGIE UND UMWELT

Die Basis unserer Zukunft ist die sichere, wirtschaftliche und umweltverträgliche Versorgung mit Energie. Dieses Ziel ist zu verbinden mit den steigenden Anforderungen im Umwelt- und Klimaschutz, um die Lebensqualität der Bevölkerung zu erhalten. Die effiziente Nutzung der knappen Güter und Ressourcen sowie die Erhaltung und der Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen bedürfen einer dauerhaften, nachhaltigen und umweltgerechten Entwicklung im Sinn eines

vorsorgenden, nachsorgenden und kompensatorischen Umwelt- und Klimaschutzes sowie innovativer Methoden der Umweltbeobachtung. Der Themenschwerpunkt Energie hat mit dem geplanten Atomausstieg eine neue Dimension bekommen. Elektromobilität, Versorgungssicherheit und Energieeffizienz sind wichtige Forschungsschwerpunkte.

## MECHATRONIK

Als eine mittlerweile weitgehend etablierte Querschnittsdisziplin hat die Mechatronik den klassischen, an der Mechanik orientierten Maschinenbau in vielen Bereichen abgelöst und gänzlich neue technische Möglichkeiten eröffnet. Mechatronische Systeme, ihre Auslegung, Herstellung und ihr Einsatz werden zukünftig ein wesentliches Standbein des modernen Maschinenbaus, der Fahrzeugtechnik, der Medizintechnik und der Kommunikationsindustrie darstellen. Instrumentenbestückte medizinische Roboterarme werden in der Lage sein, navigationsgestützte Operationen im Rahmen

spezifischer Anwendungen durchzuführen. Unter Nutzung patientenspezifischer Bilddaten können Zielpositionen mit hoher Genauigkeit angefahren und Fehler, die beim manuellen Positionieren von Instrumenten auftreten können, vermieden werden. Mit Hilfe innovativer mechatronischer Produktkonzepte sowie den zugehörigen Fertigungs- und Montageketten liefert die Mechatronik aber auch innovative Technologien für andere wichtige Produktionszweige in Bayern, z. B. den Automobilbau.



## NANOTECHNOLOGIE

Die Nanotechnologie rückt Materie mit Abmessungen im Nanometerbereich in den Blickpunkt sich stürmisch entwickelnder Forschungsrichtungen. Sie erlaubt die gezielte Charakterisierung sowie die Manipulation von Materie auf der Nanometerskala. Durch die supramolekulare Chemie ist der gezielte und selbstorganisierende Aufbau komplexer Systeme aus kleinen molekularen Einheiten möglich. Mit der Generierung von Systemen zur Handhabung von Stoffen im Mikro- und Nanoliterbereich sowie zur quantitativen Ana-

lyse mikrochemischer Reaktionen ist es möglich, Laboranalyseverfahren derart zu miniaturisieren, dass sie auf der daumennagelgroßen Fläche eines Chips ablaufen können. Im Bereich der Mikroelektronik sind durch die immer weiter fortschreitende Miniaturisierung von elektronischen Bauelementen Systeme mit Elementardimensionen von 100 nm herstellbar.

## PROZESS- UND PRODUKTIONSTECHNIK

Innovative Prozess- und Produktionstechniken, Automatisierungstechniken, neue Verfahrens- und Umwelttechniken, Simulationstechniken zur Unterstützung komplexer Entscheidungsprozesse sowie wissensbasierte Systeme und Modelle schaffen die technologischen Voraussetzungen, Wertschöpfungs- und Geschäftsprozesse sowie Produktionsketten und Fertigungstechniken zu optimieren. Die zunehmende Miniaturisierung mikrotechnischer Werkstücke erfordert innovative Fertigungstechnologien, neue Verfahren der Aufbau- und Verbindungstechniken sowie

Handhabungs-, Montage- und Justagetechniken von hoher Präzision im Mikrometerbereich. Intelligente Sensorsysteme, basierend auf entsprechenden Algorithmen, schaffen und erweitern Diagnosemöglichkeiten und die Funktionsüberwachung ablaufender Produktionsprozesse. Ziel dieses Förderschwerpunktes ist es, innovative Entwicklungen auch für kleine und mittlere Unternehmen anzustoßen und effizient nutzbar zu machen.



# Forschungsverbände

## ABGESCHLOSSENE VERBÜNDE

FitForAge: Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die alternde Gesellschaft	23
ForLayer: Innovative Schichten zur Verschleißreduktion an Werkzeugen	24

## NEUE VERBÜNDE

FORCiM <sup>3</sup> A: Forschungsverbund CFK/Metall-Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau	25
--	----

# FitForAge: Zukunftsorientierte Produkte und Dienstleistungen für die alternde Gesellschaft



Fitnessbegleiter, Themenfeld Mobilität, Teilprojekt II-1

Der Forschungsverbund »FitForAge« untersuchte, ob es technische und organisatorische Möglichkeiten gibt, die Probleme durch das gestörte Gleichgewicht bei der Bevölkerungsentwicklung in Deutschland – mehr ältere, weniger jüngere Menschen – zu mildern.

Das gestörte Gleichgewicht bei der Bevölkerungsentwicklung in Deutschland, das mit einem wachsenden Anteil von älteren und einem schrumpfenden von jüngeren Menschen verbunden ist, führt zu Problemen. Im Rahmen des Forschungsverbundes »FitForAge« untersuchten 13 Forscherteams aus vier bayerischen Universitäten, dem Fraunhofer-Institut IIS und aus der Industrie, ob es technische und organisatorische Möglichkeiten gibt, diese Probleme zu mildern. Die Wissenschaftler konzentrierten sich dabei auf drei Schwerpunkte: Menschen arbeiten länger produktiv (Fit4Work), Menschen bleiben länger mobil (Fit4Mobility), Menschen leben länger in ihrer gewohnten Umgebung (Fit4Life). In Querschnittsthemen wurden die »Akzeptanzaspekte von technischen Lösungen« und »Leitlinien für nutzerorientierte Konstruktion« adressiert. Ein Beirat mit 140 Seniorinnen und Senioren half, die Entwicklungen kritisch zu hinterfragen und zu evaluieren. In Fit4Work wurde untersucht, wie Schäden durch besonders belastende und körperlich verschleißende Aufgaben durch technische Unterstützung vermieden werden können und wie leistungsgewandelte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter trotz körperlicher oder men-

taler Defizite möglichst lange im Arbeitsleben produktiv bleiben können. Fit4Mobility untersuchte Assistenzfunktionen im Kraftfahrzeug, um Gefahren durch Gesundheitsprobleme vorzubeugen. Für die ältere Zielgruppe wurden Orientierungshilfen für die Fußgängermobilität und autonom fahrende Scooter untersucht und prototypisch entwickelt. Mit Bewegungsanalysatoren werden kritische Situationen entdeckt oder Übungen zur Erhaltung der körperlichen Leistungsfähigkeit unterstützt. Bei Fit4Life standen die Steuerung von Geräten und der Wohnungsinfrastruktur mit natürlicher Sprache und die Kommunikation mit den Bewohnern über Bild und Ton zur Unterstützung und Motivation von körperlichen und mentalen Trainingseinheiten im Mittelpunkt des Interesses.

LIFE SCIENCES

ABGESCHLOSSENE VERBÜNDE



SPRECHER



Lehrstuhl für Informationstechnik  
Schwerpunkt KommunikationsElektronik

Lehrstuhl für Informationstechnik  
mit dem Schwerpunkt Kommunikations-  
elektronik (LIKE)

Prof. i. R. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen-Tennenlohe

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Fraunhofer-Institut für  
Integrierte Schaltungen IIS  
Janina Heppner  
Am Wolfsmantel 33  
91058 Erlangen

FORSCHUNGSPARTNER

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Universitätsklinikum Erlangen, Technische Universität München, Universität Regensburg, Julius-Maximilians-Universität Würzburg

INDUSTRIEPARTNER

ABF Apotheke Breitscheidstraße Fürth, GEV Grundstücksgesellschaft Herzogenaurach mbH & Co. KG, Biosigna GmbH, Chimaera GmbH, EURO-LOG AG, Geromed GmbH, Ingenieurbüro nuinno, Praxisnetz Nürnberg-Süd e.V., Sympalog Voice Solutions GmbH, Softgate GmbH, BIJO-DATA Informationssysteme GmbH, BMW Forschung und Technik GmbH, Diakonie Neuendettelsau, Handicare GmbH, Navigon AG, BMW Group Forschung und Technik, BMW M GmbH, BSH Bosch und Siemens Hausgeräte GmbH, Geis Automotive Services GmbH, Metabowerke GmbH, MTM-Institut Zeuthen, Reis GmbH & Co. KG Maschinenfabrik, szenaris GmbH, trilogIQa, ZELENKA GmbH, Die bayrischen Metall- und Elektro-Arbeitgeber, Pearson Assessment GmbH, TRIKON Engineering GmbH



SPRECHER

ATZ Entwicklungszentrum  
 Prof. Dr.-Ing. Martin Faulstich  
 An der Maxhütte 1  
 92237 Sulzbach-Rosenberg

GESCHÄFTSFÜHRUNG

ATZ Entwicklungszentrum  
 Dipl.-Ing. Gerhard Wolf  
 An der Maxhütte 1  
 92237 Sulzbach-Rosenberg

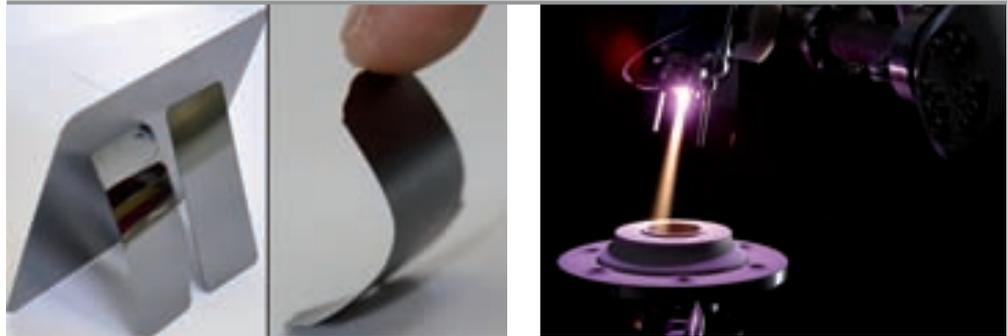
WISSENSCHAFTSPARTNER

ATZ Entwicklungszentrum,  
 Friedrich-Alexander-Universität  
 Erlangen-Nürnberg,  
 Ludwig-Maximilians-Universität  
 München,  
 Technische Universität München

INDUSTRIEPARTNER

appex Product Development Prototypes  
 Parts GmbH, Audi AG, AxynTec Dünnschichttechnik GmbH, BMW AG, Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG, Concept-Laser GmbH, Demag Ergotech GmbH, Diehl Metall Stiftung & Co. KG, Eifeler Beschichtungszentrum GmbH, FIT Fruth innovative Technologien GmbH, Frank Präzision GmbH, Gerresheimer Regensburg GmbH, Hilti AG, Hirschvogel Umformtechnik GmbH, KUKA Roboter GmbH, OC Oerlikon Balzers, Otto Spanner GmbH, RIBE Verbindungstechnik GmbH & Co. KG, Rösler Oberflächentechnik GmbH, Schaeffler KG, Schulte & Schmidt GmbH & Co. KG, TELSONIC GmbH, ZF Sachs AG

# ForLayer: Innovative Schichten zur Verschleißreduktion an Werkzeugen



Links: höchst verschleißfeste Folien aus Nanodiamant, rechts: Beschichtungsvorgang mit Oxidkeramik (thermisches Spritzen)

Werkzeuge verschleißen rasch unter extremen Bedingungen. Die Folge sind Produktionsstörungen und hohe Kosten. Mit individuell angepassten, beständigen Schichten wird optimaler Schutz erreicht.

Werkzeuge sind Kernelemente der Produktion in vielen Schlüsselindustrien. Neue Produktionsverfahren mit immer kürzeren Zykluszeiten sowie zunehmend schwieriger zu verarbeitende Werkstoffe führen zu komplexen Mehrfachbelastungen mit frühzeitigem Verschleiß, Störungen in den Prozessen und Qualitätseinbußen am Produkt. Die Folge sind hohe Kosten durch kurze Serviceintervalle mit häufigen Reparaturen und Anlagenstillständen. Der Forschungsverbund ForLayer hatte sich zum Ziel gesetzt, maßgeschneiderte Lösungen zum Verschleißschutz für Werkzeuge zu entwickeln, auf die mehrere verschleißfördernde Mechanismen simultan einwirken – wie hohe Temperaturen und schnelle Temperaturwechsel, aggressive Medien oder lokal bzw. temporär stark unterschiedliche mechanisch-tribologische Belastungen.

Den Forschergruppen und Industriepartnern gelang es in sechs Teilprojekten, innovative Verfahren und Werkstoffmodifikationen für verbesserte Verschleißschutzschichten zu entwickeln, die in drei Patentanmeldungen mündeten. Mittels Multimaterialverarbeitung können jetzt lasergenerierte Werkzeuge simultan mit mehreren Werkstoffen aufgebaut

werden. Thermisch gespritzte Schichten aus Oxidkeramiken, deren Eigenschaften mit einem neuen Verfahren durch solvothermale Prozesse in mehrfacher Hinsicht verbessert werden, erhöhen den Schutz gegenüber Aluminiumgusslegierungen. Folien aus Nanodiamant ermöglichen die Applikation dieses ultraharten Werkstoffs auf bisher nicht mit Diamant beschichtbare Substrate. Durch anwendungsangepasste Schichtmodifikationen auf Basis von PVD Nano- und Multilagenschichten gelingt eine wesentliche Verschleißreduktion bei der Kaltmassivumformung und dem Presshärten.

Die Ergebnisse wurden im Januar 2012 in der IHK Nürnberg im Rahmen eines Abschlusskolloquiums präsentiert. Die wichtigsten Forschungsergebnisse sind in einem Buchband mit Beiträgen der Industrie- und Forschungspartner veröffentlicht (Info: [www.forlayer.de](http://www.forlayer.de)).

# FORCiM<sup>3</sup>A: Forschungsverbund CFK/Metall- Mischbauweisen im Maschinen- & Anlagenbau



Beispiel eines CFK-Bauteils im Bereich Maschinenbau (Bildnachweis: Fa. Voith Composites)

Im Automobilbau stehen sie kurz vor dem Einsatz in der Massenproduktion; in der Luft- und Raumfahrt bzw. im Rennsport sind sie nicht mehr wegzudenken; beim Snowboarden hat man sie unter den Füßen, beim Golfen oder Tennisspielen in der Hand: carbonfaser-verstärkte Kunststoffe oder kurz: CFK-Werkstoffe.

CFK gilt als der „Werkstoff der Zukunft“, der bereits in vielen Branchen für Innovationen gesorgt hat. Ein Bereich, in dem CFK allerdings noch nicht Einzug gehalten hat, ist der Maschinen- und Anlagenbau. Bei der ein oder anderen speziellen Anwendung ist es der Industrie zwar bereits gelungen, Stahl mit CFK zu kombinieren, doch eine schlichte Substitution von Metall durch CFK ist nicht möglich. Die Überwindung dieser Hürde wird daher im Mittelpunkt der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten von FORCiM<sup>3</sup>A stehen. Die hybride Verbindungstechnik, also die Kombination von Metall und CFK, ist Voraussetzung für die breitflächige Integrationsfähigkeit in die Welt der Stahlkonstruktionen und damit die sichere Verbindung dieser beiden Werkstoffgruppen in allen relevanten Geometrien und mechanischen Belastungsszenarien. Der Vorteil der CFK-Bauteile ist neben dem geringeren Gewicht und der erhöhten Festigkeit auch, dass dieser Werkstoff beispielsweise zu einer höheren Präzision und zu höheren Lebensdauern führen kann. Dieser Nebeneffekt ist auf die, im Vergleich zu Metallen, geringere Materialermüdung zurückzuführen. Zu den Aufgaben von FORCiM<sup>3</sup>A gehören

u. a. die CFK-gerechte Auslegung der relevanten Bauteile (Welle, Kupplung, Trägerstruktur, Federelement), die anforderungsgerechte Gestaltung des Übergangs CFK–Metall im Bauteil und die Prüfung der Beständigkeit gegen betriebsbedingte äußere Einflüsse, wie z. B. Temperatur, aggressive Medien oder häufige Lastwechsel.

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

NEUE VERBÜNDE



SPRECHER

Voith Composites GmbH & Co. KG  
Dr. Markus Lang

FhG-FIL Augsburg und TU München  
Prof. Dr. Klaus Drechsler

GESCHÄFTSFÜHRUNG

Anwenderzentrum Material- und  
Umweltforschung (AMU) der  
Universität Augsburg  
Dr. Timo Körner, Tel. 0821 5983592,  
koerner@amu-augsburg.de

WISSENSCHAFTSPARTNER

Anwenderzentrum Material- und Umwelt-  
forschung (AMU) der Universität Augs-  
burg, Fraunhofer Projektgruppe „Funk-  
tionsintegrierter Leichtbau“ (FhG-FIL),  
Augsburg, Forschungsstelle für Zahn-  
räder und Getriebbau (FZG), Außenstel-  
le Augsburg der TU München, Hochschu-  
le Augsburg, iwb Anwenderzentrum  
Augsburg, iw TU München, Lehrstuhl  
für Carbon Composites der TU München

INDUSTRIEPARTNER

Aerostruktur Faserverbundtechnik  
GmbH, Gundelfingen, AxynTeC Dünnschicht-  
technik GmbH, Augsburg,  
Biersack Technologie GmbH & Co. KG,  
Beilngries, Chr. Mayr GmbH & Co. KG,  
Mauerstetten, GMA Werkstoffprüfung  
GmbH, Friedberg, LEUKA, Weiler-Sim-  
merberg, Multivac Sepp Haggenmüller  
GmbH & Co. KG, Wolfertschwenden, SPN  
Schwaben Präzision Fritz Hopf GmbH,  
Nördlingen, Ott-Jakob Spanntechnik  
GmbH, Lengenwang, Voith Composites  
GmbH & Co. KG, Garching



## ENERGIE UND UMWELT

Brechungsindexsensor für Umwelttechnik und Bioanalytik	28
Solares Gebäude-Klimatisierungssystem	29
Stickoxid-Senkung in Autoabgasen	30
Wärmeübergang in Rohrbündelkondensatoren	31

## INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN

Optische Gigabit-Empfänger für dicke optische Fasern bis 1 mm Kerndurchmesser in mobilen Netzen	32
Assistentensystem für die Integrierte Größen- und Preisoptimierung (DISPO)	33
Indoor-Bildlokalisierung	34
Teilnetzbetrieb (Partial Networking)	35
Zeitbereichsmessungen oberhalb 1 GHz	36

## LIFE SCIENCES

Automatisierte Hördiagnostik und Hörgeräteanpassung	37
Bestimmung lebender Keime mittels elektrischer Impedanzmessung	38
Diabetes-Früherkennung: Neue Testmethoden	39
ECSO – Enzyme Catalyzed Steroid Oxidation	40
Identifizierung von Lead-Inhibitoren humaner Hyaluronidasen	41
Konnektorstents für den freien Gewebettransfer	42
Mesenchymale Stammzellen – Angiogenese/Tumorabwehr	43
Nanobak – Bioinformatik und Nanodiagnostik pathogener Keime	44
Tumorthérapien auf Basis von Signalweg-Analysen	45

## MATERIALWISSENSCHAFT

Carbon-Sensorfasern im Fahrzeugbau	46
Entwicklung einer Basisrezeptur für einen Kühlschmierstoff zum elektrolytischen Abrichten metallgebundener Werkzeuge (E-KSS)	47
Entwicklung von SiC-Monofilamenten	48
Korrosionsschutz in Dampferzeugern durch schmelzphaseninfiltrierte Silicium-Kohlenstoff-Keramiken	49
Photonen-unabhängige hydrophile Schichten auf Glas: PHYSIS	50

# Abgeschlossene Projekte



Sauerstoffnanodefekte in Czochralski-Silicium	51
TCC-Quarz – leitfähige, transparente Beschichtungen von Quarz	52
MRE-Türsteller	53
MEDieMAS: Effiziente Bestrahlungsgeräte für die Krebstherapie	54
LARISSA: LaserRobotik – Integration von Scan- und Fokussiereinheiten als hochdynamische System-Achsen	55
PYROTAK: Pyrotechnischer Notöffnungsaktuator für eine Flugzeugtüre	56
Durchfluss-Mikroarray-Chip für die routinemäßige Qualitätskontrolle von Lebensmitteln	57
Mikrotriebwerke zur präzisen Lageregelung von Satelliten	58
Optische Sauerstoff- und Kohlendioxidmesstechnik	59
Poor-Man's-Load-Pull – ein einfaches Verfahren zur Last- und Arbeitspunktoptimierung elektronischer Bauelemente	60
Simulation von Mask Aligner-Lithographieprozessen ermöglicht virtuelle Experimente für eine schnelle und kostengünstige Prozessentwicklung	61
Substratkonforme Imprintlithographie funktionaler Materialien (SILFUMA)	62
Synthese und In-situ Stabilisierung metallischer Nanopartikel	63
Aktivierete Polymerisation im 3D-Kunststoffdruck	64
Hochgenaue Asphärenmesstechnik für die industrielle Fertigungskontrolle	65
Hochstrom-Durchkontaktierung für die Hybridtechnik	66
Ladungseffekte in Polymer-Vielteilchensystemen	67
Nichtmetallisch halogenfreies Entwärmungskonzept	68
Optisches Wandlerprinzip zur Feuchtemessung in technischen Ölen	69
Selektives Maskensintern von Funktionsbauteilen	70
Wärmebehandelndes heißisostatisches Pressen	71

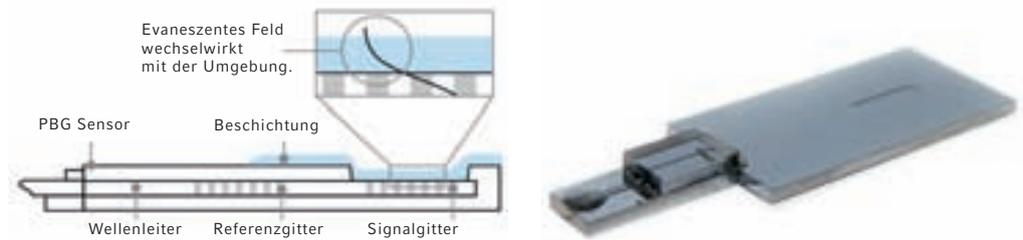
## MECHATRONIK

## MIKROSYSTEMTECHNIK

## NANOTECHNOLOGIE

## PROZESS- UND PRODUKTIONSTECHNIK

# Brechungsindexsensor für Umwelttechnik und Bioanalytik



Links: Prinzip des funktionalisierten planaren Brechungsindexensors; rechts: Brechungsindexsensor in planarer Quarzglas-Technologie

## PROJEKTLEITUNG



Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Naturwissenschaften und  
Fakultät Ingenieurwissenschaften  
Würzburger Straße 45  
63743 Aschaffenburg

## PROJEKTPARTNER



Campa GmbH & Co. KG



Mainsite GmbH & Co. KG

Mit Hilfe eines Brechungsindexensors sollte ein alternatives Messverfahren zur Bestimmung des Wassergehalts in Biodiesel entwickelt werden, das eine kontinuierliche Überwachung online ermöglicht. Zudem sollten mit demselben Sensor Standardnachweise der Biotechnologie geführt werden.

Optische Wandlerprinzipien haben sich in der Sensor-, Mess- und Regeltechnik etabliert. Anwendungen in den wirtschafts- und wachstumsstarken chemischen und verfahrenstechnischen sowie den pharmazeutischen Industrien motivieren hier zu Innovation und Entwicklung.

Ziel des Vorhabens war die Oberflächenfunktionalisierung eines optischen, fasergebundenen Brechungsindexensors, um diesen spezifischen Anwendungen zuzuführen. Durch die Wechselwirkung des evaneszenten Feldes der in einem planaren Wellenleiter geführten optischen Mode mit der Umgebung des Sensors wird die reflektierte Wellenlänge eines in den Wellenleiter eingeschriebenen Bragg-Gitters verändert und dient als Messsignal. Um das Anwendungspotenzial des Sensors aufzuzeigen, wurde dieser exemplarisch zur Messung des Wassergehaltes in Biodiesel sowie durch eine Biofunktionalisierung für den Nachweis von typischen Immobilisierungsreaktionen eingesetzt.

dass der Sensor die in der Industrie relevanten Wassergehalte von 500 ppm und 200 ppm online detektieren kann und damit die Trocknung von Biodiesel im Produktionsprozess kontrolliert und gesteuert werden kann, ohne auf eine offline durchzuführende und damit zeitaufwendige Karl-Fischer-Titration zurückgreifen zu müssen. Durch eine spezifische Funktionalisierung der Sensoroberfläche konnten mit dem optischen Sensor typische Bionachweise wie beispielsweise die Immobilisierung von Eiweißen oder DNA-Hybridisierung geführt werden. Wesentliches Merkmal des Sensors ist dabei, die Reaktionskinetik quasi online mit hoher Empfindlichkeit zu beobachten.

Somit sind Reaktionsunterbrechungen und Konzentrationseffekte auflösbar.

Im Ergebnis konnte bei der Bestimmung des Wassergehaltes in Biodiesel gezeigt werden,

# Solares Gebäude-Klimatisierungssystem

ENERGIE UND UMWELT

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Kollektorfeld; rechts: Verteilung

Mit Sonnenstrahlen gleichzeitig heizen und kühlen – das ist eine große Herausforderung bei der Klimatisierung von Gebäuden. Ein neues System eignet sich besonders für die Gebäudenachrüstung.

Die Klimatisierung ist einer der größten Energieverbraucher in der thermischen Gebäudeversorgung. Energieengpässe und steigende Preise kennzeichneten die Lage, in der eine Pilotanlage zur ganzjährigen solarthermischen Klimatisierung von Gebäuden realisiert wurde.

Im Vordergrund stand die Entwicklung eines integrierten Systems, das ganzjährig zum Heizen und Kühlen in Verbindung mit Flächenheiz- und Kühldeckensystemen eingesetzt werden kann. Kern ist eine mit Solarwärme angetriebene Absorptionskälteanlage, die zur Abdeckung von Lastspitzen oder bei zu wenig Sonne zusätzlich fossil beheizt werden kann. Im Heizbetrieb während der Wintermonate wird die Anlage als Wärmepumpe eingesetzt. In dieser Betriebsart dient die Kollektoranlage als Wärmequelle zur Wärmeeinspeisung von Niedertemperaturwärme sowie in den Verdampfer des Absorbers.

Dadurch wird ein größtmöglicher Solarertrag der Anlage während der kalten Jahreszeit erzielt. Um eine hohe Energieeffizienz im Betrieb mit fossiler Zusatzfeuerung zu erreichen, wird ein kombinierter ein-/zweistufiger

Absorptionswärmepumpenkreislauf eingesetzt, der eine flexible Ein- und Auskopplung von Niedertemperaturwärme – zum solaren Antrieb der Kältemaschine und zum gleichzeitigen Heizen und Kühlen – ermöglicht. Im Rahmen dieses Projektes konnte die Effizienz und Praxistauglichkeit des Konzeptes nachgewiesen werden. Das Komplettsystem zur solaren Gebäudeklimatisierung eignet sich besonders für Systeme mit größerer Kälteleistung und zur Nachrüstung in Gebäuden.

Die Innovationspunkte der Anlage sind der Einbau der thermischen Unterstützung direkt in die Absorptionskältemaschine (diese Integration erzielt eine bedeutend höhere Wirtschaftlichkeit), die ganzjährige Heizung und Kühlung auf Basis solarthermischer Energie und das innovative Regelungs- und Steuerungskonzept.

## PROJEKTLEITUNG

 **Lindner** | Bauen mit neuen Lösungen

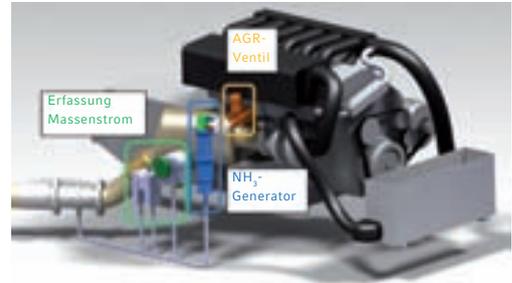
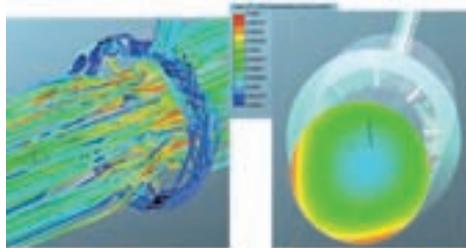
Lindner AG  
Abteilung Gebäudetechnik  
Georgstraße 2  
94424 Arnstorf

## PROJEKTPARTNER



Bayerisches Zentrum für Angewandte  
Energieforschung e. V.  
Abteilung 1: Energieumwandlung und  
-speicherung  
[www.zae-bayern.de](http://www.zae-bayern.de)

## Stickoxid-Senkung in Autoabgasen



Links: Simulation der Einmischung des  $\text{NH}_3$ -Gases in den Hauptabgasstrom mittels Venturimischer vor SCR-Katalysator; rechts: Applikation des  $\text{NH}_3$ -Generators am Pkw-Motor

### PROJEKTLEITUNG



AlzChem AG  
Neue Geschäfte  
Dr.-Albert-Frank-Straße 32  
83308 Trostberg

### PROJEKTPARTNER



AlzChem Gruppe  
NIGU Chemie GmbH  
www.nigu.de



Paul Scherrer Institut  
ENE / Exhaust Gas Aftertreatment  
www.psi.ch



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Thermodynamik  
www.td.mw.tum.de



Lehrstuhl für  
Verbrennungskraftmaschinen  
Technische Universität München  
www.lvk.mw.tum.de

Ein neuer, hochkonzentrierter und stabiler Ammoniakvorläufer (GuFo) wurde für die SCR-Stickoxidreduzierung von Verbrennungsmotoren entwickelt, charakterisiert und an einem Pkw-Dieselmotor im Nebenstrom in einem neuen Reaktorverfahren appliziert.

Aktuelle Verschärfungen in der EU-Abgasnorm für alle Dieselmotoren erfordern intensive Stickoxid-Reduzierungsmaßnahmen (DeNOx). Stand der Technik ist die SCR (Selective Catalytic Reduction)-Technologie mittels spezieller Abgaskatalysatoren und flüssiger Reduktionsmittel.

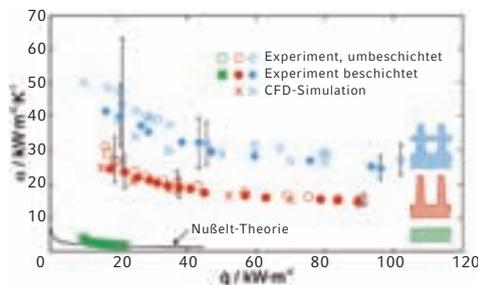
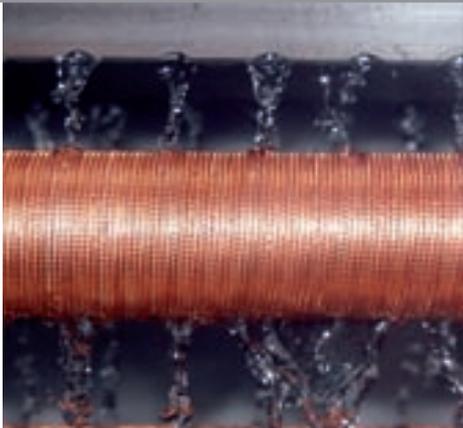
Im Förderprojekt NORA wurde zum einen ein neuartiges Reduktionsmittel chemisch charakterisiert und zusätzlich eine praktische Applikation an einem Pkw-Dieselmotor realisiert. Das neue nichttoxische Reduktionsmittel auf Basis einer wässrigen Guanidiniumformiatlösung (GuFo) als Ammoniakvorläufer für die SCR-Reaktion am DeNOx-Katalysator weist dabei eine außerordentliche Wärme- und Kältestabilität auf, verbunden mit einer hohen Kapazität, wie sie von bisherigen Ammoniakvorläufern auf Basis wässriger Harnstofflösung nicht erreicht wurde. GuFo-Salz hat eine ausgesprochen hohe Löslichkeit von bis zu 6,2 kg in 1 Liter Wasser und somit ein extrem hohes DeNOx-Potenzial.

Neben der Chemie der optimalen Umsetzung von GuFo, speziell der Vermeidung von unerwünschten Nebenprodukten, wurden die notwendigen Reaktionsparameter erarbeitet. Diese Parameter wurden in einem kleinen Reaktor ( $\text{NH}_3$ -Generator) zum Betrieb im Abgasnebenstrom, unabhängig vom Zustand des Motors, umgesetzt. Die Applikation des  $\text{NH}_3$ -Generators an einem 3-Liter-PKW-Motor erreichte aufgrund einer homogenen  $\text{NH}_3$ -Gaseinmischung hohe DeNOx-Effizienzen. Mit geschickter Dosierungsstrategie, angepasst an den SCR-Kat, konnte die DeNOx-Leistung im Fahrzyklus um bis zu 60 % gesteigert werden. Diese hohe Effizienz erlaubt eine weitere Verbrauchsoptimierung ( $\text{CO}_2$ -Einsparung) am Dieselmotor.

Da diese neue Technologie in einem weiten Bereich skalierbar ist, lassen sich damit künftig auch größere Off-Highway-Motoren ausstatten.

# Wärmeübergang in Rohrbündelkondensatoren

ENERGIE UND UMWELT



Links: Experimentelle Nachbildung des Überschwemmungseffekts: Kondensatablaufverhalten an einem berieselten Hochleistungsrippenrohr; rechts: experimentell und mittels numerischer Strömungssimulation bestimmte Wärmeübergangskoeffizienten für die Kondensation von R134a an einem Glatt- (grün), Standardrippen- (rot) und Hochleistungsrippenrohr (blau)

Numerische Strömungssimulation und experimentelle Untersuchung des Wärmeübergangs zeigen für Rohrbündelkondensatoren ein großes Verbesserungspotenzial durch die Optimierung der Struktur von Hochleistungsrippenrohren auf.

Die Leistungsfähigkeit von Rohrbündelkondensatoren der Kälte- und Klimatechnik ist durch den Überschwemmungseffekt limitiert. Darunter versteht man die Verringerung des Wärmeübergangskoeffizienten an den unteren Rohrreihen des Bündels durch von oben herabtropfendes Kondensat. Im Projekt „Wärmeübergang in Rohrbündelkondensatoren“ sollte diesem Effekt durch Oberflächenmodifikationen und optimierte Strukturen von Hochleistungsrippenrohren begegnet werden.

Die Untersuchung des kondensatseitigen Wärmeübergangskoeffizienten an den einzelnen Rohrreihen eines Bündels erfolgte sowohl experimentell als auch mittels numerischer Strömungssimulation. Mit Hilfe eines speziell konzipierten Versuchsstandes, bestehend aus einem Rohrbündelkondensator mit vier Rohrreihen und Berieselungseinheit, wurde der Überschwemmungseffekt für die Kältemittel Propan und R134a für realistische Betriebsbedingungen wärmetechnisch charakterisiert. Durch die Entwicklung eines Kondensationsmodells konnte der kondensatseitige Wärmeübergang an komplexen Rohrgeometrien erstmals mittels numerischer Strömungssimulation modelliert werden.

Letztere wurde mit Hilfe der experimentellen Daten validiert und erlaubte für den Wärmeübergang am Einzelrohr die Identifikation einer optimalen Rippenstruktur in Abhängigkeit der Stoffeigenschaften der Arbeitsfluide.

Für eine im Rahmen von Voruntersuchungen bezüglich der Benetzungseigenschaften als erfolgversprechend vermutete Oberflächenmodifikation mit sehr kleiner Oberflächenenergie konnte keine Steigerung des Wärmeübergangs bzw. Reduzierung des Überschwemmungseffektes festgestellt werden. Dagegen zeigten Experiment und Modellierung für das Hochleistungsrippenrohr mit Zusatzstruktur im Vergleich zum Standardrippenrohr eine deutliche Steigerung des Wärmeübergangs auf.

## ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

### PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik (LTT)  
Am Weichselgarten 8  
91058 Erlangen

### PROJEKTPARTNER



ESYTEC Energie- und Systemtechnik  
GmbH  
Messtechnik  
www.esytec.de



Wieland Werke AG  
Geschäftsbereich Hochleistungsrohre,  
Forschung und Entwicklung  
www.wieland.de

PROJEKTLEITUNG



Georg-Simon-Ohm Fachhochschule  
Nürnberg  
Polymer Optical Fiber Application Center  
Wassertorstr. 10  
90489 Nürnberg

PROJEKTPARTNER



Avago Technologies Fiber GmbH  
www.avagotech.com



Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Schaltungen IIS  
Optical Communication Group



www.silicon-line.com

# Optische Gigabit-Empfänger für dicke optische Fasern bis 1 mm Kerndurchmesser in mobilen Netzen



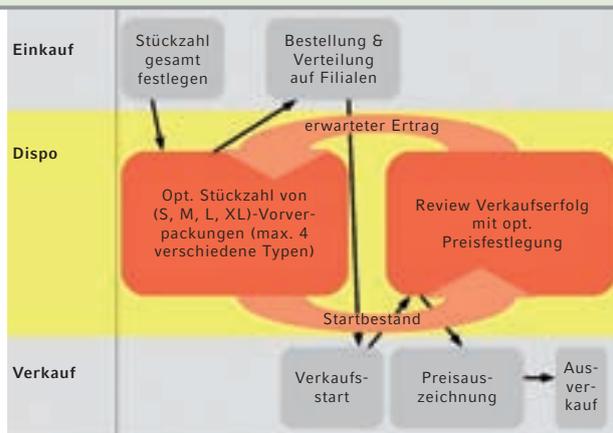
Demonstratorboard mit POF-Stecker, Augendiagramm, Transceiverboard mit Gehäuse, POF-Biegung

In vielen Anwendungen mit kurzen Verbindungslängen werden Polymerfasern (POF) eingesetzt. Rauscharme optische Empfänger für den Gigabit-Bereich erfordern kleine Photodioden, bei POF mit bis zu 1 mm Kerndurchmesser führt dies aber zu hohen Koppelverlusten. Um POF optimal einsetzen zu können, müssen Empfänger mit großem Durchmesser, aber hohen Geschwindigkeiten entwickelt werden.

Übertragungssysteme mit Standard-Polymerfaser sind für Gigabit-Ethernet (GE) oder für 3,4 Gbit/s High Definition Multimedia Interface (HDMI) Verbindungen vorstellbar. GE-Systeme können z. B. in Kombination mit Glasfaser-Zugangsnetzen eingesetzt werden; optische HDMI-Kabel können Kupferkabel ablösen. Rauscharme optische Empfänger erfordern kleine Photodioden. Die Kapazität der Photodiode bildet mit dem Eingangswiderstand des Transimpedanzverstärkers einen Tiefpass, dessen minimale Bandbreite durch die Datenrate bestimmt wird. Frequenzlimitierend wirken sich zudem Laufzeiteffekte infolge Ladungsträgerdrift in der Absorptionszone der Photodiode aus. Die Dicke der Absorptionszone bestimmt die Effizienz der Diode und ist wellenlängenabhängig entsprechend dem Absorptionskoeffizienten zu dimensionieren. Durch die Realisierung einer Spannungs-Wandlung im Empfänger-IC konnte die Sperrspannung an der Photodiode bei einer Betriebsspannung von 3,3 V auf 5,3...6,0 V erhöht werden. Im Projekt wurden die für die beiden Bitraten geeignetsten Photodiodenvarianten simuliert, hergestellt und vermessen.

Die niedrige Bandbreite der POF (Modendispersion) bewirkt im Signalspektrum eine Reduktion der höheren Signalfrequenzanteile. Im Empfänger wird daher nach der linearen Signalverstärkung im Transimpedanzverstärker-IC ein Hochpassfilter mit nachfolgenden Endverstärkern realisiert. Das Hochpassfilter ist als adaptives Filter ausgelegt und passt sich dem jeweiligen POF-Link an, um Bitraten bis 3,4 Gbit/s zu ermöglichen. Für Demonstratoren wurde ein neuer Transceiver-Aufbau realisiert. Der Sender und der lineare Empfänger sind auf einer Leiterplatte ausgeführt, sodass die Datenleitungen als Microstrip ausgeführt werden konnten. Die Module wurden mittels transparenter Moldmasse gehäust. Eine in den Moldkörper integrierte Linse reduziert die Koppelverluste zur POF bzw. zur Photodiode. Das Filter-Endverstärker-IC ist als chip on board auf dem Demonstratorboard untergebracht. Mit der Verfügbarkeit von effizienten, schnellen Empfängern für Fasern mit großem Kerndurchmesser können preiswerte, robuste optische Lösungen für Heimnetze und andere Consumer-Anwendungen realisiert werden.

# Assistentensystem für die Integrierte Größen- und Preisoptimierung (DISPO)



ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

Einbindung von DISPO in den Geschäftsprozess

PROJEKTLEITUNG



Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Wirtschaftsmathematik  
[www.wm.uni-bayreuth.de](http://www.wm.uni-bayreuth.de)

Universität Bayreuth  
Lehrstuhl BWL V – Produktionswirtschaft  
und Industriebetriebslehre

Speziell im Textileinzelhandel beeinflussen sich die Effekte verschiedener Preisreduzierungs- und Belieferungsstrategien erheblich. In DISPO wurden beide Effekte zum ersten Mal in einem integrierten Modell behandelt.

Bei einem Textildiscounter mit hunderten Filialen vermischen sich zwei unterschiedliche Problemebenen: Die Ware muss nachfragekonform eingekauft werden, und nicht schnell genug verkaufte Ware muss im Laufe der Zeit im Preis reduziert werden. Artikel werden in der Regel in festen Lotzusammensetzungen eingekauft, d. h. vorverpackte Plastiktüten, die einen Artikel in verschiedenen Größen beinhalten, also die Mengenverhältnisse der Konfektionsgrößen faktisch festsetzen.

Projektziel war es, beide Aspekte – einmal die Belieferung durch Lotpakete und zum anderen die Preisreduzierung im Verkaufsverlauf – in einem integrierten mathematischen Modell zu vereinen. Dies sollte mittels eines stochastischen gemischt-ganzzahligen linearen Programms realisiert werden, in dem Preisreduzierungen als Kompensation von Fehlbelieferungen dienen.

Gestartet wurde mit der Entwicklung von Einzelmodellen für die Belieferung in Lottypen und die Preisreduzierung. Für die separaten Modelle wurden Feldversuche durchgeführt, deren Ergebnisse eine Erprobung des integrierten Modells rechtfertigten. Wegen der

enormen Größe des Modells war es nötig, adaptierte Verfahren zu entwickeln: einen exakten Löser für das Benchmarking sowie für den praktischen Einsatz eine Heuristik. In einem abschließenden Feldversuch wurde DISPO getestet.

Das Ergebnis war positiv: zu erwarten ist eine durchschnittliche Ertragssteigerung um fast 1,4 Prozentpunkte des integrierten Modells gegenüber den momentan voneinander unabhängig eingesetzten Optimierungen von Belieferung und Preisreduzierung.

PROJEKTPARTNER

NKD Vertriebs GmbH

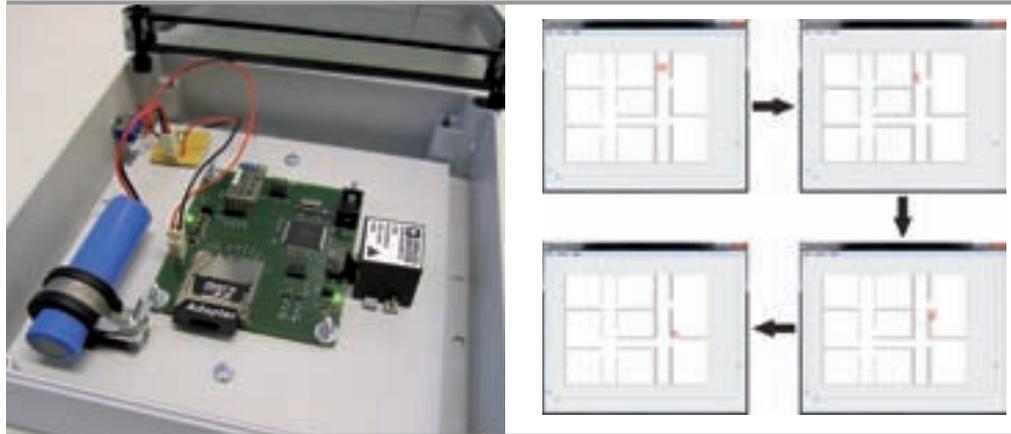


Hochschule für angewandte  
Wissenschaften Fachhochschule  
Würzburg-Schweinfurt  
Fakultät Informatik  
und Wirtschaftsinformatik  
Münzstraße 12  
97070 Würzburg

argos

argos Information GmbH  
(umifrm. nobisCum  
Risk Solutions GmbH)  
www.argos-information.com

## Indoor-Bildlokalisierung



Links: Sensorbox: Die entwickelte Sensorbox enthält neben einer hochspezialisierten Trägheitssensoreinheit (der große Quader) einen eigenen Prozessor zur Vorverarbeitung der Sensordaten vor der Übertragung an den verarbeitenden PC; rechts: Partikelmenge in Karte: Die Partikelmengen (rot) im Geschossplan repräsentieren die jeweils aktuelle Position des Sensors unter Berücksichtigung der möglichen Unsicherheiten bei der Bewegung durch das Geschoss

Der Bedarf an technischen Lösungen, die eine Lokalisierung von digitalen Fotoaufnahmen innerhalb von Gebäuden – zum Beispiel zur Bauüberwachung – ermöglichen, wächst kontinuierlich. Im Rahmen des Vorhabens sollte eine Systemlösung entwickelt werden, die auf Sensortechniken aufbaut.

Von Architekten werden zum Teil Tausende von Baustellenfotos pro Woche zu Dokumentationszwecken angefertigt. Diese können nur ungenau und mit hohem Aufwand verortet werden. Das Forschungsvorhaben hatte das Ziel, Bildaufnahmen innerhalb von Gebäuden vollautomatisch zu verorten.

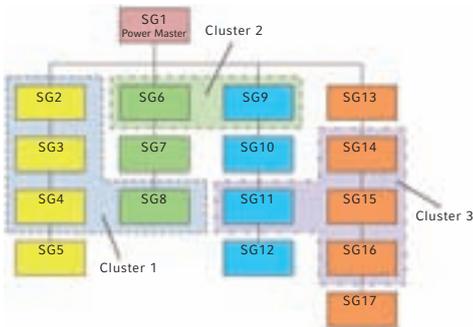
In enger Kooperation sollte im Rahmen eines Forschungsvorhabens Sensortechnologie in das neue Anwendungsfeld übertragen, ein erster Prototyp entwickelt und anschließend in einem Feldtest erprobt werden. Eine Gruppe von Verfahren, die als Lösungsansatz für das gestellte Problem sehr vielversprechend erscheinen, sind die Partikelfilter. Für den Einsatz dieser Technik wird zum einen eine spezialisierte Sensortechnik benötigt, die zu Beginn des Projektes entwickelt wurde.

Zum anderen wird Vorwissen in Form von Geschossplänen kontinuierlich mit den Messungen der Sensorik kombiniert. Das Ergebnis der Lokalisierung sind Hypothesen in Form sog. Partikelmengen, die die möglichen aktuellen Positionen repräsentieren und aus denen schließlich die wahrscheinlichste aktu-

elle Position berechnet wird. Die experimentellen Resultate zeigen, dass das entwickelte System für den vorliegenden Anwendungsfall eine Positionsschätzung mit ausreichender Genauigkeit liefert. Zudem lassen sich Störeinflüsse wie Messungenauigkeiten oder Sensorausfälle kompensieren. Da die neue Smartphone-Generation bereits mit einer Vielzahl an Sensoren ausgestattet ist, wird geprüft, wie sich das System auch auf mobile Endgeräte übertragen lässt.

# Teilnetzbetrieb (Partial Networking)

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Beispiel Funktionscluster; rechts: für Teilnetzbetrieb umgerüstetes Versuchsfahrzeug

Das Forschungsprojekt untersuchte Energiespar-Möglichkeiten durch selektives Abschalten von Steuergeräten im Fahrzeug.

Im Automobilbereich führten die steigenden Anforderungen insbesondere in den Bereichen Sicherheit, Umweltschutz und Komfort in den vergangenen Jahren zu einem rasanten Anstieg der elektronischen Bauteile. Der damit verbundene erhöhte Stromverbrauch kann durch Partial Networking wieder reduziert werden, indem nicht benötigte Steuergeräte selektiv über den CAN-Bus abgeschaltet werden. Ein geringerer Bedarf an elektrischer Energie wirkt sich unmittelbar auf den Kraftstoffverbrauch und somit auch auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus. Der energietechnische Vorteil ist besonders für Elektrofahrzeuge relevant. Neben der Reichweitenerhöhung spielt hier auch die Lebensdauer von Elektronikkomponenten eine Rolle.

Ziel des Projektes war eine signifikante Reduktion der Energieaufnahme der Bordelektronik unter Beibehaltung von Funktionalität und Funktionssicherheit. Ein Versuchsfahrzeug wurde um eine zentrale Steuereinheit (Power Master) sowie Partial-Networking (PN)-fähige Teststeuergeräte erweitert. Es wurden sog. Funktionscluster (z. B. Anhängerbetrieb: Anhängersteuergerät ist aktiv) gebildet, denen die Steuergeräte zugeordnet wurden.

Aufgrund implementierter Definitionen und Algorithmen sendet der Power Master Signale an die Steuergeräte, um sie bei Bedarf gezielt ein- und auszuschalten. Während des Projektes wurden die PN-Emulatoren in den Teststeuergeräten sukzessive durch reale PN-Transceiver ersetzt.

Bei zahlreichen Testfahrten wurden alle relevanten Daten aufgezeichnet und anschließend ausgewertet. Signifikante Energieeinsparungen sind möglich und abhängig vom Fahrprofil. Die Integration teilnetzfähiger Transceiver erfordert jedoch noch umfangreiche Anpassungen von Hard- und Software.

PROJEKTLEITUNG



Technologie Campus  
Freyung

Hochschule Deggendorf  
Technologie Campus Freyung  
Grafenauer Str. 22  
94078 Freyung

PROJEKTPARTNER



BMW AG  
Architektur E/E, Halbleiter-Baukasten  
www.bmw.de



Infineon AG  
System Engineering  
www.infineon.com

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



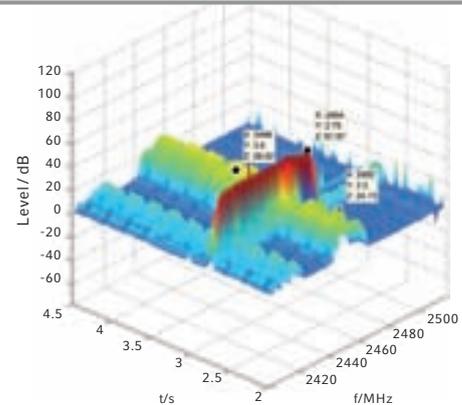
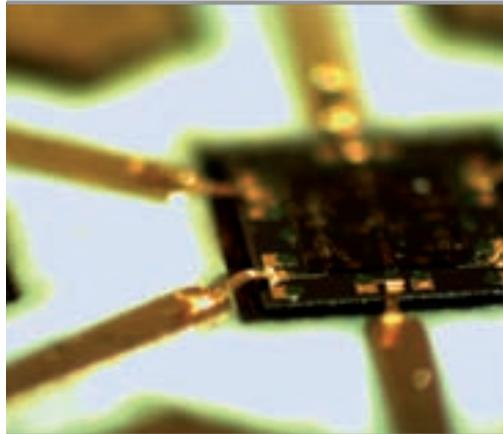
GAUSS Instruments GmbH  
Gesellschaft für AUTomatisierte  
StöremissionsmessSysteme  
Agnes-Pockels-Bogen 1  
80992 München

PROJEKTPARTNER



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik

## Zeitbereichsmessungen oberhalb 1 GHz



Links: Mikrowellenschaltung. Leiterbahnbreite 0,2 mm, spezieller Bonddraht; rechts: Emissionsmessung eines WLAN-Routers bei der Kanalsuche

Im Rahmen des Förderprojektes wurden Methoden und Verfahren zur Emissionsmessung im Zeitbereich untersucht. Realisiert wurden Funktionsmuster für den Frequenzbereich bis 18 GHz und 40 GHz sowie Systeme mit zeitversetzter Abtastung für den Frequenzbereich bis 3 GHz.

Beim System bis 18 GHz werden 3 Bänder zunächst auf den Frequenzbereich bis 6 GHz umgesetzt und anschließend mittels breitbandiger Frequenzumsetzung in den Frequenzbereich unterhalb 1 GHz umgesetzt und digitalisiert. Das System bis 40 GHz erweitert das bestehende System und setzt die Signale in dem Bereich von 26,5 bis 40 GHz zuerst in den Bereich von 6 bis 13 GHz um. Die Signale werden in Realzeit ausgewertet.

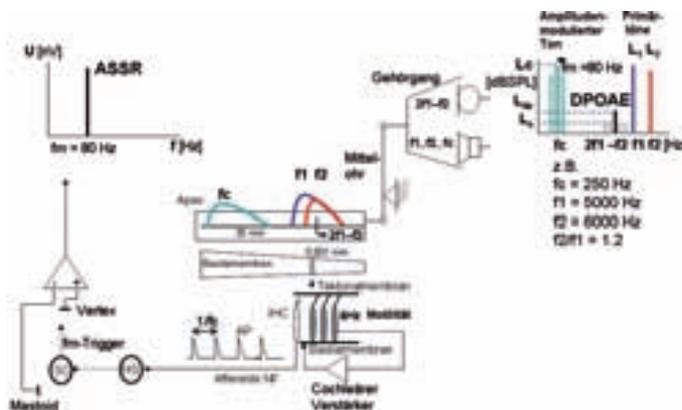
Die Zeitbereichsmesstechnik oberhalb 1 GHz ermöglicht es, den Herausforderungen der Messtechnik für Abnahmemessungen und entwicklungsbegleitende Messungen gerecht zu werden. Mit Hilfe der entstandenen Technologie können die immer komplexeren Prüflinge effizient analysiert und die Prüfung auf elektromagnetische Verträglichkeit, die Voraussetzung für einen barrierefreien Welthandel ist, reproduzierbar durchgeführt werden.

Der Einsatz von Zeitbereichsmesssystemen oberhalb 1 GHz wurde anhand von unterschiedlichsten Applikationen wie Haushaltsgeräten, Automotive, Smart Grid und Informationstechnik getestet. Es zeigte sich neben der Reduktion der Messgeschwindigkeit auch die Möglichkeit weitergehender Analysen hinsichtlich Abstrahlrichtung und Funktionszyklus. Durch die Mitarbeit in nationalen und internationalen Normengremien (CISPR) wurde das FFT-basierende Verfahren offiziell in internationalen Normen aufgenommen. In neueren Normenvorhaben werden die Kalibrierung sowie der Einsatz von Vorverstärkern für Zeitbereichsmesssysteme international erarbeitet.

# Automatisierte Hördiagnostik und Hörgeräteanpassung

LIFE SCIENCES

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Simultane Auslösung und Messung der DPOAE und ASSR (schematische Darstellung)

Die meisten Schwerhörigen können nur mit einem Hörgerät behandelt werden. Ein neues Messsystem soll die Hördiagnostik und die Hörgeräteanpassung vereinfachen.

In der audiologischen Diagnostik werden zur Lokalisation und Erfassung einer Hörstörung subjektive und objektive Tests eingesetzt. Im Besonderen eignen sich die cochleären Distorsionsprodukt-Emissionen (DPOAE) und die auditorischen „Steady State“-Antworten der neuralen Hörbahn (ASSR) zur frequenzspezifischen und quantitativen Erfassung einer Hörstörung. Sie sind daher prädestiniert für den Einsatz bei Kindern und älteren Menschen. Es ist derzeit kein Messsystem vorhanden, mit welchem die audiometrischen Tests in ihrer Ganzheit durchgeführt werden können.

Ziel des Projektes war die Entwicklung eines mobilen Messsystems zur Durchführung aller für die Hörgeräteanpassung relevanten Hörtests. Es wurde die Basis für ein kompaktes, mobiles, modular aufgebautes Messsystem zur automatisierten Hördiagnostik und Hörgeräteanpassung entwickelt, das in Kliniken, Arztpraxen und beim Hörgeräteakustiker eingesetzt werden kann.

Zur Steuerung der Messabläufe wurden einfache, selbsterklärende Menüs eingesetzt. Durch ergebnisorientierte Steuerung der ein-

zelnen Messmodule sowie durch simultane Erfassung verschiedener Messgrößen konnte eine erhebliche Reduzierung der Messzeit erreicht werden. Zur Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeitsspanne bei den subjektiven Tests wurden visuelle Verstärker eingesetzt. Aus den Kenngrößen der gestörten Hörfunktion wurden Hörgeräteanpassparameter entwickelt, die über eine geeignete Schnittstelle dem Hörgeräteanpasssystem zur Verfügung gestellt werden. Durch vergleichende Anpassung bei schwerhörigen Patienten konnte gezeigt werden, dass die Programmierung des Hörgerätes auf der Basis objektiver Kenngrößen zu gleichen Ergebnissen führt wie die Programmierung des Hörgerätes auf der Basis herkömmlicher subjektiver Befunde.

PROJEKTLEITUNG



Hals-Nasen-Ohrenklinik und Poliklinik der Technischen Universität München  
Klinikum rechts der Isar, Labor für Experimentelle Audiologie  
Ismaninger Straße 22  
81675 München

PROJEKTPARTNER



Hörgeräte Seifert GmbH  
[www.hoergeraete-seifert.de](http://www.hoergeraete-seifert.de)



PATH medical GmbH  
Research & Development  
[www.path-medical.de](http://www.path-medical.de)



Siemens Audiologische Technik GmbH  
[www.siemens.com](http://www.siemens.com)



Lehrstuhl für Realzeit-Computersysteme  
Technische Universität München  
[www.rcs.ei.tum.de](http://www.rcs.ei.tum.de)

## PROJEKTLEITUNG



Klinikum rechts der Isar



Technische Universität München

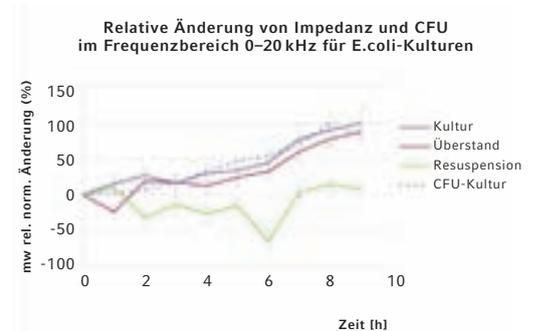
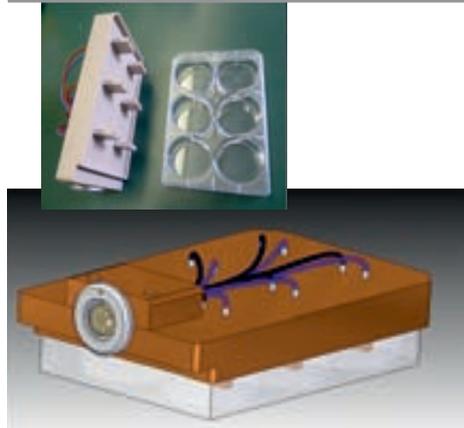
Technische Universität München  
Klinikum Rechts der Isar – Klinik für  
Orthopädie und Sportorthopädie  
Ismaninger Str. 22  
81675 München

## PROJEKTPARTNER



Neue Magnetodyn GmbH  
www.magnetodyn.de

# Bestimmung lebender Keime mittels elektrischer Impedanzmessung



Links: Elektrodenplatte zur Impedanzmessung; rechts: Impedanzverlauf E.coli-Kulturen

Die quantitative Erfassung von Keimzahlen mit herkömmlichen mikrobiologischen Methoden ist punktuell, zeitintensiv und mit starken Schwankungen behaftet. Bestimmte Untersuchungen erfordern allerdings die kontinuierliche Messung der Keimzahlen mit Unterscheidungsmöglichkeit der Lebend- und Todanteile.

Implantat-assoziierte Infektionen stellen ein zunehmendes klinisches Problem dar, insbesondere aufgrund zunehmender Antibiotikaresistenzen beteiligter Bakterienstämme. Mit niederfrequenten elektromagnetischen Feldern des untersuchten Verfahrens zur Knochenheilung lässt sich das Wachstum von Keimen zwar hemmen, Implantats-Infektionen bzw. Bakterien auf Biomaterialoberflächen sind jedoch klinisch nur schwer zu diagnostizieren. Neue sensitive Methoden sind hier also dringend gefordert.

Ziel des Projektes war es, ein Messsystem zur kontinuierlichen Keimdetektion für In-vitro-Experimente zu entwickeln, mit dem der Anteil lebender Keime mittels elektrischer Impedanzmessung bestimmt werden kann. Im Rahmen des Projektes wurden zur Messung der elektrischen Impedanz zunächst sterilisierbare Elektrodendeckel für 6er-Standardwellplatten konstruiert und angefertigt, die eine füllstandsunabhängige Detektion in Bakterienkulturen ermöglichen. Nach Inbetriebnahme und Charakterisierung der Impedanzen des Gesamtsystems wurden Bakterienkulturen im Verlauf ihres Wachstums

innerhalb eines Inkubators mit dem Impedanzspektroskopie-System IMPSPEC vermessen. Hierdurch sollten deren Impedanzänderungen im Verlauf des Wachstums analysiert werden, um Rückschlüsse auf die Detektionsfähigkeit der Lebendkeimzahlen ziehen zu können. Währenddessen wurden die koloniebildenden Einheiten CFU mit gängigen mikrobiologischen Methoden manuell bestimmt und dienten als Referenz für die Zunahme der Lebendkeimzahlen.

Im Ergebnis wurde das Funktionsmodell eines Impedanz-Messsystems realisiert, das es ermöglicht, über einen längeren Zeitraum kontinuierlich die Lebendkeimzahl anhand der Leitwertänderung – verursacht von Stoffwechselprodukten – mehrkanalig zu bestimmen.

# Diabetes-Früherkennung: Neue Testmethoden



Links: standardisiertes Bearbeiten der Plasmaproben; rechts: Lagerung der Biobank-Plasmaproben bei -42 bis -80 °C

Immer mehr Menschen erkranken an Diabetes. Neue Testmethoden könnten helfen, Diabetes frühzeitig zu erkennen. Die Ergebnisse dieses Vorhabens können zu einer effektiven Diabetes-Prävention beitragen, die Krankheitskosten senken und neue therapeutische Möglichkeiten aufzeigen.

Bevor sich ein Diabetes mellitus Typ 2 (T2DM) ausprägt, gehen mehrere Jahre voraus, in denen sich die Erkrankung über diverse Vorstufen (Prädiabetes) entwickelt. Die meisten Fälle von T2DM werden aus Mangel an geeigneten Testmethoden erst in einem relativ späten Stadium diagnostiziert, wenn schon irreversible Sekundärerkrankungen aufgetreten sind. Wichtig ist deshalb eine frühzeitige Vorbeugung, schon vor dem Auftreten erster Symptome.

Ziel des Forschungsprojektes war deshalb die Entwicklung neuer Testmethoden für die Früherkennung von T2DM, die sich für den Einsatz in großflächig angelegten Präventionsprogrammen eignen. In einem ersten Schritt wurden hierzu etwa 11.600 Blutproben von Diabetikern, Prädiabetikern und einer Kontrollgruppe auf auffällige Biomarker (Proteine, Stoffwechselzwischenprodukte und Lipide) untersucht.

Mit der „Biobank der Blutspender“ erschloss sich den Projektpartnern eine wertvolle Ressource für das geforderte Probenkollektiv. Neben der Bestätigung bereits bekannter Bio-

marker zeigte es sich, dass sich diabetische und gesunde Patienten stark im Lipoproteinprofil unterscheiden. Mittels Metaboliten-Profiling wurden zudem auch einige bisher nicht mit Diabetes in Zusammenhang gebrachte Stoffwechselzwischenprodukte identifiziert. Darüber hinaus dienen die Daten zur Evaluierung einer Screening-Strategie, die schnell, effizient und kostengünstig unerkannte Diabetiker identifiziert.

Es zeigte sich, dass eine 3-Stufen-Screening-Strategie mit FINDRISK-Fragebogen, Langzeit-Blutzucker (HbA1c)-Test, gefolgt von einem oralen Glukose-Toleranz-Test, ein kostengünstiger Ansatz ist, der die Identifizierung von Personen mit einem Diabetes-Risiko oder einem nicht diagnostizierten Diabetes ermöglicht. Es ist zu erwarten, dass es in den nächsten Monaten gelingen wird, die Sensitivität und Spezifität neuer Biomarker zu evaluieren. Damit liefert das Projekt wichtige Schritte auf dem Weg zu einer Verbesserung der Diabetes-Diagnostik.

LIFE SCIENCES

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Blutspendedienst des Bayerischen Roten Kreuzes gemeinnützige GmbH  
Abteilung Biobank  
Herzog-Heinrich-Straße 2  
80336 München

PROJEKTPARTNER

**HelmholtzZentrum münchen**  
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt  
Helmholtz Zentrum München  
Institut für Epidemiologie  
[www.helmholtz-muenchen.de/epi](http://www.helmholtz-muenchen.de/epi)



Klinikum der Ludwig-Maximilians-Universität  
Medizinische Klinik-Innenstadt,  
Diabetes-Zentrum  
[www.diabeteszentrum-uni-muenchen-innenstadt.de](http://www.diabeteszentrum-uni-muenchen-innenstadt.de)



LipoFIT Analytic GmbH  
[www.lipofit.de](http://www.lipofit.de)



Institut für Biophysik und Physikalische Biochemie, Centre of Magnetic Resonance in Chemistry and Biomedicine  
Universität Regensburg  
[www.biologie.uni-regensburg.de](http://www.biologie.uni-regensburg.de)



TOPLAB GmbH



Metanomics Health GmbH  
[www.metanomics-health.de](http://www.metanomics-health.de)



PharmaZell GmbH



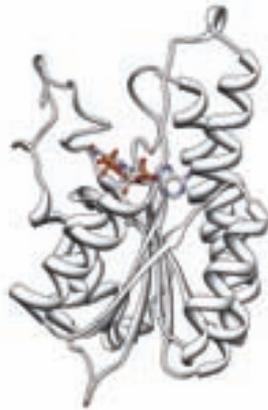
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Bioverfahrenstechnik  
www.biovt.mw.tum.de



Universität Stuttgart

Universität Stuttgart  
Institut für Technische Biochemie

## ECSO – Enzyme Catalyzed Steroid Oxidation



Links: Modell eines der optimierten Enzyme mit gebundenem Cosubstrat; rechts: biokatalytische Umsetzung im Technikum

Ein neuartiges biokatalytisches Verfahren vereinfacht die chemische Synthese: Leber- und Gallenwegserkrankungen werden mit synthetisch hergestellten Wirkstoffen behandelt. Die Einführung von biokatalytischen Verfahren verkürzt die Synthese dieser Wirkstoffe und erlaubt damit höhere Ausbeuten.

Die Therapie von Leber- und Gallenerkrankungen mit Naturstoffen hat in den letzten Jahrzehnten einen festen Platz in der Medizin eingenommen. Die synthetische Herstellung dieser Wirkstoffe ist anspruchsvoll und rohstoffintensiv. Durch Einsatz von maßgeschneiderten Mikroorganismen in einem optimierten biokatalytischen Verfahren sollte der Syntheseweg verkürzt und damit die Ausbeute erhöht werden.

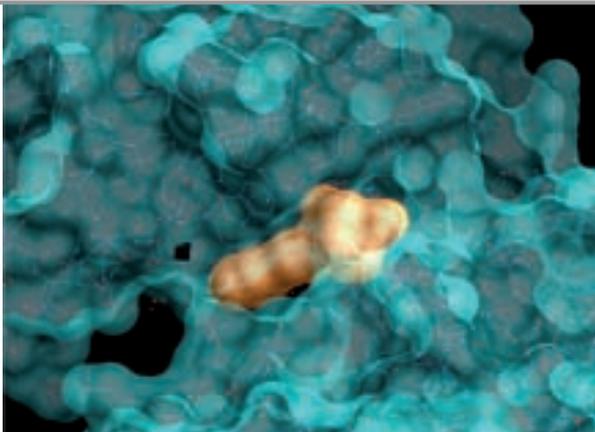
Hierzu wurden zunächst verschiedene Enzymsysteme hinsichtlich Reaktionsgeschwindigkeit und Substratspektrum optimiert. Dazu kam die molekulare Biotechnologie zum Einsatz. Die ingenieurwissenschaftliche mathematische Modellierung und Simulation der biokatalytischen Reaktion ermöglichte das Auffinden geeigneter Reaktionsbedingungen. Die Bereitstellung der Enzymsysteme erfolgte mit rekombinanten, also gentechnisch veränderten Mikroorganismen, die als leistungsfähige „Zellfabriken“ zum Einsatz kamen. Damit lassen sich die Herstellkosten für die Biokatalysatoren reduzieren, da keine aufwendige Isolierung der Enzyme notwendig ist.

Um das neue biokatalytische Potenzial für die Praxis nutzbar machen zu können, wurden die Reaktionen dieser Zellfabriken unter technischen Bedingungen gemessen und analysiert. Diese Daten bildeten die Basis zur modellgestützten verfahrenstechnischen Ausarbeitung dieses biokatalytischen Syntheseschrittes. Mit Hilfe der so optimierten Anwendung dieser Zellfabriken können selbst größere Mengen an Ausgangsstoffen nahezu vollständig zum reinen Wirkstoff umgesetzt werden, wie in Pilotversuchen gezeigt werden konnte.

Damit kann zukünftig das aktuelle vielstufige chemische Syntheseverfahren auf einige wenige chemisch-enzymatische Schritte reduziert werden.

# Identifizierung von Lead-Inhibitoren humaner Hyaluronidasen

LIFE SCIENCES



Modell der Bindung (Docking) eines der neuen Hemmstoffe (gelb, orange) an die Hyaluronidase (blau) des Bakteriums *Streptococcus pneumoniae*

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Universität Regensburg  
Institut für Pharmazie, Lehrstuhl für  
Pharmazeutische/Medizinische Chemie II  
Universitätsstr. 31  
93053 Regensburg

Hyaluronidasen sind in der Natur weit verbreitete Enzyme, die mit Hyaluronsäure ein wichtiges Biopolymer der extrazellulären Matrix abbauen. Sie wurden bislang als biologische Zielmoleküle in der Wirkstoffforschung vernachlässigt.

Hyaluronidasen begünstigen als „spreading factor“ beispielsweise die Ausbreitung von Krankheitserregern und Fremdstoffen im Gewebe. Sie werden zu den Virulenzfaktoren verschiedener Bakterien gerechnet, darunter A-Streptokokken, Pneumokokken und Staphylokokken.

Beim Menschen gelten Hyal-1 und Hyal-2 als die wichtigsten Enzyme in somatischem Gewebe. PH-20 im Spermienkopf erleichtert die Penetration in die Eizelle und ist somit an der Befruchtung beteiligt. Die Enzyme und die Spaltprodukte der Hyaluronsäure stehen im Verdacht, Angiogenese und Metastasierung von Tumoren zu fördern. Für die weitere Aufklärung der (patho-) physiologischen Rolle der Hyaluronidasen werden potente und selektive Hemmstoffe als pharmakologische Werkzeuge benötigt. Solche Inhibitoren könnten als neue Arzneistoffe interessant sein, z. B. in der Behandlung von Tumoren und Arthrosen, zur Kontrazeption, zur Verbesserung der Wundheilung sowie in der antibakteriellen Therapie.

Ziel des Projektes war es, unter kombiniertem Einsatz virtueller und experimenteller Metho-

den „Arzneistoff-ähnliche“ Inhibitoren humaner und bakterieller Hyaluronidasen zu entwickeln, die sich zur Untersuchung des therapeutischen Potenzials eignen. Aktuelle Ligand- und Struktur-basierte Ansätze des computergestützten Wirkstoff-Designs sowie moderne Methoden der chemischen Synthese, der Prüfung der biologischen Aktivität und der multiparametrischen Optimierung wurden mit Erfolg angewendet.

Mit diesen Technologien gelang es, neue Leitstrukturen für potente arzneistoffartige Inhibitoren bakterieller Hyaluronidasen zu identifizieren. Durch diesen „proof-of-concept“ und die methodischen Weiterentwicklungen wurden wesentliche Grundlagen für die erfolgreiche Übertragung der Strategie auf die humanen Enzyme geschaffen.

PROJEKTPARTNER

**origenis**

Origenis GmbH

## ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

## PROJEKTLEITUNG



Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-Gesichtschirurgie der Technischen Universität München

Klinikum rechts der Isar  
Ismaninger Straße 22  
81675 München

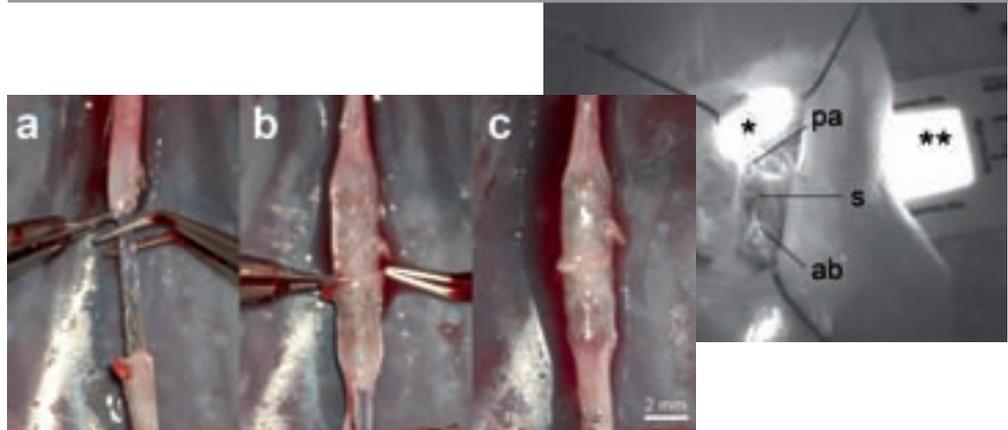
## PROJEKTPARTNER



OPTIRAY Medizintechnik GmbH  
www.optiray.de



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Medizintechnik  
www.medtech.mw.tum.de



Links: Operatives Vorgehen der Stent-Applikation. (a) Einführen des Stents von peripher und Annähern der Gefäßstümpfe, (b) Ballondilatation unter überlappender Adaptation der Gefäßstümpfe, (c) erfolgreiche Stent-Anastomose nach Entfernen des Katheters; rechts: ICG-Angiographie einer suffizienten Stent-Anastomose in der Ratte. In der ICG-Angiographie lässt sich die Gängigkeit des reparierten Gefäßes intraoperativ nachweisen. (\*) Leber, (\*\*) Referenzfeld, (pa) proximale Aorta abdominalis, (s) Stent, (ab) Aortenbifurkation

Autologe Transplantate werden an der Empfängerstelle durch Nahtanastomosen angeschlossen. Neue intraluminale Stents sollen diesen anspruchsvollen Eingriff einfacher, schneller und zuverlässiger machen.

Aufgrund funktioneller und ästhetischer Gesichtspunkte werden bei der Behandlung von Kopf-Hals-Tumoren zur Rekonstruktion großflächiger Gewebedefekte oftmals mikrochirurgisch reanastomosierte autologe Transplantate verwendet. Dieses Verfahren mit konventioneller Anastomosierung kleinster Blutgefäße durch Nähte der Stärke 9/0 bis 12/0 ist technisch höchst anspruchsvoll, übungsintensiv und zeitaufwendig.

In bis zu 90 % ist die Ursache z. T. schwerwiegender Komplikationen (Wundheilungsstörungen, Transplantatverlust) eine insuffiziente Anastomose. Ziel des Forschungsprojektes war es, das rekonstruktive Verfahren zu vereinfachen und die aufwendige mikrochirurgische Naht zu ersetzen. Die Gefäßverbindung sollte mittels eines Gefäßstents einfacher, schneller und zuverlässiger gemacht werden. Dazu sollte ein in der Coronarangioplastie bereits bewährter intraluminale Stent in seinem Design, seinen biomechanischen Eigenschaften und der Anwendungstechnik so modifiziert werden, dass er für eine mikrochirurgische Gefäßverbindung geeignet wäre. In experimentellen Zug- und Durchflussver-

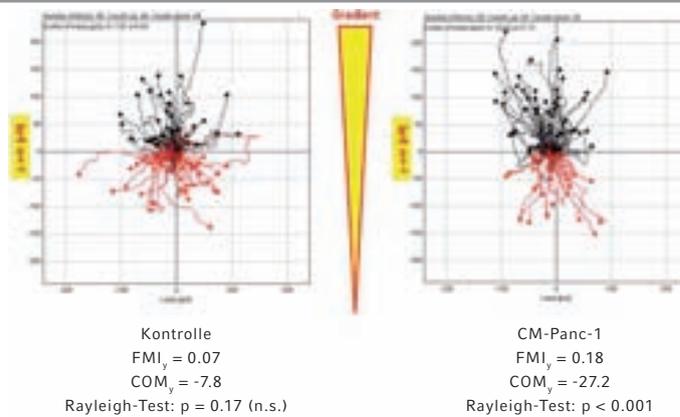
suchen wurden zunächst ex vivo in Humanpräparaten die Eigenschaften des Stents, wie deaktivierter Durchmesser bei erhaltender Expandierfähigkeit, mechanische Stabilität, Retention und Dichtigkeit an das Versuchsvorhaben angepasst. In anschließenden Kurzzeittierversuchen konnte der modifizierte Stent zusammen mit einer Kollagenmembran schließlich als einfach zu handhabender Gefäßkonnektor die konventionelle Nahtanastomose ersetzen.

Damit sind die Grundlagen für weiterführende Langzeittierversuche und Modifikationen für die potenzielle Anwendung am Menschen geschaffen worden.

# Mesenchymale Stammzellen – Angiogenese / Tumorabwehr

LIFE SCIENCES

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Konditioniertes Medium einer Pancreas-Karzinomzelllinie (CM-Panc-1) induziert Chemotaxe bei BM-MSC (Migrationskammern der Fa. Ibidi). Zusammenfassung von n=3. Kontrolle: Medium; FMI<sub>y</sub>: Migrationsindex in Richtung des Gradienten (Y-Rtg); COM<sub>y</sub>: Massenzentrum

Mesenchymale Stammzellen aus dem Knochenmark (BM-MSC) besitzen ein großes Potenzial in der Behandlung von vaskulären Erkrankungen. Häufig fehlen jedoch gute medizinische Herstellungspraxis (GMP) und biologische Validierungstests.

Im Mittelpunkt des Forschungsprojektes steht die phänotypische und funktionelle Charakterisierung von humanen BM-MSC in Angiogenese und Tumorabwehr. Zur Verfügung standen eine GMP-Einheit mit Reinraumtechnik und Labors für die Qualitätskontrolle sowie etablierte Immunassays.

Ziel war die Entwicklung von Potency-Assays für die Qualitätskontrolle. Einen Schwerpunkt stellt dabei die Charakterisierung des immuninhibitorischen Potenzials der BM-MSC in sog. gemischten Lymphozytenreaktionen (MLR) dar. Die BM-MSC werden auch auf ihr Migrationsverhalten in Chemotaxe- und auf ihre pro-angiogenen Eigenschaften in bi-zellulären Angiogeneseassays untersucht. BM-MSC können unter GMP-Bedingungen bei Erhalt der phänotypischen und funktionellen Eigenschaften kultiviert und expandiert werden. Die Immunmodulation der MLR durch BM-MSC ist inzwischen standardisiert und optimiert. Konditioniertes Medium von BM-MSC weist eine starke pro-angiogene Aktivität auf. Für den Einsatz von BM-MSC in der Onkologie ist relevant, dass konditioniertes Medium von Tumorzellen eine gerichtete Migration der MSC induziert (s. Abb.).

PROJEKTLEITUNG



Klinikum der Universität München -  
Großhadern  
Herzchirurgische Klinik und Poliklinik  
Marchioninistraße 15  
81377 München

PROJEKTPARTNER



Apceth GmbH & Co. KG  
www.apceth.com

# Nanobak – Bioinformatik und Nanodiagnostik pathogener Keime

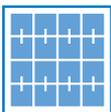
LIFE SCIENCES

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Geldokumentation einer PCR mit dem Primerpaar SDE-V/R. Stämme 240 und 448 zeigten Amplifikat mit spezifischer Fragmentlänge; rechts: Prinzip und Aufbau des „POC“-Systems

PROJEKTLEITUNG



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Rechnertechnik und  
Rechnerorganisation LRR

PROJEKTPARTNER



AmplexDiagnostics GmbH  
[www.hyplex.de](http://www.hyplex.de)

FRIZ Biochem Gesellschaft für  
Bioanalytik mbH



Technische Universität München,  
Wissenschaftszentrum Weihenstephan  
für Ernährung, Landnutzung und Umwelt  
Lehrstuhl für Mikrobiologie

Im Rahmen des Projektes sollten spezifische Sequenzen zum Nachweis des hochpathogenen *Clostridium difficile* Ribotyp 027 ermittelt und für ein routinetaugliches Diagnostikum genutzt werden. Ein Nachweissystem für den *C. difficile* RT 001 gehörte ebenfalls zu den Projektzielen.

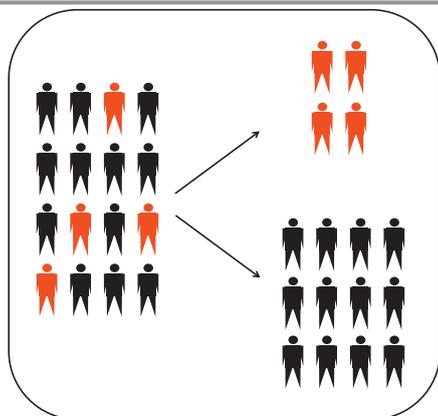
Auf miniaturisierten DNA-Chips und diagnostischen DNA-Sonden basierende Diagnostikverfahren zu hochparallelem Nachweis und schneller Identifizierung von Mikroorganismen und Viren insbesondere im klinischen Bereich konnten zu Beginn der Projektplanung als zukunftsweisende Technologie angesehen werden.

Die Herausforderungen betrafen die Bereitstellung von leistungsfähiger und benutzerfreundlicher Bioinformatik-Software zur effizienten Analyse der permanent rapide anwachsenden (Genom-) Sequenzdatenflut hinsichtlich Auffindung und Beurteilung diagnostischer Signaturen (Sonden), die begleitende und ergänzende Evaluierung der Signaturen sowie die Adaptierung der Sonden für experimentelle Verfahren im mikrobiologischen Labor und letztlich deren Anpassung für praxisorientierte kommerzialisierbare Diagnosekits.

Im Bereich der Bioinformatik wurden computerbasierte Lösungen und Softwareapplikationen für die schnelle Beschaffung von großen Gen- und Genom-Sequenzdatensät-

zen, deren lokale Verwaltung und komplette Indizierung für schnelle und umfassende Signatursuchen zum Primer- und Sondenesign entwickelt und etabliert. Im Bereich der Mikrobiologie wurden die bioinformatisch gewonnenen Daten durch experimentell erhobene Befunde ergänzt und zur Entwicklung und Evaluierung von Nachweisverfahren mit Schwerpunkt auf klinisch bzw. hygienisch relevanten Organismen verwendet. Zur Praxis-tauglichkeit wurden Assays zur Identifizierung und Differenzierung von High- und Low-risk-Papillomviren (HPV) sowie *Clostridium-difficile*-Stämmen unterschiedlich aggressiver Pathogenität weiterentwickelt. Ein *Clostridium-difficile*-Nachweisskit konnte nach Abschluss des Projektes zur Marktreife gebracht werden.

# Tumorthérapien auf Basis von Signalweg-Analysen



Links: personalisierte Medizin: Aufteilung von Patienten in Subgruppen, bei denen ein Medikament wirksam (rot) oder nicht wirksam (schwarz) ist; rechts: modernes Massenspektrometer zur Proteomanalyse

Modernste Methoden der Proteomanalyse ermöglichen die Charakterisierung krankheitsrelevanter Signalwege und bilden dadurch eine Grundlage für die Identifizierung biologischer Marker, um die Wirksamkeit neuer Krebsmedikamente anzeigen zu können.

Neu entwickelte Pharmazeutika zur Tumorthherapie sind häufig nur bei einem geringen Prozentsatz der Patienten wirksam. Zudem sind Wirkstoffselektivität und damit verbundene Nebenwirkungen oftmals unzureichend untersucht. Dieses Forschungsvorhaben hatte zum Ziel, neue Strategien für die individualisierte Tumorthherapie am Beispiel des Pankreaskarzinoms zu validieren sowie die Spezifität neuer Krebswirkstoffe zu erforschen.

Zu diesem Zweck wurden modernste Methoden der Proteomanalyse auf verschiedene biologische Testsysteme angewandt. Damit konnte gezeigt werden, dass durch Charakterisierung krankheitsrelevanter Signalwege eine auf den Patienten abgestimmte Behandlungsstrategie prinzipiell möglich ist.

Für ausgewählte Wirkstoffe konnte durch die Kombination affinitätschromatografischer Techniken mit einer Proteinidentifizierung durch quantitative Massenspektrometrie das Wirkungsspektrum auf zelluläre Proteine bestimmt werden, um damit Kandidaten zur Erklärung der therapeutischen Wirksamkeit zu finden.

Des Weiteren wurden Methoden zur globalen Analyse posttranslatiöner Proteinmodifikationen durch quantitative Massenspektrometrie etabliert, um die Regulation zellulärer Signalwege sichtbar zu machen. Zur Identifizierung signifikant regulierter Proteinphosphorylierungen oder Proteinacetylierungen wurden bioinformatische Methoden entwickelt, die durch grafische Darstellung eine Interpretation dieser komplexen Vorgänge möglich machen.

Dadurch wurden neue Grundlagen für die Identifizierung von biologischen Markern geschaffen, die die Wirksamkeit neuer Medikamente anzeigen und damit eine personalisierte Tumorthherapie ermöglichen könnten.

LIFE SCIENCES

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



KINAXO Biotechnologies GmbH / A member of the Evotec group  
Am Klopferspitz 19 a  
82152 Martinsried

PROJEKTPARTNER



Genomatix Software GmbH  
[www.genomatix.de](http://www.genomatix.de)



Priaxon AG  
CEO  
[www.priaxon.com](http://www.priaxon.com)



II. Innere Med. Klinik (Gastroenterologie)  
der Technischen Universität München  
Klinikum rechts der Isar  
Ismaninger Straße 22  
81675 München

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



PROJEKTLEITUNG



Hochschule München  
Fakultät für Maschinenbau, Fahrzeug-  
technik, Flugzeugtechnik  
Dachauer Str. 98 b  
80335 München

Links: Carbonfaser-Sensor, bestehend aus dem Carbonfaserstrang mit Kontaktpins, eingebettet in die Isolationschicht; rechts: Integration von Carbonfasersensoren in die Patientenliege eines Computertomographen zur Messung der Verformung (A. Horoschenkoff et al. „ Use of carbon-fibre-sensors to measure the deflection of composite beams“, ICCM 2011, Jeju)

In allen technischen Bereichen wird die Bedeutung des Leichtbauwerkstoffs Carbon in den nächsten Jahren deutlich zunehmen. Während der Werkstoff in der Luft- und Raumfahrtindustrie bereits seit 30 Jahren im Einsatz ist, erlebt er nun im Rahmen der Elektromobilität auch einen enormen Aufschwung im Fahrzeugbau.

PROJEKTPARTNER



**BMW Group**

BMW AG  
Kunststoffentwicklung und Verfahrenstechnik



Universität der Bundeswehr München  
Institut für Leichtbau  
[www.unibw.de/leichtbau](http://www.unibw.de/leichtbau)

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Carbon-Sensorfasern im Fahrzeugbau“ (CAFAS) wurde untersucht, wie die elektrischen Eigenschaften von Carbonfasern für Leichtbaustrukturen aus Faserverbundwerkstoffen genutzt werden können. Carbonfaser-Sensoren bestehen aus einem Carbonfaserstrang, der an den Enden elektrisch kontaktiert wird und der nach dem Aufbringen einer Isolationschicht in Faserverbundstrukturen integriert werden kann.

Integration in Strukturen aus Faserverbundwerkstoffen stellen sie im Gegensatz zu den metallischen DMS keinen Fremdkörper dar, was der Lebensdauer sowohl des Sensors als auch der Struktur zugutekommt. Wegen ihres nichtmetallischen Charakters können Carbon-Fasersensoren zudem auch dort eingesetzt werden, wo metallische Leiter stören würden, z. B. in der Röntgentechnik. In umfangreichen theoretischen und experimentellen Untersuchungen wurden die sensorischen Eigenschaften der Sensorfasern ermittelt und ihre Fähigkeiten zur Schadensdetektion und Verformungsmessung nachgewiesen.

Auf Grund ihrer piezoresistiven Eigenschaften ändern Carbon-Sensorfasern ihren Widerstand linear mit der Dehnung, sodass sie analog zu den bekannten Dehnungsmessstreifen (DMS) zur Verformungsmessung von mechanischen Strukturen sowie zur Schadensdetektion geeignet sind.

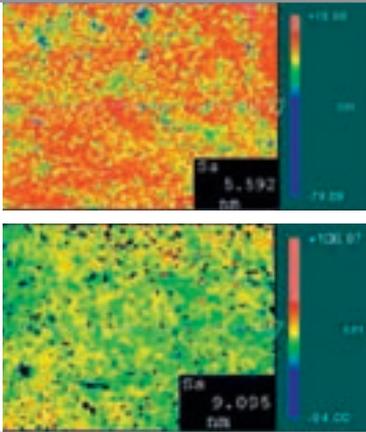
In Anwendungen aus dem Bereich der Drucktank- und Röntgentechnik bewähren sich Carbon-Sensorfasern im praktischen Einsatz bestens.

Es wurden unterschiedliche Carbonfasertypen (ex-PAN und Pechfasern) für Dehnungen bis über 7000  $\mu\text{m}/\text{m}$  und im Temperaturbereich bis +100 °C charakterisiert. Die elektrische Kontaktierung erfolgt in einem galvanischen Prozess, bei dem die einzelnen Carbonfilamente mit Nickel beschichtet werden. Bei der

# Entwicklung einer Basisrezeptur für einen Kühlschmierstoff zum elektrolytischen Abrichten metallgebundener Werkzeuge (E-KSS)

MATERIALWISSENSCHAFT

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Weißlichtinterferometeraufnahmen ELID-geschliffenes C/C-SiC (oben) und anschließend poliertes C/C-SiC; rechts: ELID-Flachschleifmaschine G&N VTS-3 (links) und Arbeitsraum mit ELID-Elektroden (rechts)

Ziel dieses Projektes ist die Entwicklung eines Kühlschmierstoffes, der für konventionelle wie auch ELID-gestützte Schleifprozesse verwendet werden kann. Er soll die konventionelle Vorbearbeitung und durch Oxide unterstützte Fein- und Feinstbearbeitung auf derselben Maschine ermöglichen.

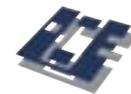
Für die Herstellung glatter und homogener Oberflächen haben sich elektrisch induzierte Oxidationsprozesse (ELID) in der Schleifbearbeitung als brauchbar erwiesen. Für ELID geeignete Werkzeuge können bezogen werden, es gibt jedoch kaum Quellen für die notwendigen elektrisch leitfähigen Kühlschmierstoffe.

Ziel des Projektes war daher die Entwicklung eines Kühlschmierstoffes, der sowohl für ELID-gestützte als auch konventionelle Zerspanung eingesetzt werden kann. Dazu wurden zunächst konventionelle mineralische, teilsynthetische und vollsynthetische Kühlschmierstoffe auf ihre Eignung für ELID-Prozesse getestet. ELID-Kühlschmierstoffe zeichnen sich insbesondere durch eine hohe Leitfähigkeit und einen pH-Wert von ca. 9 aus. Die hohe Leitfähigkeit ist für eine entsprechend hohe Oxidationsrate notwendig. Es stellte sich heraus, dass vollsynthetische Kühlschmierstoffe mit einer Leitfähigkeit bei 5% von ca. 4000  $\mu\text{S}/\text{cm}$  ein günstigeres Oxidationsverhalten aufweisen als mineralölba-sierte Produkte.

Die Umrüstung konventioneller Maschinen für den Betrieb mit ELID führt häufig zu massiven Korrosionserscheinungen an den Maschinen selbst. Grund für diese Erscheinung ist die Vielzahl an unterschiedlichen Materialien, sowohl in der Maschine als auch im Kühlschmiermittelkreislauf. Den Projektpartnern stand für die Entwicklungsarbeiten eine für ELID konstruierte Flachschleifmaschine zur Verfügung.

Aufgrund der im Projekt erarbeiteten Ergebnisse wurde ein borfreier vollsynthetischer Kühlschmierstoff entwickelt, der erfolgreich getestet werden konnte. Einer von drei getesteten Prototypen lieferte deutlich bessere Ergebnisse hinsichtlich Oxidationsverhalten und Prozessstabilität als das Referenzprodukt. Damit steht ein erstes funktionelles ELID-System bereit, das im Rahmen von Kleinserien weiter verwendet werden kann. Erfahrungen über die Stabilität der Produkte über längere Zeiträume müssen noch gesammelt und in die weitere Entwicklung mit einbezogen werden.

PROJEKTLEITUNG



Hochschule Deggendorf  
Fakultät Maschinenbau und Mechatronik,  
Optiklabor  
Edlmairstraße 6+8  
94469 Deggendorf

PROJEKTPARTNER



G & N Genauigkeitsmaschinenbau  
Nürnberg GmbH  
R&D  
[www.grinders.de](http://www.grinders.de)



MKU Chemie GmbH  
Rudolf-Diesel-Str. 7  
63322 Rödermark  
[www.mku-chemie.de](http://www.mku-chemie.de)

## PROJEKTLEITUNG



Fraunhofer-Institut für Silicatforschung  
ISC

Glas und Hochtemperaturwerkstoffe  
Neunerplatz 2  
97082 Würzburg

## PROJEKTPARTNER



SGL Carbon GmbH  
Technologie & Innovation  
www.sglgroup.com

## Entwicklung von SiC-Monofilamenten



Links: rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Bruchfläche eines SiC-Monofilaments;  
rechts: Spule mit SiC-Monofilament mit einer Länge > 5 m

Metallische Werkstoffe können mit keramischen Fasern – wie z. B. SiC-Monofilamenten – verstärkt werden und dadurch neue Anwendungsgebiete erschließen. Die Herstellung kommerziell erhältlicher SiC-Monofilamente ist jedoch aufwendig und teuer. Im Vorhaben sollten SiC-Monofilamente über eine kostengünstigere Polymerroute hergestellt werden.

Die Verstärkung von metallischen Werkstoffen und Legierungen mit keramischen Fasern kann die mechanischen und thermomechanischen Eigenschaften der metallischen Werkstoffe deutlich verbessern. Dadurch ergeben sich neue Einsatzmöglichkeiten und Anwendungen, die primär auf die Einsparung von Energie (Wirkungsgraderhöhung, Leichtbau) abzielen.

Derzeit werden für die Metallverstärkung unter anderem SiC-Monofilamente eingesetzt, die aber aufgrund ihres Herstellungsverfahrens mittels chemischer Gasphasenabscheidung zu hochpreisig und zudem nur in begrenzten Mengen verfügbar sind. In dem bearbeiteten Vorhaben sollten SiC-Monofilamente über eine potenziell kostengünstigere Polymerroute hergestellt werden. Ziel des Vorhabens war die Entwicklung von SiC-Monofilamenten mit einem Durchmesser von circa 100  $\mu\text{m}$  und Längen bis zu 5 m, welche auf Spulen gewickelt werden können.

Die Filamente wurden aus Lösungen auf Basis eines Polysilan-Polycarbosilan-Copolymers im Trockenspinnverfahren hergestellt. Zuerst

wurde dabei der Zusammenhang zwischen rheologischen Eigenschaften der Vorstufen, Spinnparameter und Ausbildung der Filamente (Durchmesser, Filamentquerschnitt) erarbeitet. Nach der Trocknung der Filamente wurden diese in einer kontinuierlichen Pyrolyse bei Temperaturen bis 1550  $^{\circ}\text{C}$  in eine SiC-Keramik überführt. In dem nun abgeschlossenen Projekt konnten die anvisierten Projektziele erreicht bzw. übertroffen werden. Es wurden kreisrunde SiC-Monofilamente mit einem Durchmesser von 100  $\mu\text{m}$  und Längen bis zu 15 m auf Spulen gewickelt hergestellt.

Damit sind die grundlegenden Voraussetzungen für das Upscaling des Herstellungsverfahrens auf den Technikumsmaßstab gegeben.

# Korrosionsschutz in Dampferzeugern durch schmelzphaseninfiltrierte Silicium-Kohlenstoff-Keramiken



Links: Plattentestfeld 1 an Ofenlinie 2 auf +22m; rechts: Plattentestfeld 2 an Ofenlinie 2 auf +18m

Bislang müssen Kesselrohre aufgrund von Korrosion alle zwei Jahre ausgetauscht werden. Ziel des Forschungsprojektes war es, diese Korrosion mit Hilfe von Schutzplatten auf ein Minimum zu reduzieren.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Korrosionsschutz in Dampferzeugern durch schmelzphaseninfiltrierte Silicium-Kohlenstoff-Keramiken“ wurden über 30 Varianten kohlenstoffbasierter Schutzsysteme in Hausmüllöfenlinien getestet.

Mit den Versuchen konnte nachgewiesen werden, dass mit den eingesetzten Materialien der Schindelplatten selbst im thermisch hochbelasteten Bereich eine gute Schutzwirkung erzielt werden kann. Die Befestigung der Testfelder erwies sich zwar als problematisch (Platten sind teilweise während der Versuchszeit abgefallen). Hinter den noch vorhandenen Testfeldern wurden charakteristische Salzablagerungen festgestellt, die sich jedoch nicht negativ auf das Korrosionsverhalten ausgewirkt haben.

Um eine gesicherte Aussage über die wirtschaftliche und technische Machbarkeit der getesteten Systeme treffen zu können, sollte im Anschluss an das Projekt eine Langzeitbetrachtung von mindestens fünf Jahren erfolgen.

MATERIALWISSENSCHAFT

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



SGL Carbon GmbH  
Technology & Innovation  
Werner-von-Siemens-Straße 18  
86405 Meitingen

PROJEKTPARTNER



AVA - Abfallverwertung  
Technische Dienste  
[www.ava-augsburg.de](http://www.ava-augsburg.de)



Umweltinstitut  
bifa Umweltinstitut GmbH  
Abteilung Umwelttechnik  
[www.bifa.de](http://www.bifa.de)



Chemin GmbH  
[www.chemin.de](http://www.chemin.de)

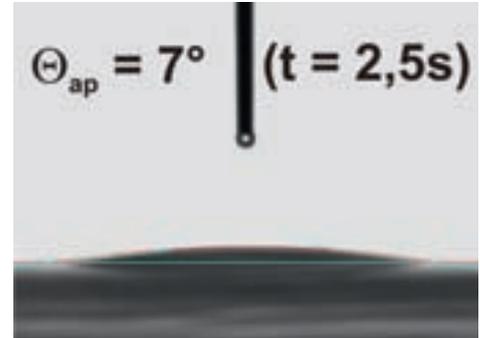


Hochschule  
Augsburg University of  
Applied Sciences  
Fakultät Maschinenbau  
und Verfahrenstechnik  
Hochschule für Angewandte  
Wissenschaften Augsburg  
[www.hs-augsburg.de/maschinenbau](http://www.hs-augsburg.de/maschinenbau)

# Photonen-unabhängige hydrophile Schichten auf Glas: PHYSIS

MATERIALWISSENSCHAFT

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



PROJEKTLEITUNG



ETC PRODUCTS GmbH  
nanocoatings and additives  
www.etc-products.de

PROJEKTPARTNER



Fraunhofer-Institut  
für Angewandte Optik und Feinmechanik  
IOF



Kermi GmbH  
PDA  
www.kermi.de

Links: Beschlagtest: Geldschein, betrachtet durch halbseitig hydrophil beschichtetes Glas (links: unbeschichtet, rechts: beschichtet); rechts: Kontaktwinkel an hydrophiler Sol-Gel-Schicht

Eine neuartige Beschichtung auf Glas verhindert Beschlag und ist leicht zu reinigen. Sie basiert auf einem hydrophilen porösen System mit definierter Rauheitsstruktur.

Ziel des Projektes waren Untersuchungen für eine Beschichtung auf Glas, die ohne Notwendigkeit von UV-Strahlen hydrophil, nicht beschlagend und leicht zu reinigen ist.

Dazu wurden verschiedene Ansätze zur Herstellung poröser Schichten mit definierter Rauheit auf der Basis von Sol-Gel-Prozessen verfolgt, entsprechende Mess-, Auswert- und Modellierungsverfahren erarbeitet und die Proben einer komplexen Analyse unterworfen. Das Zusammenspiel von Schichtherstellung und Charakterisierung ermöglichte es, eine perfekte Porosität bzw. Nanorauheit von Sol-Gel-Schichten zu konzipieren und damit die Beschlageigenschaften zu optimieren.

Es konnten  $\text{SiO}_2$ -Schichten mit nahezu idealem Beschlagverhalten hergestellt werden: Wasserdampf kondensiert zu einem durchgängigen Flüssigkeitsfilm, der sich nach wenigen Sekunden auflöst. Eine der Möglichkeiten zur Erzeugung von Poren beruhte auf der Verwendung von vorgefertigten Nanopartikeln. Hier wurden vor allem die Partikelgröße, die Konzentration und die Schichtdicke entsprechend den Ergebnissen der Charakterisierung

variiert und somit die Beschichtungen optimiert. Für die Bestimmung der Schichtporosität wurden Modellansätze auf der Basis von Effektiv-Medium-Theorien untersucht und an das System angepasst. Zur Modellierung und Analyse der Rauheitseigenschaften sowie des rauheitsinduzierten Benetzungsverhaltens erfolgte die Erarbeitung eines methodischen Ablaufs, der auf spektralen Leistungsdichtefunktionen und einem daraus berechneten Benetzungsparameter basierte.

Als Applikationsmethode wurde sowohl ein Sprüh- als auch ein Walzverfahren erarbeitet und im Labormaßstab getestet. Insbesondere der Walzauftrag erscheint zur Beschichtung flacher Teile, wie z. B. Duschtrennwände, aufgrund seiner hohen Produktionsgeschwindigkeit geeignet zu sein.

# Sauerstoffnanodefekte in Czochralski-Silicium

MATERIALWISSENSCHAFT



Links: Siliciumwafer mit 300 mm Durchmesser; rechts: Quader aus einem Siliciumeinkristall ( $150 \times 15 \times 20 \text{ mm}^3$ ) auf Quarzhalter im Hochtemperaturofen und röntgenografisches Signal einer Probe ohne Sauerstoffpräzipitate (oben) und mit Sauerstoffnanodefekten (unten)

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
LS Kristallographie & Strukturphysik  
[www.lks.physik.uni-erlangen.de](http://www.lks.physik.uni-erlangen.de)

Die Reinheit und Perfektion von Siliciumwafern bildet die Grundlage für immer kleinere und gleichzeitig leistungsfähigere elektronische Geräte. Trotz größter Sorgfalt bei den Produktionsschritten vom Wafer bis zum fertigen Chip sind Kontaminationen mit unerwünschten Elementen unvermeidlich.

Diese Verunreinigungen dürfen keinesfalls in das elektronische Bauelement gelangen. Um das zu verhindern, bindet man sie an Sauerstoffagglomerate im Inneren der Wafer. Obwohl das Verhalten dieser Sauerstoffverbindungen umfangreich untersucht ist, war bisher keine Labormethode verfügbar, um die Bildung und die frühen Stadien der Sauerstoffagglomeration unter prozessnahen Bedingungen zu beobachten.

Hier setzte das Projekt an. Ziel war es nachzuweisen, dass diese Agglomerate mittels Röntgenbeugung messbar sind. Außerdem sollten weitere theoretische Ansätze zur Ermittlung ihrer Größe und Dichte entwickelt werden. Die Anforderungen für solche Messungen sind anspruchsvoll. Die Sauerstoffverbindungen sind nur wenige Nanometer groß und entstehen bei etwa  $1000 \text{ }^\circ\text{C}$ . Röntgenstrahlen erkennen die Agglomerate über deren ausge dehntes Verzerrungsfeld im Wirtsgitter und können deren Entstehung darstellen.

Da hochenergetische Röntgenstrahlung auch Maschinenteile durchdringen kann und unempfindlich gegenüber hohen Temperaturen

ist, ist sie für eine Untersuchung während des Produktionsprozesses besonders geeignet. Am Lehrstuhl für Kristallographie und Strukturphysik der Universität Nürnberg-Erlangen steht ein spezielles Labor mit Hochenergie-Röntgenquellen zur Verfügung. Hier wurde im Rahmen des Projektes ein geeigneter Hochtemperaturofen entwickelt und gebaut. Die Experimente mit Röntgenstrahlung zeigen, dass die Intensität der gebeugten Röntgenstrahlung zunimmt, je mehr und größere Sauerstoffagglomerate im Wafer entstehen.

Die Machbarkeit von in-situ-Untersuchungen im Labor zur Bildung von Sauerstoffagglomeraten in Silicium bei prozessnahen Bedingungen konnte damit demonstriert werden.

PROJEKTPARTNER



Siltronic AG  
Research and Development  
[www.siltronic.com](http://www.siltronic.com)

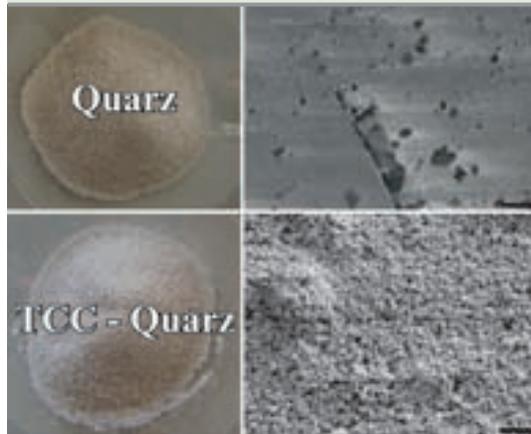


rent a scientist GmbH  
Nußbergerstr. 6 b  
93059 Regensburg



Universität Regensburg  
Lehrstuhl für Physikalische Chemie II  
[www-kunz.chemie.uni-regensburg.de](http://www-kunz.chemie.uni-regensburg.de)

## TCC-Quarz – leitfähige, transparente Beschichtungen von Quarz



Links: unbeschichteter und mit einer dotierten Zinn (IV)-Glasur beschichteter Quarz; rechts: jeweils mit einer elektronenmikroskopischen Aufnahme (Maßstab 5 µm)

Transparente, elektrisch leitende Beschichtungen (transparent conductive coatings: TCCs) sind eine zukunftsweisende Technologie. In diesem Kontext eröffnet die Beschichtung von Quarzmehl und Quarzsand mit TCCs eine Vielzahl potenzieller Anwendungen.

Die Funktionalisierung von Oberflächen, um die Eigenschaften eines Materials zu verbessern, zu verändern oder die Lebensdauer zu erhöhen, ist heutzutage omnipräsent. Insbesondere bei der Beschichtung von Glas sind neben optischen Schichten auch elektrisch leitende, transparente Schichten in den Fokus des Interesses gerückt. Die Synopse von elektrischer Leitfähigkeit und optischer Transparenz lässt sich neben dünnen Schichten leitfähiger Polymere oder Metalle auch durch transparente leitfähige Oxide (transparent conductive oxides, TCO) oder Kohlenstoffnanoröhren verwirklichen.

verfahren konnte durch eine Kombination von Suspendierung mit einem speziellen Mischer, anschließender Trocknung, gefolgt von Kalzinierung gewonnen werden.

Die Erkenntnisse aus diesem Projekt ermöglichen neben einer fundierten Bewertung von Beschichtungsverfahren und Materialien auf Quarzsand die Voraussetzungen für eine ressourcenschonende Wertschöpfung durch Funktionalisierung kostengünstiger Ausgangsstoffe, beispielsweise in der Mineralindustrie.

Ziel des Projektes war es, geeignete Methoden und Materialien für eine Beschichtung von Quarz zu identifizieren und die physikalischen und technischen Herausforderungen, die bei der Herstellung von TCC-Quarz entstehen, zu lösen. Dazu wurden diverse Beschichtungsverfahren, wie Fällungsreaktionen und Polyolverfahren, auf ihre Anwendbarkeit zur Generierung verschiedener leitfähiger Beschichtungen von Quarzsand geprüft. Besonders aussichtsreiche Ergebnisse konnten mit dotierten Zinn (IV)-Glasuren erzielt werden. Das erfolgversprechendste Beschichtungs-



Erster Prototyp des smarten Feststellerelements mit herausgezogenem Kolben

Im Forschungsprojekt wurde ein adaptives Feststellelement für Türen auf der Basis von Smart Materials entwickelt, das eine Erhöhung des Komforts, der Sicherheit und weitere Funktionalitäten mit sich bringt.

Im Automobilbereich bringt das Türelement auf Fahrer- und Beifahrerseite komplexe Probleme mit sich. Über mehrere Jahre hinweg hat sich am Öffnungs- und Schließverhalten der Tür wenig bis gar nichts verändert. Nach wie vor wird bei einem Großteil der Fahrzeuge die Tür beim Öffnen in definierte Rastpunkte gezogen und so mechanisch gegen das Rückfallen gesichert. Eine Verbesserung brachten aufwendige mechanische Feststeller, die es in einem gewissen Bereich erlaubten, den Punkt der Türfeststellung frei zu definieren.

Eine freie Fixierbarkeit der Automobiltür bringt mehrere Vorteile mit sich: Durch die Fixierung der Tür in einer frei definierbaren, sensorgeführten Position können sog. „Parkrempler“ durch Anschlagen der Tür am Nachbarfahrzeug vermieden werden. Ebenfalls ist der sicherheitstechnische Aspekt nicht unerheblich. So sollte z. B. bei einem Unfall die Tür verschlossen bleiben, muss aber danach von Bergungskräften wieder zu öffnen sein. Im Forschungsprojekt widmeten sich die Projektpartner der Neuentwicklung eines Feststellerkonzeptes für Türen, Tore und Klappen auf Basis eines adaptiven Ansatzes. Nach einer Reihe entwickelter Konzeptideen

wurden Smart Materials als aktivierbare Komponente ausgewählt und ein Funktionsmuster im Labor aufgebaut und vermessen. Es erlaubt die Türfixierung in jedem zu definierenden Punkt. Die erreichten Haltekräfte liegen  $> 500 \text{ N}$ . Das entwickelte Feststellerkonzept lässt sich nicht nur im Automotive-Bereich einsetzen, sondern kann auch in der Automatisierungstechnik, Hausautomatisierung sowie im Komfortbereich von Gebrauchsgegenständen Verwendung finden.

## PROJEKTLEITUNG



Geiling GmbH  
Dreh- und Maschinenbauteile  
Spießsee 4  
97447 Gerolzhofen

## PROJEKTPARTNER



Fraunhofer-Institut für Silicatforschung  
CeSMa  
[www.isc.fraunhofer.de](http://www.isc.fraunhofer.de)

# MEDieMAS: Effiziente Bestrahlungsgeräte für die Krebstherapie

MECHATRONIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG

**SIEMENS**

Siemens AG  
H CP CV ID TIP  
Röntgenstr. 19-21  
95478 Kennath  
Franz Dirauf  
Tel. 0 96 42 / 18-991  
franz.dirauf@siemens.com

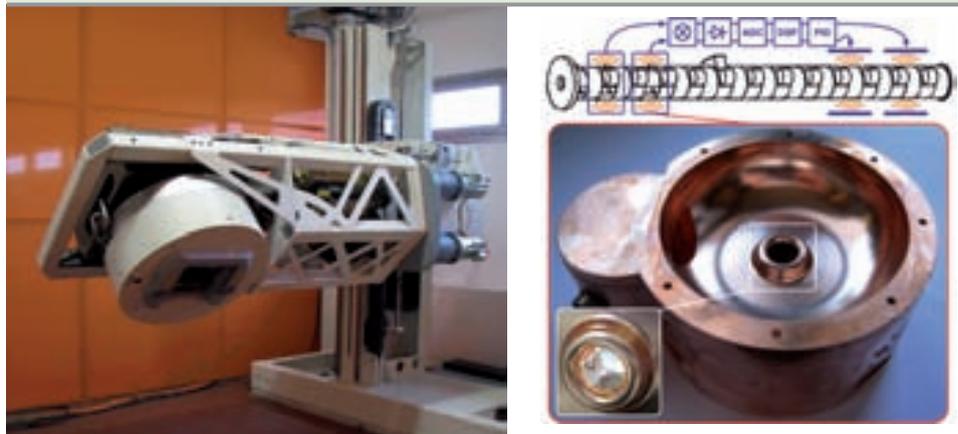
PROJEKTPARTNER

**FAPS**

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung  
und Produktionssystematik FAPS  
www.faps.de

**LHFT**

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik  
www.lhft.de



Links: Demonstrator der neuen Linearkinematik mit sechs Freiheitsgraden für die präzise und effiziente Bestrahlung von Tumoren; rechts: Positionsregelung des Elektronenstrahls mittels Pickup-Sonden im Innern des Linearbeschleunigers

Die Strahlentherapie von Tumoren wird seit Jahrzehnten in der Krebsbehandlung angewendet. Wirksamkeit und Effizienz bei der Behandlung verschiedener Tumorarten müssen kontinuierlich verbessert werden.

Analysen klinischer Prozesse zeigten, dass durch Parallelisierung sekundärer Abläufe bei der Vor- und Nachbereitung der Patienten ein besserer Ausnutzungsgrad der Geräte erreicht und damit die Kosten je Patient gesenkt werden können, ohne Nachteil bei Behandlung und Patientenkomfort. Mit der Zielsetzung besserer Behandlungserfolge bei einzelnen Tumorarten in kürzerer Zeit werden neue dynamische Bestrahlungsmethoden untersucht.

Zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen herkömmlicher und fortschrittlicher Behandlungsmethoden wurde eine neuartige Linearkinematik mit sechs Freiheitsgraden entwickelt. Sie ermöglicht die freie und dynamische räumliche Positionierung des Therapiestrahls und die flexible Verfolgung beweglicher Tumore („Tracking“) sowie sehr gute Präzision bei stereotaktischen Behandlungen. Ihre hohe Tragfähigkeit erlaubt ein Strahlungserzeugungssystem mit hoher Dosisleistung und ein großes Strahlenfeld für die effiziente Anwendung aller relevanten Bestrahlungsmethoden. Die effektive und stabile Erzeugung der Therapiestahlung mit einem hochfrequent angeregten Linearbeschleuni-

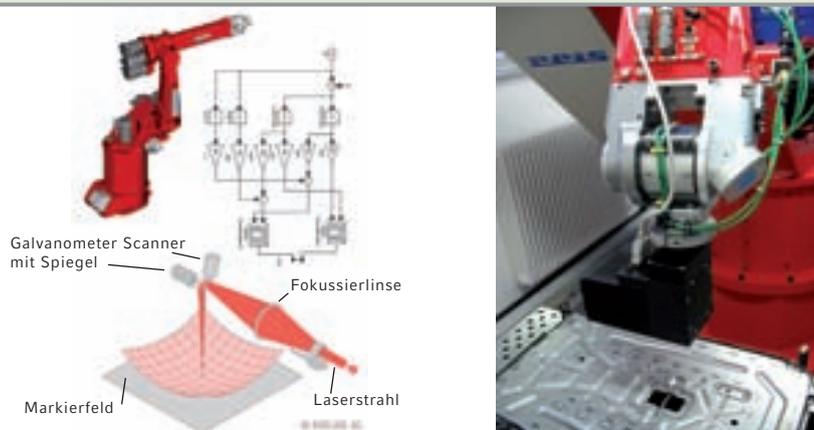
ger ist ausschlaggebend für die Leistungsfähigkeit des Bestrahlungsgerätes. Für optimale Leistung und Betriebsstabilität wurden Verfahren zur automatischen Frequenzregelung der HF-Quelle und zur kontinuierlichen Positionsmessung und -regelung des Elektronenstrahls mit neuartigen Pickup-Sonden und HF-Empfängern entwickelt.

Dies unterstützt die Homogenität des Dosisprofils und die Minimierung von Sekundärstrahlung durch dynamische Strahlzentrierung bei allen Bewegungen der neuen Linearkinematik.

# LARISSA: LaserRobotik – Integration von Scan- und Fokussiereinheiten als hochdynamische System-Achsen

MECHATRONIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Schema der koordinierten Ansteuerung von Roboterarm und Laserscanner; rechts: Praxistest an der Hochschule Aschaffenburg: schnelle und präzise Lasermaterialbearbeitung mit Industrieroboter und mitgeführtem Laserscanner

Im Projekt wurden neuartige Steuerungskonzepte für die Lasermaterialbearbeitung mit Industrierobotern und mobilen Laserscannern entwickelt. Durch die koordinierte Ansteuerung von Roboter und mitgeführtem Laserscanner lassen sich deutlich höhere Geschwindigkeiten und eine verbesserte Genauigkeit erzielen.

Die robotergeführte Lasermaterialbearbeitung hat sich in vielen Bereichen der Industrie etabliert. Sie ermöglicht das detailgenaue Schneiden, Markieren und Schweißen von Werkstücken unterschiedlichster Materialien. Mit der Entwicklung von immer leistungsfähigeren Laserstrahlquellen wird die erzielbare Geschwindigkeit bei der robotergeführten Lasermaterialbearbeitung zunehmend durch die mechanische Trägheit des Roboters begrenzt. Insbesondere bei abrupten Richtungs- und Geschwindigkeitsänderungen kann die von modernen Laserquellen zur Verfügung gestellte Leistung oftmals nicht vollständig ausgeschöpft werden, da die Dynamik des Robotersystems nicht ausreicht, um den Laserstrahl mit der entsprechenden Geschwindigkeit über das zu bearbeitende Werkstück zu bewegen.

Ziel des auf zweieinhalb Jahre angelegten Forschungsprojektes LARISSA war daher die Entwicklung und Erprobung neuartiger Steuerungs- und Regelungskonzepte, welche die Dynamik eines beweglichen Laserscanners mit dem großen Arbeitsraum eines Industrieroboters kombinieren. Bei dem entwickelten

System wird der Laserstrahl durch eine vom Roboterarm mitgeführte Scannereinheit gezielt so abgelenkt, dass der Roboter nur relativ langsame und glatte Bewegungen ausführen muss und der Laserpunkt trotzdem schnell und präzise der vorgegebenen Bearbeitungskontur folgt.

So lassen sich bei der Lasermaterialbearbeitung mit Industrierobotern deutlich höhere Geschwindigkeiten erzielen, ohne dass Abstriche bei der Genauigkeit hingenommen werden müssten. Die Projektergebnisse wurden auf nationalen und internationalen Fachmessen und Konferenzen präsentiert, unter anderem im Rahmen des International Symposium on Robotics ISR 2010 sowie auf der Hannover Messe 2011.

PROJEKTLEITUNG



hochschule aschaffenburg  
university of applied sciences

Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Wissenschaftliche Services  
und Transfer (ZeWiS)  
Würzburger Str. 45  
63743 Aschaffenburg

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Bruhm  
Tel. 0 60 21 / 4602-819  
hartmut.bruhm@h-ab.de

Prof. Dr.-Ing. Alexander Czinki  
Tel. 0 60 21 / 4602-909  
alexander.czinki@h-ab.de  
<http://www.h-ab.de/goto/forterob>

PROJEKTPARTNER



RAYLASE AG  
Forschung



Reis GmbH & Co.KG Maschinenfabrik  
Entwicklung Steuerungs-Software  
[www.reisrobotics.de](http://www.reisrobotics.de)

## PROJEKTLEITUNG



Eurocopter Deutschland GmbH  
EXDE3  
Industriestraße 4  
86607 Donauwörth

## PROJEKTPARTNER



DEPRAG SCHULZ GMBH u. CO.  
www.deprag.com



Elektro-Metall Export GmbH, Ingolstadt  
www.eme-in.de



Fachhochschule Amberg-Weiden  
Fak. Maschinenbau,  
Fachgeb. Mechatronik  
www.fh-amberg-weiden.de

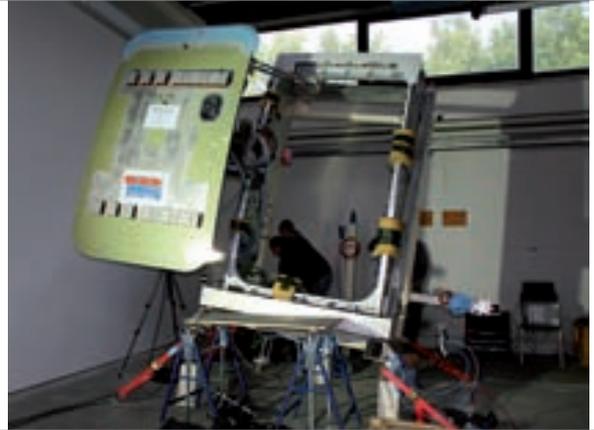


Institut für Thermodynamik LRT-10  
Universität der Bundeswehr München  
www.unibw.de



HS Product Engineering GmbH

## PYROTAK: Pyrotechnischer Notöffnungsaktuator für eine Flugzeugtüre



PYROTAK Full-Scale-Test der Notöffnung einer Passagiertüre bei Schiefelage des Flugzeuges

Zur Notöffnung von Flugzeugtüren werden bisher elektrorotorische oder pneumatische Linearantriebe verwendet, die wartungsintensiv und aufwendig sind. PYROTAK ist ein Aktuator, der die Antriebsenergie durch Verbrennung eines Treibmittels erzeugt und in eine effiziente Rotationsbewegung umsetzt.

Anhand funktionsfähiger Demonstratoren konnte der Nachweis erbracht werden, dass die entwickelte Technologie prinzipiell geeignet ist, Flugzeugtüren im Notfall zu öffnen. Im Rahmen des Projektes wurden die Eigenschaften der pyrotechnischen Treibstoffe analysiert und thermodynamische Modelle zur Vorhersage des Betriebsverhaltens der Gasmotoren und zur Materialauswahl entwickelt.

Es stellte sich heraus, dass zwei grundverschiedene Mechanikkonzepte möglich sind (Direktantrieb und Indirektantrieb mit Turbine). Für die elektrischen Komponenten wurden Speicher und Zündung neu entwickelt, ebenso wie die thermo- und aerodynamische Auslegung für den Indirektantrieb. Beim Bau von Demonstratoren wurden zahlreiche Erkenntnisse über schnell wirkende Aktuatoren, thermisch und mechanisch hochbelastete Bauteile (Dichtungen, Düsen) unter dem zusätzlich belastenden Einfluss der Partikelemissionen gewonnen. Untersucht wurden auch die Schnittstellen zwischen den jeweiligen Einzelkomponenten sowie zwischen Aktuator und Türe.

Die pyrotechnische Einheit am Aktuator wurde im Projektverlauf ca. 130-mal zuverlässig gezündet. Zum Nachweis der grundsätzlichen Funktionsfähigkeit wurden an einer Airbus-Passagiertüre ca. 15 Notöffnungsversuche durchgeführt, wobei verschiedene „Lastfälle“, wie z. B. die Schiefelage des Flugzeuges aufgrund von Fahrwerksbruch, simuliert werden konnten. Nach Projektende stehen nun zwei verschiedene Konzepte pyrotechnisch rotatorischer Antriebe zur Verfügung, die sich für eine Weiterentwicklung eignen.

# Durchfluss-Mikroarray-Chip für die routinemäßige Qualitätskontrolle von Lebensmitteln



Links: Laborgerät Mikroarray-Chip-Reader (MCR); rechts: Messung der emittierten Chemilumineszenz am Beispiel von zwei Milchproben

Ein Durchfluss-Mikroarray-Chip in einem automatisierten Laborgerät ermöglicht kostengünstige Multianalyt-Messungen für Lebensmittel. Eine erste mögliche Anwendung ist der Nachweis von Antibiotika in Milch.

Die Qualität unserer Lebensmittel bekommt immer mehr Aufmerksamkeit. Kontaminationen in Lebensmitteln sollen erkannt und quantifiziert werden. Unerwünschte Stoffe in Lebensmitteln sollen mittels schnellen, kostengünstigen und validen Messergebnissen nachgewiesen werden.

Ein Messsystem soll alle diese Anforderungen erfüllen, in einer automatisierten Laborumgebung einsetzbar sein und eine Vielzahl von Verunreinigungen gleichzeitig erkennen können. Ein derartiges Messsystem, das Mikroarray-Chip-Messgerät (MCR), ist weiterentwickelt worden. Die Entwicklung des innovativen Messsystems umfasste eine Reihe von Technologiefeldern:

- automatische Bilderkennung von Chemilumineszenzpunkten und die Bildauswertung von Mikroarrays
- Kontrolle der Mikrofluidik in engen Schläuchen, Kanälen und Flusszellen
- Verfahren zur Fertigung von gekapselten Durchfluss-Mikroarray-Chips in großer Stückzahl
- sichere und wiederholgenaue Steuerung der Prozesse sowie die Automatisierung der Abläufe

Das Mikroarray-Chip-Messgerät und der dazugehörige Durchfluss-Mikroarray-Chip können in der Lebensmittelanalytik eingesetzt werden. Als eine erste Anwendung ist die Hochdurchsatzanalytik von Antibiotika in Milch geplant.

MIKROSYSTEMTECHNIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



GWK Präzisionstechnik GmbH  
Machtlfinger Str. 21  
81379 München  
Tel. 089 / 748 94 40  
[www.gwk-munich.com](http://www.gwk-munich.com)

PROJEKTPARTNER



Lehrstuhl für Analytische Chemie  
und Institut für Wasserchemie  
und Chemische Balneologie,  
Technische Universität München  
[www.ws.chemie.tu-muenchen.de](http://www.ws.chemie.tu-muenchen.de)



EADS Innovation Works  
EADS Deutschland GmbH  
IW-SI  
81663 München

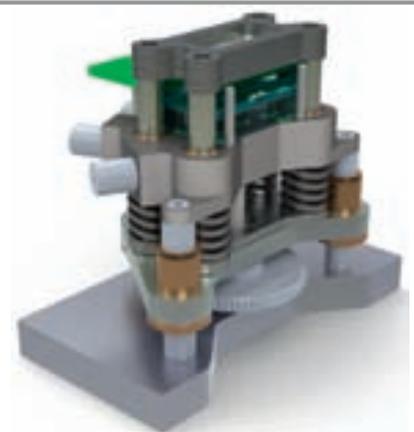
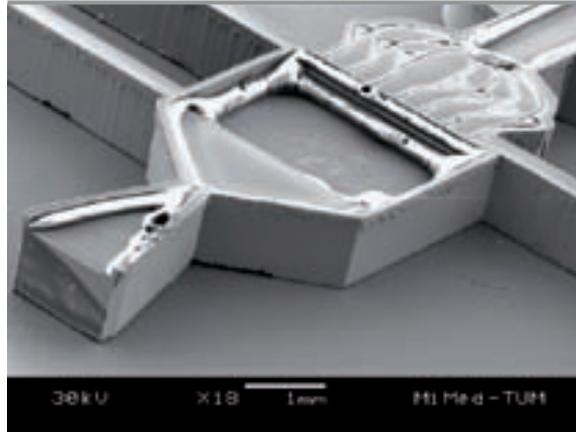


Fraunhofer-Einrichtung für Modulare  
Festkörper-Technologien EMFT  
www.emft.fraunhofer.de



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Mikrotechnik und  
Medizingerätetechnik  
www.mimed.de

## Mikrotriebwerke zur präzisen Lageregelung von Satelliten



Links: thermisch isoliertes Mikrotriebwerk; rechts: Mikrotriebwerk-Teststand

Immer kleinere Satelliten erfordern neuartige Antriebe für eine präzise Lageregelung. Dafür eignen sich Mikrotriebwerke: Sie leisten sehr geringen Schub und können mit Mikrosystemtechnik gebaut werden. Diese Technologie ermöglichte es im Projekt, auch Sensoren für die Triebwerksüberwachung zu integrieren.

Durch die zunehmende Verkleinerung von Satelliten wächst der Bedarf an Triebwerken, die sehr kleinen Schub im Bereich von 1 mN für eine präzise Lageregelung bereitstellen. Solche Mikrotriebwerke lassen sich auf Arrays erweitern, die individuell oder in Clustern adressiert werden können. Deshalb wurden im Projekt Mikrotriebwerke mit den Methoden der Mikrosystemtechnik hergestellt.

Ziel des Projektes war die Realisierung eines Mikrotriebwerks für einen einkomponentigen Flüssigtreibstoff, der katalytisch dissoziiert und dadurch Energie freisetzt. Ein Schwerpunkt war die Integration von Sensoren, um den Triebwerkszustand beim Betrieb überwachen zu können.

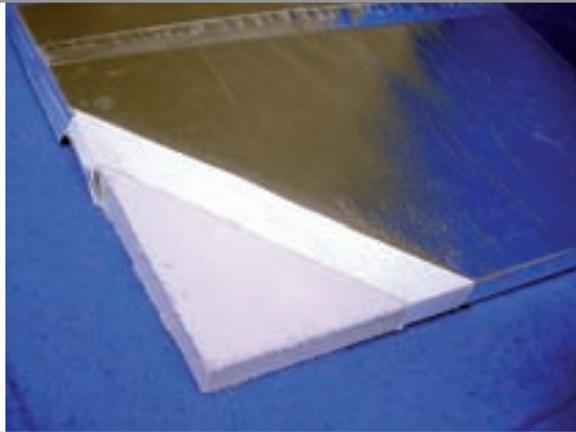
Nach dem Definieren der Anforderungen wurde ein Konzept für das Mikrotriebwerk entwickelt, das auf zwei Triebwerkshälften beruht, die zum Schluss miteinander verbunden werden. Die erste Hälfte beinhaltet fluiddische Strukturen wie Kanäle zur Treibstoffzufuhr, Brennkammer und Düse, während auf der zweiten Hälfte Heizer und Sensoren

untergebracht sind. In der Brennkammer befindet sich der Katalysator, der durch einen integrierten Mikroheizer temperiert werden kann.

Es konnten sieben Temperatursensoren in das Triebwerk integriert werden, um den Triebwerkszustand zu überwachen und Aussagen über die Skalierbarkeit des chemischen Triebwerks zu erhalten. Es gelang, Dünnschicht-Temperatursensoren basierend auf Platin zu realisieren, die bis 900 °C einsatzfähig sind. Für die Treibstoffversorgung konnte ein Mikroventilkonzept identifiziert werden, das es in Zukunft gestatten soll, auch die Treibstoffdosierung ins Mikrotriebwerk zu integrieren. Durch die Integration der Lasermikrobearbeitung in die CAM-Kette des Mikrotriebwerkes war es möglich, einzelne Komponenten wie den Katalysatorträger zeitsparend und hochpräzise mit einer Genauigkeit von bis zu  $\pm 10 \mu\text{m}$  zu fertigen.

In Testständen, die für die Mikrotriebwerke entwickelt und aufgebaut wurden, werden die Triebwerke charakterisiert.

# Optische Sauerstoff- und Kohlendioxidmesstechnik



Links: Permeationsmesszelle mit Transmitter; rechts: Ausschnitt Vakuuminisierungspaneelle

Ziel des Forschungsprojektes war die Entwicklung einer optischen Sensortechnik für die kombinierte und zerstörungsfreie Messung von Sauerstoff und Kohlendioxid auch unter Druck und in wässrigen Systemen.

In diesem Vorhaben wurden neuartige optisch-chemische Sensoren zur Bestimmung von Sauerstoff und Kohlendioxid entwickelt, die eine deutlich bessere Funktionalität als bisherige Messsysteme aufweisen. Als Segment für dieses Messsystem wurden Permeationsmessungen im Verpackungsbereich ausgewählt. Bis jetzt werden für die Permeationsmessung, wenn Präzision gefordert ist, Trägergasverfahren eingesetzt. Die dafür eingesetzten Messgeräte haben den entscheidenden Nachteil, dass sie teuer sind.

Ein Erfolg des Projektes war insbesondere die Entwicklung eines ersten Prototyps des Sauerstoffsensors TAF12 mit einer unteren Messgrenze von 0,5 ppm v/v. Mit einer um den Faktor 50 gegenüber dem Stand der Technik erhöhten Messgenauigkeit ist es möglich, im Sauerstoffkonzentrationsbereich von 0 bis 1000 ppm v/v zu messen. Mit dem TAF12-Sensor und der Permeationsmesszelle kann die Sauerstoff-Durchlässigkeit nun auch von Hochbarrierefolien für anspruchsvolle technische Anwendungen wie etwa für LED-Displays, Photovoltaik-Module oder Vakuuminisierungs-Paneele gemessen werden. Eine IVLV-Norm „Prüfung von Kunststoffen – Be-

stimmung der Sauerstoffdurchlässigkeit – Optisches Verfahren zur Messung an Packstoffen (Folien und Formteile)“ wurde erarbeitet. Die Norm dient jetzt als Grundlage für eine DIN, CEN beziehungsweise ISO-Norm.

MIKROSYSTEMTECHNIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



PreSens Precision Sensing GmbH  
Josef-Engert-Str. 11  
93053 Regensburg

PROJEKTPARTNER



Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung (IVV)  
ivv.fraunhofer.de

# Poor-Man's-Load-Pull – ein einfaches Verfahren zur Last- und Arbeitspunktoptimierung elektronischer Bauelemente

MIKROSYSTEMTECHNIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

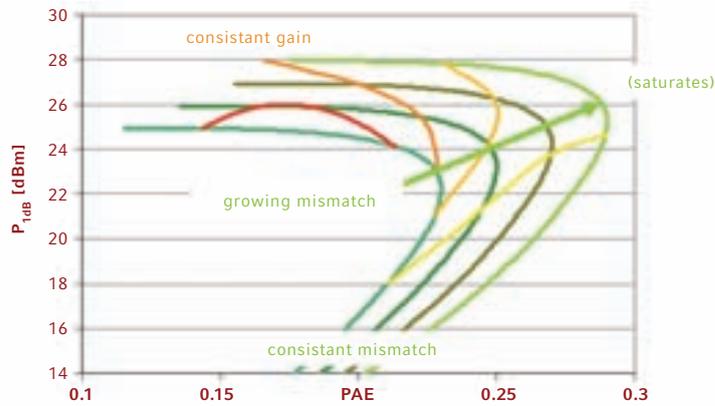
PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Technische Elektronik LTE  
Cauerstr. 9  
91058 Erlangen

PROJEKTPARTNER

**BROMBERG.**  
**TECHNICAL ARTS**  
Bromberg. Technical Arts



Ergebnisskizze für das erweiterte Näherungsverfahren des Großsignalverhaltens aus Kleinsignalmessungen

Im Rahmen des Projektes wurde ein Näherungsverfahren verfeinert und messtechnisch verifiziert, das es erlaubt, Großsignalparameter von Bauelementen aus Kleinsignalmessungen zu berechnen. Im Vergleich zu der bisherigen Messmethode ist das hier vorgeschlagene Verfahren deutlich einfacher und kostengünstiger.

Leistungsverstärker gelten in modernen drahtlosen Kommunikationsnetzen als Schlüsselkomponente für energieeffiziente Übertragung. Dabei stellen deren Kenngrößen Linearität und Effizienz kritische Parameter für die Auslegung des Gesamtsystems dar, weshalb das Großsignalverhalten der realen Leistungsverstärker schon während des Systementwurfs ermittelt werden muss. Dieses nicht-lineare Verhalten lässt sich durch eine Load-Pull-Analyse ermitteln. Aus Zeit- und Kostengründen wird jedoch oft auf diese Analyse verzichtet.

Im Rahmen des Projektes sollte ein alternatives Verfahren auf Basis von messtechnisch einfachen Kleinsignalnäherungen untersucht werden. Zur messtechnischen Verifikation und als Demonstrator wurde eine grafische Benutzeroberfläche erstellt. Für den näherungsweise linearen Verstärkerbetrieb ist die Qualität der erzielten Näherungswerte sehr gut. Bezogen auf das bisherige Großsignal-Messverfahren für die Kompressionsleistung schlägt das Näherungsverfahren diesen Standard in 90 % der potenziell interessanten Arbeitspunkte, wobei es umso besser wird,

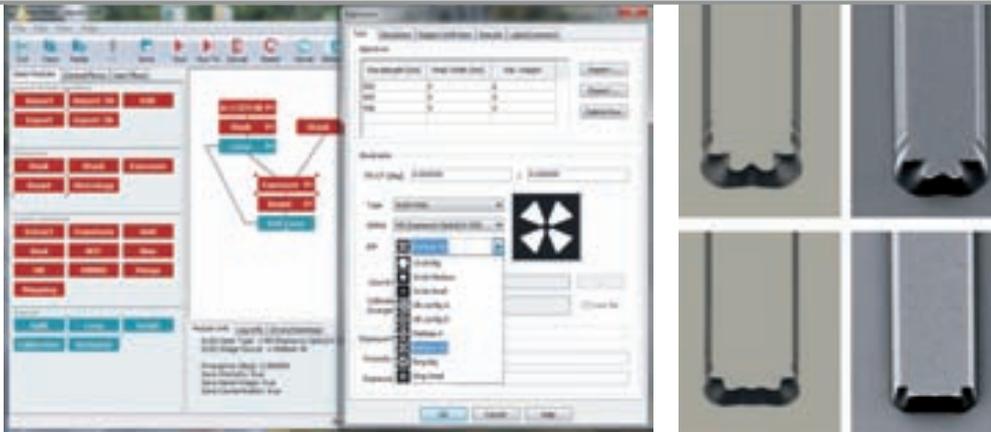
je linearer das Schaltungsverhalten im betrachteten Arbeitspunkt ist. Es lassen sich für ausgangsseitig angepasste Bauelemente Optimum-Kurven als Einhüllende der Punkteschar bestimmen. Die Abbildung zeigt diese Optimum-Kurven für unterschiedliche ausgangsseitige Fehlanpassungen und stellt den Zusammenhang zwischen der Leistungsverstärkung, der Kompressionsleistung und der Effizienz dar. Unter Zuhilfenahme der Grafik lassen sich für die jeweilige Anwendung optimale Betriebsbedingungen bestimmen.

Die Emulation der Load-Pull-Messung ist im Rahmen des vorgestellten Verfahrens nicht auf die Grundwelle beschränkt. Unter Einbeziehung von mehr als den gegenwärtig drei Harmonischen sollte sich das Verfahren prinzipiell auf die Untersuchung von Schaltverstärkern ausweiten lassen.

Zuletzt bietet das Näherungsverfahren interessante Anwendungen in der Simulation, beispielsweise zur Vorbereitung numerisch aufwendiger Load-Pull-Simulationen.

# Simulation von Mask Aligner-Lithographieprozessen ermöglicht virtuelle Experimente für eine schnelle und kostengünstige Prozessentwicklung

MIKROSYSTEMTECHNIK



ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

Links: Benutzeroberfläche von Layout LAB zur Definition der SUSS MicroTec Optiken; rechts: Vergleich von simulierten Lackprofilen (links) mit experimentellen Daten (rechts) für zwei verschiedene Beleuchtungsquellen

PROJEKTLEITUNG



GenISys GmbH  
Eschenstrasse 66  
82024 Taufkirchen  
[www.genisys-gmbh.com](http://www.genisys-gmbh.com)

Im Fokus des Forschungsprojektes stand die Simulationssoftware Layout LAB als kommerziell erhältliche Plattform für die Lithographiesimulation von Mask Alignern. Sie gibt Bauelementherstellern nun die Möglichkeit, Auflösungsgrenzen zu überschreiten.

PROJEKTPARTNER



Fachhochschule Vorarlberg - Dornbirn  
Forschungszentrum Mikrotechnik  
[www.fhv.at/forschung/mikrotechnik](http://www.fhv.at/forschung/mikrotechnik)

Analog zur Projektionslithographie, bei der durch Lithographiesimulation das „Unmögliche“ (Fertigung von Halbleiterbauelementen mit Strukturgrößen im sub-100-nm-Bereich) machbar gemacht wird, kann auch in der Kontakt- oder Proximity-Lithographie die Auflösungsgrenze durch adaptierte Lithographiesimulation verschoben werden, und damit der Einsatzbereich der dort verwendeten Mask Aligner ebenfalls erweitert werden.

wie Ausbleichen des Lackes, Oberflächeninhinderung und Entwicklungsparameter das Ergebnis beeinflussen. Hierfür wurde ein Gerät entwickelt, mit dem sich die Entwicklungsraten während des Entwicklungsprozesses bestimmen lassen.



Fraunhofer Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB  
Technologiesimulation  
[www.iisb.fraunhofer.de](http://www.iisb.fraunhofer.de)

Dies macht insbesondere Sinn im Verbund mit Mask Alignern, die Freiheitsgrade für eine Modulation des Lichtes bieten und eine individuelle Anpassung der Beleuchtungsoptik an die jeweilige Applikation ermöglichen. Im Projekt wurde dazu eine quantitative Beschreibung der hierfür nötigen Optik erarbeitet und in der Software implementiert. Dies erlaubt nun, die lithographische Wirksamkeit von freien Quellformen zu testen bzw. zu einer Applikation maßzuschneidern. Der Gültigkeitsbereich der Modelle (z. B. der skalaren Theorie) und der Implementierung wurde im Rahmen des Projektes validiert.

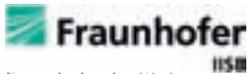
Die Daten bildeten die Grundlage für die Entwicklung neuer Modelle für den Photolackprozess und für die Kalibrierung der Modellparameter. Mit deren Berücksichtigung ermöglicht die Lithographiesimulation eine genaue Vorhersage der Lichtintensitätsverteilung im Photolack sowie der Lackprofile nach der Entwicklung. Die Modelle und Daten wurden in die Simulationssoftware Layout LAB integriert.



SUSS MicroTec Lithography GmbH  
[www.suss.com](http://www.suss.com)

Zur Laufzeitoptimierung wurden Algorithmen zur schnelleren Berechnung der Intensitätsverteilungen entworfen, getunt sowie verteiltes Rechnen implementiert. Weiter wurden Methoden und Metriken zur Bewertung der lithographischen Qualität einer Struktur erarbeitet und in die Software integriert.

Beim Photolack wurde gezeigt, dass neben der Beleuchtungsquelle auch Prozesseffekte



Fraunhofer-Institut  
Integrierte Systeme und Bauelemente-  
technologie (IISB)  
Schottkystraße 10  
91058 Erlangen  
www.iisb.fraunhofer.de



DELO Industrie Klebstoffe  
www.delo.de

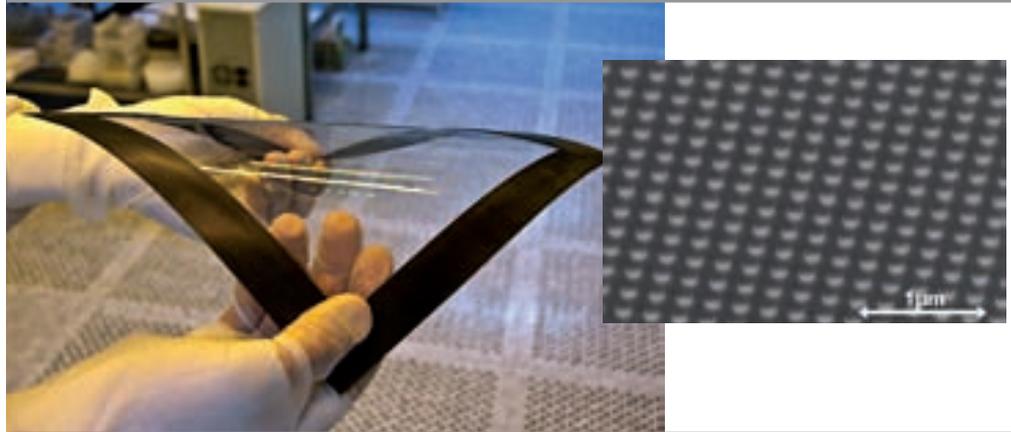


micro resist technology GmbH  
www.microresist.de



SUSS MicroTec Lithography GmbH  
www.suss.com

## Substratkonforme Imprintlithographie funktionaler Materialien (SILFUMA)



Links: flexible PDMS-Prägeform für SCIL; rechts: Rasterelektronenmikroskopie-Bild einer geprägten Lochstruktur in einem epoxid-basierten Prägelack

Ein großflächiges, substratkonformes Prägeverfahren auf Mask-Aligner-Basis soll mit neuen Lacksystemen als kostengünstige Nanostrukturierungstechnik für neue Anwendungsfelder geöffnet werden.

Im Rahmen des Projekts SILFUMA wurde ein neuartiges Prägeverfahren (SCIL: „Substrate Conformal Imprint Lithography“) weiterentwickelt, bei dem mit flexiblen PDMS-Prägeformen großflächig und kostengünstig Nanostrukturen übertragen werden können.

Bisher wurden hierfür nur Prägelacke verwendet, die anorganische Bestandteile enthalten und sehr lange Härtezeiten benötigen. Des Weiteren erfolgte die Herstellung der PDMS-Prägeformen in komplexen Prozessschritten, die nur von erfahrenen Anwendern erfolgreich durchgeführt werden konnten.

Ziel des Projektes war zum einen die Entwicklung eines schnell härtenden rein organischen Prägelacks, sodass strukturierte Lackschichten wie nach konventionellen photolithographischen Strukturierungsprozessen weiterprozessiert werden können. Zum anderen sollte der Herstellungsprozess für die Prägeformen stark vereinfacht und optimiert werden. Schließlich sollten funktionalisierte Prägelacke (funktionale Materialien) entwickelt werden, mit denen direkt durch das Prägen funktionsfähige Elemente (z. B. Leiterbahnen) hergestellt werden können.

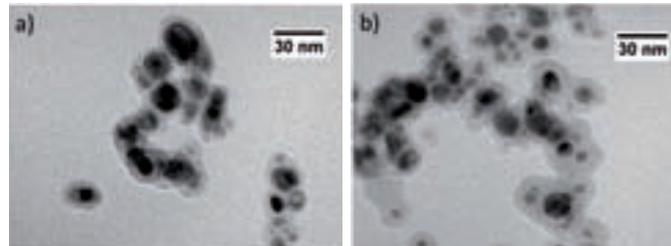
Nach Evaluierung verschiedenster UV-härtender Polymere konnte ein rein organischer SCIL-tauglicher Prägelack (epoxid-basiert) identifiziert werden, der mit einer heizbaren Substratauflage innerhalb von 5 s aushärtet. Die einfache und anwenderunabhängige Fertigung von defektfreien Prägeformen wurde durch eine Neuentwicklung der Prägefertigungsgeräte und deutliche Verbesserungen beim Herstellungsprozess erreicht.

Schließlich wurden mittels Vermischung von UV-Polymeren und Nanopartikeln (Silber und Siliciumoxid) funktionale Prägelacke entwickelt, mit denen der SCIL-Technologie als günstige Nanostrukturierungstechnik neue Anwendungsfelder eröffnet werden konnten.

# Synthese und in-situ Stabilisierung metallischer Nanopartikel

NANOTECHNOLOGIE

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Versuchsanlage zur Synthese und Beschichtung metallischer Nanopartikel; rechts: beschichtete Metallpartikel: a) 5 nm Schichtstärke, b) 8 nm Schichtstärke

Ziel des Forschungsprojekts war es, ein innovatives und effizientes Verfahren zur Herstellung von metallischen Nanopartikeln zu entwickeln, die direkt im Anschluss an die Synthese (in situ) durch eine optisch inaktive Schicht vor Oxidation geschützt bzw. stabilisiert werden.

Metallische Nanopartikel unedler Metalle sind an der Luft instabil und oxidieren sehr schnell, doch sie haben ein hohes Anwendungspotenzial. Viele Produkte, wie z. B. Automobillacke oder Kosmetikartikel, werden durch Metalleffektpigmente optisch aufgewertet.

In neuen Entwicklungen konnte gezeigt werden, dass Pigmente, die Farbigkeit und metallischen Glanz gleichzeitig in einem Komposit-Pigment vereinen, durch Einsatz nanotechnologischer Prinzipien herstellbar sind, die essenzieller Bestandteil der neuartigen Komposit-Pigmente sind. Aufgrund der guten Skalierbarkeit von Gasphasenprozessen erfolgte die Synthese und Beschichtung in der Gasphase. Die Partikel wurden in einem Lichtbogenofen durch Verdampfung und Rekondensation aus reinen Metallen hergestellt. Die mittlere Partikelgröße der erzeugten Aerosole konnte langzeitstabil gezielt auf 4 bis 50 nm eingestellt werden. Die anschließende Beschichtung der Partikel erfolgte in einem Rohrreaktor durch heterogene Zersetzung eines Precursors. Durch Wahl geeigneter Prozessbedingungen konnten auf den Partikeln

dichte Schichten mit einer Stärke von 3 bis 8 nm kontrolliert erzeugt werden. Vergleichende Materialanalysen an Pulverproben von beschichteten und unbeschichteten Partikeln ergaben, dass die Partikel auch nach dreimonatiger Lagerung bei Umgebungsbedingungen durch die aufgetragenen Schichten effektiv vor Oxidation geschützt werden.

Mit der erfolgreichen Realisierung der stabilisierten Metallnanopartikel wurde die Grundlage für weitere Projekte, die auf metallischen Nanopartikeln basieren, geschaffen.

PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik  
Cauerstr. 4  
91058 Erlangen

PROJEKTPARTNER



Eckart GmbH & Co. KG  
Operations Research & Development



Technische Universität München  
Institut für Werkzeugmaschinen und  
Betriebswissenschaften (iwb)  
Boltzmannstraße 15  
85748 Garching



Alphaform AG, [www.alphaform.de](http://www.alphaform.de)



CADFEM GmbH, [www.cadfem.de](http://www.cadfem.de)



GDF Private Label Chemistry  
Gesellschaft für Dentale Forschung und  
Innovationen GmbH, [www.gdfmbh.com](http://www.gdfmbh.com)



voxeljet technology GmbH, [www.voxeljet.de](http://www.voxeljet.de)

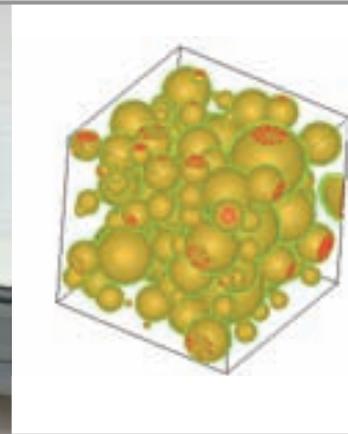


Universität Passau  
Institut für Softwaresysteme in tech-  
nischen Anwendungen der Informatik,  
FORWISS  
[www.forwiss.uni-passau.de](http://www.forwiss.uni-passau.de)



Manufacturing and Materials Methods  
Hilti AG  
[www.hilti.com](http://www.hilti.com)

## Aktivierte Polymerisation im 3D-Kunststoffdruck



Links: Druckdemonstrator am iwb Anwenderzentrum Augsburg; rechts: schematisches Modell der Materialstruktur

Im Fokus des Forschungsvorhabens stand ein neuartiger einstufiger 3D-Druck mit besseren mechanischen und thermischen Eigenschaften als das bisherige Verfahren.

Die zunehmende Individualisierung von Produkten bei sinkender Produktlebensdauer und die gleichzeitige Forderung nach niedrigeren Kosten führt zu der Notwendigkeit, schnell und aufwandsarm Bauteile in Kleinserie herstellen zu können. Additive Fertigungsverfahren, im Speziellen der 3D-Druck, bieten ein hohes Potenzial, diesen Anforderungen gerecht zu werden.

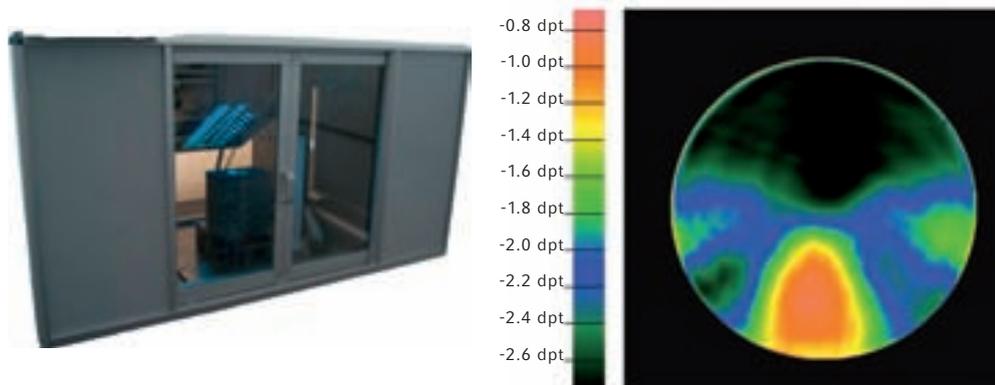
Über einen Druckkopf wird Flüssigkeit auf ein Kunststoffpulverbett aufgebracht, was eine gezielte Verfestigung hervorruft. Da die Bauteile vor Projektbeginn eine hohe Porosität aufwiesen, war eine nachgelagerte Behandlung notwendig. Durch eine Infiltration mit z. B. Epoxidharz und einem Aushärtprozess konnte die Festigkeit der Bauteile erhöht werden.

Das Ziel des Projektes AktiPol war neben der Realisierung eines neuen Anlagenkonzeptes die Entwicklung eines einstufigen Druckprozesses. Eine Verbesserung der mechanischen und thermischen Eigenschaften wurde durch eine aktivierte und möglichst weitgehende Polymerisation erreicht. Des Weiteren wurde die Integration mechatronischer Komponenten

oder weiterer lokal determinierter Eigenschaften untersucht. Im Projekt wurden die Anforderungen an den Prozess, die Anlage und das Produkt sowie die Prozessgrundlagen der Werkstoffe analysiert und diese für eine mögliche Verarbeitung mittels 3D-Druck qualifiziert.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurden ein Anlagenkonzept und eine Steuerungssoftware entwickelt. Mithilfe von experimentellen Untersuchungen fand im Anschluss eine Anpassung und Optimierung des Anlagen- und Werkstoffkonzeptes statt. Eine Verifizierung mithilfe einer Multiskalen-Simulation schaffte ein besseres Verständnis für die beim 3D-Druck im Material entstehenden Mikrostrukturen und im Makro-Bereich auftretenden Effekte wie Verzug und Schrumpfung.

# Hochgenaue Asphärenmesstechnik für die industrielle Fertigungskontrolle



Links: Prototyp UV-Deflektometriesystem; rechts: Messung des Brechkraftverlaufs einer Konkavlinse mit UV-Deflektometrie

Die Fertigung von Freiformflächen in der Brillen- und Präzisionsoptik verlangt hohe Genauigkeit bei großer Neigungsdynamik und Asphärizität. Für kleine Stückzahlen oder Individualfertigung bei Gleitsicht-Brillengläsern muss das Messverfahren flexibel und einfach sein. Diese Anforderungen erfüllt die Deflektometrie.

Freiformflächen gewinnen in der Brillen- und Präzisionsoptik an Bedeutung. Zur Kontrolle des Fertigungsprozesses und zur Prüfung der Qualität sind Messsysteme erforderlich, die die vollflächige Bewertung der gefertigten Freiformbauteile mit einer Genauigkeit im Sub-Mikrometerbereich erlauben. Bestehende Verfahren wie die Interferometrie mit synthetischen Hologrammen (CGH) oder die Verwendung von Koordinatenmessmaschinen (CMM) erweisen sich als zu unflexibel und zu langsam für die Fertigungslinie.

In einem Vorgängerprojekt wurde gezeigt, dass die phasenmessende Deflektometrie (PMD) das Potenzial besitzt, nahezu beliebige Freiformflächen mit hoher lokaler Genauigkeit in wenigen Sekunden zu vermessen.

Allerdings gab es Einschränkungen, die eine Messung in der Fertigungslinie nicht allgemein erlaubten: Zum einen störte der Rückseitenreflex bei transparenten Proben (wie z. B. Brillengläsern). Weiterhin zeigt die Deflektometrie zwar eine lokale Sensitivität im Bereich von nur wenigen Nanometern, aber die globale Genauigkeit war verfahrens-

bedingt im Bereich mehrerer Mikrometer. Schließlich war die Winkeldynamik auf etwa  $\pm 12^\circ$  bis  $14^\circ$  begrenzt, wodurch stark gekrümmte Proben nicht vermessen werden konnten.

Im vorliegenden Projekt wurden diese Probleme gelöst. Deflektometrie wird nun im UV-Bereich mit Liniengittern betrieben, wobei kein Rückseitenreflex mehr auftritt. Weiter wurde ein neues Kalibrierkonzept entwickelt, das eine Verbesserung der Genauigkeit etwa um den Faktor 10 erlaubt und gleichzeitig auch für ungeübte Nutzer einfach durchführbar ist. Das Verfahren benötigt keine komplexen Kalibriernormale mehr und erlaubt eine deutlich größere Winkeldynamik.

Es wurde ein erster Prototyp für die Messung von Gleitsichtgläsern aufgebaut. Damit eröffnet sich zukünftig für die Brillenglasfertigung erstmalig die Möglichkeit einer fertigungsintegrierten automatischen Messung.

## PROZESS- UND PRODUKTIONSTECHNIK

### ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

#### PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Institut für Optik, Information und  
Photonik  
Staudtstraße 7/B2  
91058 Erlangen

#### PROJEKTPARTNER



3D-Shape GmbH  
www.3d-shape.com



Schneider GmbH & Co. KG  
Technologie Entwicklung  
www.schneider-om.com



brillenglas.de  
Rupp + Hubrach Optik GmbH  
www.rh-brillenglas.de



Rodenstock GmbH  
Corporate Research & Development  
www.rodenstock.de



Carl Zeiss Vision GmbH  
www.vision.zeiss.de



We make it visible.  
Carl Zeiss Jena GmbH  
www.zeiss.de/czjena

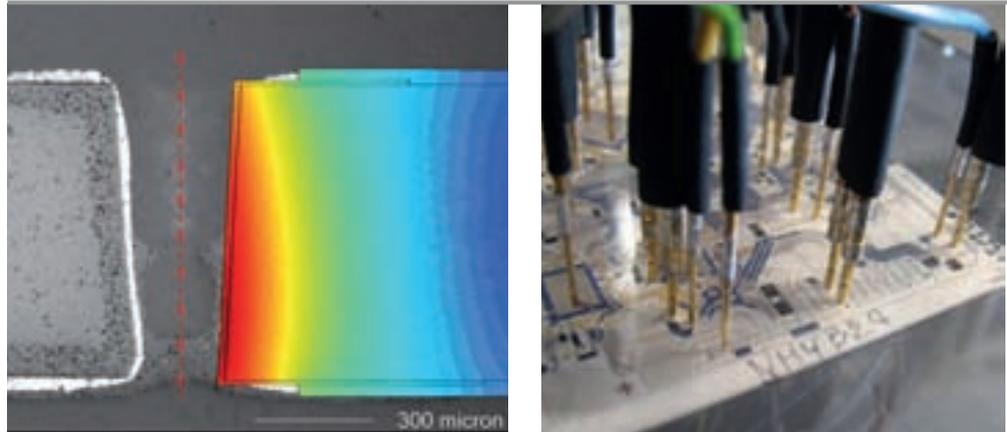


Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Funktionsmaterialien  
Universitätsstraße 30  
95440 Bayreuth



Conti Temic microelectronic GmbH  
Industrial Engineering  
www.continental-corporation.com

## Hochstrom-Durchkontaktierung für die Hybridtechnik



Links: Querschliff einer Durchkontaktierung. Rechts dargestellt ist die Temperaturverteilung, während ein Strompuls angelegt wird; rechts: simultane Kontaktierung der Durchkontaktierungen eines Substrates in einem Nadeladapter des aufgebauten Messplatzes

Mithilfe physikalischer Modelle können die Schwachstellen von Durchkontaktierungen in Dickschichttechnik analysiert und die Anwendungsgrenzen bei Impulsstrombelastung hin zu höheren Strömen verschoben werden.

Ein Teil der im Kfz eingesetzten Steuergeräte wird in keramischer Dickschichttechnik (Hybridtechnik) hergestellt, die hohe Integrationsdichten mit hohen Anwendungstemperaturen und moderaten Produktionskosten verbindet. Bei der Hybridtechnik werden auf Keramikleiterplatten elektrische Schaltungen mittels Dickschichttechnik aufgebracht. Um Ströme von der Vorder- auf die Rückseite der Leiterplatte abzuleiten, befinden sich elektrische Durchkontaktierungen in den Leiterplatten. Deren Stromtragfähigkeit bei Impulsstrombelastung war Gegenstand dieser Forschungsarbeit.

Insbesondere wurden folgende Punkte bearbeitet:

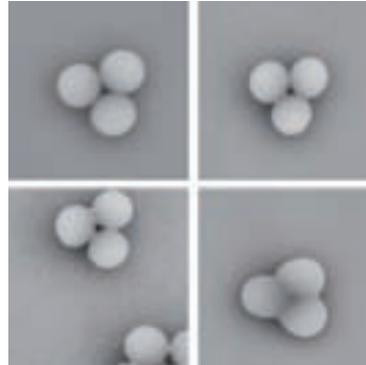
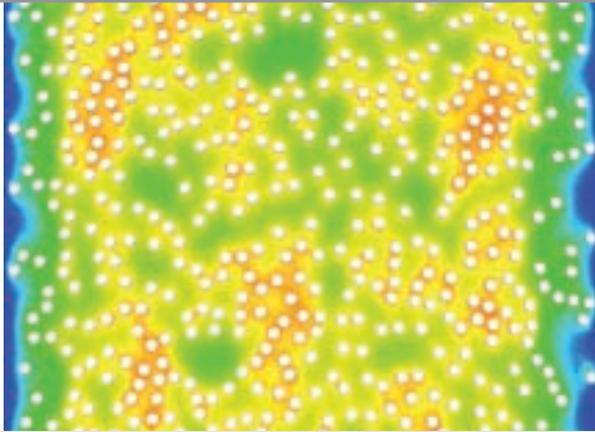
- Bestimmen der Versagensmechanismen bei Hochstrombelastung und wissensbasiertes Verschieben der Anwendungsgrenzen herkömmlicher Durchkontaktierungen hin zu höheren Strömen mithilfe physikalischer Modelle (FEM-Simulationen).
- Aufbau eines Hochstrompulsmeßplatzes. Experimentelles Validieren und statisches Absichern des Modells in Messreihen.

- Modellgestütztes Entwickeln vollständig verfüllter Durchkontaktierungen mit reduziertem Edelmetallgehalt.

Mithilfe des FEM-Modells wurde nicht nur ein quantitatives Verständnis für die Vorgänge bei Bestromung einer Durchkontaktierung gewonnen, sondern es wurden auch Schwachstellen der Durchkontaktierungen analysiert.

Am aufgebauten Messplatz wurde das Modell verifiziert, und darauf aufbauend wurde ein Konzept zur zerstörungsfreien Prüfung und Abschätzung der potenziellen maximalen Strombelastung entwickelt.

# Ladungseffekte in Polymer-Vielteilchensystemen



Links: Simulation von sedimentierenden Partikeln im Schwerfeld. Die Farbe kodiert den Betrag der Fluidgeschwindigkeit; rechts: zeitlicher Verlauf des Sinter- und Aufschmelzvorgangs von Polystyrolpartikeln (Primärpartikelgröße 2  $\mu\text{m}$ )

Um Kosten für Farbe zu senken, ist es im Digitaldruck wirtschaftlich sinnvoll, bei unveränderter Farbwirkung die Farbschicht zu verdünnen. Eine weitere Verringerung der Partikelgröße der Toner erfordert aber neue Trägersysteme. Deren Wechselwirkung mit den Tonerpartikeln stand im Fokus des Forschungsprojektes.

In diesem Projekt sind die grundlegenden physikalischen Mechanismen der Wechselwirkungen zwischen dem Toner-Trägersystem und den darin verteilten polymerbasierten Tonerpartikeln charakterisiert und mit konventionellen Systemen verglichen worden. Es wurden Modelle zu den Aufladungs- sowie Leitungsmechanismen in derartigen Systemen mittels einer Kombination aus impedanzspektroskopischen Messungen sowie Methoden zur Bestimmung der elektrophoretischen Mobilität der Partikel entwickelt, anhand derer man die physikalischen Phänomene im Druckvorgang verstehen und interpretieren kann.

Partikelwechselwirkungen wurden mit Rasterkraftmikroskopie und über Messungen mit einer optischen Pinzette quantifiziert. Weiterhin wurde das für die Fixierung im Druckprozess entscheidende Aufschmelzverhalten der Polymerpartikeln an definiert angeordneten Polymerpartikeln in Modellexperimenten untersucht. Die experimentellen Arbeiten wurden durch die Entwicklung von Simulationswerkzeugen ergänzt. Dabei gingen die experimentellen Resultate in die Simulationen

von Polymerpartikel-Trägersystemen ein. Es wurde ein effizienter numerischer Code zur Simulation des physikalisch und mathematisch hochkomplexen Systems entwickelt. Besonders anspruchsvoll war dabei die Kopplung der Partikel mit der Strömung, die mittels einer neuartigen Methode umgesetzt wurde. Neben der Reproduzierbarkeit der experimentellen Ergebnisse soll die Simulation der Vorgänge tiefere Einblicke in die Physik des Problems liefern.

Die Ergebnisse, die in enger Abstimmung der Projektpartner erzielt wurden, werden in die Entwicklung neuer, wirtschaftlicher digitaler Produktionsdrucksysteme einfließen.

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenverfahrenstechnik  
Cauerstr. 4  
91058 Erlangen

PROJEKTPARTNER



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Angewandte Mathematik III



Océ Printing Systems GmbH  
Consumables & Processes



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung  
und Produktionssystematik  
Egerlandstraße 7 – 9  
91058 Erlangen



Kerafol keramische Folien GmbH  
www.kerafol.de



KEW Konzeptentwicklung GmbH  
www.kew-konzeptentwicklung.de

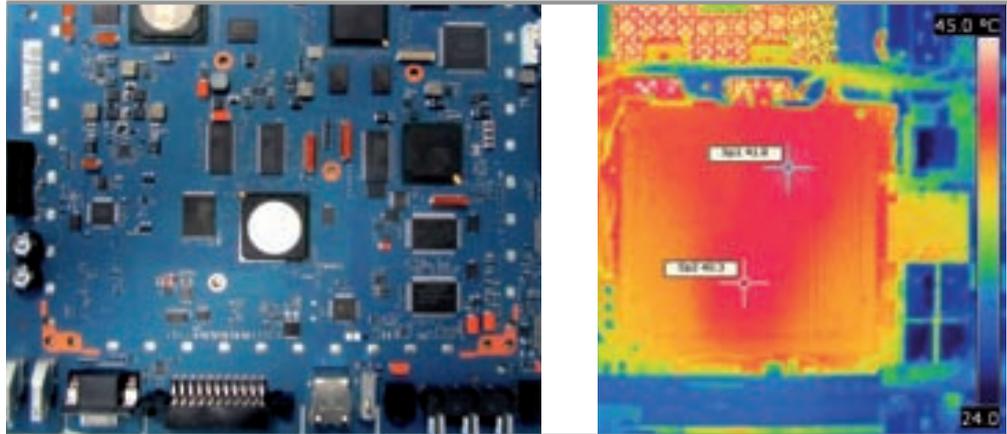


KOENEN GmbH  
www.koenen.de



Loewe Opta GmbH  
www.loewe.de

## Nichtmetallisch halogenfreies Entwärmungskonzept



Links: Signalboard mit Zn-Druckgussteil; rechts: Hotspots temperaturempfindlicher Baugruppen im Thermobild

---

Einem optimierten Wärmemanagement für Elektronikbaugruppen kommt im Hinblick auf die Systemzuverlässigkeit elektronischer Baugruppen eine wesentliche Bedeutung zu.

---

Ziel des Forschungsvorhabens war es, ein nichtmetallisches und halogenfreies Entwärmungskonzept mit technologischem, wirtschaftlichem und ökologischem Potenzial zu entwickeln. Das neuartige Entwärmungskonzept, das die thermische Anbindung leistungsbehafteter Bauelemente an das Schirmungsblech mit Hilfe einer Polysiloxanpaste vorsieht, vereint im Vergleich zur konventionellen Entwärmungslösung zahlreiche Vorteile:

Einerseits können die Montage- und Materialkosten durch das automatisierte Auftragen der Polysiloxanpaste (z. B. durch Siebdruck oder Dispensen) im Vergleich zur aufwendigen Befestigung von Wärmepads und Aluminiumkühlkörpern auf einzelnen Bauelementen wesentlich verringert werden. Andererseits kann durch den Verzicht auf erhabene Aluminiumkühlkörper und die Nutzung des Schirmungsblechs als Wärmesenke eine deutlich geringere Bauhöhe realisiert werden, was sich für die Integration der Baugruppe in einen Flachbildfernseher als großer Vorteil herausstellt. Zudem werden durch die Verwendung eines vollständig geschlossenen Schirmungsbleches die EMV-Eigenschaften der Baugrup-

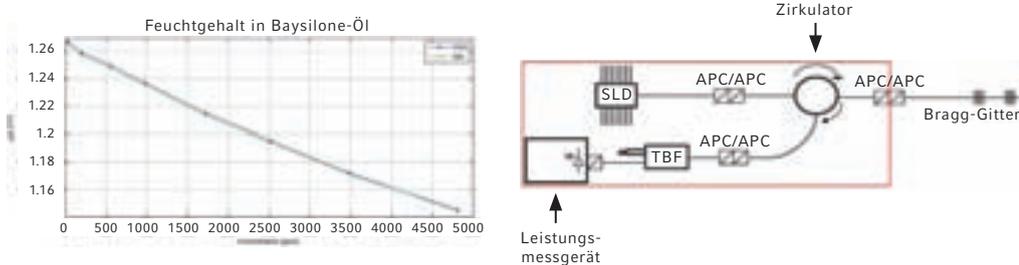
pe stark verbessert. Neben der Optimierung des thermischen Verhaltens und der ökonomischen Optimierung elektronischer Baugruppen war die Umweltverträglichkeit der entwickelten Technologie ein wichtiger Gesichtspunkt. Das Konzept bietet durch die Integration der Kühl- und Abschirmwirkung der eingesetzten Bleche eine deutliche Einsparung an Material gegenüber den derzeit üblichen Konzepten mit getrennten Kühlkörpern bzw. Kühlblechen und zusätzlichen Abschirmblechen.

Ein wichtiger Beitrag zur ökologischen Verbesserung ist die weitgehende Gefahrstofffreiheit der entwickelten Pastensysteme. Dieses Entwärmungskonzept eröffnet neue Möglichkeiten der Systemgestaltung. So erlaubt es die optimierte Wärmeabfuhr, auf Baugruppenebene höher integrierte Bauelemente mit höheren Verlustwärmern einzusetzen. Dies führt zu einer wesentlichen Steigerung der Baugruppenfunktionalität und ermöglicht die Integration zusätzlicher Funktionen.

# Optisches Wandlerprinzip zur Feuchtemessung in technischen Ölen

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

ABGESCHLOSSENE PROJEKTE



Links: Einfluss des Feuchtegehaltes in Baysilone-Öl. Insbesondere ist auch der Übergang von wenigen 10 ppm hin zu 200 ppm auflösbar; rechts: schematischer Aufbau des fasergebundenen optischen Messsystems, hier gezeigt mit einem Bandpassfilter

Im Rahmen des Projektes sollte ein Auswerteverfahren für Faser-Bragg-Sensoren entwickelt werden – basierend auf einem durchstimmbaren optischen Filter, der komplett fasergebunden und damit einfach, robust und preiswerter als typische optische Auswerteverfahren sein sollte.

Auswerteeinheiten für Faser-Bragg-Sensoren, die zum Beispiel in der Temperatur- und Dehnungsmessung eingesetzt werden, basieren entweder auf durchstimmbaren Laserquellen mit Photodiode oder auf optischen Spektrumanalysatoren und sind aufgrund dieser Komponenten in der Regel preisintensiv.

Ziel des Vorhabens war daher, eine einfachere Auswerteeinheit für ausgewählte Anwendungsgebiete solcher Sensoren zu entwickeln. Grundsätzlich sollte dieses fasergebundene Auswerteverfahren auf einem durchstimmbaren optischen Filter basieren. Daher wurden zunächst verschiedene elektrisch und mechanisch durchstimmbare optische Bandpassfilter hinsichtlich ihrer spektralen Transmissionscharakteristik evaluiert. Als Lichtquelle dient eine Superlumineszenzdiode. Im Ergebnis konnte eine Auswerteeinheit auf der Basis zweier Bandpassfilter realisiert und deren Anwendungspotenzial im Bereich der Messung des Feuchtegehaltes in technischen Ölen aufgezeigt werden.

Als Sensorelement diente dabei ein Brechungsindexsensor in planarer  $\text{SiO}_2$ -Tech-

nologie mit integriertem Bragg-Gitter. Auch ein zusätzlich in die Struktur eingebrachtes Temperaturreferenzelement konnte mit dem neuen Verfahren hinreichend genau ausgelesen werden. Exemplarisch wurde mit dem Verfahren der Feuchtegehalt in verschiedenen technischen Ölen wie Baysilone-Öl bestimmt, das als Kälte- und Wärmeträgermedium verwendet und typisch mit wenigen 10 ppm Wassergehalt geliefert wird. Bei Raumtemperatur kann es etwa 200 ppm Wasser aufnehmen. Bei Temperaturzyklen kann dieses Wasser zu einer Verschlechterung des Wärmeübergangs führen und muss daher kontrolliert werden.

Es wurde gezeigt, dass das Verfahren online eine kontinuierliche Überwachung des Wassergehaltes ermöglicht, die für den täglichen Betrieb technischer Anlagen von Bedeutung ist.

PROJEKTLEITUNG



Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Naturwissenschaften und  
Fakultät Ingenieurwissenschaften  
Würzburger Straße 45  
63743 Aschaffenburg

PROJEKTPARTNER

**THORLABS**

Thorlabs GmbH  
Sales  
www.thorlabs.com

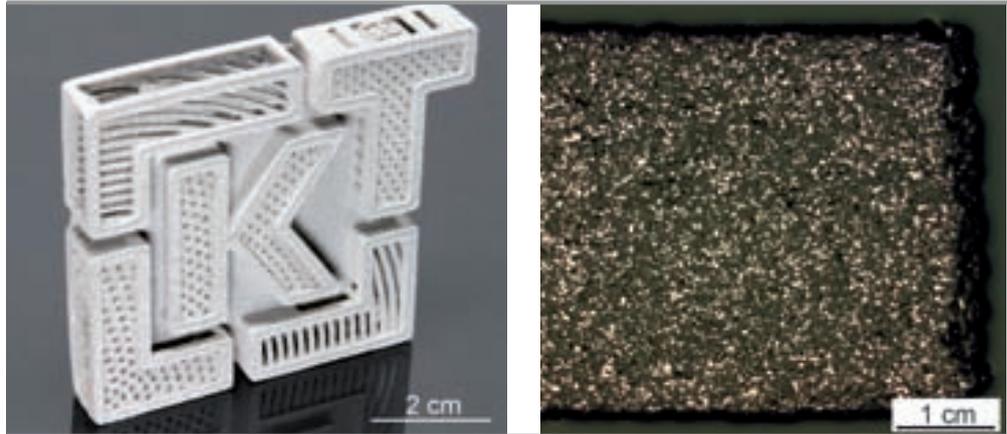


Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik  
Am Wechselgarten 9  
91058 Erlangen



FIT Fruth Innovative Technologien GmbH  
www.pro-fit.de

## Selektives Maskensintern von Funktionsbauteilen



Links: aus Polyamid 12 mit 40 Vol.-% Aluminiumgrieß maskengesinterter Probekörper; rechts: Anschlag eines Probekörpers aus Polyamid 12 mit 40 Vol.-% Aluminiumgrieß

Durch additive Fertigungsverfahren können Bauteile mit hoher Gestaltungsfreiheit, ausgehend von CAD-Daten, Schicht für Schicht aufgebaut werden und ermöglichen die Herstellung von individuellen Produkten in vergleichsweise kurzer Zeit unter geringem finanziellen Investitionsaufwand.

Ein erst seit Kurzem anlagentechnisch verfügbares Verfahren der additiven Fertigung ist das selektive Maskensintern (SMS). Schichtweise aufgebracht Kunststoffpulver wird mittels eines flächigen IR-Strahlers und einer je Schicht individuell bedruckten Maske selektiv aufgeschmolzen.

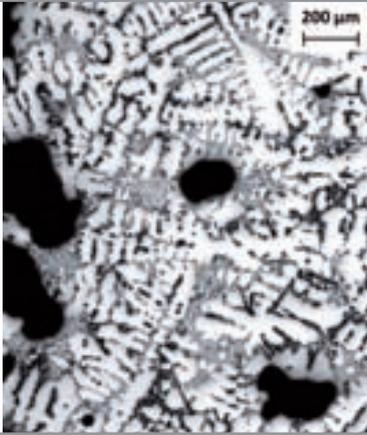
Da zu dieser Fertigungstechnologie grundlegende Fragestellungen zu prozessrelevanten Materialeigenschaften, wie z. B. dem Energieeintrag in das Pulverbett oder dem Schmelzverhalten der Kunststoffe sowie Wechselwirkungen zwischen Material- und Prozessparametern sowie daraus resultierenden Bauteileigenschaften, noch unbeantwortet waren, wurden diese im Rahmen des durchgeführten Forschungsvorhabens untersucht. Neben dem kommerziell erhältlichen PA12-Pulver wurden Materialmodifikationen mit unterschiedlichen, spezifisch auf die IR-Strahler abgestimmten Absorberanteilen sowie Füllstoffarten eingesetzt.

Aufbauend auf einer umfassenden Charakterisierung des Ausgangsmaterials, wurden Verarbeitungsversuche unter Variation wesent-

licher Prozessparameter durchgeführt und Wirkzusammenhänge hergestellt. Neben der Simulation des thermischen Haushalts in der Maskensinteranlage sind die mechanischen Eigenschaften der gefertigten Bauteile in Abhängigkeit von der Bauteilorientierung im Bauraum sowie der Querschnittsfläche und -geometrie untersucht worden. Abschließend wurde die Verarbeitung gefüllter Materialsysteme zur Herstellung funktionalisierter SMS-Bauteile (Wärmeleitfähigkeit) betrachtet und realisiert.

Durch die Ableitung eines ersten Prozessmodells zum selektiven Maskensintern von Kunststoffen sind wichtige Grundlagen für eine Weiterentwicklung des Verfahrens sowie für weiterführende Untersuchungen pulver- und strahlbasierter additiver Fertigungsverfahren erarbeitet worden.

# Wärmebehandelndes heißisostatisches Pressen



links: Poren unter dem Lichtmikroskop vor dem heißisostatischen Pressen; rechts: Schwingproben im Probenhalter – mechanische Eigenschaften verbessern

Wärmebehandlung in das heißisostatische Pressen zu integrieren: Dieses Verfahren lässt verbesserte mechanische Eigenschaften von Aluminiumgussbauteilen erwarten – und hat Leichtbau-Potenzial.

Gegossene Aluminiumbauteile weisen in Abhängigkeit vom Gießverfahren eine gewisse Restporosität auf. Durch das heißisostatische Pressen (HIP) kann diese Porosität infolge eines hohen Gasdruckes bei bestimmter Temperatur und Haltezeit beseitigt werden. Das Schließen der Poren steigert die mechanischen Eigenschaften, insbesondere die dynamische Festigkeit.

Ferner können die mechanischen Eigenschaften bei aushärtbaren Aluminiumlegierungen durch eine geeignete Wärmebehandlung – aufgrund der sogenannten Ausscheidungshärtung – verbessert werden. Bei diesem druckfreien Verfahren sind die Einflussgrößen Temperatur, Haltezeit und Abkühlgeschwindigkeit. Ziel des Projektes „Wärmebehandelndes heißisostatisches Pressen (WHIP)“ war es, die Wärmebehandlung in das HIP zu integrieren und so die Wirkprinzipien beider Verfahren zur Verbesserung der mechanischen Eigenschaften zu nutzen. Hierfür wurden in einer druckabhängigen Wärmebehandlungsstudie der Einfluss der einzelnen Prozessparameter auf die mechanischen Kennwerte untersucht und die idealen WHIP-Prozessparameter abgeleitet.

Die Erkenntnis, dass ein typischer HIP-Druck zwischen 500 und 1000 bar weder die Siliziumeinformung noch die Ausscheidungskinetik beeinflusst, war für die Klärung der Zusammenhänge wesentlich. Für den WHIP-Prozess sind folglich dieselben Abkühlgeschwindigkeiten wie bei Raumdruck nötig. Zudem bestätigten die werkstoffkundlichen Grundlagenuntersuchungen, dass eine Kombination von HIP und Wärmebehandlung zu Synergieeffekten führt, die die mechanischen Kennwerte der Einzelprozesse deutlich übertreffen.

Trotz der positiven Resultate konnte der WHIP-Prozess nicht in einen industriell einsetzbaren Prozess übergeführt werden. Grund hierfür ist die begrenzte Abkühlrate in Anlagen mit ausreichend großem Nutzvolumen für einen wirtschaftlichen Betrieb.



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Umformtechnik und  
Gießereiwesen  
Walther-Meißner-Straße 4  
85748 Garching  
www.utg.de



**DIEFFENBACHER**  
Dieffenbacher GmbH  
Maschinen- und Anlagenbau, Business  
Unit Forming  
www.dieffenbacher.de





#### ENERGIE UND UMWELT

Elektroautomobil-Projekt MUTE	74
Entwicklung eines ORC-Minikraftwerks zur Abwärmenutzung	75
Intelligente Spannungshaltung im Mittelspannungsnetz (ISM)	76

#### INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN

ADAMS – Forschung zur nahtlosen Mediennutzung	77
FAUST – Fertigungssynchrone Ablaufsimulation von Unikatbaustellen im städtischen Tiefbau	78
KOLIBRI: KOoperative Lichtsignaloptimierung – BayeRisches Pilotprojekt	79
Rechnergestützte biometrische Ganganalyse	80
S <sup>3</sup> CORE	81
ZERPA – Zerstörungsfreie Prüfung auf heterogenen Parallelrechner-Architekturen	82

#### LIFE SCIENCES

Innovatives Desinfektionsverfahren auf Basis der Photodynamik	83
Innovatives Zoonose-Monitoring bei Schlachtschweinen	84

#### MATERIALWISSENSCHAFT

μ-FE und Sensitivitätsanalyse	85
-------------------------------	----

#### MECHATRONIK

ForTeRob – Force controlled Teleoperated Machining with Standard Industrial Robots	86
RECORDS	87

#### MIKROSYSTEMTECHNIK

Entwicklungsumgebung für Piezomembrandruckköpfe	88
Smarte Sensorik für bedarfsgerechte Straßenbeleuchtungen	89
Zuverlässige Systeme durch passive Siliziumbauelemente	90

# Neue Projekte



<u>Einfluss der Umformgeschwindigkeit auf die Rückfederung und die gestreckte Länge von Biegebauteilen (OptiBend)</u>	91
<u>Entwicklung eines inhärent sicheren und energieeffizienten LSI-Prozesses (ISE-LSI)</u>	92
<u>Ermittlung der wesentlichen Fertigungsparameter für das AFJ-Polieren</u>	93
<u>Flexible Produktion von lichtoptischen Komponenten – FLEXI-Plant</u>	94
<u>HUSSA – Suche und Sicherung von daktyloskopischen Spuren</u>	95
<u>Kennwertbasierte Prozessoptimierung von Biege- und Schneidoperationen</u>	96
<u>PPS (Produktionsplanung und -steuerung) – Adaption an zirkadiane Leistungsschwankungen</u>	97
<u>Rapid Tooling – Spritzgießwerkzeugeinsätze</u>	98
<u>Robuste Prozesse für fehlerfreies Schweißen hochfester Stähle – PROFES</u>	99
<u>Tragfähigkeit Kronenradverzahnung</u>	100
<u>Verbesserte Energieausbeute beim Hartanodisieren</u>	101
<u>Weiterentwicklung des Hubzündungsbolzenschweißens mit Schutzgas</u>	102

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

## Elektroautomobil-Projekt MUTE



Links: MUTE-Frontansicht; rechts: MUTE bei der IAA 2011, am Stand von Bayern Innovativ

### PROJEKTLEITUNG



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik  
Boltzmannstr. 15  
85748 Garching bei München

### PROJEKTPARTNER



C-CON GmbH  
Technik  
www.c-con.de



Gerg Rapid Prototyping GmbH



IAV GmbH Niederlassung München  
www.iav.com

An der Technischen Universität München (TUM) wurde die Idee geboren, ein optimal auf die Kundenanforderungen und den Mobilitätsbedarf der Zukunft zugeschnittenes Elektrofahrzeug von Grund auf neu zu entwerfen, als Versuchsträger aufzubauen und zu erforschen. Das in Zusammenarbeit mit drei weiteren Projektpartnern entstandene Ergebnis: MUTE.

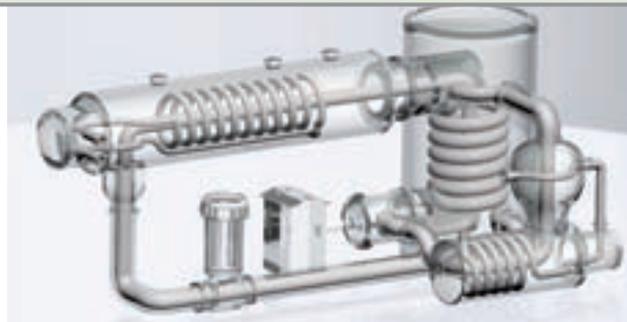
MUTE vereint Innovationen aus Wissenschaft und Forschung von 21 Lehrstühlen der TUM in einem Fahrzeug und dessen Anbindung an die Mobilitäts-Infrastruktur. In Zusammenarbeit mit den Projektpartnern wurde in der Zeit von Dezember 2010 bis Januar 2012 ein neues und innovatives Mobilitätskonzept mit einem Elektrokleinfahrzeug für den urbanen Einsatzbereich umgesetzt.

Wesentlicher Aspekt der Entwicklung war es, eine kostengünstige Breitenmobilität sicherzustellen. Der fahrfähige Demonstrator wurde auf der IAA 2011 vorgestellt. Das Fahrzeug ist hocheffizient, um einen geringen Energieverbrauch im Betrieb zu ermöglichen – angefangen bei niedrigem Gewicht über optimierte Aerodynamik hin zu energieeffizienten Komponenten. Durch das geringe Gewicht ist eine kleine Batterie ausreichend. Zusammen mit ausgereiften und preiswerten Komponenten kann so ein günstiges Fahrzeug für die Kunden erstellt werden. Zudem ist das Fahrzeug sicher, denn ein Fahrzeug, das wie ein Automobil aussieht, muss sich wie ein Automobil verhalten.

Aufgrund der vollständigen Neuentwicklung von Karosserie und Anbauteilen des Fahrzeugs entstanden diese Bestandteile in einer Kooperation mit den Projektpartnern, die den Aufbau der CFK-Komponenten am Fahrzeug begleiteten und die den Rahmen für das Elektrofahrzeug dank ihres Know-hows im Bereich Aluminiumverarbeitung mitentwickelten sowie Hilfe im Bereich der Einbindung der Beleuchtungstechnologie leisteten. Wesentliches Ziel des Forschungsprojektes war zu zeigen, dass Elektromobilität innerhalb mittelfristiger Zeiträume bezahlbar gestaltet werden kann.

# Entwicklung eines ORC-Minikraftwerks zur Abwärmenutzung

ENERGIE UND UMWELT



NEUE PROJEKTE

Schematisches Modell einer ORC-Anlage

Direktverdampfung und Mikro-Expansionsturbine sind vielversprechende Ansätze zur Entwicklung wirtschaftlicher ORC-Anlagen im kleinen Leistungsbereich.

Der Organic Rankine Cycle (ORC), ein auf organischen Fluiden basierender Dampfkraftprozess, ist im Bereich der Geothermie und der Stromerzeugung auf Basis von Biomasse bereits etabliert. Das große Potenzial industrieller Abwärme ist hingegen noch nicht vollständig ausgeschöpft, da derzeit lediglich Anlagen in einem Leistungsbereich größer 50 kWel verfügbar sind. Ziel des Projektes ist daher, ein Anlagenkonzept zwischen 15 und 30 kWel zu entwickeln.

Bei bisherigen konventionellen ORC-Anlagen wird die Wärmezufuhr in den ORC-Kreislauf über einen Thermoölkreislauf realisiert. Zudem werden als Expansionsaggregate überwiegend Scroll- oder Schraubenexpander eingesetzt. Wesentliche Nachteile dieses Standardkonzeptes bestehen zum einen in den erforderlichen Investitionen für den Thermoölkreislauf und der mit diesem Kreislauf erhöhten Anlagenkomplexität, zum anderen beeinträchtigen die geringen Wirkungsgrade der bisherigen Expansionsmaschinen die Wirtschaftlichkeit der Anlage.

Für das geplante ORC-Minikraftwerk wird durch systematisches Screening ein möglichst gut geeignetes organisches Fluid identifiziert. Zur Wärmeeinkopplung wird eine innovative Direktverdampfung entwickelt, und die Entspannung wird unter Einsatz einer ebenfalls neu zu entwickelnden, effizienten Mikro-Expansionsturbine realisiert.

Auf dieser Basis sind wirtschaftliche Vorteile gegenüber dem Standardkonzept zu erwarten. Die Funktionsfähigkeit sowie die Vorteile der Neuentwicklung werden anhand einer aufzubauenden Demonstrationsanlage aufgezeigt.

PROJEKTLEITUNG



Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik  
und Transportprozesse  
Universitätsstr. 30  
95444 Bayreuth  
Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann  
Tel. 0921 / 55-7161  
brueggemann@uni-bayreuth.de  
www.lttt.uni-bayreuth.de

PROJEKTPARTNER



DEPRAG SCHULZ GMBH u. CO.  
www.deprag.com



Hochschule Amberg-Weiden – Hochschule  
für angewandte Wissenschaften  
Fakultät Maschinenbau / Umwelttechnik



Hochschule Regensburg  
Fakultät Elektro- und Informationstechnik  
& Fakultät Informatik und Mathematik  
Seybothstr. 2  
93053 Regensburg

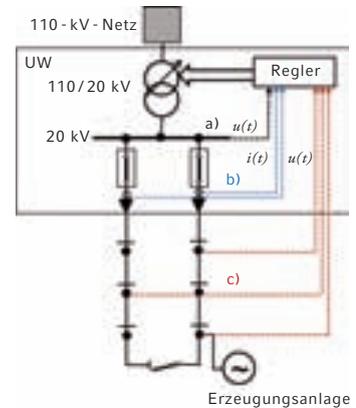


Maschinenfabrik Reinhausen GmbH  
Corporate Technologies  
www.reinhausen.com



REWAG Regensburger Energie- und  
Wasserversorgung AG und Co KG  
www.rewag.de

## Intelligente Spannungshaltung im Mittelspannungsnetz (ISM)



Links: Spannungsregler TAPCON260 für Netztransformatoren; rechts: Möglichkeiten der Spannungsregelung: a) Regelung auf die 20-kV-Sammelschienenspannung, b) Spannungsabfallkompensation mit Abgangsströmen, c) abgesetzte zeitaufgelöste Strom- und Spannungsmessung

Seit Einführung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) wurden in Bayern zahlreiche dezentrale Erzeugungsanlagen auf Basis erneuerbarer Energien, insbesondere im Bereich der Photovoltaik, installiert. In einigen Netzregionen kann in lastschwachen Zeiten die Spannungsqualität nicht mehr ausreichend gewährleistet werden.

Die zunehmende Stromeinspeisung aus dezentralen Erzeugungsanlagen ins Mittel- und Niederspannungsnetz stellt die Verteilnetzbetreiber (VNB) vor große Herausforderungen. Gemäß der EN 50160 ist eine mittlere Spannung von  $230 \text{ V} \pm 10 \%$  (max. 20 %) einzuhalten. Derzeit befindet sich die örtlich letzte Einrichtung zur Spannungsregelung am Übergabepunkt (Umspannwerk) zwischen dem Mittel- und Hochspannungsnetz. Da es ab der Mittelspannungsebene keine weitere Regeleinrichtung gibt, muss das zulässige Spannungsband auf das gesamte Mittel- und Niederspannungsnetz aufgeteilt werden, um alle Verbraucher mit einer normgerechten Spannung versorgen zu können.

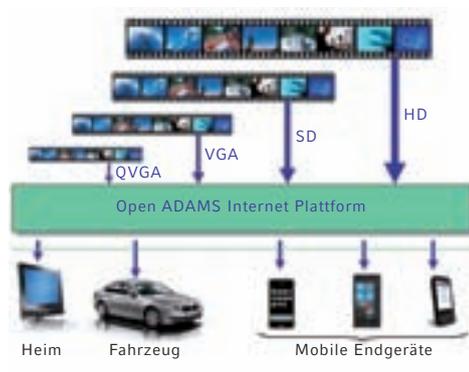
Der im Forschungsprojekt verfolgte Ansatz besteht darin, die Spannungsregelung im Umspannwerk intelligenter zu machen. Derzeitiger Stand der Technik ist die Regelung des Transformator-Stufenschalters im 110-kV-/20-kV-Umspannwerk mit einem festen Spannungswert an der 20-kV-Sammelschiene. Eine intelligente Spannungsregelung beruht darauf, die Spannungen an bestimmten Punkten im Mittelspannungsnetz

zu erfassen und dem Spannungsregler zuzuführen. Damit können vorhandene Reserven im Spannungsband ausgenutzt werden. Im Rahmen des Projektes sollen zunächst umfassende Daten aus dem Mittelspannungsnetz erfasst werden.

Damit können Aufbau und Topologie des Gesamtsystems abgeleitet, der Regelalgorithmus definiert und die Spannungsprofile von Mittelspannungsnetzen bei volatiler Einspeisung ermittelt werden. Für diese Aufgabe werden eine abgesetzte zeitaufgelöste Strom- bzw. Spannungsmessung, eine realitätstaugliche Kommunikationstechnik in Echtzeit und „smarte“ Algorithmen für intelligente Systeme entwickelt. Begleitet wird das Projekt durch Netzberechnungen und -analysen, die das Integrationspotenzial regenerativer Energieeinspeisungen in das Mittelspannungsnetz so optimieren, dass der Kostenaufwand für den Verbraucher reduziert wird.

# ADAMS – Forschung zur nahtlosen Mediennutzung

INFORMATIONSEN-  
UND KOMMUNIKATIONS-  
TECHNOLOGIEN



Links: Adaptive Streaming-Technologien stellen den optimalen Mediengenuss auf allen Endgeräten sicher; rechts: Die Bereitstellung der Medien auf dem gewünschten Wiedergabegerät erfolgt je nach Geräteeigenschaften und verfügbarer Datenrate

Filme, Musik und Mediatheken unterwegs und auf verschiedenen Geräten zu genießen, ist das Ziel des Forschungsprojektes „Adaptive Multimodal Streaming (ADAMS)“. ADAMS nutzt standardisierte Technologien und lässt so den Nutzer sein bevorzugtes Wiedergabegerät frei wählen: vom Fernseher, Smartphone und Tablet bis hin zum Auto.

Zudem streamt ADAMS die Medien nicht nur angepasst auf das jeweilige Endgerät, sondern inklusive der Information, an welcher Stelle zuvor unterbrochen wurde. Von besonderer Bedeutung ist die laufende Berücksichtigung der Netzqualität, sodass exakt die Datenmenge übertragen wird, die das Netz auch transportieren kann.

Das Ergebnis: Der Nutzer sieht seine Lieblingssendung auf seinem Lieblingsgerät in der optimalen Bildqualität und ohne Unterbrechungen weiter. Auf den Endgeräten wird der ADAMS-Player dafür sorgen, dass die Medien genau an der Stelle abgespielt werden, an der die Sendung vorher unterbrochen wurde. Der Player wird dabei nicht nur auf Computern, Tablets und Smartphones laufen, sondern lässt Nutzer Musikstücke über das in vielen Fahrzeugen bereits integrierte zentrale Informationsdisplay auswählen. Das System wird sich laufend auf die aktuelle Netzqualität einstellen und so für optimalen Mediengenuss sorgen.

Üblicherweise streamen Server Filme und Lieder mit der immer gleichen Datenrate. Der Nachteil: Reduziert sich die verfügbare Datenrate durch Bewegung in der Funkzelle oder konkurrierende Datenströme anderer Nutzer, so ruckelt oder pausiert die Wiedergabe des Films.

ADAMS nutzt hier adaptive Technologien, die kontinuierlich die Netzqualität überprüfen und die Daten bereits auf dem Server so transcodieren, dass nur die von Netz und Endgerät verarbeitbaren Daten verschickt werden. Dadurch erhält der Nutzer immer das Optimum: innerhalb eines guten WLANs HD-Qualität und bei geringer Netzabdeckung ein Bild mit niedriger Auflösung, aber dennoch ruckelfrei.

## NEUE PROJEKTE

### PROJEKTLEITUNG



Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der Kommunikationstechnik ESK  
Automotive  
Hansastraße 32  
80686 München

### PROJEKTPARTNER



Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS  
Audio  
www.iis.fraunhofer.de



G&L Geißendörfer & Leschinsky GmbH  
www.gl-systemhaus.de



Institut für Rundfunktechnik GmbH (IRT)  
Collaborative Reserach  
www.irt.de



Geschäftsführung  
Weptun GmbH  
www.weptun.de



SpaceNet AG  
www.space.net

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss  
Logistik (fml)  
Boltzmannstr. 15  
85748 Garching bei München

PROJEKTPARTNER

Autodesk GmbH



Bauer AG

illustrated architecture



Max Bögl Bauservice GmbH & Co. KG



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Computergestützte  
Modellierung und Simulation (CMS)



SSF Ingenieure  
SSF Ingenieure AG



Siemens Industry Software GmbH & Co. KG  
Siemens AG

RIB Information Technologies AG



PPI-Informatik

OBERMEYER PLANEN + BERATEN  
GMBH

# FAUST – Fertigungssynchrone Ablaufsimulation von Unikatbaustellen im städtischen Tiefbau



## Übersicht und Gliederung des Forschungsvorhabens

Im Projekt FAUST soll ein für die Praxis einsetzbares System für die baubegleitende simulationsgestützte Ablaufplanung im Spezialtiefbau entstehen. Hierbei werden neue Methoden entwickelt, um automatisiert Daten von der Baustelle zu erfassen und aus diesen den weiteren Baufortschritt vorherzusagen und zu visualisieren.

Baufaufgaben im innerstädtischen Bereich sind in der Regel hochkomplex. Bei gleichzeitig gesteigerter Produktivität der einzelnen Bauverfahren wird es immer schwieriger, sie effizient aufeinander abzustimmen und redundant zu planen. Die Vorausplanung des Bauablaufs und des Einsatzes von Ressourcen kann nicht exakt sein, weil der Bauablauf mit großer Wahrscheinlichkeit von einem idealisierten Soll abweichen wird, etwa durch unplanmäßige Bodenverhältnisse oder auch durch eine abweichende Geräteverfügbarkeit. Die möglichst realistische Abschätzung solcher Einflüsse sowie die zeitnahe Planungsanpassung werden meist dem Bauleiter und dessen Team überlassen.

Die „beste Lösung“ ist dabei vom persönlichen Geschick und den Erfahrungen der Beteiligten abhängig. Spezialisierte Planungstools existieren bislang nicht. Daher soll ein intelligentes System aufgebaut werden, welches durch rechnergestützte Simulationen des Bauablaufs eine weniger anfällige Bauausführung ermöglicht und die elektronisch ausgewerteten Daten systematisch für neue Planungen nutzt. Kern des Forschungs-

projektes ist somit der Aufbau einer intelligenten Ablaufsimulation, die ausgehend von einer optimalen Ausführungsplanung mögliche zeitliche und räumliche Kollisionen berücksichtigt.

Die Kombination der ereignisgesteuerten Ablaufsimulation und der Kinematiksimulation soll Kollisionsanalysen ermöglichen. Um die Planung außerdem fertigungssynchron anpassen zu können, muss der jeweils aktuelle Baustellenzustand integriert werden. Hierfür ist zu untersuchen, welche Ist-Daten aus der Bauausführung verfügbar und für die Planungsanpassung nutzbar gemacht werden können. Die Darstellung der virtuellen Realität (VR) soll schließlich für die nötige Akzeptanz bei den Beteiligten sorgen, wodurch auch Planungsänderungen schneller und besser umgesetzt werden können.

# KOLIBRI: KOoperative Lichtsignaloptimierung – BayeRisches Pilotprojekt

INFORMATIONSEN-  
UND KOMMUNIKATIONS-  
TECHNOLOGIEN



Zyklische Qualitätsprüfung und -optimierung in KOLIBRI

Ziel des Projektes ist es, die Versatzzzeiten von Lichtsignalanlagen zu verbessern, die lokalen Progressionsgeschwindigkeiten zu optimieren und das individuelle Fahrverhalten durch fahrzeuginterne Bereitstellung der aktuellen Progressionsgeschwindigkeiten anzupassen.

Halte an Ampelanlagen und die damit verbundenen Brems- und Beschleunigungsvorgänge verlängern Fahrzeiten und erhöhen Kraftstoffverbrauch und Lärmemissionen. Mittels „grüner Welle“ werden für mehrere Lichtsignalanlagen („Ampeln“) die Rot- und Grünphasen so abgestimmt, dass Fahrzeuge mit korrekter Geschwindigkeit in der Grünphase bleiben.

Auf Landstraßen ist dies schwieriger zu realisieren als innerorts, da die Abstände der Lichtsignalanlagen größer sind und die Abstände zwischen Fahrzeugen und deren Geschwindigkeiten stärker streuen.

Im Projekt KOLIBRI entwickeln Forscher intelligente Steuerungen für Lichtsignalanlagen für Strecken außerhalb von Ortschaften. Zunächst wird eine Systemarchitektur entwickelt, um die unterschiedlichen Lichtsignalanlagen mittels Mobilfunk mit einer Zentrale zu verbinden. Von dort können aufbereitete Daten an Fahrzeuge (Bordcomputer oder Smartphones) weitergegeben werden, wo eine Applikation (App) dem Fahrer Empfehlungen zur optimalen Geschwindigkeit liefert.

Erstmals sollen dabei auch Informationen aus Fahrzeugen als Korrekturgrößen in die Steuerung der Lichtsignalanlagen außerorts eingehen.

Für die unterschiedlichen Projektphasen wird der Verkehrsablauf auf Teststrecken im Norden Münchens und in der Nähe von Regensburg analysiert und die Qualität der Steuerung verbessert. Die Strecken werden in einem Simulator reproduziert, sodass verschiedene Methoden der Verkehrsbeeinflussung simuliert werden können, ohne in das reale Verkehrsgeschehen eingreifen zu müssen.

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



TRANSVER GmbH  
Verkehrsforschung und Beratung  
Maximilianstraße 45  
80538 München

PROJEKTPARTNER



BMW AG  
Verkehrstechnik und  
Verkehrsmanagement  
[www.bmwgroup.com](http://www.bmwgroup.com)

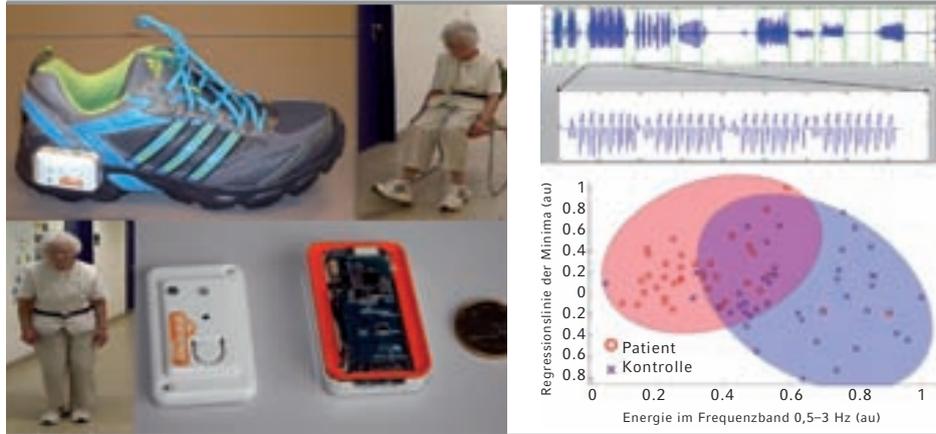
Oberste Baubehörde im Bayerischen  
Staatsministerium des Inneren  
Sachgebiet IID4 (mit ZVM)



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Ergonomie  
[www.ergonomie.tum.de](http://www.ergonomie.tum.de)

## Rechnergestützte biometrische Ganganalyse

### NEUE PROJEKTE



### PROJEKTLEITUNG

  
ASTRUM IT GmbH  
Geschäftsführung  
Am Wolfsmantel 46  
91058 Erlangen

Links: Sportschuh mit angebrachter Inertialsensorik. Dieser Sensorschuh wird von Patienten getragen, während standardisierte Übungen durchgeführt werden. Die Sensordaten werden drahtlos an ein Empfangssystem (Notebook, Smartphone) übertragen; rechts: Rohsignal des Gyroskopsensors in Sagittalebene während der standardisierten Übungen und darunter vergrößert beim Gehen (oben). Zwei Merkmale, die gegeneinander aufgetragen Unterschiede zwischen Parkinson-Patienten und Kontrollen erkennen lassen

Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines unabhängigen und objektiven Ganganalyse-systems für Bewegungsambulanzen und niedergelassene Ärzte, das die Versorgung eines Patienten in allen Stadien seiner Bewegungserkrankung verbessert.

### PROJEKTPARTNER



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Mustererkennung  
[www5.informatik.uni-erlangen.de](http://www5.informatik.uni-erlangen.de)



Universitätsklinikum Erlangen  
Abteilung für Molekulare Neurologie  
[www.molekulare-neurologie.uk-erlangen.de](http://www.molekulare-neurologie.uk-erlangen.de)

Bewegungsstörungen sind ein zentraler Faktor, der die individuelle Lebensqualität beeinträchtigen kann. Mit zunehmendem Alter erhöht sich die Häufigkeit von Gangstörungen, die bei Bewegungserkrankungen wie dem Parkinson-Syndrom eine wichtige Rolle spielen. Die Ganganalyse mittels mobiler Biosensoren zielt darauf ab, diese mit dem Gehen verknüpften Bewegungsstörungen frühzeitig zu erkennen und objektiv zu beurteilen.

Durch die Entwicklung eines sensorbasierten Systems zur automatisierten Datenaufzeichnung soll neben der Frühdiagnose auch ein kontinuierliches Monitoring der Patienten ermöglicht und die im Verlauf der Krankheit auftretende Sturzgefahr erkannt werden.

In die Schuhe des Patienten werden Bewegungssensoren integriert, die unterschiedliche Gangparameter aufzeichnen. Hierbei handelt es sich vor allem um Inertialsensorik, wie sie heutzutage schon in Mobiltelefonen vorhanden ist. Mit Methoden der Mustererkennung werden relevante Merkmale aus diesen Sensordaten erfasst und ausgewertet. Der Therapeut erhält detaillierte und objektive

Echtzeitinformationen über die Einschränkungen des Gangbildes, die er als Grundlage für seine Diagnose und Therapie heranziehen kann. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines unabhängigen und objektiven Ganganalyse-systems für Bewegungsambulanzen und niedergelassene Ärzte, welches die Versorgung eines Patienten in allen Krankheitsstadien verbessert.

Hierdurch wird die Grundlage gelegt, um auch mobile, anwenderfreundliche Systeme für das Monitoring der Patienten in ihrer Alltagsumgebung weiterzuentwickeln. Die rechnergestützte biometrische Ganganalyse beim Parkinson-Syndrom dient als „Proof-of-Concept“ und kann auch für andere häufige Gangstörungen (z. B. orthopädische und chirurgische Erkrankungsbilder) angewendet werden.



Multicore-Prozessoren stellen neue Herausforderungen an die Aufgabenverteilung (Scheduling), an Kommunikationswege und Datenaustausch über verschiedene Speicherbausteine, an die funktionale Sicherheit sowie die Vermeidung von Deadlocks dar.

Im Projekt S<sup>3</sup>Core soll ein Beitrag zur Verbesserung der Robustheit und Zuverlässigkeit der Softwarearchitektur von Embedded-Multicore-Processor-Systemen geleistet werden.

Das Forschungsprojekt S<sup>3</sup>CORE – „Entwicklung von Scheduling-Verfahren und Kommunikationsmechanismen für sicherheitskritische Multicore-Echtzeit-Systeme sowie Verfahren zur Analyse und Bewertung derer Echtzeitanforderungen“ hat sich das Ziel gesetzt, Methoden und Mechanismen zu entwickeln, die Multicore-Prozessor-Technologie im Embedded-Systems-Bereich wirtschaftlich anwendbar machen, und die durch Multicore-Prozessoren gegebenen Potenziale voll auszuschöpfen, um somit die Zuverlässigkeit technischer Systeme signifikant und nachhaltig zu steigern.

Eingebettete Systeme unterliegen neben den funktionalen Anforderungen besonders nicht-funktionalen Qualitätsanforderungen wie Effizienz, Zuverlässigkeit und Echtzeitfähigkeit. Einprozessorsysteme werden diesbezüglich in hoher Qualität entwickelt, und entsprechende Scheduling-Algorithmen zur Einhaltung aller Echtzeitanforderungen bei maximaler Systemauslastung existieren. Mit steigendem Bedarf an Rechenkapazität können bisherige Konzepte zur Leistungssteigerung von Single-core-Systemen jedoch nicht mehr eingesetzt werden – der Umstieg auf Multicore-Systeme wird erforderlich.

Multicore-Systeme bieten damit eine Alternative zur Leistungssteigerung – bei gleich bleibender Taktfrequenz. Sie erfordern jedoch neue Mechanismen für das effiziente Aufteilen der Software-Prozesse auf die Prozessorkerne unter Einhaltung aller Echtzeitanforderungen, das Scheduling von Tasks.

## NEUE PROJEKTE

### PROJEKTLEITUNG



Hochschule für  
angewandte Wissenschaften  
Laboratory for Safe and Secure Systems  
Seybothstraße 2  
93025 Regensburg

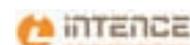
### PROJEKTPARTNER



Continental Automotive GmbH  
Powertrain Engine Systems



Continental Automotive GmbH  
Interior Body & Security



Intence automotive electronics GmbH



Elektronik Sicherheit  
TÜV Süd Automotive GmbH



Timing-Architects Embedded Systems  
GmbH  
[www.timing-architects.com](http://www.timing-architects.com)

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Schaltungen IIS  
Entwicklungszentrum Röntgentechnik  
EZRT  
Dr.-Mack-Straße 81  
90762 Fürth

PROJEKTPARTNER



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Informatik 3  
(Rechnerarchitektur)



intelligeNDT Systems & Services GmbH

## ZERPA – Zerstörungsfreie Prüfung auf hetero- genen Parallelrechner-Architekturen



Links: Ultraschallsonde für die Prüfung von Eisenbahn-Hohlwellen. Die Sonde enthält zwei Phased-Array-Prüfköpfe zur Erkennung von Umfangsfehlern und drei konventionelle Prüfköpfe zur Detektion von axialen Fehlern; rechts: Röntgen-Computertomographie erlaubt die zerstörungsfreie Untersuchung von vielerlei Bauteilen. Dargestellt sind die nach Größe farblich kodierten Poren innerhalb eines Gussteiles

Das Projekt ZERPA widmet sich den programmier- und rechentechnischen Herausforderungen in der automatisierten zerstörungsfreien Prüfung (ZfP). Im Fokus des Projektes stehen zwei verbreitet eingesetzte Verfahren: die Röntgen- und die Ultraschallprüfung.

Die hohen rechentechnischen Anforderungen in der ZfP, insbesondere aufgrund hochpräziser 3D-Verfahren, sollen durch die transparente Nutzung moderner Grafikprozessoren und im Rahmen des Projektes zu entwickelnder Parallelrechentechniken erfüllt werden. Die damit verbundene erhebliche Komplexität bei der Programmierung soll durch ein Programmierungs-Framework deutlich reduziert werden.

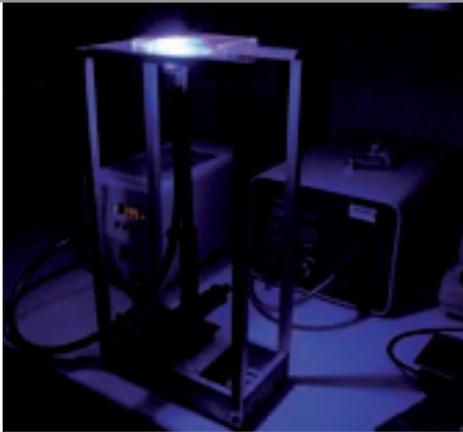
Ausgerichtet auf die Klasse der bei der Materialprüfung erforderlichen Operatoren, soll das Framework eine aus Grafikprozessoren und Standard-Multikernarchitekturen bestehende, heterogene Parallelrechnerarchitektur transparent erschließen sowie zukünftige Leistungssteigerungen durch den Einsatz von FPGAs berücksichtigen. Idealerweise sollten diese Veränderungen keine Neuprogrammierung der Auswerteverfahren im Falle einer Änderung der Systemanforderungen oder der verfügbaren Recherausstattung erforderlich machen.

Das System soll auf diese Veränderung skalierbar und adaptiv, d. h. in einer für den Benutzer transparenten Weise reagieren können.

Diese Eigenschaft der Adaptivität gegenüber Veränderungen an der Hardware ermöglicht nicht nur eine Nutzung als Parallelisierungswerkzeug, sondern auch als Designwerkzeug. Notwendige Ressourcen für das Archivieren sowie für Datenverteilung und -auswertung in zukünftigen ZfP-Geräten können so besser als bisher abgeschätzt werden. Dadurch werden wertvolle Designhinweise ermittelt, welche Anforderungen durch die Hardware und welche durch die Software eines neuen Gerätes gelöst werden müssen.

# Innovatives Desinfektionsverfahren auf Basis der Photodynamik

LIFE SCIENCES



Links: Bestrahlung von Mikroorganismen im Labor; rechts: Spezielle Farbstoffe erzeugen unter Belichtung reaktive Sauerstoffspezies, die unterschiedlichste Mikroorganismen effektiv abtöten

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Universitätsklinikum Regensburg  
Dermatologie  
Franz-Josef-Strauß Allee 11  
93053 Regensburg

Die Kombination von sichtbarem Licht, speziellen Farbstoffen und Sauerstoff macht es in der antimikrobiellen Photodynamik möglich, unterschiedlichste Mikroorganismen wie Sporen oder multiresistente Bakterien schnell und effektiv abzutöten.

PROJEKTPARTNER



Krones AG  
www.krones.com



Sensorik-Bayern GmbH



Universität Regensburg  
Institut für Organische Chemie

Im „New England Journal of Medicine“ wurde unlängst gewarnt, dass Mikroorganismen die Sieger der Evolution seien. Schon heute versagen herkömmliche antimikrobielle Maßnahmen immer mehr, und multiresistente Mikroorganismen stellen die Medizin vor größte Probleme. Auch in der Lebensmittelindustrie müssen immer aggressivere Chemikalien eingesetzt werden, um eine ausreichende Desinfektion zu erreichen. In Getränkeabfüllanlagen werden Peressigsäure oder Wasserstoffperoxid verwendet, was zu einer Umweltbelastung und hohem Energie- und Trinkwasserverbrauch führt. Eine erfolgversprechende Alternative ist die photodynamische Inaktivierung von Mikroorganismen. Farbstoffe, sogenannte Photosensibilisatoren, erzeugen unter Lichtanregung hochreaktive Sauerstoffspezies, die Mikroorganismen effektiv abtöten.

Ziel des Projektes ist es, die Inaktivierung von Mikroorganismen mit Hilfe der Photodynamik erstmalig in der Getränkeabfüllung zu implementieren. Für diesen Einsatz muss der verwendete Photosensibilisator lebensmittelecht und für verschiedene Mikroorganismen wie Bakterien, Pilze und Sporen hochwirksam

sein. Zudem muss der gesamte Desinfektionsprozess innerhalb weniger Sekunden durchzuführen sein, um für diese industrielle Anwendung geeignet zu sein.

Zunächst werden geeignete Photosensibilisatoren synthetisiert sowie hinsichtlich ihrer antimikrobiellen Wirkung gegen verschiedene Mikroorganismen unter Laborbedingungen getestet. Danach sollen Photosensibilisatoren auf Wirksamkeit gegenüber verkeimten Oberflächen (Sprüh- und Punktverkeimung) getestet und optimiert werden. Zuletzt wird die technologische Machbarkeit des Verfahrens exemplarisch am Labormuster der Flaschendesinfektion untersucht. Die Kombination von sichtbarem Licht, speziellen Farbstoffen und Sauerstoff macht es in der antimikrobiellen Photodynamik möglich, unterschiedlichste Mikroorganismen wie Sporen oder multiresistente Bakterien schnell und effektiv abzutöten.



## Innovatives Zoonose-Monitoring bei Schlachtschweinen



Analysenplattform MCR 3

In diesem Projekt soll für die schnelle, umfassende Sicherung der Fleischhygiene ein Multianalyse-Chip entwickelt werden, der Zoonose-Antikörper im Fleischsaft detektieren kann. Dazu wird ein Chemilumineszenz-Multiplex-Immunoassay entwickelt, der auf einem rekombinanten Antigen (rAG)-Mikroarray-Chip basiert.

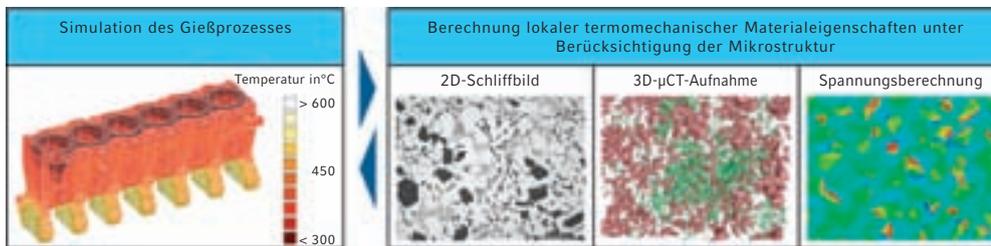
An die Produktion von Lebensmitteln, insbesondere tierischer Herkunft, werden hohe Anforderungen bezüglich der Produktsicherheit und Prozesshygiene gestellt. Der Fokus der Lebensmittelüberwachungsbehörden und der Verbraucher liegt in der Vermeidung von lebensmittelhygienisch bedingten Erkrankungen.

Eine Gewährleistung des Verbraucherschutzes und der Lebensmittelsicherheit ist durch eine frühzeitige Erkennung von Zoonose-Erregern und des daraus resultierenden reduzierten Eintrags dieser Erreger in die Lebensmittelkette zu geben.

Bisher routinemäßig angewandte Untersuchungsverfahren für den Nachweis lebensmittelhygienisch relevanter Erreger weisen den Einzelerreger nach. Diese Verfahren sind zeit- und kostenintensiv. Analysezeiten und Kosten können durch den Einsatz hochparalleler Analyseverfahren wie z. B. analytischer Mikroarrays drastisch gesenkt werden.

Das Ziel dieses Projektes liegt in einem parallelen Nachweis erregerspezifischer Antikörper (IgG) lebensmittelhygienisch relevanter Bakterien (*Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., enteropathogener *Yersinia* spp.), Viren (Hepatitis-E-Virus) und Parasiten (*Trichinella* spp., *Toxoplasma* spp. und *Taenia solium*) mittels Antigen-Mikroarrays. Hierdurch soll ein umfassendes Monitoring in den Schweinemastbetrieben mit dem Ziel ermöglicht werden, den Eintrag dieser Zoonose-Erreger in die Lebensmittelkette zu minimieren. Als Probenmaterial kommt sowohl Serum als auch Fleischtropfsaft des Schlachtschweines zum Einsatz.

Die Durchführung des Chemilumineszenz-Multiplex-Immunoassays erfolgt auf der Analysenplattform MCR 3, wobei ein automatisierter, schneller und kostengünstiger Test angestrebt ist.



Kopplung von Gießprozesssimulation und mikromechanischen Modellierungsansätzen zur Vorhersage lokaler thermomechanischer Eigenschaften von Aluminium-Silizium-Gusslegierungen

Das Forschungsprojekt zielt darauf ab, den Zusammenhang zwischen der Gießprozesssimulation und der Vorhersage des thermomechanischen Schädigungsverhaltens für Aluminium-Silizium-Gussbauteile herzustellen. Langfristiges Ziel ist die betriebsfeste Auslegung von Aluminium-Silizium-Bauteilen.

Aluminium-Silizium-Gusslegierungen bieten eine Vielzahl an Vorteilen und werden zunehmend zur Herstellung von hoch belasteten Motorenkomponenten wie beispielsweise Zylinderköpfen oder Zylinderkurbelgehäusen eingesetzt. Derartige Bauteile unterliegen während des Betriebes zyklisch auftretenden thermomechanischen Belastungskollektiven, die in hoch belasteten Bauteilbereichen zum Versagen in Form von thermomechanischer Ermüdung führen können und derzeit erhöhte Ausschussraten verursachen.

Der fortwährende Trend hin zu steigenden Leistungsdichten und Zünddrücken bei gleichzeitiger Umsetzung von Leichtbaustراتيجien wird die thermomechanische Belastung der Motorkomponenten weiter erhöhen. Folglich muss die thermomechanische Ermüdung derartiger Bauteile immer genauer modelliert und vorhergesagt werden.

Die Zielsetzung innerhalb des Forschungsprojektes besteht darin, den Zusammenhang zwischen der Gießprozesssimulation und der Vorhersage des thermomechanischen Schädigungsverhaltens für Aluminium-Silizium-

Gussbauteile herzustellen. Dadurch kann die Aussagekraft der Simulation enorm gesteigert werden.

Weiterhin soll untersucht werden, welche Sensitivität das Gussgefüge und die daraus resultierenden effektiven thermomechanischen Eigenschaften in Bezug auf die vorherrschenden Gießprozessparameter aufweisen. Im Gegensatz zu bisherigen Modellierungsansätzen, die alle wenig erfolgreich waren, wird im Rahmen dieses Forschungsvorhabens ein mikromechanisches Modell ( $\mu$ -FE-Modell) eingesetzt.

Die Parameter dieses  $\mu$ -FE-Modells sind erst durch das seit Kurzem verfügbare Messverfahren der Neutronendiffraktometrie bestimmbar. Das langfristige Ziel dieses Multiskalenansatzes ist die betriebsfeste Auslegung von Aluminium-Silizium-Bauteilen.

## PROJEKTLEITUNG

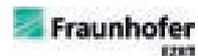


Technische Universität München  
Lehrstuhl für Umformtechnik und Gießereiwesen  
Walther-Meißner-Straße 4  
85748 Garching  
www.utg.de

## PROJEKTPARTNER



www.bmw-werk-landshut.de



Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Entwicklungszentrum Röntgentechnik  
www.iis.fraunhofer.de



Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.  
Fraunhofer ITWM  
www.itwm.fraunhofer.de



Forschungszentrum Heinz Maier-Leibnitz (FRM II)  
Technische Universität München  
www.frm2.tum.de



RWP GmbH  
www.rwp-simtec.de

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Wissenschaftliche Services  
und Transfer (ZeWiS)  
Würzburger Straße 45  
63743 Aschaffenburg

Prof. Dr.-Ing. Hartmut Bruhm  
Tel. 0 60 21 / 4602-819  
hartmut.bruhm@h-ab.de

Prof. Dr.-Ing. Alexander Czinki  
Tel. 0 60 21 / 4602-909  
alexander.czinki@h-ab.de  
www.h-ab.de/goto/forterob

PROJEKTPARTNER



Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Lehrstuhl für Informatik VII  
www7.informatik.uni-wuerzburg.de



Metallbau Heidenau GmbH  
GF  
www.metallbau-heidenau.com



Reis GmbH & Co.KG Maschinenfabrik  
Entwicklung Steuerungs-Software  
www.reisrobotics.de

## ForTeRob – Force controlled Teleoperated Machining with Standard Industrial Robots



Roboter während der Schleifbearbeitung (Metallbau Heidenau)

Für die Robotikindustrie ist die Weiterentwicklung und industriennahe Umsetzung von Kraftregelungen ein wichtiger Schritt zur Erschließung neuer Anwendungsgebiete. Insbesondere für robotergestützte Materialbearbeitungsprozesse wie Schleifen und Polieren ist diese Funktionalität unabdingbar.

Der Einsatz der Kraftregelung im Bereich der Industrierobotik wird derzeit noch durch eine Reihe technologischer Hemmnisse erschwert.

Das Projekt ForTeRob soll vor dem Anwendungshintergrund des kraftsensitiven Schleifens und Polierens mit Industrierobotern einen Forschungsbeitrag leisten und wesentliche Einführungshemmnisse beseitigen. ForTeRob setzt dabei auf eine Kombination aus innovativen Kraftregelansätzen und Telematik-basierter Unterstützung der Endanwender. Der Lösungsansatz soll auf der Basis von prototypischen Implementierungen und realitätsnahen Tests erforscht werden.

Die Haupt-Projektziele sind:

- Die Entwicklung und Erprobung neuartiger Ansätze zur Kraftregelung von Industrierobotern, die die mechanischen Eigenschaften der Achsen gezielt ausnutzen und somit eine besonders feinfühlig und agile Kraftführung erlauben.
- Die Untersuchung der Möglichkeit einer sensorlosen Kraftführung.
- Die Entwicklung und Evaluation einer telematischen Kontrollschnittstelle, die es einem

Experten erlaubt, den Anwender bei der kraftsensitiven Werkstückbearbeitung zu unterstützen und entsprechende roboterbasierte Fertigungsprozesse aus der Ferne zu begleiten.

# RECORDS



Links: Shearografie-Technologie, mit der innen liegende Beschädigungen erkannt werden können. Verformungen mit einer Größe von wenigen Mikrometern werden bei Belastung sichtbar, was bei der zerstörungsfreien Prüfung auf tiefer liegende Fehler schließen lässt; rechts: GF16-Kran (Grip Factory) in Leichtbauweise, der für das RECORDS-Projekt umgebaut und mit einer gyroskopisch kontrollierten und kabellosen Plattform ausgestattet wird

Die Vermessung und virtuelle Darstellung von Bauteilen ist im Bauwesen, Immobiliensektor und Kulturgüterschutz unverzichtbar. Technische Probleme ergeben sich dabei durch große Höhen, schlechte Zugänglichkeit und geringe Nutzlast der Böden. Hier möchte RECORDS Abhilfe leisten.

Am Bau betreffen die am häufigsten nachgefragten Messaufgaben Abmessungen und Geometrien oder den Status und die Eigenschaften von Werkstoffen. Dabei ist nicht die Messtechnik an sich das Problem: Vielmehr ist es die Qualität und Kontrolle der Messung, die nicht im Labor oder der Technikhalle stattfindet.

In historischer Umgebung verlangt man zudem, dass Messungen einerseits die Nutzung nicht beeinträchtigen, andererseits jedoch schnell, zuverlässig, kostengünstig, zerstörungsfrei und berührungslos sind. An diesem Punkt setzt RECORDS an.

Zunächst wird ein Kran in Leichtbauweise konstruiert, der schwingungsempfindliche Material- und Oberflächenanalysen in größeren Höhen erlaubt. Verwendet wird ein modulares System aus der Filmindustrie, das künftig über eine multifunktionale Plattform verfügt, die gyroskopisch kontrolliert ist, für den kabellosen Betrieb und softwarebasierten Schwingungsausgleich adaptiert und für optische Messtechniken ausgelegt wird (3D-Scanning, Fotografie, IR-Thermografie).

Messtechnische Innovationen betreffen die Topografiemessung (Streifenprojektion) und die Shearografie (Laser-Speckle-Technik): Neben der hoch aufgelösten 3D-Abbildung soll die zerstörungsfreie Prüfung ausgewählter Werkstoffe oder Objekte an entfernten Punkten möglich werden.

Im weiteren Verlauf steht die komplementäre Architektur- und Konstruktionsanalyse im Fokus. Dazu werden das ferngesteuerte 3D-Scanning und die multispektrale Bildaufnahme mit IR-thermografischen Verfahren kombiniert. Für Letztere wird eine flexible und robuste Kamera entwickelt und gebaut, welche die passive Thermografie, die Puls-Thermografie und die Taupunkt-Bestimmung vom Kran aus gestattet.

Der Clou des Projektes liegt in der Verschneidung bildgebender Messdaten an schwer zugänglichen Orten, die es bislang so nicht gibt.

## MECHATRONIK

### NEUE PROJEKTE

#### PROJEKTLÉITUNG



Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
Institut für Archäologie, Denkmalkunde  
und Kunstgeschichte, Restaurierungswissenschaft in der Baudenkmalpflege  
[www.uni-bamberg.de](http://www.uni-bamberg.de)

#### PROJEKTPARTNER



Beckett & Beckett photography  
[www.beckettphotography.com](http://www.beckettphotography.com)



Grip Factory Munich GmbH  
[www.g-f-m.net](http://www.g-f-m.net)



IRCAM GmbH  
Geschäftsführung  
[www.ircam.de](http://www.ircam.de)



Steinbichler Optotechnik GmbH  
[www.steinbichler.de](http://www.steinbichler.de)

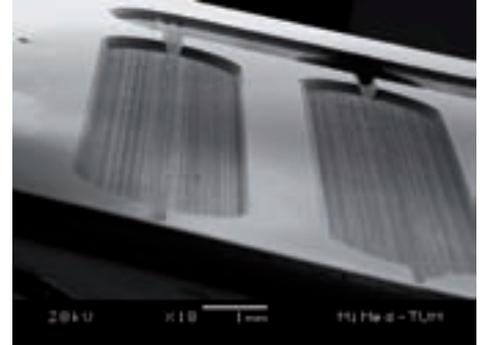
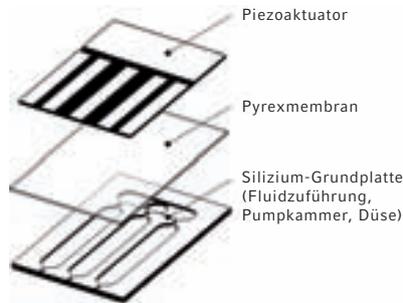


Technische Universität München  
Lehrstuhl für Mikrotechnik und  
Medizingerätetechnik  
Boltzmannstr. 15  
85748 Garching



Voxeljet Technology GmbH

## Entwicklungsumgebung für Piezomembrandruckköpfe



Links: schematische Darstellung des Piezomembrandruckkopfes. Da das Fluid durch die Pyrex-Membran nicht direkt in Kontakt mit dem Piezoaktor steht, ist dieser Aufbau chemisch sehr resistent;  
rechts: Rasterelektronenmikroskopische Aufnahme der Silizium-Grundplatte mit Düse, Pumpkammer, Drossel und Fluidzuführung

Ziel des Projektes ist es, eine Entwicklungsumgebung zu schaffen, die das Design von Piezomembrandruckköpfen aus den Randbedingungen für die gewünschte Anwendung ableitet.

Die Dosierung geringster Fluidmengen unter dem Einsatz des Drop-on-Demand-Verfahrens ist nicht nur in kommerziellen Anwendungen wie zum Beispiel der Home/Office-Drucktechnik wichtig, sondern bietet auch Möglichkeiten, neue Technologien zu entwickeln. So spielen beispielsweise im Mikro-3D-Druck phasenübergreifende und aggressive Medien wie Lösungsmittel oder in der Medizintechnik Flüssigkeiten, die mit Partikeln versetzt sind und kontrolliert abgegeben werden, eine bedeutende Rolle.

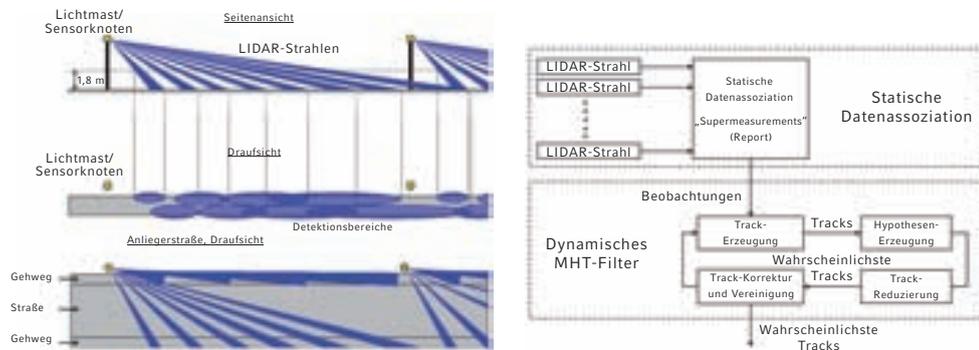
Hierbei ist die Stabilität der erzielten Tropfenparameter von essenzieller Bedeutung. Tropfenerzeuger, die auf unterschiedliche Fluide anpassbar sind, werden in heutiger Zeit immer wichtiger. Es ist daher von entscheidender Relevanz, die Tropfenbildung in einen planbaren Prozess zu überführen und die Tropfenmassen, -volumen und Massenströme exakt einstellen zu können.

Das Ziel des Projektes ist es, eine Entwicklungsumgebung auf Basis verifizierter Untersuchungen zu schaffen, die aus den Randbedingungen für die gewünschten Anwendungen das Design von Einweg-Druck-

köpfen ableitet. Hierbei wird auf einen Piezomembrandruckkopf zurückgegriffen. Eingangsgroßen sind Tropfenparameter sowie Kenndaten des verwendeten Fluids. Ermittelt werden die Dimensionierung des Druckkopfs und die notwendigen Ansteuersignale. Gefertigt werden die Druckköpfe kostensparend im Rapid-Prototyping-Verfahren, um sowohl den Entwurf zu validieren als auch Testmuster für neue Anwendungen zu erstellen.

# Smarte Sensorik für bedarfsgerechte Straßenbeleuchtungen

NEUE PROJEKTE



Links: beispielhafte LIDAR-Strahlen-Konfiguration zur Erfassung von Personen auf einem Gehweg bzw. auf Gehwegen an beiden Straßenseiten sowie von Fahrzeugen auf der Straße; rechts: Flussdiagramm eines Mehrstrahl-Multi-Target-Tracking-Algorithmus, bestehend aus statischer Datenassoziation der Abstandsmessdaten mehrerer LIDAR-Strahlen sowie dynamischem Multi-Hypothesen-Tracking (MHT)-Filter

Zur Ermittlung der Energie- und Kosten-Effizienz sensorgesteuerter bedarfsgerechter Straßenbeleuchtungen werden neuartige vernetzte Infrarot-LIDAR-Abstandssensoren sowie alternative Ansätze im praktischen Einsatz untersucht und das Einsparpotenzial in einer Stadt oder Region abgeschätzt.

Derzeit sind in Deutschland etwa neun Millionen Straßenleuchten mit einem Gesamtenergiebedarf von jährlich rund 4 TWh im Einsatz. Mit sensorgestützter und individueller Steuerung der Lichtstärke lassen sich bedarfsgerechte Straßenbeleuchtungen realisieren.

Für signifikante Energie- und Kosteneinsparungen bei gleichzeitig hoher Sicherheit und hohem Komfort werden dazu neuartige, großflächig anwendbare, besonders zuverlässige und kosteneffiziente Sensorlösungen benötigt. Dazu werden vernetzte abstandsmessende Infrarot-LIDAR-Sensoren (LIDAR: light detection and ranging) mit vergleichsweise großen Reichweiten und Erfassungsbreiten vorgeschlagen und ihre praktische Einsatztauglichkeit sowie der Kosten-Nutzen-Aspekt mit anderen Ansätzen (Kamera, passive IR-Bewegungsmelder, Radar) verglichen.

Eine beispielhafte einfache Situationsskizze mit an zwei benachbarten Lichtmasten angebrachten Sensoren zeigt Abbildung 1. Grundlage für die Erfassung der Anwesenheit von Personen oder Fahrzeugen (Ziele) und ihrer voraussichtlichen Bewegungsbahnen bildet

die Messung der Abstände zu einem oder mehreren Zielen nach dem Impuls-Echo-Verfahren sowie die zusätzliche Nutzung der LIDAR-Strahlprofile und Feinstruktur der Echosignale.

Aus Kostengründen wird eine möglichst geringe Anzahl von vernetzten LIDAR-Sensoren bzw. LIDAR-Strahlen angestrebt. Durch probabilistische Ansätze und Merkmalsfusion sollen Bewegungsbahnen von Personen und Fahrzeugen zuverlässig vorhergesagt und nur die gerade benötigten Leuchten auf volle Lichtstärke gebracht werden. Abbildung 2 zeigt das Flussdiagramm des Tracking-Algorithmus, bestehend aus statischer Datenassoziation der Abstandsmessdaten mehrerer LIDAR-Strahlen sowie dynamischem Multi-Hypothesen-Tracking-Filter.

PROJEKTLEITUNG



Universität der Bundeswehr München  
Lehrstuhl für Sensorik und Mess-Systeme  
Werner-Heisenberg-Weg 39  
85577 Neubiberg

PROJEKTPARTNER

INGENIEURBÜRO SPIES  
ELEKTRONIK DATENTECHNIK SYSTEMLÖSUNGEN  
Ingenieurbüro Spies  
www.ib-spies.de



Stadt Nürnberg  
Servicebetrieb Öffentlicher Raum (SÖR)  
– Elektrotechnik, Stadtbeleuchtung

## PROJEKTLEITUNG



Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Systeme und Bauelementetechnologie  
IISB

Abteilung Technologie

Schottkystraße 10

91058 Erlangen

## PROJEKTPARTNER



Semikron Elektronik GmbH & Co. KG

## Zuverlässige Systeme durch passive Siliziumbauelemente



Aufnahme eines gebondeten, monolithisch integrierten RC-Bedämpfnetzwerks

Das Projekt zielt auf eine Erhöhung der Systemzuverlässigkeit in leistungselektronischen Modulen durch die monolithische Integration passiver Bauelemente ab. Dies soll anhand von Niederspannungsmodulen für Hybrid-, Elektrofahrzeuge und die Automobilelektronik verifiziert werden. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Siliziumtechnologie bei der Herstellung der passiven Bauelemente.

Zur Bedämpfung von Schaltvorgängen in modernen Leistungsmodulen werden Kapazitäts-Widerstands (RC)-Netzwerke verwendet. Während die leistungselektronischen Schalter als ungehäuste Bauelemente direkt auf das Trägersubstrat aufgelötet werden, ist für das Aufbringen der diskreten Bedämpfnetzwerke (SMD-Technologie) ein gesonderter Lötprozess notwendig.

Dies führt zu erhöhter Nacharbeit und zu einer zusätzlichen Beanspruchung der Löt-schichten in den bereits montierten Leistungsschaltern. Beide Arbeitsschritte sind einer hohen Zuverlässigkeit abträglich. Zudem existieren für diskrete Bauelemente, im Gegensatz zu monolithisch integrierten Bauelementen, kaum Kenntnisse zu den Ausfallmechanismen, sodass keine statistischen Voraussagen zur tatsächlichen Spannungsfestigkeit und somit der Zuverlässigkeit getroffen werden können. Dies ist insbesondere für Anwendungen im Automobilbereich bei der Gewährleistung einer hohen Zuverlässigkeit und einer Null-Fehler-Forderung nicht ausreichend. Zielsetzung dieses Forschungsvorha-

bens ist es daher, die Grenzen und Potenziale monolithisch integrierter passiver Siliziumbauelemente für leistungselektronische Anwendungen durch geeignete Zuverlässigkeitsuntersuchungen zu ermitteln.

Im Rahmen des Projektes erlauben Untersuchungen auf Bauteilebene eine Zuordnung der charakteristischen Lebensdauer eines RC-Netzwerks zu möglichen Fehler- und Ausfallmechanismen und somit die Identifikation der dominierenden Degradationsmechanismen. Darüber hinaus erfolgt die Charakterisierung des Gesamtsystems anhand von standardisierten Zuverlässigkeitsuntersuchungen an Niederspannungsmodulen für Hybrid- und Elektrofahrzeuge.

# Einfluss der Umformgeschwindigkeit auf die Rückfederung und die gestreckte Länge von Biegebauteilen (OptiBend)



Versuchsdurchführung auf einem hochflexiblen BIHLER NC-Stanz und Biegeautomaten BIMERIC Biflex mit Laserschneidanlage

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Verbesserung der Berechnungsgenauigkeit zur Bestimmung von Rückfederung und gestreckter Länge bei Biegebauteilen. Erstmals soll bei der Berechnung der Geschwindigkeitseinfluss berücksichtigt und werkstoffabhängig quantifiziert werden.

Biegebauteile sind hohen Qualitätsanforderungen bezüglich ihrer Maßhaltigkeit unterworfen. Dem stehen wachsender Preisdruck und die Forderung nach höherer Produktivität gegenüber, was zu immer höheren Hubzahlen bei der Produktion dieser Bauteile führt. Die Auslegung von Biegebauteilen erfolgt zurzeit ohne Berücksichtigung der Umformgeschwindigkeit.

Ziel des Forschungsvorhabens ist daher die Verbesserung der Berechnungsgenauigkeit zur Bestimmung von Rückfederung und gestreckter Länge bei Biegebauteilen. Der Geschwindigkeitseinfluss in den von Stanz-Biegeautomaten oder Schnellläuferpressen erreichten Biegegeschwindigkeitsbereichen soll bei der Berechnung berücksichtigt und werkstoffabhängig quantifiziert werden.

Die Ergebnisse des Projektes ermöglichen die Weiterentwicklung bereits bestehender analytischer Berechnungsansätze. Dieses optimierte Berechnungsmodell wird für die praktische Anwendung in ein bedienerfreundliches Berechnungsprogramm integriert, dem eine Materialdatenbank hinterlegt wird. Dies

ermöglicht eine schnelle und präzise Prognose der zu erwartenden Bauteilgeometrie in Abhängigkeit der Werkstoffkennwerte und der Prozessparameter. Dadurch kann nicht nur die Rückfederung bei der Auslegung von Biegewerkzeugen vorausberechnet, sondern auch die exakte Länge des Blechzuschnitts bestimmt werden, wodurch sich der Einarbeitsaufwand bzw. die Einarbeitszeit von Biegewerkzeugen sowie die daraus resultierenden Kosten reduzieren.



Technische Universität München  
Lehrstuhl für Umformtechnik und  
Gießereiwesen (utg)



J. N. Eberle Federnfabrik GmbH



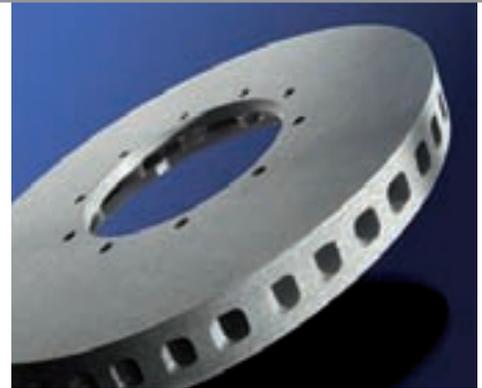
Karl Binder GmbH



Otto Bihler Maschinenfabrik  
GmbH & Co. KG  
Vertrieb  
[www.bihler.de](http://www.bihler.de)

rb Präzisionswerkzeugbau  
GmbH & Co. KG

## Entwicklung eines inhärent sicheren und energieeffizienten LSI-Prozesses (ISE-LSI)



Links: Bauteile aus Siliziumcarbid für industrielle Anwendungen (Quelle: CeramTec GmbH);  
rechts: Bremsscheibe aus Kurzfaserverstärktem Siliziumcarbid für PKW (Quelle: Fraunhofer ISC)

### PROJEKTLEITUNG



Fraunhofer ISC  
Zentrum Hochtemperatur-Leichtbau  
Gottlieb-Keim-Str. 60  
95448 Bayreuth

### PROJEKTPARTNER



Brembo SGL Carbon Ceramic Brakes  
GmbH  
Process Technologies / Technology &  
Innovation  
[www.carbon-ceramic-brakes.com](http://www.carbon-ceramic-brakes.com)



CeramTec GmbH  
Service Center Entwicklung  
[www.ceramtec.com](http://www.ceramtec.com)

In diesem Projekt soll ein Prozess zur Flüssigphasensilizierung entwickelt werden, der mit weniger Energie auskommt und zugleich kosteneffizient und inhärent sicher ist. Dabei soll das Potenzial zu weiteren Eigenschaftsverbesserungen der Siliziumcarbidkeramiken für neue Anwendungen ausgelotet werden.

Siliziumcarbid ist ein keramischer Werkstoff mit besonders guten Verschleißigenschaften und exzellenter Temperaturbeständigkeit, der in thermisch oder mechanisch hochbelasteten Teilen wie Dichtungsringen, Gleitlagern, Brennerelementen und Düsen eingesetzt wird. Durch Einbau von keramischen Fasern kann die Bruchzähigkeit von Siliziumcarbid noch deutlich verbessert werden.

Kurzfaserverstärkte Siliziumcarbidkeramiken werden seit einigen Jahren in Automobilbremsscheiben verwendet. Die Herstellung von Siliziumcarbid ist jedoch sehr energieaufwendig. Ein wichtiger Prozessschritt ist die Flüssigphasensilizierung (LSI = Liquid Silicon Infiltration), bei der die Poren in der Keramik mit Silizium gefüllt werden und das Gefüge eingestellt wird. Da die Anwendungseigenschaften der Siliziumcarbidkeramiken eng mit den Herstellparametern verbunden sind, soll das Prozessverständnis bei der Flüssigphasensilizierung verbessert werden.

Dazu werden Messöfen verwendet, mit denen die gesamte Wärmebehandlung in situ verfolgt werden kann. Die Messdaten werden in

Computermodellen zur Simulation und Optimierung des Prozesses verwendet. Die Überprüfung der Modelle erfolgt in Pilotöfen, an denen das Energieeinsparpotenzial und die Produktqualität verifiziert werden. Zum Ausloten der erreichbaren Werkstoffeigenschaften werden ebenfalls Computersimulationen eingesetzt. Dabei wird die Mikrostruktur der Keramiken in Finite-Elemente-Modelle übertragen, und die relevanten Anwendungseigenschaften werden berechnet.

# Ermittlung der wesentlichen Fertigungsparameter für das AFJ-Polieren

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

NEUE PROJEKTE



AFJP-Düse mit Werkzeug

PROJEKTLEITUNG



Hochschule für angewandte Wissen-  
schaften

Fachhochschule Deggendorf

Im Forschungsprojekt soll das ActiveFluidJet-Polieren (AFJP) untersucht und ein stabiler, reproduzierbarer Prozess verwirklicht werden, mit dem großflächige Optiken mit hoher Formgenauigkeit und geringer Mikrorauigkeit gefertigt werden können.

PROJEKTPARTNER

Qioptiq Photonics GmbH & Co. KG  
Geschäftsführung Operations

In der Präzisionsoptik liegt die Herausforderung in der Fertigungsentwicklung derzeit darin, asphärische Linsen wirtschaftlich herzustellen. Asphären zeichnen sich fertigungstechnisch dadurch aus, dass sie aufgrund des sich lokal verändernden Radius mit einer Punktberührung bearbeitet werden müssen. Für das Schleifen gibt es bereits etablierte Verfahren, das Polieren ist unter qualitativen und wirtschaftlichen Aspekten noch eine Herausforderung. Im Projekt soll das ActiveFluidJet-Polieren (AFJP) untersucht werden.

strömende Poliermittel ist gleichzeitig das Medium, in dem poliert wird. In der Projektdurchführung liegt der Fokus auf der Ermittlung kritischer Einflussparameter im AFJP-Prozess und deren gerichtete Modifizierung während des Polierens im Hinblick auf die lokale Korrektur von Asphären. Der Einfluss der Werkzeugparameter wird in Vorversuchen abgeschätzt, um mit einem standardisierten Werkzeug die beantragte Fragestellung zu bearbeiten. Die Entwicklung eines neuen Werkzeugs ist nicht Gegenstand dieses Projektes.

Ziel ist es, einen stabilen, reproduzierbaren Prozess zu verwirklichen, mit dem großflächige Optiken (Durchmesser zwischen 100 und 300 mm) mit hoher Formgenauigkeit (ca. 60 nm) und geringer Mikrorauigkeit (besser als 1 nm) gefertigt werden können. Beim AFJP wird in einer Düse ein Gummizylinder geführt, an dessen äußerem Ende der Polierbelag aufgeklebt ist. Durch die Düse strömt das Poliermittel.

In der ersten Phase, der Prozessanalyse, liegt ein Augenmerk auf dem Einfluss der Fertigungsparameter auf die Lebensdauer des Werkzeugs. Zielgrößen der Bearbeitung sind Abtrag und Bearbeitungszeit auf der maschinenbezogenen Seite der Analyse und Formgenauigkeit und Mikrorauigkeit produktseitig. Sollten die großflächigen Optiken nicht mit einem Werkzeug bearbeitbar sein, so gilt das zweite Augenmerk der Bearbeitungsstrategie, sodass das Werkzeug zwischendurch gewechselt werden kann. Die bestehenden Erfahrungen mit dem verweilzeitgesteuerten Polieren können hier eingebracht werden.

Das Werkzeug wird durch den Druck, der vom strömenden Poliermittel aufgebaut wird, gegen die Oberfläche des Werkstücks gedrückt. Das an dem Werkzeug vorbe-



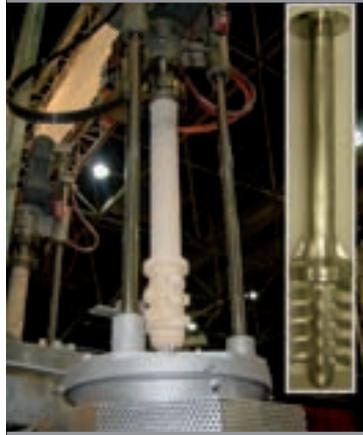
Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Werkstoffverarbeitung  
Universitätsstraße 30  
95440 Bayreuth



Füller Glastechnologie Vertriebs GmbH

Reinhold Seiz Ingenieurbüro GmbH

## Flexible Produktion von lichtoptischen Komponenten – FLEXI-Plant



Traditioneller Keramik-Plunger zum exakten Dosieren von Glasposten vor der Formgebung. Zur Verarbeitung von Glas mit optischer Qualität werden jedoch Glaskontaktmaterialien vorwiegend aus Platin benötigt (rechts)

Ziel des Projektes ist die Entwicklung einer flexiblen Produktionstechnologie für die Fertigung lichtoptischer Komponenten, die nach dem Schmelzverfahren ohne weitere mechanische Nachbearbeitung mittels Präzisionsblankpressen zu Endprodukten verarbeitet werden.

Für Innovationen in der Solartechnologie, der LED-Beleuchtungstechnik und der Automobiltechnik gewinnen lichtoptische Komponenten wie leistungsstarke Linsensysteme eine immer stärkere Bedeutung. Derartige Linsensysteme lassen sich im Industriemaßstab nur mit einer hochwertigen Fertigungstechnologie herstellen, die sehr spezielle Anforderungen erfüllt. Die Basis für die Weiterentwicklung bildet eine Schmelztechnologie, die sich an der Universität Bayreuth in vielfältigen Glasforschungsprojekten bewährt hat.

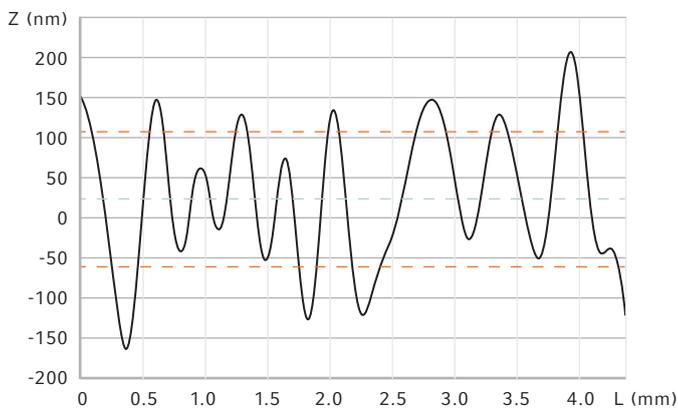
Im Projekt FLEXI-Plant soll die sogenannte Mini-Melter-Technologie weiterentwickelt werden, damit sie die Fertigung lichtoptischer Komponenten optimal unterstützt. Sie wird dann insbesondere bei der Herstellung von Glas-Preformen zum Einsatz kommen. Hierbei handelt es sich um Rohlinge, die mithilfe des Präzisionsblankpressens zu hochwertigen Linsensystemen und anderen Endprodukten verarbeitet werden sollen. Die im Schmelzverfahren hergestellten Rohlinge sollen bereits spezielle Eigenschaftsprofile mitbringen, sodass keine mechanische Nachbearbeitung nötig ist. Sie sollen direkt, ohne

kostenaufwendigen Zwischenschritt, von den Präzisionsblankpressen übernommen werden können. Alle im Schmelzverfahren hergestellten Rohlinge müssen unabhängig von ihrer Größe und der verwendeten Glassorte absolut blasenfrei sein, es dürfen auch keine festen Fremdpartikel darin eingeschlossen sein. Und nicht zuletzt soll die gesamte Schmelzanlage über lange Zeiträume hinweg zuverlässig arbeiten, mit einem Minimum an Bedienungs- und Wartungsaufwand.

Nach Projektabschluss soll das Know-how am Technologieanwenderzentrum Spiegelau der Hochschule Deggendorf für weitere wissenschaftliche Arbeiten auf dem Gebiet der „Heißen Glastechnologie“ zur Verfügung stehen.

# HUSSA – Suche und Sicherung von daktyloskopischen Spuren

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK



Fingerabdruck – Profilschnitt (Untersuchungen der Hochschule München)

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll ein Verfahren erarbeitet werden, mit dessen Hilfe die Sicherheitsbehörden daktyloskopische Spuren an Tatorten auch unter kritischen Rahmenbedingungen auffinden und sichern können.

Seitens der Sicherheitsbehörden besteht dringender Bedarf, humangenetische Spuren an Tatorten zu sichern und aufzufinden, um diese auszuwerten und Täter überführen zu können. Dazu werden Verfahren eingesetzt, die das Auffinden und Sichern von daktyloskopischen Spuren (dazu zählen Finger-, Handflächen-, Zeh- und Fußabdrücke) gewährleisten.

Es gibt aber spezifische Situationen, in denen ungünstige Rahmenbedingungen wie eine geringe Bearbeitungszeit den Einsatz aktuell vorhandener Verfahren nicht ermöglichen. Im Rahmen des Forschungsprojektes soll ein Verfahren erarbeitet werden, das unter den gegebenen schwierigen Rahmenbedingungen einfach, sicher für die Bearbeiter und prozesssicher durchführbar ist.

Vorgesehen sind zwei unterschiedliche Vorgehensweisen. Es sind physikalisch-chemische und optische Ansätze. Um diese Verfahren ausarbeiten zu können, sind auch entsprechende Testeinrichtungen zu entwickeln, die die realen Gegebenheiten simulieren.

## NEUE PROJEKTE

### PROJEKTLEITUNG



Hochschule für angewandte Wissenschaften – Fachhochschule München  
Fakultät Konstruktionstechnik

### PROJEKTPARTNER

Bayerisches Landeskriminalamt (BLKA)  
Strategisches Innovationszentrum (SIZ)



Bundeskriminalamt (BKA)

Schleißheimer Gerätebau GmbH

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Fertigungstechnologie  
(LFT)  
Egerlandstraße 13  
91058 Erlangen  
www.lft.uni-erlangen.de

PROJEKTPARTNER



BILSTEIN GmbH & Co. KG  
Werkstofftechnologie  
www.bilstein-kaltband.de

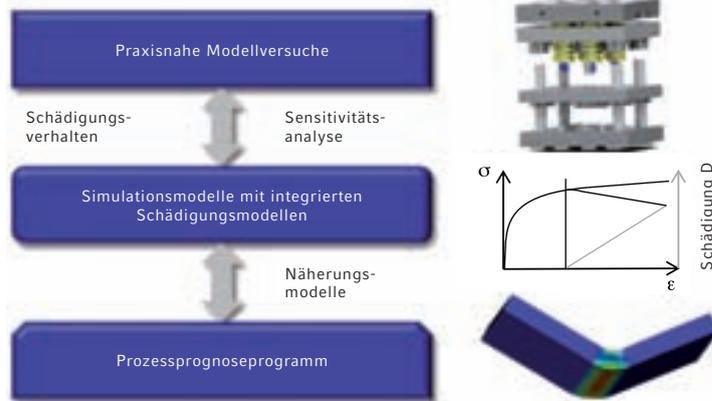


Brose Fahrzeugteile GmbH & Co. KG  
Zentrale Werkstofftechnik  
www.brose.com



Joh. Jean Weiler KG  
Abteilung Muster- und Werkzeugbau  
www.jjweiler.de

# Kennwertbasierte Prozessoptimierung von Biege- und Schneidoperationen



Lösungsansatz zur praxisnahen Ermittlung des Schädigungsverhaltens bei Biege- und Schneidoperationen zur Prozessoptimierung

Die Erarbeitung und Qualifizierung einer Methodik zur prozessnahen Machbarkeitsbewertung und rechnergestützten Prozessauslegung von Biege- und Schneidoperationen für hochfeste Stahlwerkstoffe ist Ziel dieses Forschungsprojektes.

Die Herstellung sicherheitsrelevanter Bauteile mit komplexer Geometrie durch Schneiden und Biegen ist eine werkstoff- und prozesstechnische Herausforderung. Um kostenintensive Anpassungen in der Produktion zu vermeiden, ist daher bereits im Vorfeld der späteren Anwendung eine praxisnahe Evaluierung und effektive Simulation des Werkstoff- und Schädigungsverhaltens erforderlich.

Ziel dieses Projektes ist die Erarbeitung und Qualifizierung einer Methodik zur prozessnahen Machbarkeitsbewertung und rechnergestützten Prozessauslegung von Biege- und Schneidoperationen für hochfeste Stahlwerkstoffe. Dazu werden zunächst die Blechwerkstoffe grundlegend charakterisiert, um Eingangsdaten für eine FE-basierte Simulation zu generieren. Des Weiteren werden innovative Modellversuche zum Scherschneiden und Biegen aufgebaut, die durch gezielte Variation prozessbestimmender Parameter das Schädigungsverhalten praxisnah abbilden.

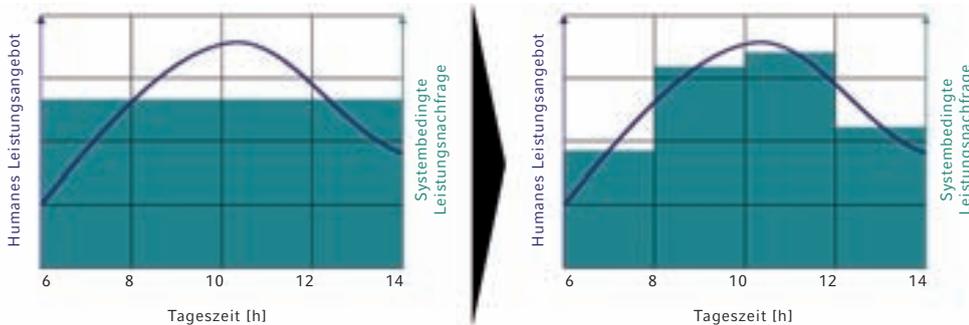
In experimentellen Versuchsreihen soll das Prozessverhalten bezüglich auftretender Schädigung sowohl in Abhängigkeit des Werkstoffs als auch spezifischer Prozessparameter analysiert werden. Anschließend werden FE-Modelle für diese Versuche erstellt, in denen Schädigungsmodelle zu integrieren sind. Darauf aufbauend werden Variantenrechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse als Eingangsgröße für die Entwicklung eines Prozessprognose-Programms verwendet werden.

Hier werden sowohl die einzelnen Fertigungsschritte als auch die Verfahren in Kombination betrachtet. Dieses Programm, das basierend auf mathematischen Näherungsmodellen eine Aussage über die zu erwartende Schädigung liefert, kann im industriellen Umfeld zur Vorhersage des Schädigungsverhaltens vor Beginn der eigentlichen Fertigung und damit zur gezielten und schnellen Prozessentwicklung dienen.

# PPS (Produktionsplanung und -steuerung) – Adaption an zirkadiane Leistungsschwankungen

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

NEUE PROJEKTE



Anpassung einer starren systembedingten Leistungsnachfrage an das schwankende humane Leistungsangebot in vier Schritten am Beispiel einer Frühschicht

Wann sind wir wie leistungsfähig und wie belastend ist Fließbandarbeit? Das Forschungsprojekt BioTakt soll Antworten liefern und Lösungen generieren, um die Austaktung eines Fließmontagesystems an humane Leistungsschwankungen anzupassen.

Steigende Variantenzahlen und immer kürzer werdende Produktlebenszyklen verändern die auf Montagemitarbeiter wirkenden psychischen Belastungen. Während die meisten Montagesysteme starre Taktzeiten vorgeben und somit Arbeitsumfänge über gesamte Schichtzeiten relativ gleich verteilt sind, ist der Mensch tagesrhythmischen Schwankungen in seiner Leistungsfähigkeit ausgesetzt. Dadurch entsteht eine Diskrepanz zwischen der Leistungsnachfrage des Montagesystems und des Leistungsangebots von Montagemitarbeitern, die häufig zu Belastungsspitzen führt.

Aus diesen Gründen wird im Forschungsprojekt BioTakt eine Methode zur Flexibilisierung der Austaktung entwickelt. Durch eine gezieltere Anpassung von Arbeitsvorgaben an die im Tagesverlauf schwankende Leistungsfähigkeit von Montagemitarbeitern soll die Arbeitsgeschwindigkeit optimiert werden. Dadurch sollen Belastungsspitzen reduziert und eine fähigkeitsgerechtere Tätigkeitsausübung ermöglicht werden. Hierzu werden vier wesentliche Arbeitsschritte unterschieden.

Zum Ersten werden subjektive und objektive Parameter zur Validierung der Leistungskur-

ve in der Serienmontage erhoben. Zum Zweiten wird eine Spannweite zur Beeinflussung der Taktzeit unter Berücksichtigung von personellen, technischen und organisatorischen Restriktionen der Taktzeitplanung definiert. Dies basiert auf Untersuchungen zur tatsächlichen Leistungsnachfrage in modernen Fließmontagesystemen. Zum Dritten werden durch die Entwicklung und Bewertung verschiedener Szenarien der Taktzeitgestaltung Leistungsangebot und -nachfrage zusammengeführt.

Darauf aufbauend wird zum Vierten eine Methode zur Integration der zirkadianen Rhythmik in die Produktionsplanung und -steuerung entwickelt. Diese wird mittels Labor-, Feld- und Simulationsstudien validiert.

PROJEKTLÉITUNG



Technische Universität München  
iwb Anwenderzentrum Augsburg  
Beim Glaspalast 5  
86153 Augsburg

PROJEKTPARTNER



Albert-Ludwigs-Universität Freiburg  
Institut für Psychologie, Wirtschaftspsychologie  
[www.psychologie.uni-freiburg.de/abteilungen/wirtschaftspsychologie](http://www.psychologie.uni-freiburg.de/abteilungen/wirtschaftspsychologie)



BMW Group  
Planung Motorenmontage

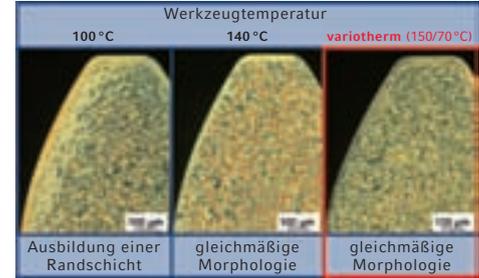
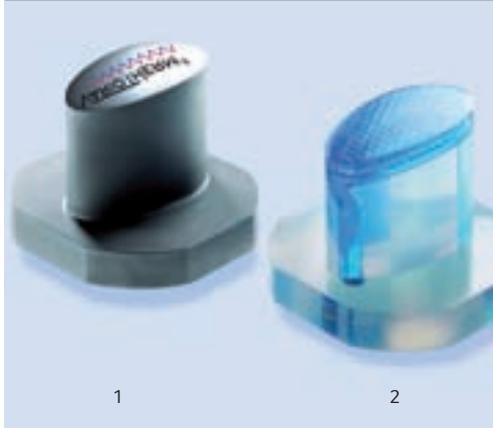


Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
Lehrstuhl für Psychologie II, Arbeits-, Betriebs- und Organisationspsychologie  
[www.i2.psychologie.uni-wuerzburg.de/ao/](http://www.i2.psychologie.uni-wuerzburg.de/ao/)



Deutsche MTM-Vereinigung e. V.  
MTM-Institut  
[www.dmtm.com](http://www.dmtm.com)

## NEUE PROJEKTE



## PROJEKTLEITUNG



Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH  
An der Zeil 2  
96215 Lichtenfels

Links: 1) Werkzeugeinsatz mit konturnaher Oberflächentemperierung, im Rapid-Tooling-Verfahren hergestellt, 2) Kunststoffmodell mit sichtbaren Kühlkanalstrukturen [Bild: Hofmann]; rechts: Morphologie von Kleinteil-Zahnradern aus POM, gefertigt in Rapid-Tooling-Werkzeugeinsätzen mit konventioneller und konturnaher, variothermer Temperierung [Bild: LKT]

## PROJEKTPARTNER



Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik  
www.lkt.uni-erlangen.de



hotec GmbH  
www.hotec-gmbh.de



Oechsler AG  
www.oechsler.com



Single Temperiertechnik GmbH  
www.single-temp.de

Ziel des Projektes ist die Entwicklung und wirtschaftliche Umsetzung von im Rapid-Tooling-Verfahren hergestellten Werkzeugen mit konturnaher, variothermer Temperierung und optimierter Oberflächenbeschaffenheit zur Fertigung thermoplastischer Mikroteile.

Mikrobauteile aus Kunststoff werden für vielfältige Anwendungen durch Spritzgießen schnell und wirtschaftlich hergestellt. Dabei führen hohe Abkühlgeschwindigkeiten zu veränderten morphologischen und mechanischen Eigenschaften dieser Bauteile, sodass das Werkstoffpotenzial nicht ausgenutzt werden kann.

direkt hinter der Kavität, was eine gezielte und schnelle variotherme Temperierung des Mikroteils ermöglicht. Aber nicht nur die reine Verbesserung der Bauteileigenschaften soll erreicht werden, sondern auch die Verkürzung der Zykluszeit.

Durch eine variotherme Temperierung der Spritzgießform können das Prozessverhalten und die resultierenden Bauteileigenschaften verbessert werden. Potenzial für eine wirtschaftliche Fertigung von Mikroteilen bieten durch Rapid Tooling hergestellte Werkzeuge, kombiniert mit einer konturnahen, variothermen Temperierung. Während die Technologie bereits in die Fertigung makroskopischer Bauteile Einzug hält, liegen für Mikroteile bislang kaum Erkenntnisse zur Konstruktion, Auslegung und Fertigung solcher Werkzeuge sowie im Einsatz in der Spritzgießverarbeitung vor.

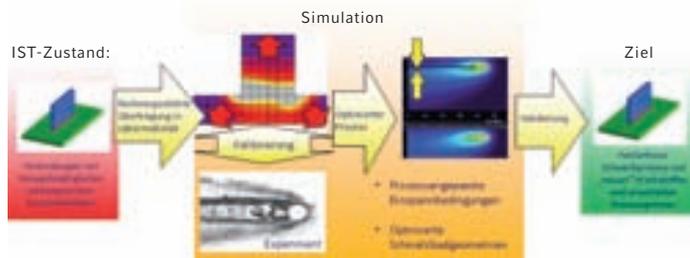
Eine besondere Herausforderung bei der Herstellung von durch Rapid Tooling gefertigten Werkzeugeinsätzen wird in der für Mikroteile notwendigen Fertigungspräzision gesehen. Als weitere Zielsetzung soll daher dem Einfluss der Beschaffenheit der Kavitätsoberfläche auf das Füll- und Abformverhalten und der Entformbarkeit nachgegangen werden. Durch verschiedene Bearbeitungsverfahren und eine Oberflächenmodifikation mittels CA-VEO-Beschichtung werden weitere Erkenntnisse für die Werkzeugauslegung gewonnen.

Die Aufklärung dieser grundlegenden Sachverhalte stellt das Ziel dieses Verbundprojektes dar. Die schichtweise Fertigung von Werkzeugeinsätzen ermöglicht Kühlkanäle

# Robuste Prozesse für fehlerfreies Schweißen hochfester Stähle – PROFES

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK

NEUE PROJEKTE



Die Ergebnisse einer engen Verzahnung von Simulation und Experiment ermöglichen eine Erweiterung der Prozessgrenzen für das Laserstrahlschweißen von höchstfesten Stählen

Das globale Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung einer Methodik zur Auslegung robuster Laserstrahlprozesse zum Schweißen von Stahl-Mischverbindungen aus höchstfesten und mittelfesten Stählen unter Einsatz moderner Laserstrahlquellen bei erhöhten Prozessgeschwindigkeiten.

Die Entwicklungen im Bereich der Struktur und Anbauteile des Automobils sind zunehmend auf Leichtbau und Sicherheit ausgerichtet. Dabei beruht der Leichtbau mit „neuen“ höherfesten Stahl-Werkstoffen auf der Möglichkeit, Wanddicken zu verringern und die Bauteilfestigkeit zu erhalten oder sogar zu verbessern.

Aufgrund der hohen Abhängigkeit der Werkstoffeigenschaften von der Gefügestruktur ist bei der Bearbeitung mit thermischen Verfahren, wie dem Laserstrahlschweißen, auf eine möglichst geringe Beeinflussung des eingestellten Gefüges zu achten. Darüber hinaus begrenzen bislang fehlende Kenntnisse zu geeigneten Einspannbedingungen und Prozesseinstellungen während des Schweißens die aktuellen Prozessgrenzen dadurch, dass eine Beschleunigung des Fügeverfahrens und nicht-ideale Einspannbedingungen zur Bildung von Unregelmäßigkeiten führen.

Das globale Ziel des Vorhabens ist daher die Entwicklung einer Methodik zur Auslegung robuster Laserstrahlprozesse zum Schweißen von Stahl-Mischverbindungen aus höchst-

festen und mittelfesten Stählen unter Einsatz moderner Laserstrahlquellen bei erhöhten Prozessgeschwindigkeiten.

Neben der rein experimentellen Analyse kann auch auf mathematische Modelle und numerische Simulationen zurückgegriffen werden, um ein tieferes Verständnis der grundlegenden Zusammenhänge zu erhalten. Durch die Verzahnung aus Simulation und Experiment ist eine fundierte Planung experimenteller Versuche möglich, wobei der notwendige Versuchsumfang für die Ermittlung von prozessangepassten Einspannbedingungen und optimierten Schmelzbadgeometrien deutlich reduziert und somit die industrielle Umsetzung wesentlich beschleunigt werden kann.

PROJEKTLEITUNG

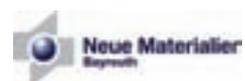


Bayerisches Laserzentrum GmbH  
[www.blz.org](http://www.blz.org)

PROJEKTPARTNER



BROSE Fahrzeugteile GmbH & Co. KG  
Zentrale Werkstofftechnik  
[www.brose.com](http://www.brose.com)



Neue Materialien Bayreuth GmbH  
Simulation/Metalle  
[www.neue-materialien.com](http://www.neue-materialien.com)



FZG-Augsburg  
Außenstelle Augsburg der Forschungs-  
stelle für Zahnräder und Getriebebau  
Bolzmannstraße 15  
85748 Garching bei München



Zeitlauf GmbH antriebstechnik & Co KG

## Tragfähigkeit Kronenradverzahnung



### Kronenradgetriebe

Kronenräder sind eine Alternative zu Schnecken- und Kegelradgetrieben. Im Forschungsvorhaben sollen Einflussgrößen auf die Tragfähigkeit der Verzahnungsstufen rechnerisch erfasst, Berechnungsmethoden aufgestellt und Festigkeitswerte durch Prüfstandsversuche ermittelt werden.

Zur Wandlung von Drehmoment und Drehzahl entlang zweier nicht paralleler Achsen werden heute üblicherweise Kegel-/Hypoid- oder Schneckengetriebe eingesetzt, die unterschiedliche bauformbedingte Nachteile mit sich bringen.

Eine weitere bislang weniger verbreitete Alternative stellen Kronenradgetriebe dar, die aus einem zylindrischen Ritzel und einem Planrad bestehen. Wegen ihrer kompakten Bauweise und ihres hohen Wirkungsgrades bieten diese innovativen Getriebe erhebliches Potenzial für die Entwicklung leistungsfähiger Antriebslösungen und sind insbesondere auch als Ersatz von Schneckenradgetrieben geeignet, da sie große Übersetzungen in einer Stufe ermöglichen. Anders als bei Stirn- oder Kegelrädern gibt es zur Auslegung von Kronenrädern nach heutigem Stand keine Normen oder Richtlinien.

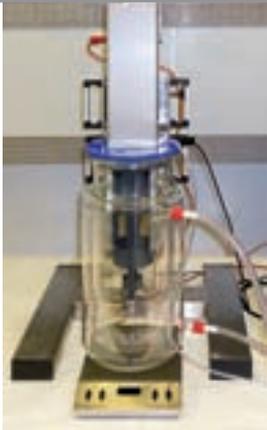
Eine Beurteilung der Eignung für einzelne Anwendungsfälle erfolgt an Hand von experimentellen Versuchen oder firmenspezifischen Erfahrungswerten.

Die Forschungspartner arbeiten an einem normfähigen Berechnungsverfahren, das die geometrischen und kinematischen Eigenheiten dieser Sonderverzahnungen berücksichtigt und eine Auslegung für verschiedenste Anwendungsfälle erlaubt. Ziel ist ein Berechnungsverfahren, ähnlich dem für Stirn- oder Kegelradverzahnungen, das es gestattet, bereits in der Entwurfsphase eines Getriebes Aussagen hinsichtlich Tragfähigkeit und Lebensdauer der Verzahnungen zu tätigen.

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Tragfähigkeit Kronenradverzahnungen“ sollen Einflussgrößen auf die Tragfähigkeit der Verzahnungsstufen rechnerisch erfasst, Berechnungsmethoden aufgestellt und Festigkeitswerte durch Prüfstandsversuche ermittelt werden.

# Verbesserte Energieausbeute beim Hartanodisieren

PROZESS- UND  
PRODUKTIONSTECHNIK



Links: IPA-Versuchsstand zur Hartanodisation im Labormaßstab; rechts: beschichteter 3D-Probekörper für praxisnahe Bedingungen

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



Galvano Weis GmbH & Co. KG  
Geschäftsführung  
Untere Au 3  
82275 Emmering

Energieeffizienz in der Galvanotechnik: Durch den Einsatz des Pulse Platings und eines innovativen Kühlkonzepts sollen in der Hartanodisation 25 % Energie eingespart werden.

PROJEKTPARTNER



Fraunhofer-Institut für  
Produktionstechnik und Automatisierung  
IPA  
Abteilung Galvanotechnik  
[www.ipa.fraunhofer.de](http://www.ipa.fraunhofer.de)

Aluminium ist einer der meistverwendeten Werkstoffe im Bereich des Leichtbaus. Einschränkungen bezüglich seiner Verwendung sind lediglich durch geringe Verschleiß- und Korrosionsbeständigkeiten gegeben. Dieser Mangel lässt sich durch das Aufbringen von beständigen Schichten beseitigen.

Besonders geeignet für den Verschleißschutz sind dabei Schichten, die durch Anodisation bzw. Hartanodisation erzeugt werden. Die Hartanodisation gehört jedoch zu den energieintensivsten Verfahren innerhalb der Galvanotechnik. Der hohe Energieverbrauch ist auf die im Vergleich zu anderen galvanischen Verfahren benötigten hohen Spannungen und die sehr niedrigen Badtemperaturen zurückzuführen.

Aufgrund der steigenden Bedeutung von Energie- und Ressourceneffizienz bedingen solch energieintensive Verfahren die Entwicklung von neuen, sparsameren Verfahrens- und Produktionstechniken. Des Weiteren spielt die Energieausbeute aufgrund immer höherer Energiekosten eine entscheidende Rolle. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wird das Thema Energieeffizienz beim Hartanodisieren

von zwei Seiten angegangen. Zum einen wird ein Anodisierverfahren auf Basis des Pulse Platings entwickelt, wodurch eine Erhöhung der Badtemperatur erreicht werden soll. Zum anderen wird ein innovatives Kühlkonzept erarbeitet, das auf der Nutzung der Umgebungstemperatur zur direkten Kühlung des Prozesses basiert.

In Kombination soll so eine Einsparung von insgesamt 25 % gegenüber den konventionellen Anodisierverfahren erreicht werden. Entscheidend für den Erfolg des Projektes ist der Erhalt bzw. die Verbesserung der hervorragenden Eigenschaften der Eloxalschichten mit Hilfe des neu entwickelten Verfahrens.

NEUE PROJEKTE

PROJEKTLEITUNG



GSI Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV München  
Schachenmeierstr. 37  
80636 München

PROJEKTPARTNER



Heinz Soyer Bolzenschweißtechnik  
GmbH



Universität der Bundeswehr München  
Institut für Plasmatechnik und Mathematik  
– Fakultät für Elektrotechnik und  
Informationstechnik

## Weiterentwicklung des Hubzündungsbolzen- schweißens mit Schutzgas



Links: Schweißpistole mit bisherigem Feldformer und Wegmesssystem; rechts: Ansicht M12 Bolzenschweißung im Magnetfeld

Lichtbogenbolzenschweißungen an Bolzen mit mehr als 16 mm Durchmesser werden bisher bei manueller Handhabung der Schweißpistole ausgeführt. Der dabei notwendige Keramikring soll entfallen. Mit Hilfe eines gesteuerten Lichtbogens erfolgt eine gleichmäßig niedrige Anschmelzung von Bolzen und Blech.

Das Lichtbogenbolzenschweißen ist ein wirtschaftliches Fügeverfahren zur Befestigung von stiftförmigen Bauteilen senkrecht an Blechoberflächen. Die Variante Keramikringbolzenschweißen lässt sich aber nicht automatisieren. Zum Bolzenschweißen von Kopfbolzenübeln der Durchmesser 16 bis 25 mm, zum Beispiel im Bauwesen, werden neben den Keramikringen auch geschulte Bediener benötigt.

Für neue Anwendungen ist eine Automatisierung wie zum Beispiel beim Kurzzeitbolzenschweißen von Interesse. Das Vorhaben hat sich zum Ziel gesetzt, das Bolzenschweißen an Stahlbolzen größerer Durchmesser ohne das Hilfsfügeteil Keramikring zu entwickeln. Eine gleichmäßige Anschmelzung des Schweißquerschnittes lässt sich durch eine innovative Steuerung des Lichtbogens zum Beispiel in einem variablen Magnetfeld erreichen. In Abhängigkeit von Schutzgasen führt eine niedrige Schweißenergie zu einer minimalen und optisch ansprechenden Wulstbildung. Anhand von Nachweisen der Schweißqualität und der Wiederholbarkeit soll diese Verfahrensvariante in der DIN EN ISO 14555

eingeführt werden. Mit modernen Untersuchungs- und Prüfmethode wird das Bolzenschweißen anhand innovativer Lösungsansätze zur gezielten Steuerung des Lichtbogens in einem Magnetfeld unter Schutzgasatmosphäre entwickelt. Ziel ist es, eine Technologie zur Erzielung einer hervorragenden und gut wiederholbaren Schweißqualität beim Lichtbogenbolzenschweißen zur Verfügung zu stellen.

# Kleinprojekte

## LINKA – Linkstabilität im Ka-Band

### PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Ulrich Walter  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Raumfahrttechnik  
Boltzmannstraße 15  
85748 Garching  
u.walter@lrt.mw.tum.de

### PROJEKTPARTNER

WORK Microwave GmbH  
gerhard.mocker@work-microwave.de

## Quantifizierende Diagnostik sensomotorischer Störungen

### PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. Joachim Hermsdörfer  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Bewegungswissenschaft  
Connollystraße 32, Raum 5228  
80809 München  
joachim.hermsdoerfer@tum.de

### PROJEKTPARTNER

Messtechnik Andreas Häußler  
info@mtah.de

Science & Motion GmbH

info@scienceandmotion.de

## Smart Gels – neuartige Hydrogele als Zellträger

### PROJEKTLEITUNG

Univ.-Prof. Dr. med.  
Matthias Schieker  
Klinikum der Universität München  
Chirurgische Klinik und Poliklinik –  
Innenstadt  
Nußbaumstraße 20  
80336 München

### PROJEKTPARTNER

polyMaterials AG  
h.wiese@polymaterials.de

PreSens Precision Sensing GmbH

gregor.liebsch@presens.de

LivImplant GmbH

info@livimplant.de

# Kleinprojekte

## Hochvoltsicherungen für die Elektrotraktion (HVSi)

PROJEKTLEITUNG  
Prof. i. R. Dr.-Ing. Hans-Dieter Ließ  
Universität der Bundeswehr München  
Fakultät für Elektrotechnik  
und Informationstechnik  
85577 Neubiberg  
Tel. 089 / 60 04 - 37 72  
Fax 089 / 60 04 - 35 60  
HDLiess@UniBw.de

PROJEKTPARTNER  
Autecto GmbH & Co. KG  
a.engl@autecto.de

Jakab Maschinenbau  
manuel.jakab@gmx.de

## Auswertung eines neuartigen Abwärme- verstromungskonzepts

PROJEKTLEITUNG  
Mannfred Moullion  
Maschinenwerk Misselhorn  
(MWM) GmbH  
Bahnhofstraße 106  
82166 Gräfelfing  
Tel. 089 / 41 61 50 - 766  
Fax 089 / 41 61 50 - 780  
m.moullion@mwm.ag

PROJEKTPARTNER  
Forschungsstelle für  
Energiewirtschaft (FfE)  
tgobmaier@ffe.de

### Elektrische Antriebe in Pumptankwagen

#### PROJEKTLEITUNG

Univ.-Professor  
Dr. Heinz Bernhardt  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik  
Am Staudengarten 2  
85354 Freising  
Tel. 0 81 61 / 71 - 34 40  
Fax 0 81 61 / 71 - 38 95  
heinz.bernhardt@wzw.tum.de

#### PROJEKTPARTNER

Lehrstuhl Agrarsystemtechnik  
herlitzius@ast.mw.tu-dresden.de

Semikron Elektronik GmbH & Co. KG  
reinhard.stark@semikron.com

Zunhammer GmbH,  
Gülletechnik-Fahrzeugbau  
info@zunhammer.de

### Ermittlung von Wechselwirkungen in der Produktion zur flexiblen Steuerung des Energieverbrauchs

#### PROJEKTLEITUNG

Fraunhofer-Projektgruppe für  
Ressourceneffiziente mechatronische  
Verarbeitungsmaschinen  
Beim Glaspalast 5  
86153 Augsburg  
Tel. 08 21 / 5 68 83 - 65  
Fax 08 21 / 5 68 83 - 50  
gunther.reinhart@iwu.fraunhofer.de

#### PROJEKTPARTNER

Krones AG  
helmut.schwarz@krones.com

### 3D Vapour Phase Soldering Visualisierung und Kontrolle

#### PROJEKTLEITUNG

Prof. Dr. rer. nat. Peter Sperber  
Präsident der Hochschule Deggendorf  
Postfach 1320  
94453 Deggendorf  
Tel. 0 85 51 / 91 60 46  
robert.boesnecker@fh-deggendorf.de

#### PROJEKTPARTNER

IBL-Löttechnik GmbH  
a.thumm@ibl-loettechnik.de

# Von der Idee zur Umsetzung: Bezahlbare Elektromobilität im Elektroautomobil-Projekt MUTE

## Anfänge und Grundgedanken des Projektes

Seit 2010 forschen und arbeiten an der TU München über 200 Mitarbeiter von 21 Lehrstühlen an einem großen und innovativen Projekt: MUTE. Dabei geht es um die Entwicklung eines prinzipiell seriengeeigneten, vollständig neu entwickelten Elektrofahrzeugkonzepts, welches zu enormen Fortschritten in der Mobilität führen soll. Initiator des Projektes war der Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik (FTM), der in Zusammenarbeit mit verschiedenen anderen Lehrstühlen, die am Wissenschaftszentrum Elektromobilität beteiligt sind, ein neues Mobilitätskonzept erarbeitet hat. Die individuelle Elektromobilität soll damit wirtschaftlich und konkurrenzfähig gegenüber anderen Mobilitätskonzepten gemacht werden.

Die Ansprüche, die sich die Wissenschaftler bei diesem Projekt gestellt haben, sind keineswegs niedrig. MUTE soll optimal auf die Kundenanforderungen und den Mobilitätsbedarf der Zukunft zugeschnitten sein. Dabei werden an das Fahrzeug vor allem drei Forderungen gestellt: Sicherheit,

Effizienz und geringe Kosten. Die Forderung nach niedrigen Kosten muss gestellt werden, um Elektromobilität für den Nutzer günstig und somit attraktiv zu gestalten. Außerdem wird eine hohe Effizienz angestrebt, um einen geringen Energieverbrauch im Betrieb zu ermöglichen. Dies soll über ein niedriges Gewicht, optimale Aerodynamik und energieeffiziente Komponenten erreicht werden. Obwohl das Fahrzeug für eine L7e-Zulassung ausgelegt ist, stellen die Forscher der TU München im Bereich Sicherheit höhere Ansprüche an sich selbst und ihr Fahrzeug als durch die angestrebte Zulassungsklasse notwendig. Dazu gehören sowohl lange Crashzonen im vorderen und hinteren Wagen als auch ein außerhalb der Crashzone liegender Hauptenergiespeicher.

E-Mobility ist ein großes Thema, zu dem es viele Ideen und Konzepte gibt. Einige davon sind beim Projekt MUTE implementiert worden, und durch die dazugehörige Arbeit in Forschung und Entwicklung soll letztlich gezeigt werden, dass elektrisch betriebene Fahrzeuge eine komplett neue Welt der Mobilität ermöglichen.



Abbildung 1: MUTE-Demonstrator auf der IAA 2011, Abbildung 2+3: Roll-out-Veranstaltung des Versuchsträgers im Juni 2011



4

#### Projektpartner und bisherige Erfolge

Aufgrund der vollständigen Neuentwicklung von Karosserie und Anbauteilen des Fahrzeugs entstanden diese Bestandteile in einer Kooperation der TU München mit verschiedenen Firmen aus der Wirtschaft. Zu den Kooperationspartnern zählt unter anderem die C-CON GmbH, ein innovatives und technologisch führendes Unternehmen, tätig in der Entwicklung, Konstruktion, Fertigung und im Prozessmanagement. Die Gesellschaft begleitete den Aufbau der CFK-Komponenten am Fahrzeug und realisiert die Auslegung der entsprechenden Karosseriekomponenten des Versuchsträgers.

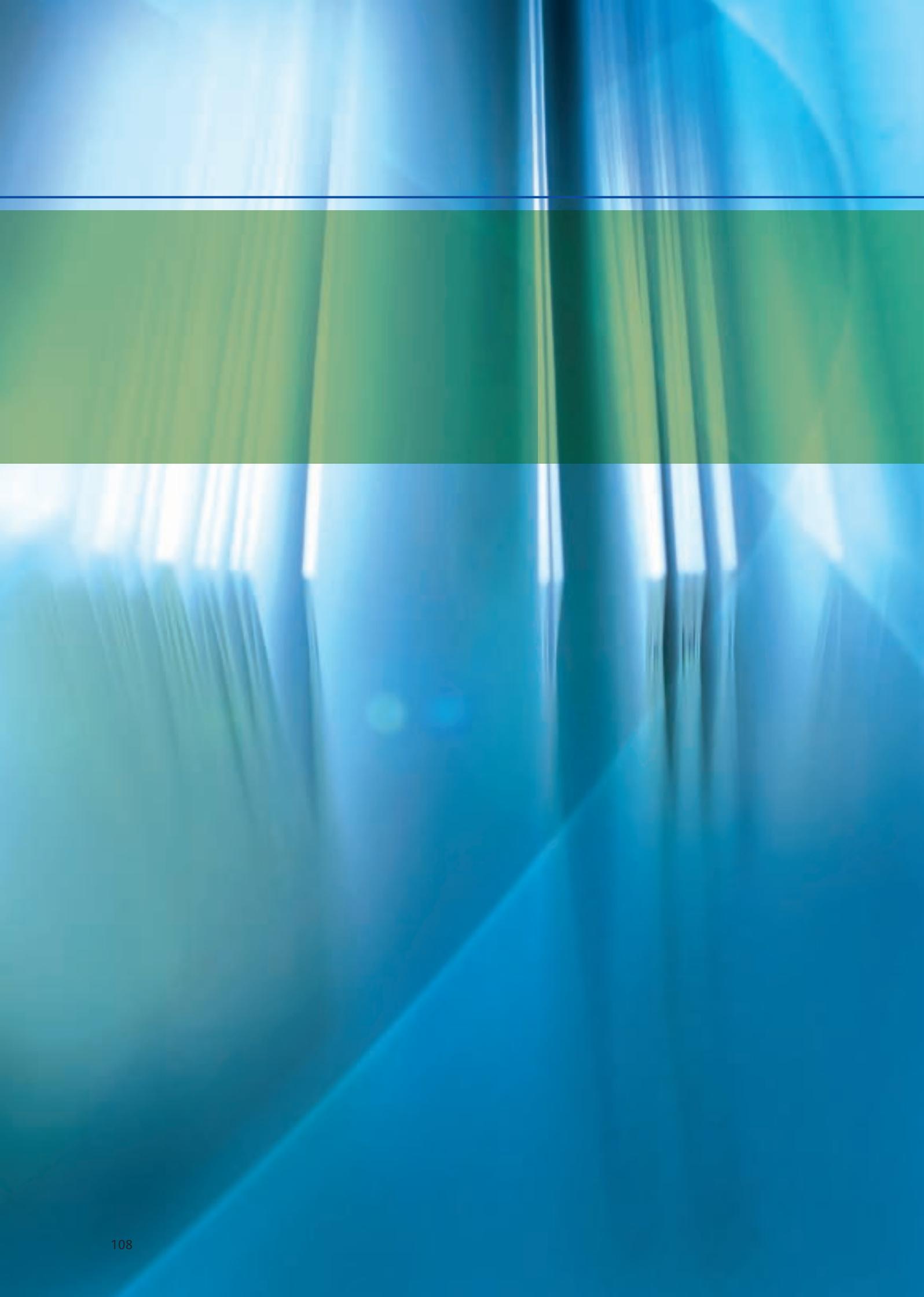
Ein anderer Partner ist die IAV GmbH, die zu den führenden Engineering-Partnern der Automobilindustrie gehört. Die Mitarbeiter der Niederlassung München konnten den Rahmen für das Elektrofahrzeug dank ihres Know-hows im Bereich Aluminiumverarbeitung mitentwickeln und vollständig aufbauen.

Die Gerg RPT GmbH zählt auch zu den am Projekt beteiligten Partnern. Neben der Stereolithografie bietet Gerg RPT Sinter- und FDM-Teile, die die Umsetzung komplexer Projekte erlauben, sowie Spritzgussteile in Klein- und Vorseerien-Chargen. Dadurch konnten sie beim MUTE Hilfe im Bereich der Einbindung der Beleuchtungstechnologie leisten.

Bei dem Projekt MUTE handelt es sich außerdem um ein Forschungsprojekt, mit dem Ziel zu zeigen, dass Elektromobilität innerhalb mittelfristiger Zeiträume bezahlbar gestaltet werden kann. Dabei ist es besonders wichtig, ein speziell

dafür konstruiertes und optimiertes Fahrzeug zu entwerfen, bei dem konsequent auf Leichtbau geachtet wird. Die Erfüllung aller Anforderungen der urbanen Mobilität bildet die Grundlage für die Idee und die Ausführung des Projektes. Dazu zählen die drei Hauptaspekte, die in der Umsetzung des Projektes beachtet wurden: Bezahlbarkeit, Effizienz und Sicherheit. Als zeitliches Ziel hatten sich die Forscher die IAA 2011 gesetzt, bei der das Automobil erstmals der Öffentlichkeit präsentiert werden sollte. Insbesondere dieses Ziel wurde oftmals für unrealistisch erklärt. Das Projekt konnte jedoch bisher große Erfolge verzeichnen. Bereits im Juni 2011 wurde der Versuchsträger in Betrieb genommen und zeigte hervorragende Fahrdynamik. Im darauffolgenden Juli hat es das Elektrofahrzeug zu einer Nominierung für den Clean Tech Media Award in der Kategorie „Mobilität“ geschafft. Auch das unmöglich erscheinende Ziel, den Demonstrator bei der IAA 2011 vorzustellen, konnte realisiert werden. Es war wohl genau dieser Zeitdruck, der Mitarbeiter, Forscher und Projektpartner zu Höchstleistungen anspornte. Der MUTE wurde von der Presse als „bayerischer Überraschungstar“ auf der Messe gehandelt, und Besucher aus der Automobilindustrie sowie private Besucher zeigten sich begeistert.

Für 2012 steht die Verwirklichung des Fahrtermins des Demonstrators an. Auch hier wird der MUTE wieder für positive Überraschungen sorgen!



# Anhang

<u>Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	110
<u>Zielsetzung und Arbeitsweise der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	114
<u>Rechnungsprüfung</u>	120
<u>Förderprogramm „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“</u>	122
<u>Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	126
<u>Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	128
<u>Idee, Antrag, Entscheidung, Projekt</u>	132
<u>Kontakt, Ansprechpartner</u>	134
<u>Bildnachweis</u>	136

# Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung

## STIFTUNGSRAT



**Vorsitzender**  
Horst Seehofer,  
*Bayerischer Ministerpräsident*



**1. Stellvertreter des Vorsitzenden**  
Martin Zeil,  
*Staatsminister für Wirtschaft,  
Infrastruktur, Verkehr und Technologie*



**2. Stellvertreter des Vorsitzenden**  
Dr. Wolfgang Heubisch,  
*Staatsminister für Wissenschaft,  
Forschung und Kunst*



Dr. Markus Söder,  
*Staatsminister der Finanzen*



Erika Görnitz,  
*Mitglied des Bayerischen Landtags*



Natascha Kohnen,  
*Mitglied des Bayerischen Landtags*

## STIFTUNGSVORSTAND

### Vorsitzende

Karolina Gernbauer, *Ministerialdirektorin,  
Amtschefin der Bayerischen Staatskanzlei*

### Stellvertreter

Dr. Michael Mihatsch, *Ministerialdirigent,  
Bayerisches Staatsministerium für Wissenschaft,  
Forschung und Kunst*

Dr. Hans Schleicher, *Ministerialdirektor,  
Amtschef des Bayerischen Staatsministeriums für  
Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie*

Paul Bodensteiner, *Ministerialdirigent,  
Bayerisches Staatsministerium der Finanzen*



Dr. Hubert Jäger,  
*Bayerischer Industrie- und Handelskammertag*



Prof. Dr. Reinhard Höpfl,  
*Präsident der Hochschule für angewandte  
Wissenschaften – Fachhochschule Deggendorf  
(bis März 2012)*



Prof. Dr. Hans-Werner Schmidt,  
*Vizepräsident Forschung und wissenschaft-  
licher Nachwuchs der Universität Bayreuth*



Prof. Dr. Michael Pötzl,  
*Präsident der Hochschule für angewandte  
Wissenschaften Coburg  
(ab März 2012)*



Dr. Lothar Semper,  
*Hauptgeschäftsführer des Bayerischen Hand-  
werkstages und der Handwerkskammer für  
München und Oberbayern*

# Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung

## WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT



**Vorsitzender**  
Prof. Dr.-Ing. Heinz Gerhäuser,  
*ehem. Leiter des Fraunhofer-Instituts  
für Integrierte Schaltungen, Erlangen*



**Stellvertretende Vorsitzende**  
Prof. Dr. Marianne Jochum,  
*ehem. Leiterin Abt. Klin. Chemie u.  
Klin. Biochemie,  
Ludwig-Maximilians-Universität München*



Dr.-Ing. Reinhold Achatz,  
*Corporate Vice President der Siemens AG,  
München  
(bis März 2012)*



Prof. Dr. Erich Bauer,  
*Präsident der Hochschule für angewandte Wis-  
senschaften – Fachhochschule Amberg-Weiden*



Prof. Dr. Klaus Donner,  
*ehem. Leiter des Instituts FORWISS, Universi-  
tät Passau*



Dr. Christoph Grote,  
*Geschäftsführer BMW  
Forschung und Technik GmbH, München*



Prof. Dr. Daniela Männel,  
*Lehrstuhl für Immunologie, Universität  
Regensburg*



PD Dr. Gerhard Maier,  
*Vorstand (CTO) der Polymaterials AG,  
Kaufbeuren*



Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart,  
*Leiter des Instituts für Werkzeugmaschinen  
und Betriebswissenschaften, TU München*



Prof. Dr. Klaus Schilling,  
*Lehrstuhl für Robotik und Telematik,  
Universität Würzburg*



Dr.-Ing. Thomas Stockmeier,  
*Geschäftsführer der SEMIKRON Elektronik AG,  
Nürnberg*



Prof. Dr. Ralf Wagner,  
*Geschäftsführer (CEO, CSO) der GENEART AG,  
Regensburg*



Prof. Dr. Josef Weber,  
*Vorstand Technik und Entwicklung der Zollner  
Elektronik AG, Zandt bei Cham*



Dr. Sabine Zeyß,  
*Leiterin Fördermanagement,  
Wacker Chemie AG, München*

# Zielsetzung und Arbeitsweise

DER BAYERISCHEN FORSCHUNGSSTIFTUNG

## **Errichtung**

Die Bayerische Forschungsstiftung ist mit Inkrafttreten des Errichtungsgesetzes (s. Seite 120, Art. 1) am 1. August 1990 entstanden.

Ausgehend von dem Gedanken, Gewinne aus Wirtschaftsbeteiligungen des Freistaates über die Forschung der Wirtschaft unmittelbar wieder zuzuführen, hat die Staatsregierung damit ein Instrument ins Leben gerufen, das Bayerns Schlagkraft im weltweiten Forschungs- und Technologiewettbewerb stärken und fördern soll.

## **Stiftungszweck**

Nach Art. 2 Abs. 1 des Gesetzes über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung hat die Stiftung den Zweck,

1. ergänzend zur staatlichen Forschungsförderung durch zusätzliche Mittel oder auf sonstige Weise universitäre und außeruniversitäre Forschungsvorhaben, die für die wissenschaftlich-technologische Entwicklung Bayerns oder für die bayerische Wirtschaft oder für den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen nach Art. 131 und 141 der Verfassung von Bedeutung sind, und
2. die schnelle Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse durch die Wirtschaft zu fördern.

## **Organe**

Organe der Stiftung sind der Stiftungsrat, der Stiftungsvorstand und der Wissenschaftliche Beirat.

Der Stiftungsrat legt die Grundsätze der Stiftungspolitik und die Arbeitsprogramme fest. Er beschließt über den Haushalt und erlässt Richtlinien zur Vergabe von Fördermitteln.

Der Stiftungsvorstand führt die Geschäfte der laufenden Verwaltung und vollzieht die Beschlüsse des Stiftungsrats. Er beschließt über die Mittelvergabe für einzelne Fördervorhaben.



Der Stiftungsvorstand bedient sich einer Geschäftsstelle. Die Geschäftsführerin ist für das operative Geschäft der Stiftung verantwortlich. Der ehrenamtliche Präsident berät die Stiftung in allen Fragen der Förderpolitik.

Der Wissenschaftliche Beirat berät die Stiftung in Forschungs- und Technologiefragen und gibt zu einzelnen Vorhaben bzw. Forschungsverbänden Empfehlungen auf der Grundlage von Gutachten externer Experten.

#### **Stiftungsvermögen und Fördermittel**

Insgesamt 383,2 Mio. Euro betrug das Stiftungsvermögen zum 31. Dezember 2011. Zielsetzung ist eine Ausreichung von Fördergeldern in Höhe von jährlich ca. 20 Mio. Euro.

#### **Mittelvergabe**

Die Bayerische Forschungsstiftung kann ihre Mittel rasch und flexibel einsetzen, um interessante Projekte in Realisationsnähe zu bringen.

Die Stiftung kann ergänzend zum bewährten staatlichen Förderinstrumentarium tätig werden. Sie bietet die Möglichkeit, sich der jeweils gegebenen Situation anzupassen und wichtige Projekte zu fördern, für die anderweitige Mittel nicht oder nicht schnell genug zur Verfügung stehen.

Sie kann für Forschungsprojekte zum Beispiel Personalmittel vergeben und Reisekosten erstatten oder die Beschaffung von Geräten und Arbeitsmaterial ermöglichen.

#### **Grundsätze der Stiftungspolitik**

Die Bayerische Forschungsstiftung sieht es als hochrangiges Ziel an, durch den Einsatz ihrer Mittel strategisch wichtige anwendungsorientierte Forschung zu fördern. Dabei konzentriert sie sich auf zukunftssträchtige Projekte, bei deren Verwirklichung Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam gefordert sind und eine enge Zusammenarbeit besonderen Erfolg verspricht.

- ▶ Jedes Projekt, jeder Forschungsverbund muss von Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam getragen werden.
- ▶ Das besondere Augenmerk gilt mittelständischen Unternehmen.
- ▶ Jedes Vorhaben muss innovativ sein.
- ▶ Der Schwerpunkt des Mitteleinsatzes liegt im Bereich der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung; späteres wirtschaftliches Potenzial soll erkennbar sein.
- ▶ Die Dauer der Projekte wird befristet; der Förderzeitraum soll im Regelfall drei Jahre nicht überschreiten.
- ▶ Institutionelle Förderung (z. B. Gründung neuer Institute) scheidet aus.
- ▶ Das Projekt darf zum Zeitpunkt der Antragstellung noch nicht begonnen worden sein.

#### **Definition von Fördervorhaben**

Die Bayerische Forschungsstiftung fördert zwei Typen von Vorhaben:

- ▶ Einzelprojekte
- ▶ Forschungsverbände

Für beide Kategorien ist eine Beteiligung von Wirtschaft (einschließlich kleiner und mittlerer Unternehmen) und Wissenschaft erforderlich. Die maximale Förderdauer beträgt grundsätzlich drei Jahre.

Forschungsverbände unterscheiden sich von Einzelprojekten dadurch, dass sie

- ▶ ein bedeutendes, im Vordergrund wissenschaftlich-technischer Entwicklung stehendes „Generalthema“ behandeln,
- ▶ eine große Anzahl von Mitgliedern aufweisen,
- ▶ ein hohes Finanzvolumen haben,
- ▶ eine eigene Organisationsstruktur aufweisen.

# Zielsetzung und Arbeitsweise

## **Antragstellung**

Die Anträge sind schriftlich an die Geschäftsstelle der Bayerischen Forschungsstiftung zu richten. Antragsformulare können dort angefordert bzw. über das Internet ([www.forschungsstiftung.de](http://www.forschungsstiftung.de)) heruntergeladen werden.

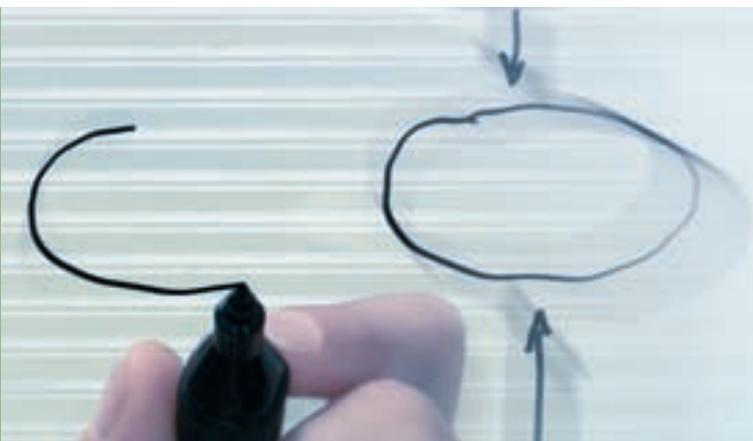
Die Anträge müssen folgende Angaben enthalten:

### **1. Allgemeine Angaben:**

- Gegenstand des Projektes
- Antragsteller; weitere an der Maßnahme beteiligte Personen, Firmen oder Institutionen
- Kurzbeschreibung des Projektes
- Beginn und Dauer
- die Höhe der angestrebten Förderung durch die Bayerische Forschungsstiftung
- evtl. weitere bei der Bayerischen Forschungsstiftung eingereichte bzw. bewilligte Anträge
- evtl. thematisch verwandte Förderanträge bei anderen Stellen

### **2. Kostenkalkulation:**

- Arbeits- und Zeitplan mit Personaleinsatz
- Kostenplan
- Erläuterung der Kostenkalkulation
- Finanzierungsplan



### 3. Eingehende technische Erläuterung der Vorhaben:

- ▶ Stand der Wissenschaft und Technik – Konkurrenzprodukte oder -verfahren (Literaturrecherche)
- ▶ eigene Vorarbeiten
- ▶ wissenschaftliche und technische Projektbeschreibung
- ▶ Ziele des Vorhabens (Innovationscharakter)
- ▶ Festlegung von jährlichen Zwischenzielen („Meilensteinen“)
- ▶ wirtschaftliches Potenzial und Risiko (Breite der Anwendbarkeit, Verwendung der Ergebnisse)
- ▶ Schutzrechtslage

Die Projekte, für die eine Förderung beantragt wird, sollen zum Zeitpunkt der Antragstellung noch nicht begonnen worden sein.

#### Antragsbearbeitung

Die Anträge werden von der Geschäftsstelle vorgeprüft. Die fachlich berührten Staatsministerien geben hierzu eine Stellungnahme ab.

Die Prüfung der Relevanz der Thematik, der Innovationshöhe der beabsichtigten Forschungsarbeiten, des damit verbundenen Risikos und der Angemessenheit des Forschungsaufwands erfolgt durch externe Fachgutachter und durch den Wissenschaftlichen Beirat der Stiftung.

Die daraus resultierende Empfehlung bildet die Grundlage für die abschließende Förderentscheidung, die der Stiftungsvorstand nach Behandlung der Anträge durch den Stiftungsrat trifft.

#### Bewilligungsgrundsätze

Maßgebend für die Abwicklung des Projektes ist der von der Stiftung erteilte Bewilligungsbescheid und die darin ausgewiesene Förderquote. Basis des Bewilligungsbescheids sind die im Antrag gemachten Angaben zur Durchführung sowie zu den Kosten und der Finanzierung des Projektes. Die durch die Zuwendung der Bayerischen Forschungstiftung nicht abgedeckte Finanzierung muss gesichert sein.

Im Falle einer Bewilligung werden dem Zuwendungsempfänger die Mittel zur eigenverantwortlichen Verwendung überlassen. Es besteht die Möglichkeit, durch Umschichtungen innerhalb der Ausgabengruppen auf notwendige Anpassungen während der Projektlaufzeit zu reagieren. Die bewilligten Mittel sind nicht an Haushaltsjahre gebunden und verfallen nicht am Schluss des Kalenderjahres.

Die Stiftung behält sich vor, die Förderung des Vorhabens aus wichtigem Grund einzustellen. Ein wichtiger Grund liegt insbesondere vor, wenn wesentliche Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens weggefallen sind oder die Ziele des Vorhabens nicht mehr erreichbar erscheinen.

Der Zuwendungsempfänger hat jährlich in einem Zwischenbericht den Projektfortschritt anhand von „Meilensteinen“ in geeigneter Weise nachzuweisen. Dieser Nachweis bildet jeweils die Grundlage für die weitere Förderung des Vorhabens durch die Bayerische Forschungstiftung. Nach Abschluss der Fördermaßnahme ist ein zahlenmäßiger Nachweis über die Verwendung der Mittel und ein Sachbericht über die erzielten Ergebnisse vorzulegen.

Der Bewilligungsempfänger ist verpflichtet, die Ergebnisse des von der Stiftung geförderten Vorhabens zeitnah der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, vorzugsweise durch Publikationen in gängigen Fachorganen.

# Zielsetzung und Arbeitsweise

## **Förderung der internationalen Zusammenarbeit in der angewandten Forschung**

Internationale Beziehungen in Wissenschaft und Forschung sind ein wichtiges Anliegen der Bayerischen Forschungstiftung. Sie stärken Bayern im globalen Wettbewerb und sind eine unerlässliche Voraussetzung für die Behauptung Bayerns auf den internationalen Märkten. Gerade im Hochschulbereich können zahlreiche Ideen jedoch nicht verwirklicht werden, weil z. T. nur verhältnismäßig geringe Geldbeträge fehlen oder erst nach Durchlaufen schwerfälliger Apparate bereitgestellt werden können.

Die Bayerische Forschungstiftung möchte hier mit ihren unbürokratischen Strukturen zielgerichtet tätig sein. Fördermittel für internationale Wissenschafts- und Forschungskontakte können nur in Verbindung mit Projekten der Bayerischen Forschungstiftung gewährt werden.

Zuwendungsfähig sind

- ▶ Kosten für kurzzeitige, wechselseitige Aufenthalte in den Partnerlabors,
- ▶ Kosten, die mit der Anschaffung von gemeinsam genutzten oder dem Austausch von Geräten entstehen.

Der Antrag muss den Gegenstand, die Partnerschaft, den Zeitablauf, die Kosten und den Bezug zu einem Projekt der Bayerischen Forschungstiftung enthalten. Die Höchstfördersumme pro Antrag ist auf 15.000 Euro begrenzt.



### **Stipendien für Doktoranden**

In Bayern promovierte ausländische Wissenschaftler sind im Regelfall hervorragende „Botschafter“ des Wissenschaftsstandorts Bayern und als künftige Entscheidungsträger in ihren Ländern auch für die Marktchancen unserer Wirtschaft von großer Bedeutung. Die Bayerische Forschungsstiftung möchte mit dieser Initiative dazu beitragen, dass Studenten mit guter Weiterbildung und Promotion als Freunde unser Land verlassen. Eine entsprechende Werbewirkung für den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Bayern sieht die Bayerische Forschungsstiftung darüber hinaus in jungen bayerischen Wissenschaftlern, die an ausländischen Hochschulen promovieren.

Aufgrund der Stiftungssatzung und der Richtlinien für die Vergabe von Fördermitteln der Bayerischen Forschungsstiftung werden Stipendien nur für Forschungsvorhaben gewährt, die in einem thematischen Zusammenhang mit Projekten und den Forschungszielen der Bayerischen Forschungsstiftung stehen.

Voraussetzung: Ein Wissenschaftler einer ausländischen und einer bayerischen Hochschule, die wissenschaftlich zusammenarbeiten, treffen die Auswahl des Doktoranden. Gemeinsam bestimmen sie das Thema, das in einem thematischen Zusammenhang mit einem Projekt und den Forschungszielen der Bayerischen Forschungsstiftung steht, und übernehmen die Betreuung.

Das Stipendium beträgt bis zu 1.500 Euro pro Monat. Hinzu kommen Reise- und Sachmittel in Höhe von 2.500 Euro pro Jahr.

### **Stipendien für Post-Doktoranden**

Das Post-Doc-Programm läuft nach ähnlichen Modalitäten wie das Doktorandenprogramm. Es bietet die Möglichkeit, promovierte Nachwuchswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler aus dem Ausland während ihres Aufenthalts in Bayern und bayerische Post-Doktoranden während ihres Aufenthalts im Ausland bis zu 12 Monate zu fördern. Stipendien werden nur für Forschungsvorhaben gewährt, die in einem thematischen Zusammenhang mit Projekten und den Forschungszielen der Bayerischen Forschungsstiftung stehen. Das Stipendium beträgt bis zu 2.500 Euro pro Monat. Hinzu kommen Reise- und Sachmittel in Höhe von insgesamt 2.500 Euro.



# Rechnungs- prüfung

## Allgemeines

Für das Rechnungswesen der Bayerischen Forschungstiftung gelten gemäß § 9 Abs. 5 der Stiftungssatzung die Rechtsvorschriften des Freistaates Bayern über das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen entsprechend. Das Stiftungsvermögen nach Art. 3 Abs. 1 des Errichtungsgesetzes wird hinsichtlich der Buchführung getrennt von den laufenden Einnahmen und Ausgaben erfasst. Vor Beginn eines jeden Geschäftsjahres hat die Stiftung einen Voranschlag (Haushaltsplan) aufzustellen, der die Grundlage für die Verwaltung aller Einnahmen und Ausgaben bildet (§ 9 Abs. 2 der Stiftungssatzung).

## Stiftungsrechnung

Die Stiftungsrechnung 2011 schließt mit Einnahmen von 22,0 Mio. Euro, denen Ausgaben von 24,3 Mio. Euro gegenüberstehen.

## Vermögensübersicht

Das Gesamtvermögen beläuft sich zum Jahresende 2011 ohne Berücksichtigung der Verbindlichkeiten auf insgesamt 383,2 Mio. Euro.

Davon entfallen auf das Stiftungsvermögen gemäß Art. 3 Abs. 1 des Errichtungsgesetzes 332,6 Mio. Euro. Die Stiftungsmittel belaufen sich auf 50,6 Mio. Euro.

Nach Abzug von Verbindlichkeiten beträgt das Gesamtvermögen der Stiftung zum Jahresultimo 341,3 Mio. Euro.

## Jahresabschluss

Der Jahresabschluss wurde durch die Rödl & Partner GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Steuerberatungsgesellschaft der vorgeschriebenen Prüfung unterzogen. Das Ergebnis der Prüfung ist im Bericht vom 3. Februar 2012 festgehalten.

Da sich keine Beanstandungen ergeben haben, wurde für die Jahresrechnung 2011 und die Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2011 von der Rödl & Partner GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Steuerberatungsgesellschaft folgende Bescheinigung erteilt:



## Bescheinigung

An die **Bayerische Forschungsstiftung**, München:

Wir haben die Jahresrechnung – bestehend aus einer Einnahmen-Ausgaben-Rechnung – und die Vermögensübersicht unter Einbeziehung der Buchführung der Bayerischen Forschungsstiftung, München, für das Geschäftsjahr vom 1. Januar bis 31. Dezember 2011 geprüft. Entsprechend Artikel 16 Abs. 3 BayStG wurde der Prüfungsgegenstand erweitert. Die Prüfung erstreckte sich daher auch auf die Erhaltung des Grundstockvermögens und die bestimmungsgemäße Verwendung seiner Erträge und zum Verbrauch bestimmter Zuwendungen. Die Buchführung und die Aufstellung der Jahresrechnung und Vermögensübersicht nach den Verwaltungsvorschriften des Freistaates Bayern zur Bayerischen Haushaltsordnung, den Vorschriften des Bayerischen Stiftungsgesetzes und den ergänzenden Bestimmungen der Satzung liegen in der Verantwortung der gesetzlichen Vertreter der Stiftung. Unsere Aufgabe ist es, auf der Grundlage der von uns durchgeführten Prüfung eine Beurteilung über die Jahresrechnung und die Vermögensübersicht unter Einbeziehung der Buchführung sowie über den erweiterten Prüfungsgegenstand abzugeben.

Wir haben unsere Prüfung unter Beachtung der vom Institut der Wirtschaftsprüfer (IDW) festgestellten deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Abschlussprüfung und des IDW-Prüfungsstandards zur Prüfung von Stiftungen (IDW PS 740) sowie des Artikels 16 Abs. 3 BayStG vorgenommen. Danach ist die Prüfung so zu planen und durchzuführen, dass Unrichtigkeiten und Verstöße, die sich auf die Darstellung der Jahresrechnung und Vermögensübersicht wesentlich auswirken, mit hinreichender Sicherheit erkannt werden und dass mit hinreichender Sicherheit beurteilt werden kann, ob die Anforderungen, die sich aus der Erweiterung des Prüfungsgegenstands nach Artikel 16 Abs. 3 BayStG ergeben,

erfüllt werden. Bei der Festlegung der Prüfungshandlungen werden die Kenntnisse über die Geschäftstätigkeit und über das wirtschaftliche und rechtliche Umfeld der Stiftung sowie die Erwartungen über mögliche Fehler berücksichtigt. Im Rahmen der Prüfung werden die Wirksamkeit des rechnungslegungsbezogenen internen Kontrollsystems sowie Nachweise für die Angaben in Buchführung, Jahresrechnung und Vermögensübersicht überwiegend auf der Basis von Stichproben beurteilt. Die Prüfung umfasst die Beurteilung der angewandten Bewertungsgrundsätze und der wesentlichen Einschätzungen der gesetzlichen Vertreter sowie die Würdigung der Gesamtdarstellung von Jahresrechnung und Vermögensübersicht. Wir sind der Auffassung, dass unsere Prüfung eine hinreichend sichere Grundlage für unsere Beurteilung bildet.

Unsere Prüfung hat zu keinen Einwendungen geführt. Nach unserer Beurteilung aufgrund der bei der Prüfung gewonnenen Erkenntnisse entsprechen die Jahresrechnung und die Vermögensübersicht den Verwaltungsvorschriften des Freistaates Bayern zur Bayerischen Haushaltsordnung, den Vorschriften des Bayerischen Stiftungsgesetzes und den ergänzenden Bestimmungen der Satzung.

Die Prüfung der Erhaltung des Grundstockvermögens und der bestimmungsgemäßen Verwendung seiner Erträge und zum Verbrauch bestimmter Zuwendungen nach Artikel 16 Abs. 3 BayStG hat zu keinen Einwendungen geführt.

München, den 3. Februar 2012

Rödl & Partner GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft  
Steuerberatungsgesellschaft

gez. Prof. Dr. Markus Jordan  
Wirtschaftsprüfer

gez. Ronald Hager  
Wirtschaftsprüfer



# „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

## RICHTLINIEN

### Vorbemerkung

Die Bayerische Forschungsstiftung fördert Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Life Sciences, Informations- und Kommunikationstechnologien, Mikrosystemtechnik, Materialwissenschaft, Energie und Umwelt, Mechatronik, Nanotechnologie sowie Prozess- und Produktionstechnik nach Maßgabe

- ▶ ihrer im Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung festgelegten Bestimmungen,
- ▶ ihrer Satzung,
- ▶ dieser Richtlinien,
- ▶ der allgemeinen haushaltsrechtlichen Bestimmungen, insbesondere der Art. 23 und 44 BayHO und der dazu erlassenen Verwaltungsvorschriften,
- ▶ der Verordnung (EG) Nr. 800/2008 der Kommission vom 6. August 2008 zur Erklärung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Gemeinsamen Markt in Anwendung der Artikel 87 und 88 EG-Vertrag (Allgemeine Gruppenfreistellungsverordnung), Abl. L 214, 9.8.2008, S.3 (im Folgenden: AGFVO)<sup>1</sup>.

Die Förderung erfolgt ohne Rechtsanspruch im Rahmen der verfügbaren Mittel.

### 1. Zweck der Förderung

Die Förderung soll Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft ermöglichen, grundlegende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten zukunftssträchtiger Schlüsseltechnologien durchzuführen. Schwerpunktmäßig sind dies die Gebiete Life Sciences, Informations- und Kommunikationstechnologien, Mikrosystemtechnik, Materialwissenschaft, Energie und Umwelt, Mechatronik, Nanotechnologie sowie Prozess- und Produktionstechnik. Sie soll die Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen aus diesen Schlüsseltechnologien in neue Produkte, neue Verfahren und neue Technologien ermöglichen oder beschleunigen.

### 2. Gegenstand der Förderung

Förderfähig sind Vorhaben zur Lösung firmenübergreifender F&E-Aufgaben, die in enger Zusammenarbeit von einem (oder mehreren) Unternehmen mit einem (oder mehreren) Partner(n) aus der Wissenschaft (Hochschulen bzw. Forschungsinstitute) gelöst werden sollen (Verbundvorhaben). Gefördert werden können innovative Forschungs- und Entwicklungsvorhaben von Technologien, Verfahren, Produkten und Dienstleistungen gemäß Artikel 31 AGFVO sowie in begründeten Ausnahmefällen die Durchführung von Studien über die technische Durchführbarkeit für Vorhaben der industriellen Forschung oder der experimentellen Entwicklung gemäß Artikel 32 AGFVO insbesondere in folgenden Themenbereichen und Fragestellungen:

#### 2.1. Life Sciences

- ▶ Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben im Bereich der Bio- und Gentechnologie, insbesondere Methoden und Ansätze der funktionellen Genomforschung, innovative Diagnostika, Therapeutika und Impfstoffe, innovative Verfahren zur Pflanzen- und Tierzucht, im Bereich Ernährung und der Nahrungsmitteltechnologie sowie Methoden und Verfahren zur effizienten Nutzung und nachhaltigen Bewirtschaftung biologischer Ressourcen.
- ▶ Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben im Bereich Medizin und Medizintechnik, insbesondere innovative Vorhaben der medizinischen und biomedizinischen Technik, der medizinischen Bild- und Datenverarbeitung, der biokompatiblen Werkstoffe/Implantate, der Telemedizin und des Disease-Managements.
- ▶ Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben im Bereich der Gerontotechnologie, insbesondere innova-

(1) <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:214:0003:0047:DE:PDF>



tive Technologien für die Robotik im Pflegebereich, die alters- und behindertengerechte Domotik und sonstige Verfahren und Methoden zum Erhalt und zur Steigerung der Lebensqualität und der Selbstständigkeit. Klinische Studien sowie Vorhaben, die Bestandteil von Zulassungsverfahren sind, sind grundsätzlich nicht förderbar.

#### 2.2. Informations- und Kommunikationstechnologien

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ Informationsverarbeitung und Informationssysteme,
- ▶ Software-Entwicklung und Software-Engineering,
- ▶ Entwicklung von Schlüsselkomponenten für Kommunikationssysteme, einschließlich Mikroelektronik,
- ▶ innovative Anwendungen (z. B. Multimedia, intelligente Haustechnik, Kraftfahrzeuge, Verkehr, Navigation).

#### 2.3. Mikrosystemtechnik

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere

- ▶ im Bereich der Konzeption, des Entwurfs und der Fertigungsverfahren von mikrosystemtechnischen Bauteilen und den hierzu erforderlichen Techniken,
- ▶ Systementwicklungsmethoden zur Integration verschiedener Mikrotechniken,
- ▶ zur Erarbeitung grundlegender Erkenntnisse bei der Anwendung von Mikrosystemen.

#### 2.4. Materialwissenschaft

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ Definition, Konzipierung und Festlegung von neuen Materialien und Eigenschaften von Materialien sowie ihrer Anwendung,
- ▶ (Hochleistungs-)Keramiken, (Hochleistungs-)Polymere, Verbundwerkstoffe und Legierungen,

- ▶ Definition, Konzipierung sowie Festlegung von Eigenschaften biokompatibler Materialien und abbaubarer Kunststoffe,
- ▶ Oberflächen-, Schicht- und Trocknungstechniken.

#### 2.5. Energie und Umwelt

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ innovative Verfahren und Techniken zur Nutzung fossiler und regenerativer Energieträger sowie neuer Energieträger,
- ▶ rationelle Energieanwendungen und Verfahren zur Effizienzsteigerung,
- ▶ neue Technologien der Energieumwandlung, -speicherung und -übertragung,
- ▶ produktionsintegrierter Umweltschutz, grundlagenorientierte Innovationen im Vorfeld der Entwicklung neuer, umweltverträglicher Produkte,
- ▶ Bereitstellung neuer Stoffkreisläufe und energetische Verwertung von Abfall- und Reststoffen,
- ▶ innovative Verkehrstechnologien.

#### 2.6. Mechatronik

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere im Bereich

- ▶ der Konzeption mechatronischer Komponenten und Systeme,
- ▶ der Erarbeitung von innovativen Produktions- und Montagekonzepten für mechatronische Komponenten und Systeme,
- ▶ der Entwicklung rechnergestützter Methoden und Tools zum virtuellen Entwerfen und zur Auslegungsoptimierung,
- ▶ der Entwicklung von leistungsfähigen Verfahren des Rapid Prototyping und der Echtzeit-Emulation von Steuerungen,
- ▶ der Höchstintegration von Elektronik, Aktorik und Sensorik und der Entwicklung geeigneter Aufbau- und Verbindungstechnik.

# „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

## 2.7. Nanotechnologie

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere im Bereich

- ▶ der auf der Beherrschung von Nanostrukturen beruhenden neuen technologischen Verfahren,
- ▶ der Nutzung in den unterschiedlichsten Anwendungsbereichen wie der Elektronik und Sensorik, der Energie- und Werkstofftechnik sowie in (bio-)chemischen Prozessen und der Medizin bzw. der Medizintechnik.

## 2.8. Prozess- und Produktionstechnik

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben zur Optimierung von Wertschöpfungs- und Geschäftsprozessen insbesondere im Bereich

- ▶ innovativer Automatisierungs- und Verfahrenstechniken,
- ▶ Produktionsketten und Fertigungstechniken,
- ▶ neuer Planungs- und Simulationstechniken,
- ▶ wissensbasierter Modelle und Systeme.

## 3. Zuwendungsempfänger

Antragsberechtigt sind rechtlich selbstständige Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft, Angehörige der freien Berufe, außeruniversitäre Forschungsinstitute, Universitäten und Fachhochschulen sowie Mitglieder oder Einrichtungen bayerischer Hochschulen, die zur Durchführung von F&E-Vorhaben berechtigt sind, mit Sitz bzw. Niederlassung in Bayern. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gemäß Anhang I der AGFVO werden bevorzugt berücksichtigt. Danach werden KMU definiert als Unternehmen, die

- ▶ weniger als 250 Personen beschäftigen und
- ▶ entweder einen Jahresumsatz von höchstens 50 Mio. Euro oder eine Jahresbilanzsumme von höchstens 43 Mio. Euro haben und
- ▶ eigenständig sind, d. h. keine Partnerunternehmen bzw. verbundene Unternehmen sind.

Die näheren Einzelheiten, insbesondere zur Berechnung der Anzahl der Personen, zum Jahresumsatz oder zur Feststellung eines „verbundenen Unternehmens“ sind in Anhang I der AGFVO geregelt.

## 4. Zuwendungsvoraussetzungen

- ▶ Die Durchführung des Vorhabens muss mit einem erheblichen technischen und wirtschaftlichen Risiko verbunden sein. Der für das Vorhaben erforderliche Aufwand muss so erheblich sein, dass die Durchführung des Vorhabens ohne Förderung durch die Stiftung nicht oder nur erheblich verzögert zu erwarten wäre.
- ▶ Das Vorhaben muss sich durch einen hohen Innovationsgehalt auszeichnen, d. h. die zu entwickelnden Verfahren, Produkte, Technologien und Dienstleistungen müssen in ihrer Eigenschaft über den Stand von Wissenschaft und Technik hinausgehen. Die Beurteilung der Innovationshöhe erfolgt durch externe Fachgutachter.
- ▶ Nicht gefördert werden Vorhaben, die bei Antragstellung bereits begonnen sind.
- ▶ Unternehmen, die keine KMU sind, erhalten nur dann eine Förderung, wenn sie den Anreizeffekt der beantragten Förderung nachweisen.
- ▶ Das Vorhaben muss in seinen wesentlichen Teilen in Bayern durchgeführt werden. Die Einbeziehung außer-bayerischer Partner ist möglich.
- ▶ Der Antragsteller sowie die Projektbeteiligten sollen zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits über spezifische Forschungs- und Entwicklungskapazitäten und einschlägige fachliche Erfahrungen verfügen.
- ▶ Gefördert werden in der Regel nur Verbundprojekte zwischen Wirtschaft und Wissenschaft. An einem Vorhaben sollen mindestens ein Partner aus dem Unternehmensbereich und mindestens ein Partner aus dem Wissenschaftsbereich (außeruniversitäre Forschungseinrichtung oder Hochschule) beteiligt sein (Verbundvorhaben).

- ▶ Die Antragsteller bzw. die Projektbeteiligten aus der gewerblichen Wirtschaft müssen für die Finanzierung des Vorhabens in angemessenem Umfang Eigen- oder Fremdmittel einsetzen, die nicht durch andere öffentliche Finanzierungshilfen ersetzt oder zinsverbilligt werden.
- ▶ Eine Kumulierung mit Mitteln der Europäischen Gemeinschaft bzw. mit anderen staatlichen Beihilfen ist gemäß Artikel 7 AGFVO möglich.
- ▶ Einem Unternehmen in Schwierigkeiten gemäß Artikel 1 Absatz 7 AGFVO bzw. einem Unternehmen, das einer Rückforderung aufgrund einer früheren Kommissionsentscheidung zur Feststellung der Rechtswidrigkeit und Unvereinbarkeit einer Beihilfe mit dem Gemeinsamen Markt nicht Folge geleistet hat, darf eine Beihilfe nach diesen Richtlinien nicht gewährt werden.
- ▶ Die Bayerische Forschungsstiftung verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke. Aus diesem Grund sind die Projektbeteiligten verpflichtet, die Ergebnisse der geförderten Vorhaben zeitnah der Öffentlichkeit zugänglich zu machen.
- ▶ Die Bayerische Forschungsstiftung behält sich ein Mitspracherecht bei Lizenzvergaben vor. Grundsätzlich besteht auf Grund der gemeinnützigen Zweckbestimmung der Bayerischen Forschungsstiftung die Verpflichtung, Lizenzen zu marktüblichen Bedingungen zu vergeben.

## 5. Art und Umfang der Förderung

- ▶ Die Förderung erfolgt durch Zuschüsse im Rahmen einer Projektförderung.
- ▶ Für Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft beträgt die Höhe der Förderung für die im Rahmen des Vorhabens gemachten Aufwendungen
- ▶ bis zu maximal 100 % der zuwendungsfähigen Kosten im Falle von strategisch wichtiger und außergewöhnlicher Grundlagenforschung, die nicht an industrielle und kommerzielle Ziele eines bestimmten Unternehmens geknüpft ist,
- ▶ bis zu maximal 50 % der zuwendungsfähigen Kosten im Falle der industriellen Forschung,
- ▶ bis zu maximal 25 % der zuwendungsfähigen Kosten im Falle der experimentellen Entwicklung.

Grundsätzlich wird auch im Falle der Grundlagenforschung eine angemessene Eigenbeteiligung vorausgesetzt, sodass die Förderquote in der Regel 50 % der Gesamtkosten des Vorhabens nicht übersteigt.

Falls unterschiedliche Projektaktivitäten sowohl der industriellen Forschung als auch der experimentellen Entwicklung zuordenbar sind, wird der Fördersatz anteilig festgelegt.

Im Übrigen gelten die Bestimmungen der AGFVO. Dies gilt insbesondere auch hinsichtlich etwaiger Zuschläge im Rahmen der industriellen Forschung und der experimentellen Entwicklung nach Artikel 31 Abs. 4 AGFVO.

- ▶ Kleine und mittlere Unternehmen i. S. d. AGFVO werden bevorzugt gefördert.
- ▶ Zuwendungsfähig sind Personalkosten, Reisekosten, Materialkosten, Kosten für Fremdleistungen (in begrenztem Umfang), Kosten für Instrumente und Ausrüstung (zeit- und vorhabensanteilig), soweit sie für die Durchführung des Vorhabens erforderlich sind, sowie Druckkostenzuschüsse bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen.
- ▶ Bei Antragstellern aus dem Unternehmensbereich werden die Personal- und Reisekosten pauschaliert. Es können je nachgewiesenem Mannmonat (entspricht 160 Stunden bei stundenweiser Aufzeichnung) für eigenes fest angestelltes Personal folgende Pauschalen in Ansatz gebracht werden: Akademiker, Dipl.-Ing. u. ä. 9.000,- Euro, Techniker, Meister u. ä. 7.000,- Euro, Facharbeiter, Laboranten u. ä. 5.000,- Euro. Mit den Pauschalen sind die Personaleinzelkosten, die Personalnebenkosten sowie die Reisekosten abgegolten. Auf die zuwendungsfähigen Aufwendungen wird ein Verwaltungsgemeinkostenzuschlag i. H. v. max. 7 % anerkannt. Bei den Kosten für Material kann ein Materialkostenzuschlag i. H. v. max. 10 % in Ansatz gebracht werden.
- ▶ Bei Mitgliedern und Einrichtungen von Hochschulen (Instituten etc.) werden die zuwendungsfähigen Kosten auf Ausgabenbasis errechnet. Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen können auf Kostenbasis gefördert werden.

## 6. Verfahren

- ▶ Anträge auf die Gewährung von Zuwendungen sind an die **Bayerische Forschungsstiftung**  
Prinzregentenstraße 52, 80538 München  
Telefon +49 89/21 02 86-3  
Telefax +49 89/21 02 86-55  
zu richten.
- ▶ Die Bayerische Forschungsstiftung überprüft die Anträge unter Einschaltung von externen Fachgutachtern.
- ▶ Die Bewilligung der Anträge, die Auszahlung der Förderung und die abschließende Prüfung der Verwendungsnachweise erfolgt durch die Bayerische Forschungsstiftung.

# Gesetz

## ÜBER DIE ERRICHTUNG DER BAYERISCHEN FORSCHUNGSSTIFTUNG

Vom 24. Juli 1990 (GVBl S. 241), zuletzt geändert durch § 22 des Gesetzes vom 16. Dezember 1999 (GVBl S. 521)

Der Landtag des Freistaates Bayern hat das folgende Gesetz beschlossen, das nach Anhörung des Senats hiermit bekannt gemacht wird:

### Art. 1 Errichtung

<sup>1</sup> Unter dem Namen „Bayerische Forschungsstiftung“ wird eine rechtsfähige Stiftung des öffentlichen Rechts errichtet.

<sup>2</sup> Sie entsteht mit Inkrafttreten dieses Gesetzes.

### Art. 2 Zweck, Stiftungsgenuss

**1** Die Stiftung hat den Zweck,

1. ergänzend zur staatlichen Forschungsförderung durch zusätzliche Mittel oder auf sonstige Weise universitäre und außeruniversitäre Forschungsvorhaben, die für die wissenschaftlich-technologische Entwicklung Bayerns oder für die bayerische Wirtschaft oder für den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen nach Art. 131 und 141 der Verfassung von Bedeutung sind,
2. die schnelle Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse durch die Wirtschaft zu fördern.

**2** <sup>1</sup> Die Stiftung soll ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnittes Steuerbegünstigte Zwecke der Abgabenordnung erfüllen.

<sup>2</sup> Das Nähere regelt die Satzung.

**3** Ein Rechtsanspruch auf die Gewährung des jederzeit widerruflichen Stiftungsgenusses besteht nicht.

### Art. 3 Stiftungsvermögen

**1** Das Vermögen der Stiftung besteht

1. aus dem Anspruch gegen den Freistaat Bayern auf Zuweisung der Erträge aus seiner Beteiligung an der VIAG AG oder einer dagegen eingetauschten anderen Beteiligung; diese Zuweisung ist auf fünf Jahre befristet,
2. aus einem Kapitalstock, den die Stiftung sich aus den in Nummern 1 und 3 genannten Erträgen aufbaut,
3. aus Zustiftungen vor allem aus der Wirtschaft, sonstigen Zuwendungen sowie sonstigen Einnahmen, soweit sie nicht zur unmittelbaren Erfüllung des Stiftungszwecks bestimmt sind.

**2** Im Falle der Veräußerung oder des Wegfalls der Beteiligungen hat die Stiftung Anspruch auf eine gleichwertige andere Ausstattung.

### Art. 4 Stiftungsmittel

Die Stiftung erfüllt ihre Aufgaben aus

1. der in Art. 3 Abs. 1 Nr. 1 genannten Zuweisung, soweit diese nicht in den Kapitalstock eingestellt wird,
2. Erträgen des gem. Art. 3 Abs. 1 Nr. 2 gebildeten Kapitalstocks,
3. Zuwendungen und sonstigen Einnahmen, soweit sie zur unmittelbaren Erfüllung des Stiftungszwecks bestimmt sind.

### Art. 5 Organe

Organe der Stiftung sind der Stiftungsrat, der Stiftungsvorstand sowie der Wissenschaftliche Beirat.

### Art. 6 Stiftungsrat

**1** Der Stiftungsrat besteht aus

1. dem Ministerpräsidenten als Vorsitzenden,
2. dem Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst,

3. dem Staatsminister der Finanzen,
4. dem Staatsminister für Wirtschaft, Verkehr und Technologie,
5. zwei Vertretern des Bayerischen Landtags,
6. zwei Vertretern der Wirtschaft,
7. zwei Vertretern der Wissenschaft, davon einem Vertreter der Universitäten und einem Vertreter der Fachhochschulen.

**2**<sup>1</sup> Der Stiftungsrat hat insbesondere die Aufgabe, die Grundsätze der Stiftungspolitik und die Arbeitsprogramme festzulegen sowie über den Haushaltsplan, die Jahresrechnung und die Vermögensübersicht zu beschließen.

<sup>2</sup> Er kann Richtlinien für die Vergabe von Stiftungsmitteln erlassen.

#### **Art. 7 Stiftungsvorstand**

**1**<sup>1</sup> Der Stiftungsvorstand besteht aus je einem Vertreter der Staatskanzlei, des Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst, des Staatsministeriums der Finanzen sowie des Staatsministeriums für Wirtschaft, Verkehr und Technologie.

<sup>2</sup> Der Stiftungsvorstand bestimmt aus seiner Mitte einen Vorsitzenden und einen Stellvertreter.

**2**<sup>1</sup> Der Stiftungsvorstand führt entsprechend den Richtlinien und Beschlüssen des Stiftungsrats die Geschäfte der laufenden Verwaltung.

<sup>2</sup> Soweit der Bereich einzelner Staatsministerien berührt ist, entscheidet der Stiftungsvorstand einstimmig.

<sup>3</sup> Der Vorsitzende des Stiftungsvorstands vertritt die Stiftung gerichtlich und außergerichtlich.

**3**<sup>1</sup> Der Vorstand bedient sich einer Geschäftsstelle.

<sup>2</sup> Sie wird von einem Geschäftsführer geleitet, der nach Maßgabe der Satzung auch Vertretungsaufgaben wahrnehmen kann.

<sup>3</sup> Der Vorstand beruft einen ehrenamtlichen Präsidenten.

#### **Art. 8 Wissenschaftlicher Beirat**

**1** Der Wissenschaftliche Beirat besteht aus Sachverständigen der Wirtschaft und der Wissenschaft.

**2** Der Wissenschaftliche Beirat hat die Aufgabe, die Stiftung in Forschungs- und Technologiefragen zu beraten und einzelne Vorhaben zu begutachten.

#### **Art. 9 Satzung**

<sup>1</sup> Die nähere Ausgestaltung der Stiftung wird durch eine Satzung geregelt.

<sup>2</sup> Die Satzung wird durch die Staatsregierung erlassen.

#### **Art. 10 Stiftungsaufsicht**

Die Stiftung untersteht unmittelbar der Aufsicht des Staatsministeriums der Finanzen.

#### **Art. 11 Beendigung, Heimfall**

**1** Die Stiftung kann nur durch Gesetz aufgehoben werden.

**2** Im Falle der Aufhebung der Stiftung fällt ihr Vermögen an den Freistaat Bayern.

#### **Art. 12 Stiftungsgesetz**

Im Übrigen gelten die Bestimmungen des Stiftungsgesetzes (BayRS 282-1-1-K) in seiner jeweils gültigen Fassung.

#### **Art. 13 Inkrafttreten**

Dieses Gesetz tritt am 1. August 1990 in Kraft.

---

München, den 24. Juli 1990

Der Bayerische Ministerpräsident Dr. h. c. Max Streibl

# Satzung

## DER BAYERISCHEN FORSCHUNGSSTIFTUNG

Vom 5. Februar 1991 (GVBl S. 49), zuletzt geändert durch  
Satzung vom 14. Dezember 2010 (GVBl S. 863)

Auf Grund des Art. 9 Satz 2 des Gesetzes über die Errichtung  
der Bayerischen Forschungsstiftung vom 24. Juli 1990 (GVBl  
S. 241, BayRS 282-2-11-W), zuletzt geändert durch § 22 des  
Gesetzes vom 16. Dezember 1999 (GVBl S. 521), erlässt die  
Bayerische Staatsregierung folgende Satzung:

### § 1 Name, Rechtsform, Sitz

Die Bayerische Forschungsstiftung ist eine rechtsfähige Stif-  
tung des öffentlichen Rechts mit dem Sitz in München.

### § 2 Stiftungszweck

**1** Die Stiftung hat den Zweck,

1. ergänzend zur staatlichen Forschungsförderung durch  
zusätzliche Mittel oder auf sonstige Weise universitäre und  
außeruniversitäre Forschungsvorhaben, die für die wissen-  
schaftlich-technologische Entwicklung Bayerns oder für die  
bayerische Wirtschaft oder für den Schutz der natürlichen  
Lebensgrundlagen nach Art. 131 und 141 der Verfassung  
von Bedeutung sind,
2. die schnelle Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse  
durch die Wirtschaft  
zu fördern.

**2** Die Stiftung verfolgt damit ausschließlich und unmittel-  
bar gemeinnützige Zwecke zur Förderung von Wissenschaft  
und Forschung im Sinn des zweiten Teils dritter Abschnitt  
(Steuerbegünstigte Zwecke) der Abgabenordnung. Die Stif-  
tung ist selbstlos tätig; sie verfolgt nicht in erster Linie  
eigenwirtschaftliche Zwecke. Sie verwirklicht ihren Zweck  
insbesondere durch die Gewährung von Zuschüssen und  
Darlehen und durch die Übernahme von Bürgschaften und  
Garantien.

### § 3 Stiftungsvermögen

**1** Das Vermögen der Stiftung besteht

1. aus dem Anspruch gegen den Freistaat Bayern auf Zu-  
weisung der Erträge aus seiner Beteiligung an der VIAG AG  
oder einer dagegen eingetauschten anderen Beteiligung;  
diese Zuweisung ist auf fünf Jahre befristet,
2. aus einem Kapitalstock, den die Stiftung sich aus den in  
Nummern 1 und 3 genannten Erträgen aufbaut,
3. aus Zustiftungen vor allem aus der Wirtschaft, sonstigen Zu-  
wendungen sowie sonstigen Einnahmen, soweit sie nicht zur  
unmittelbaren Erfüllung des Stiftungszweck bestimmt sind.

**2** Für den Aufbau des Kapitalstocks nach Absatz 1 Nr. 2  
werden die in Absatz 1 Nr. 3 bezeichneten Mittel sowie  
nach Maßgabe der Haushaltsgesetzgebung Teile der in  
Absatz 1 Nr. 1 bezeichneten Erträge verwendet.

**3** Der Ertrag des Stiftungsvermögens und sonstige Einnah-  
men, die nicht dem Kapitalstock zuzuführen sind, dürfen  
nur entsprechend dem Stiftungszweck verwendet werden.  
Etwaige Zuwendungen dürfen nur für spendenbegünstigte  
Zwecke im Sinn des Abschnitts Steuerbegünstigte Zwecke  
der Abgabenordnung verwendet werden.

**4** Das Stiftungsvermögen ist in seinem Bestand unge-  
schmälert zu erhalten. Um den Stiftungszweck nachhaltig  
fördern zu können und um das Stiftungsvermögen zu erhal-  
ten, dürfen auch Rücklagen gebildet werden.

### § 4 Stiftungsmittel

**1** Die Stiftung erfüllt ihre Aufgaben aus

1. den in § 3 Abs. 1 Nr. 1 genannten Zuweisungen, soweit  
diese nicht in den Kapitalstock eingestellt werden,
2. Erträgen des gemäß § 3 Abs. 1 Nr. 2 gebildeten Kapitalstocks,
3. Zuwendungen und sonstige Einnahmen, soweit sie zur un-  
mittelbaren Erfüllung des Stiftungszwecks bestimmt sind.

**2** Sämtliche Mittel dürfen nur im Sinn des Stiftungszwecks nach § 2 verwendet werden. § 3 Abs. 3 Satz 2 gilt entsprechend. Die Mitglieder des Stiftungsrats, des Stiftungsvorstands und des Wissenschaftlichen Beirats erhalten keine Zuwendungen aus Mitteln der Stiftung.

**3** Ein Rechtsanspruch auf die Gewährung des jederzeit widerruflichen Stiftungsgenusses besteht nicht.

**4** Bei der Vergabe von Fördermitteln ist zu bestimmen, wie die zweckentsprechende Verwendung der Stiftungsmittel durch den Empfänger nachzuweisen ist. Außerdem ist ein Prüfungsrecht der Stiftung oder ihrer Beauftragten festzustellen.

**5** Keine Person darf durch Ausgaben, die dem Zweck der Stiftung fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütungen begünstigt werden.

## § 5 Organe

**1** Organe der Stiftung sind der Stiftungsrat, der Stiftungsvorstand und der Wissenschaftliche Beirat.

**2** Die Mitglieder der Stiftungsorgane werden jeweils grundsätzlich ehrenamtlich tätig; anfallende Auslagen können ersetzt werden. Der Stiftungsvorstand kann im Einvernehmen mit dem Stiftungsrat eine jährliche pauschale Tätigkeitsvergütung für Mitglieder der Stiftungsorgane und sonstige ehrenamtlich tätige Personen beschließen.

## § 6 Stiftungsrat

**1** Der Stiftungsrat besteht aus

1. dem Ministerpräsidenten als Vorsitzenden,
2. dem Staatsminister für Wissenschaft, Forschung und Kunst,
3. dem Staatsminister der Finanzen,
4. dem Staatsminister für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie,

5. zwei Vertretern des Bayerischen Landtags,

6. zwei Vertretern der Wirtschaft,

7. zwei Vertretern der Wissenschaft, davon einem Vertreter der Universitäten und einem Vertreter der Hochschulen für angewandte Wissenschaften – Fachhochschulen.

**2** Die Mitglieder gemäß Absatz 1 Nr. 5 werden durch den Landtag für fünf Jahre bestellt. Ihre Amtszeit endet vorzeitig, wenn sie aus dem Landtag ausscheiden.

**3** Die Mitglieder gemäß Absatz 1 Nr. 6 werden jeweils vom Bayerischen Industrie- und Handelskammertag sowie dem Bayerischen Handwerkstag gewählt. Die Mitglieder gemäß Absatz 1 Nr. 7 werden von der Universität Bayern e.V. bzw. von der Hochschule Bayern e.V. gewählt. Ihre Amtszeit beträgt vier Jahre.

**4** Der Stiftungsrat bestimmt aus seiner Mitte einen ersten und zweiten Stellvertreter des Vorsitzenden.

**5** Für jedes Mitglied des Stiftungsrats kann ein Stellvertreter bestimmt werden. Der Ministerpräsident und die Staatsminister bestimmen ihre Stellvertreter in ihrer Eigenschaft als Stiftungsratsmitglieder. Für die Bestimmung der übrigen Stellvertreter gelten die Absätze 2 und 3 entsprechend.

**6** Der Stiftungsrat gibt sich eine Geschäftsordnung. Er fasst seine Beschlüsse mit der Mehrheit der abgegebenen Stimmen. Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. Der Stiftungsrat ist beschlussfähig, wenn die Mehrheit seiner Mitglieder anwesend oder vertreten ist. Als anwesend gilt auch ein Mitglied, das sein Stimmrecht auf ein anwesendes Mitglied oder dessen Stellvertreter übertragen hat. Eine Weiterübertragung des Stimmrechts ist ausgeschlossen.

# Satzung

**7** Der Stiftungsrat legt die Grundsätze der Stiftungspolitik und die Arbeitsprogramme fest. Er beschließt über:

1. den Haushaltsplan, die Jahresrechnung und die Vermögensübersicht,
2. den Jahresbericht,
3. die Entlastung des Stiftungsvorstands,
4. die Bestellung des Abschlussprüfers für die Jahresrechnung,
5. den Erlass von Richtlinien zur zweckentsprechenden Verwaltung des Stiftungsvermögens, u. a. im Hinblick auf die steuerliche Begünstigung etwaiger Zustiftungen und Spenden,
6. den Erlass von Richtlinien zur Vergabe von Fördermitteln,
7. die Zustimmung zur Geschäftsordnung des Stiftungsvorstands,
8. die Bestellung der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats.

Darüber hinaus kann der Stiftungsrat über Fragen von allgemeiner Bedeutung oder über wichtige Einzelfragen beschließen.

## **§ 7 Stiftungsvorstand**

**1** Der Stiftungsvorstand besteht aus je einem Vertreter

1. der Staatskanzlei,
2. des Staatsministeriums für Wissenschaft, Forschung und Kunst,
3. des Staatsministeriums der Finanzen sowie
4. des Staatsministeriums für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie.

Der Stiftungsvorstand bestimmt aus seiner Mitte einen Vorsitzenden und einen Stellvertreter. Für jedes Mitglied des Stiftungsvorstands kann ein Stellvertreter bestellt werden.

**2** Der Stiftungsvorstand führt entsprechend den vom Stiftungsrat festgelegten Richtlinien die Geschäfte der laufenden Verwaltung und vollzieht die Beschlüsse des Stiftungsrats. Er beschließt über die Mittelvergabe für einzelne Fördervorhaben.

**3** Der Stiftungsvorstand gibt sich mit Zustimmung des Stiftungsrats eine Geschäftsordnung. Er fasst seine Beschlüsse mit der Mehrheit der abgegebenen Stimmen. Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. Soweit der Bereich einzelner Ministerien berührt ist, entscheidet der Stiftungsvorstand einstimmig.

**4** Der Stiftung wird gerichtlich und außergerichtlich vom Vorsitzenden des Stiftungsvorstands vertreten. Der Geschäftsführer führt im Auftrag des Stiftungsvorstands die laufenden Geschäfte der Stiftung und vertritt insoweit die Stiftung nach außen. Der ehrenamtliche Präsident berät die Stiftung in allen Fragen der Förderpolitik. Das Nähere regelt die Geschäftsordnung.

## **§ 8 Wissenschaftlicher Beirat**

**1** Der Wissenschaftliche Beirat besteht aus je sieben Sachverständigen der Wirtschaft und der Wissenschaft.

**2** Die Mitglieder werden vom Stiftungsrat bestellt; das Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie unterbreitet Vorschläge für die Benennung der Sachverständigen der Wirtschaft, das Staatsministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst für die Benennung der Sachverständigen der Wissenschaft. Ihre Amtszeit beträgt drei Jahre. Eine einmalige Wiederbestellung ist möglich.

**3** Der Wissenschaftliche Beirat bestimmt aus seiner Mitte einen Vorsitzenden und einen Stellvertreter. Er gibt sich eine Geschäftsordnung.

**4** Der Wissenschaftliche Beirat hat die Aufgabe, den Stiftungsrat und den Stiftungsvorstand in Forschungs- und Technologiefragen zu beraten und die einzelnen Vorhaben zu begutachten. Der Wissenschaftliche Beirat kann insbesondere gegenüber dem Stiftungsrat Empfehlungen zu



den Grundsätzen der Stiftungspolitik sowie Stellungnahmen zu Beschlüssen des Stiftungsrats abgeben. Bei der Begutachtung der Anträge auf Fördermaßnahmen nach § 2 Abs. 2 achtet er auf die Wahrung des Stiftungszwecks nach § 2 Abs. 1 und auf die Einhaltung der Qualitätserfordernisse.

**5** Der Wissenschaftliche Beirat kann zur Erledigung seiner Aufgaben Kommissionen bilden. Zu diesen Kommissionen können auch Dritte hinzugezogen werden.

### **§ 9 Haushalts- und Wirtschaftsführung**

**1** Geschäftsjahr der Stiftung ist das Kalenderjahr.

**2** Vor Beginn eines jeden Geschäftsjahres hat die Stiftung einen Voranschlag (Haushaltsplan) aufzustellen, der die Grundlage für die Verwaltung aller Einnahmen und Ausgaben bildet. Der Voranschlag muss in Einnahmen und Ausgaben ausgeglichen sein. Der Haushaltsplan ist der Aufsichtsbehörde spätestens einen Monat vor Beginn des neuen Geschäftsjahres vorzulegen.

**3** Nach Ablauf eines jeden Geschäftsjahres hat die Stiftung innerhalb von sechs Monaten Rechnung zu legen und die durch den Abschlussprüfer geprüfte Jahresrechnung zusammen mit einer Vermögensübersicht und dem Prüfungsvermerk der Aufsichtsbehörde vorzulegen.

**4** Die Aufsichtsbehörde kann anstelle des in Absatz 2 geregelten Haushaltsplans und der in Absatz 3 geregelten Jahresrechnung und Vermögensübersicht die Aufstellung eines Wirtschaftsplans vorschreiben, wenn ein Wirtschaften nach Einnahmen und Ausgaben nicht zweckmäßig ist.

**5** Im Übrigen gelten die Rechtsvorschriften des Freistaates Bayern über das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen.

### **§ 10 Stiftungsaufsicht**

Die Stiftung untersteht unmittelbar der Aufsicht des Staatsministeriums der Finanzen.

### **§ 11 Beendigung, Heimfall**

**1** Die Stiftung kann nur durch Gesetz aufgehoben werden.

**2** Der Freistaat Bayern erhält bei Auflösung oder Aufhebung der Stiftung oder bei Wegfall steuerbegünstigter Zwecke nicht mehr als seine eingezahlten Kapitalanteile und den gemeinen Wert seiner geleisteten Sacheinlagen zurück. Bei Aufhebung oder Auflösung der Stiftung oder bei Wegfall steuerbegünstigter Zwecke fällt das Vermögen der Stiftung, soweit es die eingezahlten Kapitalanteile und den gemeinen Wert der geleisteten Sachanlagen des Stifters übersteigt, an den Freistaat Bayern, der es unmittelbar und ausschließlich für gemeinnützige Zwecke zu verwenden hat.

### **§ 12 Satzungsänderungen**

Satzungsänderungen werden von der Staatsregierung nach Anhörung des Stiftungsrats beschlossen.

### **§ 13 Inkrafttreten**

Diese Satzung tritt mit Wirkung vom 1. Februar 1991 in Kraft.

---

München, den 5. Februar 1991

Der Bayerische Ministerpräsident Dr. h. c. Max Streibl

# Idee, Antrag, Entscheidung, Projekt

## **Von Ihrer Idee zum Projekt**

Wir helfen Ihnen bei der Verwirklichung Ihrer Projektidee. Zug um Zug hat die Bayerische Forschungsstiftung in den letzten Jahren ihr Beratungsangebot ausgebaut. Moderne Kommunikationsstrukturen und eine effiziente interne Struktur ermöglichen es uns, Ihnen die Unterstützung zu bieten, die Sie brauchen, um Ihre Ideen in einen Erfolg versprechenden Antrag umzusetzen und ein bewilligtes Projekt zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. Gerne stehen wir Ihnen für ein klärendes Vorgespräch zur Verfügung.

## **Vor der Antragseinreichung**

Die Mehrzahl der Antragsteller kommt mittlerweile zunächst mit einer Projektskizze zu uns. Dieser erste Schritt ermöglicht es, Ihnen bereits vor einer aufwendigen Antragstellung, die personelle Kapazitäten bindet und damit Zeit und Geld kostet, zielgerichtete Tipps zur Antragstellung zu geben. Sollten Sie einen Partner suchen, der Ihnen bei der Umsetzung Ihrer Projektidee zur Seite steht, können wir Ihnen auch aufgrund unserer langjährigen Erfahrung geeignete Partner aus Bayern benennen und Ihnen dank unserer Kontakte als „Türöffner“ behilflich sein. Gerne kristallisieren wir mit Ihnen gemeinsam aus Ihrer Idee die Forschungsschwerpunkte heraus, die eine erfolgreiche Antragstellung erwarten lassen.

## **Der Antrag**

Jedes Projekt braucht einen Antragsteller und mindestens einen projektbeteiligten Partner. Grundsätzlich sollen sich unabhängige Partner aus Wissenschaft und Wirtschaft zusammenfinden. Nur in diesem Tandem ist eine Antragstellung möglich. Die Zahl der Projektbeteiligten kann je nach der Art der Themenstellung variieren und die Zusammensetzung interdisziplinäre Schnittstellen berücksichtigen.

Die Förderung beträgt maximal 50 %. Die anderen 50 % erwarten wir als Eigenleistung der beteiligten Partner. Diese



kann auch in geldwerten Leistungen, also in Personal- und Sachkosten, erfolgen.

Obwohl wir immer bemüht sind, bürokratische Hürden möglichst gering zu halten: Auch unser Verfahren erfordert gewisse Grundsätze. Um unseren Stiftungszweck langfristig erfüllen zu können, müssen wir mit unseren Stiftungsmitteln sorgsam umgehen und die Regeln einer ordnungsgemäßen Abwicklung einhalten. Wir helfen Ihnen aber, mit diesen Erfordernissen zurechtzukommen. Wir beraten Sie bei der Aufstellung der Kosten- und Finanzierungspläne ebenso wie bei der Darstellung der wissenschaftlichen Inhalte.

Als technologieorientierte Stiftung ist es für uns selbstverständlich, Ihnen ein elektronisches Antragsformular anzubieten. Es ist so aufgebaut, dass es alle wichtigen Informationen enthält und Sie wie ein Leitfaden durch die Antragsformalitäten begleitet. Sie können es von unserer Homepage abrufen, Ihre Angaben eintragen, auf Plausibilität überprüfen und uns datensicher auf elektronischem Weg zuschicken.

#### **Von der Antragseinreichung zur Entscheidung**

Die Antragseinreichung ist an keine Fristen gebunden. Jeder Antrag wird von mehreren externen Fachgutachtern geprüft und bewertet. Entscheidende Kriterien sind z. B. die Innovationshöhe, die Originalität der Idee, die Kompetenz der Beteiligten, aber auch mögliche Arbeitsplatzeffekte sowie die spätere Umsetzbarkeit und Verwertbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse. Ist die externe Bewertung abgeschlossen, durchläuft jeder Antrag die Entscheidungsgremien der Stiftung. Eine erste Prioritätensetzung erfolgt durch unseren Wissenschaftlichen Beirat. Dieses Gremium ist besetzt mit führenden Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Wissenschaft. Hier wird jeder Antrag mit den hierzu erstellten externen Gutachten ausführlich diskutiert und ein Vorschlag für das Votum unseres Stiftungsvorstands erarbeitet. Die Förderentscheidung selbst trifft unser Stiftungsvorstand im Einvernehmen mit dem Stiftungsrat. In der Regel vergeht

von der Antragseinreichung bis zur Entscheidung ein Zeitraum von 3 bis 6 Monaten.

#### **Die Förderung des Projektes**

Ist ein Projekt bewilligt, können jeweils vierteljährlich im Voraus die benötigten finanziellen Mittel zur Durchführung der Projektarbeiten abgerufen werden. Die entsprechenden Formulare stellen wir zur Verfügung. Der Antragsteller ist für die Durchführung des Projektes verantwortlich, fachlich und finanziell.

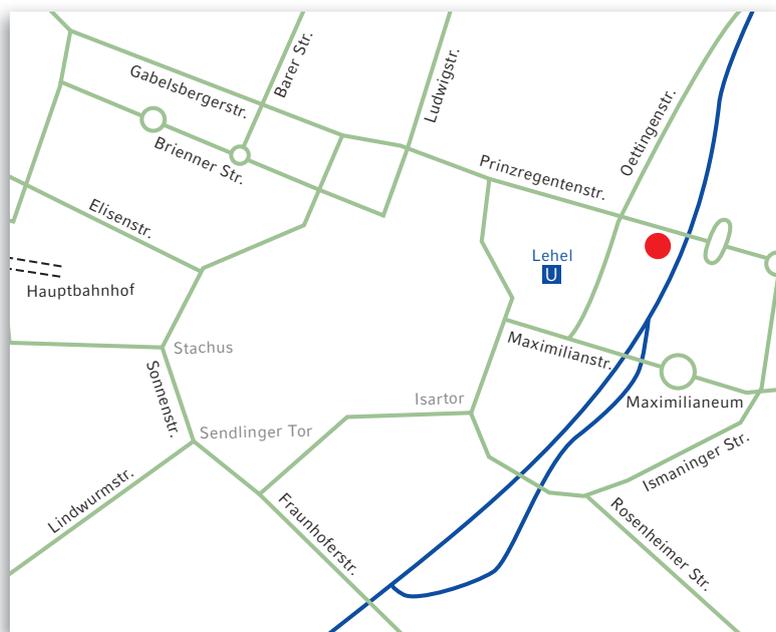
Jedes Projekt erhält einen „Paten“ aus dem Wissenschaftlichen Beirat, der das Projekt wissenschaftlich begleitet und die Erreichung der „Meilensteine“ und der Zielvorgaben überprüft. Die wissenschaftliche Berichterstattung erfolgt in einem Soll-Ist-Vergleich jährlich, ebenso der Nachweis der Mittel. Im Abschlussbericht, nach Beendigung des Projektes, werden alle erreichten Ergebnisse dargestellt, ebenso die im Rahmen des Vorhabens entstandenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Diplomarbeiten und Promotionen.

Ein datenbankgestütztes Controlling ermöglicht es uns, die Vielzahl der laufenden Projekte finanziell und fachlich zu überwachen und den Projektfortschritt zu dokumentieren.

#### **Evaluation**

Unsere Aufgabe ist damit aber noch nicht zu Ende. Da alle von der Stiftung geförderten Projekte sich im Bereich der anwendungsorientierten Forschung bewegen, interessiert uns natürlich, was längerfristig aus den von uns geförderten Projekten entsteht. Deshalb fragen wir ca. 2 Jahre nach Projektende noch einmal bei Ihnen nach, was aus den gewonnenen Erkenntnissen geworden ist. Wir freuen uns über jede Erfolgsstory und machen die Arbeit der Bayerischen Forschungsstiftung mit Ihrer Hilfe dadurch transparent.

# Kontakt



 **Bayerische Forschungsstiftung**  
Prinzregentenstraße 52  
80538 München  
Telefon +49 89 / 21 02 86 - 3  
Telefax +49 89 / 21 02 86 - 55  
forschungsstiftung@bfs.bayern.de  
www.forschungsstiftung.de

## **Anreise mit der Deutschen Bahn/U-Bahn**

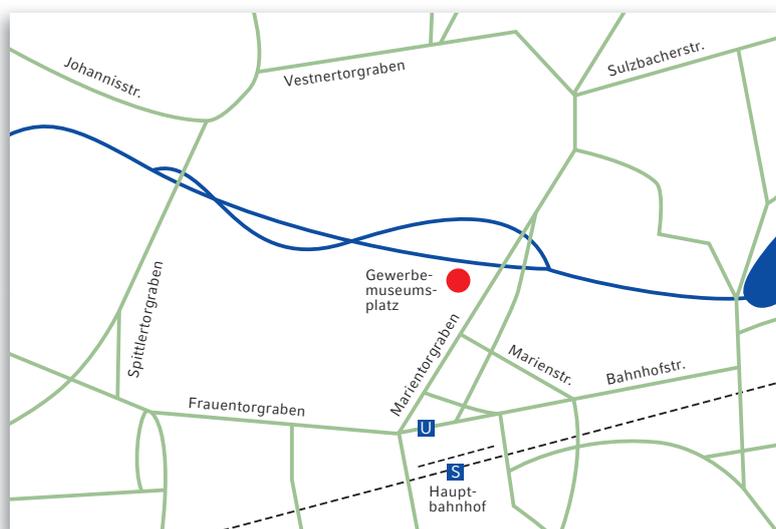
Vom Hauptbahnhof mit der U4 oder der U5 bis Haltestelle Lehel. Von dort ca. 10 Minuten zu Fuß über die Tattenbach- und Oettingenstraße bis zur Prinzregentenstraße.

## **Büro Nürnberg**

Gewerbemuseumsplatz 2  
90403 Nürnberg  
Telefon +49 911 / 50 715 - 800  
Telefax +49 911 / 50 715 - 888

## **Anreise mit der Deutschen Bahn**

Vom Hauptbahnhof (Ausgang City) ca. 10 Minuten zu Fuß über den Marienortgraben bis zum Gewerbemuseumsplatz.



**Partner im „Haus der Forschung“**  
www.hausderforschung.bayern.de

## IHRE ANSPRECHPARTNER



em. Prof. Dr.-Ing.  
Dr.-Ing. E. h.  
Joachim Heinzl,  
*Präsident*



Dorothea Leonhardt,  
*Geschäftsführerin*



Dipl.-Ing.  
Johannes Kastner,  
*Leiter Wissenschaft/  
Transfer*



Dr.-Ing.  
Karl Glas,  
*Leiter Wissenschaft/  
Forschung*



Reiner Donaubauber,  
*Leiter Verwaltung*



Robert Zitzlperger,  
*Leiter Rechnungswesen/  
Controlling*



Dagmar Williams,  
*Büro Nürnberg/  
Antragsberatung*



Melanie Binder,  
*Büro Nürnberg/  
Antragsberatung*



Susanne Ahr,  
*Leitung Sekretariat/  
Sachbearbeitung*



Christine Reeb,  
*Vorzimmer/  
Sachbearbeitung*



Maria Raucheisen,  
*Sekretariat/  
Sachbearbeitung*

# Bildnachweis

Titel, Seiten 5, 12/13, 19, 21, 22, 26/27,  
72/73, 108/109, 115, 117, 119, 120–133  
HAAK & NAKAT [www.haak-nakat.de]

Seiten 6, 8, 10, 14, 16, 106/107, 110/111,  
112/113, 135  
Bayerische Forschungsstiftung

Seite 23  
Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Informationstechnik (LIKE)

Seite 24/25  
ATZ Entwicklungszentrum  
Voith Composites GmbH & Co. KG  
FhG-FIL Augsburg und TU München

Seite 28/29  
Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Naturwissenschaften und  
Fakultät Ingenieurwissenschaften  
Lindner AG  
Abteilung Gebäudetechnik

Seite 30/31  
AlzChem AG  
Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik  
(LTT)

Seite 32/33  
Georg-Simon-Ohm Fachhochschule  
Nürnberg  
Polymer Optical Fiber Application Center  
NKD Vertriebs GmbH

Seite 34/35  
Hochschule für angewandte  
Wissenschaften Fachhochschule  
Würzburg-Schweinfurt  
Fakultät Informatik  
und Wirtschaftsinformatik  
Hochschule Deggendorf  
Technologie Campus Freyung

Seite 36/37  
GAUSS Instruments GmbH  
Gesellschaft für AUTomatisierte  
StöremissionsmessSysteme  
Hals-Nasen-Ohrenklinik und Poliklinik  
der Technischen Universität München  
Klinikum rechts der Isar, Labor für  
Experimentelle Audiologie

Seite 38/39  
Technische Universität München  
Klinikum Rechts der Isar – Klinik für  
Orthopädie und Sportorthopädie  
Blutspendedienst des Bayerischen Roten  
Kreuzes gemeinnützige GmbH  
Abteilung Biobank

Seite 40/41  
PharmaZell GmbH  
Universität Regensburg  
Institut für Pharmazie, Lehrstuhl für  
Pharmazeutische/Medizinische Chemie II

Seite 42/43

Klinik und Poliklinik für Mund-Kiefer-  
Gesichtschirurgie der Technischen  
Universität München  
Klinikum rechts der Isar  
Klinikum der Universität München  
Großhadern  
Herzchirurgische Klinik und Poliklinik

Seite 44/45

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Rechnertechnik und  
Rechnerorganisation LRR  
KINAXO Biotechnologies GmbH / A  
member of the Evotec group

Seite 46/47

Hochschule München  
Fakultät für Maschinenbau,  
Fahrzeugtechnik, Flugzeugtechnik  
Hochschule Deggendorf  
Fakultät Maschinenbau und Mechatronik,  
Optiklabor

Seite 48/49

Fraunhofer-Institut für Silicatforschung  
ISC  
Glas und Hochtemperaturwerkstoffe  
SGL Carbon GmbH  
Technology & Innovation

Seite 50/51

ETC PRODUCTS GmbH  
nanocoatings and additives  
Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
LS Kristallographie & Strukturphysik

Seite 52/53

rent a scientist GmbH  
Geiling GmbH  
Dreh- und Maschinenbauteile

Seite 54/55

Siemens AG  
H CP CV ID TIP  
Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Wissenschaftliche Services  
und Transfer (ZeWiS)

Seite 56/57

Eurocopter Deutschland GmbH  
EXDE3  
GWK Präzisionstechnik GmbH

Seite 58/59

EADS Innovation Works  
EADS Deutschland GmbH  
IW-SI  
PreSens Precision Sensing GmbH

Seite 60/61

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Technische Elektronik LTE  
GenISys GmbH

Seite 62/63

Fraunhofer-Institut  
Integrierte Systeme und Bauelemente-  
technologie (IISB)  
Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenver-  
fahrenstechnik

# Bildnachweis

Seite 64/65

Technische Universität München  
Institut für Werkzeugmaschinen und  
Betriebswissenschaften (iwb)

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Institut für Optik, Information und  
Photonik

Seite 66/67

Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Funktionsmaterialien

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Feststoff- und Grenzflächenver-  
fahrenstechnik

Seite 68/69

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung  
und Produktionssystematik

Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Naturwissenschaften und  
Fakultät Ingenieurwissenschaften

Seite 70/71

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Kunststofftechnik

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Umformtechnik und  
Gießereiwesen

Seite 74/75

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik

Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik  
und Transportprozesse

Seite 76/77

Hochschule Regensburg  
Fakultät Elektro- und Informationstechnik  
& Fakultät Informatik und Mathematik

Fraunhofer-Einrichtung für Systeme der  
Kommunikationstechnik ESK  
Automotive

Seite 78/79

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Fördertechnik Materialfluss  
Logistik (fml)

TRANSVER GmbH  
Verkehrsforschung und Beratung

Seite 80/81

ASTRUM IT GmbH  
Geschäftsführung

Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Regensburg  
Laboratory for Safe and Secure Systems

Seite 82/83

Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Schaltungen IIS  
Entwicklungszentrum Röntgentechnik  
EZRT, Fürth

Universitätsklinikum Regensburg  
Dermatologie

Seite 84/85

Mikrogen GmbH  
Forschung und Entwicklung  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Umformtechnik und  
Gießereiwesen

Seite 86/87

Hochschule Aschaffenburg  
Zentrum für Wissenschaftliche Services  
und Transfer (ZeWiS)  
Otto-Friedrich-Universität Bamberg  
Institut für Archäologie, Denkmalkunde  
und Kunstgeschichte, Restaurierungswissen-  
schaft in der Baudenkmalpflege

Seite 88/89

Technische Universität München  
Lehrstuhl für Mikrotechnik und  
Medizingerätetechnik  
Universität der Bundeswehr München  
Lehrstuhl für Sensorik und Mess-Systeme

Seite 90/91

Fraunhofer-Institut für Integrierte  
Systeme und Bauelemente-  
technologie IISB  
Abteilung Technologie  
Technische Universität München  
Lehrstuhl für Umformtechnik und  
Gießereiwesen (utg)

Seite 92/93

Fraunhofer ISC  
Zentrum Hochtemperatur-Leichtbau  
Hochschule für angewandte Wissenschaften  
Fachhochschule Deggendorf

Seite 94/95

Universität Bayreuth  
Lehrstuhl für Werkstoffverarbeitung  
Hochschule für angewandte  
Wissenschaften – Fachhochschule München  
Fakultät Konstruktionstechnik

Seite 96/97

Friedrich-Alexander-Universität  
Erlangen-Nürnberg  
Lehrstuhl für Fertigungstechnologie  
(LFT)  
Technische Universität München  
iwb Anwenderzentrum Augsburg

Seite 98/99

Werkzeugbau Siegfried Hofmann GmbH  
Bayerisches Laserzentrum GmbH

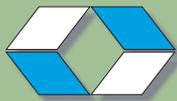
Seite 100/101

FZG-Augsburg  
Außenstelle Augsburg der Forschungsstelle  
für Zahnräder und Getriebebau  
Galvano Weis GmbH & Co. KG  
Geschäftsführung

Seite 102

GSI Gesellschaft für Schweißtechnik  
International mbH  
Niederlassung SLV München





## Bayerische Forschungsstiftung

Prinzregentenstraße 52  
80538 München

Telefon +49 89 / 21 02 86 - 3  
Telefax +49 89 / 21 02 86 - 55

[forschungsstiftung@bfs.bayern.de](mailto:forschungsstiftung@bfs.bayern.de)  
[www.forschungsstiftung.de](http://www.forschungsstiftung.de)

Büro Nürnberg  
Gewerbemuseumsplatz 2  
90403 Nürnberg

Telefon +49 911 / 507 15 - 800  
Telefax +49 911 / 507 15 - 888

[forschungsstiftung@bfs.bayern.de](mailto:forschungsstiftung@bfs.bayern.de)  
[www.hausderforschung.bayern.de](http://www.hausderforschung.bayern.de)

