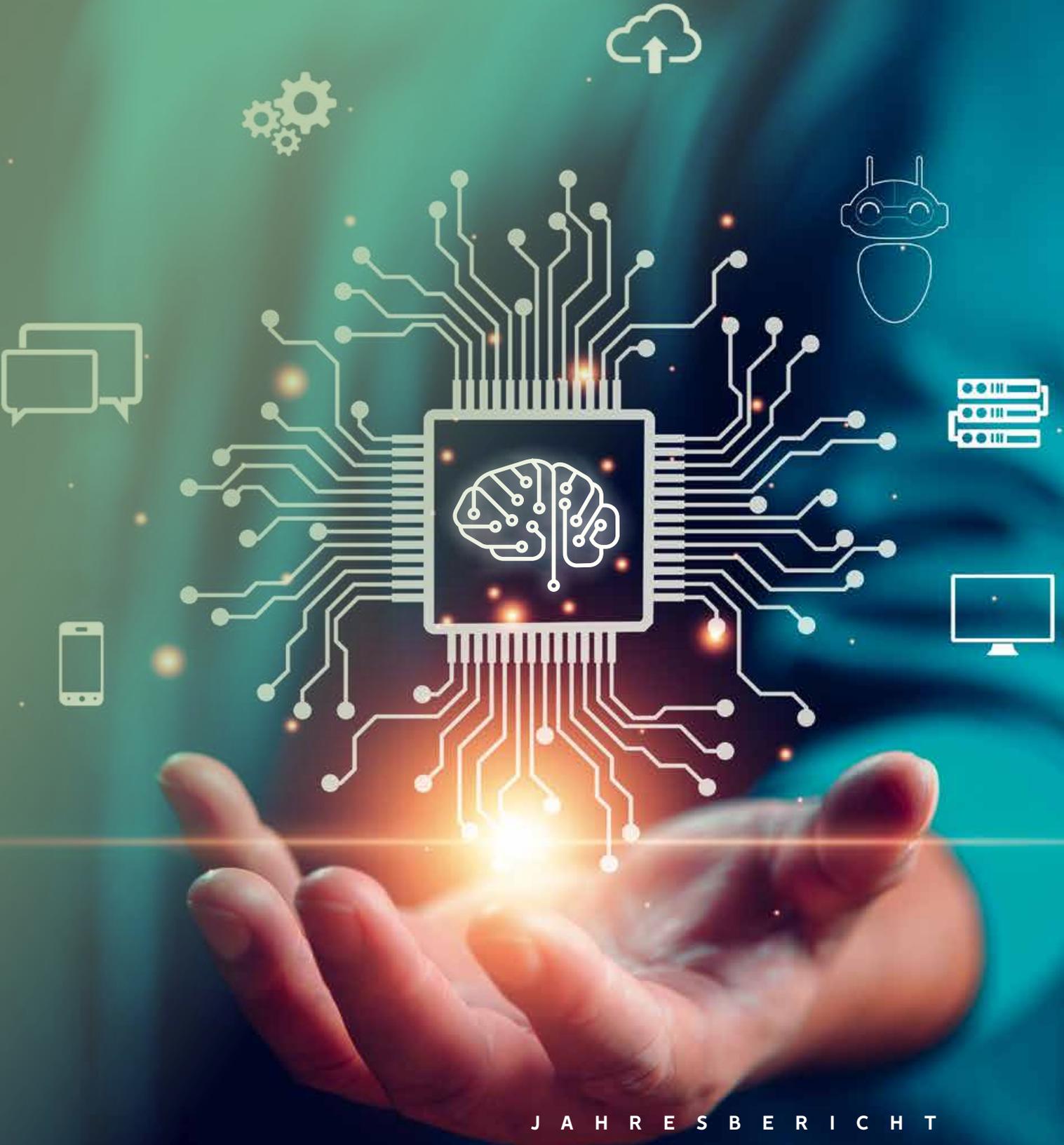


Bayerische
Forschungsförderung

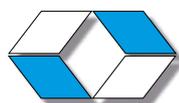


J A H R E S B E R I C H T

2023

JAHRESBERICHT

2023



Bayerische
Forschungstiftung

Inhalt

VORWORT	
<u>Dr. Markus Söder, MdL, Vorsitzender des Stiftungsrats</u>	<u>7</u>
ERFOLGSSTORIES	
<u>Förderung mit Langzeitwirkungen</u>	<u>10</u>
FORSCHUNGSVERBÜNDE, PROJEKTE, KLEINPROJEKTE	
<u>Neue Forschungsverbände</u>	<u>22</u>
<u>Neue Projekte</u>	<u>28</u>
<u>Neue Kleinprojekte</u>	<u>51</u>
<u>Die Forschungsstiftung vor Ort in Bayerns Regionen</u>	<u>56</u>
<u>Evaluation und Qualitätssicherung</u>	<u>58</u>



ANHANG

<u>Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	62
<u>Zielsetzung und Arbeitsweise der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	66
<u>Förderprogramm „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“</u>	72
<u>Förderung der internationalen Zusammenarbeit</u>	78
<u>Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	80
<u>Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	82
<u>Rechnungsprüfung</u>	86
<u>Kontakt, Ansprechpartner</u>	88
<u>Bildnachweis</u>	90





Dr. Markus Söder, MdL

VORSITZENDER DES STIFTUNGSRATS

Bayern ist Topstandort für Innovation! Hier finden Wissenschaft und Start-ups einzigartige Bedingungen, hier entstehen zukunftsorientierte Arbeitsplätze. Dank bester Forschungs- und Entwicklungsarbeit werden im Freistaat die technischen Lösungen für die Herausforderungen von heute und morgen geschaffen.

Das gibt es nur mit kraftvollen Investitionen. Mit der Hightech Agenda Bayern fließen 5,5 Milliarden Euro in Spitzenforschung zu zukünftigen Schlüsseltechnologien in den Bereichen Künstliche Intelligenz, Quantentechnologie, Luft- und Raumfahrt, Clean Tech oder Life Science. Damit ist der Freistaat bestens aufgestellt im Wettbewerb um die klügsten Köpfe. Durch die Vernetzung in unseren Clusterplattformen und die Förderung der Forschungs-kooperation entstehen herausragende Innovationen.

Die Bayerische Forschungsstiftung fördert diese wertvolle Verknüpfung von Unternehmer- und Forschergeist im Rahmen von handverlesenen Vorhaben zur Erforschung und Entwicklung von anwendungsorientierten Zukunftstechnologien. Damit leistet sie einen wichtigen Beitrag zum technischen Fortschritt und zur Sicherung von Wettbewerbsfähigkeit und Wohlstand unseres Landes. Nutzen Sie das Instrument der Bayerischen Forschungsstiftung und setzen Sie den Herausforderungen unserer Zeit Innovationskraft und Zukunftsglaube entgegen!

Dr. Markus Söder, MdL



LL-092

KP-805

TR-633

BT-960

56,935

SO-209

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 Trends zeichneten sich verstärkte Aktivitäten im Bereich Energie und Umwelt, bei neuen Prozess- und Produktionstechniken sowie im Bereich Life Sciences 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, künstliche Intelligenz, Datenwissenschaft, automatisiertes Fahren, Internet der Dinge und digitale Fabrik.

Unsere Themen

- » Life Sciences
- » Informations- und Kommunikationstechnologien
- » Mikrosystemtechnik
- » Materialwissenschaft
- » Energie und Umwelt
- » Mechatronik
- » Nanotechnologie
- » Prozess- und Produktionstechnik



Erfolgsgeschichten: Förderung mit Langzeitwirkungen

„Was bewirken wir eigentlich mit unserer Förderung?“ Diese Frage stellt sich die Bayerische Forschungsstiftung laufend. Was die einzelnen Forschungsvorhaben und ihren verhältnismäßig kurzen Bearbeitungszeitraum betrifft, haben wir durch die Evaluation, die wir regelmäßig und systematisch durchführen, einen guten Überblick über die erzielten Ergebnisse (siehe Seite 58).

Von den Langzeitwirkungen unserer Unterstützung erfahren wir dagegen meist eher zufällig in Gesprächen mit Projektbeteiligten. In diesem Kapitel präsentieren wir Ihnen drei Beispiele, in denen die Forschungsstiftung über einen längeren Zeitraum Akzente setzen konnte, indem sie eine ganze Abfolge von Projekten unterstützte. Dadurch konnte die Stiftung die Entwicklungsgeschichte der geförderten Unternehmen und Forschungseinrichtungen maßgeblich mitgestalten. Alle diese Entwicklungsgeschichten haben gemeinsam, dass an ihrem Anfang eine Handvoll Menschen stand, mit einer risikobehafteten Idee, aber mit dem festen Glauben an den früheren oder späteren Erfolg dieser Idee. Und dass sie mit der Bayerischen Forschungsstiftung eine Geldgeberin fanden, die bereit war, das Risiko gemeinsam mit den Initiatorinnen und Initiatoren einzugehen. Am Ende wurde in allen drei Beispielen Großes geschaffen, mit weiterhin glänzenden Zukunftsaussichten. Diese Erfolgsgeschichten sind spannend zu lesen und die Forschungsstiftung ist stolz darauf, ein Teil davon zu sein.



Interdisziplinäre Forschung am klinischen Standort

Wie die Forschungsgruppe MITI durch die Zusammenarbeit von Medizin und Ingenieurwissenschaften den medizinischen Fortschritt vorantreibt.

Vor ca. 30 Jahren fand in der interventionellen Medizin ein disruptiver Wandel statt: Die Ablösung konventioneller Operationstechniken mit breiter Eröffnung des Wundgebietes durch das ungleich schonendere Operieren durch winzige Punktionen. Statt wie bisher die Hände in den Situs einzubringen, wurden nun eine Kamera und dünne Operationsinstrumente durch die Bauchdecke eingeführt, um das gleiche chirurgische Ziel mit geringsten unerwünschten Kollateralschäden zu erreichen. Die Merkmale (und Vorteile) dieser sog. „Schlüssellochchirurgie“ sind dank der weiten Verbreitung heute auch dem breiten Publikum bestens vertraut und führten nicht zuletzt zu ihrem revolutionären Einzug in die medizinische Versorgung. Die heute vorhandene Akzeptanz und Nutzung des Prinzips dürfen hierbei aber nicht über die Schwierigkeiten bei der Einführung und die umfangreiche begleitende Forschung hinwegtäuschen, die erforderlich war.

Die neue Chirurgie erforderte eine Technisierung des Operationsablaufs in einem Maß, das bisher unbekannt war. Die Ärztinnen und Ärzte und ihr Assistenzpersonal mussten dabei nicht nur erst den richtigen Einsatz der neuen Medizingerätetechnik erlernen, sondern sich darüber hinaus in die ständige Optimierung der vorhandenen, durchaus verbesserungsbedürftigen technischen Ausrüstung wirkungsvoll einbringen. Alles war Neuland. Der weite Weg vom Nachweis der prinzipiellen Machbarkeit bis zur Etablierung in der chirurgischen Routineversorgung musste erst noch bewältigt werden.

Im nationalen und internationalen Rahmen nahm die chirurgische Klinik des Klinikums rechts der Isar der TU München schon sehr früh eine Vorreiterrolle bei der Einführung der minimal-invasiven Chirurgie ein. Eine kleine Gruppe hochmotivierter junger Chirurgen hatte das Potential dieser neuen Operationstechnik schon früh erkannt und bemühte sich nun, die medizinischen und technischen Voraussetzungen für den Erfolg zu schaffen.

Dabei gingen sie davon aus, dass nicht nur die Leistungsfähigkeit der Peripheriegeräte (z. B. Visualisierungstechnik) verbessert und spezielle Operationsinstrumente entwickelt werden mussten, sondern eine Gesamtintegration aller Ansätze erforderlich war. Der Operationssaal von früher sollte für die minimalinvasive Chirurgie durch eine spezialisierte „OP-Umgebung“ abgelöst werden.

Obwohl das Konzept auch aus heutiger Sicht gut durchdacht und zukunftsweisend war und mehr noch die Basis eines völlig neuen, datengetriebenen Ansatzes für die Chirurgie und für Automatisierungskonzepte legte, fiel es anfangs außerordentlich schwer, die für die Umsetzung notwendigen Ressourcen einzuwerben. Noch Mitte der 90er Jahre wurden alle eingereichten Projektanträge abgelehnt, das eine Mal wegen eines vermeintlich zu geringen Anteils an Grundlagenforschung, das andere Mal wegen einer zu visionären Zielsetzung. Fast schien es so, als müsste der ambitionierte Ansatz aufgeben werden, u. a. auch wegen einer Finanzierungslücke im Bereich der Interdisziplinarität. Für die aktive Kooperation zwischen Grundlagen- und Ingenieurwissenschaften waren etliche Personalstellen nötig, die unmöglich aus dem Budget der Klinik zu finanzieren waren. Darüber hinaus waren auch kostspielige Apparate und Geräte anzuschaffen.

Der entscheidende Hinweis auf die damals noch junge Bayerische Forschungsstiftung kam von dem neugegründeten Forum MedTech Pharma. Bemerkenswerterweise konnten Forschungsprojekte von der Forschungsstiftung nur gefördert werden, wenn ein entwicklungsaktiver Industriepartner maßgeblich miteinbezogen wurde und sich auch bereit erklärte, einen Teil der Kosten zu übernehmen. Das kam wie gerufen, denn die Zusammenarbeit mit einschlägigen Firmen der Medizintechnik war von Anfang an angedacht worden und konnte somit planvoll fortgesetzt werden.

Die erste Version des Förderantrags „Entwicklung eines integrierten, interdisziplinären gastroenterologisch-chirurgischen Arbeitsplatzes“ wurde der Stiftung im Juni 1998 vorgelegt. Nach Abschluss der Begutachtung und Besprechung einiger Modifikationen konnte nach erfolgreicher Bewilligung bereits im Januar des Folgejahres die Projektarbeit aufgenommen werden. Rasch führte die nun mögliche Ausweitung der Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dazu, dass der Forschungsgruppe dezidierte Räumlichkeiten seitens der medizinischen Fakultät zugewiesen wurden. Im September 1999 erfolgte dann die offizielle Gründung des Instituts für Minimalinvasive interdisziplinäre Therapeutische Intervention (MITI) und zudem der revolutionäre Schritt, über die verfügbaren Gelder einen eigenen Medizintechniker zu beschäftigen.

Alle Ziele dieses ersten Förderprojekts konnten erreicht werden. Nach dessen Ablauf wurden die Arbeitsergebnisse einer begeisterten Kommission vor Ort präsentiert. Der Abschluss des Projektes war gleichzeitig der Beginn eines breit aufgestellten medizintechnischen Forschungsbereichs, der über das Klinikum und die TUM

hinaus vergleichbare Formierungen stimulierte. Durch den Erfolg dieses ersten Projektes hatte die Forschungsgruppe entscheidend an Bedeutung gewonnen, so dass nun zahlreiche weitere Neuanträge erfolgreich auch bei anderen Förderinstituten (z. B. EU, DFG, BMBF, Stiftungen usw.) platziert werden konnten.

Die enge Beziehung zur Bayerischen Forschungsstiftung blieb aber bestehen und war immer wieder die Grundlage für wesentliche wissenschaftliche Errungenschaften. So gelang auf Basis des ersten Projektes und auf der Erkenntnis, dass der Operationsaal und die enthaltenen Geräte eine wesentliche Informationsquelle darstellen, erstmalig die digitale Erfassung chirurgischer Operationen und die Grundsteinlegung für das Prinzip der Workflow-Analyse. Das Verfahren, das die Grundlage der chirurgischen Datenwissenschaften darstellt und auch einen wesentlichen Stimulus für KI-Anwendungen in der Chirurgie gab, konnte dank erneuter Unterstützung durch die Forschungsstiftung in Form der sensorgestützten kognitiven OP-Umgebung IVAP 2025 weiter etabliert werden.



Abbildung: Abschlusstreffen zu dem von der Bayerischen Forschungsstiftung geförderten Vorhaben „AURORA – Selbstfahrendes robotisches Assistenzsystem für den Operationsaal“. Ganz links im Bild Prof. Dr. Dirk Wilhelm, Chirurgische Klinik und Poliklinik des Klinikums rechts der Isar; von der Forschungsstiftung Präsident Prof. Dr. Dr. h.c. (NAS RA) Arndt Bode und Geschäftsführer Dr. Christian Haslbeck, 5. bzw. 6. von links; im Vordergrund das Assistenzsystem AURORA. Bild: Forschungsgruppe MITI

IVAP 2025 bildete aber nicht nur die Basis für Automatisierungsansätze zur Entlastung des Personals, sondern diente auch als unterstützende Infrastruktur für die Einbindung autonomer Robotik-Systeme. Und erneut konnte das MITI hierbei auf die Innovationfreude und Weitsicht der Forschungsstiftung bauen, die mit dem Projekt AURORA einen wesentlichen Meilenstein in der Historie des MITI finanziell unterstützte. Nicht zuletzt aufgrund der kontinuierlichen Unterstützung konnte das MITI ein hohes Maß auch an internationaler Wahrnehmung erwerben. Das Format der Forschungsstiftung, das eine enge Kooperation zwischen Industrie und Wissenschaft vorsieht, kann als wegweisend angesehen werden und wurde durch die vom MITI entwickelte Idee des „Surgineerings“ als eine neuartige Kultur der Zusammenarbeit von Entwicklungsingenieuren und aktiv tätigen Chirurgen und Chirurgen weiterentwickelt. Der Ansatz des Surgineerings gilt heute weltweit als Vorbild für eine möglichst effiziente Kollaboration zur Optimierung von F&E-Abläufen in der chirurgischen Medizintechnik.

Parallel dazu wurde die Forschungsinfrastruktur am Klinikum rechts der Isar der TU München kontinuierlich ausgebaut und mündete in die Gründung des Zentrums für klinische Robotik als Erweiterung des ursprünglichen MITI. Wenn das MITI – Zentrum für klinische Robotik im Herbst 2024 sein 25-jähriges Bestehen begeht

und in dieser Zeit zu einem geschätzten Partner der natur- und ingenieurwissenschaftlichen Disziplinen und auch der entwicklungsaktiven medizintechnischen Industrie geworden ist, ist dies nicht zuletzt der „Initialzündung“ durch das erste bewilligte Förderprojekt seitens der Bayerischen Forschungsstiftung und der danach immer wieder geleisteten Unterstützung zu verdanken. In der heutigen Förderlandschaft zeichnet sich die Forschungsstiftung durch eine hohe Flexibilität, die besonders gute Kenntnis der Gegebenheiten bei den jeweiligen Antragstellern und eine schnelle Entscheidungsfindung aus. Nicht selten wird von nichtbayerischen Wissenschaftskollegen nicht zu Unrecht zum Ausdruck gebracht, wie sehr man uns um diese Art der Forschungsförderung beneidet.

Prof. Dr. Hubertus Feußner/Prof. Dr. Dirk Wilhelm,
Chirurgische Klinik und Poliklinik des Klinikums
rechts der Isar

MITI, Technische Universität München
Trogerstraße 10
81675 München
web.med.tum.de/miti/startseite

Fränkische Siliziumcarbid-Wafer für die Welt Wie aus einem Spin-off ein Global Player mit einer grünen Schlüsseltechnologie wurde.

Sichtlich beeindruckt betrachten der Präsident der Bayerischen Forschungsstiftung, Professor Arndt Bode, sowie Stiftungsgeschäftsführer Dr. Christian Haslbeck die tellergroße, hauchdünne Scheibe aus einkristallinem Siliziumcarbid (SiC). Bei einem Treffen in Nürnberg bei der SiCrystal GmbH mit CEO Dr. Robert Eckstein und Mitarbeitern lässt man neben einem Blick in die Zukunft auch die Vergangenheit Revue passieren. Was viele nicht mehr wissen: Die Forschungsstiftung hat gerade zu Anfangszeiten der SiCrystal GmbH diese mit vielen F&E-Projektförderungen unterstützt, zu einer Zeit, in der die SiC-Technologie noch in den Kinderschuhen steckte und aufgrund hoher Produktionskosten für breite Anwendungen gemie-

den wurde. Heute werden SiC-Wafer der SiCrystal, dem einzigen Produzenten in Deutschland, förmlich aus den Händen gerissen. Ein atemberaubendes Wachstum hat die SiCrystal in kürzester Zeit zu einem der weltgrößten Hersteller von SiC-Substraten werden lassen.

SiC besteht aus Silizium und Kohlenstoff, welche beide zu den häufigsten Elementen der Erde gehören. Ihre chemische Verbindung zu SiC ist in der Natur jedoch äußerst selten. Nur unter extremen Bedingungen, bei hoher Temperatur und gleichzeitigem Ausschluss von Sauerstoff können SiC-Kristalle gebildet werden. Dieses besondere Material hat ähnliche Eigenschaften wie Diamant – es ist



Abbildung: Firmenbesuch bei SiCrystal. CEO Dr. Robert Eckstein (rechts im Bild) präsentiert den Gästen der Bayerischen Forschungsstiftung (Präsident Prof. Dr. Dr. h.c. (NAS RA) Arndt Bode und Geschäftsführer Dr. Christian Haslbeck, 2. bzw. 3. von rechts) ein Modell des aktuellen 200 mm 4H-SiC-Wafers. Links im Bild: Dr. Michael Vogel, Leiter der Forschung bei SiCrystal.

eines der leichtesten und härtesten keramischen Materialien und verfügt über eine sehr hohe Wärmeleitfähigkeit, Widerstandsfähigkeit gegen Säuren und eine geringe Wärmeausdehnung. Hinzu kommen die außergewöhnlichen elektrischen Eigenschaften, die das Material besonders in der 4H-Einkristall-Struktur kennzeichnen.

Auf 4H-SiC-Einkristall-Wafern können Hochleistungs-Halbleiterbauelemente erzeugt werden, welche deutlich effizienter, kleiner und leichter sind, als ihre Pendanten basierend auf klassischem Silizium. SiC-Bauelemente können höheren Spannungen standhalten, haben einen geringeren spezifischen Widerstand und können bei höheren Temperaturen eingesetzt werden. Somit ist SiC eine Schlüsseltechnologie für die globale Transformation der Energiewirtschaft und der Mobilität, da sie Elektroautos mit höherer Reichweite und kürzeren Ladezeiten sowie die hocheffiziente Stromumwandlung bei der Erzeugung von Ökostrom ermöglicht.

Allerdings ist die Herstellung dieser 4H-SiC-Einkristall-Wafer sehr aufwendig und energieintensiv. Allein die

Kristallzüchtung nimmt mehrere Tage in Anspruch und benötigt immense Mengen an Strom, um präzise Temperaturprofile von über 2.000 °C zu erzeugen. Schon geringe Störungen des Wachstumsprozesses führen zu Kristalldefekten, sodass die Ausbeute bislang ein großer Kostenhebel ist. Auf die Kristallzüchtung folgen zahlreiche Schleif-, Trenn- und Polierprozesse sowie die Charakterisierung, um schließlich hochwertige SiC-Wafer als Produkt anbieten zu können. Aufgrund des schwierigen Kristallzüchtungsprozesses und der aufwendigen Verarbeitung des sehr harten Materials ist die Erzeugung von SiC-Wafern deutlich teurer als die klassische Siliziumtechnologie. Daher lohnt sich aktuell die SiC-Technologie nur im Falle hochleistungselektronischer Anwendungen, in denen der Mehraufwand an Kosten und Energie durch die Anwendung gefordert wird oder sich in wenigen Monaten amortisiert.

Als die SiCrystal AG 1997 auf Basis der vorbereitenden Forschungen am Lehrstuhl für Werkstoffwissenschaften der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg gegründet wurde und sich in dem kleinen Eschenfelden

in der Oberpfalz, östlich von Nürnberg niederließ, waren die ehemaligen Mitarbeiter des Erlanger Lehrstuhls Dr. Robert Eckstein, Dr. Erwin Schmitt und Dr. Arnd-Dietrich Weber die ersten Beschäftigten des neuen Unternehmens. Schon damals galt SiC als aussichtsreiches Material für Halbleiteranwendungen, doch die Wafer waren mit typischerweise 35 mm Durchmesser zu klein bei zu schlechter Qualität und zu hohem Preis. Lediglich für optoelektronische Anwendungen waren Kunden zu gewinnen. Auch nach dem Einstieg von Siemens bei der damaligen SiCrystal AG und dem Umzug nach Erlangen im Jahr 2000 schien die Anwendungsperspektive „Leistungshalbleiter“ in weiter Ferne. Neben einem Liefervertrag für die LED-Produktion von OSRAM waren zu dieser Zeit insbesondere F&E-Projekte, gefördert durch die Bayerische Forschungsförderung, ein wichtiges Standbein für die ca. 60 Beschäftigten der SiCrystal. In dieser intensiven Forschungszeit von 2000 bis 2009 wurde im Rahmen von fünf Forschungsstiftungs-Projekten die Herstellung verschiedener besonderer kristalliner Materialien erforscht, wie z. B. Aluminium- und Galliumnitrid und v. a. SiC.

Eine wegweisende Veränderung fand schließlich 2009 statt. Der japanische Halbleiter-Konzern ROHM Semiconductor, bis dahin Kunde der SiCrystal für die ersten 4H-SiC-Wafer, übernahm die SiCrystal AG. Von da an wurde die Anwendungsperspektive „Leistungshalbleiter“ und die Spezialisierung auf die Entwicklung und Produktion von 4H-SiC-Wafern festgelegt. Es folgte der Umzug nach Nürnberg auf das Gelände des ehemaligen Fernmeldeamts im Nordostpark, dessen Gebäude mit einer Geschossfläche von mehreren 10.000 m² ausreichend Platz für die zukünftige Expansion bietet. „Diese Veränderung war aus heutiger Sicht ein Segen für die SiCrystal, auch wenn die doch frühe Spezialisierung nicht ganz ohne Risiko war“, sagt Dr. Eckstein. „Wir haben uns hier von unserem Glauben an unser Produkt leiten lassen. Wir waren überzeugt, dass die Anwendung von SiC in der Leistungselektronik den Weltmarkt erschließen und eine enorme Bedeutung für die Transformation der weltweiten Energiewirtschaft darstellen wird.“ Das Ziel, durch ein innovatives Produkt einen signifikanten Beitrag zur weltweiten Reduktion fossiler CO₂-Emissionen zu leisten, ist seitdem ein wesentlicher Bestandteil der Corporate Identity der SiCrystal.

Allerdings lief das Geschäft lange Zeit schleppend. Das erste Produkt, der 100 mm 4H-SiC-Wafer, fristete auch noch Jahre nach der Übernahme ein Schattendasein. Erst mit dem neuen, konkurrenzfähigeren Produkt, dem 150 mm 4H-SiC-Wafer, und dem beginnenden Boom der

Elektromobilität im Jahr 2016 stiegen die Umsätze rasant mit zweistelligen Wachstumsraten. Die Belegschaft vervielfachte sich zwischen 2016 und 2023 von ca. 75 auf über 350 Beschäftigte, während die Umsätze von unter 10 Mio. € auf aktuell deutlich über 100 Mio. € stiegen. Aktuell gehört die SiCrystal, die mittlerweile eine GmbH ist, zu den weltweit führenden Produzenten von 4H-SiC-Wafern.

In dieser außerordentlichen Wachstumsphase profitiert die SiCrystal von äußerst hohen Investitionen des Mutterkonzerns ROHM am Standort Nürnberg. Bis zum Jahr 2026 soll der Vollausbau des Standortes abgeschlossen sein und pro Jahr viele 100.000 Wafer produziert werden. Hierfür sind auch weitere ca. 150 qualifizierte Beschäftigte dringend notwendig, die helfen das Wachstum zu bewältigen, die komplexen Technologien weiterzuentwickeln sowie die z. T. hochautomatisierten Produktionslinien am zu Laufen halten. Parallel zur Erweiterung der Produktion in Nürnberg wird zur Erhöhung der Produktionskapazität, aber auch zur Absicherung der Lieferfähigkeit ein zweites Werk an einem neuen ROHM-Standort in Japan aufgebaut. Diese geballte Erweiterung der Kapazitäten geht mit der Entwicklung des neuesten Produkts, des 200 mm-Wafers, einher. Durch die Vergrößerung der Wafer-Fläche um etwa den Faktor 2 erwartet die globale SiC-Industrie einen weiteren Schub der Produktionseffizienz von SiC-Halbleiterbauelementen, da erheblich mehr Halbleiterchips pro Scheibe möglich sind.

Glaubt man den aktuellen Prognosen, sind die Wachstumsaussichten für die kommenden Jahre immens. Gleichzeitig werden über mehrere Jahre noch Engpässe bei der Verfügbarkeit von hochwertigen SiC-Wafern prognostiziert. Das sind gute Nachrichten für die SiCrystal. Allerdings investiert auch die globale Konkurrenz massiv in neue Produktionskapazitäten. Es ist absehbar, dass die derzeitige Sondersituation mit starker Übernachfrage auf dem Markt für SiC-Wafer irgendwann enden wird. Somit stehen bei der SiCrystal zahlreiche Themen auf der Agenda, um die Zukunft des Unternehmens durch Innovationskraft und Investitionen in den Standort zu sichern.

Dr. Thomas Stichel, SiCrystal

SiCrystal GmbH
Thurn-und-Taxis-Straße 20
90411 Nürnberg
www.sicrystal.de

In Bayern zuhause – für Patienten weltweit

Wie ein bayerisches Unternehmen im Bereich Radiopharmazeutika zum Hoffnungsträger für Krebspatienten wurde.

ITM ist ein führendes Biotech-Unternehmen, das sich der Entwicklung neuer therapeutischer und diagnostischer Radioisotop-Anwendungen in der Präzisionsonkologie verschrieben hat, um die klinischen Ergebnisse sowie die Lebensqualität von Krebspatienten zu verbessern.

Das Unternehmen wurde 2004 im Umfeld der Technischen Universität München (TUM) auf dem Forschungscampus in Garching gegründet, wobei das dortige Industrie- und Anwenderzentrum als Inkubator diente und die enge Kooperation mit dem Institut für Radiochemie sowie dem Forschungsreaktor FRM-II (Forschungs-Neutronenquelle Heinz Maier-Leibnitz) zentral für erste Entwicklungen waren.

ITM arbeitet auch weiterhin eng mit der TUM zusammen, wobei das erfolgreichste Kollaborationsprojekt die 2010 gestartete Entwicklung des Herstellungsprozesses für ITMs hochreines β -emittierendes Radioisotop n.c.a. (non-carrier-added) Lutetium-177 (n.c.a. ^{177}Lu) ist. Erfolgsfaktoren für das Gelingen dieses Projekts waren die radiochemische Expertise des Instituts für Radiochemie, die Bestahlungsmöglichkeiten am FRM-II sowie die finanzielle Förderung durch die Bayerische Forschungstiftung. Die Besonderheit dieses Produktionsverfahrens ist, dass hierdurch eine sehr hohe Reinheit und hohe Ausbeuten von n.c.a. ^{177}Lu erzielt werden können. Die hohe chemische Reinheit ist eine wichtige Voraussetzung für die therapeutische Anwendung am Menschen, z. B. in Form einer zielgerichteten Radionuklidtherapie bei schwer behandelbaren Tumorarten. Hierbei wird das therapeutische Radioisotop mit einem krebspezifischen zielgerichteten Molekül kombiniert, um das Radioisotop spezifisch an den Tumorzellen anzureichern, die dann durch die ionisierende Strahlung zerstört werden. Die aufwändige Herstellung über die Bestahlung des Isotops Ytterbium-176 (Yb-176) u. a. am FRM-II erzeugt eine hohe Reinheit von n.c.a. ^{177}Lu . Dies bedeutet, dass, verglichen mit c.a. (carrier-added) ^{177}Lu , keine langlebigen Nebenprodukte ($^{177\text{m}}\text{Lu}$) entstehen, wodurch ein kostenintensives klinisches Abfallmanagement vermieden wird.

ITM hat seine Herstellungsverfahren für medizinische Radioisotope über die Jahre weiterentwickelt und ist seit mehr als einem Jahrzehnt unangefochtener globaler Marktführer in diesem Segment. Um mit der enormen Nachfrage im expandierenden Nuklearmedizin-Sektor nach diesen Kernkomponenten Schritt zu halten, hat ITM einen hohen zweistelligen Millionenbetrag in ein neues Werk, NOVA, in Neufahrn bei Freising investiert. NOVA wurde im Juni 2023 eingeweiht und ist aktuell der weltweit größte Standort für die nach den Grundsätzen und Leitlinien der Guten Herstellungspraxis (GMP) zertifizierte Herstellung von n.c.a. ^{177}Lu , welches unter dem Namen EndolucinBeta® die Marktzulassung für die EU sowie ein aktives US „Drug Master File“ (DMF) hat. Durch die günstige Lage nahe des Münchner Flughafens und dem Einsatz neuester Produktionstechniken ist das ITM-Werk ideal positioniert, um federführend zur weltweiten Versorgung mit erstklassigen medizinischen Radioisotopen beizutragen.

Nach dem initialen Projekt zur Herstellung von n.c.a. ^{177}Lu hat ITM 2014 ein weiteres erfolgreiches Projekt mit Unterstützung der Bayerischen Forschungstiftung durchgeführt. Hierbei kollaborierte das Unternehmen mit dem Institut für Werkzeugmaschinen und Betriebswissenschaften der TUM (iwb) zur Entwicklung der Herstellung von Gallium-68 (^{68}Ga)-Generatoren. ^{68}Ga ist ein kurzlebiges diagnostisches Positronenemittierendes Radioisotop, das ein effektives Werkzeug für die präzise Lokalisierung von Tumoren und die Bestimmung des Krankheitsstadiums darstellt. Hierfür wird, ähnlich wie bei der oben beschriebenen zielgerichteten Radionuklidtherapie, ein krebsspezifisches Molekül mit dem diagnostischen Radioisotop gekoppelt, um es an den Tumorzellen anzureichern. Die Photonenstrahlung wird anschließend in einem speziellen Scan-Verfahren (Positron Emission Tomography, „PET“) sichtbar gemacht, wodurch der Tumor sehr genau geortet werden kann. Durch seine kurze Halbwertszeit von einer guten Stunde muss ^{68}Ga idealerweise vor Ort an der Klinik, in der die Diagnose durchgeführt wird, synthetisiert werden. Der von ITM entwickelte ^{68}Ga -Generator, GeGant®,



Abbildung: Beschäftigte von ITM bei der Arbeit an Prozesszellen.

bietet hierfür eine ideale, sichere und leicht handhabbare Lösung. Er befindet sich in Europa derzeit in der Zulassung und hat in den USA von der FDA ein „Drug Master File“ ausgestellt bekommen.

Das neueste Kooperationsprojekt von ITM, FORActinium, das ab 2021 von der Bayerischen Forschungstiftung gefördert wurde, fokussierte sich auf die pharmazeutische Herstellung des Radioisotops Actinium-225 (^{225}Ac), einem seltenen α -Strahler mit vielversprechendem Potenzial für die Anwendung in der Präzisionsonkologie. Bisher kann ^{225}Ac nicht in ausreichenden Mengen und in pharmazeutischer Qualität hergestellt werden. Dem Durchbruch der zielgerichteten Alpha-Therapie steht daher hauptsächlich die fehlende Verfügbarkeit von ^{225}Ac in ausreichenden Mengen und in der nötigen Reinheit und Qualität im Weg. Ein Meilenstein hin zu diesem Ziel ist unter anderem auch die 2023 geschlossene internationale Kollaboration mit Canadian Nuclear Laboratories (CNL) zur Gründung von Actineer™ Inc., einem neuen Joint Venture der beiden Partner für die industrielle, GMP-konforme Produktion von ^{225}Ac .

ITM will dazu beitragen, die Verfügbarkeit und klinische Erfolgsrate bestehender Krebstherapien zu verbessern

sowie neue Behandlungsmöglichkeiten, insbesondere für Patientinnen und Patienten mit ansonsten nur begrenzten Therapieoptionen, zu erschließen. Hierfür arbeitet das Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette von Radiopharmazeutika: von der Radionuklidherstellung über die Entwicklung neuer Therapieformen bis hin zu deren Erprobung in klinischen Studien.

Auch in Zukunft will ITM sein Pharmazeutika-Portfolio und die Produktionskapazitäten weiter ausbauen und investiert dafür in industrielle und klinische Partnerschaften, Standorte sowie Lizenzvereinbarungen für zusätzliche Produktmodalitäten. Mit dieser breit gefächerten Strategie ist ITM gut aufgestellt, seine Mission zu erfüllen, so vielen Krebspatienten wie möglich weltweit Zugang zu vielversprechenden radiopharmazeutischen Behandlungen zu ermöglichen.

ITM

ITM Isotope Technologies Munich SE
 Walther-von-Dyck-Straße 4
 85748 Garching
www.itm-radiopharma.com



Neue Forschungsverbünde, neue Projekte und neue Kleinprojekte

NEUE FORSCHUNGSVERBÜNDE

LIFE SCIENCES

Nahtlose und ergonomische Integration der Robotik in den klinischen Arbeitsablauf – ForNeRo 22

PROZESS- UND PRODUKTIONSTECHNIK

Soziale Fähigkeiten für automatisierte Systeme und Roboter – FORSocialRobots 24

Intelligente Fertigungsprozesse & Closed-Loop-Produktion – FORinFPRO 26

NEUE PROJEKTE

LIFE SCIENCES

AI-basiertes SMART-Mikroskop für die Augenchirurgie 28

Vielseitige Selektionsplattform für bispezifische Antikörper 29

Hopfen-Pan-Genom – PANHOP 30

Giga-CT 31

Smart Wound Dressing incorporating DYe-based Sensors Monitoring von O₂, pH und CO₂ unter dem Wundverband und smarte Algorithmen zur Beurteilung des Wundheilungsverlaufes – SWODDYS 32

Entwicklung spezifischer und potenter Gensubstitutionstherapien zur Behandlung neurodegenerativer Erkrankungen 33

Entwicklung eines neuartigen Bedside-Sepsis-Schnelltest-Diagnosesystems – BES²D 34

INFORMATIONEN- UND KOMMUNIKATIONS- TECHNOLOGIEN

Digitaler Zwilling eines KI-basierten optischen Inspektionssystems am Beispiel einer hochflexiblen Qualitätsprüfung in der industriellen Produktion – opTWINspect 35

MIKROSYSTEMTECHNIK

Aufbau eines Multi-Emitter-Röntgen-Arrays auf Basis von Feld-Emissions-Kathoden zur Steigerung der Röntgen-Intensität – MERA-Lux 36

Extrem Rauscharmer Opto-Elektronischer Mikrowellengenerator – EROM 37

ENERGIE UND UMWELT

KI-basierte Charakterisierung und Klassifizierung von PV-Anlagen zur prädiktiven Wartung – Kick-PV 38

Reinforcement Learning basiertes Lastmanagement zur Flexibilisierung von Wohnheimen – ReLLFloW 39

MECHATRONIK

Smart Soil Compaction Devices – SOLID 40



Lernende prädiktive Wartung von vernetzten Geräteflotten – präFlott	41
Planning-informed Perception & Perception-informed Planning – PIP ²	42
Entwicklung einer Intelligenten und Automatisierten Additiven Fertigung von Sandkernen für die Gießereiindustrie – EnIAAF	43
Elektrisch relevante Oberflächenrauheit – RELEVANT	44
Performance of Deviated Rolling Bearings – Vorhersage funktionaler Eigenschaften von abweichungsbehafteten Wälzlagern durch maschinelles Lernen – PEDRO	45
Duale Roboter-CT für die Digitalisierung großer industrieller Objekte – XLRoboCT	46
Untersuchung des Tresteraufschlusses in der Zentrifugation über Experiment und Simulation mit neuartiger Schneckengeometrie zur Steigerung der Ausbeute – Opti-Zent	47
Microfluid Controlling for Biochemical Processing in Thermocyclers – BioPro	48
Next Best Process: Systeme zur automatisierten Prozessverbesserung	49
Auslegung und Lebensdauersteigerung der Kronenradverzahnung im Getriebeumfeld – KAULiG	50

PROZESS- UND
 PRODUKTIONSTECHNIK

NEUE KLEINPROJEKTE

Evaluierung des Wachsausschmelzverfahrens zur Herstellung von HF-Komponenten – HF-Guss	51
Fluor-freies Opalglas auf Basis von Kalk-Natron-Silikatglas – OpalFluorFrei	52
Optische Drucksensoren auf Basis polymerer planarer Bragg-Gitter – Druck-PPBG	53
Deflectometric Metrology of Asphere Decentring – DOMAD	54
Entwicklung eines Mikrowellenplasma-Verfahrens für das Blähen von Glaspulvern zu Mikrohohlglaskugeln zur Substitution fossiler Energieträger – PlasmaGlassBead	55

MATERIALWISSENSCHAFT

PROZESS- UND
 PRODUKTIONSTECHNIK

Forschungsverbund

Nahtlose und ergonomische Integration der Robotik in den klinischen Arbeitsablauf – ForNeRo

KOORDINATION

Technische Universität München
Lehrstuhl für Ergonomie
Boltzmannstraße 15
85747 Garching

PROJEKTPARTNER

Technische Universität München
Lehrstuhl für Anwendungen in der
Medizin

Technische Universität München
Klinikum rechts der Isar
– Klinik und Poliklinik für Augenheilkunde, Medical Autonomy and Precision Surgery (MAPS)
– Forschungsgruppe für minimal-invasive interdisziplinäre therapeutische Intervention (MITI)/Zentrum für Medizinische Robotik und Maschinelle Intelligenz (MRMI)

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), Institut für Robotik und Mechatronik

Universität Erlangen-Nürnberg,
Artificial Intelligence in Biomedical Engineering, Health Robotics & Automation Laboratory



Abbildung 1: Roboterassistierte Laparoskopie an einem Phantom.

Mit der Einführung von Roboterassistenzsystemen in die klinischen Arbeitsabläufe steigt die technische, soziale und organisatorische Komplexität der Prozeduren erheblich. Das Projekt ForNeRo strebt die Integration der Systeme an, unter Berücksichtigung der Bedürfnisse und Kapazitäten des OP-Personals, um diese maßgeblich zu verbessern.

Das Bereitstellen robotischer Assistenzsysteme (RAS) führt zu signifikanten Verzögerungen in den klinischen Arbeitsabläufen, die gerade bei kurzen Prozeduren die Anwendung limitieren. Die RAS-Platzierung am Menschen hat einen signifikanten Einfluss auf die spätere Performanz. Sie muss sowohl die Patientenanatomie als auch den Arbeitsraum des Systems berücksichtigen. Um die Vorteile eines RAS wirkungsvoll nutzen zu können, ist ein abgestimmtes Zusammenspiel von Mensch und Technik unabdingbar. Individuelle Operationsplanung unter Berücksichtigung von patientenindividuellen Parametern sowie Bildgebung, Dokumentation und Integration in die OP-Umgebung müssen eng verzahnt werden. Traditionelle Arbeitsabläufe und Prozesse sind bislang nicht oder nur auf Kosten des OP-Personals und der Prozesseffizienz an die Nutzung von RAS angepasst. Eine umfassende Überarbeitung und Anpassung an die neue Technologie ist notwendig. Wie Studien zeigen, birgt die



Abbildung 2: Roboterassistierte Augenchirurgie an einem Augenmodell.

PROJEKTPARTNER

ImFusion GmbH

AKTORmed GmbH

ITK Engineering GmbH

Custom Surgical GmbH

KARL STORZ VentureONE
Germany GmbH

fehlende Integration einerseits ein erhöhtes Risiko chirurgischer Fehler und damit vermeidbare Risiken für Patienten; andererseits verursacht dies längere Operations- und Prozesszeiten mit der Folge höherer Behandlungskosten im Vergleich zu konventionellen OP-Methoden.

Trotz zahlreicher potenzieller Vorteile sind robotische Anwendungen in der medizinischen Intervention und Bildgebung aktuell auf wenige und komplexe Fälle beschränkt, in manchen Bereichen werden sie gar nicht eingesetzt. Um RAS in den Kliniken nutzerzentriert, ökonomisch und klinisch relevant zu etablieren und damit die Patientenversorgung weiter zu verbessern, müssen diese vor allem besser integriert werden.

Der Forschungsverbund hat erhebliche Verbesserungen in allen genannten Aspekten zum Ziel. Hierzu dienen die im Verbund vorhandenen, herausragenden Expertisen hinsichtlich der Umsetzung ergonomischer Prinzipien der klinisch zentrierten Realisierung von nutzerzentrierten Simulationen, Augmented-Reality-Anwendungen und Nutzerschnittstellen. Die aufgeführten Ansätze stellen Schlüsseltechnologien für die zukünftige robotische Chirurgie und die digitale Medizin dar. Nur durch die enge Verzahnung dieser Kompetenzen mit den Anwendern aus der Klinik (Ärzteteam, Pflege, Technische Assistenz) und durch die Einbindung kompetenter industrieller Partner aus Bayern kann dieses Ziel erreicht werden. ForNeRo bringt junge aufstrebende Startups mit führenden Unternehmen im Bereich der Gesundheitstechnologien zusammen und ermöglicht eine Plattform zur Translation der Forschungsarbeiten bayerischer Universitäten in einen stark wachsenden, hochtechnologischen Markt.

Forschungsverbund

Soziale Fähigkeiten für automatisierte Systeme und Roboter – FORSocialRobots

KOORDINATION

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

PROJEKTPARTNER

Universität Erlangen-Nürnberg
– Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik
– Lehrstuhl für Psychologie im
Arbeitsleben

Fraunhofer-Gesellschaft
– Fraunhofer-Institut für Gießerei-,
Composite- und Verarbeitungstechnik
IGCV, Wissenschaftsbereich
Verarbeitungstechnik
– Fraunhofer-Institut für Integrierte
Schaltungen IIS, Bereich Smart Sensing
and Electronics

Universität Augsburg
– Lehrstuhl für Menschzentrierte
Künstliche Intelligenz
– Lehrstuhl für Produktionsinformatik



Abbildung 1: Ein sozialer Roboter ist aufgrund seiner Art der Kommunikation und Interaktion sozial – nicht allein aufgrund seines Aussehens.

Roboter, die uns im täglichen Leben humorvoll und kompetent unterstützen, sind der Inbegriff vieler Zukunftsvisionen. Obwohl technische Fähigkeiten bereits eine Zusammenarbeit ermöglichen, sind die sozialen Komponenten noch relativ unerforscht. Ziel des Forschungsverbundes ist es daher, soziale Fähigkeiten für Roboter zu untersuchen und zu verbessern.

Die Robotik ist in verschiedenen Anwendungsdomänen eine Schlüsseltechnologie für Wertschöpfung und verbesserte Arbeitsbedingungen, zum Beispiel in der Industrie, in Dienstleistungen, in der Medizin und in der Pflege. Die schlüssige Erweiterung dieses Forschungsfeldes ist die sogenannte „soziale Robotik“. Sie zeichnet sich dadurch aus, dass Roboter – zusätzlich zu ihrem technischen Funktionsumfang – zu einer an die jeweilige Situation angepassten sozialen Kommunikation und Interaktion mit dem Menschen fähig sind. Dies kann viele Formen annehmen und betrifft nicht nur eine Unterhaltung zwischen Roboter und Mensch. Zum Beispiel könnte ein sozialer Roboter, der in einer Fertigungshalle Bauteile transportiert, mittels seiner sozialen Fähigkeiten erkennen, ob ein Mitarbeiter, an dem er vorbeifahren muss, unsicher ist, wie der Roboter auf ihn reagieren wird. Indem der Roboter dem Mitarbeiter signalisiert, dass er ihn erkannt hat und ihm jetzt ausweichen wird, kann der Mitarbeiter entsprechend handeln.

Ungelöste Herausforderungen im Bereich der sozialen Robotik liegen derzeit in der Gestaltung einer akzeptierten und ganzheitlichen autonomen sozialen Kom-



Abbildung 2: Roboter können unterschiedlich aussehen und verschiedenste Tätigkeiten erfüllen, so auch das Messen radioaktiver Strahlungen.

munikation und Interaktion zwischen Roboter und Mensch. Hier muss sichergestellt werden, dass diese so natürlich wie möglich erfolgt, um nicht angsteinflößend auf den Menschen zu wirken. Die Komplexität einer solchen sozialen Kommunikation und Interaktion stellt eine Herausforderung für die technische Umsetzung dar. Zudem entstehen hohe Kosten durch die Anpassung eines sozialen Verhaltens auf unterschiedliche Einsatzszenarien und für unterschiedliche Roboter. Denn derzeit können existierende soziale Verhaltensweisen eines Roboters nicht einfach auf einen anderen Roboter übertragen werden.

Die Vision des Konsortiums in FORSocialRobots besteht darin, dass Mensch und Roboter gemeinsam in flexiblen Teams in allen Bereichen des täglichen Lebens zielführend zusammenarbeiten und neue Roboterapplikationen in kürzester Zeit realisiert werden können. Das Projektkonsortium setzt sich aus sechs wissenschaftlichen, 15 industriellen und sechs assoziierten Partnern zusammen. Der Fokus liegt auf sechs relevanten Anwendungsfeldern (Inspektion, Logistik, Produktion, Service, Seniorenheim und Demenzzentrum) und fünf wissenschaftlichen Teilprojekten (Architektur sozialer Fähigkeiten, sozial situative Kommunikation, sozial adaptive und proaktive Interaktion, Simulation und Validierung sozial kognitiver Roboter im Digitalen Zwilling und Mensch-Roboter-Interaktion im Arbeitskontext). Hier soll der Forschungsverbund einen entscheidenden Beitrag zur Verbesserung der sozialen Fähigkeiten von Robotern leisten und damit deren Wirksamkeit und Akzeptanz bei den potenziellen Nutzern steigern sowie völlig neue technische Entwicklungen unterstützen.

PROJEKTPARTNER

Astrum IT GmbH

audEERING GmbH

BioID GmbH

Blank Hotel GmbH („Das Hürner“)

Framatome GmbH

Sozialstiftung Bamberg Altenhilfe gGmbH

IFOHRA GmbH

Korian Deutschland AG

Krones AG

KUKA Medical

Mey Maschinenbau GmbH & Co. KG

MicroStep Europa GmbH

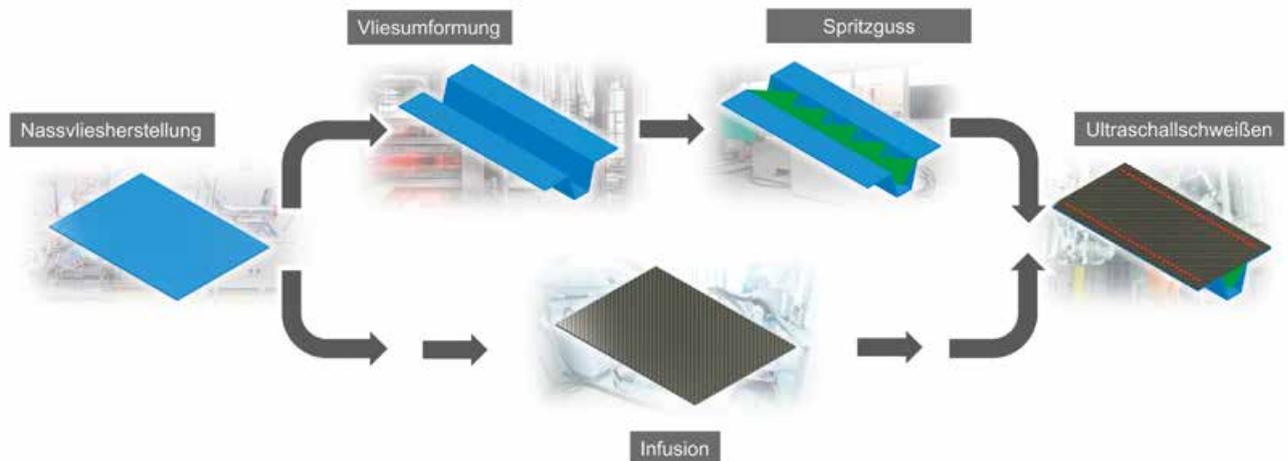
Roboception GmbH

Senioren-Wohnstift Mozart
Betriebsgesellschaft mbH

CAB Caritas – Ulrichswerkstätten Augsburg

Forschungsverbund

Intelligente Fertigungsprozesse & Closed-Loop-Produktion – FORinFPRO



KOORDINATION

Universität Augsburg
Lehrstuhl Regelungstechnik
in der Ingenieurinformatik
Am Technologiezentrum 8
Gebäude W – Raum 3057
86159 Augsburg

PROJEKTPARTNER

Universität Augsburg
– Lehrstuhl für Regelungstechnik
– Lehrstuhl für Hybride Werkstoffe
– Institut für Software & Systems Engineering
– Professur für Mechanical Engineering
– Lehrstuhl für Faserverbundkunststoff-technologie

Technische Universität Nürnberg
Department of Engineering

Fraunhofer-Institut für Gießerei-,
Composite- und Verarbeitungstechnik
IGCV, Augsburg

Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt – ZLP Augsburg

Die Erstellung von Prozessketten, in denen die Maschinen über Firmengrenzen hinweg miteinander kommunizieren und sich selbstständig an neue Erfordernisse anpassen, ist eine Aufgabe von herausfordernder Komplexität. Dieser Aufgabe stellt sich das Projekt FORinFPRO durch die Kombination aus traditioneller Steuerung und Regelung mit modernen KI-Methoden.

Nachhaltige Produktion fordert Ressourcen- und Energieeffizienz, geringe Emissionen, die Reduktion von Ausschuss und die Verwendung von Recyclingmaterial. Die Qualität von Recyclingmaterial kann jedoch von Charge zu Charge stark schwanken. Gleichzeitig rückt auch die effiziente Produktion von Kleinserien mit ihren häufigen Änderungen der Anforderungen in den Fokus der Anwender.

Fertigungsprozesse sind oft nicht auf all diese Erfordernisse ausgelegt. Meist ist es Aufgabe eines Maschineneinrichters, auf Basis seiner Expertise die Prozessparameter zu berücksichtigen und die Anlage manuell auf die Erfordernisse anzupassen. In der Phase der Maschineneinstellung entsteht ein Ausschuss defekter Teile. Ist die Fertigungsanlage eingestellt, dürfen die Parameter nicht mehr verändert werden, um Schwankungen in der Qualität und weiteren Ausschuss zu vermeiden. Dies macht eine Energie- und Ressourcenoptimierung durch Anpassung der Parameter unattraktiv.

Die Projektpartner von FORinFPRO werden es Fertigungsprozessen ermöglichen, selbstständig auf neue Erfordernisse, schwankende Materialqualität, knappe Ressourcen und schwankende Energiepreise zu reagieren.



Forschungsverbund der Bayerischen Forschungstiftung

Abbildung: Fertigung des Beispielbauteils anhand verschiedener im Forschungsvorhaben enthaltener Prozesse.

Als Referenz dient im Projekt ein Bauteil, das in einem mehrstufigen Prozess aus recycelten Kohlefasern und verschiedenen Kunststoffen gefertigt wird: Zunächst wird im Nassvliesverfahren ein Vliesstoff aus Kohlefasern hergestellt. Dieser wird in einem weiteren Schritt zu einem „U“ geformt, in das im Spritzgussverfahren Rippen eingefügt werden. Währenddessen wird der Vliesstoff auf einer anderen Maschine im Infusionsverfahren mittels eines Duroplastes zu einer Platte verarbeitet, die anschließend durch Ultraschallschweißen als Deckel auf das Bauteil gefügt wird.

Daran erforscht FORinFPRO einerseits die Anwendung einer Kombination des klassischen ingenieurwissenschaftlichen Ansatzes einer modellbasierten Steuerung und Regelung. Andererseits legt die hohe Komplexität einen auf Big Data und Machine Learning basierenden Ansatz nahe. Dessen Übertragung ist aber nicht einfach, da die Trainingsphase eine hohe Anzahl an Versuchen erfordert, die Ausschuss produzieren würden. Schnell lernende, dateneffiziente Machine-Learning-Verfahren sind daher ein Fokus des Projekts. Gleichzeitig sollen auf der experimentellen Seite eine geeignete Sensorik aufgebaut und die Gewinnung von synthetischen Daten durch Simulation genutzt werden.

Als Ergebnis entsteht eine generelle Herangehensweise, mit der komplexe Fertigungsprozesse auch über Firmengrenzen hinweg robust und flexibel gegenüber neuen Anforderungen gemacht werden können und mit der die Attraktivität der Verwendung nachhaltiger Materialien und Energiequellen steigt.

PROJEKTPARTNER

KraussMaffei Technologies GmbH

Bolle & Cords Elektrotechnik GmbH

MAGMA Gießereitechnologie GmbH

Vallen Systeme GmbH

BCMtec – Bavarian Consulting & Measurement Technologies GmbH

SGL Technologies GmbH

Soffico GmbH

AI-basiertes SMART-Mikroskop für die Augenchirurgie



Abbildung: Dreidimensionales optisches Kohärenztomographie-Bild einer Pinzette auf der Netzhaut während einer Augenoperation.

In den vergangenen 60 Jahren wurden optische Mikroskope für die Augenchirurgie erfolgreich angewendet. Mit digitaler Visualisierung und künstlicher Intelligenz (KI) findet jetzt ein Paradigmenwechsel statt. Ziel dieses Projekts ist es, neue Möglichkeiten zu erforschen, die KI für bessere Augenchirurgie-Mikroskope bietet.

Die optische Kohärenztomographie (OCT), ein nicht-invasives medizinisches Bildgebungsverfahren, hat sich zum Standard für die Diagnose von Augenerkrankungen entwickelt. Im Operationssaal spielt OCT oft eine wichtige Rolle und wird zunehmend für die Visualisierung von Querschnitten sowie die tiefenaufgelöste Darstellung von Augengewebe und chirurgischen Instrumenten eingesetzt. Operationsmikroskope, die mit OCT-Geräten ausgestattet sind, ermöglichen Chirurgen eine Sicht, die über die Fähigkeiten des bloßen menschlichen Sehens hinausgeht.

Das Ziel dieses Forschungsprojekts ist es, den Weg für das intelligente Operationsmikroskop der Zukunft zu ebnen: intelligente Mikroskope, die in der Lage sind – durch den Einsatz von Methoden der KI und des maschinellen Lernens (ML) – Operateuren Informationen in Echtzeit auf intuitive und praktische Weise zu vermitteln. Die Vision des Projekts ist es, Technologien einzuführen, die zu intelligenten Mikroskopen mit fortschrittlicher, effizienter,

immersiver und verfahrensspezifischer OCT-Visualisierung führen.

Das industrielle Wissen des Teams von Carl Zeiss Meditec in Bezug auf OCT-Systeme, die wissenschaftliche Kompetenz des Teams der Technischen Universität München (TUM) im Bereich computergestützter Interventionen und die klinische Expertise des Teams der Ludwig-Maximilians-Universität (LMU) bilden die perfekte Kombination, um dieses Ziel zu erreichen. Die Ergebnisse dieses Projekts würden München und Bayern zu einer neuen Anlaufstelle für OCT in der Medizintechnikindustrie und in der Wissenschaft machen.

PROJEKTLEITUNG

Carl Zeiss Meditec AG
Advanced Technology
Rudolf-Eber-Straße 11, 73447 Oberkochen
www.zeiss.com/med

PROJEKTPARTNER

Technische Universität München, Institut für Informatik;
Ludwig-Maximilians-Universität München, Augenklinik und
Poliklinik des Klinikums der Universität München

Vielseitige Selektionsplattform für bispezifische Antikörper

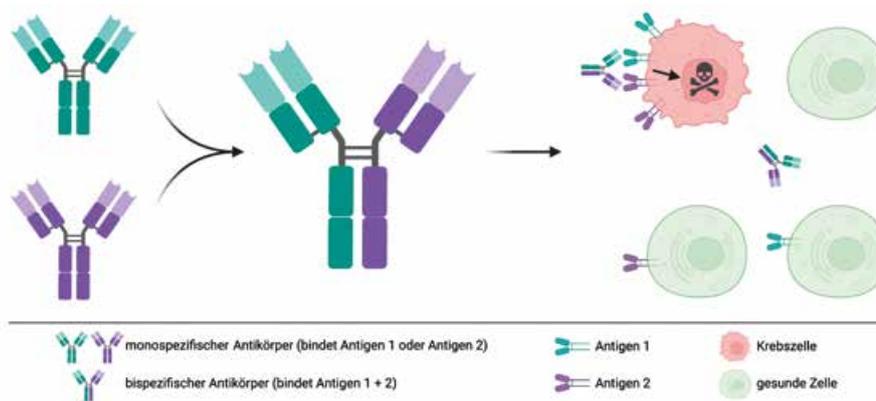


Abbildung: Schematische Darstellung des Aufbaus eines bispezifischen Antikörpers und dessen Funktionsweise in der Krebstherapie.

Die Vielfalt der Krankheit Krebs erfordert eine spezifische, auf den Patienten zugeschnittene Therapie. Moderne Wirkstoffe auf Antikörperbasis, wie bispezifische Antikörper, sind besonders geeignet, da ihre hohe Bindungsspezifität eine gezielte Eliminierung von Krebszellen erlaubt. Die Identifizierung geeigneter Antikörperbausteine stellt eine Herausforderung dar.

Bei der antikörperbasierten Krebstherapie wird die hohe Bindungsspezifität von Antikörpern genutzt, um selektiv Tumorzellen anzugreifen. Dies ist besonders schwierig, da Tumorzellen aus gesunden Zellen hervorgehen und daher mit diesen nahezu identisch sind. Die wenigen Unterschiede, die sich bei dieser Transformation manifestieren, bieten einen Angriffspunkt für Therapeutika. Häufig tritt ein verändertes Expressionsmuster, zum Beispiel Überexpression, von Proteinen auf der Zelloberfläche auf.

Ein Antikörper, der ein solches überexprimiertes Oberflächenprotein erkennt, reichert sich auf den Tumorzellen an und führt je nach Antikörperformat über verschiedene Wege zur Eliminierung dieser Tumorzellen. Allerdings sind diese Zielstrukturen in der Regel in geringerem Umfang auch auf gesunden Zellen zu finden, was zu unerwünschten Nebenwirkungen führen kann.

Ein Ansatz zur Lösung dieses Problems ist die Kombination von zwei Bindungsspezifitäten gegen tumorasso-

ziierte Zielstrukturen in einem Antikörpermolekül. Dieses bispezifische Format bietet die Möglichkeit, sowohl die Nebenwirkungen zu reduzieren als auch die Wirksamkeit zu erhöhen. Allerdings ist die Auswahl geeigneter Antikörperbausteine eine Herausforderung, und die idealen Eigenschaften können sich von denen eines klassischen monospezifischen Antikörpers stark unterscheiden oder sogar entgegengesetzt sein.

In diesem Projekt soll diese Hürde durch die Entwicklung einer *in vitro*-Antikörper-Selektionsplattform überwunden werden, die auf die Identifizierung und Charakterisierung von Antikörperbausteinen für die Konstruktion therapeutischer bispezifischer Antikörper zugeschnitten ist. Die so entwickelte Plattform soll anschließend genutzt werden, um einen Antikörperkandidaten zu entwickeln, der zwei tumorassoziierte Antigene gleichzeitig bindet.

PROJEKTLÉITUNG

Ludwig-Maximilians-Universität München
Lehrstuhl für Humanbiologie und BioImaging
Butenandtstr. 1, 81377 München
www.bioimaging.bio.lmu.de/research

PROJEKTPARTNER

Tubulis GmbH

Hopfen-Pan-Genom – PANHOP



Abbildung links: Hopfen, eine besondere Kulturpflanze für Bayern; Abbildung rechts: Neue Impulse für die Züchtung ergeben sich aus der Genomforschung.

Hopfen, ikonische Kulturpflanze Bayerns und Herzstück der Brauindustrie, gerät durch den Klimawandel unter Druck. Die Region Hallertau verzeichnete in den vergangenen Jahren aufgrund von Trockenheit und verändertem Schädlingsbefall beträchtliche Ernteeinbußen. Um den Anbau langfristig zu sichern, ist es wesentlich, neue, resistente Hopfensorten zu züchten und auszuwählen.

Durch genomunterstützte Züchtung und Entschlüsselung des komplexen Erbguts verschiedener Hopfensorten legt das Forschungsprojekt PANHOP die Grundlagen für die Entwicklung resistenter Sorten. Konkret sollen diese zum einen den Auswirkungen des Klimawandels und dem damit einhergehenden veränderten Schädlingsbefall entgegenwirken. Zum anderen sollen sie über bessere Aromaeigenschaften verfügen. Dazu werden für ausgewählte Hopfensorten, darunter auch solche mit besonderer Bedeutung für den bayerischen Anbau, vollständige Genomsequenzen erstellt (= das vollständige Erbgut entschlüsselt) und miteinander verglichen. Ziel dieser Vorgehensweise ist es, die Gene zu identifizieren, die dafür sorgen, dass die Pflanze gegenüber Schädlingen und Umwelteinflüssen wie Trockenheit resistent ist. Gleichzeitig werden auch Gene untersucht, die für die Ausprägung von Aromaeigenschaften des Hopfens bedeutend sind. Die so gewonnenen Erkenntnisse stellen wichtige Eckpfeiler dar für die gezielte Auswahl und Verbesserung der bayerischen Hopfensorten.

Das Projekt PANHOP ist eine Kooperation des Helmholtz Zentrums München und der Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH (Hopsteiner) in Mainburg. Der Industriepartner Hopsteiner bringt umfassendes Know-how in der Sensorik, Metabolomik und Züchtung von Hopfen ein, während die genomischen und bioinformatischen Arbeiten am Helmholtz Zentrum München durchgeführt werden.

PROJEKTLEITUNG

Helmholtz Zentrum München
Deutsches Forschungszentrum für Gesundheit und Umwelt (GmbH)
PGSB – Plant Genome and Systems Biology
Ingolstädter Landstr. 1, 85764 Neuherberg
www.helmholtz-munich.de

PROJEKTPARTNER

Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH (Hopsteiner)

Giga-CT



Abbildung links: Illustration eines modernen Röntgen-Computertomographen für medizinische Anwendungen; Abbildung rechts: Der Schleifring ist eine elektromechanische Baugruppe. Der durch ihn gebildete Schleifkontakt ermöglicht die elektrische Energie- oder Signalübertragung zwischen gegeneinander rotierenden Bauteilen.

Die Entwicklung einer neuen „Giga-CT“-Forschungsplattform für spektrale Einzelquanten-Computertomographie mit ultraschnellem Datentransfer treibt die Medizintechnologie voran: Sie ermöglicht wissenschaftliche Grundlagenarbeit bei höheren Auflösungen und mehr Energieinformation, einschließlich neuer Rekonstruktionsalgorithmen und deren klinischem Mehrwert.

Die Computertomographie (CT) hat sich seit ihrer Einführung als zentrales Instrument der radiologischen Diagnostik etabliert. Technologische Durchbrüche wie die Mehrzeilen-Detektor-CT und die Spiral-CT haben ihre Anwendung erweitert. Weiterhin bestehen jedoch Limitationen, darunter die begrenzte räumliche Auflösung und das Bildrauschen bei niedrigen Strahlungsdosen. Quantenzählende Röntgen-Detektoren könnten diese Beschränkungen überwinden, indem sie Daten mit hoher Auflösung und ohne elektronisches Rauschen liefern. Experimentelle und präklinische Tests haben die Vorteile dieser Detektoren bereits gezeigt. Die größten Herausforderungen liegen in der Weiterentwicklung der Detektormaterialien und der kontaktlosen Datenübertragung innerhalb der CT-Gantry, insbesondere bei höheren Auflösungen und mehr Energieschwellen.

Das Projekt zielt darauf ab, eine Forschungsplattform für spektrale Quanten-CT mit einer Datenübertragungsrate von 320 Gbit/s zu entwickeln, ein erheblicher Fortschritt

gegenüber den derzeitigen 50 Gbit/s. Dieses System würde als Grundlage für weitere Forschung in der tomographischen Bildgebung dienen und soll in der Größe eines aktuellen klinischen CTs realisiert werden. Es ermöglicht die Untersuchung verschiedenster Objekte bis zu vorklinischen Gewebeproben.

Das Projekt verspricht eine breite Palette an Forschungsthemen, von technischen Aspekten wie der Systemsteuerung bis hin zur Nutzung Künstlicher Intelligenz für die Datenanalyse. Es eröffnet zahlreiche Möglichkeiten für praxisrelevante Master- und Doktorarbeiten, was einen signifikanten Beitrag zur Weiterentwicklung der CT-Technologie und deren Anwendungen leisten könnte.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl für Biomedizinische Physik
James-Franck-Str. 1, 85748 Garching
www.bioengineering.tum.de

PROJEKTPARTNER

Direct Conversion GmbH;
Schleifring GmbH

Smart Wound Dressing incorporating DYE-based Sensors Monitoring von O₂, pH und CO₂ unter dem Wundverband und smarte Algorithmen zur Beurteilung des Wundheilungsverlaufes – SWODDYS

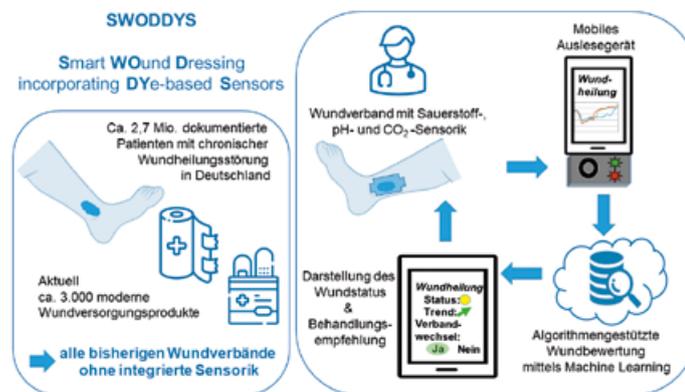


Abbildung: SWODDYS adressiert den aktuellen Versorgungsbedarf bei der Behandlung chronischer Wunden. Die Entwicklung eines smarten Wundverbands ermöglicht durch integrierte Sensoren und eine KI-basierte Behandlungsentscheidungsunterstützung eine effiziente patienten-individuelle Wundversorgung.

In Deutschland leiden etwa 2,7 Millionen Menschen an chronischen Wunden, deren Versorgung stetige kostenintensive Verbandwechsel erfordert. SWODDYS will einen intelligenten Wundverband mit KI-basierter Behandlungsentscheidungsunterstützung entwickeln, der eine effiziente patienten-individuelle Wundversorgung ermöglicht.

Die Kosten für die Behandlung chronischer Wunden in Deutschland könnten deutlich reduziert werden, wenn bei der Wundversorgung evidenzbasierte Behandlungsansätze und strukturierte Therapiestrategien verfolgt würden, die besser auf die Phasen der Wundheilung abgestimmt sind. Von den Behandlungskosten für chronische Wunden entfallen allein 4,6 bis 7,2 Milliarden Euro auf Verbandmaterialien. Das Spektrum der Verbandstoffe und Wundaufgaben reicht von einfachen Pflastern über saugende Baumwollkompressen bis hin zu verschiedenen High-tech-Verbänden aus Kollagen, Hyaluronsäure oder mit Silber. Immer mehr Wundaufgaben haben Mehrwertfunktionen, zum Beispiel Keimreduktion, Geruchsbindung oder selbst Schmerzreduktion im Wundgeschehen. Von den aktuell am Markt verfügbaren rund 3.000 verschiedenen modernen Produkten (inklusive verschiedener Formen und Größen) verfügt jedoch keines über eine integrierte Intelligenz, die Rückschlüsse auf den aktuellen Wundheilungsstatus ermöglicht.

Ziel des Vorhabens SWODDYS ist die Erforschung der Grundlagen für einen neuartigen intelligenten Wundverband zur Behandlung von akuten und chronischen Wunden, der durch Integration von Sauerstoff-, pH- und CO₂-Sensorik sowie merkmals- und KI-basierten Algorithmen den energie-metabolischen Gewebe- und Wundheilungsstatus patienten-individuell und online überwachen kann (siehe Abbildung). Das neue intelligente Wundpflaster kann am Point-of-Care kritische von regulären Heilungsverläufen bei geschlossenem Wundverband von außen unterscheiden. Es optimiert therapeutische Maßnahmen und Verbandwechselintervalle für die jeweilige Situation, um Heilungserfolg und Kosteneffizienz zu maximieren.

PROJEKTLEITUNG

PreSens Precision Sensing GmbH
Am BioPark 11
93053 Regensburg
www.PreSens.de

PROJEKTPARTNER

Universitätsklinikum Regensburg
Abteilung für Plastische-, Hand- und Wiederherstellungschirurgie;
Universität Erlangen-Nürnberg,
Machine Learning and Data Analytic Lab

Entwicklung spezifischer und potenter Gensubstitutionstherapien zur Behandlung neurodegenerativer Erkrankungen

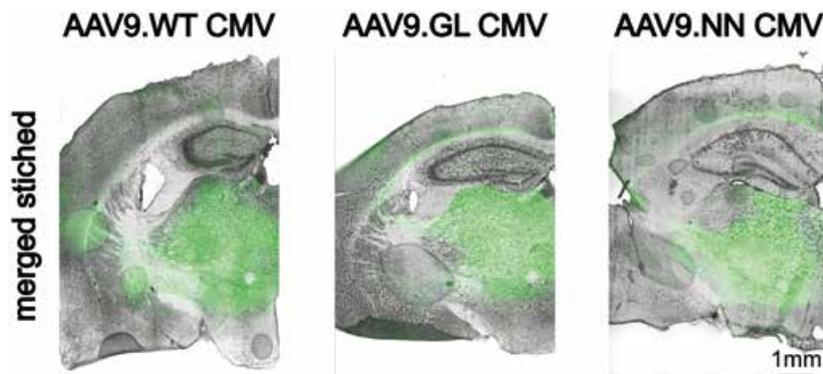


Abbildung: Enhanced-green-fluorescent-protein-Expression in thalamokortikalen Neuronen nach stereotaktischer rAAV9-Injektion bei sechs bis acht Wochen alten Mäusen.

Die Gentherapie hat das Potenzial, bisher unheilbare genetische Erkrankungen erfolgreich zu behandeln. Entscheidend sind dafür insbesondere eine hohe Potenz und Spezifität der gentherapeutischen Behandlung. Im beantragten Projekt sollen diese beiden Faktoren für die Gentherapie retinaler und anderer neurodegenerativer Erkrankungen optimiert werden.

In der Entwicklung neuer Therapiemethoden zur kurativen Behandlung genetischer Krankheiten steht die Gensubstitutionstherapie mittels rekombinanter Adeno-assoziiierter Viren (rAAVs) im Fokus. Allerdings wird die Diagnose von degenerativen Netzhauterkrankungen fast immer erst in einem fortgeschrittenen Stadium gestellt, so dass eine Gensubstitutionstherapie keine optimalen Ergebnisse mehr erzielen kann. Deswegen ist es wichtig, bestehende Gensubstitutionstherapien technologisch weiterzuentwickeln.

Im Rahmen dieses Projekts wird in einem Mausmodell für Retinitis pigmentosa getestet, ob durch die zusätzliche Gabe von neurotrophen Faktoren das therapeutische Zeitfenster vergrößert und der Therapieerfolg maximiert werden kann.

Um neurologische Erkrankungen wie beispielsweise Epilepsie gentherapeutisch zu behandeln, ist es wichtig, nur eine bestimmte Gehirnregion zu adressieren, ohne dass

sich Vektoren weitläufig verteilen. In diesem Kontext werden im Rahmen des Vorhabens neuartige rAAV-Kapside entwickelt und in Hinblick auf die effiziente Expression von Zielproteinen in ausgewählten Gehirnregionen getestet. Anhand eines murinen Epilepsie-Modells wird die Effizienz der neuen Kapside auf Anfallshäufigkeit und Anfallsdauer untersucht.

Die erfolgreiche Durchführung dieses Projekts wird einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung und therapeutischen Anwendung neuer rAAV-Kapside für Erkrankungen des Gehirns und der Retina leisten und wertvolle Daten zum Einsatz von neurotrophen Faktoren als begleitende Behandlungsmethode für zukünftige Gensubstitutionstherapien liefern.

PROJEKTLEITUNG

Ludwig-Maximilians-Universität München
Department Pharmazie
Butenandtstraße 7, 81377 München
www.pharmacology.cup.uni-muenchen.de

PROJEKTPARTNER

ViGeneron GmbH

Entwicklung eines neuartigen Bedside-Sepsis-Schnelltest-Diagnosesystems – BES²D

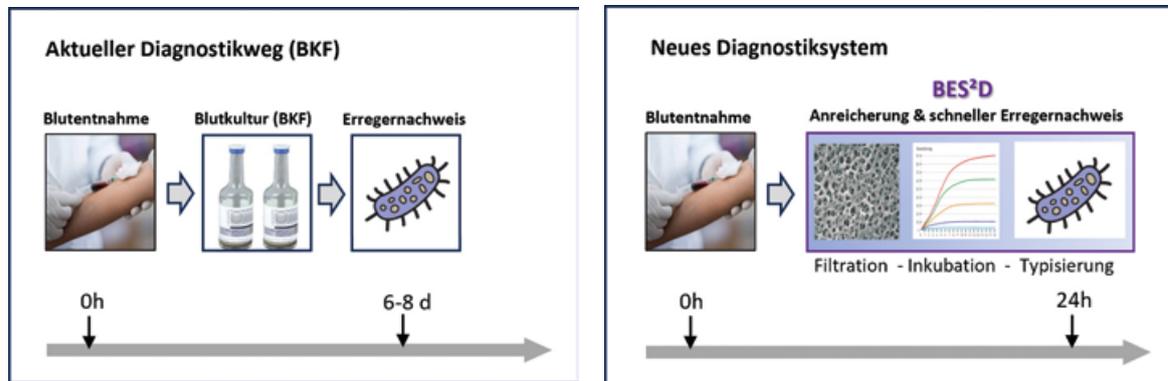


Abbildung links: Gängige Erregerdiagnostik in der Klinik mit Blutkulturflaschen; Abbildung rechts: Beschleunigte Erregerdiagnostik mit dem BES²D-System.

Im Projekt BES²D wird ein Sepsis-Diagnostiksystem zum schnellen Erregernachweis im Blut entwickelt, um die Medikation frühzeitig an den Erreger anzupassen, da mit jeder Stunde die Letalität um sieben Prozent steigt. Hierfür werden Methoden zur Aufkonzentrierung, zum biosensorischen Nachweis und zur Grobtypisierung entwickelt und in ein Bedside-System integriert.

Innerhalb der gängigen klinischen Praxis wird dem Patienten bei Sepsis-Verdacht Blut entnommen und je zehn Milliliter in Blutkulturflaschen übertragen. Zudem wird initial ein Breitbandantibiotikum verabreicht. Der Erregernachweis erfolgt in Blutkulturautomaten. Anschließend werden Erreger hinsichtlich Typ und Resistenz charakterisiert. Der Erregernachweis in Blut stellt aufgrund der geringen Keimdichte (1-10 CFU/ml) jedoch eine große Herausforderung dar. Vor allem bei anspruchsvollen Bakterien und Pilzen zeigen Blutkulturen häufig falsch-negative Ergebnisse und der Nachweis dauert lange. Aufgrund hoher Standzeiten und Hands-on-Zeiten liegen erste Resistenzinformationen im schlimmsten Fall erst nach sechs Tagen vor. Die Medikation kann daher erst spät angepasst werden. Aufgrund der stündlich steigenden Letalität von sieben Prozent stellt dieser Zeitverlust für betroffene Patienten ein großes Problem dar und soll mit Hilfe des neuartigen Bedside-Sepsis-Schnell-Diagnostiksystems (BES²D) signifikant minimiert werden.

Gemeinsam mit dem Industriepartner Labor Becker wird ein erstes Funktionsmuster zum Schnellnachweis von in Blut befindlichen Erregern entwickelt und validiert. Dabei werden Methoden zur Aufkonzentration mittels Filtration und Inkubation von Erregern im Blut optimiert. Mit Biosensoren (zum Beispiel Spektrometrie, CO₂) erfolgt der Infektionsnachweis „live“ innerhalb von sechs bis zwölf Stunden. Mithilfe von KI und spezifischer Inkubation erfolgen in weiteren zwölf Stunden die Typisierung und die erste Resistenz-Charakterisierung zur frühzeitigen Medikamentenanpassung.

Das BES²D-System wird im großen Maßstab bei Labor Becker sowohl hinsichtlich Sensitivität, Spezifität und Nachweisdauer für die methodischen Teilschritte als auch als Gesamtsystem in Referenz zur gegenwärtigen Labordiagnostik evaluiert.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Klinikum rechts der Isar, Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie
Ismaninger Straße 22, 81675 München
www.ortho.mri.tum.de

PROJEKTPARTNER

Technische Universität München, Klinikum rechts der Isar,
Klinik und Poliklinik für Innere Medizin II;
Labor Becker MVZ GbR

Digitaler Zwilling eines KI-basierten optischen Inspektionssystems am Beispiel einer hochflexiblen Qualitätsprüfung in der industriellen Produktion – opTWINspect

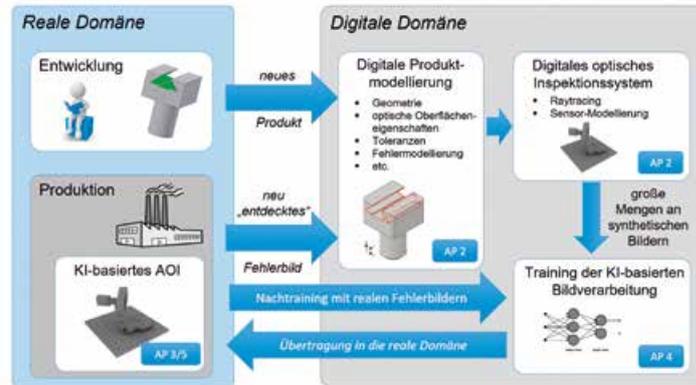


Abbildung: Zusammenspiel zwischen realem AOI und digitalem Zwilling im Projekt opTWINspect.

KI-Algorithmen sind nur so gut wie die Daten, die für ihr Training zur Verfügung stehen. Doch das Sammeln solcher Daten für optische Prüfungen ist – bei selten auftretenden Fehlern – langwierig, teuer und schwierig. Ein digitaler Zwilling für optische Systeme könnte diese Hürde beseitigen: Trainingsbilder entstehen am Computer, ganz ohne reale Teile.

Die industrielle Bildverarbeitung spielt eine Schlüsselrolle in der zukünftigen Industrieproduktion. Jedoch stellt die vollautomatische Erfassung und Bewertung der Produktqualität mithilfe von Automatischen Optischen Inspektionssystemen (AOI) bei vielen industriellen Produktionsprozessen eine große Herausforderung dar, da Losgrößen immer kleiner und die Produktportfolios immer größer werden. Dies führt zu einer wachsenden Palette an Fehlerarten und bringt dadurch die regelbasierte Bildverarbeitung an Ihre Grenzen.

Eine Lösung kann der Einsatz von KI-Algorithmen sein, doch der limitierende Faktor ist das Erstellen von repräsentativen Trainingsbildern. Probleme verursachen sporadisch auftretende oder sich verändernde Fehlerbilder. Außerdem müssen die Bilder manuell annotiert werden, was sehr aufwendig und zeitintensiv ist. Um diesem Aufwand zu begegnen, hat sich diese Forschung zum Ziel gesetzt, einen digitalen Zwilling eines AOI-Systems inklusive der digitalen Produktrepräsentationen am Beispiel der

hochflexiblen Qualitätsprüfung in der industriellen Produktion zu entwickeln. Mithilfe des digitalen Zwillings sollen große Mengen an synthetischen Trainingsdaten für die lernenden Bildverarbeitungsverfahren erzeugt und somit ein Weg zur vollständigen Auslegung und Optimierung eines AOI-Systems in der digitalen Domäne aufgezeigt werden.

Durch den Aufbau eines Labordemonstrators in Kombination mit dem digitalen (optischen) Zwilling des Demonstrators können die Effekte von realen und synthetischen Daten beim Training von Detektionsalgorithmen untersucht werden. Durch den Partner Swoboda Wiggensbach KG ist es möglich, die Forschung an industrierelevanten Produkten durchzuführen und somit die Anwendung direkt in der industriellen Produktion im Blick zu haben.

PROJEKTLEITUNG

Hochschule für angewandte Wissenschaften Kempten
Fakultät Maschinenbau, Labor für optische 3D-Messtechnik und
Computer Vision, Bahnhofstraße 61, 87435 Kempten
www.hs-kempten.de/fakultaet-maschinenbau/labore/3dvisionlab/labor

PROJEKTPARTNER

Swoboda Wiggensbach KG

Aufbau eines Multi-Emitter-Röntgen-Arrays auf Basis von Feld-Emissions-Kathoden zur Steigerung der Röntgen-Intensität – MERA-Lux

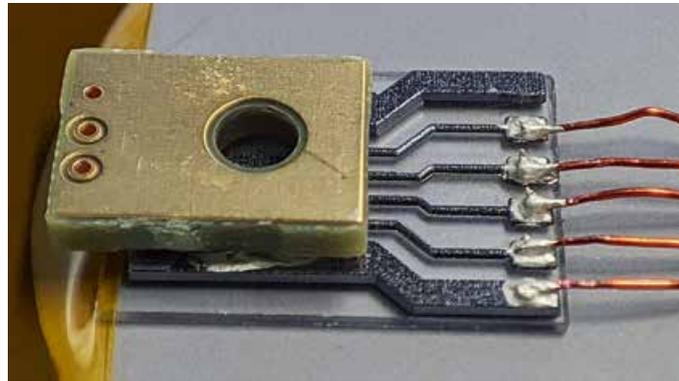
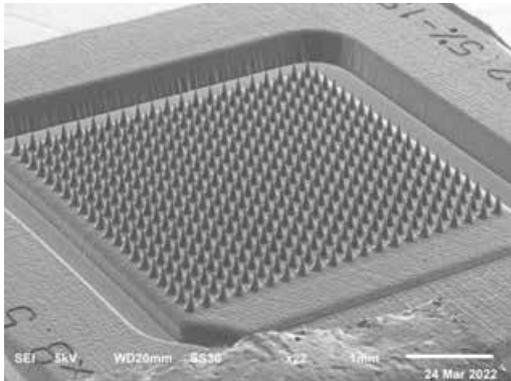


Abbildung links: Mittels Lasermikrobearbeitung hergestelltes Nano-Array aus Silizium. An den Spitzen tritt bei angelegtem elektrischem Feld der Feld-Emissions-Effekt auf, wodurch Elektronen freigesetzt werden; Abbildung rechts: Feld-Emissions-Array mit aufgesetzter ringförmiger Elektronenlinse zur Fokussierung des Elektronenstrahls.

Durch die Miniaturisierung von Röntgenquellen für die industrielle Bildgebung werden deren Anwendungsmöglichkeiten enorm erweitert. Produktionsprozesse profitieren dadurch von verbesserten Qualitätskontrollen, und die dabei erzeugten Messdaten helfen den Unternehmen unmittelbar, ihre Effizienz zu steigern sowie Ressourcen und Energie zu sparen.

Röntgenstrahlung dient seit mehr als 125 Jahren als bildgebendes Verfahren, ob klassisch in der Medizin oder auch in Technik und Industrie. Letztere setzen sie als bildgebendes Messverfahren für die Qualitätskontrolle ein. Die notwendigen Röntgenquellen sind in der Regel jedoch sehr groß, was ihre Einsatzmöglichkeiten einschränkt. Ein weiteres Problem stellt die Erzeugung der freien Elektronen in der Röntgenquelle dar. Dies geschieht durch thermische Aufheizvorgänge, wodurch sich ein vergleichsweise träges Schaltverhalten der Röntgenquellen ergibt. Diese Nachteile verhindern, dass die Röntgentechnik in weiteren Bereichen als Instrument für Qualitätskontrollen eingesetzt zu wird.

In diesem Projekt sollen deshalb miniaturisierte Röntgenquellen umgesetzt werden. Kernkomponente sind auf Silizium-Chips hergestellte hochintegrierte Matrix-Strukturen, die als Elektronenquellen dienen. Dabei wird der sogenannte Feld-Emissions-Effekt genutzt, bei dem Elektronen durch Anlegen eines starken elektrischen Feldes

freigesetzt werden. Anschließend werden die Elektronen auf ein sogenanntes Metall-Target geschossen, wodurch Röntgenstrahlung erzeugt wird. Die Besonderheit an diesem Prinzip ist die digitale Schaltweise der Elektronenquellen, die sehr schnelle Röntgenpulse erzeugt.

Die Projektpartner entwickeln unterschiedliche Nano-Strukturen für die Elektronenquellen, bauen eine Elektronenoptik für die Fokussierung und Lenkung des Elektronenstrahls und verifizieren schließlich die Abbildungseigenschaften der fertigen Röntgenquelle.

Eine Besonderheit stellt die Verwendung von Silizium als günstiges Ausgangsmaterial dar. Teile der Röntgenquellen können daher mit den etablierten Produktionsverfahren aus der Halbleitertechnik direkt und kostengünstig hergestellt werden.

PROJEKTLEITUNG

Fraunhofer Institut für Integrierte Schaltungen IIS
Bereich Entwicklungszentrum für Röntgentechnik EZRT
Abteilung Computertomographie in der Messtechnik
Dieter-Görlitz-Platz 2, 94469 Deggendorf, www.iis.fraunhofer.de/ctmt

PROJEKTPARTNER

Ostbayerische Technische Hochschule Regensburg
Fakultät Angewandte Natur- und Kulturwissenschaften;
Ketek GmbH

Extrem Rauscharmer Opto-Elektronischer Mikrowellengenerator – EROM

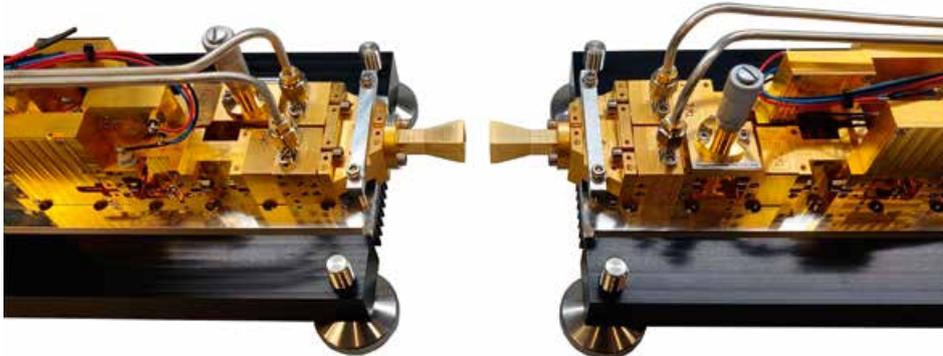


Abbildung: Testsystem für Millimeter-Wellen-Kommunikationssysteme oberhalb von 100 Gigahertz.

Im EROM-Projekt soll ein opto-elektronischer Mikrowellengenerator mit einer signifikant höheren Signalqualität im Vergleich zu konventionellen Geräten realisiert werden. Diese ermöglicht wesentlich genauere messtechnische Erkenntnisse, die für künftige 6G-Systeme zur schnellen Datenübertragung oberhalb von 100 Gigahertz notwendig sind.

Aufgrund des rasanten Anstiegs der Frequenzbereiche moderner Kommunikationssysteme im Millimeter-Wellenbereich und stark steigender Datenraten sind sehr stabile Signalquellen von enormer Bedeutung. Zur Analyse solcher Systeme müssen die Signalquellen stets deutlich stabiler als die Systeme selbst sein, während die Anforderungen durch Frequenzbereich und Bandbreite steigen. Besonders kritisch ist die Signalqualität für breitbandige Millimeter-Wellen-Systeme in Frequenzbereichen oberhalb von 100 Gigahertz. Diese werden zunehmend für besonders schnelle Kommunikationssysteme erschlossen. Der aktuelle 5G-Mobilfunkstandard sieht bereits Millimeter-Wellen-Bänder zwischen 24 und 71 Gigahertz vor, die zunehmend in Betrieb genommen werden.

Im Bereich der High-End-Messtechnik gab es in den vergangenen Jahren nur noch geringe, inkrementelle Fortschritte hinsichtlich rauscharmer Signalgeneratoren. Um eine signifikante Verbesserung der Sensitivität der Messtechnik zur Analyse von Kommunikationssystemen zu er-

reichen, sind daher neuartige Technologieansätze dringend notwendig.

Das Ziel des Projekts ist es, den weltweit ersten Demonstrator für ein integriertes opto-elektronisches Mikrowellengeneratorkonzept zu realisieren, das sich für den Labor- und Industrieinsatz eignet und flexibel einen größeren Frequenzbereich abdecken kann. Entscheidend ist dabei, dass der Mikrowellengenerator nicht rein elektrisch arbeitet, sondern die Vorteile von Photonik und Elektronik kombiniert. Das extrem niedrige Rauschen und somit die hohe Signalqualität des opto-elektronischen Mikrowellengenerators soll im Projekt erstmals experimentell an einer Übertragungsstrecke für Datenkommunikation nachgewiesen und nach Abschluss des Projektes durch die Industriepartner in die wirtschaftliche Wertschöpfung überführt werden.

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik
Cauerstraße 9, 91058 Erlangen
www.lhft.de

PROJEKTPARTNER

TOPTICA Photonics AG;
Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG

KI-basierte Charakterisierung und Klassifizierung von PV-Anlagen zur prädiktiven Wartung – Kick-PV

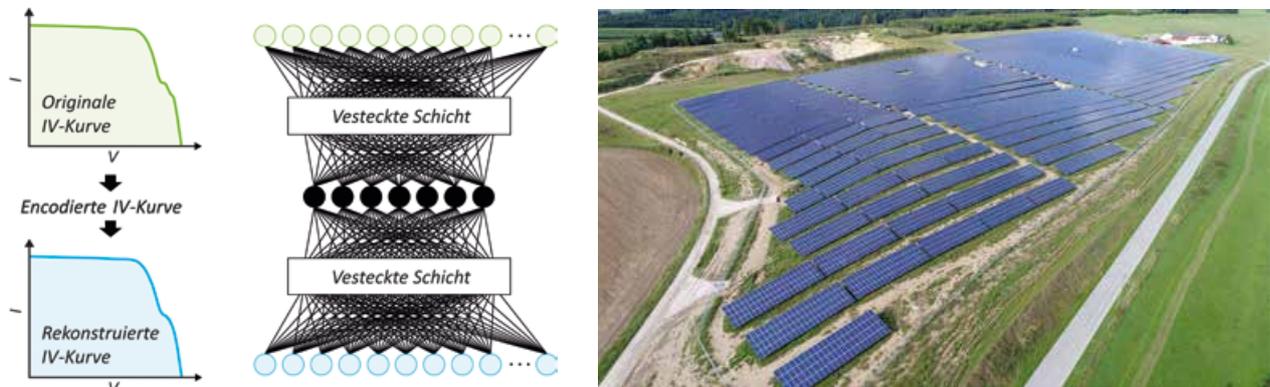


Abbildung links: Prinzip des maschinellen Kodierens von Strom-Spannungskennlinien (IV) zur Analyse auf Basis einer KI; Abbildung rechts: Ansicht eines PV-Kraftwerks, das mithilfe von KI-Methoden prädiktiv gewartet wird.

Das Projekt Kick-PV ist der erfolgreichen Ausgestaltung der Energiewende gewidmet. Es werden Methoden der Künstlichen Intelligenz entwickelt und eingesetzt, um die Leistungsfähigkeit photovoltaischer Anlagen zu jeder Zeit präzise einschätzen zu können. Die Arbeiten leisten einen Beitrag zur Versorgungssicherheit regenerativer elektrischer Energiesysteme.

Aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und der Netzstabilität ist es erforderlich, Einspeiseausfälle von Photovoltaik-Anlagen vorausschauend zu vermeiden, gemäß dem wünschenswerten Konzept der prädiktiven Wartung. Die derzeit verfügbaren Verfahren zur ferndiagnostischen Leistungs- und Ertragsbewertung beziehungsweise zur Identifikation von Fehlern und Degradationstypen arbeiten entweder zu langsam oder sind nicht hinreichend präzise.

Im Projekt werden vier verschiedene, sich gegenseitig stützende Ansätze für eine vorwiegend ferndiagnostische Inspektion photovoltaischer Kraftwerke weiterentwickelt, untersucht und in Demonstrator-Systemen für die Ferndiagnostik umgesetzt, die sich wesentlich auf (neuartige) Algorithmen der Künstlichen Intelligenz und des Maschinellen Lernens stützen und verschiedene Datenquellen innovativ kombinieren. Zudem wird ein mobiles Labor aufgebaut. Basierend auf herkömmlicher Messtechnik und eigenentwickelter Software, dient es der Vor-Ort-

Diagnose von Fehlern beziehungsweise Degradationsszenarien sowie der Kalibrierung.

Das Projekt leistet einen wichtigen Beitrag, um zukünftig Leistungseinbrüche in Teilen von PV-Kraftwerken sehr früh in Stärke und Ursache identifizieren zu können, was das Risiko finanzieller Schäden für PV-Anlagen-Betreiber deutlich reduzieren wird.

Das Projekt unterstützt den Ansatz, eine kalkulierbare und stabile Erzeugung elektrischer Energie durch Photovoltaik zu erreichen und somit die Versorgungssicherheit zukünftiger regenerativer Energiesysteme zu erhöhen.

PROJEKTLEITUNG

Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg
Fakultät Elektrotechnik und Informatik
Labor für Photovoltaik und Solare Energiewandlung
Friedrich-Streib-Str. 2, 96450 Coburg, www.hs-coburg.de

PROJEKTPARTNER

Hochschule für angewandte Wissenschaften Coburg
Fakultät Elektrotechnik und Informatik,
Forschungsgruppe Künstliche Intelligenz und Data Stream Mining;
Technische Hochschule Rosenheim,
Fakultät für Angewandte Natur- und Geisteswissenschaften;
smartblue AG

Reinforcement Learning basiertes Lastmanagement zur Flexibilisierung von Wohnheimen – ReLLFloW



Abbildung: Das Projektteam (von links nach rechts): Stefan Mangatia (STWNO), Florian Kiemes (NFX), Christine Meyer (STWNO), Thomas Schmid (STWNO), Christopher Mader (NFX), Stephan Synkule (SWLA), Simon Vollmer (NFX), Tobias Mader (NFX), Ulrich Ludolfinger (HS Landshut), Prof. Dr. Maren Martens (HS Landshut).

In ReLLFloW wird erforscht, wie Bewohner von Wohnheimen und Mehrfamilienhäusern zu aktiven Treibern und Nutzern der Energiewende werden können. Ziel ist es, den Strombezug der Gebäude flexibel und automatisiert an die aktuelle Auslastung des Stromnetzes anzupassen, um das Lastmanagement für Netzbetreiber zu erleichtern.

Der Stromverbrauch von Mehrparteienhäusern ist stark schwankend und somit auch deren Strombedarf im Versorgungernetz. Konventionelle Erzeugungsanlagen wie Kohle- oder Atomkraftwerke können in ihrer Stromerzeugung reguliert werden, um solche Schwankungen auszugleichen. Mit Photovoltaik- und Windkraftanlagen ist jedoch die Stromerzeugung selbst volatil, denn sie hängt stark vom Wetter ab. Der Stromverbrauch muss daher so gestaltet werden, dass er die zeitlich wechselhafte Stromerzeugung ausgleicht.

In ReLLFloW wird dafür in einem Studierendenwohnheim des Studentenwerks Niederbayern/Oberpfalz (STWNO) ein Schwarm-speicher zur Glättung der volatilen Stromlasten in Niederspannungsnetzen erprobt. Der Schwarm-speicher besteht aus vielen kleinen Speichern der NetzFlex UG (NFX). Diese sollen so eingesetzt werden, dass die Schwankungen des Strombedarfs, die sich auf die Spannungsschwankungen im Versorgungernetz auswirken, über die Zeit hinweg verschoben werden. Künstliche In-

telligenz, entwickelt an der Hochschule Landshut (HS Landshut), steuert die kleinen Speicher im Kollektiv so, dass der Strombezug der Bewohner von Wohnanlagen dazu beiträgt, die Auslastung des Stromnetzes zu jedem Zeitpunkt innerhalb eines bestimmten Idealbereichs zu halten. Die Stadtwerke Landshut (SWLA) unterstützen bei der Auswertung der Netzauslastung und der Auswirkungen des Schwarm-speichersystems auf das Versorgungernetz.

Letztendlich soll eine Speichertechnologie für Mehrparteienhäuser entwickelt werden, die durch intelligente Ladesteuerung Lastschwankungen im angrenzenden Niederspannungsnetz ausgleicht und die Energiekosten für Bewohner reduziert. Mittelfristig könnten solche Speichermöglichkeiten dazu beitragen, den Strombedarf allein aus erneuerbarer Energie zu decken.

PROJEKTLEITUNG

Hochschule für angewandte Wissenschaften Landshut
Institute for Data and Process Science
Am Lurzenhof 1, 84036 Landshut
www.haw-landshut.de

PROJEKTPARTNER

NetzFlex UG

Smart Soil Compaction Devices – SOLID

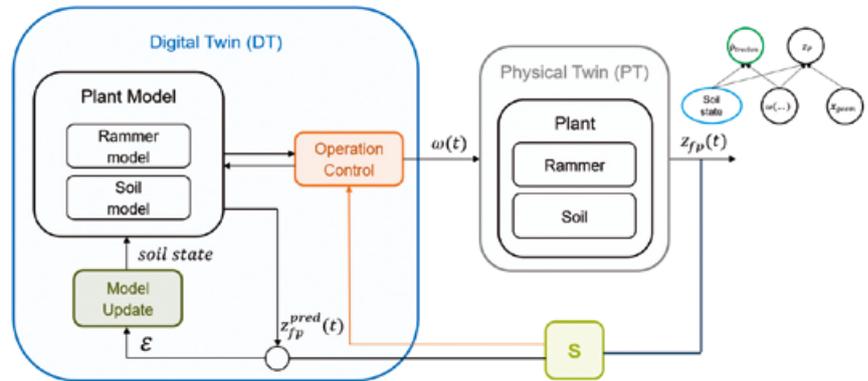


Abbildung links: Wacker Neuson AS60e in Aktion; Abbildung rechts: Schema der Kopplung von physischem Zwilling und digitalem Zwilling zur Betriebsoptimierung in Echtzeit auf der Grundlage eines fortlaufenden Datenaustauschs.

Digitale Zwillinge für vibrierende Systeme haben ein signifikantes Potenzial zur Leistungsoptimierung. SOLID verwendet die Technologie der digitalen Zwillinge für die bedienerorientierte Entwicklung eines Vibrationssystems. Die Lösung stellt die Gesundheit der Bedienenden, die betriebliche Effizienz und die Nachhaltigkeit in den Mittelpunkt.

Vibrationsstampfer sind handgesteuerte Bodenverdichtungsgeräte. Sie werden im Bauwesen eingesetzt, um den Boden auf engem Raum durch vibrierende Bewegung zu verdichten. Die Bedienung dieser Vibrationsstampfer kann das Wohlbefinden der Mitarbeiter beeinträchtigen. Bei längerer Exposition können Gesundheitsrisiken wie das Weißfingersyndrom auftreten. Es ist von entscheidender Bedeutung, der Gesundheit der Mitarbeiter Priorität einzuräumen und sie mit der Effizienz und der Nachhaltigkeit der Lösung in Einklang zu bringen.

SOLID zielt darauf ab, eine neue Generation von Vibrationsstampfern zu entwickeln, die durch die Nutzung von Simulationmöglichkeiten optimiert wird. Dazu wird Lösungsräumtechnik implementiert. Die Integration von Assistenzfunktionen ermöglicht anschließend eine Echtzeit-Datenanalyse, die ein unmittelbares Feedback zu kritischen Prozessfaktoren liefert. Mittels eines digitalen Zwillings werden diese vereint. Insgesamt verbessert dies

die Effizienz des Stampfers, während dieser multidisziplinäre Anforderungen erfüllt, zum Beispiel Bodenverdichtung, Nachhaltigkeit und die Gesundheit der Mitarbeiter. Diese umfassende Integration setzt einen neuen Standard für die Maschinenkonstruktion.

Das neue Konzept, das SOLID entwickelt, geht über die Ermöglichung intelligenter Assistenzfunktionen für eine verbesserte Energieeffizienz und Emissionsreduktion bei Baumaschinen hinaus. Es ist der Pionier eines neuen Paradigmas für die Entwicklung und den Betrieb solcher Maschinen, bei dem Nachhaltigkeit und ein menschenzentrierter Ansatz entscheidend sind.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München
Lehrstuhl für Produktentwicklung und Leichtbau
Boltzmannstr. 15, 85748 Garching
www.mec.ed.tum.de/lpl

PROJEKTPARTNER

Technische Universität München, Zentrum Geotechnik,
Lehrstuhl und Prüfamf für Grundbau, Bodenmechanik,
Felsmechanik und Tunnelbau;
Wacker Neuson Produktion GmbH & Co. KG

Lernende prädiktive Wartung von vernetzten Geräteflotten – präFlott



Abbildung links: Open-Source-Referenzplattform; sie besteht aus mobilen Robotern, die mit zusätzlichen Sensoren ausgestattet sind. An dieser Plattform werden die entwickelten Konzepte und Methoden der prädiktiven Wartung getestet und demonstriert; Abbildung rechts: Gleiches Setup aus der Sicht einer auf dem Roboter montierten Kamera.

Im Forschungsprojekt präFlott wird ein lernendes System zur vorausschauenden Wartung für vernetzte Geräteflotten entwickelt. Es sagt Fehlerzustände einzelner Geräte vorher. So können Ausfälle reduziert, die Zuverlässigkeit gesteigert und Wartungseinsätze gezielter geplant werden. Insgesamt ermöglicht dies einen effizienteren und umweltschonenderen Betrieb.

Im Kontext von Industrie 4.0 bezeichnet prädiktive Wartung die regelmäßige Beobachtung von Messwerten zur Vorhersage des Maschinenzustandes und damit verbunden eine entsprechend bedarfsgerechte und vorausschauende Wartung. Dies steigert sowohl die Effizienz als auch die Lebensdauer einer Maschine, was Unternehmen und der Umwelt zugutekommt.

Industriellen Einsatz findet prädiktive Wartung momentan vor allem für einzelne Maschinen. Im Rahmen des Projekts „Lernende prädiktive Wartung von vernetzten Geräteflotten“ wird gemeinsam mit den Industriepartnern Sielaff GmbH & Co. KG und Dallmeier electronic GmbH & Co. KG ein flottenweites prädikatives Wartungssystem entwickelt. Ziel ist es, den Wartungsbedarf der einzelnen Maschine mit höherer Genauigkeit zu bestimmen, indem die Daten aller in der Flotte vernetzten Geräte betrachtet werden.

Dafür erfolgt zunächst eine zentrale Sammlung der teils vorverarbeiteten Daten der Geräteflotte auf Servern. Diese Daten werden genutzt, um mithilfe aktueller Methoden des maschinellen Lernens und der künstlichen Intelligenz Modelle zu trainieren, die eine Vorhersage von Maschinenzuständen einschließlich potenzieller Fehler ermöglichen. Zur Identifikation und Charakterisierung relevanter (Fehler-)Zustände wird das Wissen von Expertinnen und Experten von Sielaff im Bereich Pfandrücknahmeautomaten und von Dallmeier im Bereich Kamerasysteme herangezogen.

Um auch externen Unternehmen niederschweligen Zugang zu lernender prädiktiver Wartung vernetzter Geräteflotten zu gewähren, entsteht eine Open-Source-Referenzplattform mit mobilen Robotern. Ausgestattet mit zusätzlichen Sensoren und Aktoren, generieren diese Roboter Daten für das Trainieren der Vorhersagemodelle.

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Autonome Systeme und Mechatronik
Paul-Gordan-Straße 3/5, 91052 Erlangen
www.asm.tf.fau.de

PROJEKTPARTNER

Universität Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Multimedia-
kommunikation und Signalverarbeitung;
Sielaff GmbH & Co. KG Automatenbau Herrieden;
Dallmeier electronic GmbH & Co. KG

Planning-informed Perception & Perception-informed Planning – PIP²



Abbildung: Forschungsfahrzeug für autonomes Fahren auf Level 5 der TU München.

Eine zentrale Herausforderung autonomer Fahrzeuge (AF) ist die Sicherheit im Straßenverkehr. Basierend auf der modularen Softwareentwicklung von AFs soll im Forschungsprojekt PIP² der Informationsaustausch zwischen den Modulen Perzeption (Umfeld-Wahrnehmung) und Fahrplanung verbessert werden, um die Qualität der Fahrentscheidungen zu erhöhen.

Die modulare Softwareentwicklung für autonome Fahrfunktionen bietet aus Entwicklungssicht entscheidende Vorteile, da Funktionalitäten unabhängig voneinander entwickelt und einfacher in die Gesamtsoftware integriert werden können. Allerdings ist es möglich, dass aufgrund des limitierten Informationsaustausches zwischen Modulen Fehler auftreten, die sich durch die Gesamtsoftware ziehen und nicht rechtzeitig abgefangen werden können.

Das Ziel des Projekts ist es, den Datenaustausch der einzelnen Module untereinander zu optimieren, um die Informationslücke zwischen diesen zu reduzieren. Der Schwerpunkt liegt hierbei auf dem Austausch zwischen Umfeld-Wahrnehmung und Fahrplanung. In Zusammenarbeit mit den Industriepartnern FDTech und Bertrandt und dem assoziiertem Partner Embotech wird die entwickelte Software simulativ sowie im Realfahrzeug getestet.

Das Perzeptions-Modul liefert zu jedem Zeitschritt Daten über Objekte, die basierend auf den verwendeten Sensoren erkannt wurden. Zusätzliche Informationen, wie etwa Unsicherheiten in der Objekterkennung oder nicht einsehbarer Bereiche, werden jedoch nicht an die Fahrplanung weitergeleitet. Durch die Integration dieser zusätzlichen Informationen soll eine bessere Grundlage für die robuste Fahrplanung entwickelt werden.

Gleichzeitig soll auch der Informationsfluss zwischen Fahrplanung und Perzeption optimiert werden. Methoden zur Objektdetektion werden oft ausschließlich basierend auf Bildmaterial trainiert, ohne Berücksichtigung der Position der Objekte im Bild. Die Rückführung des geplanten Fahrweges soll eine Priorisierung der Objekte im fahrbaren Bereich erzielen. Auf diese Weise lässt sich die Erkennungsgüte erhöhen, und Gefahrensituationen können schneller erkannt werden.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München, TUM School of Engineering and Design, Professur für Autonome Fahrzeugsysteme
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching bei München
www.mos.ed.tum.de/en/avs

PROJEKTPARTNER

FDTech GmbH;
Bertrandt Ingenieurbüro GmbH

Entwicklung einer Intelligenten und Automatisierten Additiven Fertigung von Sandkernen für die Gießereiindustrie – EnIAAF

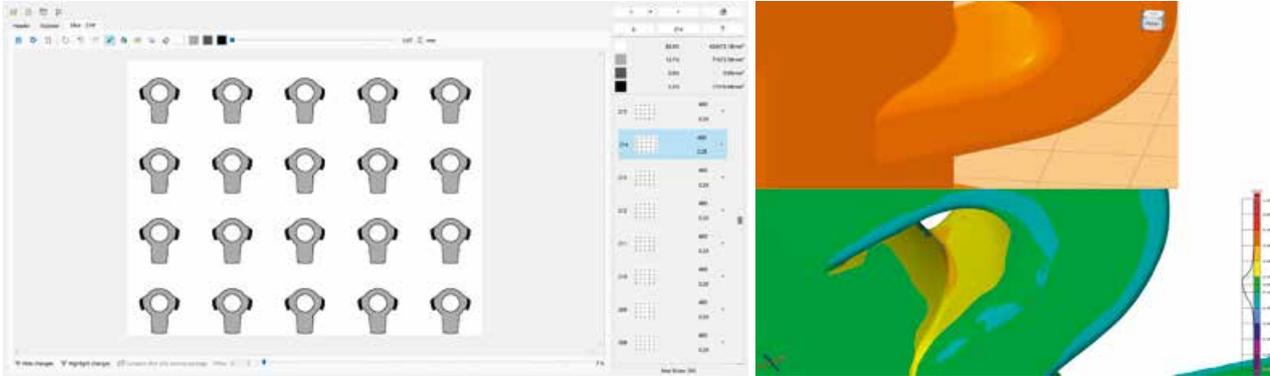


Abbildung links: Kennzeichnend für den 3D-Druck ist die Anordnung des zu druckenden Teils in einer Box und die Zerlegung in einzelne Schichten, den sogenannten Slices; Abbildung rechts: Vergleich zwischen CAD-Geometrie und der modifizierten Geometrie zur Kompensation der Deformation im 3D-Druck.

Im Forschungsprojekt EnIAAF wird ein intelligentes und automatisiertes Fertigungszentrum zur Herstellung qualitativ hochwertiger Sandkerne für die Gießereiindustrie entwickelt. Das Fertigungszentrum wird mit intelligenten Softwareroutinen künftig Kernkosten und Produktionsdauer reduzieren und umweltfreundliche Fertigungskonzepte forcieren.

Die Herstellung metallischer Gussteile unter Verwendung von verlorenen Kernen („Sandkernen“) in Gießformen ist Stand der Technik für eine Vielzahl von Komponenten in der Automobilindustrie, in der Luft- und Raumfahrt sowie in der Medizin-, Armaturen- und Elektrotechnik. Eine effektive Erweiterung der Herstellung dieser Sandkerne stellt seit etwa zwei Jahrzehnten die additive Fertigung mit dem Binder-Jetting-Verfahren dar. Die Merkmale der additiven, pulverbettbasierten Kernherstellung (3D-Druck) sind eine nahezu unbegrenzte geometrische Gestaltungsfreiheit, der Verzicht auf kostenintensive, konturabbildende Werkzeuge und damit die Möglichkeit, auch kleinere Losgrößen wirtschaftlich zu fertigen. Den Verfahrensvorteilen stehen jedoch eine geringere Prozessstabilität, eine schlechtere Oberflächenqualität sowie ein geringer Automatisierungsgrad gegenüber.

Im Mittelpunkt des Projektes EnIAAF steht die Entwicklung eines intelligenten und automatisierten Fertigungszentrums zur Herstellung qualitativ hochwertiger Sandkerne im Kontext einer wirtschaftlichen Serienfertigung in enger Zusammenarbeit zwischen den Partnern Inacore, Laempe Mössner Sinto, R. Scheuchl sowie dem wissenschaftlichen Institut FORWISS der Universität Passau. Die Teilprozesse des 3D-Drucks werden durch Algorithmen wesentlich intelligenter gestaltet und in einem Maß automatisiert, das eine massive Reduktion der Kernkosten und der Produktionsdauer sowie eine Steigerung der Umweltfreundlichkeit mit sich bringt. Zentrale Elemente des Projekts sind dabei die volumetrische Geometrieanalyse, die automatisierte Parameterfindung des Druckauftrags, die mathematische Modellierung und schließlich die hardwareseitige Erweiterung des Druckers und der Kern-Nachbearbeitung.

PROJEKTLEITUNG

Inacore GmbH
Königbacher Straße 17
94496 Ortenburg
www.inacore.de

PROJEKTPARTNER

R. Scheuchl GmbH;
Laempe Mössner Sinto GmbH;
Universität Passau, Institut für Softwaresysteme in technischen
Anwendungen der Informatik (FORWISS)

Elektrisch relevante Oberflächenrauheit – RELEVANT

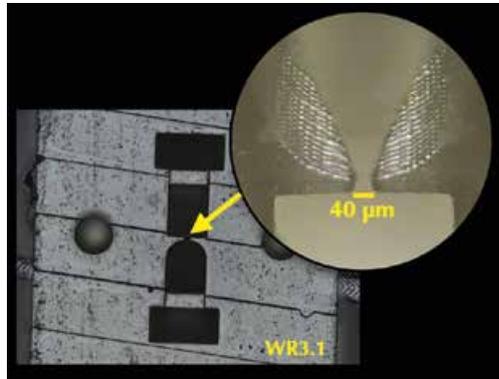


Abbildung: Detailansicht eines Hohlleiter-Übergangs von der Leiterplatte zum WR3.1-Hohlleiter (220 bis 330 GHz), der mit Hilfe der additiven Fertigung hergestellt wurde.

Die Messtechnik für Frequenzen im Terahertz-Bereich befindet sich in der Übergangsphase vom Labor zum technischen Einsatz für zukünftige Anwendungen mit höheren Auflösungen/Datenraten. Ziel des Projektes ist es, Fertigungsverfahren wie Fräsen, Erodieren mit Laserablation und additive Techniken zu evaluieren.

Die Hochfrequenztechnik im hohen GHz-Bereich ist seit der Einführung des Kfz-Radars keine Nischenanwendung mehr, sondern im Massenmarkt angekommen. Auch andere Bereiche wie Luft- und Raumfahrt, Laboranalytik, Gefahrstoffdetektion oder Sicherheitstechnik, zum Beispiel in Form von Körperscannern, sind maßgeblich von der Leistungsfähigkeit passiver Hochfrequenz-Komponenten abhängig. Dabei führt die Forderung nach höheren Datenraten/Auflösungen der Geräte zu steigenden Anwendungsfrequenzen, die wiederum mit kleineren Bauteilabmessungen einhergehen. In diesem Projekt werden Anwendungsfrequenzen von 1,1 THz adressiert, da entsprechende Messtechnik verfügbar geworden ist. Die hierfür erforderlichen Strukturgrößen stellen hohe Anforderungen an die Präzision der eingesetzten Fertigungsverfahren und übersteigen den derzeitigen Stand der Technik.

Das Standardverfahren zur Herstellung dieser Hohlleiterkomponenten ist derzeit das Fräsen in Split-Block-Technik, das heißt die Strukturen zur Führung/Manipulation elektromagnetischer Wellen werden mittels Fräser in zwei Halbschalen eingebracht, die anschließend zusammengefügt werden. Auf diese Weise können einfache Wellenleiterkanäle hergestellt werden. Anwendungsstrukturen erfordern jedoch deutlich komplexere Details, die die Möglichkeiten heutiger Frästechniken übersteigen. In den vergangenen Jahren hat sich die additive Fertigung als Alternative zur Herstellung von Hochfrequenzbauteilen entwickelt, da sie eine hohe Designfreiheit bietet. Daher werden im Projekt „Optimierung von Fräsprozessen“ auch Fräsverfahren in Kombination mit Laserablation untersucht. Zudem werden die verschiedenen Ansätze zum selektiven Laserschmelzen von Metallpulvern sowie beschichtete Kunststoffgrundkörper in die Untersuchungen einbezogen.

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik
Cauerstraße 9, 91058 Erlangen
www.lhft.de

PROJEKTPARTNER

Rohde & Schwarz GmbH & Co. KG;
Kern Microtechnik GmbH;
Golden Devices GmbH

Performance of Deviated Rolling Bearings – Vorhersage funktionaler Eigenschaften von abweichungsbehafteten Wälzlagern durch maschinelles Lernen – PEDRO

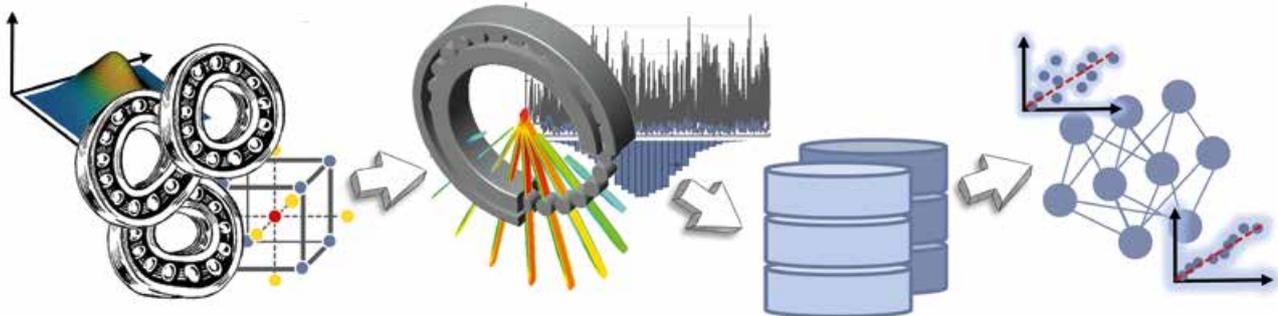


Abbildung: Von statistischer Versuchsplanung abweichungsbehafteter Wälzlager mittels Dynamiksimulationen zur Datenbank. Auf deren Basis wird ein Algorithmus des maschinellen Lernens als Vorhersagemodell trainiert.

Für reibungsarme Lagerungen drehender Bauteile sind Wälzlager allgegenwärtig. Um deren Fertigungstoleranzen gezielt zu optimieren, soll untersucht werden, welche Fertigungsabweichungen Einfluss auf Reibung und Geräuschverhalten im Betrieb haben. Methoden des maschinellen Lernens können helfen, solche Effekte effizienter vorherzusagen.

Aufgrund von Temperatur- und Prozessschwankungen während der Fertigung ist es unvermeidbar, dass geometrische Abweichungen von der Nenngeometrie in technischen Produkten auftreten, so auch in Wälzlagern. Diese können einen Einfluss auf die funktionalen Eigenschaften eines Wälzlagers haben, zum Beispiel auf Reibung und Akustik. Bisher kann der Einfluss von Geometrieabweichungen auf die Eigenschaften lediglich mithilfe von komplexen und zeitaufwändigen Mehrkörpersimulationen ermittelt werden. Dies erschwert die Definition von Toleranzwerten bei der Auslegung der Lager.

Ziel dieses Projekts ist die Entwicklung einer Vorgehensweise, um mittels Methoden des maschinellen Lernens die Auswirkungen geometrischer Toleranzen der Wälzlagerelemente auf die Lagerdynamik in wenigen Sekunden vorhersagen zu können. Damit sollen die bisherigen Toleranzangaben sowohl auf die mögliche Optimierung hinsichtlich funktionaler Eigenschaften als auch auf möglichst kostengünstige Fertigungsverfahren untersucht werden.

Im Rahmen des Projekts soll zunächst eine Datenbasis generiert werden. Diese beruht auf zeitaufwändigen Simulationen der Lagerdynamik für ausgewählte geometrische Abweichungen eines Wälzlagers. Mit der Datenbasis wird im Anschluss ein Algorithmus des maschinellen Lernens als Vorhersagemodell trainiert. Dieser wird anschließend verifiziert und validiert, um eine hohe Berechnungs- und Vorhersagequalität des quasi-dynamischen Berechnungsmodells und des Vorhersagemodells sicherzustellen.

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Konstruktionstechnik
Martensstraße 9, 91058 Erlangen
www.mfk.fau.de

PROJEKTPARTNER

Schaeffler Technologies AG & Co. KG

Duale Roboter-CT für die Digitalisierung großer industrieller Objekte – XLRoboCT



Abbildung links: Roboter-CT-System beim Scan eines Fahrrads am Technologie Campus Plattling der Technischen Hochschule Deggendorf; Abbildung rechts: 2D-Röntgenprojektion eines Fahrrads, gescannt mit Hilfe des Roboter-CT-Systems.

Im Projekt XLRoboCT werden roboterbasierte Computertomographie-Systeme (CT) weiterentwickelt, um innere und äußere Strukturen auch großer Industriekomponenten zerstörungsfrei zu digitalisieren. Erstmals sollen so zum Beispiel Fahrzeugkarosserien und Luftfahrtkomponenten mit Roboter-CT-Systemen komplett dreidimensional digitalisiert werden.

CT-Systeme sind in der Lage, alle inneren und äußeren Strukturen von Industriekomponenten zerstörungsfrei zu digitalisieren. Daher können sie insbesondere für Messtechnik und Qualitätsprüfung eingesetzt werden. Industrielle Standard-CT-Systeme sind in der Lage, Objekte von bis zu circa 50 Zentimeter Höhe und Durchmesser zu digitalisieren.

Die Technische Hochschule Deggendorf ist Pionier rund um flexible, roboterbasierte Computertomographie. Aktuell forscht sie noch als einzige deutsche Hochschule an sogenannten Roboter-CT-Systemen. Bei Roboter-CT-Systemen sind sowohl die Röntgenquelle als auch der Röntgendetektor an einem individuellen Roboter montiert und können so frei um das Objekt bewegt werden. Durch diese Flexibilität können Roboter-CT-Systeme zur Digitalisierung unterschiedlichster, komplexer Objekte eingesetzt werden. Sie sind in der Lage, genau die zur 2D- oder 3D-Digitalisierung nötigen Daten aufzunehmen, und bieten somit auch die Möglichkeit, die Scanzeit und -kosten zu reduzieren (Relevant Data statt Big Data).

Aufgrund der hohen Flexibilität und der Positionierungsgenauigkeit industrieller Roboter sind Roboter-CT-Scans aktuell jedoch mit hohem Aufwand und viel Handarbeit verbunden. In der industriellen Praxis werden sie daher noch nicht oder nur für den Scan kleiner Bereiche genutzt (zum Beispiel beim Projektpartner BMW am Forschungs- und Innovationszentrum in München).

Im Projekt XLRoboCT sollen Verfahren und Workflows entwickelt werden, damit erstmals auch große Objekte mithilfe von Roboter-CT-Systemen flexibel, schnell und kostengünstig gescannt werden können. Erste Anwendungen im Rahmen des Projekts sind Fahrzeugkarosserien, Gussteile, Windkraft-Rotorblätter und Luftfahrtkomponenten.

PROJEKTLEITUNG

Technische Hochschule Deggendorf
Technologie Campus Plattling
Dieter-Görlitz-Platz 1, 94469 Deggendorf
www.th-deg.de

PROJEKTPARTNER

BMW AG

Untersuchung des Tresteraufschlusses in der Zentrifugation über Experiment und Simulation mit neuartiger Schnecken-geometrie zur Steigerung der Ausbeute – Opti-Zent

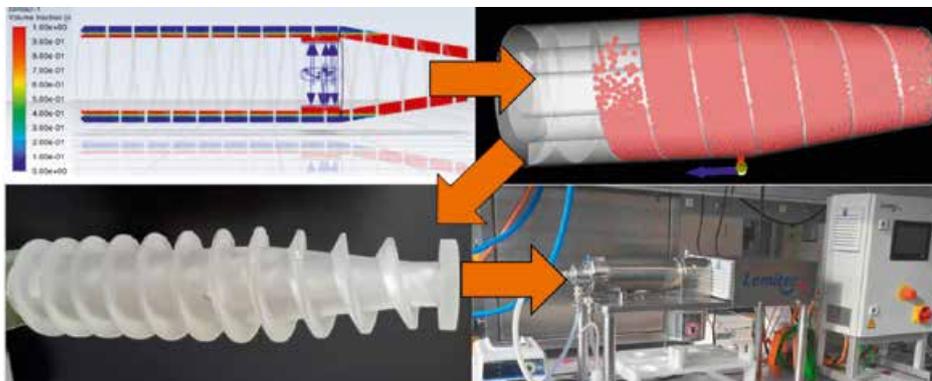


Abbildung: Entwicklung der Zentrifuge mit zweiphasiger Strömungssimulation, Diskreter-Elemente-Methode, Rapid Prototyping und Test im Labordekanter.

Bei der Herstellung von Pflanzenölen oder Fruchtsäften extrahieren Zwei-Phasen-Dekanter circa 80 bis 90 Prozent des enthaltenen Öls beziehungsweise Safts aus dem Trester. Um den Verlust deutlich zu reduzieren, sollen Vorgänge und Materialverhalten über Simulation und Experiment untersucht und neue Schnecken-Geometrien entwickelt werden.

In der Herstellung von Pflanzenölen und Fruchtsäften werden Dekantierzentrifugen zur Abtrennung der Flüssigkeit eingesetzt. Dabei beeinflussen Prozessführung und Zentrifugegeometrie wesentlich die Ausbeute von circa 80 bis 90 Prozent Öl beziehungsweise Saft in hoher Qualität.

Ziel des Projekts ist die Untersuchung der Vorgänge bei der Entwässerung des Tresters auf kleiner Skala. Dazu werden der Anteil der Zwickelflüssigkeit (der noch in der Frucht gebundene Anteil), das rheologische Verhalten und das Feststofffließen des gesättigten Haufwerks erforscht. Es werden Simulationen der Diskreten-Elemente-Methode (DEM) gekoppelt mit Strömungssimulation aufgesetzt, um das Materialverhalten sowohl auf kleiner Skala als auch auf Ebene der gesamten Zentrifuge in einem Multi-Skalen-Ansatz abzubilden.

Durch die Kenntnis der Materialeigenschaften und der Vorgänge bei der Tresterentwässerung und Phasentrennung soll eine neuartige Schnecken-geometrie für eine verbesserte Tresterextraktion entwickelt werden. Diese soll das Material mehrfach aufbrechen, umwälzen und im Ablauf komprimieren, um innenliegende Zwickelflüssigkeit freizulegen. Das Materialverhalten und die Fest-Flüssig-Trennung werden in Abhängigkeit von Zentrifugegeometrie und Prozessparametern anhand eines Demonstrators untersucht. Schnecken-geometrien werden dafür über Rapid Prototyping hergestellt und in einer Laborzentrifuge im kleinen Maßstab untersucht.

PROJEKTLEITUNG

Technische Hochschule Rosenheim
Campus Burghausen
Marktler Straße 50 , 84489 Burghausen
www.campus-burghausen.de

PROJEKTPARTNER

GHS Separationstechnik GmbH

Microfluid Controlling for Biochemical Processing in Thermocyclers – BioPro

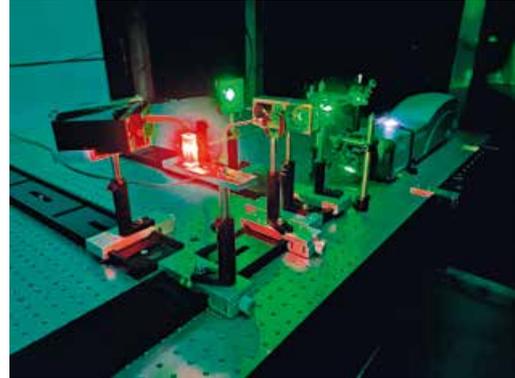
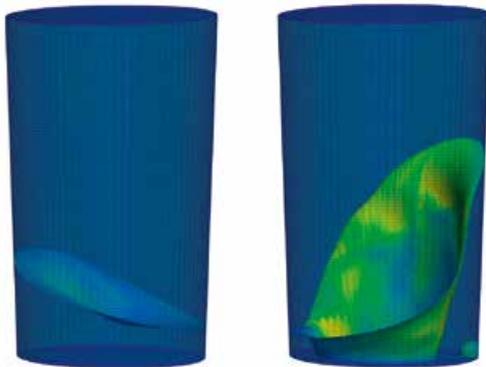


Abbildung links: Simulierte Bewegung der Flüssigphase in einem mit Wasser gefüllten Microwell am Anfang des Schüttelvorgangs. Die Farbe zeigt die absolute Geschwindigkeit der Grenzfläche. Abbildung rechts: Messung der spektralen Fluoreszenz einer Flüssigkeit in einer Küvette (rot).

Im Forschungsprojekt BioPro werden Temperier- und Mischvorgänge in Microwells zur Prozessierung von biochemischen Proben mittels optischer Messmethoden untersucht. Auf Grundlage dieser Daten soll zudem ein numerisches Modell entwickelt werden, um die hochdynamische Prozessierung vorherzusagen und zu optimieren.

Thermocycler und Laborschüttler sind wichtige Werkzeuge für die Bereiche Medizin, Molekularbiologie und Biochemie. Beispielsweise werden Polymerasekettenreaktionen (PCR) in diesen Geräten durchgeführt, die für die Erkennung von Erbkrankheiten und Viren-Infektionen aber auch für DNA-Analysen wichtig sind. Entscheidenden Einfluss auf die Qualität der Ergebnisse haben hierbei die Temperierung und Durchmischung der Proben. Diese Parameter lassen sich nur unzureichend während eines laufenden Prozesses messen, da viele Messverfahren die Temperatur und/oder die Strömungen invasiv verändern. Gleichzeitig sind Kenntnisse über die Temperaturverteilung und die Mischbewegungen notwendig, um Thermocycler und Laborschüttler sowie deren Prozessschritte zu verbessern. Dadurch können zum Beispiel PCR-Tests präziser und zeitoptimiert durchgeführt werden.

Ziel des Projekts ist es, die Temperaturverteilung innerhalb einzelner Microwells von Mikrotiterplatten mittels Laser-induzierter Fluoreszenz (LIF) räumlich zu untersuchen. Desweiteren sollen Hochgeschwindigkeitsaufnahmen der Oberflächenänderung der Flüssigkeit helfen, die Mischvorgänge genauer zu charakterisieren. Der entscheidende Vorteil beider Methoden ist, dass sie kontaktlos sind und somit den Heiz- und Mischprozess nicht verändern.

Gemeinsam mit dem Industriepartner Inheco GmbH wird auf Basis dieser Messergebnisse ein numerisches Modell erstellt. Indem zum Beispiel Prozessparameter verändert werden, kann ein solches Modell biochemische Prozesse verbessern. Dies hebt die Präzision sowie die Prozessgeschwindigkeit der Laborgeräte auf eine neue Stufe.

PROJEKTLEITUNG

Universität der Bundeswehr München, Institut für Thermodynamik (LRT-10)
Professur für Energiewandlung in der Luft- und Raumfahrttechnik
Werner-Heisenberg-Weg 39, 85577 Neubiberg
www.unibw.de/thermodynamik

PROJEKTPARTNER

Inheco Industrial Heating & Cooling GmbH

Next Best Process: Systeme zur automatisierten Prozessverbesserung

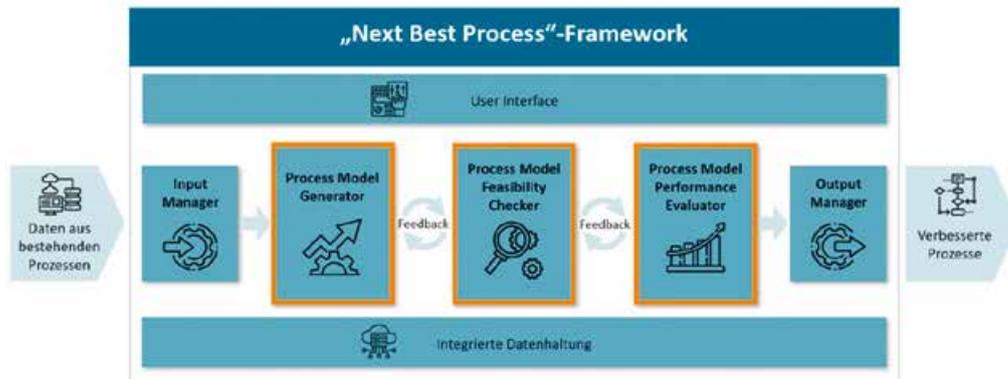


Abbildung: Schematische Darstellung des Next Best Process Frameworks.

Process Mining ermöglicht die datengestützte Analyse von Geschäftsprozessen. Bestehende Verbesserungsansätze sind meist manueller Natur und Automatisierungspotenzial bleibt ungenutzt. Im Projekt soll eine konfigurierbare Systemarchitektur für Prozessverbesserungssysteme entwickelt werden, welche die Komplexität moderner Geschäftsabläufe bewältigt.

Process Mining, eine Technologie des datengetriebenen Prozessmanagements, eröffnet durch die Analyse von Ereignisprotokollen in IT-Systemen wertvolle Einblicke in Geschäftsprozesse. Unternehmen können auf dieser Basis gezielte Prozessverbesserungen vornehmen, die zu einer Reihe ökonomischer Vorteile wie Kostensenkung, Zeiterparnis oder erhöhte Kundenzufriedenheit führen können. Prozessverbesserung gilt daher auch als wichtigste Aktivität des Prozessmanagements. Trotz der allgemein anerkannten Relevanz sind bestehende Ansätze zur Prozessverbesserung jedoch fast ausschließlich manueller Natur und abhängig von menschlicher Intuition und Kreativität. Folglich bleiben das weitreichende Automatisierungspotenzial und daraus resultierende Kosten- und Zeitersparnisse ungenutzt.

Im Projekt wird daher eine konfigurierbare und anpassungsfähige Systemarchitektur für Prozessverbesserungssysteme entwickelt. Diese kombiniert neuartige Technologien, wie generative KI, mit dem Anwender als Wissensträger

und bewältigt so die Komplexität moderner Geschäftsabläufe und ihre Optimierung. Die Systemarchitektur soll als Demonstrator prototypisch realisiert sowie unter realweltlichen Bedingungen evaluiert werden.

Die interdisziplinäre Zusammensetzung des Konsortiums aus Wissenschaft und Wirtschaft soll die hohe Qualität der Ergebnisse gewährleisten. Die Diversität der beteiligten Konsortialpartner lässt ein hohes Maß an Übertragbarkeit erwarten. Insgesamt sollen die Ergebnisse des Forschungsvorhabens bayerische Unternehmen dabei unterstützen, Fachkräfte im Bereich der Prozessverbesserung effizient einzusetzen und die Qualität der Prozesslandschaft zu erhöhen, indem diese vom Faktor der menschlichen Intuition und Kreativität entkoppelt werden.

PROJEKTLEITUNG

Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik (FIT)
Institutsteil Wirtschaftsinformatik
Wittelsbacherring 10, 95444 Bayreuth
www.fim-rc.de | www.wirtschaftsinformatik.fraunhofer.de

PROJEKTPARTNER

Siemens AG; Logatik GmbH; BMW Group;
Deutsche Lufthansa AG; Flughafen München GmbH;
Terminal 2 Gesellschaft mbH Co oHG

Auslegung und Lebensdauersteigerung der Kronenradverzahnung im Getriebeumfeld – KAuLiG

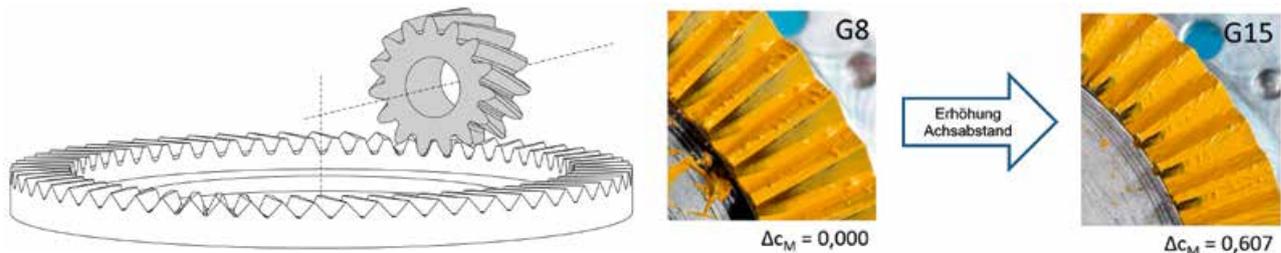


Abbildung links: Schrägverzahnte Kronenradpaarung; Abbildung rechts: Einfluss der Achsabstandsabweichung auf das Tragbild einer Kronenradverzahnung.

Für die Kronenradverzahnung existiert keine Auslegungsmethode. Zudem fehlt es an Wissen über den Einfluss des Getriebeumfeldes auf die Lebensdauer. In dem Projekt werden dafür Methoden entwickelt, mit dem Ziel, die Nutzungsphase zu maximieren und den Bauraum zu optimieren, was sich positiv auf Kosten, Gewicht und Ressourceneinsatz auswirkt.

In einer Kronenradverzahnung kämmt ein evolventisches Stirnrad im 90°-Achswinkel mit einem Kronenrad. Im Gegensatz zu den etablierten Winkelgetrieben (Schnecken- und Kegelradverzahnung) existieren für die Kronenradverzahnung keine Methoden für die Auslegung und den schnellen Tragfähigkeitsnachweis. Diese sind in der industriellen Anwendung unverzichtbar. Zudem fehlen aktuell detaillierte Kenntnisse, welchen Einfluss das Getriebeumfeld auf die Lebensdauer der Kronenradverzahnung hat. Aus dem elastischen Getriebeumfeld folgen Abweichungen im Zahnkontakt, die sich in der Regel negativ auf die Lebensdauer der Verzahnung auswirken.

In dem Forschungsprojekt sollen Methoden zur Auslegung einer Verzahnung und zur detaillierten Umfeldbetrachtung erarbeitet und experimentell abgesichert werden. Diese Aspekte bergen das Potenzial, die Lebensdauer zu steigern und somit die Nutzungsphase im Sinne der Kreislaufwirtschaft zu maximieren. Mit der gesteigerten Berechnungstiefe verringert sich die Anzahl

notwendiger Iterationsschleifen in der Auslegung. Dadurch werden Ressourcen für Versuchsträger und Prüfstandsuntersuchungen eingespart. Außerdem wird der Bauraum optimiert, was sich direkt positiv auf Kosten, Gewicht und Ressourceneinsatz auswirkt und somit einen angemessenen Materialeinsatz nach den „12 Principles of Green Engineering“ gewährleistet. Im Vergleich zu etablierten Winkelgetrieben weist die Kronenradverzahnung insbesondere für kleine und mittlere Unternehmen (KMU) relevante Vorteile auf.

PROJEKTLEITUNG

Technische Universität München, Lehrstuhl für Maschinenelemente
Forschungsstelle für Zahnräder und Getriebesysteme (FZG)
Boltzmannstraße 15, 85748 Garching
www.mec.ed.tum.de/fzg

PROJEKTPARTNER

ebm-papst St. Georgen GmbH & Co. KG

Evaluierung des Wachsausschmelzverfahrens zur Herstellung von HF-Komponenten – HF-Guss

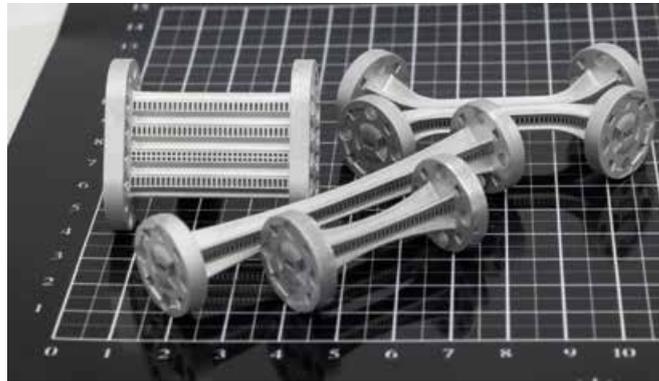


Abbildung: Hochfrequenzkomponenten für 60 bis 90 Gigahertz aus Vollmetall, hergestellt mit additiven Technologien in Kombination mit dem Wachsausschmelzverfahren.

Das Feingussverfahren bietet die Möglichkeit, metallische Komponenten für die Hochfrequenztechnik mit hervorragender mechanischer Stabilität und elektrischen Eigenschaften herzustellen. Davon könnten viele Anwendungen wie die Luft- und Raumfahrt profitieren. Im Rahmen des Projekts wurde eine Machbarkeitsanalyse dieses Verfahrens durchgeführt.

Moderne Kommunikationssysteme wie die kommende 6G-Mobilfunkgeneration oder bildgebende Radarsysteme im Automobilbereich nutzen hohe Signalfrequenzen, um eine hohe Bandbreite für die Signalübertragung oder eine hohe Bildauflösung zu erreichen. Die Verwendung von dreidimensionalen Strukturen wie Hohlleitern kann ein möglicher Grundstein für die nächste Generation von Millimeter-Wellenleitern sein. Diese können nicht nur die elektrischen Verluste deutlich reduzieren, sondern auch die Entwicklung von wesentlich effizienteren 3D-Antennensystemen ermöglichen. Typischerweise werden Wellenleiter durch subtraktive, spanende Verfahren hergestellt. Dies wirkt sich jedoch negativ auf die Gestaltungsfreiheit aus und erfordert sowohl komplexe als auch teure Fertigungsverfahren. Im Gegensatz zu subtraktiven Technologien steht die additive Fertigung. Diese wurde in den vergangenen Jahren als alternative Herstellungsmethode von Hohlleiterkomponenten entwickelt.

„In speziellen Anwendungsfällen können diese additiv gefertigten Kunststoffkörper mit leitfähigen Beschichtungen jedoch nicht die hohen Anforderungen an die mechanische und thermische Stabilität erfüllen, wie sie z. B. in der Luft- und Raumfahrtindustrie gefordert werden. Vollmetallische Hohlleiterkomponenten könnten eine Lösung darstellen, da sie eine höhere mechanische Festigkeit und Wärmeleitfähigkeit aufweisen und dadurch Belastungen besser standhalten. Das aus anderen Branchen bekannte Wachsausschmelzverfahren könnte sich zur Herstellung dieser Komponenten eignen. Hierbei wird ein Wachsmo- dell additiv hergestellt und anschließend im Metallguss weiterverarbeitet. Im Rahmen dieses Projekts soll das Verfahren, das dem Feinguss ähnelt, als neuer Ansatz zur Herstellung von mechanisch robusten Hochfrequenzkomponenten evaluiert werden.“

PROJEKTLEITUNG

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik
Cauerstraße 9, 91058 Erlangen
www.lhft.eei.fau.de

PROJEKTPARTNER

Golden Devices GmbH

Fluor-freies Opalglas auf Basis von Kalk-Natron-Silikatglas – OpalFluorFrei



Abbildung links: Opalglas ist ein milchig-weißes, lichtdurchlässiges Glas, das für verschiedene Produkte wie Kosmetika oder Geschirr verwendet wird. Die Trübung entsteht durch Zugabe von Fluorid. Abbildung rechts: Fluorfreies geschmolzenes und ohne Wärmenachbehandlung im Labor hergestelltes Opalglas.

Die Ästhetik weißer Opalgläser wird für zahlreiche Produkte wie Kosmetika, Tafelgeschirr oder Lampen verwendet. Der Opaleffekt entsteht beim Schmelzen durch zugesetzte fluorhaltige Trübungsmittel. Durch Verdampfen können jedoch gesundheitsschädliche Substanzen entweichen, weshalb im Projekt eine fluorfreie Alternative entwickelt werden soll.

Opalgläser erhalten ihr milchig-weißes, transluzentes Aussehen durch eine Phasentrennung im Glas. Diese ruft Lichtbeugung und -streuung zwischen den Phasen hervor und lässt so den Opal-Effekt entstehen. Die Streuzentren sind im Glas gleichmäßig verteilt. Ihre Größe, Form und Brechungseigenschaft sind entscheidende Parameter, die den Grad der Trübung und das Erscheinungsbild bestimmen. Die Phasentrennung kann zum Beispiel durch Entmischen zweier Glasphasen oder durch Kristallisation im Glas erzeugt werden.

Seit Jahrzehnten sind Fluorverbindungen die am häufigsten verwendeten Trübungsmittel. Fluoride üben eine starke Wechselwirkung mit benachbarten Ionen aus und führen zu einer Kristallisation im Glas. Inzwischen wird der Einsatz von Fluor in Glas teils kritisch bewertet, da Fluorverbindungen bei der Produktion emittieren können; viele sind ökologisch und gesundheitlich bedenklich. Daher ist ein Ziel des Projekts, Fluor durch alternative, gesundheitlich und umwelttechnisch unbedenkliche Trübungs-

mittel zu ersetzen. Das zweite Ziel ist die Verbesserung des Recyclings. Bislang wird Opalglas meist als Keramikscherbe identifiziert und aus dem Materialkreislauf aussortiert. Das muss nicht sein, denn Opalglas könnte wieder eingeschmolzen werden.

Beide Ziele werden im Projekt umgesetzt, indem zum Beispiel CaO , MgO , ZnO oder TiO_2 mit einer angepassten Wärmebehandlung kombiniert werden, um mit Blick auf eine industrielle Umsetzung eine Opazität im Glas zu erzeugen. Die Kristalle des fluorfreien Opalglases sollen zudem in der Glasschmelze farbneutral aufgelöst und somit unproblematisch im Altglas recycelt werden. Neben den optischen werden auch die mechanischen Eigenschaften geprüft und bewertet, um ein Glas mit ähnlichen Gebrauchseigenschaften wie etablierte fluorhaltige Gläser zu entwickeln.

PROJEKTLEITUNG

Universität Bayreuth
Keylab Glastechnologie
Prof.-Rüdiger-Bormann-Str. 1, 95447 Bayreuth
www.glas.uni-bayreuth.de

PROJEKTPARTNER

HEINZ GLAS GmbH & Co. KGaA

Optische Drucksensoren auf Basis polymerer planarer Bragg-Gitter – Druck-PPBG

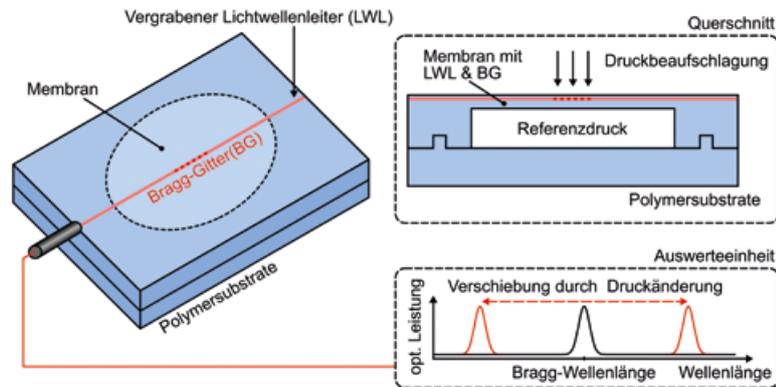


Abbildung: Funktionsprinzip optischer Drucksensoren auf Basis von polymeren planaren Bragg-Gittern. Die durch Druckbeaufschlagung induzierte Formänderung der Membran wird von den integriert-optischen Strukturen erfasst und quantifiziert.

Die Druckmesstechnik hat eine zentrale Bedeutung, zum Beispiel in der Automobil-, Lebensmittel- und Pharmaindustrie. Dieses Projekt befasst sich mit der Entwicklung eines Drucksensors, basierend auf integrierter Photonik. Dafür soll eine dehnungssensitive Bragg-Gitter-Struktur per Laserdirektschreibemethode in eine Polymer-Membran integriert werden.

Dieses kooperative Förderprojekt befasst sich mit der Neuentwicklung eines optischen Drucksensors, basierend auf polymeren planaren Bragg-Gittern. Mithilfe der integrierten Photonik soll dafür eine dehnungssensitive Bragg-Gitter-Struktur direkt in eine Druck-Wandler-Membran integriert werden. Dabei kommt als optisches Substrat und gleichzeitiges Membran-Material ein modernes und hochtemperaturfestes, dennoch kostengünstiges, spritzgegossenes Cycloolefin-Copolymer (COC) zum Einsatz. Der erste Projektabschnitt beschäftigt sich mit der Erzeugung von COC-Membranen. Dafür kommen zwei mögliche Fertigungsmethoden in Frage: zum einen Ultrakurzpulslaser-Ablation und zum anderen ein Fräsverfahren. Die erreichbare Minimaldicke der Membranen ist dabei von übergeordneter Bedeutung, da diese überproportional in die Sensitivität beziehungsweise Empfindlichkeit des Drucksensors eingeht.

Im Anschluss beschäftigt sich das Förderprojekt mit der Integration photonischer Strukturen in die erzeugten COC-Membranen. Auch hier stehen zwei Verfahren zur Auswahl. Während die Herstellung photonischer Strukturen in COC mittels Ultrakurzpulslaser-Direktschreibeverfahren von den Projektpartnern bereits nachgewiesen wurde und dementsprechend im Rahmen des Projektes lediglich auf die Drucksensor-Applikation optimiert werden muss, stellt die Erzeugung COC-basierter photonischer Kristallwellenleiter eine absolute Neuentwicklung dar.

Im finalen Abschnitt des Projekts werden die mit integrierten photonischen Strukturen ausgerüsteten COC-Membranen gekapselt, so dass Relativdrucksensoren entstehen. Diese werden abschließend auf die einschlägigen Parameter bezüglich ihrer Performanz als Drucksensoren charakterisiert und iterativ optimiert.

PROJEKTLEITUNG

Technische Hochschule Aschaffenburg, Fakultät Ingenieurwissenschaften, Arbeitsgruppe Angewandte Lasertechnik und Photonik
Würzburger Straße 45, 63743 Aschaffenburg
www.th-ab.de

PROJEKTPARTNER

WIKA Alexander Wiegand SE & Co. KG

Deflectometric Metrology of Asphere Decentring – DOMAD

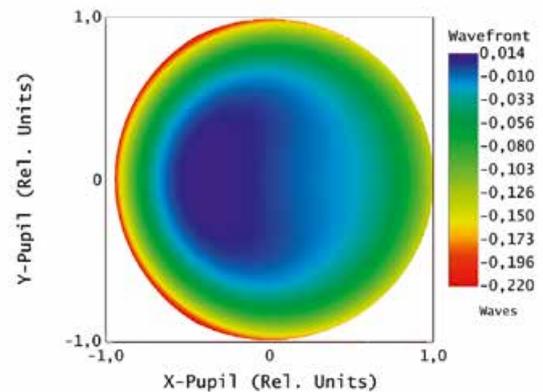


Abbildung links: Messaufbau mit Glaslinse als Testobjekt; Abbildung rechts: Wellenfrontabweichung, verursacht durch eine dezentrierte Asphäre.

Linsen und andere optische Bauteile finden sich nicht nur im modernen Alltag, zum Beispiel in Smartphones, sondern auch in Medizin und Raumfahrt. Damit Linsen ihre Funktion erfüllen können, müssen sie mit höchster Präzision gefertigt und geprüft werden. Das Projekt DOMAD widmet sich der Verbesserung der Zentrierfehlermessung von biasphärischen Linsen.

Produkte der optischen Industrie sind aus der modernen Industriegesellschaft nicht mehr wegzudenken: Im Alltag finden Linsen als Massenprodukt Anwendung in Webcams und Smartphones. Im Straßenverkehr werden sie in Fahrassistenzsystemen und in Roboter-Taxis eingesetzt. Die Medizintechnik nutzt optische Produkte unter anderem in Mikroskopen, Endoskopen und in der Augenheilkunde. Fertigungsprozesse setzen Optiken zur Prozessüberwachung und zur Qualitätssicherung ein. Auch Hochtechnologie-Anwendungen wie Quantencomputer, Satelliten zur Klimaüberwachung, Weltraum-Teleskope und die Lithographie stützen sich auf Produkte aus der Optikindustrie.

Damit diese optischen Bauteile ihre angedachte Funktion erfüllen können, müssen sie mit höchster Präzision gefertigt und geprüft werden. Linsen können verschiedene Fehler aufweisen. Einer der Fehlertypen, die bei der Produktion auftreten können, ist der Zentrierfehler, das heißt die Ausrichtung der Vorderfläche einer Linse weicht von der Ausrichtung der Rückseite ab.

Die Komplexität der Ermittlung dieser Abweichungen ist abhängig davon, wie komplex das Design der Linse ist. Bei Linsen mit sphärischen, das heißt kugelförmigen Flächen ist die Messung relativ einfach. Weichen die beiden Linsenflächen jedoch von der Kugelform ab, sind sie also asphärisch, dann ist es ungleich schwieriger, sie zu produzieren und zu prüfen. Gleichzeitig ermöglichen asphärische Linsen die Konstruktion von Optiken mit weniger Bauteilen, geringerem Gewicht, kleinerem Bauraum und höherer optischer Leistung.

Das Ziel des Projekts DOMAD ist die Erforschung einer Methode zur Vermessung der Zentrierfehler von beidseitig-asphärischen (biasphärischen) Linsen, in Kooperation mit der Hofbauer Optik Mess- und Prüftechnik.

PROJEKTLEITUNG

Technische Hochschule Deggendorf
Technologie Campus Teisnach – Optik
Technologiecampus 1, 94244 Teisnach
www.tc-teisnach.th-deg.de

PROJEKTPARTNER

Hofbauer Optik Mess- und Prüftechnik

Entwicklung eines Mikrowellenplasma-Verfahrens für das Blähen von Glaspulvern zu Mikrohohlglaskugeln zur Substitution fossiler Energieträger – PlasmaGlassBead

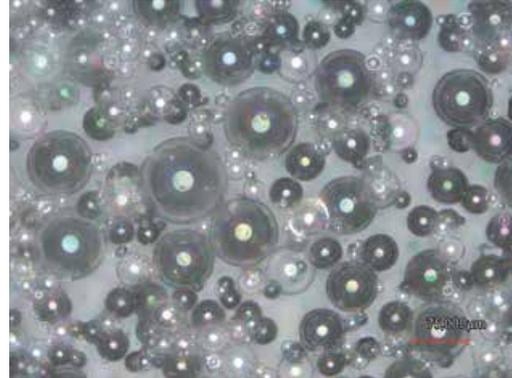
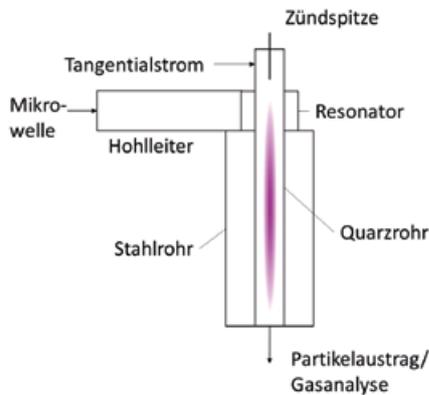


Abbildung links: Mikrowellen-Plasmabrenner. Die Mikrowellenstrahlung erzeugt im Resonator einen elektrischen Durchschlag, wodurch ein Plasma zündet und als „Flamme“ ausgebildet wird. Abbildung rechts: Mikrohohlglaskugeln im Lichtmikroskop.

Mikrohohlglaskugeln sind kleine, dünnwandige Glaskugeln. Sie besitzen herausragende Eigenschaften, weshalb sie in zahlreichen Anwendungen von der Kosmetik- bis zur Bauindustrie genutzt werden. Ziel von PlasmaGlass-Bubble ist eine „grüne“ Herstellung der Hohlglaskugeln in Bayern mit reduziertem CO₂-Ausstoß.

Bislang werden Mikrohohlglaskugeln überwiegend in einer Erdgasflamme erzeugt. Dazu wird ein Rohglaspulver in die Flamme gedüst, wo das Glaspulver im Flug aufschmilzt und durch eine dabei einsetzende Gasentwicklung (ab ca. 1100 Grad Celsius) aufgebläht wird. So entstehen winzige Hohlkugeln. Dieser Expansionsschritt wird meist in Schacht- oder Drehrohröfen durchgeführt.

Anstatt die thermische Energie durch Gasfeuerung – oder in selteneren Fällen durch Widerstandsheizung – zuzuführen, können Hohlglaskugeln auch in einer Plasmaflamme erzeugt werden. Plasmen sind der vierte Aggregatzustand neben den Aggregatzuständen fest, flüssig und gasförmig. Sie enthalten teilweise oder vollständig ionisierte Gase. Die Plasmaanregung erfolgt elektrisch, das heißt Plasmen können mit grünem Strom generiert werden. Über ein Arbeitsgas wird das Plasma in Flammenform ausgedehnt. Plasmabrenner erreichen hohe Temperaturen und übertragen die eingesetzte elektrische Energie thermisch auf das zu behandelnde Edukt.

Plasmen sind daher prädestiniert, fossil-befeuerte Prozesse zu ersetzen.

Im Projekt wird ein Mikrowellen-Plasmabrenner im Labor als Ersatz für einen Gasbrenner zum Blähen konzipiert. Vorteile der Mikrowellen-Plasmabrenner sind eine hohe Standzeit und ein hoher thermischer Wirkungsgrad. Untersucht werden unter anderem der Einfluss von Glas, Strömungsgeschwindigkeit und Mikrowellenleistung auf den Blähprozess. Ziel ist es, die Machbarkeit eines plasma-gestützten Verfahrens für eine industrielle Umsetzung zu bewerten. Der Projektpartner SiLi optimiert die eingesetzten Glaspulver und analysiert die hergestellten Hohlglaskugeln, während InVerTec die Laboranlage optimiert und Laborversuche umsetzt, in denen Glaspulver Mikrowellenplasma-gestützt zu Hohlglaskugeln gebläht wird.

PROJEKTLEITUNG

Sili Technologies GmbH
Oberwarmensteinacher Str. 38
95448 Warmensteinach
www.sili.eu

PROJEKTPARTNER

InVerTec-Institut für Innovative Verfahrenstechnik e. V.

Die Forschungsstiftung vor Ort in Bayerns Regionen

Übergaben von Förderbescheiden

Die Bewilligung einer Förderung ist für die Projektbeteiligten Anlass zur Freude und eröffnet die Gelegenheit, ihr Forschungsvorhaben im Rahmen einer feierlichen Bescheidübergabe medienwirksam einer breiteren Öffentlichkeit zu präsentieren. Die Übergabe des Förderbescheides erfolgt

in der Regel durch ein Mitglied des Stiftungsrates im Kabinettsrang und durch den Präsidenten der Bayerischen Forschungsstiftung. Für die Stiftung sind diese Veranstaltungen ein willkommener Anlass, ihre Fördertätigkeit vor Ort am konkreten Beispiel vorzustellen.

Mit dem schrittweisen Wegfall der Corona-Schutzmaßnahmen war die Forschungsstiftung ab 2022 wieder anlässlich offizieller Bescheidübergaben bei den folgenden wissenschaftlichen Einrichtungen und Unternehmen vor Ort:

21.03.2023	STABL Energy GmbH, München
26.07.2023	Helmholtz Zentrum München
06.11.2023	Technologecampus Plattling der Technischen Hochschule Deggendorf
22.01.2024	Klinikum rechts der Isar, München
01.03.2024	Flughafen München GmbH
26.03.2024	Universität Augsburg



1. März 2024 am Flughafen München: Das Fraunhofer FIT, Institutsteil Wirtschaftsinformatik, erforscht im Projekt Next Best Process mit sechs Unternehmen innovative datenbasierte Ansätze im Bereich der automatisierten Prozessoptimierung. Im Bild das Projektteam mit Staatsminister Dr. Florian Herrmann und Prof. Dr. Dr. h. c. (NAS RA) Arndt Bode (im Bild 1. Reihe, 3. und 2. v. l.).



26. März 2024 an der Universität Augsburg: Im Forschungsverbund FORinFPRO werden selbstadaptive Regelungssysteme für Maschinen, Anlagen und Prozessketten entwickelt und umgesetzt, die aus vergangenen Prozessschritten lernen, um sich besser an zukünftige Erfordernisse des Prozesses anpassen zu können. Staatssekretär Tobias Gotthardt und Prof. Dr. Dr. h. c. (NAS RA) Arndt Bode (im Bild 1. und 2. v. l.) überreichen den Förderbescheid.



22. Januar 2024 am Klinikum rechts der Isar: Im Forschungsverbund FORNeRo wird erforscht, wie unterstützt durch Maschinelles Lernen, Simulation, Augmentierte Realität und User-Interface-Technologien die Integration von Roboterassistenzsystemen in den klinischen Workflow verbessert werden kann. Staatsminister Markus Blume und Prof. Dr. Dr. h. c. (NAS RA) Arndt Bode (im Bild 2. und 1. v. r.) bestaunen eine Roboter-assistierte Operationsmethode.



6. November 2023 am Technologiecampus Plattling: Dort erforschen die TH Deggendorf sowie das Anwendungszentrum CTMT des Fraunhofer IIS mit Industriepartnern Verfahren zur zerstörungsfreien und vollständigen Digitalisierung großer Objekte mit Roboter-CT-Systemen sowie ein neuartiges miniaturisiertes Multi-Emitter-Röntgenarray für die schnelle Bildgebung in der Computertomographie. Staatsminister Hubert Aiwanger (im Bild 3. v. l.) überreicht die Förderurkunden.



26. Juli 2023 am Helmholtz Zentrum München: Dort werden durch Entschlüsselung des Hopfen-Genoms mit Unternehmen die Grundlagen für die Züchtung resistenter Sorten entwickelt, um den Auswirkungen von Klimawandel und Schädlingsbefall entgegenzuwirken. Staatsminister Dr. Florian Herrmann und Prof. Dr. Dr. h.c. (NAS RA) Arndt Bode (im Bild 4. und 5. v. l.) überreichen den Förderbescheid.



21. März 2023 bei der STABL Energy GmbH in München: Im Projekt KI-M-Bat wird ein KI-basiertes, auf die Bedürfnisse von Gewerbe und Industrie zugeschnittenes modulares Batteriespeichersystem entwickelt, das sowohl mit Neu- als auch Gebrauchtbatterien betrieben werden kann. Das Projektteam nimmt die Förderurkunde von Staatssekretär Roland Weigert (im Bild 2. v. r.) entgegen.

Präsentation auf Kongressen und Messen sowie spezielle Informationsveranstaltungen

Die Bayerische Forschungsstiftung präsentiert ihr Leistungsspektrum regelmäßig im Rahmen von technologiebezogenen Kongressen und Messen, meist auf einem Gemeinschaftsstand mit anderen Partnereinrichtungen der Bayerischen Forschungs- und Innovationsagentur (BayFIA). Darüber hinaus bietet die Forschungsstiftung spezielle Informationsveranstaltungen bei Hochschulen oder Organisationen der Wirtschaft vor Ort an. Dabei besteht nach einem allgemeinen „Informationsblock“ auch Gelegenheit zu individuellen Beratungsgesprächen.

Im Jahr 2023 stellte die Forschungsstiftung ihr Leistungsspektrum im Rahmen folgender Veranstaltungen vor:

- 18.01.2023 Bau Innovativ 2023 in Fürstfeldbruck (BayFIA Gemeinschaftsstand)
- 24.02.2023 AI.BAY 2023 in München (BayFIA Gemeinschaftsstand)
- 11.05.2023 11. Augsburger Technologietransfer-Kongress (BayFIA Gemeinschaftsstand)
- 16.06.2023 2LIFEBAT-Workshop an der Technischen Hochschule Ingolstadt
- 28.07.2023 16. Wissenschaftstag der Europäischen Metropolregion Nürnberg in Erlangen (BayFIA Gemeinschaftsstand)
- 06.09.2023 IAA MOBILITY in München (BayFIA Gemeinschaftsstand)
- 17.10.2023 Sitzung der Innovationsreferenten der bayerischen Industrie- und Handelskammern in Augsburg
- 20.10.2023 11. Lange Nacht der Wissenschaften in Nürnberg (BayFIA Gemeinschaftsstand)
- 24.10.2023 Sitzung des Innovationsbeirats der IHK Schwaben am DLR Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie, Augsburg
- 27.10.2023 Festveranstaltung zum 25-jährigen Bestehen der Ingenieurwissenschaftlichen Fakultät der Universität Bayreuth

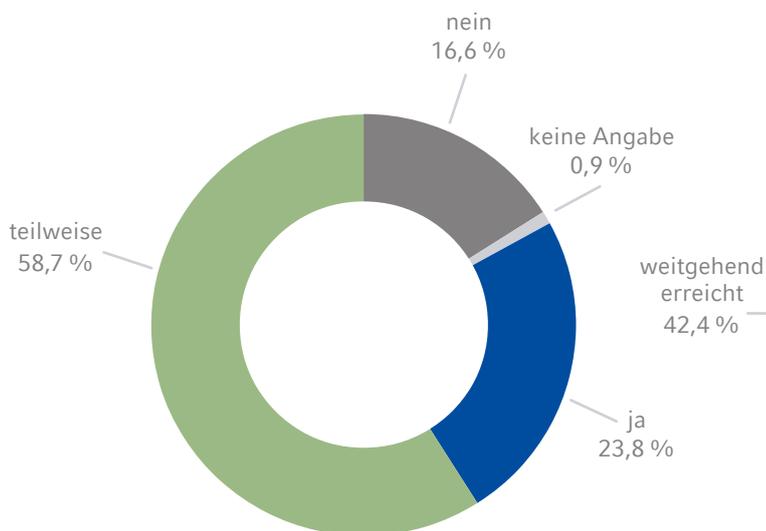
Bei Interesse an einer Informationsveranstaltung in Ihrem Unternehmen oder Ihrer Institution sprechen Sie uns gerne an.

Evaluation und Qualitätssicherung

Die Bayerische Forschungsstiftung legt großen Wert auf die Qualität der von ihr geförderten Projekte. Eine intensive Antragsberatung durch die Geschäftsstelle, eine stringente wissenschaftliche Begutachtung der

Vorhaben in der Antrags- und in der Durchführungsphase sowie die Evaluation abgeschlossener Projekte sind bewährte Instrumente der Qualitätssicherung, die die Stiftung seit vielen Jahren erfolgreich einsetzt.

Innovationen werden umgesetzt



In fast 83 Prozent der Fälle werden die Innovationen aus den Forschungsprojekten umgesetzt.

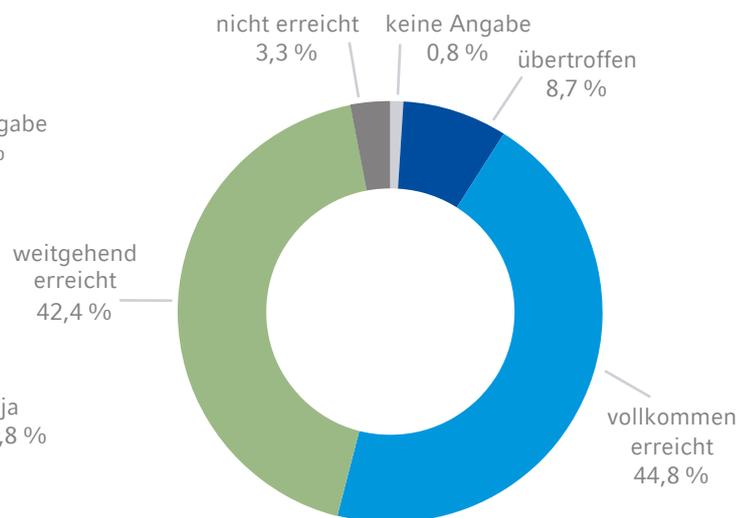
Innovationserfolg:

- » In fast 83 Prozent der Fälle werden die Innovationen aus den Forschungsprojekten umgesetzt.
- » In 59 Prozent der Fälle konnten Unternehmen durch die Förderung neue Forschungsbereiche erschließen.

Erfolg bei Nachfolgeanträgen:

- » 58 Prozent der Projekte führten zu Nachfolgeanträgen bei Bund und EU.
- » 132 Projekte der letzten Evaluationsrunden generierten im Nachgang rund 75 Millionen Euro an Fördermitteln, die vom Bund und von der EU nach Bayern geholt werden konnten. Die Forschungsstiftung gab rund 56 Millionen Euro für diese Projekte aus.

Forschungsziele werden erreicht



In rund 96 Prozent der Fälle wurden die angestrebten Ergebnisse der Forschungsarbeiten ganz oder weitgehend erreicht oder übertrifft.

Transfererfolg:

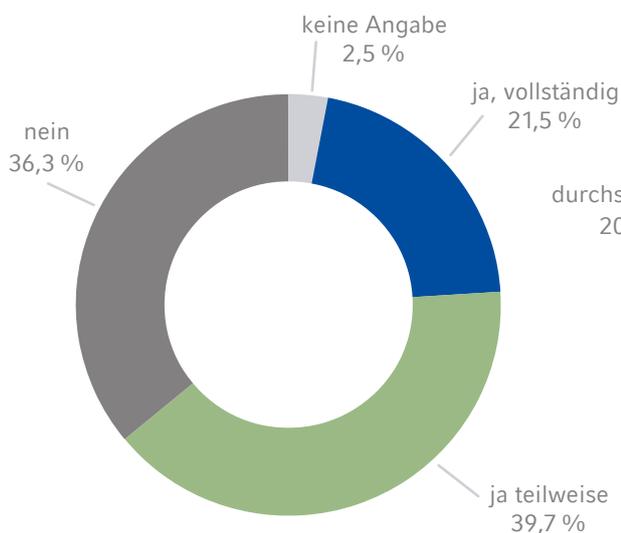
- » In rund 96 Prozent der Fälle wurden die angestrebten Ergebnisse der Forschungsarbeiten erreicht oder übertrifft.
- » Durch den Wissenstransfer konnten bei 48 Prozent der Projekte ein Patent oder auch mehrere Patente angemeldet werden.

Im Zuge der Evaluation werden zwei Jahre nach Rechnungsschluss alle am Projekt Beteiligten über dessen Verlauf sowie die Erfahrungen und Ergebnisse befragt. Neben Bewertungen des Projektverlaufs und der Zusammenarbeit in den Konsortien interessieren dabei besonders Kriterien, die Aufschluss darüber geben, inwieweit die Förderung durch die Forschungsstiftung eines ihrer wichtigsten Ziele erreicht: Wissen schnell in wirtschaftlich verwertbare Anwendungen zu bringen. Aus diesem

Blickwinkel stehen dabei vor allem der Innovations- und Transfererfolg der Projekte sowie deren wirtschaftlicher und wissenschaftlicher Erfolg im Fokus. Wichtig ist auch, inwieweit die Förderung durch die Forschungsstiftung Impulse für erfolgreiche Nachfolganträge beim Bund und bei der EU geben konnte.

Nachfolgend sind die wichtigsten Evaluationsergebnisse zusammengefasst:

Forschung findet ihren Weg in Produkte

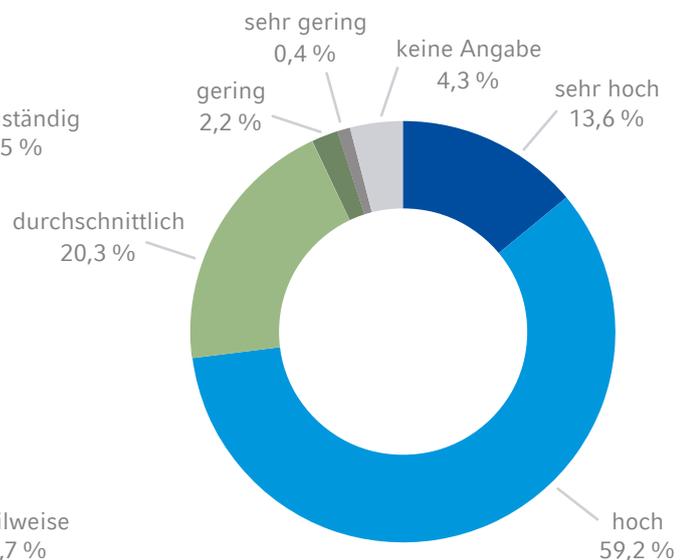


Bei 61 Prozent der Forschungsvorhaben konnten Produkte vollständig oder teilweise in die Fertigung überführt werden.

Wirtschaftlicher Erfolg:

- » Bei 61 Prozent der Forschungsvorhaben konnten Produkte in die Fertigung überführt werden.
- » Bei 51 Prozent der Vorhaben wurden bereits Markterfolge erzielt.
- » Bei 59 Prozent der Projekte wurden unerwartete Ergebnisse erzielt, die wirtschaftlich verwertet werden konnten.

Wissenschaft bringt wirtschaftlichen Mehrwert



In rund 73 Prozent der Projekte wurde der Wert des Wissenschaftspartners in Hinblick auf die wirtschaftliche Umsetzung als hoch oder sehr hoch erachtet.

Wissenschaftlicher Erfolg:

- » In rund 73 Prozent der Projekte wurde der Wert des Wissenschaftspartners in Hinblick auf die wirtschaftliche Umsetzung als hoch oder sehr hoch erachtet.
- » 22 Habilitationen und zwei Professuren entstanden neben zahlreichen Dissertationen und weiteren, zum Teil preisgekrönten wissenschaftlichen Arbeiten.



Anhang

<u>Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	62
<u>Zielsetzung und Arbeitsweise der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	66
<u>Förderprogramm „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“</u>	72
<u>Förderung der internationalen Zusammenarbeit</u>	78
<u>Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	80
<u>Satzung der Bayerischen Forschungsstiftung</u>	82
<u>Rechnungsprüfung</u>	86
<u>Kontakt, Ansprechpartner</u>	88
<u>Bildnachweis</u>	90

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*



2. Stellvertreter des Vorsitzenden
Markus Blume, MdL
*Staatsminister für Wissenschaft
und Kunst*



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



Dr. Stefan Ebner, MdL
Mitglied des Bayerischen Landtags



Roswitha Toso, MdL
Mitglied des Bayerischen Landtags

STIFTUNGSVORSTAND

Vorsitzender

Christian Horak, *Ministerialdirigent,*
Bayerische Staatskanzlei

Stellvertreter

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



Susanne Wiegand
Bayerischer Industrie- und Handelskammertag



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



Prof. Dr. Walter Schober
Präsident der Technischen Hochschule Ingolstadt



Prof. Dr. Hans-Werner Schmidt
Universität Bayreuth

2023 ausgeschiedene Mitglieder des Stiftungsrats:

Kerstin Schreyer, MdL
Mitglied des Bayerischen Landtags
Staatsministerin a. D.
(bis November 2023)

Anne Franke, MdL
Mitglied des Bayerischen Landtags
(bis November 2023)

Die Organe der Bayerischen Forschungsstiftung

WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT



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



Stellvertretender Vorsitzender
Dr.-Ing. Udo Dinglreiter,
*Geschäftsführer der R. Scheuchl GmbH,
Ortenburg*



Prof. Dr. Elisabeth André,
*Lehrstuhl für
Menschzentrierte Künstliche Intelligenz,
Universität Augsburg*



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



Prof. Dr. Hans-Joachim Bungartz,
*Institut für Informatik, Lehrstuhl für
Wissenschaftliches Rechnen (Informatik 5),
Technische Universität München*



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



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



Vera Polland,
*Senior Vice President,
Product Line Engineering &
Manufacturing Service
Vitesco Technologies AG, Regensburg*



Dr. Felix Reinshagen,
*Geschäftsführer,
NavVis GmbH, München*



Dr.-Ing. Andrea Seemann,
*Projektmanagerin Hydrogenious
LOHC Technologies, Erlangen*



Prof. Dr. rer. nat. Peter Sperber,
*Präsident der Technischen Hochschule
Deggendorf (bis März 2024)*



Prof. Dr. Hans-Georg Stark,
*Fakultät Ingenieurwissenschaften und ZeWiS,
Technische Hochschule Aschaffenburg*



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



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

Zielsetzung und Arbeitsweise

DER BAYERISCHEN FORSCHUNGSSTIFTUNG

Die Bayerische Forschungsstiftung – Ein flexibles strategisches Förderinstrument für Wirtschaft und Wissenschaft

Errichtung

Die Bayerische Forschungsstiftung ist mit Inkrafttreten des Errichtungsgesetzes (siehe Seite 98, Art. 1) am 1. August 1990 entstanden. Ihre Errichtung ist von dem Grundgedanken getragen, Erlöse aus dem Verkauf von Wirtschaftsbeteiligungen des Freistaates Bayern über die Förderung angewandter Forschung der Wirtschaft wieder zugutekommen zu lassen. Die Förderung durch die Forschungsstiftung ist also im Kern eine Wirtschaftsförderung, genauer gesagt eine Forschungs- und Technologieförderung mit dem Ziel einer späteren wirtschaftlichen Verwertung. Die Bayerische Staatsregierung hat damit ein Instrument ins Leben gerufen, das Bayerns Position als wirtschaftsstarker Hochtechnologiestandort im weltweiten Forschungs- und Technologiewettbewerb stärken und ausbauen 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 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 den einzelnen Forschungsvorhaben bzw. -verbänden Empfehlungen auf der Grundlage von Gutachten externer Experten.

Stiftungsvermögen

Das Stiftungsvermögen betrug zum 31. Dezember 2021 insgesamt 425,1 Mio. Euro. Die Erträge aus dem Stiftungsvermögen stehen ausschließlich für die Erfüllung des Stiftungszwecks zur Verfügung.

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 zukunftssträchtige Projekte, bei deren Verwirklichung eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft und Wirtschaft besonderen Erfolg verspricht.

- » Jedes Forschungsprojekt, jeder Forschungsverbund muss von Wissenschaft und Wirtschaft gemeinsam getragen werden.
- » Der Förderschwerpunkt liegt im Bereich der anwendungsorientierten Forschung und Entwicklung; späteres wirtschaftliches Potenzial soll erkennbar sein.
- » Jedes Vorhaben muss innovativ sein.
- » Projekte unter Beteiligung von kleinen und mittleren Unternehmen (KMU) werden bevorzugt berücksichtigt.
- » Der Schwerpunkt der Projektarbeiten, der Förderung und der späteren Verwertung der Projektergebnisse soll in Bayern liegen.
- » Die Dauer der Projekte ist befristet; der Förderzeitraum soll im Regelfall drei Jahre nicht überschreiten.
- » Das Projekt darf zum Zeitpunkt der Antragstellung noch nicht begonnen worden sein.
- » Eine institutionelle Förderung (z.B. die Gründung neuer Institute) scheidet aus.

Kategorien von Fördervorhaben

Die Bayerische Forschungsstiftung fördert zwei Typen von Vorhaben:

- » (Standard-)Kooperationsprojekte
- » Forschungsverbünde

Forschungsverbünde unterscheiden sich von Standard-Kooperationsprojekten dadurch, dass sie

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



Zielsetzung und Arbeitsweise

Mittelvergabe

Die Bayerische Forschungsstiftung kann ergänzend zum bewährten staatlichen Förderinstrumentarium tätig werden. Sie kann ihre Mittel rasch und flexibel einsetzen, um interessante Projekte in Realisationsnähe zu bringen. Sie bietet unter anderem die Möglichkeit, wichtige Projekte zu fördern, für die anderweitige Mittel nicht oder nicht schnell genug zur Verfügung stehen. Sie kann für Forschungsprojekte zum Beispiel Personalmittel bewilligen und Reisekosten erstatten oder die Beschaffung von Geräten und Arbeitsmaterial ermöglichen. Die Förderung beträgt grundsätzlich maximal 50 % bezogen auf die Gesamtkosten. Die anderen 50 % erwarten wir als Eigenleistung der beteiligten Partner. Diese kann auch in geldwerten Leistungen, also in Form von Personal- und Sachkosten, erfolgen. Für Projekte mit herausgehobener Beteiligung von KMU kann unter bestimmten Bedingungen die maximale Förderquote auf bis zu 60 % angehoben werden.

Partnerschaft von der ersten Projektskizze bis zum Projektabschluss

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. Eine schlanke und effiziente Organisationsstruktur ermöglicht es uns, Ihnen die Unterstützung zu bieten, die Sie brauchen. Wir helfen Ihnen in einem intensiven, partnerschaftlichen Dialog, Ihre Ideen in einen Erfolg versprechenden Antrag zu gießen 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-, Bundes- oder EU-Förderprogramme.

Vor der Antragstellung

Im Vorfeld der Antragstellung bietet die Geschäftsstelle der Bayerischen Forschungsstiftung eine umfangreiche Antragsberatung an. Die Mehrzahl der Antragsteller kommt zunächst mit einer noch unverbindlichen Projektskizze auf uns zu. Dieser Schritt ermöglicht es uns, Ihnen bereits vor einer aufwendigen Antragstellung, die personelle Kapazitäten bindet und damit Zeit und Geld kostet, zielgerichtete Hinweise zur Antragstellung zu geben. Beratungsgespräche sind an unseren Standorten in München und Nürnberg möglich, auf Wunsch auch beim Antragsteller vor Ort. Sollten Sie für die Umsetzung Ihrer Projektidee einen Kooperationspartner suchen, können wir Ihnen aufgrund unserer langjährigen Erfahrung geeignete Partner aus Bayern nennen und Ihnen dank unserer vielfältigen Kontakte als „Türöffner“ behilflich sein. Gerne arbeiten wir mit Ihnen gemeinsam aus Ihrer Idee die Forschungsschwerpunkte heraus, die in unserem wissenschaftsgeleiteten Begutachtungsverfahren eine erfolgreiche Antragstellung erwarten lassen. Bevor Sie Ihren formellen Antrag einreichen, bieten wir Ihnen die Möglichkeit an, uns einen Antragsentwurf zukommen zu lassen. Auf dieser Basis können wir Ihnen helfen, Ihrem formellen Antrag den letzten Schriff zu verleihen.

Der Antrag

Die Antragstellung ist jederzeit möglich und an keine Fristen gebunden. Anträge richten Sie schriftlich an die Geschäftsstelle der Bayerischen Forschungsstiftung.



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 (www.forschungsstiftung.de) abrufen, Ihre Angaben eintragen, auf Plausibilität überprüfen und uns datensicher auf elektronischem Weg zuschicken. Jedes Projekt benötigt einen Antragsteller und mindestens einen projektbeteiligten Partner. Die Zahl der Projektbeteiligten kann je nach Art der Themenstellung variieren und die Zusammensetzung des Konsortiums interdisziplinäre Schnittstellen berücksichtigen. Zwingend ist jedoch, dass sich in den Konsortien mindestens je ein Partner aus der Wissenschaft und aus der Wirtschaft zusammenfinden.

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
- » Kosten- und Finanzierungsplan mit Erläuterung der Kalkulation

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

Obwohl wir stets bemüht sind, bürokratische Hürden für Sie möglichst niedrig zu halten: Auch unser Verfahren erfordert gewisse Grundsätze. Um unseren Stiftungszweck langfristig erfüllen zu können, müssen wir mit unseren Stiftungsmitteln sorgsam umgehen und dafür sorgen, dass die Regeln einer ordnungsgemäßen Abwicklung eingehalten werden. Wir helfen Ihnen aber, mit diesen Anforderungen zurechtzukommen. Wir beraten Sie bei der Aufstellung der Kosten- und Finanzierungspläne ebenso wie bei der Darstellung der wissenschaftlichen Inhalte.

Von der Antragseinreichung zur Entscheidung

Die formellen Anträge werden von der Geschäftsstelle vorgeprüft. Sollten wir dabei trotz aller intensiven Vorarbeiten noch strukturelle Mängel ausmachen, können diese bereinigt werden, bevor wir Ihren Antrag in das weitere Entscheidungsverfahren geben.

Die Bayerische Forschungsstiftung legt großen Wert auf eine hohe Qualität der von ihr geförderten Projekte. Jeder Antrag wird deshalb von außerbayerischen Fachgutachtern mit einschlägiger Expertise geprüft und bewertet. Entscheidende Beurteilungskriterien sind z. B. die



Zielsetzung und Arbeitsweise

Relevanz der Thematik und die Originalität der Idee, die Innovationshöhe der beabsichtigten Forschungsarbeiten und das damit verbundene wissenschaftliche und wirtschaftliche Risiko, die Schlüssigkeit des Arbeitsprogramms und die Angemessenheit des Forschungs- und Ressourcenaufwands, die Zusammensetzung und Kompetenz des Konsortiums, aber auch die spätere Umsetzbarkeit und Verwertbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse bis hin zu möglichen Arbeitsplatzeffekten. Bei Bedarf erhalten die Antragsteller anonymisierte Rückmeldungen der Fachgutachter, zu denen sie Stellung nehmen und dadurch eine nochmalige Verbesserung des Antrags erzielen können. Auch die von der erforschten Thematik fachlich berührten Bayerischen Staatsministerien geben zu den Anträgen eine Stellungnahme ab.

Ist die Bewertung abgeschlossen, durchläuft jeder Antrag die Entscheidungsgremien der Stiftung. Eine erste Prioritätensetzung erfolgt durch unseren Wissenschaftlichen Beirat. Dieses Gremium ist besetzt mit je sieben führenden und fachlich hochkompetenten Persönlichkeiten aus Wirtschaft und Wissenschaft. Hier wird jeder Antrag ausführlich diskutiert, die Gutachtenlage gewürdigt und konsolidiert und ein Vorschlag für eine Förderentscheidung erarbeitet. Diese trifft unser Stiftungsvorstand, die abschließende Genehmigung der Entscheidung wird durch den Stiftungsrat erteilt. Projektbewilligungen erfolgen jeweils drei Mal pro Jahr, im März/April, im Juni/Juli und im November/Dezember. In der Regel vergeht von der Antragseinreichung bis zur Entscheidung ein Zeitraum von nicht mehr als sechs Monaten.

Die Durchführung des Projekts

Für die Durchführung des Projekts ist fachlich und finanziell der Antragsteller verantwortlich, er ist unser

primärer Ansprechpartner. Maßgebend für die förder-technische Abwicklung des Projekts ist der von der Bayerischen Forschungsstiftung 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 Stiftung nicht abgedeckte Finanzierung muss gesichert sein.

Ist ein Projekt bewilligt, werden dem Antragsteller die finanziellen Mittel zur eigenverantwortlichen Verwendung überlassen. Dies schließt die Verteilung auf die Konsortialpartner gemäß den im Bewilligungsbescheid festgelegten Quoten ein. Die zur Durchführung der Projektarbeiten benötigten Mittel können jeweils vierteljährlich im Voraus abgerufen werden. Die entsprechenden Formulare stellen wir zur Verfügung. Die bewilligten Mittel sind nicht an Haushaltsjahre gebunden und verfallen nicht am Schluss des Kalenderjahres.

Forschung ist risikobehaftet, und die Durchführung Ihres Projekts kann auf Hindernisse stoßen. Wir helfen Ihnen im Rahmen unserer Möglichkeiten, Unwägbarkeiten mit einer gewissen Flexibilität zu begegnen. So besteht die Möglichkeit, durch Umschichtungen innerhalb der einzelnen Ausgabengruppen auf notwendige Anpassungen während der Projektlaufzeit zu reagieren. Auf Antrag ist in begründeten Fällen eine kostenneutrale Verlängerung der Projektlaufzeit möglich. Aus den unterschiedlichsten Gründen kann es passieren, dass einer Ihrer Projektpartner ausfällt. Auch in solchen Fällen unterstützen wir Sie, um Ihr Projekt zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. Sprechen Sie uns in jedem Fall rechtzeitig an, um gemeinsam eine Lösung zu finden.



Ein sorgsamer Umgang mit unseren Stiftungsmitteln erfordert aber auch ein gewisses Maß an Kontrolle. Jedes Projekt erhält deshalb einen „Paten“ aus dem Wissenschaftlichen Beirat an die Seite gestellt, der das Projekt wissenschaftlich begleitet und anhand von Zwischenberichten die Erreichung der „Meilensteine“ und der Zielsetzungen überprüft. Die wissenschaftliche Berichterstattung erfolgt jährlich in einem Soll-Ist-Vergleich, ebenso der Verwendungsnachweis der Mittel. Zwischenbericht und Verwendungsnachweis bilden jeweils die Grundlage für die weitere Förderung des Vorhabens. Die Stiftung behält sich grundsätzlich vor, die Förderung eines Vorhabens aus wichtigem Grund einzustellen. Ein wichtiger Grund liegt insbesondere dann vor, wenn wesentliche Voraussetzungen für die Durchführung des Vorhabens weggefallen sind oder die Ziele des Vorhabens nicht mehr erreichbar erscheinen.

Nach Beendigung des Projekts werden in einem Abschlussbericht alle erreichten Ergebnisse dargestellt, ebenso die im Rahmen des Vorhabens entstandenen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, studentischen Abschlussarbeiten und Promotionen. Zusätzlich ist ein zahlenmäßiger Nachweis über die Verwendung der Mittel vorzulegen. Ein datenbankgestütztes Controlling ermöglicht es uns, die Vielzahl der laufenden Projekte finanziell und fachlich zu überwachen und den Projektfortschritt zu dokumentieren.

Als gemeinnützige Stiftung des öffentlichen Rechts haben wir ein Interesse, den Bürgerinnen und Bürgern den Nutzen der von uns geförderten Projekte transparent zu machen. Die Zuwendungsempfänger werden daher im Bewilligungsbescheid verpflichtet, die Ergebnisse des von der Stiftung geförderten Vorhabens zeitnah der Öffentlichkeit zugänglich zu machen, vorzugsweise durch Publi-

kationen in gängigen Fachorganen. Die Förderung durch die Stiftung ist dabei an prominenter Stelle (Logo etc.) hervorzuheben.

Evaluation

Da alle von der Stiftung geförderten Projekte sich im Bereich der anwendungsorientierten Forschung bewegen, interessiert uns natürlich, was längerfristig aus den Projekten entsteht. Deshalb fragen wir circa zwei Jahre nach Projektende noch einmal bei Ihnen nach, wie die gewonnenen Erkenntnisse verwertet wurden. Dies hilft uns unter anderem, unser Förderinstrument laufend zu reflektieren und bei Bedarf zu optimieren. Wir freuen uns über jede Erfolgsstory und machen die Arbeit der Bayerischen Forschungstiftung mit Ihrer Hilfe dadurch transparent.

„Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

Vorbemerkung

Die Bayerische Forschungsstiftung fördert Forschung und Entwicklung auf den Gebieten Life Sciences, Informations- und Kommunikationstechnologien, Mikrosystemtechnik, Materialwissenschaft, Energie und Umwelt, Mechatronik, Nanotechnologie sowie Prozess- und Produktionstechnik nach Maßgabe

- » ihrer im Gesetz über die Errichtung der Bayerischen Forschungsstiftung festgelegten Bestimmungen,
- » ihrer Satzung,
- » dieser Richtlinien,
- » der allgemeinen haushaltsrechtlichen Bestimmungen, insbesondere der Art. 23 und 44 BayHO und der dazu erlassenen Verwaltungsvorschriften,
- » der Verordnung (EU) Nr. 651/2014 (Allgemeine Gruppenfreistellung – AGVO),
- » der Verordnung (EU) 2020/972 und
- » der Verordnung (EU) 2023/1315.

Die Förderung erfolgt ohne Rechtsanspruch im Rahmen der verfügbaren Mittel.

1. Zweck der Förderung

Die Förderung soll Hochschulen und außeruniversitären Forschungseinrichtungen sowie Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft ermöglichen, grundlegende Forschungs- und Entwicklungsarbeiten auf den Gebieten zukunftssträchtiger Schlüsseltechnologien durchzuführen. Schwerpunktmäßig sind dies die Gebiete Life Sciences, Informations- und Kommunikationstechnologien, Mikrosystemtechnik, Materialwissenschaft, Energie und Umwelt, Mechatronik, Nanotechnologie sowie Prozess- und Produktionstechnik. Sie soll die Umsetzung von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen aus diesen Schlüsseltechnologien in neue Produkte, neue Verfahren und neue Technologien ermöglichen oder beschleunigen.

2. Gegenstand der Förderung

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. 20 des Unionsrahmens für staatliche Beihilfen zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation, Abl. C 414, 28. Oktober 2022) 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.
- » 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.

(1) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02014R0651-20230701>



- » 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

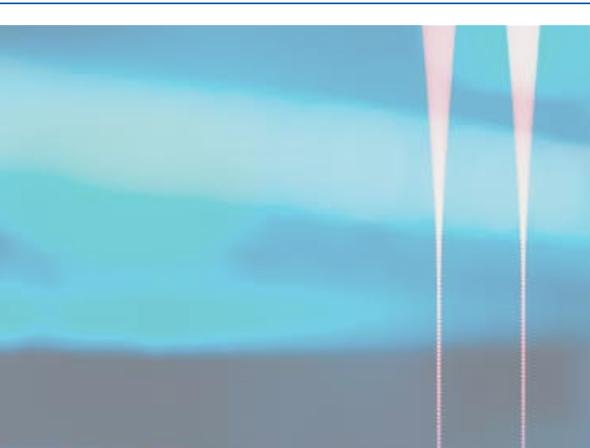
Forschungs- und experimentelle Entwicklungsvorhaben insbesondere in den Bereichen

- » 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,
- » Entwicklung rechnergestützter Methoden und Tools zum virtuellen Entwerfen und zur Auslegungsoptimierung,
- » Entwicklung von leistungsfähigen Verfahren des Addet Layer Manufacturing und der Echtzeit-Emulation von Steuerungen,



„Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“

- » 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 Buchst. a) bis c) AGVO.

Durchführbarkeitsstudien gemäß Art. 25 Abs. 2 Buchst. 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 Buchst. 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. Er muss eine ausreichend detaillierte Vorhabensbeschreibung und mindestens folgende Angaben enthalten: Name und Größe des Unternehmens, Beschreibung des Vorhabens mit Angabe des Beginns und des Abschlusses, Standort des Vorhabens, die Kosten des Vorhabens, Höhe des für das Vorhaben benötigten Zuschusses. Mit dem Antrag ist ein Verwertungsplan vorzulegen.

4.2 Die Durchführung des Vorhabens muss mit einem erheblichen technischen und wirtschaftlichen Risiko ver-

(2) <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02014R0651-20230701>



bunden 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

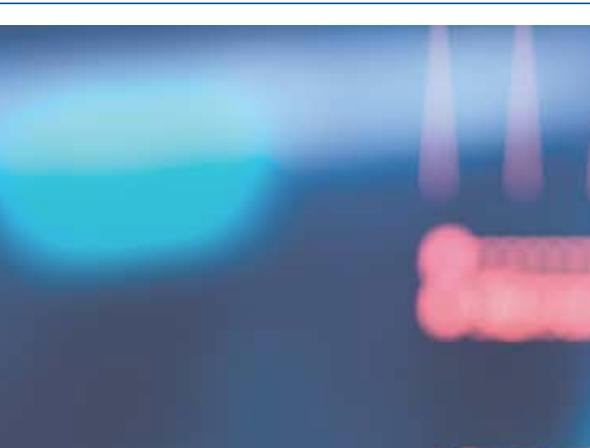
- » Unternehmen, die einer Rückforderung aufgrund eines früheren Kommissionsbeschlusses zur Feststellung der Unzulässigkeit einer Beihilfe und ihrer Unvereinbarkeit mit dem Binnenmarkt nicht nachgekommen sind.
- » Unternehmen in Schwierigkeiten nach Art. 1 Abs. 4 Buchst. c AGVO i. V. m. Art. 2 Abs. 18 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. Aus dem Vorhaben resultierende Rechte des geistigen Eigentums sowie damit verbundene Zugangsrechte werden den verschiedenen Projektbeteiligten in einer Weise zugewiesen, die ihrer Arbeit, ihren Beiträgen und ihren jeweiligen Interessen angemessen Rechnung trägt. Hierdurch wird zugleich eine mittelbare Beihilfengewährung im Sinne des Tz. 29 des Unionsrahmens für staatliche Beihilfen zur Förderung von Forschung, Entwicklung und Innovation (Abl. C 414, 28. Oktober 2022) 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 Buchst. c) AGVO ist seit 01.07.2023 jede Einzelbeihilfe über 100.000 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 Buchst. b) AGVO, soweit und solange sie für das Vorhaben genutzt werden (Sondereinzelkos-



ten). 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. „Fremdvergleichsgrundsatz“, vgl. Art. 2 Nr. 39a 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 <https://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 01.01.2024 in Kraft und treten mit Ablauf des 30.06.2027 außer Kraft.

8.2 Mit Ablauf des 31.12.2023 treten die Richtlinien zur Durchführung des Förderprogramms „Hochtechnologien für das 21. Jahrhundert“ (Stand: 01.05.2021) außer Kraft.

Förderung der internationalen Zusammenarbeit

Internationale Zusammenarbeit in Projekten der Stiftung

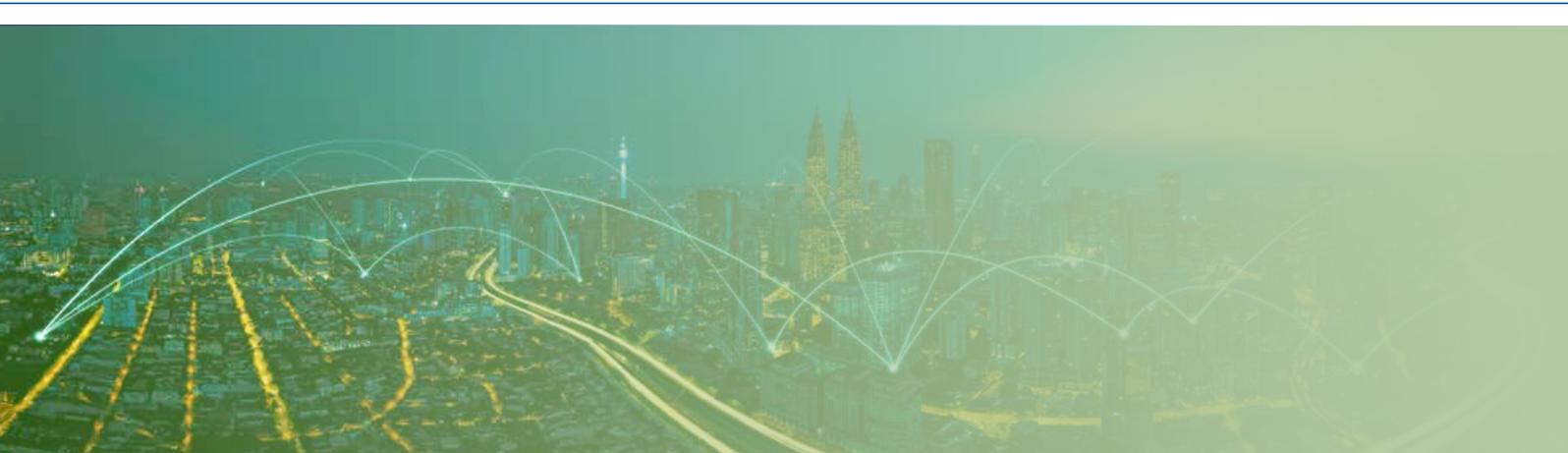
Internationale Beziehungen in Wissenschaft und Forschung sind ein wichtiges Anliegen der Bayerischen Forschungsstiftung. Sie stärken Bayern im globalen Wettbewerb und sind eine unerlässliche Voraussetzung für die Sicherung und den Ausbau der Position des Freistaats auf den internationalen Märkten. Gerade 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 beträgt 15.000 Euro.



Stipendien für Promovierende

In Bayern promovierter ausländischer Wissenschaftsnachwuchs vermittelt im Regelfall hervorragend die „Botschaft“ des Wissenschaftsstandorts Bayern. Aus jungen Forscherinnen und Forschern werden oft Persönlichkeiten, die in ihren Ländern wichtige Entscheidungen treffen und deshalb auch für die Marktchancen unserer Wirtschaft von großer Bedeutung sind. Die Bayerische Forschungstiftung möchte mit dieser Initiative dazu beitragen, dass Studierende mit guter Weiterbildung und Promotion in Freundschaft unser Land verlassen. Eine entsprechende Werbewirkung für den Wissenschafts- und Wirtschaftsstandort Bayern sieht die Bayerische Forschungstiftung darüber hinaus in Promotionen des bayerischen Wissenschaftsnachwuchses an ausländischen Hochschulen.

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

Das Stipendium beträgt bis zu 1.500 Euro pro Monat. Hinzu kommen Reise- und Sachmittel in Höhe von 3.500 Euro pro Jahr.

Post-Doc-Stipendien

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 Promovierte während ihres Aufenthalts im Ausland bis zu 12 Monate zu fördern. Stipendien werden auch hier wieder 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. 282 der Verordnung vom 26. März 2019 (GVBl S. 98, 599)

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

Art. 1 Errichtung

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

²Sie entsteht mit Inkrafttreten dieses Gesetzes.

Art. 2 Zweck, Stiftungsgenuss

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

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

²Das Nähere regelt die Satzung.

3 Ein Rechtsanspruch auf die Gewährung des jederzeit widerruflichen Stiftungsgenusses 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.

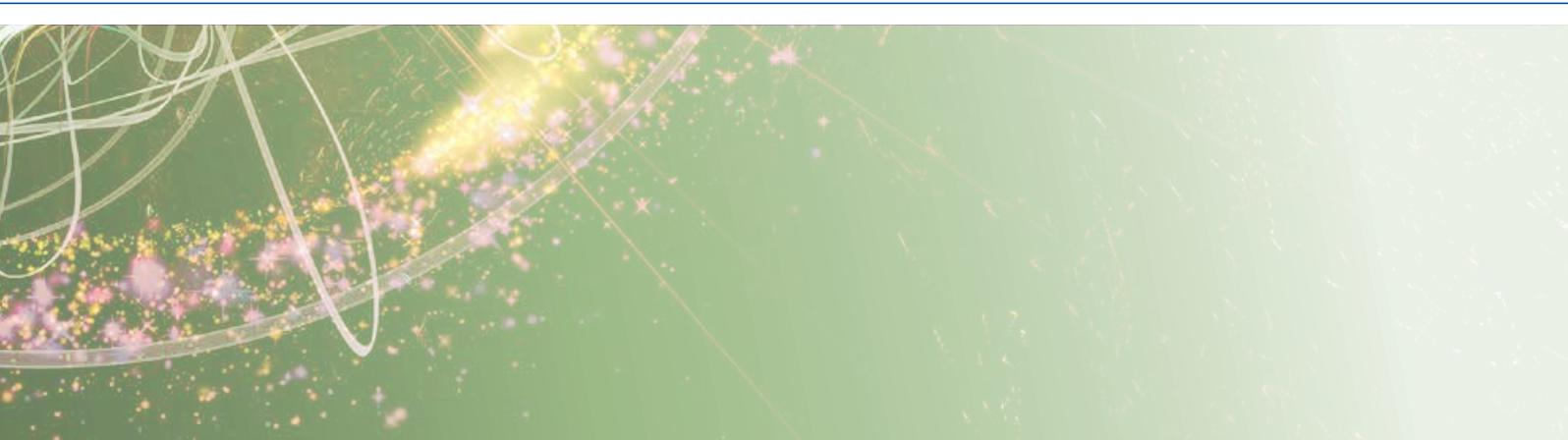
Art. 5 Organe

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 Wissenschaft und Kunst,
3. dem Staatsminister der Finanzen und für Heimat,
4. dem Staatsminister für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie
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 Wissenschaft und Kunst, des Staatsministeriums der Finanzen und für Heimat sowie des Staatsministeriums für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie.

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 und für 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 ein 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

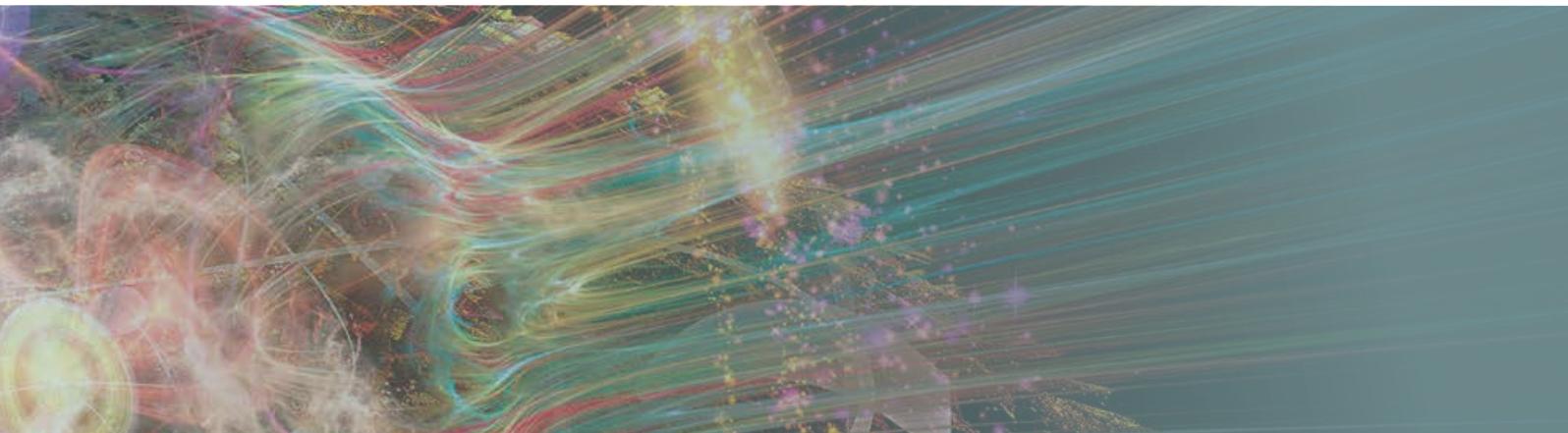
1 ¹Die Mitglieder der Stiftungsorgane sind grundsätzlich ehrenamtlich tätig. ²Anfallende Auslagen können ersetzt werden. ³Der Stiftungsvorstand kann im Einvernehmen mit dem Stiftungsrat eine jährliche pauschale Tätigkeitsvergütung für Mitglieder der Stiftungsorgane beschließen.

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 Ver-



treter im Stiftungsrat nach Art. 6 Abs. 1 Nr. 6 des Gesetzes über die Errichtung der Bayerischen Forschungstiftung, 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 Forschungstiftung.² Die 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 juristischen

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 Stimmgleichheit 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

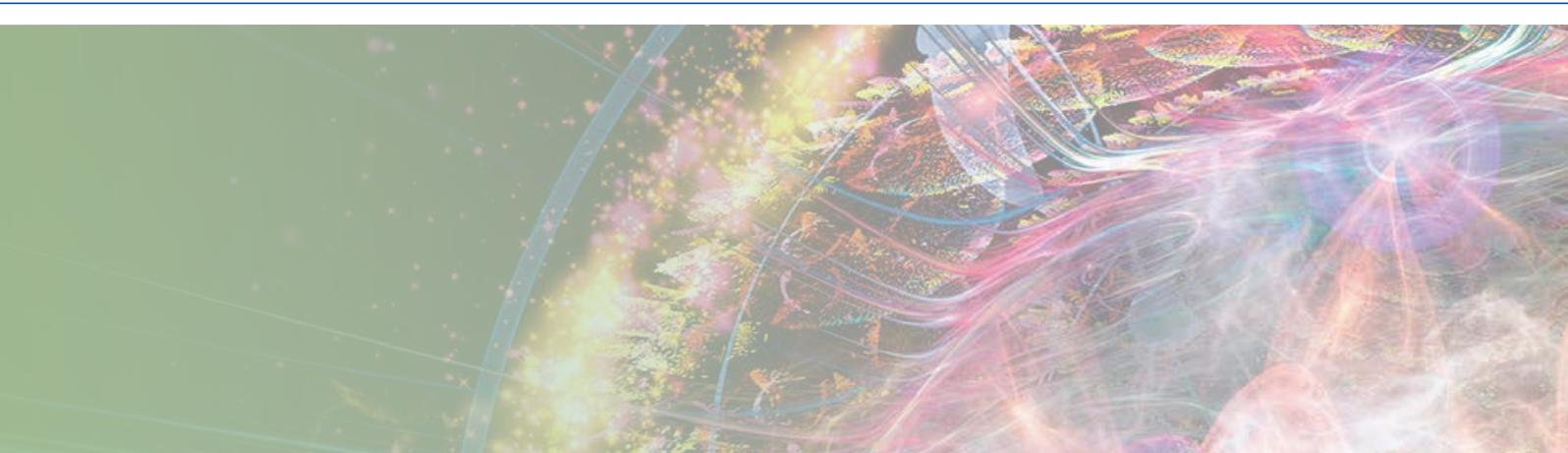
1 Geschäftsjahr der Stiftung ist das Kalenderjahr.

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

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 Voranschlag (Haushaltsplan) aufzustellen, der die Grundlage für die Verwaltung aller Einnahmen und Ausgaben bildet (§ 8 Abs. 2 der Stiftungssatzung).

Stiftungsrechnung

Die Stiftungsrechnung 2023 schließt mit Einnahmen von 15,8 Mio. Euro, denen Ausgaben von 14,3 Mio. Euro gegenüberstehen.

Vermögensübersicht

Das Gesamtvermögen beläuft sich zum Jahresende 2023 ohne Berücksichtigung der Verbindlichkeiten auf insgesamt 403,3 Mio. Euro. Davon entfallen auf das Stiftungsvermögen gemäß Art. 3 des Errichtungsgesetzes 344,0 Mio. Euro. Die Stiftungsmittel belaufen sich auf 59,3 Mio. Euro.

Nach Abzug von Verbindlichkeiten beträgt das Gesamtvermögen der Stiftung zum Jahresultimo 357,4 Mio. Euro.

Jahresabschluss

Der Jahresabschluss wurde durch die CURACON GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft der vorgeschriebenen Prüfung unterzogen. Das Ergebnis der Prüfung ist im Bericht vom 9. Februar 2024 festgehalten.

Da sich keine Beanstandungen ergeben haben, wurde für die Jahresrechnung 2023 und die Vermögensübersicht zum 31. Dezember 2023 von der CURACON GmbH Wirtschaftsprüfungsgesellschaft folgender Prüfungsvermerk erteilt:

BESCHEINIGUNG DES PRÜFERS

An die **Bayerische Forschungstiftung**, München

Wir haben die Jahresrechnung – bestehend aus Einnahmen-/Ausgaben-Rechnung sowie Vermögensübersicht – unter Zugrundelegung der Buchführung der Bayerische Forschungstiftung, München, für das Geschäftsjahr vom 1. Januar bis 31. Dezember 2023 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. Die Buchführung und die Aufstellung der Jahresrechnung nach den gesetzlichen Vorschriften liegen in der Verantwortung der gesetzlichen Vertreter der Stiftung. Unsere Aufgabe ist es, auf der Grundlage der von uns durchgeführten Prüfung eine Beurteilung über die Jahresrechnung unter Zugrundelegung der Buchführung sowie über den Prüfungsgegenstand nach Art. 16 Abs. 3 BayStG abzugeben.

Wir haben unsere Prüfung unter Beachtung des IDW-Prüfungsstandards „Prüfung von Stiftungen“ (IDW PS 740) vorgenommen. Danach ist die Prüfung so zu planen und durchzuführen, dass Unrichtigkeiten und Verstöße, die sich auf die Darstellung der Jahresrechnung wesentlich auswirken, mit hinreichender Sicherheit er-



kannt werden. Bei der Festlegung der Prüfungshandlungen werden die Kenntnisse über die Tätigkeit und über das wirtschaftliche und rechtliche Umfeld der Stiftung sowie die Erwartungen über mögliche Fehler berücksichtigt. Im Rahmen der Prüfung werden die Wirksamkeit des rechnungslegungsbezogenen internen Kontrollsystems sowie Nachweise für die Angaben in Buchführung und Jahresrechnung überwiegend auf der Basis von Stichproben beurteilt. Die Prüfung umfasst die Beurteilung der angewandten Grundsätze zur Rechnungslegung und die wesentlichen Einschätzungen der gesetzlichen Vertreter. Wir sind der Auffassung, dass unsere Prüfung eine hinreichend sichere Grundlage für unsere Beurteilung bildet.

Unsere Prüfung hat zu keinen Einwendungen geführt.

Nach unserer Beurteilung auf Grund der bei der Prüfung gewonnen Erkenntnisse entspricht die Jahresrechnung den gesetzlichen Vorschriften.

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

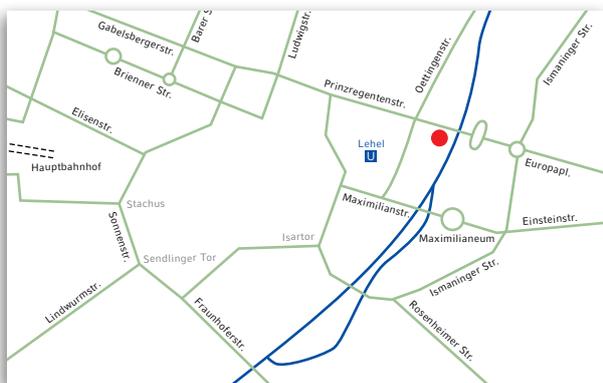
München, am 9. Februar 2024

CURACON GmbH
Wirtschaftsprüfungsgesellschaft
Zweigniederlassung München

gez. Faaß
Wirtschaftsprüfer

gez. Tietz
Wirtschaftsprüfer

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*



Robert Zitzlsperger,
*Leiter Rechnungswesen /
Controlling*



Dagmar Williams,
*Büro Nürnberg /
Antragsberatung*



Melanie Binder,
*Büro Nürnberg /
Antragsberatung*



Susanne Ahr,
*Leitung Sekretariat /
Sachbearbeitung*



Maria Raucheisen,
*Sekretariat /
Sachbearbeitung*

Bildnachweis

Titel, Seiten 5, 6, 8, 10, 11, 19-21,
60, 61, 67-77, 79-87

Shutterstock

Seiten 7, 64, 65, 89

Bayerische Forschungsstiftung

Seite 56

links unten: Universität Augsburg

rechts oben: Stephan Görlich / Flughafen
München

rechts unten: Andreas Heddergott / TUM

Seite 57

Oben: Technische Hochschule Deggendorf

Mitte: Helmholtz Munich

Unten: Robert Haas

Seite 62

Hubert Aiwanger:

Copyright © StMWi/R. Kerl

Markus Blume:

Copyright © StMWK/Böttcher

Albert Füracker:

Copyright © Thomas Langer

Dr. Stefan Ebner:

Copyright © Annett von Loeffelholz

Seite 88

Haak&Nakat

Erfolgstories

Seite 13

Forschungsgruppe MITI

Seite 15

Dr. Thomas Stichel, SiCrystal

Seite 18

ITM Isotope Technologies Munich SE

Neue Forschungsverbände

Seite 22, 23

Andreas Heddergott / TUM

Seite 24

Lehrstuhl für Fertigungsautomatisierung
und Produktionssystematik

Seite 25

Framatome

Seite 26

Dr.-Ing. Thomas Schlech,
Universität Augsburg

Neue Projekte

Seite 28

Carl Zeiss Meditec AG

Seite 29

Dr. Andreas Stengl, LMU München,
Fakultät für Biologie

Seite 30

Simon H. Steiner, Hopfen, GmbH;
Fotograf: Martin Holzner

Seite 31

Abb. links: Pfeiffer/TUM

Abb. rechts: Baig/Schleifring GmbH

Seite 32:

PreSens Precision Sensing GmbH

Seite 33

Dr. Verena Mehlfeld

Seite 34: TU München, Klinikum rechts
der Isar, Klinik für Orthopädie und
Sportorthopädie

Seite 35

Hochschule für angewandte Wissenschaften
Kempten

Seite 36

OTH Regensburg, Forschungscluster LEOS

Seite 37

TF FAU | FATHER&SUN

Seite 38

Abb. links: HS Coburg

Abb. rechts: smartblue AG

Seite 39

Hochschule Landshut / Florian Karow

Seite 40

Wacker Neuson SE

Seite 41

Yongxu Ren, FAU Erlangen-Nürnberg, Lehrstuhl für Autonome Systeme und Mechatronik

Seite 42

Technische Universität München

Seite 43

Inacore GmbH

Seite 44

Dr.-Ing. Gerald Gold, Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, FAU Erlangen-Nürnberg

Seite 45

Lehrstuhl für Konstruktionstechnik (KTmfk), FAU Erlangen-Nürnberg

Seite 46

Technische Hochschule Deggendorf

Seite 47

Technische Hochschule Rosenheim

Seite 48

Abb. links: INHECO GmbH

Abb. rechts: Professur für Energiewandlung, UniBw M

Seite 49:

Fraunhofer-Institut für Angewandte Informationstechnik (FIT)

Seite 50

Abb. links: FZG TU München

Abb. rechts: ebm-papst

Neue Kleinprojekte

Seite 51

David Panusch, Lehrstuhl für Hochfrequenztechnik, FAU Erlangen-Nürnberg

Seite 52

Abb. links: Universität Bayreuth, Keylab Glastechnologie, Andreas Rosin

Abb. rechts: Universität Bayreuth, Keylab Glastechnologie, Barsheek Roy

Seite 53

TH Aschaffenburg

Seite 54

Abb. links: Firma Hofbauer Optik / Ronald Kometer

Abb. rechts: TC Teisnach / TH Deggendorf / Michael Wagner

Seite 55

Abb. links: InVerTec e.V.

Abb. rechts: Sigmund Lindner GmbH

Impressum

HERAUSGEBER

Bayerische Forschungsstiftung
Prinzregentenstraße 52
80538 München

REDAKTION

Dr. Christian Haslbeck
Geschäftsführer Bayerische Forschungsstiftung

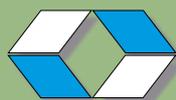
GESTALTUNG

REISSERDESIGN – Büro für Visuelle Kommunikation [www.reisserdesign.de]

DRUCK

Mühlbauer Druck GmbH
Planegger Straße 121
81241 München

Forschung **fördern.** **Wissenstransfer** intensivieren. Innovationen **gestalten.**



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.de

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

