

Bayerische
Forschungsförderung



J A H R E S B E R I C H T

2018



HERAUSGEBER

Bayerische Forschungsstiftung

Prinzregentenstraße 52

D-80538 München

REDAKTION

Dr. Christian Haslbeck

Geschäftsführer Bayerische Forschungsstiftung

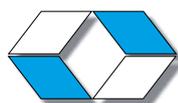
GESTALTUNG

HAAK & NAKAT [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

2018



Bayerische
Forschungstiftung

Inhalt

VORWORT

Ideen Wirklichkeit werden lassen

Dr. Markus Söder, Vorsitzender des Stiftungsrats 6

KOMPETENZEN

Interview –

Bayerische Forschungsstiftung in neuer personeller Aufstellung

Prof. Dr. Dr. h.c. (NAS RA) Arndt Bode, Präsident,

Christian Horak, Vorsitzender des Vorstands

Prof. Dr. Guido Wirtz, Vorsitzender des Wissenschaftlichen Beirats

Dr. Christian Haslbeck, Geschäftsführer 8

Nachruf Prof. Dr. rer. nat. Lothar Frey 12

Themen und Inhalte 14

PROJEKTE

Erfolgsgeschichten 20

Neuer Forschungsverbund 36

Neue Projekte 38

Neue Kleinprojekte 62

Evaluation 64



ANHANG

<u>Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	<u>68</u>
<u>Zielsetzung und Arbeitsweise der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	<u>74</u>
<u>Rechnungsprüfung</u>	<u>78</u>
<u>Förderprogramm „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“</u>	<u>80</u>
<u>Förderung der internationalen Zusammenarbeit</u>	<u>86</u>
<u>Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	<u>88</u>
<u>Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	<u>90</u>
<u>Idee, Antrag, Entscheidung, Projekt</u>	<u>94</u>
<u>Kontakt, Ansprechpartner</u>	<u>96</u>
<u>Bildnachweis</u>	<u>98</u>



Dr. Markus Söder, MdL

VORSITZENDER DES STIFTUNGSRATS

Ideen Wirklichkeit werden lassen

Bayern ist das Land der Ideen. Der Freistaat investiert 3,2 Prozent seines Bruttoinlandsprodukts in Forschung und Entwicklung. Deshalb nimmt Bayern bei fast allen neuen Technologien eine Spitzenstellung in Deutschland ein. In vielen Bereichen stehen wir europa- und weltweit ganz vorne. Wir haben forschungsintensive Großunternehmen, einen innovativen Mittelstand und eine erstklassige Forschungs- und Wissenschaftslandschaft. Die Stärken dieser Akteure multiplizieren sich, wenn sie zusammenarbeiten und ihre Ideen gemeinsam verwirklichen.

In dieser Gleichung ist die Bayerische Forschungstiftung eine wichtige und bewährte Größe. Sie fördert mit ihrem Angebot nun schon seit fast drei Jahrzehnten die Zusammenarbeit von Wirtschaft und Wissenschaft und bietet damit eine bedeutende und sehr erfolgreiche Unterstützung für viele Ideen in Bayern. Seit ihrer Gründung im Jahr 1990 wurden für 881 Projekte rund 569 Millionen Euro bewilligt. Gemeinsam mit den Finanzierungsbeiträgen der bayerischen Wirtschaft wurde damit ein Investitionsvolumen von rund 1,263 Milliarden Euro bewegt. Ob Produktionstechnik, Lebenswissenschaften oder Energie und Umwelt: Die geförderten Vorhaben sind immer am Puls der Zeit und tragen dazu

bei, den Technologievorsprung, den Bayern in vielen Bereichen besitzt, zu halten und auszubauen.

Die in diesem Jahresbericht vorgestellten Förderprojekte sollen nicht nur einen Überblick über die Bandbreite der Aktivitäten der Bayerischen Forschungstiftung geben. Sie sollen vielmehr auch Mutmacher sein für alle, die eine technologische, wirtschaftlich verwertbare Innovation in die Tat umsetzen wollen. Die Forschungstiftung wird dafür weiterhin ein verlässlicher Partner sein und sich um gute Ideen kümmern.



Dr. Markus Söder, MdL

Interview

Bayerische Forschungsstiftung in neuer personeller Aufstellung

Frage: Herr Professor Bode, 2018 war Ihr erstes Jahr als Präsident der Bayerischen Forschungsstiftung. Wie fällt Ihre Bilanz aus?

Prof. Bode: Die Bayerische Forschungsstiftung ist eine außerordentlich segensreiche Einrichtung für die bayerische Wirtschaft und Wissenschaft. Es ist immer wieder eine große Freude, als Präsident der Stiftung zu sehen, welches breite Themenspektrum technologisch kompetent in ganz Bayern, nicht nur in den beiden Metropolregionen München und Nürnberg, erforscht und entwickelt wird. Überall trifft man auf kluge Köpfe, die viel Gutes und Interessantes in Bayern voranbringen wollen, und wir haben ein hochmotiviertes und fachkundiges Team in der Geschäftsstelle der Forschungsstiftung. 2018 war für die Stiftung erneut ein sehr erfolgreiches Jahr. 32 innovative neue Projekte und ein neuer Forschungsverbund wurden von den Stiftungsgremien genehmigt. Insgesamt wurden Fördermittel in Höhe von 14 Millionen Euro bewilligt, mit denen ein Projektvolumen von 28 Millionen Euro mobilisiert wurde. Dieser Jahresbericht gibt einen guten Überblick über die geförderten Projekte.

Frage: Die Forschungsstiftung hat in den letzten Monaten einen deutlichen personellen Wandel erlebt. Neue Geschäftsführung, neuer Vorstandsvorsitzender, neuer Wissenschaftlicher Beirat. Wie erleben Sie diesen Umbruch?

Prof. Bode: Veränderungen an so vielen Schlüsselstellen bedeuten natürlich schon einen Einschnitt. Unsere langjährige Geschäftsführerin, Frau Leonhardt, ist im Sep-

tember 2018 in den wohlverdienten Ruhestand eingetreten. Sie war im vergangenen Jahrzehnt Kopf und Herz der Forschungsstiftung und hat sie zu der leistungsfähigen und effizienten Institution geformt, die sie heute ist. Der neue Geschäftsführer, Herr Dr. Haslbeck, ist seit Mitte Oktober im Amt. Er hat sich schon gut eingelebt und findet die richtige Balance zwischen Kontinuität und neuen eigenen Akzenten. Unser bisheriger Vorstandsvorsitzender, Herr Dr. Gruber, hat ein neues Amt übernommen und sich deshalb aus dem Stiftungsvorstand zurückgezogen. Mit ihm geht ein Mann mit viel Erfahrung an der Schnittstelle zwischen Wissenschaft und Wirtschaft und einer tiefen Verbundenheit mit der Stiftung. Sein Nachfolger, Herr Horak, hat den Vorstandsvorsitz zum 1. Februar 2019 übernommen. Die Zusammenarbeit klappt auch hier auf Anhieb bestens. Ich bin sicher, dass es mit Herrn Horak ein hohes Maß an Stetigkeit und Verlässlichkeit in der Stiftungsarbeit geben wird. Der Wissenschaftliche Beirat hat sich zu Beginn des Jahres 2019 neu konstituiert. Neben erfahrenen Mitgliedern, die die Kontinuität gewährleisten, sind viele neue Mitglieder dazugekommen. Die ersten Sitzungen haben gezeigt, dass der Beirat fachlich exzellent besetzt ist. Die Förderprojekte werden unter der sachkundigen und umsichtigen Leitung des gleichfalls neuen Beiratsvorsitzenden, Herrn Professor Wirtz, engagiert, kritisch, aber dennoch fair diskutiert und bewertet. Kurzum: Die Bayerische Forschungsstiftung ist gut aufgestellt und steuert weiter auf Erfolgskurs.

Frage: Herr Horak, in der Bayerischen Staatskanzlei leiten Sie die Abteilung, die unter anderem für die Richtlinien der bayerischen Wirtschafts- und der Wis-



**Prof. Dr. Dr. h.c. (NAS RA)
Arndt Bode**
Präsident



Christian Horak
Vorsitzender des Vorstands



Prof. Dr. Guido Wirtz
Vorsitzender des
Wissenschaftlichen Beirats



Dr. Christian Haslbeck
Geschäftsführer

schaftspolitik zuständig ist. Welchen Stellenwert hat aus diesem Blickwinkel die Förderung durch die Bayerische Forschungstiftung?

Horak: Die Zukunftsfähigkeit eines High-Tech-Landes wie Bayern steht und fällt mit seiner Innovationskraft. Den internationalen Wettbewerb kann Deutschland nicht auf der Kostenseite gewinnen, sondern nur, wenn es gelingt, mit neuen Produkten, Dienstleistungen oder Verfahren schneller am Markt zu sein als andere. Deshalb

ist es wichtig, dass keine wirtschaftlich verwertbare Idee auf dem Weg in den Markt stecken bleibt. Der Schlüssel dazu ist die Kooperation zwischen Wissenschaft und Wirtschaft. Die Forschung an Universitäten, Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen bietet den Unternehmen ein einzigartiges Wissensreservoir für Innovationen. Umgekehrt liefern in der Wirtschaft real zu lösende Probleme den Forschenden Impulse für neue wissenschaftliche Fragestellungen. Hier setzt die Förderung durch die Bayerische Forschungstiftung an. Die

von der Forschungsstiftung geförderten Projekte werden von Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam getragen. Die Vorhaben stehen dabei am Anfang der Innovationskette, indem sie einerseits bereits künftiges wirtschaftliches Potenzial erkennen lassen, andererseits aber auch noch Entwicklungs- und Marktrisiken beinhalten. Gerade kleine und mittlere Unternehmen scheuen sich oft, diese Risiken einzugehen. Die Förderinstrumente der Forschungsstiftung tragen dazu bei, den Akteuren einen Teil des Risikos abzunehmen und so die Innovationsbremse zu lösen.

Frage: Was zeichnet in Ihren Augen die Förderinstrumente der Forschungsstiftung besonders aus?

Horak: In erster Linie ist das die unbürokratische Antragsabwicklung bei gleichzeitig hoher wissenschaftlicher Qualität und wirtschaftlicher Relevanz der Projekte. Ein fachlich breit angelegtes, aber themenübergreifend einheitliches Förderprogramm, eine professionelle Antragsberatung und ein schneller Entscheidungsprozess von in der Regel nicht mehr als einem halben Jahr zwischen Antragstellung und Bewilligung. Das sind sehr attraktive Konditionen für die Antragsteller. Gleichzeitig sorgt ein stringenter wissenschaftsgeleiteter Begutachtungsprozess durch Experten dafür, dass es nur wirklich gute Projekte bis zur Förderung schaffen. Und schließlich: Die Förderung wirkt. Im Laufe des Bestehens der Forschungsstiftung wurden zahlreiche Innovationen aus Forschungsprojekten wirtschaftlich umgesetzt. Es entstanden viele Patente, auch einige Gründungen, und es wurden tausende Arbeitsplätze gesichert oder neu geschaffen.

Frage: Herr Professor Wirtz, was bewegt einen viel beschäftigten Wissenschaftler und Hochschullehrer dazu, sich unentgeltlich im Wissenschaftlichen Beirat der Forschungsstiftung zu engagieren?

Prof. Wirtz: Dies ist ja nun schon meine zweite Amtszeit als Wissenschaftlicher Beirat, die erste als Vorsitzender. Für mich ist es einfach spannend zu sehen, welche technologischen Trends sich in Bayern abzeichnen. Da die Forschungsstiftung technologieoffen fördert, ist sie in gewisser Weise auch eine Art Radar für aktuelle Forschungsschwerpunkte im Land. Die Bandbreite ist dabei immer wieder erstaunlich. Wenn man sieht, wie intensiv im Freistaat am aktuellen technologischen Rand geforscht und entwickelt wird, muss man sich um den

High-Tech-Standort Bayern keine Sorgen machen. Abgesehen davon leiste ich gerne einen Beitrag dazu, das „Erfolgsmodell Forschungsstiftung“ kontinuierlich fortzuführen und permanent weiterzuentwickeln. Dieses Modell setzt nun einmal auf das Qualitätsprinzip, nicht auf das Gießkannenprinzip. Und der Wissenschaftliche Beirat hat eine sehr wichtige Funktion als Qualitätsfilter.

Frage: Welche technologischen Trends lassen sich denn aus Ihrer Sicht in den Förderprojekten der Forschungsstiftung erkennen?

Prof. Wirtz: Wenn man auf die Bewilligungsstatistik schaut, liegen bei den Technologiefeldern des Förderprogramms der Forschungsstiftung die Bereiche „Prozess- und Produktionstechnik“ und „Life Sciences“ an der Spitze. Aber auch die Themen „Energie und Umwelt“ oder „Materialwissenschaft“ spielen eine wichtige Rolle. Darin spiegeln sich ganz klar die großen gesellschaftlichen Herausforderungen unserer Zeit wider: Energiewende und Klimawandel, Ressourceneffizienz, Mobilität, Gesundheit und demografischer Wandel. Und allen voran natürlich die Digitalisierung. Es gibt kaum mehr ein Förderprojekt, in dem die Digitalisierung nicht eine mehr oder minder zentrale Rolle spielt. Künstliche Intelligenz, Big Data, Simulationen, additive Fertigung und vieles andere mehr sind allgegenwärtige Themen in den Förderprojekten der Stiftung. Mit den neuen Themen stellen sich auch für die Gutachter immer wieder neue Herausforderungen, gerade an den Schnittstellen der Technologieswissenschaften zu anderen Wissenschaftsdisziplinen.

Frage: Herr Dr. Haslbeck, wie war Ihr Einstieg, wie Ihre ersten Monate als Geschäftsführer der Forschungsstiftung?

Dr. Haslbeck: Der Einstieg in der Forschungsstiftung wurde mir sehr leicht gemacht. Während meiner Tätigkeit in der Bayerischen Staatskanzlei hatte ich ja bereits mit der Stiftung zu tun. Von daher wusste ich, dass mich eine sehr spannende und abwechslungsreiche Aufgabe erwarten würde und ich mich auf eine gut aufgestellte Organisation freuen könnte. Die Realität übertraf dann meine Erwartungen noch einmal deutlich. Es ist wirklich ein Glücksfall, Teil eines derart kompetenten und motivierten Teams sein zu dürfen. Die Hingabe und Identifikation der Kolleginnen und Kollegen mit der Stiftung ist außergewöhnlich und hochgradig ansteckend obendrein. Davon lässt man sich gerne infizieren. Alle haben mich

Spenden Sie für die Zukunft Bayerns

Wenn Ihnen die wissenschaftlich-technologische Entwicklung Bayerns am Herzen liegt und Sie herausragende Technologieprojekte in Bayern fördern wollen, dann spenden Sie an die Bayerische Forschungsstiftung. Ihre Spende wirkt nachhaltig positiv in die Zukunft. Durch das hochqualifizierte Auswahlverfahren kann sich jeder Spender sicher sein, dass nur die besten Projekte gefördert werden und seine Spende zielführend eingesetzt wird.

Wir sind berechtigt, Spendenquittungen auszureichen. Und für alle Spenden und Zustiftungen gilt: Sie kommen zu 100 % dem gewählten Projekt bzw. dem Stiftungszweck zugute, da es keinen Einbehalt für Verwaltungskosten gibt.

Spendenkonto
BIC: BYLADEMMXXX
IBAN: DE51 7005 0000 0001 1761 97

sehr unterstützt, und ich profitiere tagtäglich vom reichen Erfahrungsschatz meiner Crew. Die ersten Monate sind naturgemäß Lehrmonate, sei es in der Verwaltung des Stiftungsvermögens, sei es im Management des Fördergeschäfts. Aber ich versuche, den Kolleginnen und Kollegen für die Zusatzlasten, die die Einarbeitung eines neuen Chefs mit sich bringt, mit einer möglichst steilen Lernkurve wieder etwas zurückzugeben.

Frage: Wo wollen Sie Ihre persönlichen Akzente in der Stiftungsarbeit setzen?

Dr. Haslbeck: Das Wichtigste sind für mich die Pflege und der Ausbau der Kundenorientiertheit. Die Forschungsstiftung ist bekannt dafür, dass sie Antragstellern keine Hürden in den Weg stellt, sondern sie im Gegenteil beginnend mit der ersten Projektidee an die Hand nimmt und verlässlich zum erfolgreichen Antrag begleitet. Wir beraten sehr intensiv, besonders Erstantragsteller, wie zum Beispiel noch nicht so versierte Hochschulen oder junge Unternehmen. Es gibt praktisch kein Projekt, bei dem nicht eine ausführliche persönliche oder telefonische Beratung stattfindet. Beratungsgespräche bieten wir wahlweise in unseren Büros in München oder Nürnberg an, bei Bedarf gerne auch beim Antragsteller vor Ort. In den verschiedenen Stadien der Antragstellung geben wir immer wieder Feedback, damit eine gute Idee nicht an einem unzulänglichen Antrag schei-

tert. Auf Wunsch helfen wir auch bei der Suche nach geeigneten Projektpartnern. Mein Ziel ist es, den Kreis der Bewerber um Fördermittel der Forschungsstiftung sukzessive zu erweitern. Der beste Weg dazu ist die direkte Ansprache. Deshalb befinde ich mich zum Beispiel seit Anfang des Jahres auf Bayerntour zu den Hochschulen für angewandte Wissenschaften, um ihnen Appetit auf die Bayerische Forschungsstiftung zu machen. Ebenfalls seit Anfang des Jahres bin ich Sprecher der Bayerischen Forschungs- und Innovationsagentur. Das ist die zentrale Anlaufstelle für Forschung und Innovation in Bayern. Sie hat das Ziel, Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler sowie Unternehmen bei ihren Vorhaben entlang der gesamten Innovationskette zu begleiten. Dieses Ziel zu unterstützen, wird ebenfalls ein besonderer Akzent meiner Arbeit sein.



Nachruf

Prof. Dr. rer. nat. Lothar Frey

Für uns alle unfassbar mussten wir im Jahr 2018 Abschied nehmen von Prof. Dr. rer. nat. Lothar Frey.

Professor Frey gehörte seit dem 1. Januar 2013 dem Wissenschaftlichen Beirat der Bayerischen Forschungsstiftung an. Als Inhaber des Lehrstuhls für Elektronische Bauelemente (LEB) der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg und Leiter des Fraunhofer IISB sowie aufgrund seiner operativen Tätigkeit bei Infineon (Qimonda) und im Aufsichtsrat von Osram vereinte Professor Frey in seiner Person – im Hinblick auf seine Tätigkeit für die Bayerische Forschungsstiftung – in idealer Weise international anerkannte wissenschaftliche Exzellenz mit dem unternehmerischen Blick auf Innovation und Technologie.

Ab dem 1. Januar 2016 führte Professor Frey den Vorsitz im Wissenschaftlichen Beirat der Bayerischen Forschungsstiftung. Sein anerkannt kollegialer und kooperativer Stil waren prägend für das hervorragende Arbeitsklima in diesem Gremium. Die fachlichen Diskussionen zu den Förderanträgen und externen Gutachten im Beirat führten unter seiner Moderation zu einer hohen Übereinstimmung in der Einschätzung der Potenziale der beantragten Forschungsarbeiten und lieferten so eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Förderung durch die Bayerische Forschungsstiftung. Zahlreiche Antragsteller, deren Projekte er als Pate durch sein regelmäßiges Feedback während der gesamten Laufzeit begleitete, profitierten von seiner herausragenden Expertise. Durch sein Wirken hat Professor Frey die positive Entwicklung Bayerns zu einem der führenden Innovations- und Technologiestandorte in Europa nachhaltig unterstützt.

Am 24. Juni 2018 ist Professor Frey plötzlich und unerwartet im Alter von 60 Jahren verstorben. Die Bayerische Forschungsstiftung verlor an diesem Tag eine herausragende Persönlichkeit, einen hoch kompetenten wissenschaftlichen Berater und vor allem den großartigen, hoch geschätzten Kollegen und Menschen Lothar Frey.

Wir werden ihn stets in ehrender Erinnerung behalten.

Der Stiftungsrat,
der Vorstand,
der Wissenschaftliche Beirat und
die Geschäftsstelle
der Bayerischen Forschungsstiftung



Themen und Inhalte

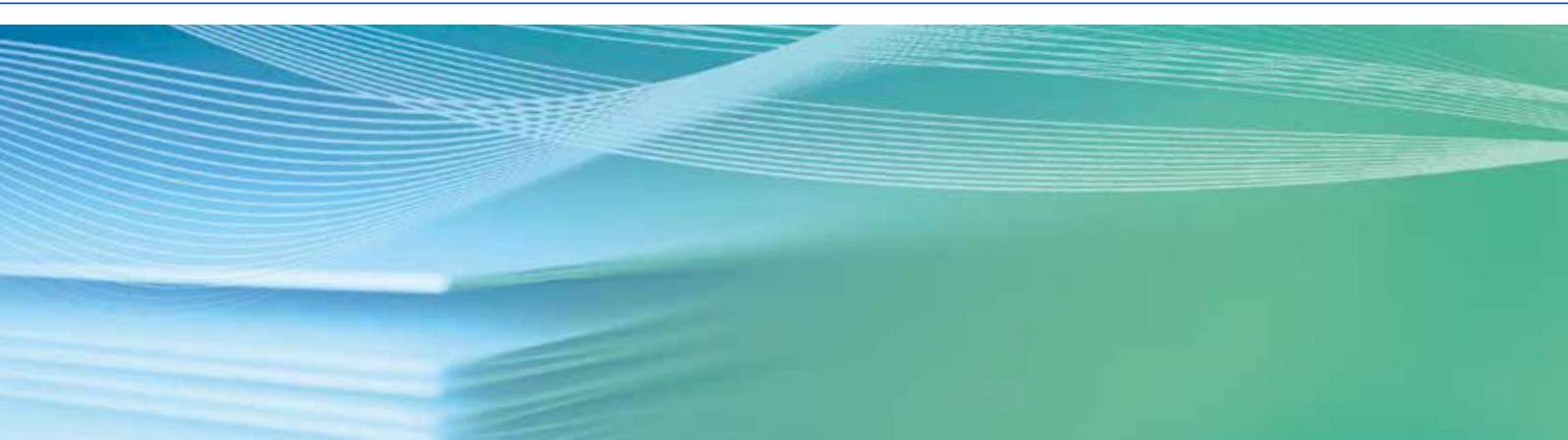
Die Bayerische Forschungsstiftung wurde ins Leben gerufen, um universitäre und außeruniversitäre Forschungsvorhaben zu fördern, die für die wissenschaftlich-technologische und die wirtschaftliche Entwicklung Bayerns von Bedeutung sind. Wie wichtig diese Zielsetzung ist, bestätigt sich immer wieder von 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.

In den Anfangsjahren der Bayerischen Forschungsstiftung boomten die Mikrosystemtechnik sowie die Informations- und Kommunikationstechnologien und machten damit auch den Schwerpunkt des Mitteleinsatzes der Stiftung aus. Dann war ein anderer Trend erkennbar. Nach dem Aufschwung der klassischen Technologien waren die folgenden Jahre geprägt von dem Ziel, die Gesundheit und die Lebensqualität zu verbessern und der demografischen Entwicklung gerecht zu werden. Als weitere Trends zeichneten sich verstärkte Aktivitäten im Bereich Energie und Umwelt sowie bei neuen Prozess- und Produktionstechniken ab.

Mit dem Thema Digitalisierung erreicht eine neue Dimension die Bayerische Forschungsstiftung. Industrie und Dienstleistung 4.0 gewinnen zunehmend auch in den Förderungen der Stiftung an Bedeutung. Die Bayerische Forschungsstiftung erfährt eine starke Schwerpunktsetzung in den Bereichen Robotik, automatisiertes Fahren, Internet der Dinge und digitale Fabrik.



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 ist dieser Trend seit Jahren ungebrochen. Die alternde Gesellschaft bedarf innovativer Produkte und Dienstleistungen, um länger am Arbeitsplatz, mobil bleiben und ein selbstbestimmtes Leben führen zu können. Medizintechnik, bildgebende Verfahren, neue diagnostische und thera-

peutische Möglichkeiten durch innovative Entwicklungen auf dem Gebiet der Bio- und Gentechnologie machen einen erheblichen Teil der eingereichten Anträge aus. Mit dem Einsatz neuer Materialien in der Medizin werden Möglichkeiten geschaffen, therapeutisch wirksame Substanzen gezielt lokal zu applizieren. Lab-on-a-Chip-Diagnosesysteme erleichtern Fortschritte in der personalisierten Medizin.

INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIEN

Die Informations- und Kommunikationstechnik, auch im Bereich Multimedia-Technik, prägt einen tief greifenden Wandel der 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 von Elektromobilität und autonomem Fahren eine zusätzliche Bedeutung gewinnen wird, sowie Indoor-Anwendungen, um Produktionsabläufe zu optimieren. Neue Aufbau- und Verbindungstechniken für die Verarbeitung von elektronischen Bauelementen, die auf Materialien basieren, welche gänzlich neuen Anforderungen genügen, eröffnen ein großes technologisches Potenzial für neue Einsatzfelder in der Baugruppenteknologie.

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 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 Atomausstieg eine neue Dimension bekommen. Erneuerbare Energien, 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, stellen ein wesentliches Standbein des modernen Maschinenbaus, der Fahrzeugtechnik, der Medizintechnik und der Kommunikationsindustrie dar. Instrumentenbestückte medizinische Roboterarme sind in der Lage, navigationsgestützte Ope-

rationen 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 Nanoliter-

bereich sowie zur quantitativen Analyse 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 Nanometern 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 Sensorensysteme, basierend auf entsprechenden Algorithmen, schaffen und erweitern Diagnosemöglichkeiten und die Funktionsüberwachung ablaufender Produktionsprozesse. Industrie 4.0, Robotik, Mensch-Maschine-Schnittstellen sowie intelligent vernetzte und energieeffiziente Produktionslinien sind entscheidend für die Zukunftsfähigkeit der Unternehmen.



Erfolgsgeschichten, neuer Forschungsverbund und neue Projekte

ERFOLGSSTORIES

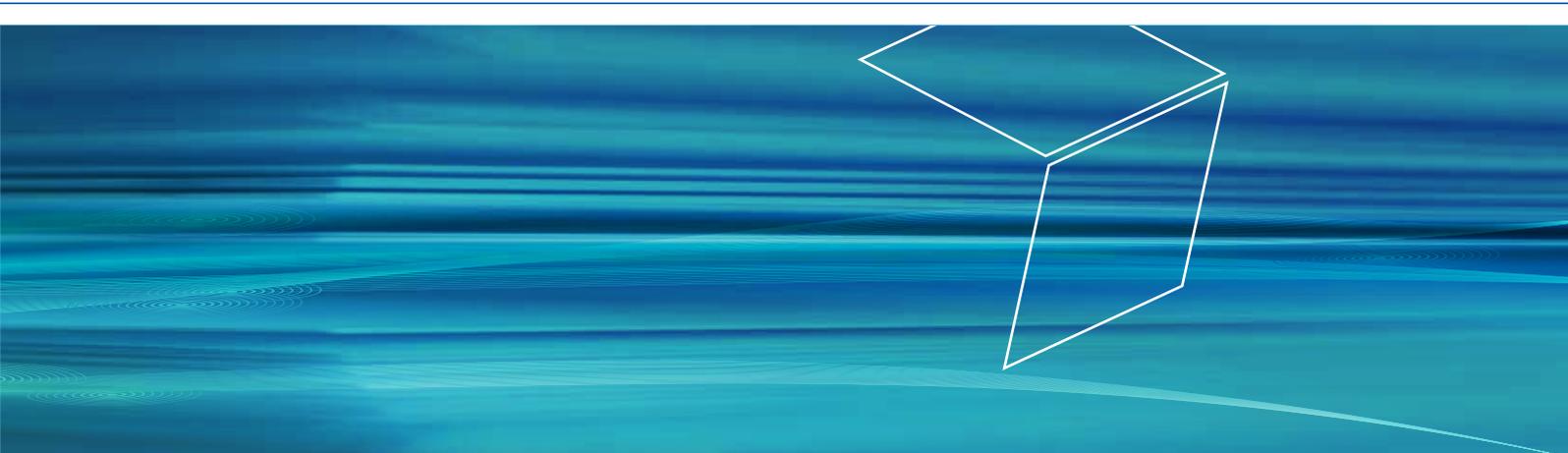
Pharmakologische Faltungshelfer – neue Therapie für Gendefekte	20
Saubere und nachhaltige Dieselmotoren für die Energiewende Emissions-Reduktion durch Erneuerbare Kraftstoff-Anteile (EREKA)	24
Dezentrale Lösungen entwickeln – Stromerzeugung aus industrieller Abwärme	28
Forschungsverbund FORMUS ³ IC – Sichere Lösungen mit Multi-Core-Systemen	32

NEUER FORSCHUNGSVERBUND

LIFE SCIENCES	FORTiGe Forschungsverbund – Tiergesundheit durch Genomik	36
---------------	--	----

NEUE PROJEKTE

LIFE SCIENCES	Anatomiespezifische Implantatverankerung mittels optimierter Verformungseigenschaften (ASIMOV)	38
	Sicherere Beurteilung von Aortenaneurysmen	39
	Kinase-Inhibitoren als Therapeutika für Echinokokkose – KITE	40
	Multisensorische Integration bei der Stimulation des Nervus trigeminus mit Blick auf die Wahrnehmung von Grundgeschmacksarten	41
	GastroMapper: Panorama-Kartografie von Magen und Darm in der Endoskopie	42



Embedded Computing for Advanced Signal Processing in Cars – ECAS	43
Beanspruchungs- und kompetenzorientierte Mitarbeitereinsatzplanung (BeKoMi)	44
Miniaturisiertes DSC-Gerät mit integrierter Wägeeinrichtung (WDSC)	45
3DKat	46
Entwicklung neuer Materialien zur Realisierung funktionsintegrierter Softtouch-Komponenten in einem einstufigen Spritzgießprozess – SenseSkin	47
Optimal Parallel Battery – OparaBatt	48
TurboSmart – adaptive Mikroexpansionsturbine für die Energierückgewinnung	49
Deep Learning für automatisiertes Fahren auf der Rennstrecke – rAlcing	50
Supervised Autonomous Interaction in Unknown Territories (SAINT)	51
POF_Mem: POF-Foulingsensor für Membranen zur Wasseraufbereitung	52
FlexFemto	53
Armierungssysteme für Matrizen mit nicht-kreissymmetrischem Wirkquerschnitt	54
Befähigung additiver Fertigungstechnologien zur Herstellung von Funktionsbau- teilen mit hohen Qualitätsanforderungen für den industriellen Einsatz (ShapeAM)	55
CaRMA – Carbonfaser-Recyclingvliese im Multi-Material-Ansatz	56
Polymeres Getriebefluid	57
Innovative Tiegelssysteme zur Herstellung von extrem sauerstoffreduzierten Czochralski-Siliziumeinkristallen für die Leistungselektronik (X-treme)	58
DABAS – Datenbasierte Regelung von Druckgussprozessen	59
Realisierung von funktionsintegrierten, hochkomplexen Metall-CFK-Sandwichstrukturen (MC-Sandwich)	60
Automatisierte Prozessketten für die Hybridbauweise mittels Laserstrahlschmelzen – AutoHybrid	61

INFORMATIONEN- UND
KOMMUNIKATIONS-
TECHNOLOGIEN

MIKROSYSTEMTECHNIK
MATERIALWISSENSCHAFT

ENERGIE UND UMWELT

MECHATRONIK

PROZESS- UND
PRODUKTIONSTECHNIK

DIE
BAYERISCHE
FORSCHUNGS-
STIFTUNG FÖRDERT DIE
ZUSAMMENARBEIT VON
WIRTSCHAFT UND WISSEN-
SCHAFT IN GEMEINSAMEN
PROJEKTEN – MIT GROSSEM
ERFOLG, WIE DIESE
VIER BEISPIELE
ZEIGEN.

Pharmakologische Faltungshelfer – neue Therapie für Gendefekte

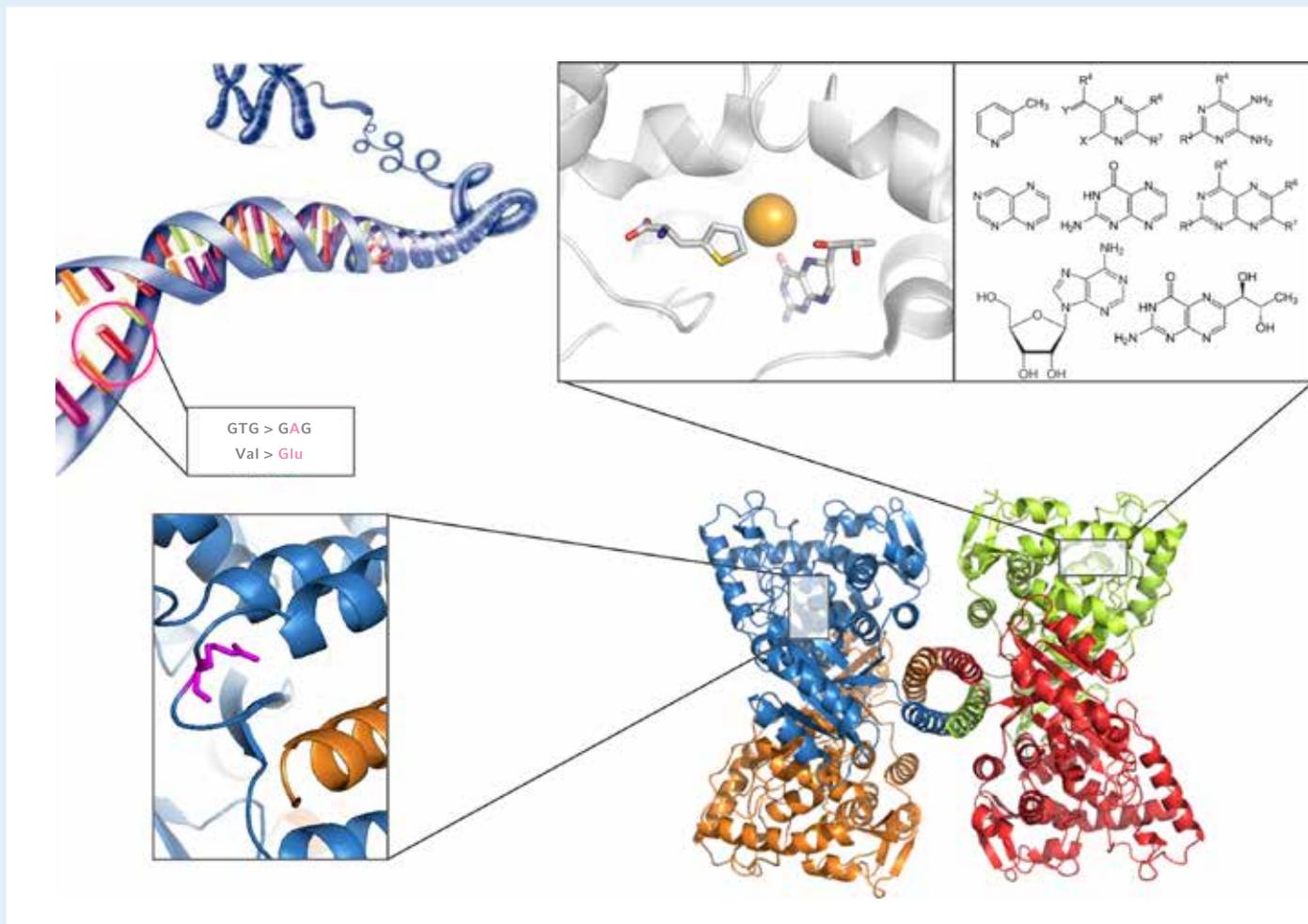
Fortschritte bei gentechnischen Verfahren machen es möglich, immer mehr angeborene Erkrankungen aufzuklären, und helfen Ärzten, Krankheiten frühzeitig zu erkennen. Die Mehrzahl dieser Krankheiten betrifft Kinder, viele Patienten erleben schwere Krankheitsverläufe, und oft stehen keine gezielten medizinischen Behandlungen zur Verfügung. Die Entwicklung neuer Medikamente durch Pharmaunternehmen ist in der Regel sehr langwierig und teuer. Mit grundlagenwissenschaftlicher Forschung konnte gezeigt werden, dass es bei überraschend vielen angeborenen Erkrankungen zu einer fehlerhaften Faltung von Proteinen kommt. Durch Bindung kleiner Moleküle, den sogenannten Pharmakologischen Chaperonen, an fehlgefaltete Proteine werden diese stabilisiert, und die Auswirkung der Fehlfaltung kann korrigiert werden. Das akademisch-industrielle Kooperationsprojekt wurde mit dem Ziel durchgeführt, neue Therapien für drei verschiedene angeborene Erkrankungen zu entwickeln. Innerhalb von drei Jahren konnten neue Wirkstoffkandidaten identifiziert und bereits für eine Erkrankung eine Studie begonnen werden.

Proteinfehlfaltung – eine Folge genetischer Veränderungen

Der größte Teil der kodierenden Abschnitte der DNA enthält Baupläne für Proteine. Proteine machen etwa die Hälfte des Trockengewichts einer Zelle aus, sie steuern als Strukturproteine, molekulare Maschinen oder als Enzyme die unterschiedlichsten Funktionen des menschlichen Körpers. Das *human genome project* hat dazu geführt, dass die Gesamtheit der DNA als Baupläne für Proteine inzwischen bekannt ist. Dadurch werden die Ursachen genetischer Krankheiten besser verstanden, und Ärzte können Krankheitsfälle bei Patienten schneller aufklären. In Datenbanken sind inzwischen mehr als 6.000 bekannte angeborene Erkrankungen gelistet. Viele dieser Erkrankungen treten bereits im Kindesalter auf, die Patienten müssen mit schweren Einschränkungen leben, manche Kinder versterben bereits in den ersten Lebensjahren.

Bei überraschend vielen angeborenen Erkrankungen kommt es zu einer fehlerhaften Faltung von Proteinen. Mithilfe grundlagenwissenschaftlicher Forschung konnte gezeigt werden, dass die Proteinfehlfaltung eine Folge von *Missense*-Mutationen ist. Bei diesen sehr häufig auftretenden genetischen Veränderungen wird ein Baustein der DNA-Sequenz ausgetauscht, in der Folge wird ebenfalls ein Baustein der Proteinsequenz ausgetauscht. Die fehlerhafte Sequenz führt zu einer Änderung der 3D-Struktur des betroffenen Proteins und kann damit Fehlfaltung auslösen. Eine Reihe von angeborenen Stoffwechselstörungen wird bereits in den ersten Lebensstagen im Rahmen des Neugeborenen Screenings getestet. Bei den seltenen Stoffwechselerkrankungen Phenylketonurie, Medium-Chain Acyl-CoA Dehydrogenase-Defekt und Glutaryl-CoA Dehydrogenase-Defekt kommt es zu Destabilisierung und Fehlfaltung der dreidimensionalen Struktur und in der Folge zum Funktionsverlust der betroffenen Enzyme. Ziel ist, für diese drei Erkrankungen

Abbildung 1: Korrektur mutationsbedingter Proteinfehlfaltung durch Bindung kleiner Moleküle, der sogenannten Pharmakologischen Chaperone. Von oben links im Uhrzeigersinn: *Missense* Mutationen führen zum Austausch eines Bausteins der DNA-Sequenz (GTG wird zu GAG). In der Folge kommt es beim Ablesen der DNA und der Bildung des von diesem Abschnitt kodierten Proteins zum Austausch einer Aminosäure (Valin zu Glutaminsäure). Die dadurch veränderte 3D-Struktur des Proteins kann zu Fehlfaltung und Fehlfunktion führen. Im Hochdurchsatzverfahren werden viele kleine Moleküle darauf getestet, ob sie als Pharmakologische Chaperone an die Proteinstruktur binden und so die Fehlfaltung des Proteins korrigieren.



neue Wirkstoffkandidaten zu entwickeln, um so den betroffenen Kindern neue Therapien anbieten zu können.

Medikamentenentwicklung als Kooperation von Akademie und kleinen Biotech-Firmen

Da viele genetische Erkrankungen mit Proteinfehlfaltung einen gemeinsamen molekularen Krankheitsmechanismus zeigen, besteht die Möglichkeit zur Entwicklung eines Therapieansatzes, der bei vielen genetischen Erkrankungen wirksam ist. In Vorarbeiten sind kleine

Moleküle identifiziert worden, die an durch Fehlfaltung betroffene Proteine binden und so die Fehlfunktion des Proteins korrigieren. Solche chemischen Verbindungen werden als Pharmakologische Chaperone bezeichnet.

Auf Grundlage der Forschungsergebnisse der Abteilung Molekulare Pädiatrie, einem Forschungslabor des Dr. von Haunerschen Kinderspitals der Ludwig-Maximilians-Universität, haben sich Biotech-Firmen an einem akademisch-industriellen Kooperationsprojekt zur Entwicklung Pharmakologischer Chaperone beteiligt. Für das Projekt

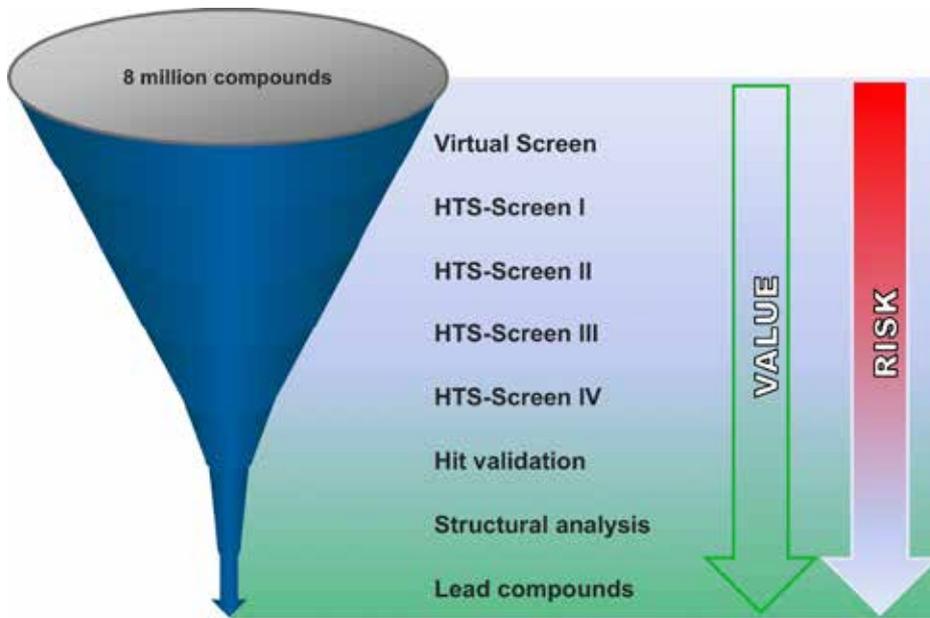
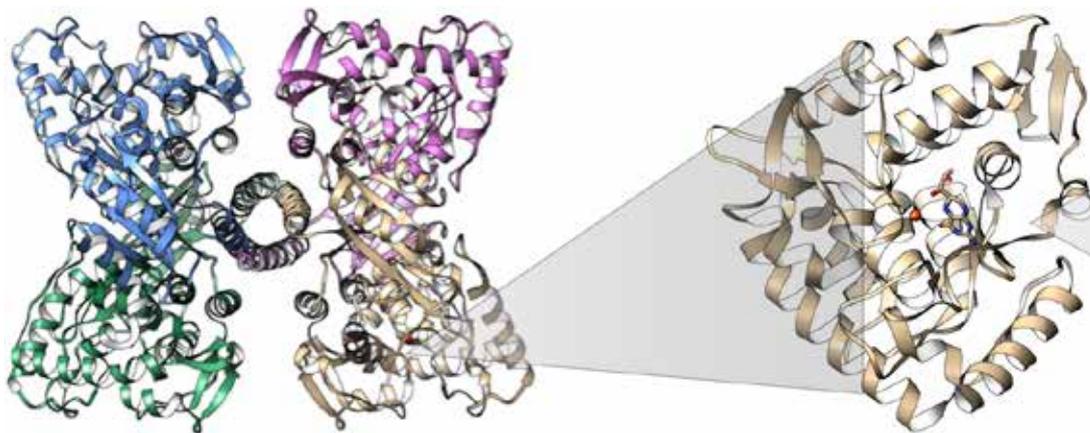


Abbildung 2: Medikamentenentwicklung auf Basis von Hochdurchsatz-Screening (HTS), Validierung von Wirkstoffkandidaten und klinischer Prüfung. Im Projekt „Entwicklung Pharmakologischer Chaperone“ wurden Screens für drei angeborene Stoffwechselstörungen durchgeführt. Der stufenweise Prozess führt zu einer Einengung der eingangs getesteten Substanzbibliothek von mehr als 8 Millionen verschiedenen Verbindungen auf schließlich wenige validierte Kandidatenmoleküle. Im Rahmen dieser schrittweisen Reduktion der Anzahl an Kandidatenmolekülen sinkt das Risiko für einen Ausfall aus dem Prozess, gleichzeitig steigt die Vorhersagegenauigkeit für einen Wirkeffekt. Für alle drei Zielerkrankungen konnten im Rahmen des Projekts Wirkstoffkandidaten ermittelt werden.



„Entwicklung Pharmakologischer Chaperone“ wurde ein mehrstufiges Screening-Verfahren entwickelt. In einem zunächst durchgeführten virtuellen Screen wurden mittels Computersimulation 8 Millionen verschiedene chemische Substanzen auf Bindung an die 3D-Struktur der Zielproteine getestet. Anschließend wurden ca. 300 potenzielle Bindungspartner je Zielprotein ausgewählt und im Labor mit neu entwickelten Hochdurchsatzverfahren experimentell auf Bindung, Stabilisierung und Korrektur der Fehlfunktion der Enzyme untersucht. Die dabei identifizierten *hits* wurden dann mit weiteren experimentellen Verfahren auf Wirkeffekt und Eignung als Medikament untersucht. Dieser stufenweise Prozess führt zu einer Einengung der eingangs getesteten Substanzbibliothek auf schließlich wenige validierte Kandidatenmoleküle (*lead*). Im Rahmen dieser schrittweisen Reduktion der Anzahl der Kandidatenmoleküle sinkt das Risiko für einen Ausfall aus dem Prozess, gleichzeitig steigt die Vorhersagegenauigkeit für einen positiven Wirkeffekt.

Für alle drei Erkrankungen konnten mehrere vielversprechende Kandidatensubstanzen herausgefiltert werden. Diese Wirkstoffkandidaten werden im Anschluss an das durch die Bayerische Forschungstiftung geförderte Projekt mit industriellen Partnern weiterentwickelt mit dem Ziel, den Patienten eine geeignete Therapie zur Verfügung stellen zu können. Einer dieser Wirkstoffkandidaten ist eine natürliche, körpereigene Substanz.

Die im Förderzeitraum gewonnenen Erkenntnisse und die erarbeiteten Strategien – hier im Besonderen ein integriertes Screeningverfahren unter Anwendung verschiedener bioinformatischer, biophysikalischer und zellbasierter Methoden – können auf weitere angeborene Erkrankungen mit Proteinfaltung übertragen werden. Hieraus ergibt sich ein erhebliches Potenzial zur langfristigen wissenschaftlichen und wirtschaftlichen Nutzbarmachung der Ergebnisse des Projekts „Entwicklung pharmakologischer Chaperone“.

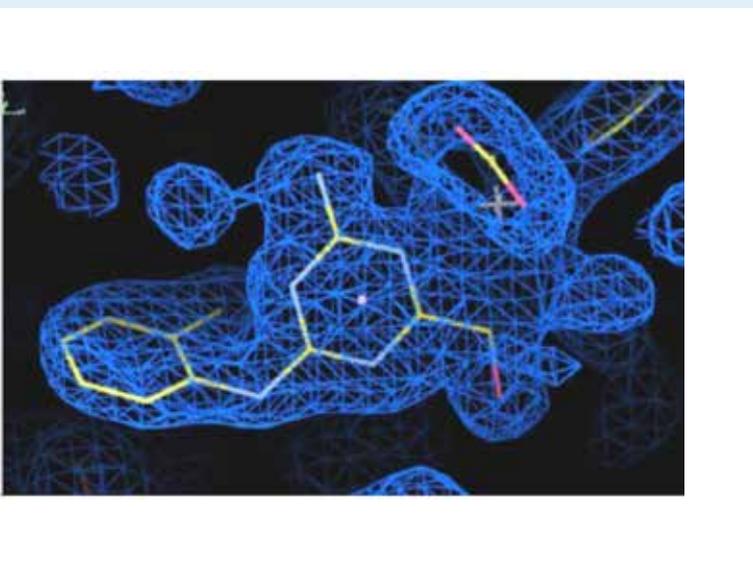


Abbildung 3: Bindung eines Kandidatenmoleküls an das Zielprotein. Links: 3D-Darstellung des Enzyms Phenylalaninhydroxylase (PAH), das als Homotetramer vorliegt. Mitte: 3D-Darstellung einer Untereinheit der PAH; hier ist der Kofaktor BH4 an das aktive Zentrum gebunden. Rechts: Visualisierung der Röntgenstrukturanalyse eines Kandidatenmoleküls, das an das aktive Zentrum der PAH gebunden ist.

Saubere und nachhaltige Dieselmotoren für die Energiewende

Emissions-Reduktion durch Erneuerbare Kraftstoff-Anteile (EREKA)

Die Herausforderungen sind anspruchsvoll: Stickoxid- und Partikelemissionen belasten die Luftqualität unserer Ballungsräume, und die Erreichung der Klimaziele ist gefährdet. Bis zum Jahr 2050 sollen Energieträger und Kraftstoffe auf fossiler Basis weitgehend vom Markt verschwinden, gleichzeitig steigt das Aufkommen von Personen- und Gütertransport stetig. Nötig ist nun die Bündelung technischer Maßnahmen von der Elektromobilität bis hin zu erneuerbaren Kraftstoffen, die auf synthetischer Basis hergestellt werden. Im Projekt „EREKA“ wurden verschiedene sauerstoffhaltige organische Verbindungen mit dem Ziel untersucht, einen emissionsarmen Ersatz für Dieselmotoren zu finden.

Herkömmlicher Dieselmotorenkraftstoff ist sicher zu handhaben und eignet sich durch seine hohe Energiedichte ideal für den mobilen Einsatz. Doch der Verzicht auf fossile Energieträger zur Erfüllung der Klimaziele (2050: 80–95 % CO₂-Reduktion im Vergleich zu 1990) erfordert die Suche nach Alternativen, denn besonders für hohe Reichweiten im Straßenverkehr oder für hohe Leistungen in der Schifffahrt werden Verbrennungsmotoren auf mittlere und lange Sicht weiterhin gebraucht werden. Als synthetischer Kraftstoff eignet sich eine Vielzahl von gasförmigen und flüssigen Verbindungen aus der organischen Chemie, wobei besonders die unbedenkliche Handhabung aus Kundensicht bedeutsam ist. Auch die Herstellung von Diesel-ähnlichen Kohlenwasserstoffen auf einer nachhaltigen Basis aus erneuerbarem Strom und Abfall-CO₂ ist möglich und erlaubt es, die vorhandene Infrastruktur weiter zu nutzen.

Der Zusammenhang zwischen den physikalischen und chemischen Eigenschaften von Kraftstoffen und den daraus resultierenden Emissionen der Verbrennungsmotoren ist eng. Beispielsweise ist mit der Einführung der Kraftstoffschwefelung um die Jahrtausendwende die Umweltbelastung durch Schwefeldioxid und sauren Regen beinahe völlig verschwunden. Das Projekt EREKA hatte daher das Ziel, alternative Dieselmotorenkraftstoffe auf ihre emissionsmindernden Eigenschaften hin zu untersuchen

und Stoffe zu identifizieren, die als Zusatzzusammensetzungen die Kraftstoffqualität in Zukunft steigern können. Zusammen mit einer leistungsfähigen Abgasnachbehandlung aus Partikelfiltern und SCR-Systemen werden so die wirksamen Emissionen deutlich verringert.

Erster Schritt der Arbeiten war die Entwicklung einer beheizten Prüfkammer (Advanced Fuel Ignition Delay Analyser, „AFIDA“), in die kleine Mengen von Prüfkraftstoff (Proben bis 40 ml) eingespritzt und ähnlich wie im Dieselmotor zur Selbstzündung gebracht wurden. Dabei entstehende Partikel und Stickoxide wurden anschließend quantifiziert. Die Zündverzugszeit zwischen Einspritzung und Entzündung wurde als Maß für die Zündwilligkeit (Cetanzahl) ausgewertet, so dass die Prüfkammer eine effiziente Möglichkeit zur simultanen Bewertung von Kraftstoffqualität und Emissionsverhalten darstellt. Die automatische Probenverarbeitung erlaubte das Screening einer Vielzahl möglicher Kraftstoffe. Diese neue Methode zur Bestimmung der genormten Cetanzahl wurde inzwischen als internationaler Standard offiziell anerkannt (IP 617, EN 17155). Gegenüber herkömmlichen Geräten bietet der AFIDA eine automatisierte Probenzuführung und nutzt moderne Diesel-Einspritztechnik aus dem Fahrzeugbau, so dass die Resultate eine hohe Aussagekraft für den praktischen Einsatz besitzen.



Abbildung 1:
Forschungsmotor an der Technischen
Universität München (Foto: TUM)

Nachdem eine Auswahl von sauerstoffhaltigen organischen Flüssigkeiten (Oxygenaten) im AFIDA auf die Eignung für das Diesel-Brennverfahren geprüft war, wurden die Proben mit guter Eignung für den Motorbetrieb an einem Einzylinder-Forschungsmotor an der Technischen Universität München unter realen Betriebsbedingungen untersucht. Verwendet wurden Dieselkraftstoffe, bei denen zwischen 2,5 % und 40 % durch zuvor positiv bewertete Oxygenate substituiert wurden. Dabei waren die Emissionsniveaus von Partikelanzahl (PN) und Stickoxidkonzentration (NO_x) für die Bewertung entscheidend. Es wurde ein deutlicher Zusammenhang zwischen dem Sauerstoffgehalt der Kraftstoffblends und der Anzahl und Masse der entstehenden Partikel festgestellt.

Diese Eigenschaft der rußarmen Verbrennung ermöglicht es, die Freiheitsgrade der Brennverfahrensentwicklung besser auszunutzen und durch innermotorische Maßnahmen besonders geringe NO_x -Konzentrationen einzustellen. Eine besonders effektive Methode dabei ist die Abgasrückführung (AGR), die zu einer deutlichen Verringerung der Bildung von NO_x bei der Verbrennung führt und so das SCR-System entlastet. Mit konventionellem Diesel jedoch kann die AGR nur eingeschränkt angewendet werden, weil zugleich eine vermehrte Partikelbildung einsetzt. Die AGR-Verträglichkeit der Oxygenatmischungen war hingegen signifikant erhöht, so dass der Zielkonflikt zwischen einer NO_x -optimalen und einer partikelarmen Verbrennung entspannt wurde.

Im letzten Schritt wurden besonders vielversprechende Kraftstoffmischungen an einem Serienmotor untersucht. Dabei zeigte sich die Praxistauglichkeit solcher Kraftstoffe auch jenseits von Laborbedingungen. Damit aktuelle Dieselmotoren mit den untersuchten Kraftstoffen betrieben werden können, sind zwar moderate technische Anpassungen bei Dichtungsmaterialien und an der Software der Motorsteuerung nötig, diese können jedoch durchweg mit den vorhandenen Technologien abgebildet werden.

Im Anschluss an EREKA wurden Stichversuche mit reinen Oxygenaten ohne Reste von Diesel am Forschungsmotor der TU München durchgeführt. Auf Anhieb konnten die Emissionsniveaus für Euro VI in Bezug auf NO_x und PN in den untersuchten Betriebspunkten innermotorisch unterschritten werden, weil durch den hoch-sauerstoffhaltigen Kraftstoff kaum noch nachweisbare Partikelemissionen entstehen.

Als besonders wirkungsvolles Oxygenat wurde Oxymethylenether (OME) identifiziert. Dieser Kraftstoff ist frei von C-C-Bindungen im Molekül, so dass die Bildung von Kohlenstoffstrukturen und Rußvorläufern verhindert wird.

OME ist ein oligomerer Ether ($\text{CH}_3\text{-O-(CH}_2\text{-O)}_n\text{-CH}_3$), der mit Kettenlängen von $n=3\dots5$ ähnliche physikalische Eigenschaften wie Diesel aufweist. Die wissenschaftliche Untersuchung und Bewertung von OME als rußfreier Kraftstoff ist inzwischen bei verschiedenen Forschungseinrichtungen und Motorherstellern aufgegriffen worden, so dass die Ergebnisse mehrfach bestätigt werden konnten.





Abbildung 2:
Verbrennung von OME und Diesel
(Foto: TUM)

Für die Zukunft der Motorenentwicklung stellt sich damit die Frage, inwieweit langfristig ein völlig schadstofffreier Motor denkbar ist. Hierfür ist eine enge Abstimmung und Optimierung von Motor und Abgasnachbehandlung notwendig. Aber auch die mechanische Weiterentwicklung des Grundmotors gewinnt neue Bedeutung, da bei einem rußfreien Kraftstoff die noch verbleibenden Partikelemissionen zum großen Teil aus der unerwünschten Verbrennung von Motorenöl stammen – ein Effekt, der bisher durch die Partikel aus der Kraftstoffverbrennung weit übertroffen wurde. Dieses Arbeitsfeld wurde auch von Unternehmen der Zulieferindustrie erkannt, die sich nun verstärkt mit der Entwicklung verbesserter Kolbenringpakete und moderner Schmierstoffe beschäftigen.

Vor dem Hintergrund der aktuellen Debatte um Luftqualität und Klimawandel hat die Energiewende neuen Rückenwind bekommen. Bundesweit untersuchen verschiedene Konsortien unter Beteiligung von Industrie, mittelständischen Unternehmen und Academia die Optionen für den Antrieb der Zukunft. Das Thema synthetische Kraftstoffe nimmt dabei eine besondere Rolle ein, da über die Elektrifizierung der Kraftstoffherstellung technologische Lücken der E-Mobilität geschlossen und Brücken für den Übergang zu einer klimaneutralen Gesellschaft geschlagen werden können.

Dezentrale Lösungen entwickeln – Stromerzeugung aus industrieller Abwärme

Mit dem Voranschreiten der Energiewende wächst das Interesse an dezentralen und regelbaren Erzeugereinheiten. Die Nutzung von Abwärme in Industrieprozessen kann nennenswert dazu beitragen, die Energieeffizienz zu steigern und CO₂-armen Strom zu erzeugen. Der Organic Rankine Cycle (ORC) bietet hierfür einen technologischen Ansatz zur Wandlung von Abwärme in Strom. Das nordbayerische Konsortium beschäftigt sich seit nunmehr 7 Jahren erfolgreich mit der Entwicklung von ORC-Systemen und insbesondere von Mikroexpansionsturbinen im kleinen Leistungsbereich unter 50 kW (elektrisch).

Die Rückgewinnung von ungenutzten Energieströmen, wie die Wärme in Abgasen von Verbrennungsmotoren oder Gasturbinen oder auch die Abwärme industrieller Prozesse, stellt einen vielversprechenden Ansatz zur Verbesserung der Energieeffizienz dar. Die existierenden technischen Lösungen, wie nachgeschaltete Dampfkraftprozesse oder Turbinen als Erdgasexpander, beschränken sich auf Energieströme mit Temperaturen über 500 °C und elektrische Anlagenleistungen über 100 kW. Um eine breite Marktdurchdringung zu erreichen und einen spürbar positiven Effekt auf das heutige Energiesystem zu erzielen, ist es wichtig, auch die erheblichen Potenziale auf niedrigem Temperatur- und Leistungsniveau zu erschließen.

Das Konzept: effiziente, wirtschaftliche Mikro-ORC-Turbine

Der ORC bietet sich insbesondere für Wärmequellen mit Temperaturen von 100 °C bis 500 °C als Technologie zur Energiewandlung an. Dabei handelt es sich im Prinzip

um den altbekannten Dampfkraftprozess, der nach dem schottischen Physiker und Ingenieur William John Macquorn Rankine (1820–1872) benannt ist. Im Unterschied zu konventionellen Kraftwerken werden in ORC-Systemen jedoch organische Fluide statt Wasser als Arbeitsmedium eingesetzt. Diese Stoffe haben den Vorteil, dass sie bereits bei verhältnismäßig niedrigen Temperaturen verdampfen. Im elektrischen Leistungsbereich kleiner 100 kW hat sich diese Technologie noch nicht ausreichend etabliert.

Dies ist unter anderem im Mangel an wirtschaftlichen Mikroexpandern mit Generatoren begründet. Gerade hier besteht ein wichtiger Ansatzpunkt der intensiven Forschungs- und Entwicklungsarbeit der Kooperationspartner. Zum einen wurde eine neuartige, hochintegrierte Turbinen-Generator-Einheit entwickelt, welche aus einer axialen Gleichdruckturbine mit hermetisch dichtem Synchrongenerator besteht (Abbildung 1). Darüber hinaus wurde ein innovatives Wärmeübertrager-Design (Plate & Shell-Wärmeübertrager) erprobt, um das ORC-Arbeits-



Abbildung 1: Turbine

medium direkt mit dem Abgas zu koppeln. Durch diese Maßnahme werden kostenintensive Zwischenkreisläufe vermieden.

Enge Kooperation: Bayreuth und Amberg

Im 2011 bis 2013 von der Bayerischen Forschungsstiftung geförderten Projekt „Entwicklung eines ORC-Mini-Kraftwerkes zur Abwärmenutzung“ wurden zunächst die spezifischen Expertisen der drei Projektpartner in mehreren Entwicklungsstadien zusammengeführt: stationäre Simulation und Fluidauswahl, Auslegung und Fertigung eines Direktverdampfers und einer Mikro-Expansionsturbine mit Generator, Konzipierung der Demonstrationsanlage sowie Aufbau und Betrieb der Anlage. Hierbei wurde durch Prof. Dr.-Ing. Andreas P. Weiß von der OTH Amberg-Weiden die Mikroexpansionsturbine berechnet und ausgelegt. Der Industriepartner löste die technischen Herausforderungen bei der Konstruktion und Fertigung der ORC-Mikroexpansionsturbine. Schließlich wurde ein Forschungskraftwerk am Zentrum für Energietechnik

(ZET) der Universität Bayreuth unter der Leitung von Prof. Dr.-Ing. Dieter Brüggemann errichtet (Abbildung 2). Die intensive und zielgerichtete Zusammenarbeit der Turbinenentwickler aus Amberg mit den Thermodynamikern aus Bayreuth hat schließlich dazu geführt, dass eine elektrische Leistung von 15 kW mit einem Turbinenwirkungsgrad von knapp 65 % erzielt wurde und dabei Abgastemperaturen bis 300 °C genutzt werden konnten.

Konsequente Weiterentwicklung: breitere Anwendung und flexibler Einsatz

Das beschriebene Forschungsprojekt stellt den ersten Schritt in einer konsequenten Weiterentwicklung der ORC-Technologie durch die Projektpartner dar. Nach dem erfolgreichen Bau und Test des Versuchskraftwerks mit Direktverdampfung von Cyclopentan und einer Mikroturbine als Expander wurde im Rahmen des KoKWK-Teilprojekts „Mikroexpansionsturbinen mit schnelllaufenden Generatoren zur Verstromung von Abwärme in der Kraft-Wärme-Kopplung oder anderen industriellen



Prozessen“, von 2013 bis 2016 vom Bayerischen Staatsministerium für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst gefördert, ein Baukastensystem für Mikroexpansionsturbinengeneratoren entwickelt.

Drei verschiedene Repräsentanten dieses Baukastens wurden in einer zweiten ORC-Anlage mit Hexamethyldisiloxan (MM) als Arbeitsmittel ausgiebig vermessen. Aufgrund des sehr zuverlässig arbeitenden neuen ORC-Versuchskraftwerkes konnten die Turbinen nicht nur im Auslegungspunkt, sondern auch unter Teillast getestet und so die Betriebs- und Wirkungsgrad-Charakteristiken

bestimmt werden. Die vorgenommenen Messungen belegen weitere Effizienzsteigerungen, so dass Wirkungsgrade der Turbine von über 75 % realisiert werden konnten. Alle Beteiligten haben dabei stets Wert darauf gelegt, theoretische Berechnungen mit konkreten Nachweisen im Labor zu verbinden.

Zahlreiche Veröffentlichungen auf diesen Gebieten haben sich mit Berechnungen am Computer begnügt, sind experimentelle Nachweise aber schuldig geblieben. Diese Lücke konnte geschlossen und gezeigt werden, welches große Potenzial für die Stromerzeugung auch in kleinen

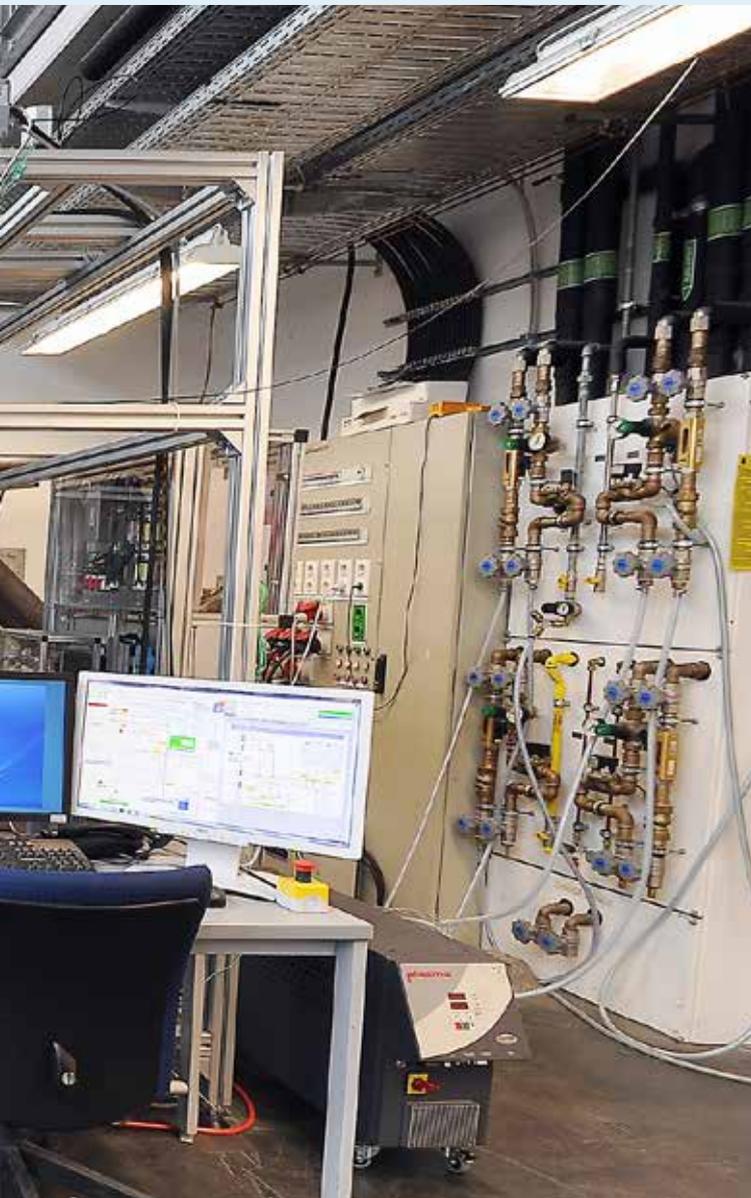


Abbildung 2:
Forschungskraftwerk

ORC-Anlagen steckt. Dass die ehrgeizigen Zielsetzungen nicht nur auf wissenschaftlicher Ebene erreicht wurden, zeigt auch die „Green-Energy-Turbine (GET®)“, welche in ihrer Architektur maßgeblich auf den geschilderten Projekten beruht.

Mit fünf verschiedenen Baugrößen kann ein elektrischer Leistungsbereich von 3 kW bis 175 kW abgedeckt werden. Aufgrund des einfachen Aufbaus kann der GET®-Turbinengenerator schnell und kostengünstig auf die in der Praxis geforderten verschiedenen Leistungen, Arbeitsfluide, Drücke und Temperaturen angepasst werden.

Aktuell befinden sich bereits ca. 100 Maschinen im Feld-einsatz. Trotz der bereits erzielten Erfolge haben sich die Projektpartner noch weiterführende Ziele gesteckt. In einem neuen durch die Bayerische Forschungsstiftung geförderten Projekt soll ab März 2019 eine adaptive Turbine mit variabler Geometrie entwickelt und im bestehenden Forschungskraftwerk in Bayreuth erprobt werden. Erreicht werden soll, dass sich die Turbine intelligent und effizient an häufig auftretende Teillastbereiche anpasst.

Forschungsverbund FORMUS³IC – Sichere Lösungen mit Multi-Core-Systemen

Der Forschungsverbund „Multi-Core Safe and Software-intensive Systems Improvement Community“ (FORMUS³IC) aus dem Bereich der Informationstechnologie leistete in den Jahren 2015 bis 2018 einen wichtigen Beitrag, um sichere heterogene parallele Hardwareplattformen zu nutzen. Mit sechs technischen Arbeitspaketen wurden unterschiedliche Fragestellungen aufgegriffen und Lösungen entwickelt, darunter Architekturbeschreibung und Time Simulation, funktionale Sicherheit und Verifikation, Model-Verfeinerung und hardwarenahe Simulation mit Prozessormodellen, Parallelisierungstechniken und -pattern sowie Kommunikation. Die technologische Machbarkeit dieser Lösungen wurde in drei Demonstratoren nachgewiesen. Im Folgenden wird exemplarisch und auszugsweise die Redundanzarchitektur des Laboratory for Safe and Secure Systems (LaS³) für funktionale Sicherheit vorgestellt.

Exemplarisches Ergebnis: Verfahren zur Online-Überwachung von Multi-Core Plattformen – S³DES: Software Support for Dependable Embedded Systems

Es gehört nicht viel Vorstellungskraft dazu, um die Bedeutung von durch Prozessor-Rechenfehler ausgelösten Systemausfällen für den zukünftigen Betrieb autonomer Fahrzeuge oder für die Luftfahrt zu ermessen. Um dem entgegenzuwirken und Prozessoren (CPU) und Speicher besser zu schützen, forschte das Verbundprojekt „Multi-Core Safe and Software-Intensive Systems Improvement Community“ (FORMUS³IC) von 2015 bis 2018 unter anderem an Verfahren der Fehlererkennung und -eliminierung.

Der Verbund setzte sich aus Hochschulen und zahlreichen Industriepartnern zusammen.

Die Mehrheit entscheidet

Die Forschungen im hier exemplarisch beschriebenen Teilprojekt bauten auf dem softwarebasierten Combined-Redundancy-Ansatz (CoRed) für Prozessoren mit nur einem Rechenkern auf. Dieser Ansatz vereint die redundante Ausführung von Anwendungen (Prozess) in Form der Triple Modular Redundancy (TMR) mit arithmetischer Codierung. TMR ist ein weit verbreitetes Verfahren, um Fehlertoleranz im Hardwarebereich zu realisieren. Dabei wird ein und dieselbe Operation durch drei

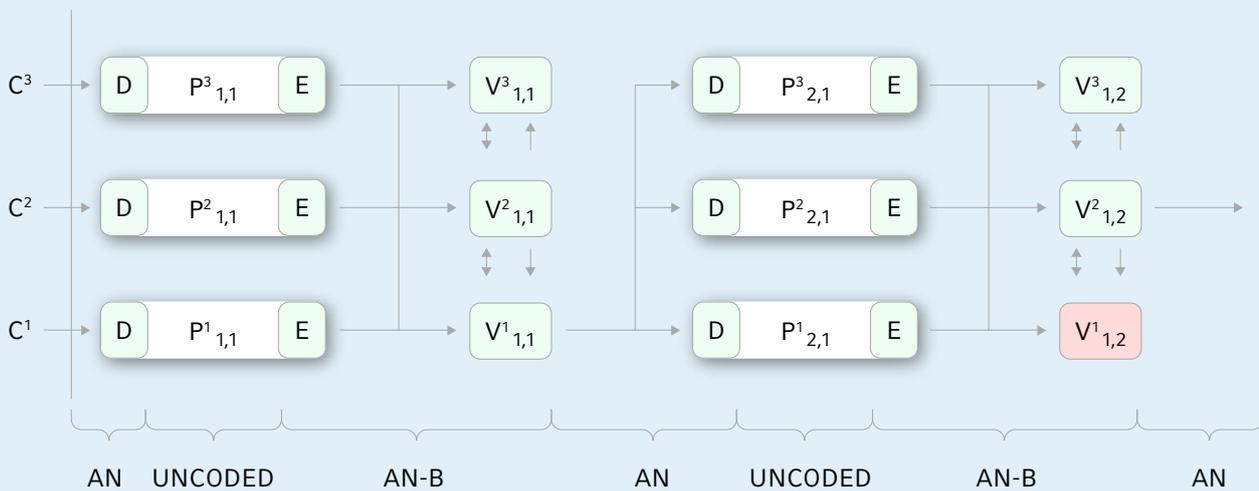


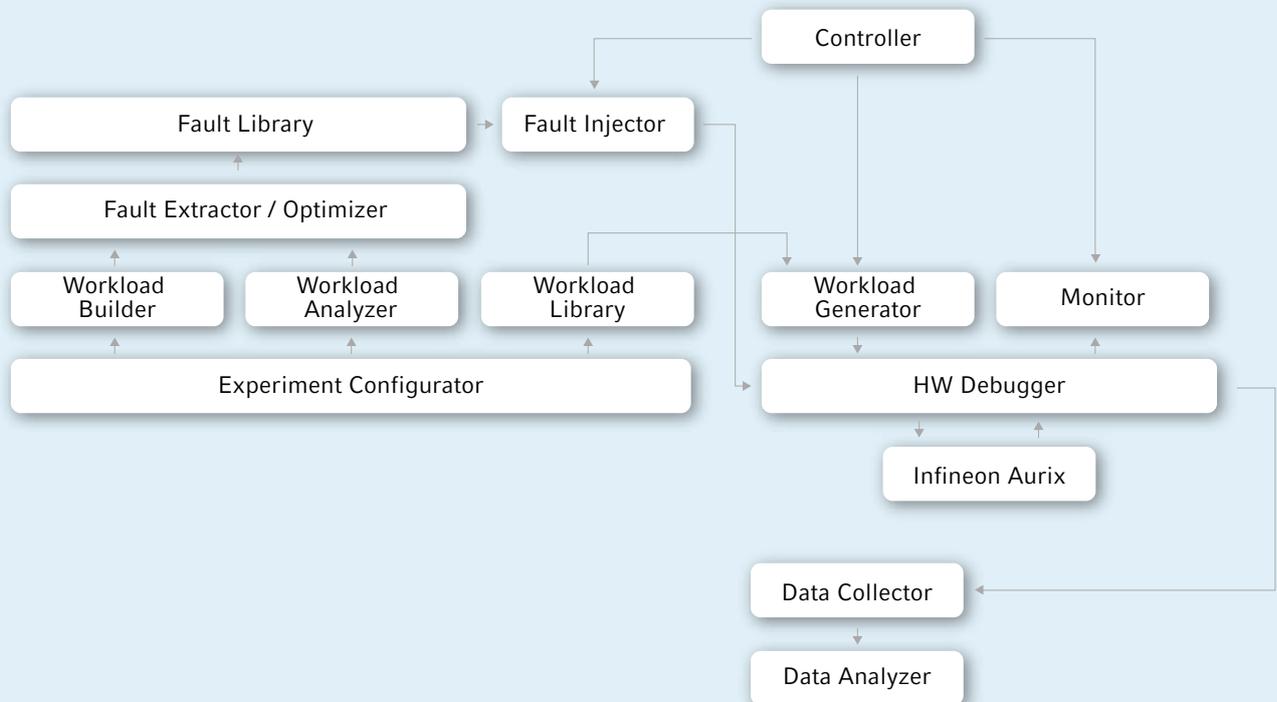
Abbildung 1: S³DES-Architektur (Scalable Software Support for Dependable Embedded Systems)

identische Elemente ausgeführt. Anschließend ermittelt ein Mehrheitsentscheid das korrekte Ergebnis. Dieser Ansatz bietet neben der Möglichkeit, Fehler zu detektieren, den Vorteil, dass auch das fehlerhafte Element identifiziert werden kann. Zudem leistet der Ansatz einen Beitrag zur Verfügbarkeit des Systems, da durch Maskierung (Mehrheitsentscheid) die Systemausführung trotz fehlerhaften Ergebnisses fortgeführt werden kann.

Eine kritische Fehlerstelle von TMR stellt der Mehrheitsentscheid selbst dar. Aus diesem Grund müssen an ihn hohe Anforderungen in Bezug auf Zuverlässigkeit gestellt werden. Bei einer softwarebasierten Lösung kann die arithmetische Codierung zur Erhöhung der Zuverlässigkeit

angewendet werden. Allerdings bleibt in diesem Szenario ein Flaschenhals: der Singlecore-Prozessor. Er arbeitet alle Aufgaben sequenziell ab. Daher forschte FORMUS³IC an der Übertragung auf Mehrkernsysteme (Multicore-Architekturen). Diese gestatten die parallele Ausführung der Aufgaben, was die Reaktionszeit von Systemen verkürzt. Das Beispielfahrer schützt CPU und Speicher vor zufälligen Fehlern auf Multicore-Systemen, ohne Hardwaremechanismen zum Einsatz zu bringen. Das Resultat: ein Zuwachs an Sicherheit und geringere Kosten.

Abbildung 2: Phasen und Module der Fault Injection



Der Einsatz von arithmetischer Codierung auf Quellcodeebene führt jedoch zur Erhöhung der Ausführungszeiten des Codes, da alle Operationen in der codierten Domäne ausgeführt und komplexe Signaturen zur Laufzeit berechnet werden müssen. In Kontrast dazu wird die arithmetische Codierung im Überwachungskonzept von FORMUS³IC nur zur Absicherung der kritischen Fehlerstellen, z. B. dem Mehrheitsentscheid oder der Speicherablage, eingesetzt. Durch die Decodierung der Daten zu Beginn der Prozessausführung können die Kosten für den Einsatz arithmetischer Codierung auf ein vernachlässigbares Maß reduziert und die Antwortzeit erheblich verbessert werden. Zudem erlaubt der selektive Einsatz der Codierung die Integration von Gleitkommazahlen innerhalb der Prozesse.

Flüchtige und permanente Fehler

Bestehende Konzepte berücksichtigen lediglich transiente (flüchtige) Fehler. Obwohl die Rate für permanente Fehler, die übrigens auch durch Alterungsprozesse entstehen, deutlich geringer ist als für transiente Fehler, untersuchte FORMUS³IC diese ebenfalls. Durch die Ausführung replizierter Prozesse auf unterschiedlichen Kernen konnte ein Beitrag zur Erkennung von permanenten Fehlern geleistet werden. Zudem wurde durch

die parallele Ausführung der Prozessreplikate die Antwortzeit des Systems verbessert und somit die Echtzeitfähigkeit gefördert. Der Mehrheitsentscheid wurde zunächst repliziert. Sollte es zum Ausfall eines Mehrheitsentscheids kommen, übernimmt einer der korrekten Entscheider die Ausgabe des korrekten Ergebnisses. Um eine singuläre Ausgabe der Mehrheitsentscheide sicherzustellen, wird die Ausgabereihenfolge durch eine Hierarchie geregelt. Nach dem Ausfall eines Mehrheitsentscheids werden je nach Systemdesign (statisch/dynamisch) unterschiedliche Rekonfigurationsstrategien ausgeführt, die sicherstellen, dass defekte Komponenten ausgegliedert und die Replikate auf „gesunde“ Komponenten verlagert werden.

Ein wichtiger Schritt im Entwicklungszyklus zuverlässiger Systeme ist die Validierung mittels simulierter Hardwarefehler. Sicherheitsrichtlinien für Entwurf, Entwicklung, Verifikation und Validierung von sicherheitskritischen Automobilsystemen (z. B. ISO 26262) empfehlen hierzu Fault Injection zur Validierung der korrekten und effektiven Umsetzung von funktionalen und technischen Sicherheitsmechanismen. In FORMUS³IC wurde eine eigene Plattform für die Injektion von Hardwarefehlern auf Multicore-Systemen entwickelt (Python-based Fault Injection, PyFI). Zur Laufzeit wurden permanente

und transiente Fehler auf Befehlssatzebene (Daten/Instruktionen) injiziert und so die gewünschten Fehlersymptome (Daten-/Kontrollflussfehler) auf Anwendungsebene erzeugt. Die Ergebnisse wurden datenbankbasiert aufgezeichnet und ausgewertet.

Wirksamkeitsnachweis

Als Ergebnis konnten drei Demonstratoren (Powertrain, Fahrerassistenzsysteme, Avionik) vorgestellt werden. Diese zeigten Teilergebnisse aus den Unterprojekten und bewiesen deren Wirksamkeit und Funktion. Seit Projektende wird in den Teilprojekten an der Weiterentwicklung gearbeitet, um einen angemessenen Reifegrad für den realen Einsatz zu erreichen. Das ganzheitliche Lösungskonzept berücksichtigte die gesamte Bandbreite abstrakter Entwurfsmethodiken. Beginnend bei der formalen Verifikation über die Modellierung des Softwareentwurfs und endend bei der Virtualisierung von Hardware mit dem Ziel, Scheduling, Energieeffizienz und Sicherheit in Automotive- und Avionik-Applikationen zu optimieren. FORMUS³IC leistete sowohl einen wissenschaftlichen als auch technologischen Beitrag zur Anpassung des Entwicklungsprozesses an die neuen Herausforderungen durch Multi- und Manycore-Systeme.

Info:

Am Forschungsverbund FORMUS³IC waren sechs wissenschaftliche Partner beteiligt (Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg, Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Hochschule für Angewandte Wissenschaften München, Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden, Technische Hochschule Ingolstadt, Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm).

Die Beteiligung von acht Unternehmen (Airbus Defence & Space GmbH, AUDI AG, Continental Automotive GmbH, Elektrobit Automotive GmbH, Infineon Technologies AG, iNTENCE automotive electronics GmbH, Timing-Architects Embedded Systems GmbH, XKrug GmbH) belegt die Relevanz entlang der Wertschöpfungskette.

Projektleiter

Prof. Dr. Jürgen Mottok
ZD.B-Research Professor for „Safe and Secure Systems of Systems“
Faculty of Electrical Engineering and Information Technology
Laboratory for Safe and Secure Systems, LaS³ - a software engineering discipline
(www.las3.de)

OTH Regensburg
Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Seybothstraße 2
93053 Regensburg

Projekthomepage:
<http://formus3ic.de>

Forschungsverbund FORTiGe – Tiergesundheit durch Genomik

Genomische Ansätze inklusive Genom-Editierung mit CRISPR-Cas9 eröffnen der Tierzucht grundsätzlich neue Optionen zur Verbesserung der Tiergesundheit. Durch Genomanalyse werden für die Gesundheit relevante Stellen im Genom identifiziert. Diese können sowohl als Selektions- als auch als Editierungsziele genutzt werden.

Über die Effizienz und Sicherheit der Genom-Editierung bei Nutztieren ist noch wenig bekannt. Wahrnehmung und Bewertung neuer Züchtungsmethoden durch die Landwirte und die Öffentlichkeit sind zudem noch nicht systematisch untersucht worden. Weitere Unsicherheiten im Hinblick auf die landwirtschaftliche Anwendung der Genom-Editierung ergeben sich aus der jüngsten Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofes.

Das übergeordnete Ziel des Forschungsverbundes ist die Abklärung der Voraussetzungen für eine mögliche Umsetzung der Genom-Editierung in einer bäuerlich organisierten Tierzucht. Konkret sollen unter anderem Fragen

- zur Akzeptanz der Genom-Editierung beim Nutztier in der Öffentlichkeit und in der Landwirtschaft,
- nach den konkreten Konsequenzen der Rechtsprechung des Europäischen Gerichtshofes für eine mögliche Anwendung der Genom-Editierung bei Tieren sowie
- nach Effizienz und Zuverlässigkeit der Genom-Editierung mit Blick auf die Tiergesundheit im Vergleich mit konventioneller Züchtungsmethodik

beantwortet werden.

Der Forschungsverbund FORTiGe – Tiergesundheit durch Genomik – umfasst Forscherinnen und Forscher der Technischen Universität München, der Ludwig-Maximilians-Universität München und der Universität Passau mit Kompetenz in den Bereichen Tierzucht, Tiergenomik, Reproduktionstechnologie, Molekularbiologie, Immunologie sowie Wissenschafts-, Technologiepolitik und Gentechnikrecht. Die geplanten Arbeiten umfassen die Untersuchung der gesellschaftlichen Bewertungsdynamiken und der rechtlichen Rahmenbedingungen der Genom-Editierung beim Nutztier, die Identifizierung von Editierungszielen, Editierungsversuche bei verschiedenen Tieren und die Überprüfung der genomischen Integrität von editierten Zelllinien und Tieren. Der Verbund soll dazu beitragen, eine Entscheidungshilfe für die Regulierung der Genom-Editierung in Deutschland vorzubereiten. Die Arbeiten werden unter Beteiligung von Organisationen und Unternehmen der Zucht und Besamung durchgeführt. Bei der Bearbeitung der Forschungsarbeiten wird auf die relevanten ethischen und gesellschaftspolitischen Aspekte besonderer Wert gelegt.

KOORDINATION

Technische Universität München
Lehrstuhl für Tierzucht
Liesel-Beckmann-Str. 1, 85354 Freising
www.tierzucht.tum.de

PROJEKTPARTNER

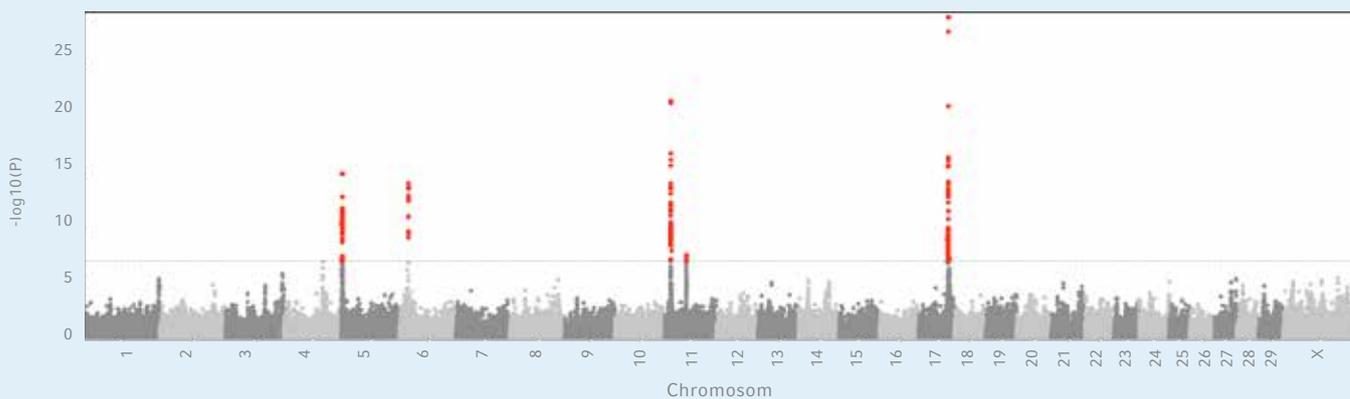
Technische Universität München:
- Lehrstuhl für Tierzucht
- Lehrstuhl für Biotechnologie der Nutztiere

- Professur für Biotechnologie der Reproduktion
- Professur für Wissenschafts- und Technologiepolitik



Tiere der Rasse Fleckvieh auf der Weide. Durch Genomanalyse werden für die Gesundheit relevante Stellen im Genom dieser Tiere identifiziert.

Manhattan-Plot zur Darstellung der Signale nach einer genom-weiten Assoziationsstudie bei der Rasse Fleckvieh. Die roten Punkte bezeichnen für die Gesundheit wichtige Bereiche auf den Chromosomen des Rindes.

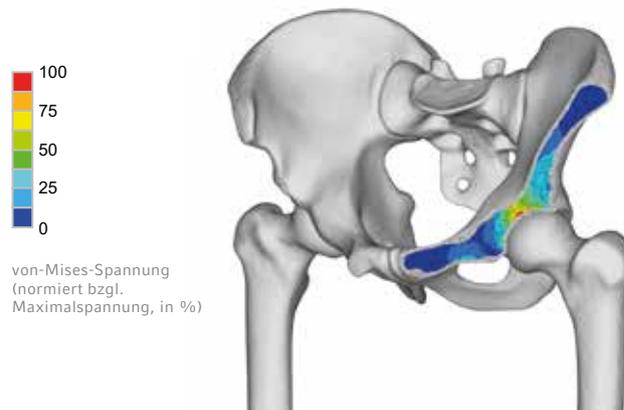


Ludwig-Maximilians-Universität München,
Lehrstuhl für Molekulare Tierzucht und Biotechnologie

ASR e. V.; Bayern-Genetik GmbH; Besamungsverein Neustadt a. d.
Aisch e. V.; EGZH m. V, LOHMANN TIERZUCHT GmbH

Rechtliche Begleitforschung:
Universität Passau, Lehrstuhl für Staats- und Verwaltungsrecht,
Völkerrecht, Europäisches und Internationales Wirtschaftsrecht

Anatomiespezifische Implantatverankerung mittels optimierter Verformungseigenschaften (ASIMOV)



Finite-Elemente-Simulationen, z. B. des Beckens, dienen als Grundlage für die Auslegung von Implantaten mit optimierten Verformungseigenschaften.

Das interdisziplinäre Forschungsprojekt hat zum Ziel, mithilfe innovativer Auslegungs- und Fertigungsverfahren neuartige Implantate zur Versorgung von Knochendefekten zu entwickeln, die sich im Übergangsbereich zum Knochen in ähnlicher Weise verformen wie das anatomische Vorbild.

Implantate zur Behandlung von Knochendefekten führen häufig zu einer unnatürlichen Krafteinleitung in den nativen Knochen. Das Resultat sind Spannungsspitzen und Mikrobewegungen im Übergangsbereich zwischen dem metallischen Implantat und dem verbleibenden Knochen. Aktuelle defektfüllende, patientenindividuelle Implantate konnten diese Herausforderungen bis heute nicht hinreichend lösen, weshalb Implantatlockerungen und Zweiteingriffe weiterhin auf der klinischen Tagesordnung stehen.

Mittels innovativer Auslegungs- und Fertigungsverfahren zielt ASIMOV darauf ab, die Herstellung neuartiger Implantate zur Behandlung von Knochendefekten zu ermöglichen, welche durch ihre optimierte und anisotrope Struktur ein an den Knochen angepasstes Verformungsverhalten aufweisen. Dadurch soll das klinische Versagensmuster der Implantatlockerung aufgrund von lokalen Über- und Unterbelastungen vermieden werden. Das Ergebnis des Forschungsprojekts ist eine Methode zur

Auslegung, Herstellung und Prüfung von anatomiespezifischen Implantaten, welche aufgrund ihrer verlängerten Standzeit die Lebensqualität der Patienten erhöhen und einen nachhaltigen Kostenvorteil erzielen.

Als Lösungsansatz wird auf die Topologie- und Gitterstrukturoptimierung sowie auf die Additive Fertigung zurückgegriffen. Im ersten Schritt wird eine Optimierungsmethode zur verformungsangepassten Auslegung von Implantaten am Anwendungsbeispiel einer künstlichen Hüftpfanne realisiert. Im zweiten Projektabschnitt werden geeignete Strategien für die additive Herstellung der Implantate identifiziert. Die enge Verzahnung von softwarebasierter Optimierung, zeitlich schneller und flexibler Additiver Fertigung und biomechanischer Validierung stellt sicher, dass im Projekt belastbare Ergebnisse erzielt werden. Die hervorgehende Methode kann anschließend auf weitere medizinische Implantate angewendet werden.

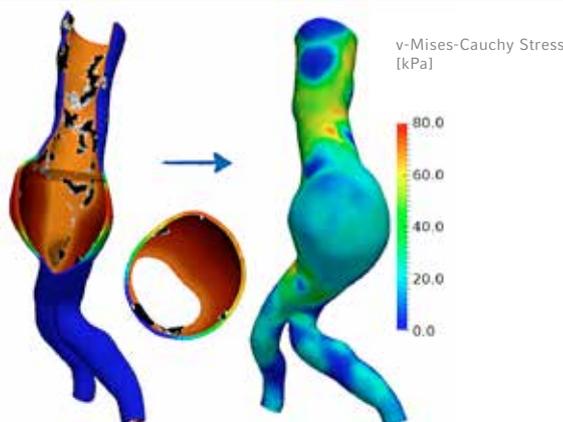
PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
www.iwb.mw.tum.de

PROJEKTPARTNER

AQ Solutions GmbH; EndoLab Mechanical Engineering GmbH;
FIT Production GmbH; Technische Universität München, Klinik für
Orthopädie und Sportorthopädie

Sicherere Beurteilung von Aortenaneurysmen



Mechanische Spannungen am personalisierten Simulationsmodell des AAA

Aktuelle Leitlinien für eine operative Therapie des abdominalen Aortenaneurysmas sind wenig patientenspezifisch und berücksichtigen nicht potenziell hochrelevante Einflussgrößen des Rupturrisikos. Numerische Simulation und Maschinelles Lernen erlauben einen deutlich differenzierteren und individuelleren Ansatz zur Vorhersage des Risikos.

Das abdominale Aortenaneurysma (AAA) ist eine krankhafte, irreversible Erweiterung der Bauchaorta, die im schlimmsten Fall zu einer Ruptur führen kann. Mit zunehmender Größe und Degeneration der Aortenwand steigt das Rupturrisiko. Da eine sichere Abschätzung des individuellen Rupturrisikos bisher nicht möglich ist und die Chancen, eine Ruptur zu überleben, nur gering sind, zählt das AAA in Deutschland in der Altersgruppe über 65 Jahre zu den zehn häufigsten Todesursachen.

Das Forschungsprojekt hat sich daher zum Ziel gesetzt, ein Expertenanalyse-System zu schaffen, das die prädikative Beurteilung und Klassifizierung von AAA hinsichtlich des patientenspezifischen Rupturrisikos erlaubt und eine patientenspezifische Therapieempfehlung unterstützt. Eine Verbesserung der Rupturriskoeinschätzung wird durch den Einsatz von Simulationsmodellen und Maschinellem Lernen (ML) gewährleistet. Mithilfe des Maschinellen Lernens werden die invasiven, rupturrelevanten Kenngrößen aus den nicht-invasiv bestimm-

Indikativparametern ermittelt. Zusammen mit Ergebnissen bildgebender Verfahren fließen die ML-geschätzten Parameter in die patientenspezifische Modellbildung ein. Die aus der nichtlinearen Finite-Elemente-Simulation bestimmten Wandspannungen im AAA stellen den Kern der Vorhersage der Rupturwahrscheinlichkeit dar.

Die neuen Methoden und die Interpretation der Ergebnisse werden in einer Studie verifiziert und validiert. Die einzelnen digitalen Prozesse zur Rupturriskovorhersage werden in einem durchgängigen und weitgehend automatisierten Workflow abgebildet. Das Expertenanalyse-System wird in einer intuitiv bedienbaren, Cloud-fähigen Frontend-Backend-Architektur mit verschlüsselter und anonymisierter Datenübertragung für den klinischen Gebrauch umgesetzt.

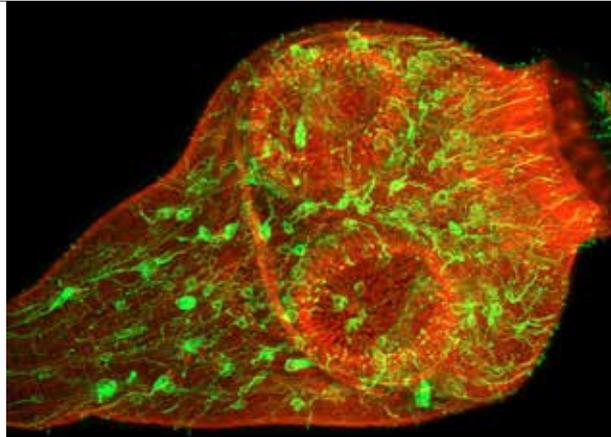
PROJEKTLEITUNG

CADFEM Medical GmbH
Marktplatz 2
85567 Grafing bei München
www.cadfem-medical.com

PROJEKTPARTNER

Technische Universität München, Fakultät Maschinenwesen,
Professur für Mechanik auf Höchstleistungsrechnern; Hochschule
für Politik an der Technischen Universität München, Professur für
Political Data Sciences

Kinase-Inhibitoren als Therapeutika für Echinokokkose – KITE



Protoskolex (Kopf) des Fuchsbandwurms, gefärbt auf Muskel (rot) und Nervensystem (grün)

Ein neues Verfahren ermöglicht die zielgerichtete Entwicklung von neuen Wirkstoffen für die Therapie der Echinokokkose.

Die Echinokokkose ist eine seltene, aber tödliche Erkrankung, die vom Larvalstadium (Metazestoden) des Bandwurms *Echinococcus multilocularis* verursacht wird. Der Metazestode entwickelt sich aus den Eiern des Bandwurms und bildet tumorartiges Gewebe in Leber, Lunge und anderen Organen aus. Mit der Resektion des betroffenen Gewebes und dem Einsatz von Chemotherapeutika wie Albendazol kann das Fortschreiten der Krankheit zwar verlangsamt, der Patient aber nicht geheilt werden.

Mit dem an der Universität Würzburg entwickelten Verfahren zur Labor-Kultivierung von Metazestoden besteht nun die Möglichkeit, nach neuen Wirkstoffen zu screenen. In ersten Experimenten konnte die Wirksamkeit von in der Onkologie genutzten Kinase-Inhibitoren gezeigt und so die Klasse der Kinasen als vielversprechende Zielproteine identifiziert werden. Mit einer breit angelegten Testung von Kinase-Inhibitoren sollen zunächst spezifische Kinasen des Fuchsbandwurms identifiziert und mittels funktioneller Genomik validiert werden. Für geeig-

nete Targets werden dann Screening-Assays entwickelt. In Substanzbibliotheken wird nach neuen Strukturen gesucht, die die Targets und somit den Parasiten inaktivieren. Für die erhaltenen Hits sollen über die in der medizinisch-chemischen Optimierung etablierten Struktur-Aktivitätsbeziehungen (SAR) das Pharmakophor identifiziert und eine erste Leitstruktur mit optimierten ADME/Tox-Parametern hergestellt werden.

Das Forschungsprojekt umfasst damit die ersten Schritte der Medikamentenentwicklung von der Identifizierung geeigneter Zielproteine und deren Validierung über das Screening von Wirkstoffbibliotheken bis hin zur zielgerichteten Optimierung der gefundenen Hits. Projektziel ist die Generierung von frühen Leitstrukturen, die im In-vitro-Metazestoden-Modell Wirksamkeit zeigen.

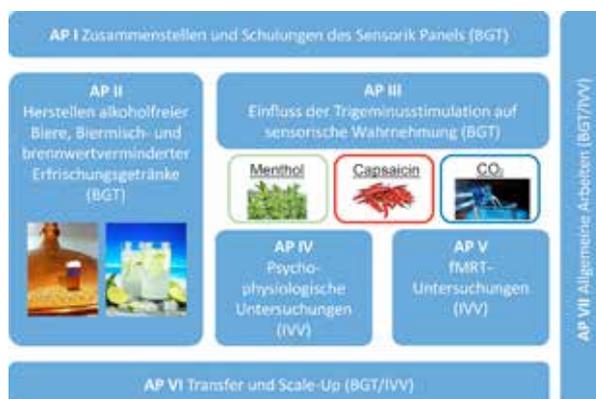
PROJEKTLEITUNG

Intana Bioscience GmbH
Lochhamer Str. 29a
82152 Planegg
www.intana.de

PROJEKTPARTNER

Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Institut für Hygiene und Mikrobiologie

Multisensorische Integration bei der Stimulation des Nervus trigeminus mit Blick auf die Wahrnehmung von Grundgeschmacksarten



Schematische Darstellung der Arbeitspakete und deren Verknüpfung

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll die Wahrnehmung relevanter Geschmackseindrücke bei alkoholfreien sowie alkohol- und kalorienreduzierten Getränken durch trigeminal wirksame Substanzen gezielt verändert werden, um ein ausgewogenes Geschmacksprofil der Produkte zu gewährleisten.

Beim Herstellungsprozess von alkoholreduzierten und alkoholfreien Bieren, Biermischgetränken und kalorienreduzierten Erfrischungsgetränken werden die Produkte sensorisch negativ beeinflusst. Es treten süße, saure, bittere oder metallische Komponenten in den Vordergrund, die als erhebliche sensorische Defizite empfunden werden und nicht der allgemeinen Verbrauchererwartung entsprechen.

Die Grundidee des Projektes besteht darin, die geschmackliche Wahrnehmung der genannten Getränke mittels Substanzen, die eine Stimulation des trigeminalen Nerves bewirken, positiv zu beeinflussen. Die hierbei eingesetzten trigeminal wirksamen Substanzen sind Capsaicin, Gingerol, Senföle, Menthol und Eucalyptol. Sie sollen die Wahrnehmung relevanter Geschmackseindrücke (süß, sauer, bitter, metallisch) gezielt verändern, um ein ausgewogenes Geschmacksprofil der Produkte zu gewährleisten. Des Weiteren soll eine Veränderung der Produkttemperatur und des CO₂-Gehalts die Wahr-

nehmung bestimmter Grundgeschmacksarten beeinflussen. Durch die Kombination nasaler, oraler und trigeminaler Wirkmechanismen kann es zu Wechselwirkungen kommen, welche die geschmackliche Wahrnehmung der Getränke maßgeblich beeinflussen.

Der Einfluss einer trigeminalen Stimulation auf den Geschmackssinn wird von einem geschulten Verkoster-Panel mithilfe sensorischer Methoden evaluiert. Untersucht werden auch die psychophysiologische Reaktion (Hautleitfähigkeit, Hauttemperatur, Herzrate, Atmung) sowie die Hirnaktivierung mittels funktioneller Magnetresonanztomographie (fMRT). Durch die Verbesserung der sensorischen Qualität alkoholfreier Biere und Biermischgetränke sowie kalorienreduzierter Erfrischungsgetränke soll die Verbraucherakzeptanz weiter gesteigert werden.

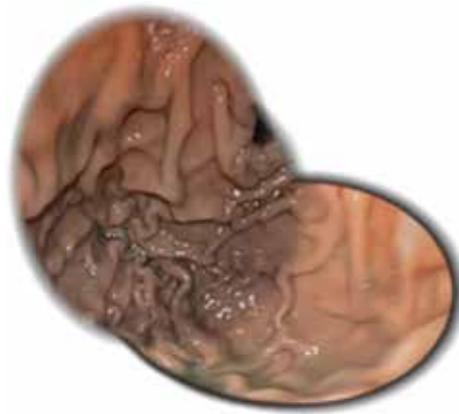
PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München -
Wissenschaftszentrum Weihenstephan
Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie
Weihenstephaner Steig 20, 85354 Freising

PROJEKTPARTNER

Adelholzener Alpenquellen GmbH; Bayerische Staatsbrauerei Weihenstephan; Destilla GmbH; Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV; Joh. Bart & Sohn GmbH & Co. KG

GastroMapper: Panorama-Kartografie von Magen und Darm in der Endoskopie



Zusammengesetztes Teilpanorama aus dem Magen

Im Rahmen des Forschungsprojektes sollen Komponenten für eine echtzeitfähige Kartografie von Magen- und Darmwandungen entwickelt werden, mit denen der Arzt direkt während der endoskopischen Untersuchung ein Panorama-Bild der Hohlräume erhält.

Die Untersuchung von Magen, Speiseröhre und Darm mit einem Endoskop dient der frühzeitigen Erkennung und Behandlung von Veränderungen des dortigen Gewebes. Aufgrund des eingeschränkten Sichtfeldes durch die endoskopische „Schlüssellochperspektive“ ist allerdings immer nur ein kleiner Ausschnitt der Wandungen sichtbar. Der Arzt muss das Gesehene somit gedanklich zu einem Gesamtbild zusammensetzen.

Im Zuge des Projektes sollen Komponenten für eine echtzeitfähige Kartografie von Magen- und Darmwandungen entwickelt, untersucht und evaluiert werden. Mit ihnen erhält der Arzt direkt während der endoskopischen Untersuchung ein Panorama-Bild der Hohlräume und kann dieses für die vollständige Dokumentation der Untersuchung und ggf. der Eingriffe nutzen und an andere Ärzte übermitteln.

In verschiedenen Arbeitspaketen werden durch die Projektpartner endoskopisch Bildsequenzen von Magen und Darm erhoben und anonymisiert sowie Experimente an Biophantomen von Magen und Darm durchgeführt. Bildanalyseverfahren zur Erstellung von Bildpanoramen aus Magen und Darm (idealerweise in Echtzeit) werden erforscht und entwickelt. Um Bildpanoramen von Magen und Darm in klinische Dokumentationssysteme zu integrieren und zu verwalten, wird eine Infrastruktur aufgebaut. Weitere Arbeiten erstrecken sich auf die Entwicklung von Komponenten für die Teleendoskopie, um endoskopische Sequenzen und Bildpanoramen zwischen verschiedenen klinischen Einrichtungen auszutauschen, sowie auf die Integration von Patientendaten.

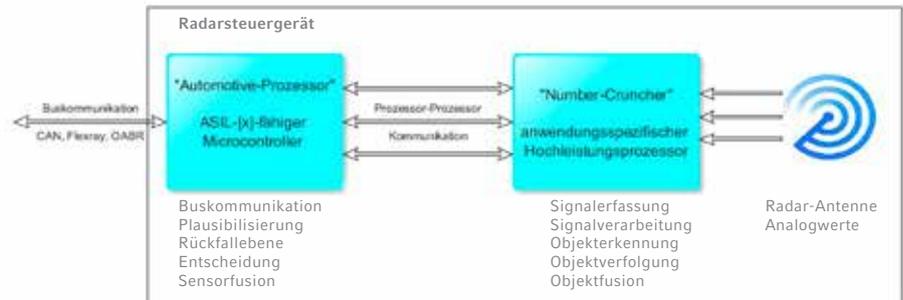
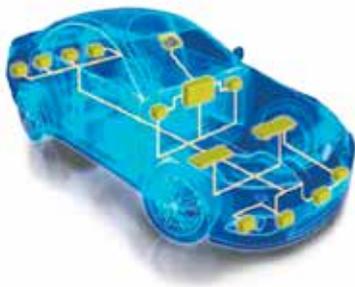
PROJEKTLEITUNG

E&L medical systems GmbH
Wetterkreuz 19, 91058 Erlangen
www.eundl.de

PROJEKTPARTNER

CHILI GmbH; Fraunhofer-Institut für Integrierte Schaltungen IIS;
Malteser Waldkrankenhaus St. Marien; NEXUS Deutschland GmbH

Embedded Computing for Advanced Signal Processing in Cars – ECAS



Aufbau eines Radarsteuergerätes: Passende Hochleistungsrechnerkerne werden über geeignete Schnittstellen mit einem zertifizierungsfähigen Mikrocontroller in neuen Steuergeräten für die Radarsignalverarbeitung verbunden.

Die Radarsignalverarbeitung für das autonome Fahren verlangt neue elektronische Steuereinheiten im Fahrzeug, die unterschiedlich leistungsstarke und aufeinander abgestimmte heterogene Prozessorkerne aufweisen. Im Fokus des Forschungsprojektes steht eine demonstratorische elektronische Steuereinheit für die Fahrerassistenz als modulare Plattform, die eine eingebettete Hochleistungsrechnerarchitektur mit einem Mikrocontroller koppelt.

Die Ortung von Fahrzeugen, Personen oder Gegenständen mit Radarsignalen und optischen Kameras und eine Fusion dieser Signale sind Voraussetzungen für das zukünftige autonome Fahren. Dazu müssen rechenintensive signalverarbeitende Algorithmen sehr schnell berechnet werden, und die nötige Rechnerarchitektur darf aufgrund des Batteriebetriebs nur wenig Leistung aufnehmen. Dies verlangt neue elektronische Steuereinheiten (ECUs) im Fahrzeug, die unterschiedlich leistungsstarke und aufeinander abgestimmte heterogene Prozessorkerne aufweisen. Ein Beispiel sind Mikrocontroller und entsprechende Beschleunigerkerne, z. B. zur Berechnung von Fourier-Transformationen – einer Basisoperation in der Radarsignalauswertung.

Es ist jedoch offen, ob auf dem Markt verfügbare bzw. selbst zu entwickelnde Rechnerkerne in den ECUs erforderlich sind, um z. B. die für die Radarsignalverarbeitung notwendigen Algorithmen der linearen Algebra unter einem sinnvollen Kompromiss aus Kosten, Rechen-

zeit und Energieverbrauch auszuführen. Eng damit verbunden ist die Frage einer effizienten Kopplung der Spezialkerne mit den Mikrocontrollern über die etablierte Schnittstelle Automotive Ethernet, da es dafür noch keine standardisierte Echtzeit-Software-Kommunikationsschnittstelle gibt.

Um diese offenen Forschungsfragen anzugehen, bündeln die Projektpartner ihre Kompetenzen in den Bereichen Parallelarchitekturen, eingebettete Mikrocontroller und Hardware-Plattformen für das Automobil. Am Ende des Projektes soll eine demonstratorische Fahrerassistenz-ECU als modulare Plattform vorliegen, die eine geeignete eingebettete Hochleistungsrechnerarchitektur mit einem Mikrocontroller, z. B. heterogen über Automotive Ethernet, koppelt.

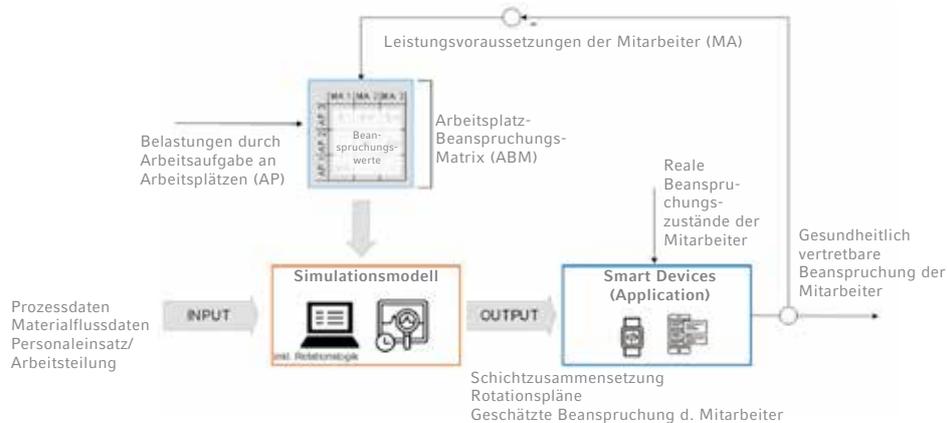
PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Informatik 3
Martensstraße 3, 91058 Erlangen

PROJEKTPARTNER

Infineon Technologies AG; XKRUG GmbH

Beanspruchungs- und kompetenzorientierte Mitarbeiterereinsatzplanung (BeKoMi)



Lösungskonzept der beanspruchungs- und kompetenzorientierten Mitarbeiterereinsatzplanung

Ziel des Forschungsprojektes ist der Leistungserhalt der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter durch eine Rotationsplanung, welche eine Reduktion der Belastung und Beanspruchung erreicht. Sie soll langfristig dazu beitragen, Überbeanspruchung und dadurch bedingte Fehltag zu mindern.

Rund ein Drittel aller Beschäftigten der Metall- und Elektroindustrie arbeitet in der Montage. Die Personaleinsatzplanung in diesem Bereich nimmt eine zentrale Rolle ein. Der produktive Personaleinsatz wird durch den demografischen Wandel und steigende Anforderungen an Qualität, Zeit und Kosten zur Herausforderung. Durch die Zunahme der Produktvarianz und die fortschreitende Digitalisierung in der Produktion steigt die kognitive Belastung der Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.

Um das Wohlbefinden und die Leistungsfähigkeit der Beschäftigten langfristig zu steigern bzw. zu erhalten, wird im Rahmen des Forschungsvorhabens BeKoMi ein neuer Ansatz zur Arbeitsplatzrotation entwickelt. Dabei wird neben der physischen und kognitiven Belastung der Arbeitsplätze auch die von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern empfundene Beanspruchung im Kontext der Arbeitsaufgabe berücksichtigt. In das Rotationsmodell werden die Kompetenzanforderungen der jeweiligen Arbeitsplätze einbezogen. Auch eine potenzielle Beanspruchung, die durch den Wechselvorgang entstehen könnte, wird beachtet.

Die durch den Wechselvorgang entstehen könnte, wird beachtet.

Vier Projektpartner aus Industrie und Wissenschaft arbeiten an der Entwicklung eines Algorithmus, der zu erwartende Beanspruchungswerte ermittelt. In einem Simulationsmodell werden beanspruchungsreduzierte Rotationspläne sowie Schichtzusammensetzungen simuliert und anschließend bei einem Industriepartner demonstratorisch umgesetzt. Mittels Smart Devices wird eine Kommunikationsschnittstelle geschaffen und die Rückkopplung realer Beanspruchungswerte durch die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter realisiert.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
www.iwb.mw.tum.de

PROJEKTPARTNER

MAN Truck & Bus AG; Stremmer AG; Technische Universität München, Lehrstuhl für Ergonomie

Miniaturisiertes DSC-Gerät mit integrierter Wägeeinrichtung (WDSC)



Links: DSC-Chip für 400 °C im DSC-Gerät; rechts: Vollständiges DSC-Gerät

Ziel des Forschungsprojektes ist es, das thermische Analyseverfahren DSC (Differential Scanning Calorimetry) mit einem Wägemechanismus zu kombinieren. Durch diese Erweiterung entsteht ein völlig neuartiges miniaturisiertes Messgerät, das in der Lage ist, eine sogenannte Simultane Thermische Analyse (STA) durchzuführen.

Die dynamische Differenzkalorimetrie (DSC) ist ein thermisches Analyseverfahren zur Bestimmung von Materialeigenschaften. Es ist weit verbreitet und gehört seit den letzten Jahrzehnten zum Standard in der Materialforschung und -entwicklung. Vor Kurzem wurde ein völlig neuartiges, bis 400 °C arbeitendes miniaturisiertes Gerät auf den Markt gebracht. Es basiert auf einem DSC-Sensor-Chip in keramischer Mehrlagentechnik. Es ist sehr klein, mit einer sehr geringen Leistungsaufnahme und dabei viel preisgünstiger als herkömmliche Geräte. Außerdem lassen sich die kostengünstigen DSC-Chips einfach ersetzen.

In dieser Form ist jedoch lediglich eine Differenzthermoanalyse (DTA) möglich. Damit können zwar Phasenübergangstemperaturen und Enthalpien bestimmt werden, nicht aber die dazugehörigen Masseänderungen. Bislang benutzte man für DSC-Analysen mit dem DSC-Chip eine externe Waage.

Ziel des Forschungsprojektes ist es, das bereits bestehende DSC-Konzept, das wegen seiner geringen Größe an sich schon neue Anwendungsfelder erschließt, mit einem Wägemechanismus zu kombinieren. Durch diese Erweiterung entsteht ein völlig neuartiges miniaturisiertes Messgerät, das in der Lage ist, eine Simultane Thermische Analyse durchzuführen.

Das Projekt soll simulationsgestützt bearbeitet werden. So kann das Projektziel schneller erreicht werden. Wissenschaftliche Fragestellungen sind einerseits messtechnischer Natur und betreffen die Genauigkeit, d. h. die Empfindlichkeit, die Kompensation von Störeinflüssen, die Linearität und die Reproduzierbarkeit. Die zentrale materialwissenschaftliche Fragestellung ist die technische Realisierbarkeit.

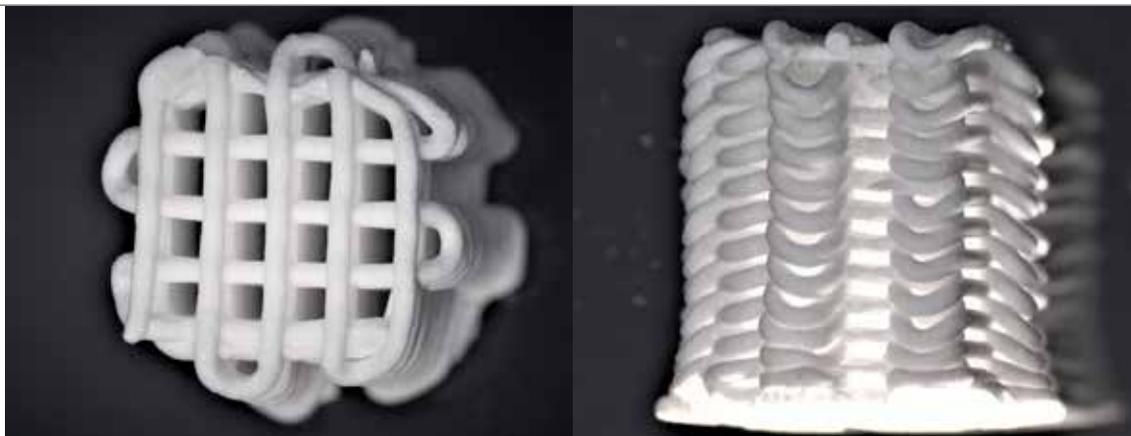
PROJEKTLEITUNG

Universität Bayreuth
Lehrstuhl für Funktionsmaterialien
Universitätsstraße 30, 95447 Bayreuth

PROJEKTPARTNER

Linseis Messgeräte GmbH

3DKat



Links: Additiv gefertigter Katalysatorträger (Draufsicht); rechts: Additiv gefertigter Katalysatorträger (Seitenansicht)

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Optimierung der geometrischen Form von Katalysatoren mittels 3D-Druck – 3DKat.

Einer der Schlüsselparameter für die Leistung von Katalysatoren ist die geometrische Form der einzelnen Katalysatorkörper. Bereits geringfügige Änderungen in der Katalysatorgeometrie können zu erheblichen Änderungen der resultierenden Leistung in einem industriellen Reaktor führen. Allerdings ist die Geometrie industrieller Katalysatoren durch die etablierten Fertigungstechnologien wie Extrusion, Tablettieren und Pelletieren limitiert auf einfache Formen.

Im Rahmen des Projektes wird die direkte Additive Fertigung von Katalysatoren untersucht, um komplexe Geometrien zu ermöglichen. Mit neuartigen, innovativen geometrischen Ausführungsformen der Katalysatorformkörper können voraussichtlich verbesserte Eigenschaften bei der Katalysatorzugänglichkeit (effektiv zugängliche Oberfläche), bei der Fluidynamik (Stofftransport) und beim Wärmetransport erreicht werden.

Neben dem „Wie“ – der technischen Möglichkeit, Katalysatoren mit bisher unbekannter Formfreiheit zu drucken – steht auch das „Was“ im Fokus des Forschungsvorhabens: den 3D-Druck mit den Möglichkeiten der rechnerischen Optimierung der Fluidynamik (CFD-Simulationen) zu bündeln, um deutlich bessere Geometrien als bisher zu finden.

Das konkrete Anwendungsziel ist die Verbesserung der Katalysatoren zur Dehydrierung von Liquid Organic Hydrogen Carriers (LOHC). Dies sind chemische Wasserstoffspeicher, die eine vielversprechende Möglichkeit zur gefahrlosen und effizienten Speicherung von Wasserstoff darstellen – etwa für die Versorgung von Wasserstofftankstellen. Effizientere Katalysatoren würden deutlich kleinere, flexiblere Anlagen erlauben und so die Verbreitung dieser Technologie unterstützen.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl I für Technische Chemie
Lichtenbergstraße 4, 85747 Garching b. München

PROJEKTPARTNER

Clariant Produkte (Deutschland) GmbH; Hydrogenious Technologies GmbH; Technische Universität München, Wacker-Lehrstuhl für Makromolekulare Chemie

Entwicklung neuer Materialien zur Realisierung funktionsintegrierter Soft-touch-Komponenten in einem einstufigen Spritzgießprozess – SenseSkin



Links: Automobilinterieur der Zukunft; rechts: Aufbau des SenseSkin-Bedienelements

Während in den Automobilen der 70er-Jahre Drehregler, Schieber und Hebel die Bedienelemente im Fahrzeuginnenraum dominierten, wandelte sich das Erscheinungsbild des Interieurs bis zur heutigen Zeit grundlegend.

Die Ursachen hierfür sind zum einen gestiegene optische und haptische Anforderungen, zum anderen immer komplexere Bedienfunktionen an der Schnittstelle zu den Fahrzeuginsassen. Vorangetrieben wird die Entwicklung durch futuristische Interieurkonzepte für autonom fahrende Fahrzeuge. Da hier die Fahrzeuginsassen dem Straßenverkehr weniger Aufmerksamkeit widmen müssen, wendet sich deren Blick verstärkt auf die Qualität des Fahrzeuginnenraums. Daher spielen dessen ansprechende Ästhetik und gleichzeitig umfassende Funktionalität eine entscheidende Rolle.

Für diese anspruchsvollen Anforderungen sind hochgradig funktionsintegrierte Softtouch-Bauteile eine elegante Lösung. Sie bilden eine hochwertige Optik im sogenannten „fugenlosen“ bzw. „seamless“-Design und bieten über Touch-Bedienfelder die Möglichkeit, verschiedenste Funktionen zu integrieren. Zur Umsetzung dieser High-Class-Konzepte stehen bislang jedoch weder die Werkstoffe noch die Prozesstechnik zur Verfügung.

Ziel des Forschungsvorhabens SenseSkin ist es daher, für diese Anwendung neuartige Materialien und angepasste Verarbeitungstechnologien bereitzustellen. Hierfür wird ein thermoplastisches Material mit spezifischer Schub- und Druckhaptik entwickelt, das der menschlichen Haut ähnelt und daher haptisch als sehr angenehm empfunden wird. Zur Integration der Funktionen stehen funktionelle Folienmaterialien im Mittelpunkt, die einerseits zur Verarbeitung in den relevanten Prozessen und andererseits für den Einsatz im Automobilinnenraum geeignet sind. Diese neu zu entwickelnden Materialkomponenten werden anschließend in einem maßgeschneiderten, hochintegrierten Prozess zu einem Demonstratorbauteil verarbeitet.

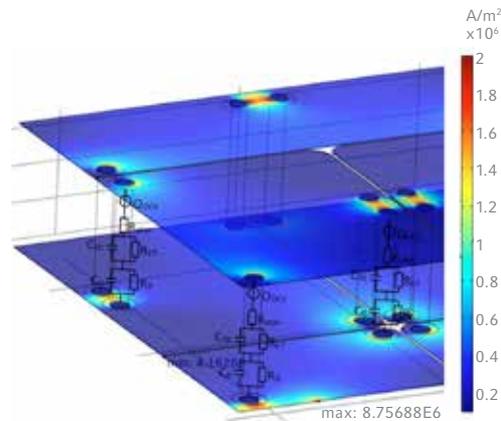
PROJEKTLEITUNG

Neue Materialien Bayreuth GmbH
Gottlieb-Keim-Straße 60, 95448 Bayreuth
www.nmbgmbh.de

PROJEKTPARTNER

Dr. Schneider Kunststoffwerke GmbH; HEXPOL TPE GmbH;
Universität Bayreuth, Lehrstuhl für Polymere Werkstoffe; Isosport
Verbundteile GmbH

Optimal Parallel Battery – OparaBatt



Simulationsergebnis der Stromdichte in einem Batteriemodul, bestehend aus zwei parallel und sechs seriell geschalteten Lithium-Ionen-Zellen, durch eine Kombination aus Ersatzschaltbild- und FEM-Simulation

In zahlreichen Anwendungen werden zur Steigerung der Kapazität Batteriezellen parallel geschaltet. Jedoch zeigt die Parallelschaltung eine asymmetrische Stromaufteilung. Trotz einiger themenbezogener Publikationen steht eine ganzheitliche Betrachtung zu den Einflussfaktoren und Auswirkungen der Stromaufteilung in der Parallelschaltung noch aus.

Ein Hauptbestandteil des Projektes ist die Zusammen- und Fortführung der aktuellen Forschungsergebnisse zum Thema Parallelschaltung von Batteriezellen hinsichtlich Stromaufteilung, Alterung und Sicherheit. Messtechnisch validierte Simulationsmodelle sollen Design und Betrieb von Batteriesystemen aus technischer und wirtschaftlicher Sicht optimieren.

Die Projektpartner analysieren die Einflussfaktoren und Auswirkungen der inhomogenen Stromverteilungen innerhalb eines Batteriemoduls. Die Messaufbauten der TU München können gezielt Umgebungseinflüsse, wie beispielsweise die Zelltemperatur von parallel geschalteten Lithium-Ionen-Zellen, regeln. So können einzelne Einflussfaktoren analysiert werden. Mit Hilfe der CONCHIFERA-Verbindungstechnologie des Wirtschaftspartners werden die Auswirkungen inhomogener Stromverteilungen innerhalb eines Batteriemoduls untersucht.

Eine Simulationsumgebung nach der Finite-Elemente-Methode dient der Nachbildung der Stromverteilung in Batteriemodulen. Das Verhalten der Batteriezellen dieser Simulation basiert auf umfangreichen Zellmessungen, die zahlreiche Einflussfaktoren, wie z. B. Temperatur, Ladezustand oder Spannungshysterese, berücksichtigen. Dies ist nötig, um entsprechende Einflussfaktoren bei der Optimierung des Moduldesigns heranzuziehen.

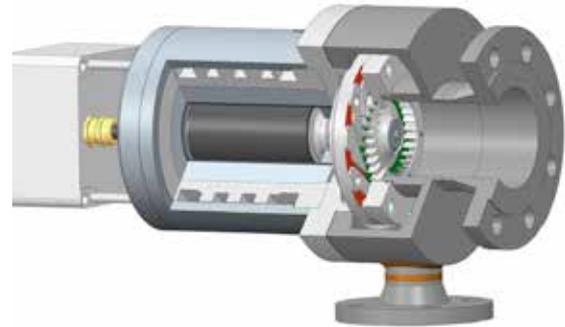
PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl für Elektrische Energiespeichertechnik (EES)
Arcisstraße 21, 80333 München
www.ees.ei.tum.de

PROJEKTPARTNER

INVENOX GmbH

TurboSmart – adaptive Mikroexpansionsturbine für die Energierückgewinnung



Links: Eine der Mikroexpansionsturbinen, montiert in der ORC-Versuchsanlage am Zentrum für Energietechnik (ZET) der Universität Bayreuth; rechts: Aufbau der bisher entwickelten starren Mikroexpansionsturbine mit High-Speed-Generator

Mikroexpansionsturbinen, gekoppelt mit High-Speed-Generatoren, ermöglichen die Rückverstromung von „Abfallenergien“ wie z. B. der Abwärme von Verbrennungsmotoren oder aus Abgasen und Abdämpfen unter erhöhtem Druck aus Industrieprozessen.

Die Rückgewinnung von Verlustenergien wie Wärme in Abgasen, z. B. von Industrieprozessen im Bereich > 500 kWel ist Stand der Technik. Im Bereich < 100 kWel haben sich diese Technologien jedoch noch nicht etabliert, u. a. wegen des Mangels an wirtschaftlichen Mikroexpandern. In den letzten zehn Jahren sind einige Forschungsprojekte zu Mikroexpandern gefördert worden, und eine kleine Anzahl an Lösungen auf dem Markt ist entstanden.

Da die Abwärme meist in Form eines Gases oder Dampfes unter Atmosphärendruck auftritt, verwenden die bekannten Konzepte und Produkte einen Organic Rankine Cycle (ORC), in dem das für den Expander zur Energiewandlung notwendige Druckgefälle erzeugt wird. In einem früheren Förderprojekt der Bayerischen Forschungsförderung „Entwicklung eines ORC-Minikraftwerkes zur Abwärmenutzung“ (2011–2013) hat das Projektteam eine solche ORC-Anlage für die Nachverstromung der Abwärme eines 250-kWel-Blockheizkraftwerkes mit Direktverdampfung und 15-kW-Mikroexpansionsturbine erfolgreich aufgebaut und getestet.

Da in der kleinskaligen Abwärmeverstromung (< 100 kWel) der Wärmestrom und damit der Massenstrom in der Anlage während des Betriebes im Allgemeinen variieren, folgt auch eine zeitliche Änderung des Drucks vor der Turbine und damit des Turbinen- und des Prozesswirkungsgrads. Um dies zu vermeiden, müsste sich die Turbine mittels einer variablen Geometrie möglichst selbstständig („smart“) an den reduzierten Massenstrom adaptieren können. Hier setzt das Forschungsprojekt „TurboSmart“ an.

Ziel ist zum einen der experimentelle Nachweis, dass die Technologie einer intelligenten, adaptiven Mikroexpansionsturbine technisch darstellbar ist. Zum Zweiten soll erreicht werden, dass mittels einer sich selbst adaptierenden Turbine die Energieausbeute einer Mikro-ORC-Anlage im Teillastbetrieb um 20 % gesteigert werden kann.

PROJEKTLLEITUNG

Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden
Kompetenzzentrum für Kraft-Wärme-Kopplung
Kaiser-Wilhelm-Ring, 92224 Amberg
www.oth-aw.de

PROJEKTPARTNER

DEPRAG SCHULZ GMBH u. CO.; Universität Bayreuth, Zentrum für Energietechnik

Deep Learning für automatisiertes Fahren auf der Rennstrecke – rAlcing



Links: „DevBot“: Einerseits komplett autonom, andererseits bietet es Platz für einen menschlichen Fahrer, der beim Testen der entwickelten Software das Fahrzeug überwachen und im Ernstfall die Fahrzeugsteuerung übernehmen kann; rechts: Das autonome Modellfahrzeug, auf dem die Algorithmen vor dem Einsatz auf dem großen Rennfahrzeug getestet werden können.

Nahezu alle führenden Automobilkonzerne und Technologieunternehmen forschen und entwickeln an der mehrstufigen Autonomie der Fahrzeuge. Der Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik der TU München geht nun bei der weltweit ersten vollautonomen Rennserie Roborace an den Start.

Ein Fahrzeug der Autonomiestufe 5 muss selbstständig eine Einschätzung des Fahrbahnzustandes sowie eine optimale Verteilung der Energien und Leistungen im Antrieb vornehmen können. Im Vergleich zum konventionellen Straßenverkehr kommt auf der Rennstrecke beiden Funktionen eine höhere Bedeutung zu.

Das Ziel des Forschungsprojektes ist deshalb die Entwicklung und Evaluierung zweier Fahrzeugfunktionen, welche die Fahrstrategie des autonomen Fahrzeugs an die aktuellen Umgebungsbedingungen anpassen. Diese Funktionen sind zum einen die Entwicklung eines Algorithmus zur Detektion und Prädiktion des Straßenreibwerts, zum anderen die Ableitung einer Energiestrategie für den elektrischen Antriebsstrang. Diese Funktionen tragen erheblich zur Verbesserung der Effizienz und Sicherheit autonomer Fahrzeuge und – im Spezialfall Rennfahrzeug – zur Performance bei.

Zunächst werden aus einer Kunden-, Markt- und Gesetzesanalyse die unterschiedlichen Anforderungen für die umzusetzenden Funktionen abgeleitet. Die entwickelten Algorithmen werden anfangs simulativ auf einem Hardware-in-the-Loop-Prüfstand (HiL-Prüfstand) erprobt. Dieser beinhaltet die tatsächlich eingesetzten Fahrzeugsteuergeräte. Hierfür werden zahlreiche Szenarien definiert, welche verschiedene Rennstrecken, Fahrmanöver, Umgebungsbedingungen sowie statische und dynamische Objekte enthalten. Während des Testens der Software am HiL-Prüfstand sowie der Test- und Renneinsätze des autonomen Fahrzeugs wird eine Datenbasis aufgebaut. Diese soll dazu genutzt werden, um entwickelte maschinelle Lernverfahren trainieren zu können. Abschließend werden die implementierten Funktionen in die bereits bestehende Fahrzeugsoftware integriert.

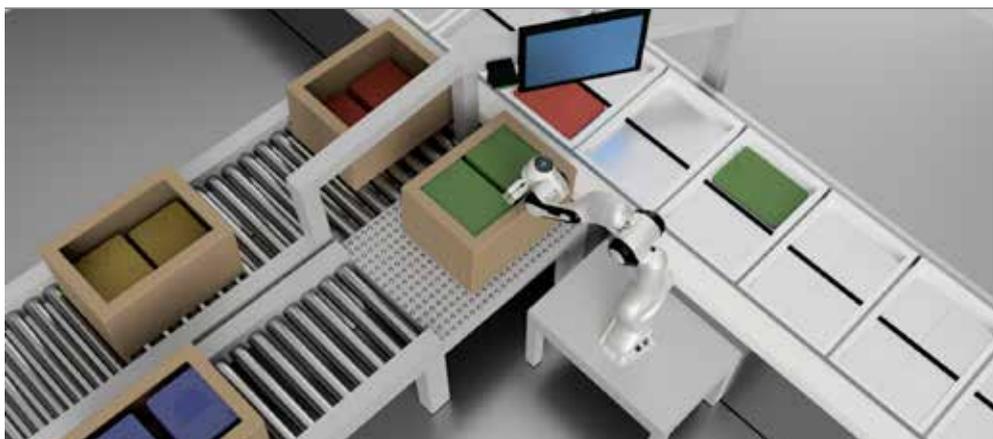
PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl für Fahrzeugtechnik FTM
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching bei München
www.ftm.mw.tum.de

PROJEKTPARTNER

DEE Dräxlmaier Elektrik- und Elektroniksysteme GmbH;
IAV GmbH; in-tech GmbH

Supervised Autonomous Interaction in Unknown Territories (SAINT)



Typische Bin-Packing-Anwendung aus der Logistikbranche: Bekannte Objekte mit zufälligen Posen werden aus einer Box gegriffen und auf einem Laufband abgelegt.

Eines der langfristigen Ziele in der Robotik und Augenmerk dieses Forschungsvorhabens ist die Schaffung eines einfachen, teleoperativ bedienbaren Robotersystems, das es ermöglicht, Manipulationen in unbekanntem, unstrukturierten Umgebungen durchzuführen. Die entwickelten Konzepte und Algorithmen werden im Rahmen der im Logistikbereich wichtigen Behälterproblem-Anwendung („Bin-Packing“) umgesetzt und evaluiert.

Die im Logistikbereich in Deutschland vorherrschende Kleinteiligkeit – 90 % der Logistikunternehmen haben weniger als zehn Niederlassungen – ist neben der zunehmenden Kundenanforderung nach flexiblen Logistikkonzepten eine entscheidende Hürde für die Automatisierung dieses Wirtschaftssektors.

Im Forschungsvorhaben soll die semiautonome Manipulation eines Roboterarms in unbekanntem und unstrukturierten Umgebungen untersucht werden. Unter Berücksichtigung extraterrestrischer Anwendungen fokussiert sich dieses Projekt auf die zentralen Fähigkeiten für den terrestrischen Einsatz, beispielhaft an der für den Logistikbereich wichtigen Bin-Packing-Anwendung. Vorbereitend für weitere zukünftige Einsatzszenarien soll zudem das „Collaborative Packing“ betrachtet werden.

Die technischen Herausforderungen liegen in der Entwicklung eines effizienten, robusten und preiswerten Robotergriffsystems für den Einsatz in unbekanntem Um-

gebungen. Die Effizienz wird durch die Kombination von Kraftregelung und maschinellem Lernen erreicht. Die Robustheit wird durch die Entwicklung eines teilautonomen Fehlerbehandlungsalgorithmus, gegebenenfalls kombiniert mit teleoperierter Überwachung, erzielt. Dieses Szenario soll mit technischen Neuentwicklungen aus der Greifmethodik, Greifplanung, Bildverarbeitung, adaptiver Bahnplanung sowie der Supervised Autonomy realisiert werden.

Fehlerhafte Interpretationen der Umgebung des Kamera- oder Bildverarbeitungssystems sollen mittels Kraftregelung und mit einem strukturierten Fehlerbehebungsplan unter Einbeziehung eines menschlichen Teleoperators gehandhabt werden. Diese technologisch hochkomplexe Lösung soll später preiswert umsetzbar sein. Im Nachgang werden die entwickelten Technologien dem Logistikmarkt zur Verfügung gestellt und mit weiteren Partnern für den extraterrestrischen Einsatz getestet.

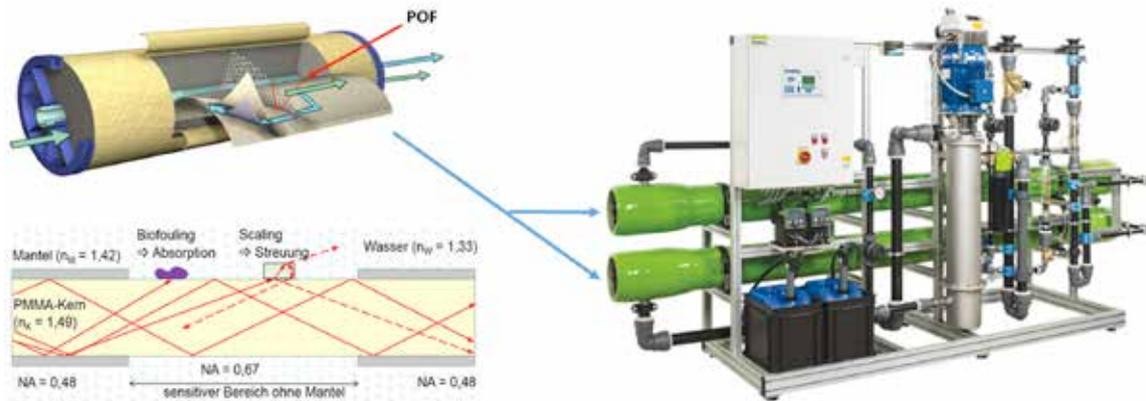
PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl für Angewandte Mechanik
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching b. München
www.amm.mw.tum.de

PROJEKTPARTNER

FRANKA EMIKA GmbH; Technische Universität München, Lehrstuhl für Raumfahrttechnik

POF_Mem: POF-Foulingsensor für Membranen zur Wasseraufbereitung



Links oben: Membranwickelmodul mit Fasersensor; links unten: Wechselwirkungen des Lichtsignals mit Ablagerungen; rechts: Membrananlage zur Wasserentsalzung

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung eines Sensors zur Detektion von Ablagerungen in membranbasierten Wasseraufbereitungsanlagen und eine daraus abgeleitete adaptive Prozesssteuerung. Anwendungsfelder sind z. B. die Prozess- und Trinkwassergewinnung sowie die Abwasseraufbereitung.

In membranbasierten Wasseraufbereitungsanlagen bringen Ablagerungen (sog. „Membran-Fouling“) enorme Herausforderungen mit sich. Dies betrifft Prävention und Reinigung sowie das Membranversagen und den daraus resultierenden Anlagenstillstand. Trotz der Jahrzehnte andauernden wissenschaftlichen Bemühungen zur Charakterisierung und Vermeidung von Fouling existiert bis heute keine verlässliche Prognosemöglichkeit oder Sensortechnologie. Für eine effiziente Vermeidung und Entfernung von Ablagerungen ist diese Grundlage aber unerlässlich.

Eine fortschrittliche Prozessgestaltung auf Basis einer frühzeitigen Foulingdetektion in industriellen Anlagen soll im Rahmen dieses Forschungsprojektes durch einen minimalinvasiven Fasersensor ermöglicht werden. Der derzeit in Entwicklung befindliche Ablagerungssensor basiert auf einer Polymeroptischen Faser (POF). Gewöhnlich werden solche Fasern für die Datenübertragung verwendet. Im Vergleich zu Glasfasern weisen POF jedoch ein stark vereinfachtes Handling auf. Durch Modifikationen des

optischen Mantels werden Wechselwirkungen des Lichtsignals mit den Umgebungsbedingungen hervorgerufen. Ablagerungen können so mit hoher Sensitivität detektiert werden.

Durch eine sensorbasierte Regelung wird eine energie- und ressourceneffiziente Wasseraufbereitung ermöglicht. Die Effizienzsteigerungen beruhen v. a. auf erhöhten Anlagenverfügbarkeiten, vermindertem Wasserverbrauch und einem reduzierten Chemikalieneinsatz, der am tatsächlichen Bedarf orientiert werden kann. Das Potenzial der POF mit minimalinvasivem Zugang in Membranmodule oder der Einsatz in anderen wässrigen Umgebungen zeigen die Vielfältigkeit der Technologie. So soll die POF auch als Sensorelement zur Messung von pH-Wert, Salzgehalt und gelösten Gasen erprobt werden.

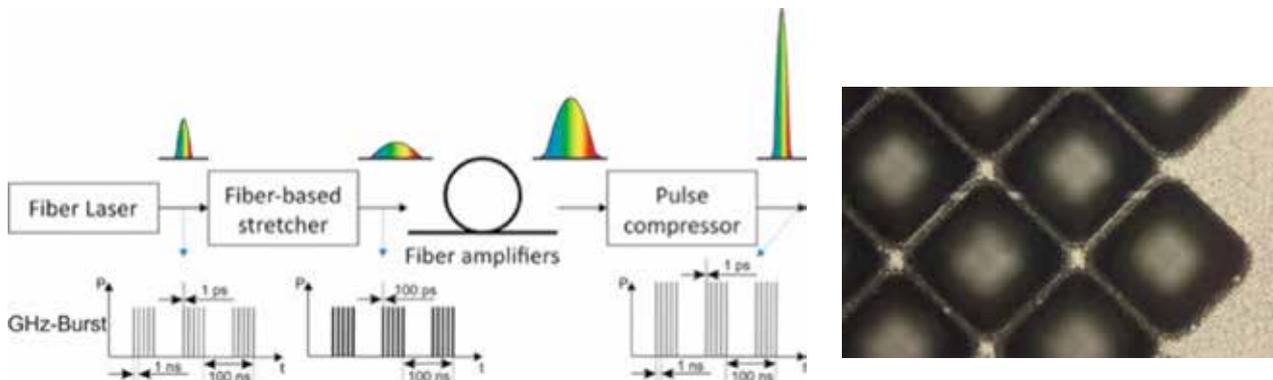
PROJEKTL EITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl für Lebensmittelchemie und Molekulare Sensorik
Maximus-von-Imhof-Forum 2
85354 Freising

PROJEKTPARTNER

Bayerische Staatsbrauerei Weihenstephan; Grünbeck Wasseraufbereitung GmbH; Ingenieurbüro Heigl GmbH; Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm, Anwendungszentrum für optische Polymerfasern „POF-AC“

FlexFemto



Links: Grundprinzip eines faserbasierten CPA-Systems mit Beispiel einer möglichen Pulsfolge im GHz-Bereich, der mit dem Endsystem möglich sein soll; rechts: Musterabtrag auf Stahl, Kantenlänge 0,1 mm, Tiefe 0,075 mm

Im Fokus des Forschungsprojektes steht ein Ultrakurzpuls-Faserlasersystem für die Mikromaterialbearbeitung mit schneller, flexibler Kontrolle aller wichtigen Pulsparameter. Durch erhöhte Flexibilität soll es die Möglichkeit schaffen, unterschiedliche Prozesse der Materialbearbeitung optimiert durchführen zu können.

Aktuelle kommerzielle Ultrakurzpuls-Lasersysteme bieten meist die Möglichkeit, die Pulswiederholrate, die mittlere Leistung und die Pulsenergie in einem mehr oder weniger breiten Bereich einzustellen. Die Pulsdauern liegen dabei im Bereich von 0,4 bis 20 Picosekunden und sind vom Anwender nicht oder nur geringfügig veränderbar.

Ziel des Forschungsprojektes ist es, ein Ultrakurzpuls-Faserlasersystem für die Mikromaterialbearbeitung mit schneller, flexibler Kontrolle aller für die Anwendung wichtigen Pulsparameter zu erarbeiten und zu demonstrieren. Dazu werden Wiederholraten von Picosekunden-Bursts im MHz- und GHz-Bereich mit individuell steuerbaren Pulsamplituden und die Variation der Pulsdauer in einem Bereich von 400 Femtosekunden bis 100 Picosekunden angestrebt. Durch diese erhöhte Flexibilität soll die Möglichkeit geschaffen werden, unterschiedliche Prozesse der Materialbearbeitung mit einem einzigen Lasersystem optimiert durchführen zu können.

Für das Faserlasersystem soll ein neuartiger Seed-Laser entwickelt werden, der als Faserlaser nach dem Prinzip des regenerativen, aktiven „high-harmonic mode-locking“ (HHML) arbeitet und bereits die Grundlage für ein flexibles Design der Pulsabfolge bildet. Zusätzlich soll die Pulsbreite durch eine schnell abstimmbare Puls-Stretcher/Kompressor-Kombination, vom Prozess gesteuert, veränderlich sein. Hierfür werden verschiedene Konzepte erprobt, unter anderem die pulsindividuelle Abstimmung mittels einer Zeitlinse. Um eine entsprechende Ausgangsleistung zu erzielen, wird das System nach dem Prinzip der Chirped-Pulse-Amplification (CPA) aufgebaut. Die Entwicklung eines faserbasierten Verstärkersystems ermöglicht dabei die Leistungsanhebung auf das für die Materialbearbeitung notwendige Niveau. In der Schlussphase des Projektes werden Anwendungstests durchgeführt, um die Praxisrelevanz der flexiblen Pulsformung des Ultrakurzpuls-Faserlasersystems an realen Bauteilgeometrien und -anwendungen, wie in der rechten Abbildung dargestellt, zu evaluieren.

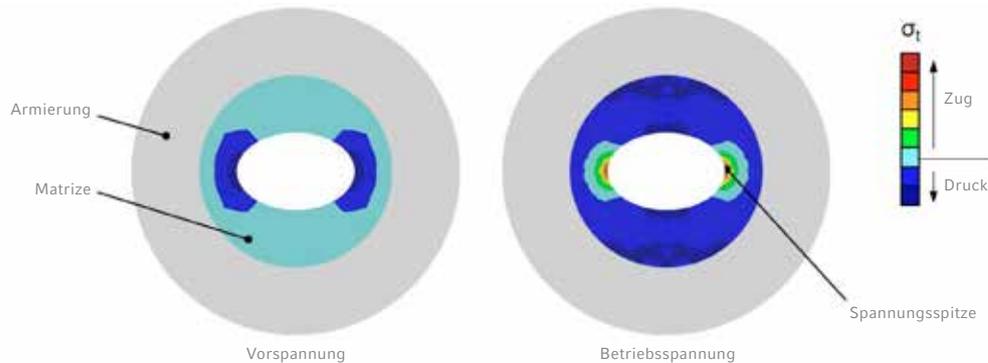
PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik
Cauerstraße 9, 91058 Erlangen

PROJEKTPARTNER

GFH GmbH; PHOTON ENERGY GmbH

Armierungssysteme für Matrizen mit nicht-kreissymmetrischem Wirkquerschnitt



Tangentialspannungen in einer konventionell armierten Matrize mit ovaler Innenkontur

Im Rahmen des Forschungsprojektes werden neuartige Armierungskonzepte für nicht-kreissymmetrische Kaltmassivumform-Werkzeuge erarbeitet. Ziel ist die Verlängerung der Werkzeuglebensdauer durch den Einsatz beanspruchungsgerechter Armierungslösungen für unrunde Geometrien.

Werkzeuge nehmen in der Kaltmassivumformung eine Schlüsselfunktion ein, da sie unter anderem die erzielbare Bauteilgenauigkeit und Wirtschaftlichkeit von Umformprozessen bestimmen. Mithilfe von Armierungen wird eine Druckvorspannung in Werkzeugen erzeugt, um versagenskritische Zugspannungen zu minimieren oder im Idealfall zu vermeiden. Die Forderung nach anspruchsvollen Bauteilgeometrien mit erhöhten Aspektverhältnissen und/oder asymmetrisch angeordneten Funktionselementen führt mit konventionellen Armierungssystemen zu einer ungleichmäßigen Spannungsverteilung im Werkzeug (Bild). Hierdurch wird die Werkzeuglebensdauer oftmals stark limitiert und so die Wirtschaftlichkeit des Umformprozesses negativ beeinflusst.

Im Fokus des Vorhabens steht die Erforschung beanspruchungsgerechter Armierungslösungen für Matrizen mit nicht-kreissymmetrischem Wirkquerschnitt. Es werden konkrete Empfehlungen für die individuelle Gestaltung von Armierungen zu verschiedenen Bauteilgeo-

metrien erarbeitet. Durch den Einsatz dieser Werkzeugsysteme soll eine Steigerung der Werkzeuglebensdauer und damit eine höhere Wirtschaftlichkeit von Kaltfließpressprozessen für nicht-kreissymmetrische Bauteile erreicht werden.

Die Wirkung konventioneller Armierungen wird anhand verschiedener nicht-kreissymmetrischer Matrizenquerschnitte analysiert. Versagenskritische Bereiche werden identifiziert und Lösungsansätze zur Verbesserung des Spannungszustands abgeleitet. Die Wirksamkeit der Ansätze wird auf Basis von Finite-Elemente-Simulationen bewertet. Das Einsatzverhalten der vielversprechendsten Konzepte wird anschließend bei den beteiligten Industriepartnern unter Realbedingungen getestet, um ihr Potenzial zur Steigerung der Lebensdauer im industriellen Einsatz nachzuweisen.

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Fertigungstechnologie (LFT)
Egerlandstr. 13, 91058 Erlangen
<http://lft.fau.de>

PROJEKTPARTNER

I. Penkert Metallbearbeitungs GmbH; RIBE Verbindungstechnik GmbH & Co. KG; ZF Friedrichshafen AG

Befähigung additiver Fertigungstechnologien zur Herstellung von Funktionsbauteilen mit hohen Qualitätsanforderungen für den industriellen Einsatz (ShapeAM)



Nachbearbeitung einer additiv gefertigten Turbinenschaufel

Die Einsatzgebiete von additiv gefertigten Bauteilen beschränken sich längst nicht mehr auf Prototypenwendungen. Durch die Weiterentwicklung der Technologien wird auch die Herstellung von metallischen Funktionsbauteilen für Serienanwendungen mit hohen Qualitätsanforderungen möglich.

Beim Laserstrahlschmelzen wird Metallpulver selektiv mithilfe eines Laserstrahls auf- und umgeschmolzen. Die Fertigung erfolgt auf kleinstem Maßstab, wodurch sich die gefertigten Bauteile sehr gut für Funktionsanwendungen eignen. Durch die Loslösung von Werkzeugen und Formen ergeben sich neue Gestaltungsfreiheiten und anspruchsvolle Geometriemerkmale: Innenliegende Kanäle, die bei einer konventionellen Herstellung mit einem sehr hohen Fertigungsaufwand verbunden sind, können vergleichsweise einfach realisiert werden. Dies ist z. B. für die Kühlung von Turbinenschaufeln erforderlich. Allerdings entstehen beim Aufbauprozess durch den lokalen Wärmeeintrag Eigenspannungen, die zu einer Verformung des Bauteils führen. Neben der Deformation stellt auch die erreichbare Oberflächenqualität eine Herausforderung dar.

Zur Bewältigung dieser Herausforderungen wurde dieses Forschungsprojekt initiiert. Im Rahmen des Projektes wird eine geeignete Prozesskette definiert. Dazu

werden zunächst die Anforderungen an die additive Fertigung und die spanende Nachbearbeitung sowie an die Bauteileigenschaften analysiert. Ausgehend von der Erarbeitung einer geeigneten digitalen Prozesskette werden passende Parametersätze für den additiven Prozess, die thermische Nachbehandlung und die spanende Bearbeitung ermittelt. Der Fokus liegt hierbei auf der Werkzeugauslegung, den Aufspan- und Vermessungsstrategien sowie der automatisierten Optimierung automatischer Fertigungsprozesse auf der Basis von Computer-aided manufacturing (CAM). Zuletzt erfolgt nach der Validierung und Umsetzung der Maßnahmen eine technische und wirtschaftliche Bewertung.

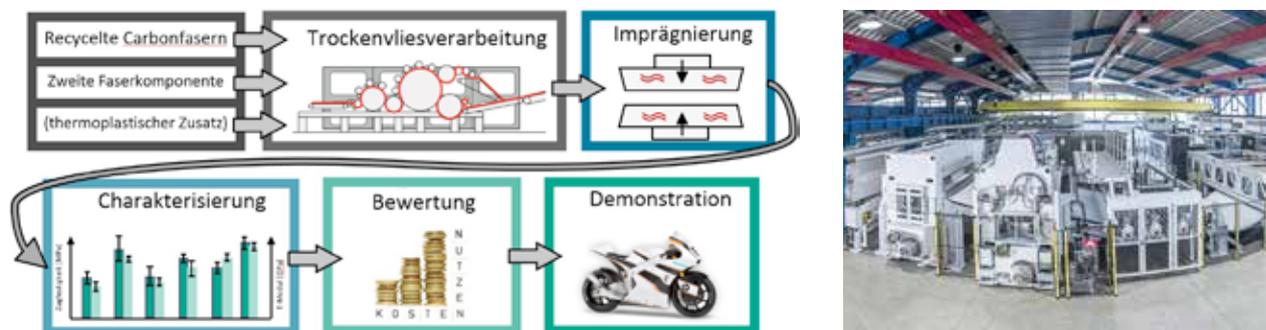
PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften (iwb)
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
www.iwb.mw.tum.de

PROJEKTPARTNER

AWM Maschinenbau GmbH; Dörfler&Schmidt Präzisionsfinish GmbH; FIT Production GmbH; OPEN MIND Technologies AG; WNT Deutschland GmbH

CaRMA – Carbonfaser-Recyclingvliese im Multi-Material-Ansatz



Links: Schematische Darstellung des im Projekt CaRMA adressierten Konzepts zur Verbreiterung des Leistungsspektrums von Carbonfaser-Recyclingvliesen; rechts: Nonwovens Line

Die Wiederverwertung von kohlenstofffaserhaltigen Abfallstoffen bietet aufgrund des sehr hohen Energie- und Ressourceneinsatzes in der Neufaserproduktion ein großes wirtschaftliches Potenzial für die effektive Umsetzung von Recyclingsystemen.

Das Recycling von kohlenstofffaserhaltigen Abfallstoffen ist vor dem Hintergrund ökologischer, ökonomischer und politischer Rahmenbedingungen aktuell Gegenstand zahlreicher Diskussionen. Grundsätzlich ergibt sich für diese Materialklasse aufgrund des sehr hohen Energie- und Ressourceneinsatzes in der Neufaserproduktion ein großes wirtschaftliches Potenzial für die effektive Umsetzung von Recyclingsystemen. Eine erste aussichtsreiche Umsetzungsvariante etabliert sich aktuell entlang der textilen Vliesstoffverarbeitung, etwa mittels Krempeltechnologie.

Das Forschungsprojekt CaRMA adressiert die Entwicklung von innovativen Vliesstoffen im Multi-Material-Ansatz. Zusätzlich zu recycelten Carbonfasern (rCF) werden dabei z. B. Naturfasern, Glasfasern oder Aramidfasern als zweite Faserkomponente integriert. Entsprechend dem Multi-Material-Ansatz kommen materialintrinsisch die jeweils besten Eigenschaften der Einzelkomponenten zum Tragen. Neben den materialeitigen Vorteilen

werden auch prozesstechnische Verbesserungspotenziale gehoben.

Insgesamt lassen sich so marktrelevante, preisspezifische Anforderungsprofile abbilden. Mit steigendem Materialverständnis können darüber hinaus Multi-Material-Vliesstoffe (MMV) gezielt in eine definierte Richtung weiterentwickelt werden. Dadurch lässt sich das heutige Leistungsprofil dieser Werkstoffklasse deutlich verbreitern, wodurch u. a. im automobilen Sektor neue Einsatzmöglichkeiten eröffnet werden. Aktuell wurden im Projekt die Spezifikationen für die einzusetzenden Prozessparameter und Materialvarianten fixiert. Erste Vorversuche für Glas/rCF-Mischungen zeigen ein interessantes Leistungsprofil.

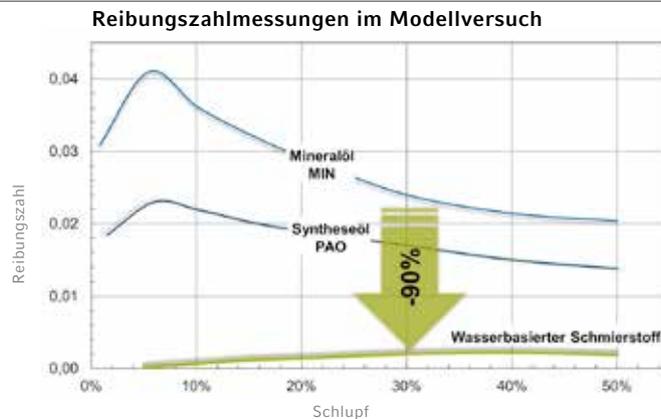
PROJEKTLEITUNG

Autefa Solutions Germany GmbH
Paul-Lenz-Straße 1
86316 Friedberg
www.autefa.com

PROJEKTPARTNER

Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite und Verarbeitungstechnik IGCV; GMA-Werkstoffprüfung GmbH; KALEX Engineering GmbH

Polymeres Getriebefluid



Typische Reibungszahlen für Mineralöl, Syntheseöl und Modell eines wasserbasierten Schmierstoffs

Ziel des Forschungsvorhabens ist es, einen umweltfreundlichen Getriebschmierstoff auf Wasser-Polymer-Basis zu entwickeln. Dabei sollen Leistungsfähigkeit und Grenzen des Schmierstoffs im Zusammenhang mit getriebetypischen Eigenschaften und Anforderungen für unterschiedliche Anwendungsbereiche bestimmt werden.

Konventionelle Getriebschmierstoffe basieren meist auf Mineralöl und sind in umwelt- und brandkritischen Bereichen häufig bedenklich. Aus nachwachsenden Rohstoffen lassen sich jedoch Polymere gewinnen, die unter Zugabe von Wasser und Additiven als Schmierstoff verwendet werden können. Erste Vorversuche in Getriebeanwendungen zeigen eine grundsätzliche Eignung und erstaunliche Eigenschaften im Hinblick auf das Reibungsverhalten.

Im Rahmen des Forschungsprojektes soll nach genanntem Prinzip speziell für die Anforderungen in Zahnradgetrieben ein Schmierstoff entwickelt und seine Funktion nachgewiesen werden. Als Ergebnis steht im Idealfall eine neuartige, für die Praxisanwendung geeignete und nachhaltige Schmierstofftechnologie zur Verfügung. Zunächst sollen dazu mögliche Basisfluide und biobasierte Additive identifiziert werden. Es werden mehrere Getriebeöle formuliert und hergestellt. An den ausgewählten Fluiden werden allgemeine Gebrauchseigenschaf-

ten charakterisiert und experimentelle Untersuchungen in Getriebeprüfständen unter typischen Betriebsbedingungen durchgeführt. Nach einer Zwischenevaluation werden Fluidvarianten ausgewählt und weiter optimiert.

Die optimierten Getriebeöle gehen zur weiteren Untersuchung in eine abschließende Evaluationsphase ein. Hier erfolgt die Ermittlung der Leistungsfähigkeit des Schmierstoffkonzepts in verschiedenen Prüfstandsversuchen. Es wird die Übertragbarkeit der von ölbasierten Schmierstoffen bekannten Einflussgrößen auf das Betriebsverhalten polymerer Getriebeöle überprüft. Zudem erfolgt eine Validierung im Feldversuch bzw. auf praxisnahen Systemprüfständen. Abschließend werden sämtliche Untersuchungsergebnisse im Gesamtzusammenhang beurteilt und Empfehlungen für die praktische Anwendung zusammengestellt.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München, Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebebau (FZG), Lehrstuhl für Maschinenelemente, Boltzmannstraße 15, 85748 Garching bei München
www.fzg.mw.tum.de

PROJEKTPARTNER

Carl Bechem GmbH; Fraunhofer-Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung IVV; Leistritz Pumpen GmbH; Renk AG; Torqeedo GmbH; WITTENSTEIN alpha GmbH

Innovative Tiegelsysteme zur Herstellung von extrem sauerstoffreduzierten Czochralski-Siliziumeinkristallen für die Leistungselektronik (X-treme)



Blick in die Prozesskammer einer industriellen Czochralski-Anlage. Der Siliziumeinkristall wird ausgehend von einem Impfkristall und einem Dünnhals aus der Schmelze gezogen.

Für leistungselektronische Bauelemente werden Siliziumkristalle mit extrem niedrigen Sauerstoffgehalten benötigt. Diese können bislang nur mittels der kostspieligen Floating-Zone-Kristallzüchtungstechnologie hergestellt werden. Im Rahmen von X-treme soll daher das kosteneffektivere Czochralski-Verfahren hinsichtlich der Sauerstoffreduktion weiterentwickelt werden.

Während des Czochralski-Kristallzüchtungsprozesses werden die einkristallinen Siliziumstäbe, die dabei aus der Schmelze gezogen werden, erheblich mit Sauerstoff kontaminiert. Dieser wirkt sich später negativ auf die elektrische Performance der Bauelemente aus, die auf dünnen, aus den Kristallen herausgesägten Siliziumwafern prozessiert werden. Die Hauptquelle für den Sauerstoff stellt dabei der standardmäßig eingesetzte SiO_2 -Glastiegel dar, in dem sich die Siliziumschmelze befindet.

Ziel des Forschungsprojektes ist es, den Sauerstoffeintrag in das Siliziummaterial erheblich zu reduzieren. Dabei werden zwei technologische Ansätze verfolgt: Zum einen könnte man den SiO_2 -Tiegel komplett ersetzen durch ein sauerstofffreies Material. Zum anderen ist es denkbar, den SiO_2 -Glastiegel mit einer sauerstoffundurchlässigen Innenschicht zu versehen. Im Rahmen der Projektarbeiten werden daher alternative Tiegel-/Beschichtungssysteme für den Einsatz in der Silizium-Czochralski-Technologie entwickelt und qualifiziert.

PROJEKTLEITUNG

Fraunhofer-Institut für Integrierte Systeme und Bauelementetechnologie IISB
Schottkystr. 10, 91058 Erlangen
www.iisb.fraunhofer.de

PROJEKTPARTNER

AlzChem AG; CVT GmbH & Co. KG; Rauschert Heinersdorf-Pressig GmbH; SGL Carbon GmbH; Siltronic AG; Wacker Chemie AG

DABAS – Datenbasierte Regelung von Druckgussprozessen



Links: Blick in die Fertigung einer Aluminiumdruckgießerei; rechts: Vorderer Federbock

Ziel des Forschungsvorhabens ist die Entwicklung einer datenbasierten Prozesssteuerung für Druckgießereien.

Produktionsstandorte entwickeln sich stetig zu immer komplexeren Strukturen aus vernetzten Produktionsanlagen, Logistikprozessen und digitalisierten Steuer- und Kommunikationssystemen. Dieser Trend der „smarten“ und vernetzten Lösungen ist nicht mehr aufzuhalten und bietet seinen Nutzern einen hohen Wettbewerbsvorteil.

In Druckgießereien sind viele komplexe Fertigungsabläufe mit ineinandergreifenden Prozessen und wechselseitigen Prozessabhängigkeiten erforderlich, um qualitativ hochwertige Produkte zu erzeugen. Dieses Umfeld ist prädestiniert für den Einsatz maschineller Lernverfahren auf Prozessdatenbasis. Jedoch stellt dies die Gießereien vor große finanzielle und organisatorische Hürden. Einmal überwunden, kann so eine adaptive Prozesssteuerung realisiert werden, die über eine optimale Prozessführung nachhaltig hohe Bauteilqualitäten, Energie- und Materialeffizienz ermöglicht.

In Zusammenarbeit mit Messmittel- und Datenverarbeitungsexperten werden Prozessdaten durch die Implementierung geeigneter Sensorik in den zu betrachtenden Teilprozessen der Druckgießereien erhoben. Diese Informationen werden in Datenbanken aufbereitet, mit Verfahren des maschinellen Lernens vernetzt und analysiert. Daraus entstehende Prozessmodelle werden mit vorhandenem Domänenwissen für konkrete Regelungsstrategien genutzt. Es wird ein innovatives Prozesssteuerungs- und -optimierungsverfahren entwickelt, das mit vertiefter Prozesskompetenz, stabilen und robusten Prozessen eine Grundlage für die Sicherung und den nachhaltigen Ausbau der unternehmerischen Wettbewerbsfähigkeit im Wandel der Digitalisierung bildet.

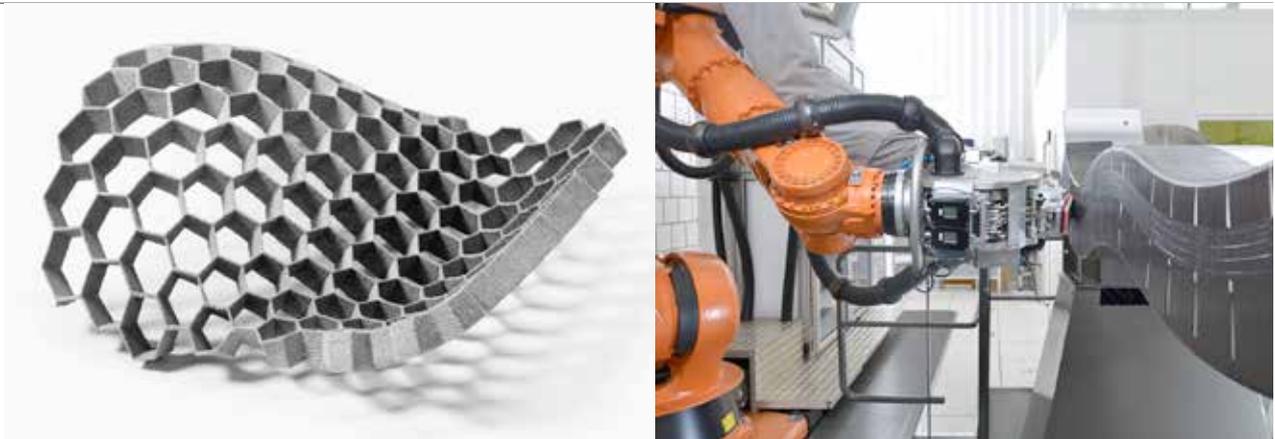
PROJEKTLEITUNG

Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten
Bahnhofstr. 61, 87435 Kempten

PROJEKTPARTNER

Electronics GmbH; Feix Druckguss GmbH & Co. KG; Franken Guss GmbH & Co. KG; Nexiles GmbH; pressmetall GDC Group GmbH

Realisierung von funktionsintegrierten, hochkomplexen Metall-CFK-Sandwichstrukturen (MC-Sandwich)



Links: Additiv gefertigte, komplex geformte Leichtbauwabenstruktur; rechts: Automatisierte, robotergestützte und lastpfadgerechte Ablage von Fasern

Ziel des Projektvorhabens ist die Entwicklung von hybriden Prozessketten für innovative, hochkomplexe Sandwichstrukturen im Metall-Faserverbund-Ansatz. Dadurch wird eine verkürzte und somit kostengünstige Produktion von Leichtbaustrukturen ermöglicht.

Eine ressourcenschonende Auslegung von Bauteilkomponenten ist dieser Tage wichtiger denn je. So erfahren Leichtbaustrukturen wie Sandwichverbunde eine große Aufmerksamkeit und Anwendung in der Industrie. Der Einsatz von Sandwichstrukturen ist bisher allerdings insofern begrenzt, als gekrümmte Flächen nur schwer durch die formgebende Kernstruktur abgebildet werden können.

Das Projektziel ist es daher, die Fertigbarkeit von komplex gekrümmten, metallischen Kernstrukturen mit sehr geringer Masse zu ermöglichen. Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf der Verkürzung der aufwendigen Fertigungskette des Sandwichverbundes. Zudem werden bestehende Lücken im Leistungsspektrum von Sandwichstrukturen durch die Integration zusätzlicher Funktionen gefüllt. Die Einbringung von Funktionselementen, die beispielsweise eine mechanische Verbindung zu angeschlossenen Baugruppen oder eine elektrische Leitfähigkeit erlauben, soll gewährleistet werden.

Auf die Anwendung angepasste komplexe und funktionsintegrierte Kernstrukturen werden durch die additive Fertigung ermöglicht. Die dünnen und steifen Deckschichten aus carbonfaserverstärktem Kunststoff (CFK) lassen sich ebenfalls durch die Faserorientierung optimieren. Die Anbringung der Deckschicht auf den Kern erfolgt direkt im Faserablegeprozess, sodass keine weiteren Verbindungsschritte notwendig sind. Zusätzlich wird ein Teil der üblichen Wärmenachbehandlung additiv gefertigter Metallstrukturen zusammen mit dem Aushärteprozess von CFK durchgeführt. Dadurch können Synergien genutzt werden, um die Prozesskette zu verkürzen. Neben den Verarbeitungstechnologien wird auch die Oberflächenvorbehandlung betrachtet. Sie ist entscheidend für eine optimale Anbindung zwischen Kern und Deckschichten und somit für die Lastübertragung.

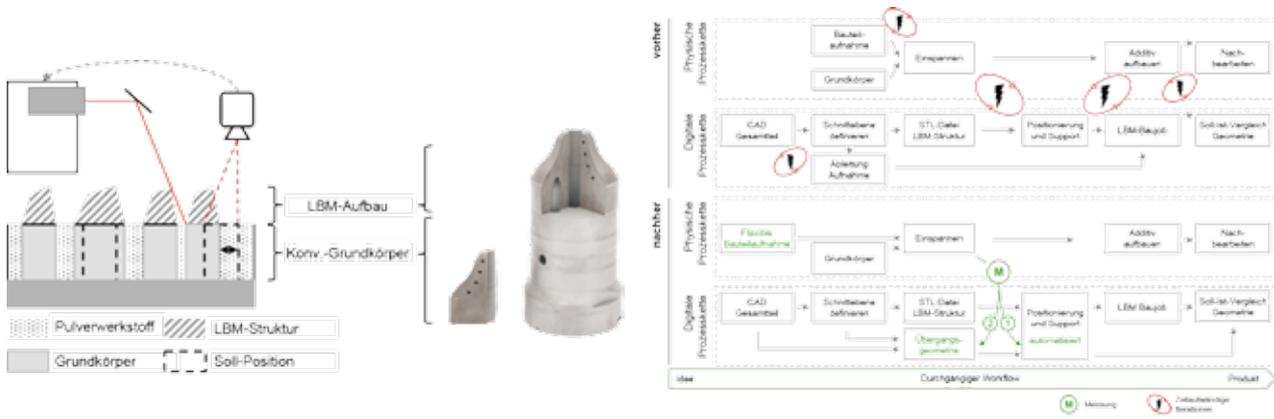
PROJEKTLEITUNG

Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik IGCV
Am Technologiezentrum 2, 86159 Augsburg
www.igcv.fraunhofer.de

PROJEKTPARTNER

EOS GmbH; GIERL DCP GmbH; Hyperganic Technologies AG;
Kuhn Beschichtungen GmbH; MT Aerospace AG; Schmelzmetall
Deutschland GmbH; Software Factory GmbH

Automatisierte Prozessketten für die Hybridbauweise mittels Laserstrahlschmelzen – AutoHybrid



Linke Bildhälfte: Schematischer Ablauf der Hybridbauweise (links) sowie ein Anwendungsfall (rechts): Umformstempel aus Werkzeugstahl; rechte Bildhälfte: Ausgangssituation (oben) und Zielzustand (unten) der hybriden Prozesskette

In der additiven Fertigung besteht Potenzial, durch die Kombination des Laserstrahlschmelzens mit konventionellen Verfahren in einem hybriden Prozess auch größere Stückzahlen wirtschaftlich sinnvoll abzubilden. Zielsetzung des Forschungsvorhabens AutoHybrid ist die industrielle Erschließung dieser kombinierten Hybridbauweise.

Die additive Fertigung dringt immer weiter in den Markt der klassischen Fertigungsverfahren ein und erweitert diese. Das Laserstrahlschmelzen stellt aktuell das relevanteste additive Fertigungsverfahren für die industrielle Produktion von Metallbauteilen dar, da es die Möglichkeit bietet, geometrisch hochkomplexe Bauteile zu fertigen. Zentrale Hürden für die weitere industrielle Etablierung stellen die hohen Kosten sowie die Dauer des Fertigungsprozesses dar. Durch die Kombination des Laserstrahlschmelzens mit konventionellen Verfahren in einem hybriden Prozess besteht das Potenzial, auch größere Stückzahlen wirtschaftlich sinnvoll abzubilden.

Zielsetzung des Projektes AutoHybrid ist daher die industrielle Erschließung dieser kombinierten Hybridbauweise. Die Abbildung in der linken Bildhälfte stellt das Fertigungsverfahren schematisch dar. Zur Erreichung der Projektziele wird das Forschungsvorhaben in vier Arbeitspakete unterteilt, die sich mit den identifizierten zeitintensiven Schritten der physischen und digitalen Prozesskette beschäftigen. Dazu gehören z. B. die Erprobung von Messtechnik zur Positions- und Lagebestimmung der Grundkörper oder zur softwareunterstützten Konstruktion von Bauteilen für die Hybridbauweise. Die Abbildung in der rechten Bildhälfte zeigt die geplanten Verbesserungen entlang der Prozesskette im Vergleich zum Ausgangszustand.

PROJEKTLEITUNG

Universität Augsburg, Fakultät für Angewandte Informatik, Lehrstuhl für Produktionsinformatik
 Eichleitnerstraße 30, 86159 Augsburg
 www.informatik.uni-augsburg.de/lehrstuehle/pi/

PROJEKTPARTNER

Federal-Mogul Friedberg GmbH; Fraunhofer-Einrichtung für Gießerei-, Composite und Verarbeitungstechnik IGCV; GOM GmbH; Gräbert GmbH; Hirschvogel Umformtechnik GmbH; JP3D TechVision GmbH & Co. KG; MAN Energy Solutions; O. R. Lasertechnologie GmbH

KLEINPROJEKTE

TASTSINN – Integration taktiler Sensorik in eine Mehrfinger-Roboterhand

PROJEKTLEITUNG

Wessling Robotics GmbH
Münchner Straße 20
82234 Wessling

PROJEKTPARTNER

Technische Universität Chemnitz,
Professur für Robotik und Mensch-
Maschine-Interaktion

Tag&Pool – Ein neuartiges Verfahren für RNA-basierte Screenings

PROJEKTLEITUNG

Systasy Bioscience GmbH
Adams-Lehmann-Straße 56
80797 München

PROJEKTPARTNER

Klinikum der Universität München,
Klinik und Poliklinik für Psychiatrie
und Psychotherapie

Gedruckte Antennen für Automobilradaranwendungen

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik
Cauerstraße 9
91058 Erlangen

PROJEKTPARTNER

NXP Semiconductors Deutschland GmbH,
München

StroMiS – Studie zur technisch-wirtschaftlichen Analyse der Stromerzeugung aus Mikrokraftwerken in Serienfertigung

PROJEKTLEITUNG

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

PROJEKTPARTNER

Fraunhofer-Gesellschaft
- Fraunhofer IPA - Projektgruppe Regenerative
Produktion, Bayreuth
- Fraunhofer-Einrichtung IGCV, Augsburg
Technische Universität München, Lehrstuhl iwB
SWW Wunsiedel GmbH
Wacker Chemie AG, München
hofer eds GmbH, Würzburg
Energiepark Hirschaid
Wassermann Projekt + Controlling GmbH, Chemnitz
Bayerische Elektrizitätswerke GmbH, Augsburg
INVENOX GmbH, Garching b. München

KLEINPROJEKTE

Cortical step sign – Reduktion von Revisionen bei Tibiafrakturen

PROJEKTLEITUNG

Klinikum der Universität München
Klinik für Allgemeine, Unfall- und Wiederherstellungschirurgie
Campus Großhadern
Marchioninistraße 15
81377 München

PROJEKTPARTNER

Ziehm Imaging GmbH, Nürnberg

Coextrudiertes, sauerstoffdichtes Rohr für Trinkwasser und Sanitär

PROJEKTLEITUNG

Technische Hochschule Deggendorf
Kunststoffcampus Bayern
Technologie- und Studienzentrum Weißenburg
Dieter-Görlitz-Platz 1
94469 Deggendorf

PROJEKTPARTNER

IVT Installations- und
Verbindungstechnik GmbH & Co. KG, Rohr

Vorstudie zur Kraftstoffversorgung gespülter Vorkammerzündsysteme (LEANition)

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Technische Thermodynamik
Am Weichselgarten 8
91058 Erlangen-Tennenlohe

PROJEKTPARTNER

BMW AG, München
Federal-Mogul Ignition GmbH,
Neuhaus-Schierschnitz

Mikrowellenunterstütztes Biegen von Quarzglas für die Mikrosystemtechnik (MiWeBiQ)

PROJEKTLEITUNG

Technische Hochschule Deggendorf
TAZ Spiegelau
Dr.-Ludwig-und-Johanna-Stockbauer Platz 1
94518 Spiegelau

PROJEKTPARTNER

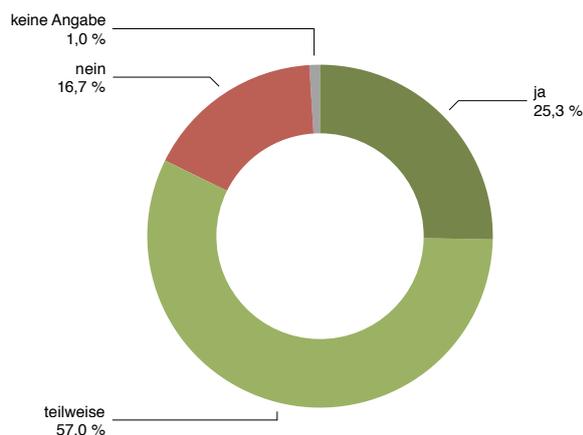
Vogelsberger Quarzglasstechnik GmbH, Hauzenberg

Evaluation und Qualitätssicherung

Die Bayerische Forschungsstiftung achtet bei ihrer Förderung sehr auf die Qualität der geförderten Projekte. Die Qualitätssicherung ruht dabei auf drei Säulen: einer intensiven und persönlichen Beratung der Antragsteller durch die Stiftungsgeschäftsstelle, einer stringenten wissenschaftlichen Begutachtung der Förderprojekte

und einer nachhaltigen Evaluation abgeschlossener Projekte. Im Zuge der Evaluation betrachtet die Forschungsstiftung ihr Förderprogramm und -verfahren immer auch kritisch mit Blick auf das zentrale Ziel, Bayern im internationalen Wettbewerb um neue Technologien zu stärken und zukunftsfähige Arbeitsplätze zu schaffen. Zwei

Innovation durchgeführt



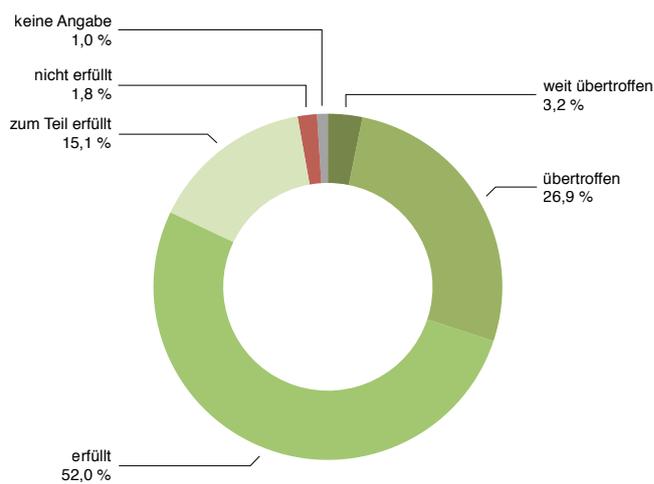
Innovationserfolg:

- In über 82 % der Fälle werden die Innovationen aus den Forschungsprojekten umgesetzt.
- In 57 % der Fälle konnten Unternehmen durch die Förderung neue Forschungsbereiche erschließen.

Erfolg bei Nachfolgeanträgen:

- 58 % der Projekte haben Nachfolgeanträge bei Bund und EU angestoßen.
- Bei der letzten Kampagne (77 Projekte) konnten rund 8,5 Millionen Euro (27 % der von der Forschungsstiftung verausgabten Mittel) aus Bund und EU nach Bayern geholt werden.

Erfüllungsgrad der Erwartungen



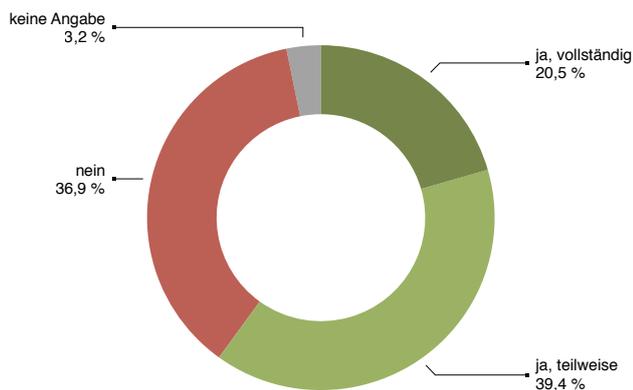
Transfererfolg:

- In 88 % der Fälle hätte ohne die Förderung keine Forschung in Kooperation stattgefunden.
- In über 95 % der Fälle wurden die erwarteten Ergebnisse der Forschungsarbeiten erreicht oder übertroffen.
- Durch den Wissenstransfer konnten bei 49 % der Projekte ein oder mehrere Patente angemeldet werden.
- 21 Spin-offs und Neugründungen sind zum Großteil aus Hochschulen oder im Verbund mit den Forschungseinrichtungen entstanden.

Jahre nach Rechnungsschluss werden alle am Projekt Beteiligten über dessen Verlauf sowie die Erfahrungen und Ergebnisse befragt. Im Mittelpunkt des Interesses stehen dabei der Innovations- und Transfererfolg der Projekte sowie deren wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Erfolg. Wichtig ist auch, inwieweit die Förderung

durch die Forschungsstiftung Impulse für erfolgreiche Nachfolgeanträge bei Bund und EU geben konnte. Nachfolgend sind die wichtigsten Evaluationsergebnisse in den einzelnen Bereichen zusammengefasst:

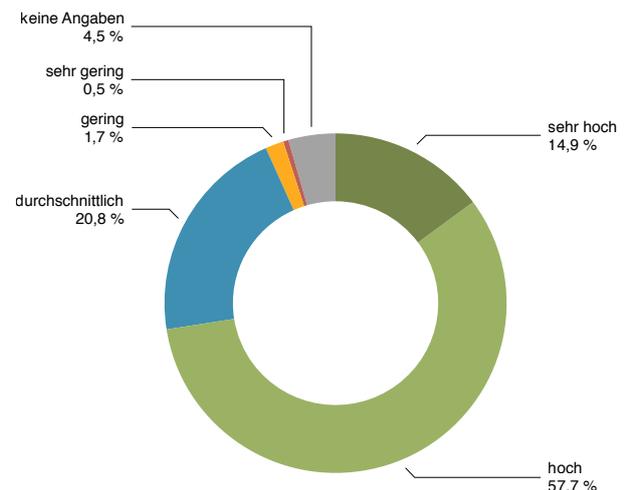
Bereits in der Fertigung



Wirtschaftlicher Erfolg:

- Bei 60 % der Forschungsvorhaben konnten Produkte in die Fertigung überführt werden, bei 49 % der Vorhaben wurden bereits Markterfolge erzielt.
- Knapp 10.000 Arbeitsplätze wurden gesichert, über 1.300 neu geschaffen.
- Durchschnittlich konnte mit rund 23.000 Euro Fördermittel ein Arbeitsplatz gesichert bzw. neu geschaffen werden.

Wirtschaftlicher Mehrwert des wissenschaftlichen Partners



Wissenschaftlicher Erfolg:

- In rund 73 % der Projekte wurde der Wert des Wissenschaftspartners in Hinblick auf die wirtschaftliche Umsetzung als hoch oder sehr hoch erachtet.
- 16 Habilitationen und eine Professur sind neben zahlreichen Dissertationen und weiteren, zum Teil preisgekrönten wissenschaftlichen Arbeiten entstanden.



Anhang

<u>Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	68
<u>Zielsetzung und Arbeitsweise der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	74
<u>Rechnungsprüfung</u>	78
<u>Förderprogramm „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“</u>	80
<u>Förderung der internationalen Zusammenarbeit</u>	86
<u>Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	88
<u>Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	90
<u>Idee, Antrag, Entscheidung, Projekt</u>	94
<u>Kontakt, Ansprechpartner</u>	96
<u>Bildnachweis</u>	98

Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung

STIFTUNGSRAT



Vorsitzender
Dr. Markus Söder, MdL
Bayerischer Ministerpräsident



1. Stellvertreter des Vorsitzenden
Hubert Aiwanger, MdL
*Staatsminister für Wirtschaft,
Landesentwicklung und Energie
(ab Juli 2019)*



2. Stellvertreter des Vorsitzenden
Bernd Sibler, MdL
*Staatsminister für Wissenschaft
und Kunst
(ab Juli 2019)*



Albert Füracker, MdL
*Staatsminister der Finanzen
und für Heimat*



Sandro Kirchner
*Mitglied des Bayerischen Landtags
(seit Dezember 2018)*



Ludwig Hartmann,
*Mitglied des Bayerischen Landtags
(seit Dezember 2018)*

STIFTUNGSVORSTAND

Vorsitzender (bis Januar 2019)

Dr. Thomas Gruber, *Ministerialdirektor,
Bayerische Staatskanzlei*

Vorsitzender (seit Februar 2019)

Christian Horak, *Ministerialdirigent,
Bayerische Staatskanzlei*

Stellvertreter (ab Juni 2019)

Dr. Johannes Eberle, *Ministerialdirigent,
Bayerisches Staatsministerium für
Wissenschaft und Kunst*

Dr. Manfred Wolter, *Ministerialdirigent,
Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft,
Landesentwicklung und Energie*

Judith Steiner, *Ministerialdirigentin,
Bayerisches Staatsministerium der Finanzen
und für Heimat*



Dipl.Ing. (FH) Florian Hofbauer,
*Bayerischer Industrie- und Handelskammertag
(seit Januar 2019)*



Dr. Frank Hüpers,
*Hauptgeschäftsführer des Bayerischen
Handwerkstages und der Handwerkskammer
für München und Oberbayern*



Prof. Dr.-Ing. Christiane Fritze,
*Präsidentin der Hochschule für
angewandte Wissenschaften Coburg
(seit April 2019)*



Prof. Dr. Hans-Werner Schmidt,
Universität Bayreuth

Bis November / Dezember 2018 gehörten dem Stiftungsrat an:

Prof. Dr. med. Marion Kiechle
Staatsministerin a. D.

Franz Josef Pschierer
Staatsminister a. D.

Erwin Huber
Staatsminister a. D., Mitglied des Bayerischen Landtags

Georg Rosenthal
Oberbürgermeister a. D., Mitglied des Bayerischen Landtags

Dr. Till Reuter
Bayerischer Industrie- und Handelskammertag

Prof. Dr. Michael Braun
*Präsident der Technischen Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm
(bis März 2019)*

Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BIS 31.12.2018



Vorsitzender

Prof. Dr. rer. nat. Lothar Frey t,
*Lehrstuhl für Elektronische Bauelemente,
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg, Leiter Fraunhofer IISB
(bis Juni 2018)*



Stellvertretender Vorsitzender

Prof. Dr. Wolfgang Baier,
*Präsident der Ostbayerischen
Technischen Hochschule Regensburg*



Dr. Monika Baehner,
*Pharma Research and Early Development
Roche Diagnostics GmbH, Penzberg*



Prof. Dr. Anja Boßerhoff,
*Lehrstuhl Biochemie und Molekulare Medizin,
Universität Erlangen-Nürnberg*



Dr. Natascha Eckert,
*Leiterin University Relations der Siemens AG,
Erlangen und München*



Dr. Armin Fehn,
*Director R&D Processes,
Wacker Chemie AG, Burghausen*



Prof. Dr. rer. nat. habil. Ruth Freitag,
*Lehrstuhl für Bioprozesstechnik,
Universität Bayreuth*



Prof. Dr.-Ing. Christiane Fritze,
*Präsidentin der Hochschule für angewandte
Wissenschaften Coburg*



*Prof. Dr. Jürgen Groll,
Lehrstuhl für Funktionswerkstoffe der Medizin
und der Zahnheilkunde,
Universitätsklinikum Würzburg*



*Prof. Dipl.-Ing. Klaus Kompass,
Hauptabteilungsleiter Fahrzeugsicherheit,
BMW AG, München*



*Dr. Alfred Kraxenberger,
Geschäftsführer R&D,
Technology and Operations,
Papierfabrik Louisenenthal GmbH,
Gmund am Tegernsee*



*Prof. Dr.-Ing. Martin Sellen,
Geschäftsführer der Micro-Epsilon
Messtechnik GmbH & Co. KG, Ortenburg*



*Dr.-Ing. Marco Wacker,
Director SBU Eyewear/Head,
UVEX Arbeitsschutz GmbH, Fürth*



*Prof. Dr. Guido Wirtz,
Vizepräsident Technologie und Innovation,
Universität Bamberg*

Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT AB 01.01.2019



Vorsitzender
Prof. Dr. Guido Wirtz,
*Vizepräsident Technologie und Innovation,
Universität Bamberg*



Stellvertretender Vorsitzender
Prof. Dr. Wolfgang Baier,
*Präsident der Ostbayerischen
Technischen Hochschule Regensburg*



Prof. Dr. Elisabeth André,
*Lehrstuhl für
Multimodale Mensch-Technik Interaktion,
Universität Augsburg*



Dr. Ulrich Brinkmann,
*Pharma Research & Early Development,
Roche Diagnostics GmbH, Penzberg*



Dr.-Ing. Udo Dingreiter,
*Geschäftsführer der R. Scheuchl GmbH,
Ortenburg*



Dr. Armin Fehn,
*Director R&D Processes,
Wacker Chemie AG/Consortium für
elektrochemische Industrie, München*



Dipl.-Ing. Carl Fruth,
*Vorstandsvorsitzender
FIT AG, Lupburg*



Dr. Alfred Kraxenberger,
*Geschäftsführer R&D,
Technology and Operations,
Papierfabrik Louisenenthal GmbH,
Gmund am Tegernsee*



Prof. Dr. rer. nat. Christoph Kutter,
*Direktor der Fraunhofer-Einrichtung für
Mikrosysteme und Festkörper-Technologien
(EMFT), München*



Prof. Dr.-Ing. habil. Marion Merklein,
*Lehrstuhl für Fertigungstechnologie (LFT),
Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg*



Vera Schmitt,
*Senior Vice President Powertrain,
Business Development & Strategy,
CPT Group GmbH, Regensburg*



Prof. Dr. rer. nat. Peter Sperber,
*Präsident der Technischen Hochschule
Deggendorf*



Guido Stephan,
*CT RDA CES,
Siemens AG, München*



Prof. Dr. Eckhard Wolf,
*Lehrstuhl für Molekulare Tierzucht und
Biotechnologie,
Genzentrum der Ludwig-Maximilians-
Universität München*

Zielsetzung und Arbeitsweise

DER BAYERISCHEN FORSCHUNGSSTIFTUNG

Errichtung

Die Bayerische Forschungsstiftung ist mit Inkrafttreten des Errichtungsgesetzes (s. Seite 88, Art. 1) am 1. August 1990 entstanden. Ausgehend von dem Gedanken, Gewinne aus Wirtschaftsbeteiligungen des Freistaates Bayern über die Forschung der Wirtschaft unmittelbar wieder zuzuführen, hat die Bayerische Staatsregierung damit ein Instrument ins Leben gerufen, das Bayerns Schlagkraft im weltweiten Forschungs- und Technologie-wettbewerb stärken und fördern soll.

Stiftungszweck

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

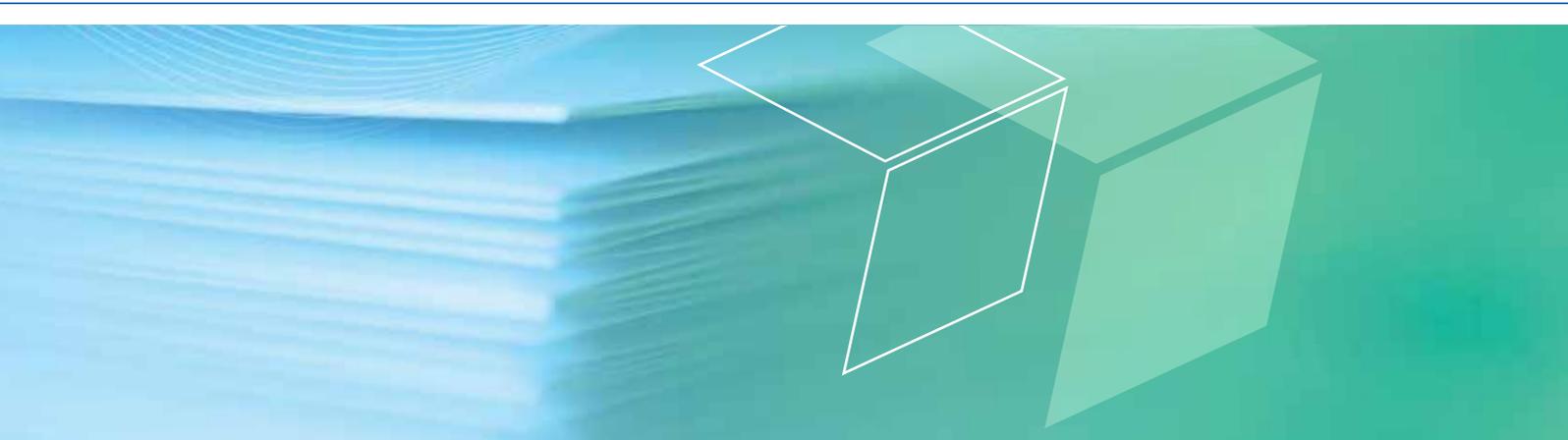
1. ergänzend zur staatlichen Forschungsförderung durch zusätzliche Mittel oder auf sonstige Weise universitäre und außeruniversitäre Forschungsvorhaben, die für die wissenschaftlich-technologische Entwicklung Bayerns oder für die bayerische Wirtschaft oder für den Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen 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 Geschäftsführung 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

Insgesamt 404,9 Mio. Euro betrug das Stiftungsvermögen zum 31. Dezember 2018.

Mittelvergabe

Die Bayerische Forschungsstiftung kann ihre Mittel rasch und flexibel einsetzen, um interessante Projekte in Realisationsnähe zu bringen. Projektbewilligungen erfolgen drei Mal jährlich: im März/April, im Juni/Juli und im November/Dezember.

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

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

Grundsätze der Stiftungspolitik

Die Bayerische Forschungsstiftung sieht es als vorrangiges Ziel an, durch den Einsatz ihrer Mittel strategisch wichtige anwendungsorientierte Forschung zu fördern. Dabei konzentriert sie sich auf zukunfts-trächtige 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. die 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:

- ▶ Kooperationsprojekte
- ▶ 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 umfassen,

Zielsetzung und Arbeitsweise

- › ein hohes Finanzvolumen haben,
- › eine eigene Organisationsstruktur aufweisen.

Antragstellung

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

Die Anträge müssen folgende Angaben enthalten:

1. Allgemeine Angaben:

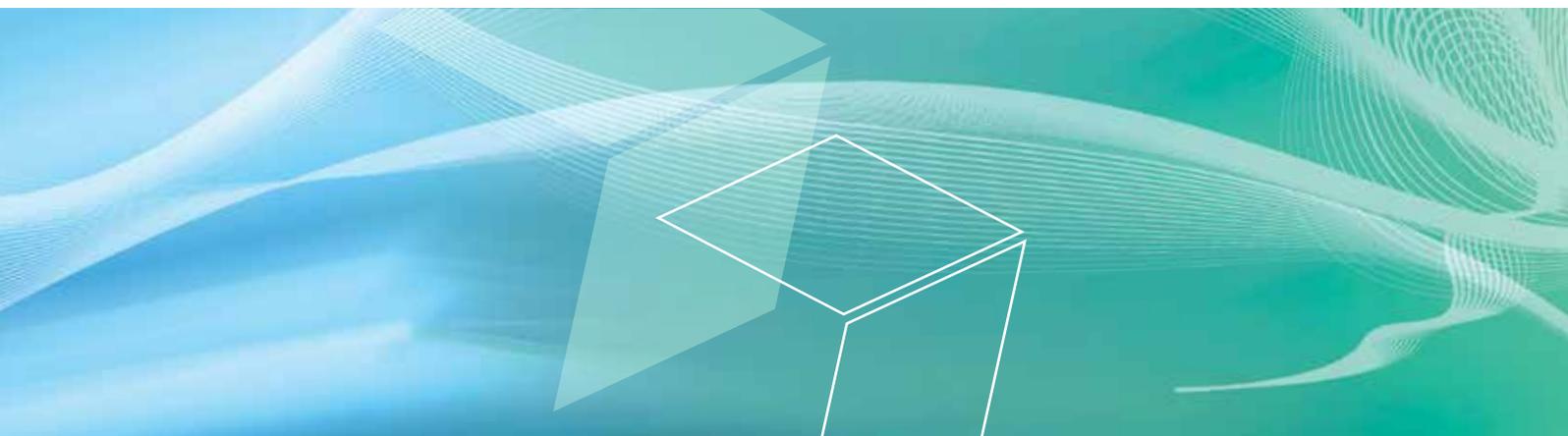
- › Gegenstand des Projekts
- › Antragsteller; weitere am Projekt beteiligte Personen, Firmen oder Institutionen
- › Kurzbeschreibung des Projekts
- › Beginn und Dauer
- › Höhe der angestrebten Förderung durch die Bayerische Forschungsstiftung
- › evtl. weitere bei der Bayerischen Forschungsstiftung 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 von 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, Verwertung der Ergebnisse, Geschäftsmodelle)
- ▶ Schutzrechtslage

Antragsbearbeitung

Im Vorfeld der Antragsstellung bietet die Geschäftsstelle der Bayerischen Forschungsstiftung eine umfangreiche Antragsberatung an. Die Beratung erfolgt dabei in der Regel bereits vor Einreichung der formellen Anträge auf Grundlage der Projektskizzen bzw. vorläufigen Antragsversionen. Die formellen 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 über die Anträge, die der Stiftungsvorstand mit Genehmigung durch den Stiftungsrat trifft.

Bewilligungsgrundsätze

Maßgebend für die Abwicklung des Projekts 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 Kosten und Finanzierung des Projekts. Die durch die Zuwendung der Bayerischen Forschungsstiftung nicht abgedeckte Finanzierung muss gesichert sein.

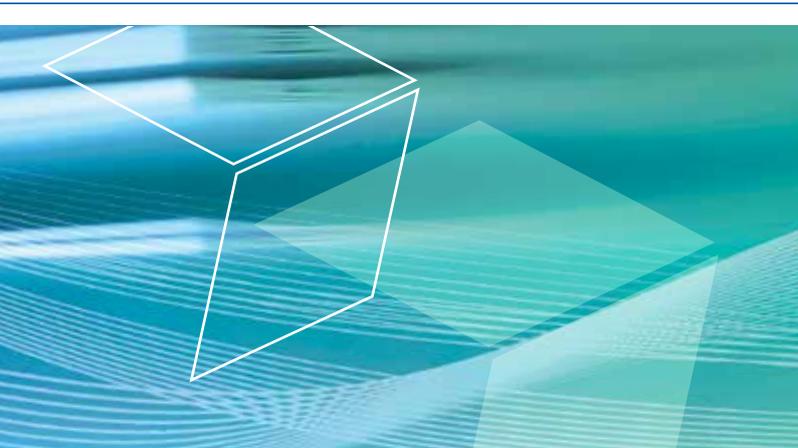
Im Falle einer Bewilligung werden dem Zuwendungsempfänger die Mittel zur eigenverantwortlichen Verwendung überlassen. Es besteht die Möglichkeit, durch Umschichtungen innerhalb der Ausgabengruppen auf notwendige Anpassungen während der Projektlaufzeit zu reagieren. Die bewilligten Mittel sind nicht an 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 Forschungsstiftung.

Nach Abschluss der Fördermaßnahme sind 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. Die Förderung durch die Stiftung ist dabei an prominenter Stelle (Logo etc.) hervorzuheben.



Rechnungs- prüfung

Allgemeines

Für das Rechnungswesen der Bayerischen Forschungstiftung gelten gemäß § 8 Abs. 5 der Stiftungssatzung die Rechtsvorschriften des Freistaates Bayern über das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen entsprechend. Das Stiftungsvermögen nach Art. 3 des Errichtungsgesetzes wird hinsichtlich der Buchführung getrennt von den laufenden Einnahmen und Ausgaben erfasst. Vor Beginn eines jeden Geschäftsjahres hat die Stiftung einen Vorschlag (Haushaltsplan) aufzustellen, der die Grundlage für die Verwaltung aller Einnahmen und Ausgaben bildet (§ 8 Abs. 2 der Stiftungssatzung).

Stiftungsrechnung

Die Stiftungsrechnung 2018 schließt mit Einnahmen von 16,9 Mio. Euro, denen Ausgaben von 15,1 Mio. Euro gegenüberstehen.

Vermögensübersicht

Das Gesamtvermögen beläuft sich zum Jahresende 2018 ohne Berücksichtigung der Verbindlichkeiten auf insgesamt 404,9 Mio. Euro. Davon entfallen auf das Stiftungsvermögen gemäß Art. 3 des Errichtungsgesetzes 356,2 Mio. Euro. Die Stiftungsmittel belaufen sich auf 48,7 Mio. Euro.

Nach Abzug von Verbindlichkeiten beträgt das Gesamtvermögen der Stiftung zum Jahresultimo 367,0 Mio. Euro.

Jahresabschluss

Der Jahresabschluss wurde durch die RBT Römer Bölke Welter Memmler Treuhand GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Steuerberatungsgesellschaft der vorgeschriebenen Prüfung unterzogen. Das Ergebnis der Prüfung ist im Bericht vom 15. Februar 2019 festgehalten.

Da sich keine Beanstandungen ergeben haben, wurde für die Jahresrechnung 2018 und die Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2018 von der RBT Römer Bölke Welter Memmler Treuhand GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft Steuerberatungsgesellschaft folgender Prüfungsvermerk erteilt:

PRÜFUNGSVERMERK DES ABSCHLUSSPRÜFERS

An die Bayerische Forschungstiftung, München:

Wir haben die Jahresrechnung für das Geschäftsjahr 2018 – bestehend aus einer Einnahmen-/Ausgabenrechnung sowie einer Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2018 – unter Einbeziehung der Buchführung der Bayerischen Forschungstiftung geprüft. Durch Art. 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.

Verantwortung der gesetzlichen Vertreter

Die gesetzlichen Vertreter der Bayerischen Forschungstiftung sind verantwortlich für die Aufstellung des Abschlusses nach den gesetzlichen Vorschriften. Die gesetzlichen Vertreter sind auch verantwortlich für die internen Kontrollen, die sie als notwendig erachten, um die Aufstellung eines Abschlusses zu ermöglichen, der frei von wesentlichen – beabsichtigten oder unbeabsichtigten – falschen Angaben ist.



Verantwortung des Wirtschaftsprüfers

Unsere Aufgabe ist es, auf der Grundlage unserer Prüfung eine Beurteilung über die Jahresrechnung sowie über den Prüfungsgegenstand nach Art. 16 Abs. 3 BayStG abzugeben. Wir haben unsere Prüfung des Abschlusses unter Beachtung der vom Institut der Wirtschaftsprüfer (IDW) festgestellten deutschen Grundsätze ordnungsmäßiger Abschlussprüfung durchgeführt. Danach haben wir die Berufspflichten einzuhalten und die Prüfung des Abschlusses so zu planen und durchzuführen, dass hinreichende Sicherheit darüber erlangt wird, ob der Abschluss frei von wesentlichen falschen Angaben ist.

Die Prüfung eines Abschlusses umfasst die Durchführung von Prüfungshandlungen, um Prüfungsnachweise für die im Abschluss enthaltenen Wertansätze und zu den dazugehörigen Angaben zu erlangen. Die Auswahl der Prüfungshandlungen liegt im pflichtgemäßen Ermessen des Wirtschaftsprüfers. Dies schließt die Beurteilung der Risiken wesentlicher – beabsichtigter oder unbeabsichtigter – falscher Angaben im Abschluss ein.

Bei der Beurteilung dieser Risiken berücksichtigt der Wirtschaftsprüfer das interne Kontrollsystem, das relevant ist für die Aufstellung des Abschlusses. Ziel hierbei ist es, Prüfungshandlungen zu planen und durchzuführen, die unter den gegebenen Umständen angemessen sind, jedoch nicht, ein Prüfungsurteil zur Wirksamkeit des internen Kontrollsystems der Stiftung abzugeben. Die Prüfung eines Abschlusses umfasst auch die Beurteilung der angewandten Rechnungslegungsmethoden sowie die Beurteilung der Gesamtdarstellung des Abschlusses. Wir sind der Auffassung, dass die von uns erlangten Prüfungsnachweise ausreichend und angemessen sind, um als Grundlage für unser Prüfungsurteil zu dienen.

Prüfungsurteil

Nach unserer Beurteilung aufgrund der bei der Prüfung gewonnenen Erkenntnisse ist die Jahresrechnung für das Geschäftsjahr 2018 bestehend aus einer Einnahmen-/Ausgabenrechnung sowie einer Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2018 in allen wesentlichen Belangen nach den gesetzlichen Vorschriften aufgestellt.

Die Prüfung der Erhaltung des Grundstockvermögens und der bestimmungsgemäßen Verwendung seiner Erträge und zum Verbrauch bestimmter Zuwendungen nach Art. 16 Abs. 3 BayStG hat keine Einwendungen ergeben.

Unser Prüfungsvermerk ist ausschließlich für die Bayerische Forschungstiftung und deren Organe sowie die zuständigen Aufsichtsbehörden bestimmt und darf nicht ohne unsere Zustimmung an Dritte weitergegeben und auch nicht von Dritten verwendet werden.

München, den 15. Februar 2019

RBT Römer Bölke Welter Memmler Treuhand GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Steuerberatungsgesellschaft

gez. Bölke
Wirtschaftsprüfer

gez. Welter
Wirtschaftsprüfer

„Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

RICHTLINIEN

STAND: 01.01.2015

Vorbemerkung

Die Bayerische Forschungstiftung 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 Forschungstiftung festgelegten Bestimmungen,
- ▶ ihrer Satzung,
- ▶ dieser Richtlinien,
- ▶ der allgemeinen haushaltsrechtlichen Bestimmungen, insbesondere der Art. 23 und 44 BayHO und der dazu erlassenen Verwaltungsvorschriften und
- ▶ der Verordnung (EU) Nr. 651/2014 der Kommission vom 17. Juni 2014 zur Feststellung der Vereinbarkeit bestimmter Gruppen von Beihilfen mit dem Binnenmarkt in Anwendung der Artikel 107 und 108 des Vertrags über die Arbeitsweise der Europäischen Union, Abl. L 187, 26. Juni 2014 (im Folgenden: AGVO)¹.

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 Entwicklungsergebnis-

sen aus diesen Schlüsseltechnologien in neue Produkte, neue Verfahren und neue Technologien ermöglichen oder beschleunigen.

2. Gegenstand der Förderung

2.1. 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 (Einrichtungen für Forschung und Wissensverbreitung im Sinne von Art. 2 Nr. 83 AGVO) gelöst werden sollen (Verbundvorhaben). Voraussetzung ist, dass die Partner aus der Wissenschaft im Rahmen des Vorhabens im nichtwirtschaftlichen Bereich (Nr. 2.1.1 Tz. 19 des Unionsrahmens für staatliche Beihilfen zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation, Abl. C 198, 27. Juni 2014) tätig sind.

2.2 Die Förderung umfasst folgende Themenbereiche und Fragestellungen:

2.2.1 Life Sciences

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen der

- ▶ Bio- und Gentechnologie, dabei vor allem 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.

(1) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0651&rid=1>



- ▶ Medizin und Medizintechnik, dabei vor allem innovative Vorhaben der medizinischen und biomedizinischen Technik, der medizinischen Bild- und Datenverarbeitung, der biokompatiblen Werkstoffe/Implantate, der Telemedizin und des Disease-Managements.
- ▶ Gerontotechnologie, dabei vor allem innovative 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 Selbständigkeit.

Klinische Studien sowie Vorhaben, die Bestandteil von Zulassungsverfahren sind, sind grundsätzlich nicht förderbar.

2.2.2 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).

2.2.3 Mikrosystemtechnik

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ Konzeption, des Entwurfs und der Fertigungsverfahren von mikrosystemtechnischen Bauteilen und der hierzu erforderlichen Techniken,
- ▶ Systementwicklungsmethoden zur Integration verschiedener Mikrotechniken,
- ▶ zur Erarbeitung grundlegender Erkenntnisse bei der Anwendung von Mikrosystemen.

2.2.4 Materialwissenschaft

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ Definition, Konzipierung und Festlegung von neuen Materialien und Eigenschaften von Materialien sowie ihre Anwendung,
- ▶ (Hochleistungs-) Keramiken, (Hochleistungs-) Polymere, Verbundwerkstoffe und Legierungen,
- ▶ Definition, Konzipierung sowie Festlegung von Eigenschaften biokompatibler Materialien und abbaubarer Kunststoffe,
- ▶ Oberflächen-, Schicht- und Trocknungstechniken.

2.2.5 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, Innovationen im Vorfeld der Entwicklung neuer umweltverträglicher Produkte,
- ▶ Bereitstellung neuer Stoffkreisläufe und energetische Verwertung von Abfall- und Reststoffen,
- ▶ innovative Verkehrstechnologien.

2.2.6 Mechatronik

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ Konzeption mechatronischer Komponenten und Systeme,
- ▶ Erarbeitung von innovativen Produktions- und Montagekonzepten für mechatronische Komponenten und Systeme,

„Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

- ▶ Entwicklung rechnergestützter Methoden und Tools zum virtuellen Entwerfen und zur Auslegungsoptimierung,
- ▶ Entwicklung von leistungsfähigen Verfahren des Added Layer Manufacturing und der Echtzeit-Emulation von Steuerungen,
- ▶ Höchstintegration von Elektronik, Aktorik und Sensorik und der Entwicklung geeigneter Aufbau- und Verbindungstechnik.

2.2.7 Nanotechnologie

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- ▶ 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.

2.2.8 Prozess- und Produktionstechnik

Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben zur Optimierung von Wertschöpfungs- und Geschäftsprozessen insbesondere in den Bereichen

- ▶ innovative Automatisierungs- und Verfahrenstechniken,
- ▶ Produktionsketten und Fertigungstechniken,
- ▶ neue Planungs- und Simulationstechniken,
- ▶ wissensbasierte Modelle und Systeme.

2.3 Förderfähig sind Forschungs- und Entwicklungsvorhaben zur Lösung der unter Nr. 2.2 genannten Fragestellungen in den Bereichen

- ▶ Grundlagenforschung,
- ▶ industrielle Forschung und

- ▶ experimentelle Entwicklung im Sinne von Art. 25 Abs. 2 Buchstaben a) bis c) AGVO.

Durchführbarkeitsstudien gemäß Art. 25 Abs. 2 Buchstabe d) AGVO können nur in begründeten Ausnahmefällen und nur für Vorhaben der industriellen Forschung oder der experimentellen Entwicklung im Sinne von Art. 25 Abs. 2 Buchstaben b) und c) AGVO gefördert werden.

3. Zuwendungsempfänger

3.1 Antragsberechtigt sind

- ▶ rechtlich selbstständige Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft,
- ▶ Angehörige der freien Berufe,
- ▶ außeruniversitäre Forschungsinstitute, Universitäten und Hochschulen für angewandte Wissenschaften/ Fachhochschulen sowie Mitglieder oder Einrichtungen von Hochschulen, die zur Durchführung von F&E-Vorhaben berechtigt sind, mit Sitz, Betriebsstätte oder Niederlassung in Bayern.

3.2 Gefördert werden grundsätzlich nur Zuwendungsempfänger, die auch zum Zeitpunkt der Fördermittelauszahlung ihren Sitz, eine Betriebsstätte oder eine Niederlassung in Bayern haben.

3.3. Kleine und mittlere Unternehmen (KMU) gemäß Anhang I der AGVO² werden bevorzugt berücksichtigt.

4. Zuwendungsvoraussetzungen

4.1 Es ist ein schriftlicher Antrag auf Förderung zu stellen. Der Antrag bildet die Grundlage der Entscheidung und muss die zur Beurteilung des Vorhabens erforderlichen Angaben sowie eine ausreichend detaillierte Vorhabens-

(2) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0651&rid=1>



beschreibung enthalten. Mit dem Antrag ist ein Verwertungsplan vorzulegen.

4.2 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.

4.3 Das Vorhaben muss sich durch einen hohen Innovationsgehalt auszeichnen, d. h. die zu entwickelnden Verfahren, Technologien und Dienstleistungen müssen in ihrer Eigenschaft über den Stand von Wissenschaft und Technik hinausgehen. Die Beurteilung der Innovationshöhe erfolgt durch externe Fachgutachter.

4.4 Das Vorhaben muss in seinen wesentlichen Teilen in Bayern durchgeführt werden. Die Einbeziehung außer-bayerischer Partner ist möglich.

4.5 Der Antragsteller sowie die Projektbeteiligten sollen zum Zeitpunkt der Antragstellung bereits über spezifische Forschungs- und Entwicklungskapazitäten und einschlägige fachliche Erfahrungen verfügen.

4.6 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. Das Gleiche gilt für Angehörige der freien Berufe.

4.7 Eine Kumulierung mit Mitteln der Europäischen Union bzw. mit anderen staatlichen Beihilfen ist nur unter den Voraussetzungen von Art. 8 AGVO möglich.

4.8 Nicht gefördert werden Vorhaben, die im Zeitpunkt der Antragstellung bereits begonnen wurden.

4.9 Nicht gefördert werden

➤ Unternehmen, die einer Rückforderung aufgrund eines früheren Kommissionsbeschlusses zur Feststellung der Unzulässigkeit einer Beihilfe und ihrer Unvereinbarkeit mit dem Binnenmarkt nicht nachgekommen sind.

➤ Unternehmen in Schwierigkeiten gemäß Art. 2 Abs. 18 AGVO.

4.10 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. Hierdurch wird zugleich eine mittelbare Beihilfengewährung im Sinne des Tz. 28 des Unionsrahmens für staatliche Beihilfen zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation (Abl. C 198, 27. Juni 2014) ausgeschlossen.

4.11 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, nichtdiskriminierenden Bedingungen zu vergeben.

4.12 Die Veröffentlichung der Bewilligung von Vorhaben erfolgt nach Maßgabe von Art. 9 Abs. 1 in Verbindung mit Anhang III AGVO³.

(3) Nach Art. 9 Abs. 1 Buchstabe c) AGVO ist spätestens ab dem 01.07.2016 jede Einzelbeihilfe über 500.000 EUR mit den in Anhang III genannten Informationen (u. a. Empfänger und Beihilföhe) auf einer nationalen oder regionalen Website zu veröffentlichen.

„Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

5. Art und Umfang der Förderung

5.1 Die Förderung erfolgt durch Zuschüsse im Rahmen einer Projektförderung.

5.2 Die Höhe der Förderung für die im Rahmen des Vorhabens gemachten Aufwendungen beträgt

- ▶ bis zu 100 % der beihilfefähigen Kosten im Falle von strategisch wichtiger und außergewöhnlicher Grundlagenforschung, die nicht an industrielle und kommerzielle Ziele eines bestimmten Unternehmens geknüpft ist,
- ▶ bis zu 50 % der beihilfefähigen Kosten im Falle der industriellen Forschung,
- ▶ bis zu 25 % der beihilfefähigen Kosten im Falle der experimentellen Entwicklung und
- ▶ bis zu 50 % der beihilfefähigen Kosten bei Durchführbarkeitsstudien.

Grundsätzlich wird auch im Falle der Grundlagenforschung eine angemessene Eigenbeteiligung vorausgesetzt, so dass die Förderquote in der Regel 50 % der Gesamtkosten des Vorhabens nicht übersteigt.

Falls unterschiedliche Projektaktivitäten sowohl der Grundlagenforschung, der industriellen Forschung, der experimentellen Entwicklung oder einer Durchführbarkeitsstudie zuzuordnen sind, wird der Fördersatz anteilig festgelegt.

Die Beihilfeintensität muss bei Verbundvorhaben für jeden einzelnen Begünstigten ermittelt werden.

5.3 Kleine und mittlere Unternehmen im Sinne des Anhang I der AGVO werden bevorzugt gefördert. Hinsichtlich etwaiger Zuschläge im Rahmen der industriellen Forschung und der experimentellen Entwicklung gilt Art. 25 Abs. 6 AGVO.

5.4 Bei Hochschulen, außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie ihnen gleichgestellten Organisationseinheiten können höhere Fördersätze festgesetzt werden, sofern

- ▶ das Vorhaben eine nichtwirtschaftliche Tätigkeit ist und damit beihilfefrei gefördert werden kann und
- ▶ wirtschaftliche und nichtwirtschaftliche Tätigkeiten dieser Antragsteller hinsichtlich ihrer Kosten bzw. Ausgaben und Finanzierung buchhalterisch getrennt voneinander erfasst und nachgewiesen werden.

6. Zuwendungsfähige Kosten

6.1 Die beihilfefähigen Kosten richten sich im Einzelnen nach Art. 25 AGVO.

6.2 Beihilfefähige Kosten für Vorhaben nach 2.2 müssen den dort genannten Bereichen zugeordnet werden. Dabei kann es sich um folgende Kosten handeln:

- ▶ Personalkosten (Forscher, Techniker und sonstiges Personal, soweit diese für das Vorhaben eingesetzt werden). Als beihilfefähige Personalkosten von Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft und Angehörigen der freien Berufe können je Personenmonat (entspricht 160 Stunden bei stundenweiser Aufzeichnung) für eigenes, fest angestelltes Personal folgende Höchstbeträge in Ansatz gebracht werden:
Forscher (Dipl.-Ing., Dipl.-Phys., Master u. vgl.) 9.000 €
Techniker, Meister u. vgl. 7.000 €
Sonstiges Personal (Facharbeiter, Laboranten u. vgl.) 5.000 €

Die tatsächlichen Kosten sind nachzuweisen. Mit den Höchstbeträgen sind die Personaleinzelkosten, die Personalnebenkosten sowie Reisekosten abgedeckt.

- ▶ Kosten für Instrumente und Ausrüstung im Sinn von



Art. 25 Abs. 3 Buchstabe b) AGVO, soweit und solange sie für das Vorhaben genutzt werden (Sondereinzelkosten). Wenn diese Instrumente und Ausrüstungen nicht während ihrer gesamten Lebensdauer für das Vorhaben verwendet werden, gilt nur die nach den Grundsätzen ordnungsgemäßer Buchführung ermittelte Wertminderung während der Dauer des Forschungsvorhabens als beihilfefähig.

- ▶ Kosten für Auftragsarbeiten, die ausschließlich für das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben genutzt werden (Fremdleistungen), in geringem Umfang. Die Bedingungen des Rechtsgeschäfts zwischen den Vertragsparteien dürfen sich hierbei nicht von denjenigen unterscheiden, die bei einem Rechtsgeschäft zwischen unabhängigen Unternehmen festgelegt werden, und es dürfen keine wettbewerbswidrigen Absprachen vorliegen (sog. „Arm’s-length-Prinzip“ nach Art. 2 Nr. 89 AGVO).
- ▶ Zusätzliche sonstige Betriebskosten (unter anderem für Material, Bedarfsartikel und dergleichen), die unmittelbar durch die Forschungs- und Entwicklungstätigkeit entstehen.
- ▶ Zusätzliche Gemeinkosten können bis zu einer Höhe von 10 % auf die Summe aus den obenstehenden Kosten nachgewiesen und anerkannt werden.

6.3 Die beihilfefähigen Kosten von Durchführbarkeitsstudien sind die Kosten der Studie.

6.4 Soweit keine Beihilfe im Sinn von Art. 107 AEUV vorliegt, sind auch darüber hinausgehende vorhabenbezogene Kosten bzw. Ausgaben beihilfefähig.

6.5 Hochschulen sowie Mitglieder und Einrichtungen der Hochschulen sowie ihnen gleichgestellte Organisationseinheiten werden auf Ausgabenbasis gefördert.

6.6 Außeruniversitäre Forschungseinrichtungen können auf Kostenbasis gefördert werden.

7. Verfahren

7.1 Anträge auf die Gewährung von Zuwendungen sind unter Verwendung der hierfür bereitgestellten Formulare unter <http://www.forschungsstiftung.de/Downloads.html> an die

Bayerische Forschungsstiftung,
Prinzregentenstraße 52,
80538 München,
Tel.: 089 / 2102 86-3, Fax: 089 / 2102 86-55

zu richten.

7.2 Die Bayerische Forschungsstiftung überprüft die Anträge unter Einschaltung von externen Fachgutachtern.

7.3 Die Bewilligung der Anträge, die Auszahlung der Förderung und die abschließende Prüfung der Verwendungsnachweise erfolgt durch die Bayerische Forschungsstiftung.

8. Inkrafttreten, Außerkrafttreten

8.1 Diese Richtlinien treten am 01.01.2015 in Kraft und treten mit Ablauf des 30.06.2021 außer Kraft.

8.2 Mit Ablauf des 31.12.2014 tritt die Programmbeschreibung zur Durchführung des Förderprogramms „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“ (Stand: 01.01.2009) außer Kraft.

Förderung der internationalen Zusammenarbeit

Internationale Zusammenarbeit in Projekten der Stiftung

Internationale Beziehungen in Wissenschaft und Forschung sind ein wichtiges Anliegen der Bayerischen Forschungsstiftung. 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 mit hohem Verwaltungsaufwand bereitgestellt werden können.

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

Zuwendungsfähig sind

- ▶ Kosten für kurzzeitige, wechselseitige Aufenthalte in den Partnerlabors,
- ▶ Kosten, die im Zusammenhang 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 Forschungsstiftung enthalten. Die Höchstfördersumme pro Antrag ist auf 15.000 Euro begrenzt.



Stipendien für Doktoranden

In Bayern promovierte ausländische Nachwuchswissenschaftler 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 Forschungstiftung 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 Forschungstiftung darüber hinaus in bayerischen Nachwuchswissenschaftlern, die an ausländischen Hochschulen promovieren.

Aufgrund der Stiftungssatzung und der Richtlinien für die Vergabe von Fördermitteln der Bayerischen Forschungstiftung werden Stipendien nur für Forschungsvorhaben gewährt, die in engem thematischem Zusammenhang mit Projekten der Bayerischen Forschungstiftung stehen.

Voraussetzung: Professoren einer ausländischen und einer bayerischen Forschungseinrichtung, die wissenschaftlich zusammenarbeiten, treffen die Auswahl des Doktoranden. Gemeinsam bestimmen Sie das Thema, das in engem thematischem Zusammenhang mit einem Projekt der Bayerischen Forschungstiftung steht und übernehmen die wissenschaftliche und soziale Betreuung des Doktoranden.

Das Stipendium beträgt bis zu 1.500 Euro pro Monat. Hinzu kommen Reise- und Sachmittel in Höhe von 3.500 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 engem thematischem Zusammenhang mit Projekten der Bayerischen Forschungstiftung stehen. Das Stipendium beträgt bis zu 2.500 Euro pro Monat. Hinzu kommen Reise- und Sachmittel in Höhe von insgesamt 3.500 Euro.



Gesetz

ÜBER DIE ERRICHTUNG DER BAYERISCHEN FORSCHUNGSSTIFTUNG

Vom 24. Juli 1990 (GVBl S. 241), zuletzt geändert durch § 1 Nr. 313 der Verordnung vom 22. Juli 2014 (GVBl S. 286)

Der Landtag des Freistaates Bayern hat das folgende Gesetz beschlossen, das nach Anhörung des Senats hiermit bekanntgemacht wird:

Art. 1 Errichtung

¹ Unter dem Namen „Bayerische Forschungsstiftung“ wird eine rechtsfähige Stiftung des öffentlichen Rechts errichtet.

² Sie entsteht mit Inkrafttreten dieses Gesetzes.

Art. 2 Zweck, Stiftungsgenus

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 ¹ Die Stiftung soll ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke im Sinne des Abschnittes Steuerbegünstigte Zwecke der Abgabenordnung erfüllen.

² Das Nähere regelt die Satzung.

3 Ein Rechtsanspruch auf die Gewährung des jederzeit widerruflichen Stiftungsgenus besteht nicht.

Art. 3 Stiftungsvermögen

Das Vermögen der Stiftung besteht

1. aus dem zum 31. Juli 2000 vorhandenen Kapitalstock,

2. aus Zustiftungen vor allem aus der Wirtschaft, sonstigen Zuwendungen sowie sonstigen Einnahmen, soweit sie nicht zur unmittelbaren Erfüllung des Stiftungszwecks bestimmt sind.

Art. 4 Stiftungsmittel

Die Stiftung erfüllt ihre Aufgaben aus

1. Erträgen des Stiftungsvermögens
2. 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 Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst,
3. dem Staatsminister der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat,
4. dem Staatsminister für Wirtschaft und Medien, Energie 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 ¹ 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.

² Er kann Richtlinien für die Vergabe von Stiftungsmitteln erlassen.

Art. 7 Stiftungsvorstand

1 ¹ Der Stiftungsvorstand besteht aus je einem Vertreter der Staatskanzlei, des Staatsministeriums für Bildung und Kultus, Wissenschaft und Kunst, des Staatsministeriums der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat sowie des Staatsministeriums für Wirtschaft und Medien, Energie und Technologie.

² Der Stiftungsvorstand bestimmt aus seiner Mitte einen Vorsitzenden und einen Stellvertreter.

2 ¹ Der Stiftungsvorstand führt entsprechend den Richtlinien und Beschlüssen des Stiftungsrats die Geschäfte der laufenden Verwaltung.

² Soweit der Bereich einzelner Staatsministerien berührt ist, entscheidet der Stiftungsvorstand einstimmig.

³ Der Vorsitzende des Stiftungsvorstands vertritt die Stiftung gerichtlich und außergerichtlich.

3 ¹ Der Vorstand bedient sich einer Geschäftsstelle.

² Sie wird von einem Geschäftsführer geleitet, der nach Maßgabe der Satzung auch Vertretungsaufgaben wahrnehmen kann.

³ 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

¹ Die nähere Ausgestaltung der Stiftung wird durch eine Satzung geregelt.

² Die Satzung wird durch die Staatsregierung erlassen.

Art. 10 Stiftungsaufsicht

Die Stiftung untersteht unmittelbar der Aufsicht des Staatsministeriums der Finanzen, für Landesentwicklung und Heimat.

Art. 11 Beendigung, Heimfall

1 Die Stiftung kann nur durch Gesetz aufgehoben werden.

2 Im Fall der Aufhebung der Stiftung fällt ihr Vermögen an den Freistaat Bayern.

Art. 12 Stiftungsgesetz

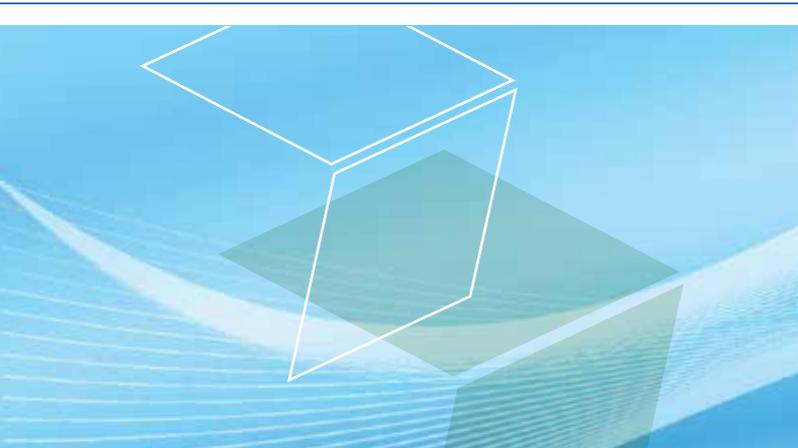
Im übrigen gelten die Bestimmungen des Stiftungsgesetzes (BayRS 282-1-1-K) in seiner jeweils gültigen Fassung.

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 12. Januar 2016 (GVBl S. 7)

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), das zuletzt durch § 1 Nr. 313 der Verordnung vom 22. Juli 2014 (GVBl. S. 286) geändert worden ist, erlässt die Bayerische Staatsregierung folgende Satzung:

§ 1 Stiftung und das Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung

1 Die Bayerische Forschungsstiftung ist eine rechtsfähige Stiftung des öffentlichen Rechts mit Sitz in München.

2 ¹Die Bestimmungen des Gesetzes über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung sind für die Stiftung unmittelbar anzuwenden und im Zweifel vorrangig gegenüber den nachfolgenden ergänzenden Bestimmungen. ²Das Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung ist zugleich Bestandteil dieser Satzung.

§ 2 Gemeinnützigkeit

¹Die Stiftung verfolgt ausschließlich und unmittelbar gemeinnützige Zwecke zur Förderung von Wissenschaft und Forschung im Sinne des Abschnitts „Steuerbegünstigte Zwecke“ der Abgabenordnung. ²Sie ist selbstlos tätig und verfolgt nicht in erster Linie eigenwirtschaftliche Zwecke. ³Die Stiftung verwirklicht ihre Zwecke insbesondere durch die Gewährung von Zuschüssen und Darlehen und durch die Übernahme von Bürgschaften und Garantien.

§ 3 Stiftungsvermögen und Stiftungsmittel

1 ¹Das Stiftungsvermögen ist in seinem Bestand ungeschmälert zu erhalten. ²Es dürfen Rücklagen gebildet werden, um es zu erhalten und die satzungsmäßigen Zwecke nachhaltig zu fördern.

2 ¹Sämtliche Stiftungsmittel dürfen nur für satzungsmäßige Zwecke verwendet werden. ²Es dürfen Rücklagen gebildet werden, um die satzungsmäßigen Zwecke nachhaltig zu fördern. ³Niemand darf durch Ausgaben, die den Zwecken der Stiftung fremd sind, oder durch unverhältnismäßig hohe Vergütungen begünstigt werden. ⁴Die Mitglieder der Stiftungsorgane und der ehrenamtliche Präsident erhalten keine Zuwendungen aus Stiftungsmitteln.

§ 4 Ehrenamtlichkeit

1 ¹Die Mitglieder der Stiftungsorgane sind grundsätzlich ehrenamtlich tätig. ²Anfallende Auslagen können ersetzt werden. ³Der Stiftungsvorstand kann im Einvernehmen mit dem Stiftungsrat eine jährliche pauschale Tätigkeitsvergütung für Mitglieder der Stiftungsorgane beschließen.

2 Für den Präsidenten und sonstige ehrenamtlich tätige Personen gilt Abs. 1 Satz 2 und 3 entsprechend.

§ 5 Stiftungsrat

1 ¹Die Vertreter des Landtags im Stiftungsrat werden durch den Landtag für fünf Jahre bestellt. ²Ihre Amtszeit endet vorzeitig, wenn sie aus dem Landtag ausscheiden.

2 ¹Der Bayerische Industrie- und Handelskammertag und der Bayerische Handwerkstag wählen je einen Vertreter im Stiftungsrat nach Art. 6 Abs. 1 Nr. 6 des



Gesetzes über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung, der Verein Universität Bayern e. V. und der Verein Hochschule Bayern e. V. je einen Vertreter im Stiftungsrat nach Art. 6 Abs. 1 Nr. 7 des Gesetzes über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung. ²Die Amtszeit dieser Vertreter im Stiftungsrat beträgt jeweils vier Jahre.

3 Der Stiftungsrat bestimmt aus seiner Mitte einen ersten und zweiten Stellvertreter des Vorsitzenden.

4 ¹Für jedes Mitglied des Stiftungsrats kann ein Stellvertreter bestimmt werden. ²Der Ministerpräsident und die Staatsminister bestimmen ihre Stellvertreter jeweils selbst. ³Für die Bestimmung der übrigen Stellvertreter gelten die Abs. 1 und 2 entsprechend.

5 ¹Der Stiftungsrat gibt sich eine Geschäftsordnung. ²Er fasst seine Beschlüsse mit der Mehrheit der abgegebenen Stimmen. ³Bei Stimmgleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. ⁴Der Stiftungsrat ist beschlussfähig, wenn die Mehrheit seiner Mitglieder anwesend oder vertreten ist. ⁵Als anwesend gilt auch ein Mitglied, das sein Stimmrecht auf ein anwesendes Mitglied oder dessen Stellvertreter übertragen hat. ⁶Eine Weiterübertragung des Stimmrechts ist ausgeschlossen.

6 ¹Ein Mitglied des Stiftungsrats darf an der Beratung und Beschlussfassung nicht mitwirken, wenn die Entscheidung ihm selbst, seinem Ehegatten, seinen Verwandten bis zum dritten oder Verschwägerten bis zum zweiten Grad oder einer von ihm kraft Gesetzes oder Vollmacht vertretenen natürlichen oder juristi-

schen Person einen unmittelbaren Vor- oder Nachteil bringen kann. ²Im Zweifel entscheidet der Stiftungsrat hierüber unter Ausschluss des betreffenden Mitglieds. ³Die Mitwirkung eines wegen persönlicher Befangenheit ausgeschlossenen Mitglieds hat die Ungültigkeit des Beschlusses zur Folge, wenn sie für das Abstimmungsergebnis entscheidend war.

7 ¹Der Stiftungsrat beschließt neben seinen gesetzlich bestimmten Aufgaben über

1. den Jahresbericht,
2. die Entlastung des Stiftungsvorstands,
3. die Bestellung des Abschlussprüfers für die Jahresrechnung,
4. den Erlass von Richtlinien zur zweckentsprechenden Verwaltung des Stiftungsvermögens, auch im Hinblick auf die steuerliche Begünstigung etwaiger Zustiftungen und Spenden,
5. den Erlass von Richtlinien zur Vergabe von Fördermitteln,
6. die Zustimmung zur Geschäftsordnung des Stiftungsvorstands,
7. die Bestellung der Mitglieder des Wissenschaftlichen Beirats.

²Darüber hinaus kann der Stiftungsrat über Fragen von allgemeiner Bedeutung oder über wichtige Einzelfragen beschließen.

§ 6 Stiftungsvorstand

1 Für jedes Mitglied des Stiftungsvorstands kann ein Stellvertreter bestellt werden.

2 Der Stiftungsvorstand beschließt über die Mittelvergabe für einzelne Fördervorhaben.

Satzung

3 ¹Der Stiftungsvorstand gibt sich mit Zustimmung des Stiftungsrats eine Geschäftsordnung. ²Er fasst seine Beschlüsse mit der Mehrheit der abgegebenen Stimmen. ³Bei Stimmengleichheit entscheidet die Stimme des Vorsitzenden. ⁴§ 5 Abs. 6 gilt entsprechend.

4 ¹Der Geschäftsführer führt im Auftrag des Stiftungsvorstands die laufenden Geschäfte der Stiftung und vertritt insoweit die Stiftung nach außen. ²Der ehrenamtliche Präsident berät die Stiftung in allen Fragen der Förderpolitik. ³Das Nähere regelt die Geschäftsordnung

§ 7 Wissenschaftlicher Beirat

1 Der Wissenschaftliche Beirat besteht aus je sieben Sachverständigen der Wirtschaft und der Wissenschaft.

2 ¹Die Mitglieder werden vom Stiftungsrat bestellt. ²Das für Wirtschaft zuständige Staatsministerium unterbreitet Vorschläge für die Benennung der Sachverständigen der Wirtschaft, das für Wissenschaft zuständige Staatsministerium für die Benennung der Sachverständigen der Wissenschaft. ³Die Amtszeit der Mitglieder beträgt drei Jahre. ⁴Eine einmalige Wiederbestellung ist möglich.

3 ¹Der Wissenschaftliche Beirat bestimmt aus seiner Mitte einen Vorsitzenden und einen Stellvertreter. ²Er gibt sich eine Geschäftsordnung.

4 ¹Der Wissenschaftliche Beirat kann gegenüber dem Stiftungsrat Empfehlungen zu den Grundsätzen der Stiftungspolitik sowie Stellungnahmen zu Beschlüssen des Stiftungsrats abgeben. ²Bei der Begutachtung der Anträge auf Fördermaßnahmen achtet er auf die Wahrung

der satzungsmäßigen Zwecke und auf die Einhaltung der Qualitätserfordernisse.

5 ¹Der Wissenschaftliche Beirat kann zur Erledigung seiner Aufgaben Kommissionen bilden. ²Zu diesen Kommissionen können auch Dritte hinzugezogen werden.

§ 8 Haushalts- und Wirtschaftsführung

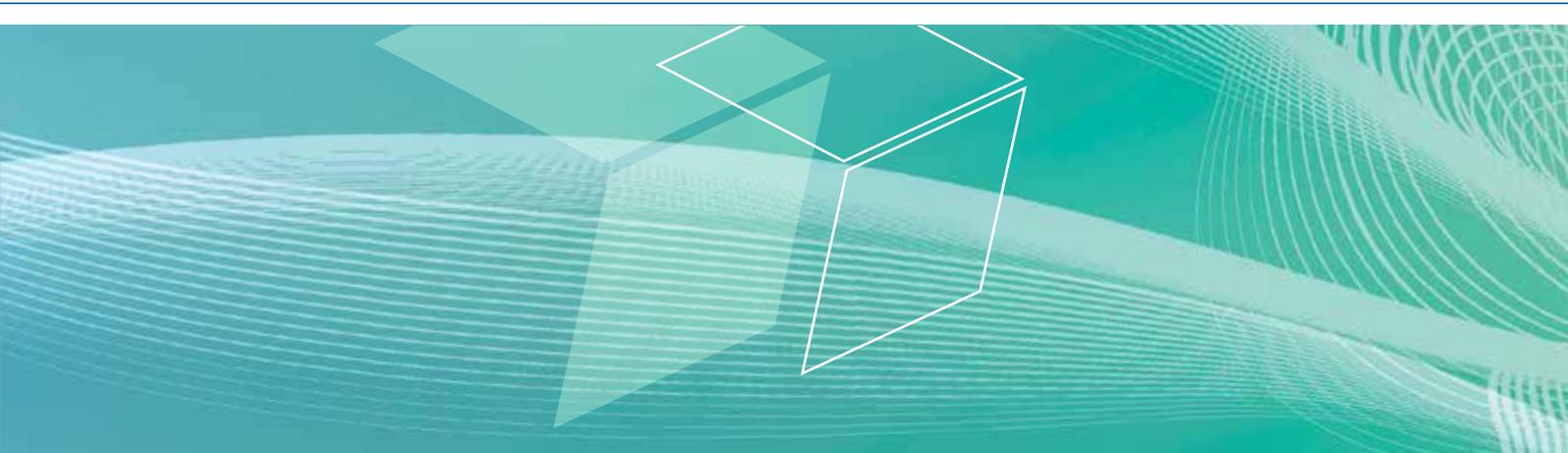
1 Geschäftsjahr der Stiftung ist das Kalenderjahr.

2 ¹Vor Beginn eines jeden Geschäftsjahres hat die Stiftung einen Voranschlag (Haushaltsplan) aufzustellen, der die Grundlage für die Verwaltung aller Einnahmen und Ausgaben bildet. ²Der Voranschlag muss in Einnahmen und Ausgaben ausgeglichen sein. ³Der 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 Abs. 2 geregelten Haushaltsplans und der in Abs. 3 geregelten Jahresrechnung und Vermögensübersicht die Aufstellung eines Wirtschaftsplans vorschreiben, wenn ein Wirtschaften nach Einnahmen und Ausgaben nicht zweckmäßig ist.

5 ¹Im Übrigen gelten die Rechtsvorschriften des Freistaates Bayern über das Haushalts-, Kassen- und Rechnungswesen entsprechend. ²Zuständige Dienststelle im



Sinne des Art. 44 Abs. 1 Satz 3 der Bayerischen Haushaltsordnung ist die Stiftung.

§ 9 Heimfall

¹Der 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. ²Bei 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.

§ 10 Satzungsänderungen

Satzungsänderungen werden von der Staatsregierung nach Anhörung des Stiftungsrats beschlossen.

§ 11 Inkrafttreten, Außerkrafttreten

1 Diese Satzung tritt am 1. Februar 2016 in Kraft.

2 Mit Ablauf des 31. Januar 2016 tritt die Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung (FoStS) vom 5. Februar 1991 (GVBl. S. 49, BayRS 282-2-11-1-W), die zuletzt durch Satzung vom 2. Juli 2013 (GVBl. S. 430) geändert worden ist, außer Kraft.

München, den 12. Januar 2016
Der Bayerische Ministerpräsident Horst Seehofer

Idee, Antrag, Entscheidung, Projekt

Von Ihrer Idee zum Projekt

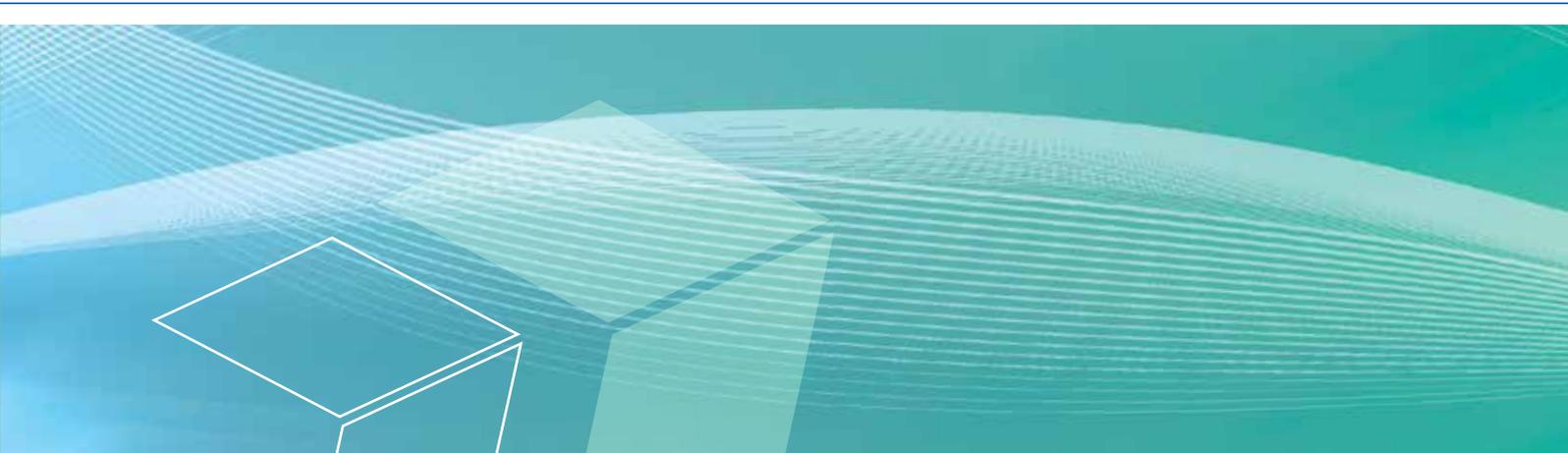
Wir helfen Ihnen bei der Verwirklichung Ihrer Projektidee. Zug um Zug hat die Bayerische Forschungsstiftung in den letzten Jahren ihr Beratungsangebot ausgebaut. Moderne Kommunikationsstrukturen und eine effiziente interne Struktur ermöglichen es uns, Ihnen die Unterstützung zu bieten, die Sie brauchen, 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. Sollte die Forschungsstiftung nicht der passende Adressat für Ihr Projekt sein, vermitteln wir Ihnen – als Partner in der Bayerischen Forschungs- und Innovationsagentur – den richtigen Ansprechpartner für andere Landes- bzw. für Bundes- und EU-Förderprogramme.

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 Form von 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. Projektbewilligungen erfolgen jeweils im März/April, im Juni/Juli und im November/Dezember eines Jahres. In der Regel vergeht von der Antragseinreichung bis zur Entscheidung ein Zeitraum von 3 bis 6 Monaten.

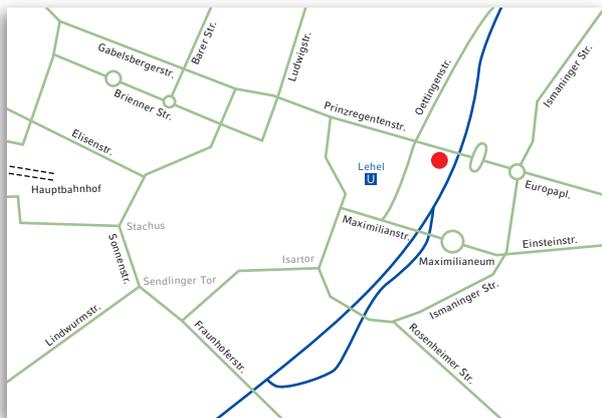
Die Förderung des Projekts

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 Projekts verantwortlich, fachlich und finanziell. Jedes Projekt erhält einen „Patent“ 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 Projekts, 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

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. zwei 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 Forschungstiftung 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 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.



Link zu Google Maps
Prinzregentenstraße 52



 **Bayerische Forschungsstiftung**
Büro Nürnberg
Am Tullnaupark 8
90402 Nürnberg
Telefon +49 911 / 50 715 - 800
Telefax +49 911 / 50 715 - 888

Anreise mit der Bahn

Vom Hauptbahnhof mit der Straßenbahn Linie 5 Richtung Tiergarten bis Haltestelle Tullnaupark



Link zu Google Maps
Am Tullnaupark 8

Partner in der Bayerischen Forschungs- und Innovationsagentur, www.forschung-innovation-bayern.de

IHRE ANSPRECHPARTNER



Prof. Dr. Dr. h.c. (NAS RA)
Arndt Bode,
Präsident



Dr. Christian Haslbeck,
Geschäftsführer



Dr. Peter Bruchner,
*Leiter Wirtschaft/
Transfer*



Prof. Dr. med.
Susanne Mayer,
*Leiterin Wissenschaft/
Forschung*



Reiner Donaubauber,
Leiter Verwaltung



Robert Zitzlsperger,
*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, 13, 15, 16, 17, 18, 19, 64, 65,
66, 67, 75, 77-81, 83, 85, 87-91, 93, 95, 96

HAAK & NAKAT [www.haak-nakat.de]

Seiten 6, 9, 12, 68-73, 97

Bayerische Forschungsstiftung

Seite 68

Hubert Aiwanger: © StMWi

Erfolgsstories

Seiten 20-23

Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf,
Klinik für Kinder- und Jugendmedizin

Seiten 24-27

TUM

Seiten 28-31

Universität Bayreuth, Lehrstuhl für
Technische Thermodynamik und Transport-
prozesse (LTTT)

Seiten 32-35

Ostbayerische Technische Hochschule
Regensburg

Projekte

Seite 37	Seite 42
Abb. oben: Franz Pils, Arbeitsgemeinschaft Süddeutscher Rinderzucht- und Besamungs- organisationen e.V.	Fraunhofer-Institut für Integrierte Schal- tungen IIS
Abb. unten: Technische Universität München, Lehrstuhl für Tierzucht	Seite 43 Friedrich-Alexander-Universität Erlangen- Nürnberg, Lehrstuhl Informatik 3
Seite 38	Seite 44
Technische Universität München, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissen- schaften (iwb)	Technische Universität München, Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissen- schaften (iwb)
Seite 39	Seite 45
Hemmler, Gee et al. (2019) Biomechanics and Modeling in Mechanobiology, Springer	Linseis Messgeräte GmbH
Seite 40	Seite 46
Intana Bioscience GmbH	T. Ludwig
Seite 41	Seite 47
Technische Universität München, Lehrstuhl für Brau- und Getränketechnologie	Neue Materialien Bayreuth GmbH
	Seite 48
	Benedikt Einhauser (INVENOX GmbH)

Bildnachweis

Seite 49

Abb. links: Ostbayerische Technische
Hochschule Amberg-Weiden

Abb. rechts: DEPRAG

Seite 50

Technische Universität München, Lehrstuhl
für Fahrzeugtechnik

Seite 51

Technische Universität München, Lehrstuhl
für Angewandte Mechanik

Seite 52

Technische Universität München,
AG Wassertechnologie

Seite 53

Abb. links: Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Hochfre-
quenztechnik,

Abb. rechts: GFH GmbH

Seite 54

Friedrich-Alexander-Universität
Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Ferti-
gungstechnologie (LFT)

Seite 55

iwb, TUM

Seite 56

Autefa Solutions Germany GmbH

Seite 57

Technische Universität München,
Lehrstuhl für Maschinenelemente

Seite 58

@ Fraunhofer IISB

Seite 59

Hochschule für angewandte Wissenschaften
Kempten

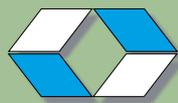
Seite 60

Fraunhofer IGCV, Augsburg

Seite 61

Hirschvogel Umformtechnik GmbH





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
www.forschung-innovation-bayern.bayern.de

Büro Nürnberg
Am Tullnaupark 8
90402 Nürnberg
Telefon +49 911 /507 15-800
Telefax +49 911 /507 15-888



Bayerische
Forschungs- und
Innovationsagentur

