Universität Stuttgart

magazin

des stuttgarter maschinenbaus

11
21

Ein Diskurs über die Zukunft
Nachhaltige, autonome,
sozio-technische Systeme

Unsere Beiträge
Wir gestalten eine
zukunftsfähige Gesellschaft

Die Marke
Stuttgarter Maschinenbau

stuttgarter
maschinenbau
interdisziplinär und vielfältig

Universität Stuttgart

stuttgarter
maschinenbau
interdisziplinär und vielfältig

Magazin des Stuttgarter Maschinenbaus

Was wir gemeinsam leisten

Universität Stuttgart
Stuttgarter Maschinenbau
Fakultäten 4 und 7
November 2021
Fotos Titel: Ludmilla Parsyak

www.stuttgarter-maschinenbau.de

Foto: Universität Stuttgart
Grafik: Weiserdesign

INHALT

9 Editorial

NACHHALTIGE AUTONOME SOZIO-TECHNISCHE SYSTEME

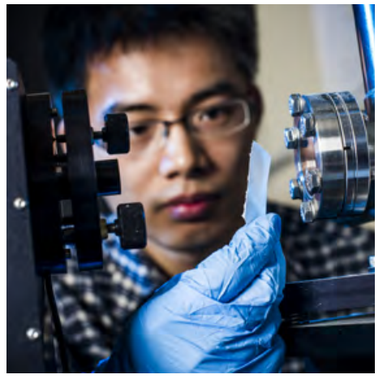
Wir müssen reden!

12 Ein Diskurs über die Zukunft

Unsere Dekane im Dialog über die Zukunft des Maschinenbaus

20 Wir forschen und lehren gemeinsam

BEITRÄGE ZU EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN GESELLSCHAFT



Zukunftsthemen warten auf uns

24 Maschinenbau neu gedacht

26 Advanced Systems Engineering

28 Autonome Produktion

30 Software-Defined Manufacturing

32 Resiliente Versorgung

34 Biointelligenz

36 Dekarbonisierung der Industrie

STUTTGARTER MASCHINENBAU

Alles unter einem Dach

40 Stuttgarter Maschinenbau

42 Geschichte

44 Forschung und Lehre

HIGHLIGHTS

Besonders beachtenswert

52 Highlights – Auszüge aus vielfältigen Projekten

ZAHLEN, DATEN, FAKTEN

Hier sprechen die Fakten

62 Unsere Zahlen sprechen für sich

63 Personal

64 Studierende in Zahlen

66 Drittmittel

67 Impressum

Fotos von links nach rechts:
Ludmilla Parsyak, Universität Stuttgart, Ludmilla Parsyak, Universität Stuttgart

Egal ob in Lehre oder Forschung – das interdisziplinäre Arbeiten ist eine besondere Stärke des Stuttgarter Maschinenbaus.

Gemeinsam mit universitären und außeruniversitären Partnern gestalten die Institute unserer beiden Fakultäten innovative Lösungen für nachhaltige, autonome, sozio-technische Systeme. Unter einem großen, interdisziplinären Dach bilden wir fähige Ingenieurinnen und Ingenieure aus.

Damit leisten wir einen wichtigen Beitrag zur Zukunftssicherung von Wirtschaft und Gesellschaft.

Foto: MPA, Jochen Kubrik

Liebe Leserinnen und Leser,

herzlich willkommen zur ersten Ausgabe des neuen Magazins des Stuttgarter Maschinenbaus! Die deutsche Wirtschaft ist weltweit bekannt für ihre Maschinenbauindustrie. Dabei ist die Universität Stuttgart mit ihren beiden Maschinenbaufakultäten – unter deren Dach sich 42 Institute befinden – die größte universitäre Einrichtung für den Maschinenbau in Deutschland. Unsere internationalen Kooperationen und die Zusammenarbeit mit außeruniversitären Einrichtungen wie dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt, der Fraunhofer-Gesellschaft und der Max-Planck-Gesellschaft mit ihren jeweiligen Instituten runden unser Profil ab. Mit unserer umfassenden interdisziplinären Kompetenz und vielfältigen internationalen Erfahrung verschieben wir die Grenzen des technisch Machbaren stetig nach vorne, um den Herausforderungen des Klimawandels, der Energie- und Mobilitätswende sowie der Digitalisierung mit innovativen Lösungen zu begegnen.

Dabei stehen die Menschen bei all unseren Aktivitäten immer im Mittelpunkt: Mit unserer Spitzenforschung entwickeln wir nachhaltige, autonome, sozio-technische Systeme. In der Lehre bilden wir den ingenieurwissenschaftlichen Nachwuchs von morgen und übermorgen aus und sorgen für eine kontinuierliche Weiterqualifizierung.

Unser neues Magazin informiert Sie künftig regelmäßig über aktuelle Projekte, ungewöhnliche und herausragende Forschungsergebnisse, Erfolge unserer Partner und ausgezeichnete Lehre.

Seien Sie gespannt und neugierig – lassen Sie sich von uns überraschen. Wir freuen uns auf Ihr Feedback – Sie erreichen uns unter kontakt.maschinenbau@f07.uni-stuttgart.de und unter www.linkedin.com/company/stuttgarter-maschinenbau sowie www.instagram.com/stuttgartermaschinenbau.

Wir wünschen Ihnen viel Inspiration und Freude bei der Lektüre.
Für den Stuttgarter Maschinenbau

Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Stefan Weihe, Prodekan Fakultät 4

Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing.
Oliver Riedel, Prodekan Fakultät 7

NACHHALTIGE AUTONOME SOZIO-TECHNISCHE SYSTEME

Foto: IFF, Rainer Bez

WIR MÜSSEN REDEN!

Der Maschinenbau müsse sich künftig noch stärker an den Zukunftsthemen der Gesellschaft orientieren, meinen Prof. Hans-Christian Möhring, Dekan der Fakultät 7, und Prof. Günter Scheffknecht, Dekan der Fakultät 4. Unter dem Dach des Stuttgarter Maschinenbaus wollen sie gemeinsam mit anderen Forschungsinstituten und Partnern aus der Industrie Innovationen für nachhaltige, autonome, sozio-technische Systeme kreieren. Im Dialog erläutern sie, wo die Stärken des Stuttgarter Maschinenbaus in Forschung und Lehre liegen und welche die Forschungsschwerpunkte für die Zukunft sein werden.

„ DIE DEKARBONISIERUNG DER INDUSTRIELLEN PRODUKTION IST DIE GRÖSSTE HERAUSFORDERUNG.

Scheffknecht

UNSERE DEKANE IM DIALOG „

Herr Univ.-Prof. Dr. techn. Günter Scheffknecht
Dekan der Fakultät 4, Institutsdirektor
Institut für Feuerungs- und Kraftwerkstechnik (IFK)

Herr Prof. Möhring (CM), Herr Prof. Scheffknecht (GS), wie sehen Sie die Zukunft des Maschinenbaus?

CM Die Zukunft ist keine ganz einfache, aber eine spannende. Die Vielfalt der Themen wird weiter zunehmen und der Maschinenbau wird noch interdisziplinärer werden. Eine wichtige Herausforderung ist sicher die Umweltthematik. Es geht nicht nur darum, Produkte umweltschonender zu produzieren oder umweltschonender mobil zu sein, sondern um die Berücksichtigung von Umweltaspekten in sämtlichen Facetten des Maschinenbaus, angefangen von der Konstruktion neuer Produkte über die Fertigung und Distribution bis in den Betrieb.

GS Und noch weiter, denn am Ende des Produktlebenszyklus sollen die Wertstoffe wieder in den Kreislauf zurückgeführt werden, was von Anfang an berücksichtigt werden muss. Diese Idee der Kreislaufwirtschaft oder Circular Economy wird uns in den nächsten Jahrzehnten intensiv begleiten.

Worauf müssen sich angehende Maschinenbauer*innen einstellen?

CM Auf lebenslanges Lernen, das sich weiter intensivieren wird. Maschinenbauer*innen müssen künftig noch offener für neue Themen sein, weil wir, was den technologischen Fortschritt angeht, in einer globalisierten Welt leben. Sie müssen fähig sein, neue technologische Lösungsansätze unmittelbar aufzugreifen und in ihr eigenes Schaffen zu integrieren. Und sie müssen sich in stark interdisziplinären Themenkomplexen auskennen und diese Interdisziplinarität auch koordinieren können.

GS Dazu brauchen sie interdisziplinäres Denken. Sie müssen nicht mehr nur die klassischen Maschinenbau-Themen beherrschen, sondern auch Fragen der Steuerungstechnik, der Gestaltung von Schnittstellen zum Benutzer, ergonomische Fragen oder Fragen, die in die Gestaltung der Arbeitswelt hineinspielen. Und dann natürlich das Thema Nachhaltigkeit, das wir eben schon angesprochen haben.

„ DER MASCHINENBAU WIRD KÜNFTIG NOCH INTERDISZIPLINÄRER WERDEN.

Möhring

Herr Univ.-Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Möhring
Dekan der Fakultät 7, Institutsdirektor
Institut für Werkzeugmaschinen (IfW)

CM Und sie brauchen integrierte Methoden. Advanced Systems Engineering (ASE) ist ein toller Ansatz für das interdisziplinäre Arbeiten, weil er die ganze Vielfalt der Konstruktions- und der Produktionswissenschaften bis in die Fertigungsorganisation mit einbezieht. Er wird bei uns sehr stark am Institut der Steuerungstechnik für Werkzeugmaschinen und Fertigungseinrichtungen vorangetrieben. ASE erfordert vielfältige Lösungen aus der Informationstechnik, aber auch neue Methoden für die Einbeziehung des Menschen.

All diese Skills erwerben Studierende in Stuttgart?

CM Der Stuttgarter Maschinenbau zeichnet sich dadurch aus, dass er sehr breit aufgestellt ist. Es gibt kaum eine Sub-Disziplin, die sich nicht in Stuttgart studieren ließe. Die Studierenden haben hier die in gewisser Weise einzigartige Möglichkeit, sich mit sämtlichen Facetten des Maschinenbaus vertraut zu machen. Neben den klassischen Wurzeln in der Mechanik hält die Informatik in noch stärkerem Maße in die Gestaltung von maschinenbaulichen Produkten Einzug.

GS Wir sprechen aber nicht nur über Produkte. Auch auf dem Gebiet der Prozess- und Systemwissenschaften hat der Stuttgarter Maschinenbau einiges zu bieten. Prozesse im Bereich der Energieerzeugung, aber auch verfahrenstechnische Prozesse in der chemischen Industrie erfordern sehr umfassende Layouts, die weit über ein einzelnes Produkt hinausgehen.

Wo liegen die Stärken des Stuttgarter Maschinenbaus?

CM Basis unserer Themenvielfalt ist eine hervorragende Forschungstätigkeit, deren Ergebnisse unmittelbar in die Lehre einfließen. Einige unserer Institute z.B. im Mobilitätssektor, in der Produktions- oder in der Konstruktionstechnik sind in der Forschung weltweit führend. Unsere Forschungsstärke zeigt sich auch in der Zusammenarbeit mit weiteren Forschungspartnern und mit der Industrie. Wir arbeiten sowohl mit großen OEMs (Original Equipment Manufacturer) als auch mit kleinen Unternehmen zusammen und integrieren unsere Studierenden sehr frühzeitig in diese Projekte.

GS Die ARENA2036, in der wir dieses Interview führen, ist eines von vielen Instrumenten, um die Zusammenarbeit mit Industrieunternehmen zu fördern. Wir stellen den Projektpartnern hier temporär Flächen zur Verfügung. Es gibt aber viele weitere Beispiele, wo in den Instituten oder bei den Industrieunternehmen derartige Kooperationsprojekte laufen.

Lässt sich das an konkreten Projekten veranschaulichen?

CM Ein gewisses Leuchtturmprojekt stellt hier der Innovationscampus „Mobilität der Zukunft“ dar – ein Zusammenschluss von Forscher*innen verschiedener Institute beider Fakultäten

„ DER STUTTGARTER MASCHINENBAU KOOPERIERT IN DER FORSCHUNG MIT DER GANZEN WELT.

Möhring

und des Karlsruher Instituts für Technologie (KIT). Sie setzen sich nicht nur mit der Elektromobilität und Gesichtspunkten des autonomen Fahrens auseinander, sondern auch bewusst mit der Produktionstechnik, angefangen von den Werkstoffen über die additive Fertigung und klassischen Technologien bis hin zu funktionsintegrierten Hochleistungsleichtbaukomponenten, die in die neuen Mobilitätskomponenten Einzug finden.

GS Man kann mit Fug und Recht sagen, dass der Stuttgarter Maschinenbau mit der ganzen Welt kooperiert. Wir haben Forschungspartner innerhalb von Stuttgart und vielfältige Gemeinschaftsprojekte über die Fakultätsgrenzen hinweg. Institute des Stuttgarter Maschinenbaus sind in unterschiedliche, auch größere Verbundprojekte mit anderen deutschen Forschungseinrichtungen involviert. Und es gibt Projekte auf europäischer Ebene und sogar weltweite Projekte, an denen wir beteiligt sind. Das gleiche gilt für die Lehre: Wir haben Partneruniversitäten in Europa und weltweit, mit denen ein studentischer Austausch stattfindet.

Was macht den Stuttgarter Maschinenbau für die Industrie attraktiv?

GS Das gute Ausbildungsniveau und die Praxisorientierung. Das hat natürlich auch damit zu tun, dass viele von uns einen industriellen Hintergrund haben und eine klassische Karriere in der Industrie gemacht haben, bevor sie Professor*in geworden sind. Diesen Erfahrungsschatz geben wir an die Studierenden weiter.

CM Die Industrie hat die Möglichkeit, mit führenden Wissenschaftler*innen zusammenzuarbeiten und die neuesten Erkenntnisse aus der Forschung in ihre industrielle Tätigkeit zu integrieren. Wir bringen sie mit den klügsten Köpfen zusammen, was viele Firmen als großen Gewinn betrachten.

Der Stuttgarter Maschinenbau umfasst zwei Fakultäten mit Dutzenden von Instituten. Gibt es eine gemeinsame Vision?

GS Ja, die gibt es: Nachhaltige, autonome sozio-technische Systeme sind unser gemeinsames Leitmotiv und zugleich die verbindende Klammer zwischen den verschiedenen Instituten.

„ DAS GUTE AUSBILDUNGSNIVEAU MACHT UNS FÜR DIE INDUSTRIE INTERESSANT.

Scheffknecht

„ AUCH DIE AUTONOME PRODUKTION BRAUCHT DEN MENSCHEN UND SEINE KREATIVITÄT.

Möhring

In meiner Fakultät gibt es z.B. technische Biolog*innen, die Biomaterialien entwickeln, die für die Kreislaufwirtschaft relevant sind. Nachhaltigkeit betrifft nicht nur den Umweltbereich, sondern auch die globale Energieversorgung, die künftige Nahrungsversorgung oder eine flächendeckende Gesundheitsversorgung für die Erdbevölkerung. Zu all diesen Facetten möchte der Stuttgarter Maschinenbau einen Beitrag leisten.

Ein wichtiger Begriff in unserem Leitmotiv sind die sozio-technischen Systeme, weil wir hier Alleinstellungsmerkmale haben, beispielsweise im Bereich der Arbeitswissenschaften. Wir leben im Zeitalter von Industrie 4.0 und einer immer stärkeren Automatisierung und wollen den Menschen in diese Entwicklung mit einbeziehen. Es mag widersprüchlich erscheinen, aber auch die autonome Produktion braucht immer noch den Menschen und seine Kreativität, um Fehler zu beheben und Maschinen zu befähigen, sich selbst ständig zu optimieren. **CM**

Was bedeuten Hochleistungswerkstoffe für die Nachhaltigkeit?

Sie sind eine wichtige Säule für die Nachhaltigkeit. Wir beschäftigen uns nicht nur intensiv mit Stählen und anderen metallischen Werkstoffen, sondern auch mit der Kunststofftechnik, mit Verbundmaterialien und den entsprechenden Fertigungs- und Wiederverwertungsverfahren. Sie haben für den Stuttgarter Maschinenbau eine große Bedeutung. Immer wichtiger werden aber auch Biomaterialien. **GS**

Das Thema Leichtbau ist für viele Aspekte des Maschinenbaus eine Schlüsseltechnologie, wobei wir zwischen strukturellem und werkstofflichem Leichtbau unterscheiden müssen. Gerade bei den Faserverbundwerkstoffen, aber auch bei den keramischen Werkstoffen ist Stuttgart hervorragend aufgestellt und vermittelt den Studierenden die entsprechende Be- und Verarbeitungstechnologie, so dass sie die komplette Prozesskette vom Werkstoff bis zum fertigen Produkt kennenlernen. Mit der additiven Fertigung ergeben sich Möglichkeiten, Funktionen in Produkte einzubringen, die dem Konstrukteur früher nicht zur Verfügung standen. **CM**

„ HOCHLEISTUNGSWERKSTOFFE SIND EINE WICHTIGE SÄULE FÜR DIE NACHHALTIGKEIT.

Scheffknecht

„ DIE IDEE DER KREISLAUFWIRTSCHAFT WIRD UNS KÜNFTIG INTENSIV BEGLEITEN.

Scheffknecht

Welches sind die beherrschenden Forschungsschwerpunkte?

CM Eine ganz wichtige Frage ist, wie die Mobilität der Zukunft aussieht, und dabei denken wir nicht nur an E-Mobilität und Personenkraftwagen, sondern auch an den Flugverkehr, den Schiffsverkehr oder den Schienenverkehr. Oder die Frage, wie die Produktion der Zukunft unter den Randbedingungen, die wir in Deutschland und Europa vorfinden, aussieht und welche Produkte mit welchen Funktionen hier künftig gefragt sind. Dem übergeordnet möchte ich die Frage der Dekarbonisierung bzw. der Nachhaltigkeit anführen.

GS Die Dekarbonisierung kann und wird gelingen, aber es fragt sich, bis wann. Für die Stromerzeugung gibt es inzwischen sehr weitgehende technische Konzepte und es gibt auch Ideen, wie man in der Wärmeversorgung und Mobilität weiterkommt, aber in der Industrie sind wir noch weit von der Dekarbonisierung entfernt. Nicht wegen des Energiebedarfs, sondern weil bei der Stahl-, Glas- oder Zementherstellung CO_2 entsteht bzw. freigesetzt wird. Hier zu einer Lösung zu kommen, wird die größte Herausforderung sein.

CM Ein interessanter Forschungsschwerpunkt ist das Thema Biointelligenz. Dabei geht es um mehr als um bio-analoge, an die Natur angelehnte Strukturen, mit denen wir uns im Stuttgarter Maschinenbau seit geraumer Zeit befassen. Als visionäre Idee bezeichnet der Kunstbegriff einen Verbund von biologischen Systemen und Abläufen des Maschinenbaus. Ein Beispiel ist die Nutzung von Mikroorganismen, um zu verhindern, dass Flüssigkeiten verderben.

Hat die Pandemie die Forschungsschwerpunkte beeinflusst?

GS Aus meiner Sicht eigentlich wenig. Verändert haben sich sicher unsere Arbeitsweisen. Praktikumsversuche mit den Studierenden, auf die wir großen Wert legen, waren teilweise nicht mehr möglich. Das über Videos zu vermitteln, war eine Herausforderung, die wir aber gut gelöst haben.

CM Die durch die Pandemie erzwungene Digitalisierung der Kommunikation hat uns zu neuen Themenstellungen gebracht, was die Kommunikation zwischen Menschen und technischen Systemen angeht, z.B. zu der Frage, wie man einen Prüfstand vom Homeoffice aus betreiben kann. Auch was das Thema Resilienz angeht, hat Corona in einigen Bereichen des Maschinenbaus zu einem gewissen Umdenken geführt und die Frage aufgeworfen, wie wir die Wertschöpfungsketten an unseren Standorten künftig robuster bzw. flexibler gestalten können.

Autor: Michael Wendenburg

Foto: IFW

Foto: IAT, Ludmilla Parsyak

Foto: Universität Stuttgart

Foto: IFW

Foto: IAT, Ludmilla Parsyak

Foto: IAT, Ludmilla Parsyak

Foto: IFW

Foto: Universität Stuttgart

Foto: IAT, Ludmilla Parsyak

„ ES GIBT KAUM EINE SUB-DISZIPLIN DES MASCHINENBAUS, DIE SICH HIER NICHT STUDIEREN LIESSE.

Möhring

WIR FORSCHEN UND LEHREN GEMEINSAM

Forschung und Lehre des Stuttgarter Maschinenbaus wird von einem starken Team getragen

Viele Professor*innen haben eine erfolgreiche Karriere in der Industrie gemacht, bevor sie an die Universität Stuttgart kamen. Das gesamte Team ist national und international exzellent in der Academia und der Industrie vernetzt und anerkannt. Viele Leitungspositionen in außeruniversitären Großforschungseinrichtungen sind in Personalunion durch Mitglieder unserer Fakultäten besetzt – die Lehraufträge an international anerkannten Universitäten sind ein weiterer Beweis für die Leistungsstärke.

Kluge Köpfe

Foto: IAT, Ludmilla Parsyak

BEITRÄGE ZU EINER ZUKUNFTSFÄHIGEN GESELLSCHAFT

Foto: IAT, Ludmilla Parsyak

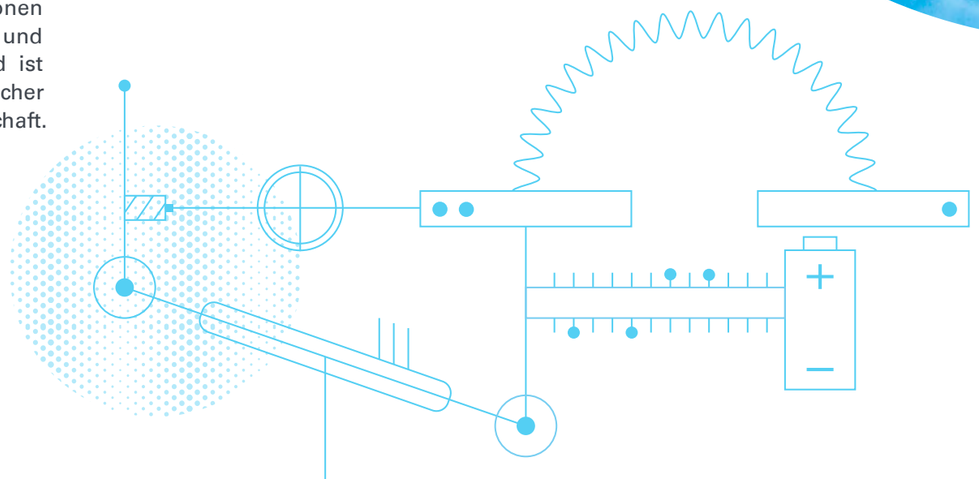
MASCHINEN-BAU NEU GEDACHT

Wir beschäftigen uns mit der Zukunft

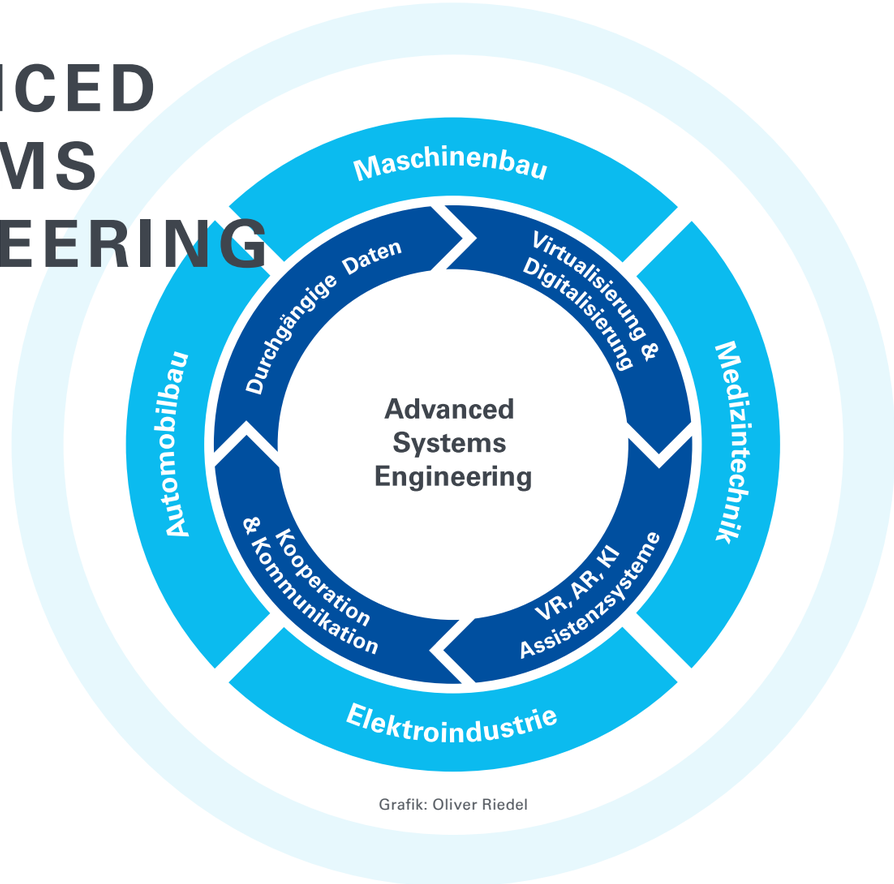
Die beiden Fakultäten des Stuttgarter Maschinenbaus betreiben interdisziplinäre Spitzenforschung mit dem Ziel, einen wesentlichen Beitrag zur Bewältigung der komplexen wissenschaftlich-technischen, ökonomischen und ökologischen Herausforderungen zu leisten, vor denen Wirtschaft und Gesellschaft stehen. Unser besonderes Augenmerk gilt dabei dem Klimawandel und der notwendigen Dekarbonisierung der Industrie. In unseren Forschungsschwerpunkten beschäftigen wir uns u.a. mit der Frage, wie die klimaneutrale Mobilität der Zukunft aussehen kann, wie die Produktion von morgen autonomer gemacht werden kann oder wie die Energieversorgung auch mit erneuerbaren Energien sicher und zuverlässig funktionieren kann. Und wir versuchen dabei, von der Natur zu lernen.

Wir verstehen den Maschinenbau als ein komplexes sozio-technisches System, das durch vielfältige Interaktionen zwischen Menschen und Technik gekennzeichnet ist und jede Phase der Wertschöpfung abbildet. Unser Leitbild ist die Schaffung nachhaltiger, autonomer, sozio-technischer Systeme für eine zukunftsfähige Wirtschaft und Gesellschaft. Das macht den Stuttgarter Maschinenbau einzigartig.

Grafiken: Weiserdesign

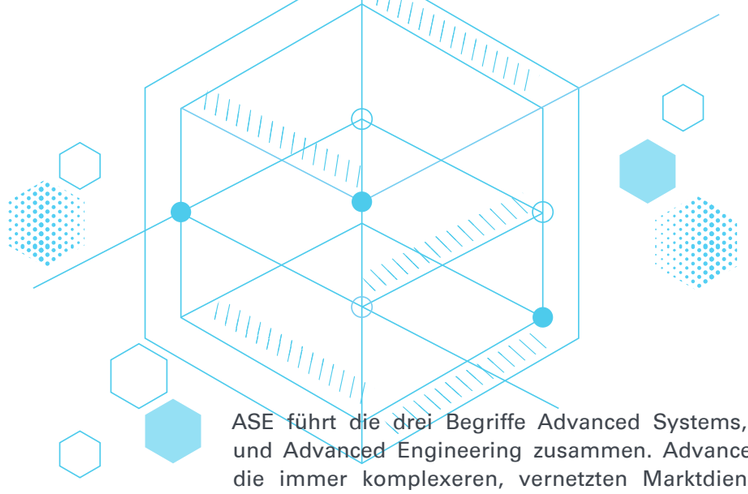


ADVANCED SYSTEMS ENGINEERING



Grafik: Oliver Riedel

Produkte werden immer mehr zu komplexen Produkt-Service-Systemen, die neue datengetriebene Geschäftsmodelle unterstützen. Um damit erfolgreich zu sein, müssen nicht nur die Disziplinen und Domänen in der Mechanik-, Elektronik- und Software-Entwicklung viel enger zusammenarbeiten, sondern auch in Produktion und Service. Der Stuttgarter Maschinenbau entwickelt dafür einen fortschrittlichen methodischen Ansatz, der sich Advanced Systems Engineering (ASE) nennt.



ASE führt die drei Begriffe Advanced Systems, Systems Engineering und Advanced Engineering zusammen. Advanced Systems bezeichnet die immer komplexeren, vernetzten Marktdienstleistungen, Systems Engineering beschreibt die Koordination und Strukturierung der funktionsübergreifenden, interdisziplinären Entwicklung komplexer Systeme und Advanced Engineering beschäftigt sich mit Best Practices hinsichtlich Methoden und Tools im Engineering sowie mit agilen Ansätzen und Kreativitätstechniken. Ziel ist eine ganzheitliche Betrachtung der Innovationsprozesse.

Der Fokus beim ASE liegt auf intelligenten Systemen der Zukunft. Die Forschungsarbeiten beschäftigen sich u.a. mit der Digitalisierung im Produktlebenszyklus, neuartigen Entwicklungsmethoden, der Individualisierung von Produkten und Systemen sowie der Absicherung der besonderen Risiken und Grenzen intelligenter Systeme. Beispielhafte Forschungsthemen sind die agile und interdisziplinäre Entwicklung funktionsintegrierter, zuverlässiger, individualisierter Systeme und Produkte, die Gestaltung adaptiver Multi-Material-Leichtbaustrukturen, das menschzentrierte Design symbiotischer intelligenter Mensch-Maschine-Schnittstellen oder die Realisierung autonomer, mehrschichtiger Systeme.

Wichtige Forschungsrichtungen sind auch die Auswertung von Daten aus der Produktionsplanung und Produktion mittels Künstlicher Intelligenz (KI) sowie die Frage, wie sich nicht nur das Produkt, sondern auch der Prozess und die Dienstleistung konfigurieren lassen, um die Auswirkungen von Änderungen besser beurteilen zu können.

Advanced Systems Engineering

Kurz notiert
Die Gruppe Produktentwicklung und Konstruktionstechnik (PEKT) des Stuttgarter Maschinenbaus fokussiert sich auf das Advanced Systems Engineering für intelligente Systeme der Zukunft. Dies beinhaltet Forschungsarbeiten zu Digitalisierung im Produktlebenszyklus, zu neuartigen Entwicklungsmethoden und insbesondere zur Individualisierung von Produkten und Systemen sowie zur Absicherung der besonderen Risiken und Grenzen intelligenter Systeme.

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Oliver Riedel
oliver.riedel@isw.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Bernd Gundelsweiler
bernd.gundelsweiler@ikff.uni-stuttgart.de

AUTONOME PRODUKTION

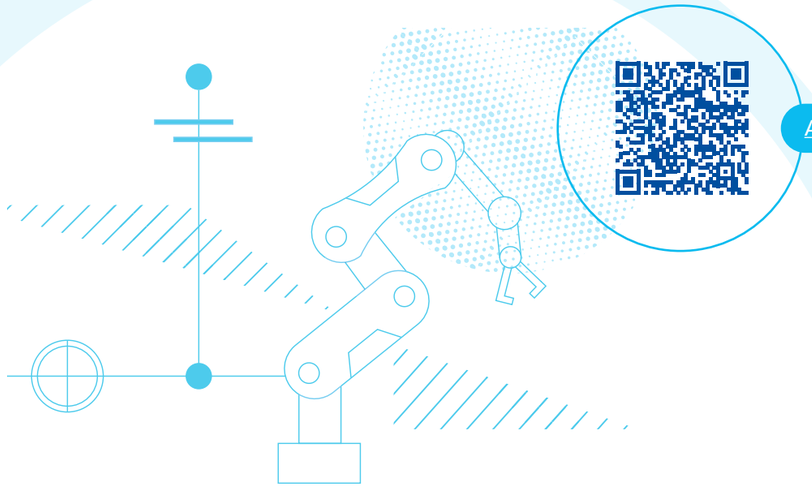
Automatisierung ist in vielen Industriezweigen der wesentliche Hebel zur Verbesserung der Wertschöpfung. Produktionsanlagen mit stationären und mobilen Robotern bis hin zum Logistiksystem sind heute hochgradig automatisierte Systeme. Während sie in der Vergangenheit starr programmierte Abläufe ausführten, sind heute adaptive und lernfähige Lösungen gefragt. Lösungen, wie sie an verschiedenen Instituten des Stuttgarter Maschinenbaus entwickelt werden.

Die autonome Produktion ist die Antwort auf die zunehmende Produktvariabilität, die immer kürzeren Produktentwicklungs- und Produktionszyklen und die wachsende Komplexität der Produktionssysteme. Produktionsanlagen beinhalten künftig Logistiksysteme und Fertigungsanlagen, die aus fahrerlosen Transportsystemen, lernenden Maschinen, Sensoren, Kameras, Drohnen und nicht zuletzt IT-Systemen bestehen. Wenn der Prozess autonom ablaufen soll, müssen all diese Komponenten vernetzt, selbstlernend und situationsadaptiv sein.

Eine wichtige Rolle für die Lernfähigkeit der Produktion spielt die Künstliche Intelligenz. Sie wird in der industriellen Produktion insbesondere in der Prozessüberwachung, Prozesssteuerung und vorbeugenden Wartung eingesetzt, meist in Verbindung mit einem Digitalen Zwilling. Er ermöglicht es, Prozesse zu simulieren, die sich bei der Produktion von Losgröße 1 nicht mehr anhand von Messdaten überwachen lassen. Hochwertige Messdaten aus der Produktion sind die Voraussetzung, um präzise KI-Entscheidungen treffen zu können.

Foto: ISW, Inga Deines

Die autonome Produktion kann nur funktionieren, wenn alle am Prozess beteiligten Akteure vernetzt sind. Das erfordert zum einen echtzeitfähige und sichere Kommunikationsnetze, zum anderen die Bereitstellung der Daten in syntaktisch und semantisch interoperablen Formaten. Außerdem müssen aus starren Produktionsanlagen durch die Weiterentwicklung der Industrie- und Service-Robotik kollaborative autonome Systeme werden, die mittels Software-Defined Manufacturing (SDM) einfach umgerüstet und rekonfiguriert werden können.



Kurz notiert
Die wichtigsten Zutaten für die autonome Produktion, die in Stuttgart erforscht werden, sind Künstliche Intelligenz (KI) und maschinelles Lernen, Bild- und Sensordatenverarbeitung, echtzeitfähige digitale Zwillinge, adäquate Kommunikationstechnik sowie Industrie- und Servicerobotik. Darüber hinaus arbeiten verschiedene Institute an einer stärkeren Entkopplung von Hard- und Software.

Autonome Produktion

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Frank Allgöwer
frank.allgower@ist.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Hans-Christian Möhring
hans-christian.moehring@ifw.uni-stuttgart.de

SOFTWARE-DEFINED MANUFACTURING

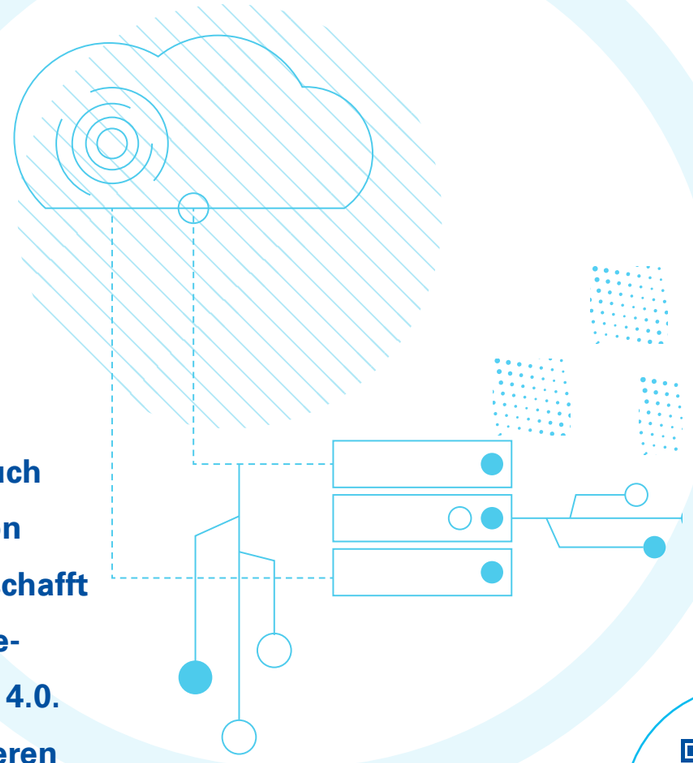


Foto: ISW, Inga Deines

Die Software durchdringt alle Lebensbereiche. Auch für die Digitalisierung der industriellen Produktion spielt sie eine immer wichtigere Rolle, denn sie schafft neue Wertschöpfungspotenziale und optimiert bestehende. Software ist die Sprache von Industrie 4.0. Der Stuttgarter Maschinenbau erforscht in mehreren interdisziplinären Verbundprojekten, wie Software die Produktion von morgen revolutionieren kann.

Software-Defined Manufacturing

Hohe Produktvariabilität und kurze Produktionszyklen stellen hohe Anforderungen an die Wandlungsfähigkeit der Produktionssysteme. Üblicherweise sind sie hardwareseitig variabel, so dass sie bei sich ändernden Anforderungen umgebaut werden können. Das zieht allerdings aufwendige Änderungen an der Software nach sich, die oft sogar komplett neu programmiert werden muss.

Durch den erhöhten Digitalisierungsbedarf im Zuge von Industrie 4.0 wird die schnelle Entwicklung und Anpassung der Software für produzierende Unternehmen zu einem entscheidenden Wettbewerbsfaktor. So wie in anderen Bereichen der Digitalisierung Plattformen und Abstraktionsschichten entstanden sind, die das Einspielen neuer Funktionen unabhängig von der Hardware ermöglichen, ist auch in der Produktion eine konsequente Entkopplung von Hard- und Software erforderlich. Das genau ist die Vision, die der Stuttgarter Maschinenbau mit dem Forschungsschwerpunkt Software-Defined Manufacturing (SDM) verfolgt.

Hardwaremodule des Produktionssystems werden in Zukunft nicht mehr manuell programmiert und statisch konfiguriert. Wie sie funktionieren, definiert die Software auf einer höheren Abstraktionsebene. Auf dieser abstrakten Funktionsschicht können dann Applikationen für verschiedene Anwendungsfälle maschinenunabhängig programmiert werden. Das hat den Vorteil, dass mehrere Maschinen über eine generische Software-Schnittstelle angesprochen werden können. Vor allem aber können Hardware und Software einfacher ausgetauscht, aktualisiert und angepasst werden.

Kurz notiert

Software-Defined Manufacturing (SDM) ist eine Vision für die Zukunft der Produktion, die darauf abzielt, universelle Maschinen- und Anlagenkomponenten durch Software flexibel zu verschalten. Ziel ist es, die Produktionssysteme dadurch wandlungsfähiger zu machen. Umgesetzt wird die Vision u.a. in einem großen Konsortium mit Industriebeteiligung im Rahmen eines vom BMWi geförderten interdisziplinären Verbundprojekts unter Federführung des Stuttgarter Maschinenbaus.

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Alexander Verl
alexander.verl@isw.uni-stuttgart.de

Jun. Prof. Dr. rer. nat. Andreas Wortmann
andreas.wortmann@isw.uni-stuttgart.de

RESILIENTE VERSORGUNG

Resiliente Systeme zeichnen sich dadurch aus, dass sie auch bei Störungen ihre Leistung noch erbringen. Besonders wichtig sind sie für eine sichere und zuverlässige Energieversorgung. Wie die Resilienz der Versorgungssysteme auch mit nicht-fossilen Energieträgern sichergestellt werden kann, ist eine der zentralen Fragestellungen, mit denen sich der Stuttgarter Maschinenbau im Rahmen von verschiedenen Forschungsprojekten zur Energiewende beschäftigt.

Foto: Unsplash, Nastya Dulhiier

Resiliente Versorgung

Die Energieversorgung in Deutschland basiert noch in weiten Teilen auf fossilen Energieträgern, die mit die meisten Treibhausgase produzieren. Mit Blick auf den Klimaschutz ist deshalb ein Umbau des Energiesystems erforderlich, der aber nicht zulasten der Versorgungssicherheit gehen darf. Da Biomasse und Geothermie nur begrenzt verfügbar sind, müssen die fossilen Energieträger zu großen Teilen durch Strom oder durch Wasserstoff und E-Fuels (indirekte Elektrifizierung) ersetzt werden.

Um die benötigten Energieträger bereitzustellen, sind unterschiedliche Maschinen und Anlagen zur Energiewandlung, Speicherung und zum Transport erforderlich. Das reicht aber nicht! Die einzelnen Komponenten müssen in ein passend dimensioniertes und vernetztes Gesamtsystem eingebunden werden, um die Resilienz sicherzustellen. Es zu gestalten ist Aufgabe der Systemtechnik.

Bei einem Versorgungssystem, das vor allem auf erneuerbare Energien setzt, ist nicht nur die Nachfrage von zufälligen Einflussgrößen wie dem Wetter abhängig, sondern auch die Bereitstellung. Dies bringt neue Herausforderungen für die Dimensionierung, Vernetzung und Steuerung des Systems mit sich. Gleichzeitig muss es den Bedarf von Elektromobilität oder der Herstellung von Wasserstoff bzw. synthetischen Kraftstoffen bedienen. Es muss das Verhalten der Konsumenten einbeziehen. Am Ende lässt sich Resilienz dann erreichen, wenn das System auch die ökonomischen, ökologischen und gesellschaftlichen Zusammenhänge ausreichend berücksichtigt.

Kurz notiert
Der Stuttgarter Maschinenbau beteiligt sich nicht nur an zahlreichen Verbundprojekten zur Energiewende, sondern kehrt auch vor der eigenen Haustür. Im Rahmen des vom MWK Baden-Württemberg geförderten Reallabors CampUS hoch i (https://www.project.uni-stuttgart.de/campus-hoch-i/) entwickeln die Wissenschaftler*innen innovative Lösungen für die energietechnische Sanierung der eigenen Gebäude und ihre künftige Energieversorgung unter Nutzung erneuerbarer Energien.

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Kai Hufendiek
kai.hufendiek@ier.uni-stuttgart.de

Prof. Dr.-Ing. Alexander Sauer
alexander.sauer@eep.uni-stuttgart.de

BIO-INTELLIGENZ

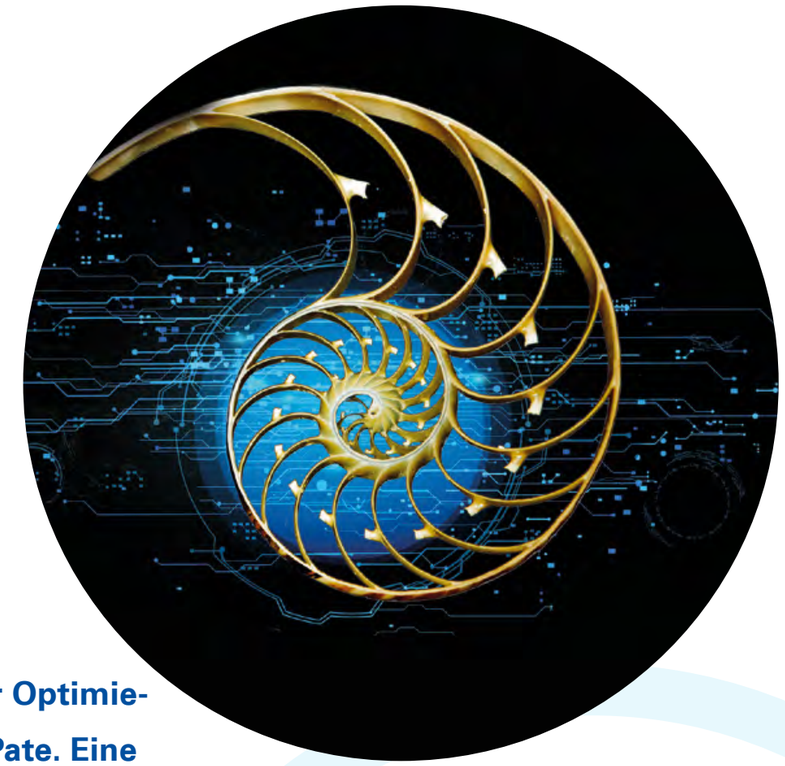


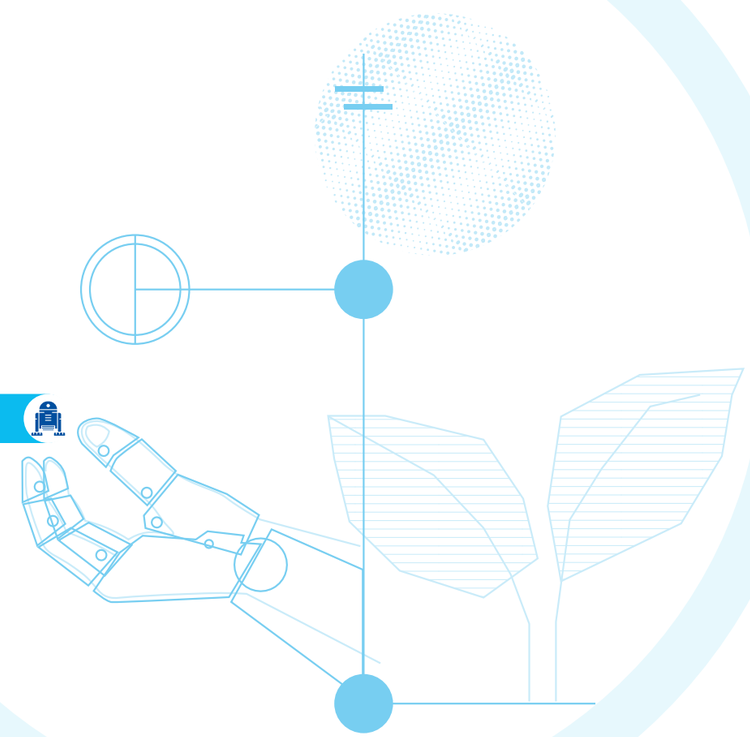
Foto: FhG, istock

Die Natur steht längst auch bei der Optimierung der industriellen Produktion Pate. Eine nachhaltige Biologische Transformation der industriellen Wertschöpfung ist sowohl für die Gesellschaft als auch für die Wirtschaft nicht mehr weiter aufschiebbar. Der Stuttgarter Maschinenbau widmet sich der Biologischen Transformation in unterschiedlichen Projekten.

Biointelligenz

Der Prozess der Biologischen Transformation, der in der letzten Ausbaustufe zur Biointelligenz führt, kann in die Entwicklungsmodi Inspiration, Integration und Interaktion gegliedert werden. Die Inspiration erlaubt es, biologische Phänomene auf Wertschöpfungssysteme zu übertragen. Unternehmen entwickeln mit diesem Ansatz neuartige Materialien und Strukturen (z.B. Leichtbau), Funktionalitäten (z.B. Biomechanik) sowie Organisations- und Kooperationslösungen (z.B. Schwarmintelligenz). Im Modus Integration findet das Wissen über die Natur durch eine tatsächliche Einbindung von biologischen Systemen Eingang in die Produktionssysteme. Ein Beispiel ist die Erzeugung von Wasserstoff aus Abfall oder die Nutzung von Mikroorganismen zur Rückgewinnung von seltenen Erden aus Magneten. Die Interaktion zwischen technischen, informatorischen und biologischen Systemen führt Stück für Stück zu neuen, autarken Produktionstechnologien und -strukturen. Sie machen dann die Biointelligenz aus.

Die angestrebte technologiebasierte Bedarfswirtschaft entsteht mit dem Zusammenwachsen der Disziplinen Biologie, Produktionstechnik und Datenverarbeitung. Hier entwickelt sich eine nachhaltige Wirtschaftsform, welche die physikalischen Grenzen unseres Planeten berücksichtigt. Damit schaffen wir im Stuttgarter Maschinenbau über viele Fachdisziplinen hinweg einen neuen Innovationsraum mit riesigem Potenzial.



Kurz notiert
An der Universität Stuttgart haben sich zahlreiche Institute zusammengeschlossen und gemeinsam mit anderen Universitäten und Forschungseinrichtungen rund um Stuttgart das Kompetenzzentrum Biointelligenz gegründet, https://biointelligence-center.org.

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Thomas Bauernhansl
thomas.bauernhansl@iff.uni-stuttgart.de

Jun. Prof. Dr. Michael Heymann
michael.heymann@bio.uni-stuttgart.de

DEKARBONISIERUNG DER INDUSTRIE

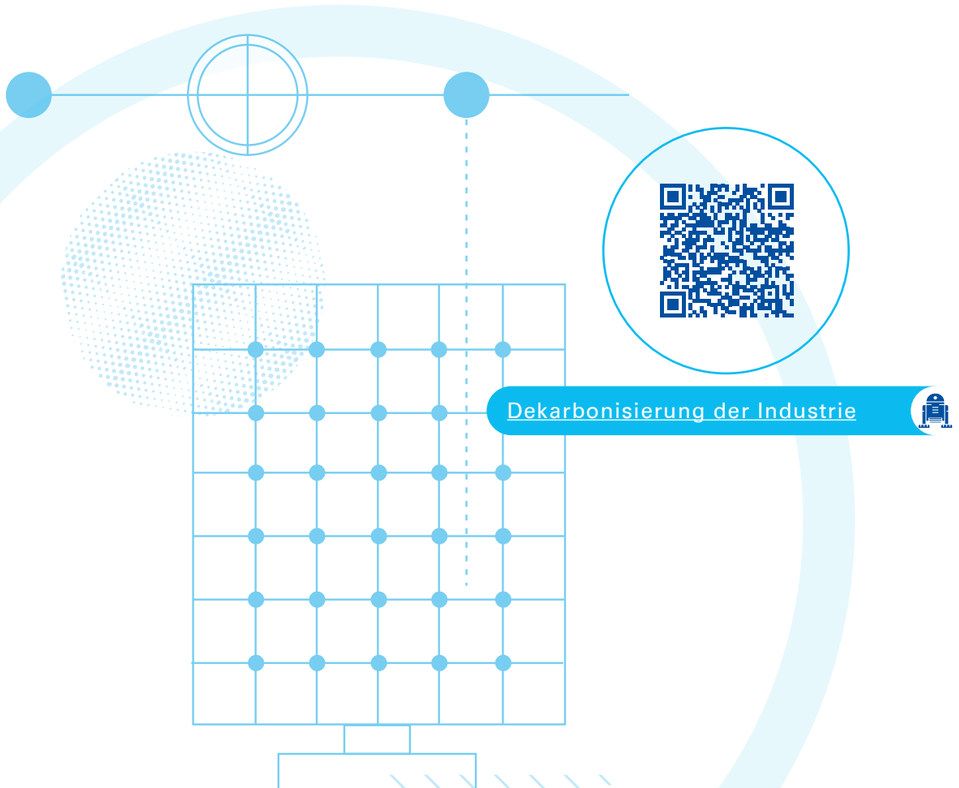
Industrieprozesse verursachen rund 25 Prozent der weltweiten Treibhausgas-Emissionen. Während in der Stromerzeugung, Mobilität und Wärmeversorgung bereits CO_2-neutrale Lösungen zum Einsatz kommen, lassen sich Emissionen in energieintensiven Industrien schwerer vermeiden, weil sie zum Teil stofflich bedingt sind, d.h. bei der Herstellung anfallen. Deshalb ist die Dekarbonisierung der Industrie ein zentraler Forschungsschwerpunkt des Stuttgarter Maschinenbaus.

Das Ziel der Treibhausgas-Neutralität stellt Unternehmen vor erhebliche Herausforderungen. Um die Emissionen von Treibhausgasen zu reduzieren oder sogar komplett zu vermeiden, stehen den Industrieunternehmen unterschiedliche Maßnahmen zur Verfügung. Sie können die Energieeffizienz steigern, erneuerbare Energien und Energien aus biobasierten Materialien nutzen und die Kreislaufwirtschaft durch Recycling verbessern. Außerdem haben sie die Möglichkeit, die prozessbezogenen Emissionen durch Umstellung der Prozesse zu reduzieren und das anfallende CO_2 abzuscheiden und zu speichern oder sogar zu nutzen.

Eine Kompensation der Emissionen durch den Handel mit Emissions-Zertifikaten kann zwar kurz- und mittelfristig zu einer CO_2-neutralen Bilanz führen, löst aber nicht das eigentliche Problem. Langfristig müssen die Industrieprozesse umgestellt werden, um die CO_2-Neutralität zu erreichen.

Foto: Werk Burglengenfeld HeidelbergCement AG-Steffen Fuchs

Untersuchungen der möglichen Transformationspfade für die energieintensiven Sektoren der Industrie und ihre Auswirkungen auf Produktionskosten und Wettbewerbsfähigkeit zeigen auf, dass die Transformation und die Erreichung der Klimaziele bis 2045 möglich sind. Die Umstellung ist für die Industrie aber mit erheblichen Anstrengungen verbunden, und sie erfordert erhebliche Mengen an Strom, der notwendigerweise aus erneuerbaren Energien kommen muss. Allein die Umstellung der chemischen Industrie in Deutschland würde noch einmal so viel Strom benötigen, wie wir heute schon verbrauchen.



Kurz notiert
Zahlreiche Institute des Stuttgarter Maschinenbaus beschäftigen sich mit neuen Technologien zur Energiegewinnung, aber auch mit der Dekarbonisierung der industriellen Energienutzung. Beides ist eng miteinander verbunden. Um die Emission von Treibhausgasen in der Industrie zu vermeiden, müssen die Produktionsprozesse umgestellt werden, und das erfordert erhebliche Mengen an Strom.

Ansprechpartner
Prof. Dr.-Ing. Peter Radgen
peter.radgen@ier.uni-stuttgart.de

Prof. Dr. techn. Günter Scheffknecht
guenter.scheffknecht@ifk.uni-stuttgart.de

STUTTGARTER MASCHINENBAU

Foto: Ludmilla Parsyak

STUTT-
GARTER
MASCHINEN-
BAU

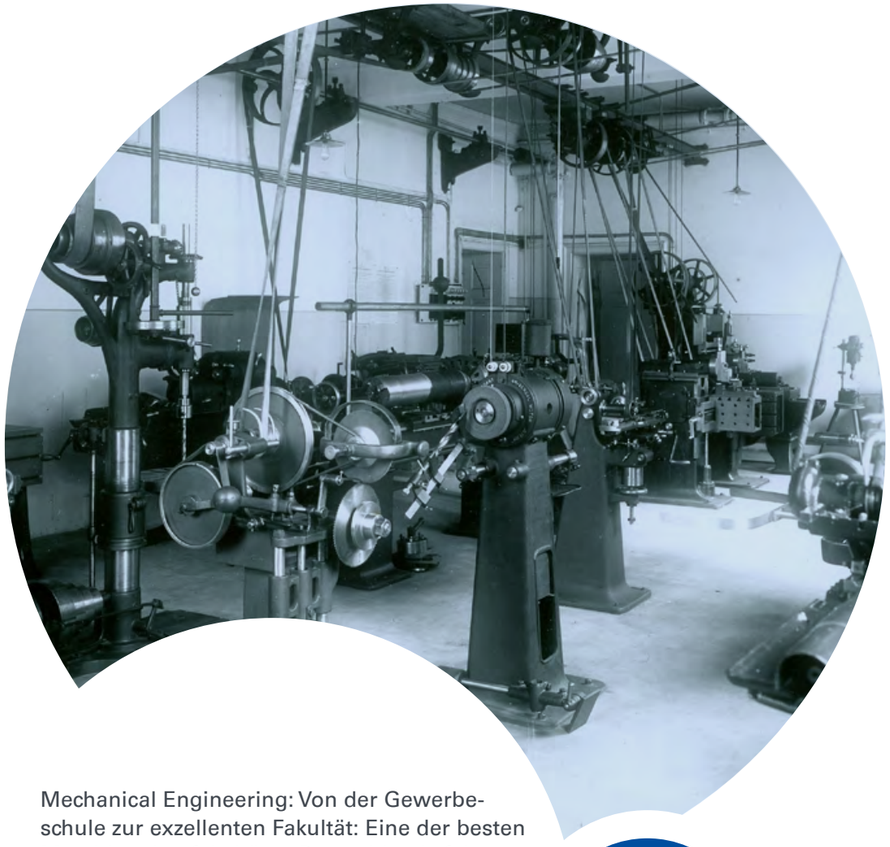
stuttgarter
maschinenbau
interdisziplinär und vielfältig

Mit rund 6.000 Studierenden gehört der Stuttgarter Maschinenbau zu den neun größten Technischen Universitäten Deutschlands. Er zeichnet sich nicht nur durch sein breites und sehr interdisziplinär ausgerichtetes Lehrangebot aus, sondern auch durch seine Forschungsstärke und die Tatsache, dass die Erkenntnisse aus der Forschung schnell in die Lehre einfließen. Von der intensiven Forschungstätigkeit profitieren auch viele, in und um Stuttgart ansässige Industrieunternehmen, zu denen der Stuttgarter Maschinenbau enge und langjährige Kontakte pflegt.

Der Stuttgarter Maschinenbau ist die neue Marke für alles, was an der Universität Stuttgart und deren Partnern mit Maschinenbau zu tun hat.

Fotos: Ludmilla Parsyak

GESCHICHTE



Mechanical Engineering: Von der Gewerbeschule zur exzellenten Fakultät: Eine der besten Maschinenbaufakultäten Deutschlands feiert momentan 163 Jahre Mechanische Technologie an der Universität Stuttgart.

1858

Foto: Universitätsarchiv Stuttgart

2021 Top im Ranking

Shanghai Ranking 2021 (Platz 1 in Deutschland, weltweit: Platz 44)

Foto: Universität Stuttgart

2020 Supercomputerinstallation „Hawk“

Foto: HLRS, Ben Derzian

2019 Exzellenzcluster

Exzellenzcluster „Daten-integrierte Simulationswissenschaften“ und „Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur“

2013 Forschungscampus ARENA2036

2008 Fakultäten

Fakultäten Energie-, Verfahrens- und Biotechnik + Konstruktions-, Produktions- und Fahrzeugtechnik

2007 Exzellenzcluster

Exzellenzcluster „Simulation Technology“ und Graduiertenschule „Advanced Manufacturing Engineering“

Foto: Charlotte Kuhn

2003 Fakultät Maschinenbau

1989 Fakultät Konstruktions- und Fertigungstechnik

1967 Universität

1890 Technische Hochschule

1881 Gründung der Materialprüfungsanstalt

1876 Polytechnikum

Erste Professur für Mechanische Technologie in Stuttgart

Foto: Universitätsarchiv Stuttgart

FORSCHUNG UND LEHRE

Foto: ARENA2036, Corinna Spitzbarth

Der Stuttgarter Maschinenbau fasst alles zusammen, was am Standort mit dem Maschinenbau zu tun hat. Unter dem gemeinsamen Dach sind nicht nur die beiden Fakultäten 4 und 7 mit sieben Fachbereichen und 42 Instituten vereint, sondern auch andere universitäre und außeruniversitäre Einrichtungen, die sich mit maschinen- oder anlagenbaulichen Themen beschäftigen. Der gemeinsame Auftritt macht deutlich, dass in Stuttgart über Fakultäts- und Institutsgrenzen hinweg Spitzenforschung und exzellente Lehre betrieben wird. Gleichzeitig soll er dafür sorgen, dass der Stuttgarter Maschinenbau national und international stärker wahrgenommen wird.

Der Stuttgarter Maschinenbau gehört zu den forschungsstärksten Maschinenbau-Fakultäten Deutschlands und zu den Fakultäten mit den höchsten Drittmitteleinnahmen. In den letzten Jahren haben die Institute regelmäßig mehr als 60 Millionen Euro pro Jahr aus grundlagenbezogener DFG-Förderung, Bundesförderung und direkten Industrie-Kooperationen für die Forschung eingeworben. Zahlreiche Institute, z.B. im Bereich der Mobilität, in der Produktions- oder der Konstruktionstechnik, zählen auf ihrem Gebiet zu den weltweit führenden Forschungsinstituten. Außerdem arbeiten die Institute eng mit den vielen Großforschungseinrichtungen, die in Stuttgart ansässig sind, z.B. dem Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR), verschiedenen Fraunhofer-Instituten oder dem Max-Planck-Institut zusammen.

Foto: IMT, Max Schäfer

Die Forschungsstärke des Stuttgarter Maschinenbaus äußert sich in zahlreichen Kooperationen mit anderen Forschungsinstituten oder mit industriellen Partnern. Wissenschaftler*innen der Fakultäten 4 und 7 beteiligen sich an Excellenzclustern, Sonderforschungsbereichen und Graduiertenkollegs der Universität Stuttgart. Sie forschen im Rahmen geförderter, interdisziplinärer Verbundinitiativen z.B. über neue Mobilitätskonzepte, adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen oder Daten-integrierte Simulationswissenschaften.

Kernkompetenz des Stuttgarter Maschinenbaus und gemeinsames Leitmotiv der beiden Fakultäten ist die Gestaltung nachhaltiger, autonomer, soziotechnischer Systeme. Damit leisten die Maschinenbauerinnen und Maschinenbauer einen wichtigen Beitrag zur Lösung der drängenden Zukunftsfragen.

2 Fakultäten mit 42 Instituten

Der Stuttgarter Maschinenbau vereint unter einem Dach zwei Fakultäten mit sieben Fachbereichen und 42 Instituten. Die Fakultät 4 ist mit den Bereichen Energie-, Verfahrens- und Biotechnik vertreten; die Fakultät 7 mit den Bereichen Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Produktionstechnik, Fahrzeugtechnik sowie Kybernetik und Systemtechnik. Insgesamt arbeiten an den Instituten 101 Professorinnen und Professoren und andere Lehrbeauftragte, die im letzten Studienjahr mehr als 6.000 Studierende betreuten. Die Studiengänge der beiden Fakultäten werden von den jeweiligen Studienkommissionen betreut und von der Gemeinsamen Kommission Maschinenbau koordiniert.

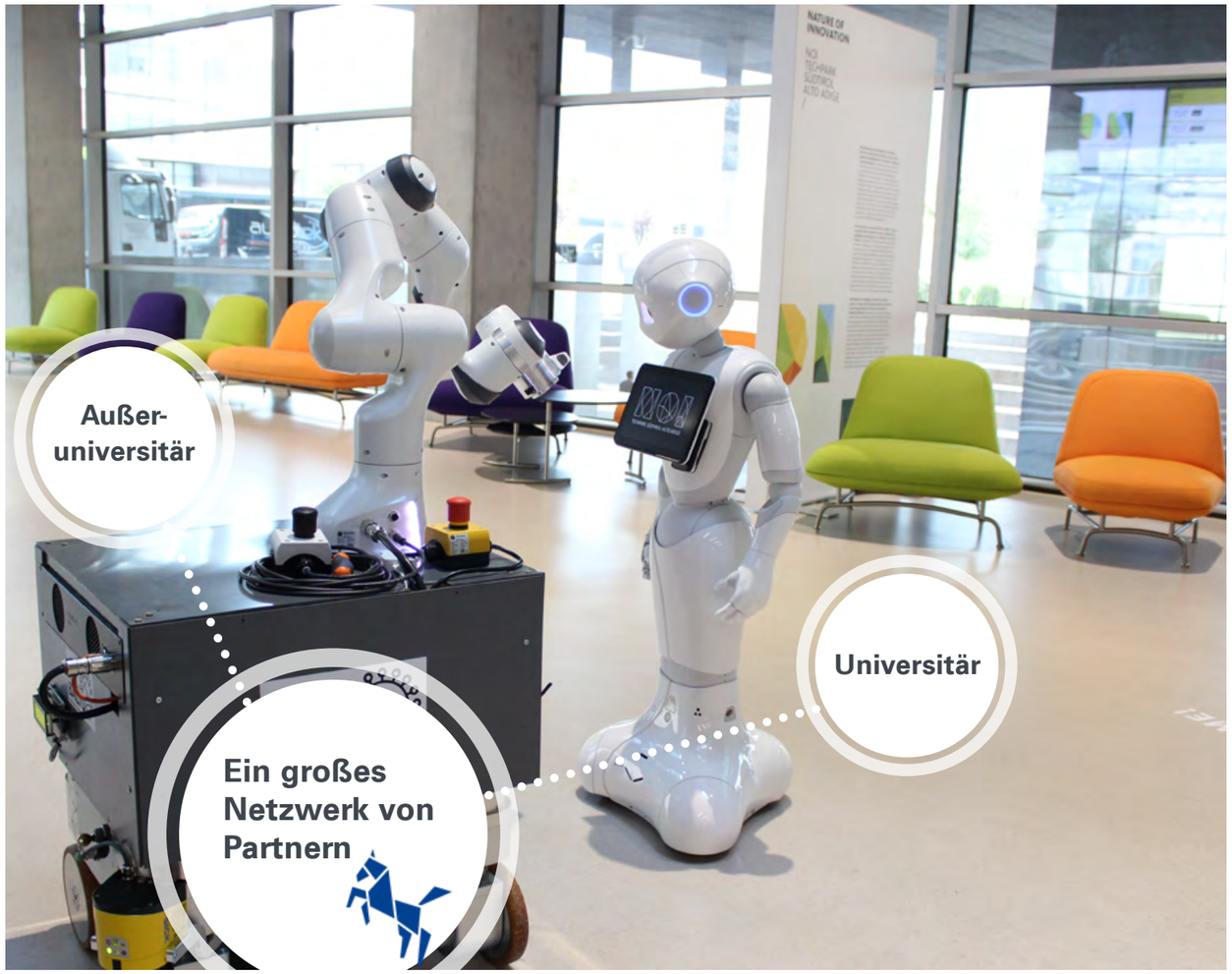


Foto: Ludmilla Parsyak

Großes Partner-Netzwerk

Zum Stuttgarter Maschinenbau gehört außerdem ein großes Netzwerk von universitären und außeruniversitären Partnern, angefangen von der Materialprüfungsanstalt und dem Höchstleistungsrechenzentrum Stuttgart. Die Institute der beiden Fakultäten arbeiten in Lehre und Forschung eng zusammen mit den Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft und des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR), mit der Hahn-Schickard-Gesellschaft für Angewandte Forschung, dem Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS), den Deutschen Instituten für Textil- und Faserforschung (DITF) Denkendorf, dem Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) sowie dem Max-Planck-Institut für Intelligente Systeme.

Das Lehrangebot des Stuttgarter Maschinenbaus ist so vielfältig wie an kaum einer anderen Hochschule.

Foto: Universität Stuttgart

Vielfältiges Lehrangebot

Die Studierenden können sich mit allen Facetten des Maschinenbaus beschäftigen. Neun Bachelor- und 15 Master-Studiengänge stehen ihnen dafür offen, darunter naturwissenschaftlich orientierte Fächer wie Technische Biologie oder eher wirtschaftsorientierte wie Technologiemanagement. Das Angebot wird ergänzt durch einen Nebenfach-Studiengang im Bachelor of Arts und zwei Master-Studiengänge zur berufsbegleitenden Weiterbildung. Die Studiengänge vermitteln eine breite ingenieurwissenschaftliche Grundlagen-Ausbildung und sollen die Absolventinnen und Absolventen in die Lage versetzen, Innovationen für zukunftsweisende Systeme hervorzubringen.

Forschung für die Zukunft

Spitzenforschung ist für den Stuttgarter Maschinenbau kein Selbstzweck. Deshalb liegt unser Fokus auf der Entwicklung nachhaltiger, autonomer, sozio-technischer Systeme für eine zukunftsfähige Wirtschaft und Gesellschaft. Wichtige Forschungsschwerpunkte sind autonome Systeme und ihre Bedeutung für die Mobilität der Zukunft, die Rolle der Software bei Gestaltung der Produktion von morgen, die Kombination von maschinenbaulicher Technik und biologischen Systemen oder der Aufbau von nachhaltigeren und robusteren Lieferketten. Vor allem aber geht es uns um mehr Nachhaltigkeit durch die Dekarbonisierung, nicht nur der Stromversorgung, sondern auch der industriellen Produktion.

Foto: Ludmilla Parsyak

DOPPELMASTER

JOINT DEGREE

Foto: Universität Stuttgart

Wertvolle Auslandskontakte

Mit unserem Joint Degree und den Doppelmaster-Angeboten können Studierende während des Studiums wertvolle Auslandserfahrungen sammeln und ihren Horizont erweitern. Der Doppelmaster bietet ihnen im regulären Maschinenbau-Studium die Möglichkeit, an Partneruniversitäten in Australien, Brasilien, China, Japan, Schweden oder Spanien einen zweiten Abschluss zu machen. Alternativ können sie z.B. in Stuttgart und am Georgia Institute of Technology in Atlanta, USA einen gemeinsamen Masterstudiengang in Maschinenbau / Mechanical Engineering absolvieren.

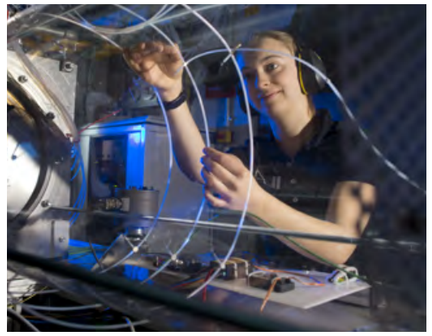


Foto: Universität Stuttgart

Interdisziplinär in Lehre und Forschung

Interdisziplinarität ist eines der Markenzeichen des Stuttgarter Maschinenbaus. Das lässt sich an zahlreichen Sonderforschungsbereichen und Exzellenzclustern festmachen, an denen Institute der beiden Maschinenbau-Fakultäten mit anderen Stuttgarter Fakultäten beteiligt sind. Die Grundlagen für interdisziplinäres Denken und Arbeiten werden aber schon in der Lehre gelegt. Die Studierenden besuchen viele Vorlesungen zusammen mit Kommilitoninnen und Kommilitonen anderer Fakultäten und sammeln dadurch Grundlagenwissen, das erforderlich ist, um die Arbeitsweise anderer Disziplinen verstehen und die Zusammenarbeit mit ihnen koordinieren zu können. Die Interdisziplinarität wird auch im Master-Studium durch die enge Verflechtung der Institute aufrechterhalten.

Foto: Universität Stuttgart

Foto: ARENA2036, Corinna Spitzbarth

Enger Bezug zur industriellen Praxis

Was den Stuttgarter Maschinenbau für Studierende besonders interessant macht, sind die engen Kontakte zu namhaften Industrieunternehmen und die Praxisnähe des Studiums. Die Studierenden erhalten viele Informationen darüber, woran die Unternehmen gerade arbeiten und wo sie Bedarfe haben, und können ihre Studieninhalte und Forschungsschwerpunkte entsprechend ausrichten. Vertreter*innen aus der Industrie berichten in regelmäßigen Vorlesungsreihen aus ihren Unternehmen. Außerdem gibt es viele Bachelor-, Studien- oder Projektarbeiten, in denen Studierende sich mit maschinenbaulichen Herausforderungen von Unternehmen auseinandersetzen. Die Universität Stuttgart fördert gemeinsame Forschungsprojekte mit der Industrie, indem sie z.B. den Partnern in der ARENA2036 gemeinsame Projekträume zur Verfügung stellt.

Gute berufliche Perspektiven

Durch die enge Zusammenarbeit mit außeruniversitären Forschungseinrichtungen und mit namhaften Industrieunternehmen bietet der Stuttgarter Maschinenbau viele Möglichkeiten zu promovieren. Auch die beruflichen Perspektiven für unsere Absolventinnen und Absolventen sind dank der guten Kontakte zur Industrie glänzend. Und für die, die sich selbständig machen wollen, gibt es in Stuttgart eine lebendige Start-Up-Szene, die von der Universität Stuttgart offiziell gefördert wird. Die Technologie-Transfer-Initiative der Universität berät potenzielle Firmengründer*innen und hat in den letzten Jahrzehnten mehr als 550 Start-Ups an den Start begleitet.

Autor: Michael Wendenburg

HIGHLIGHTS

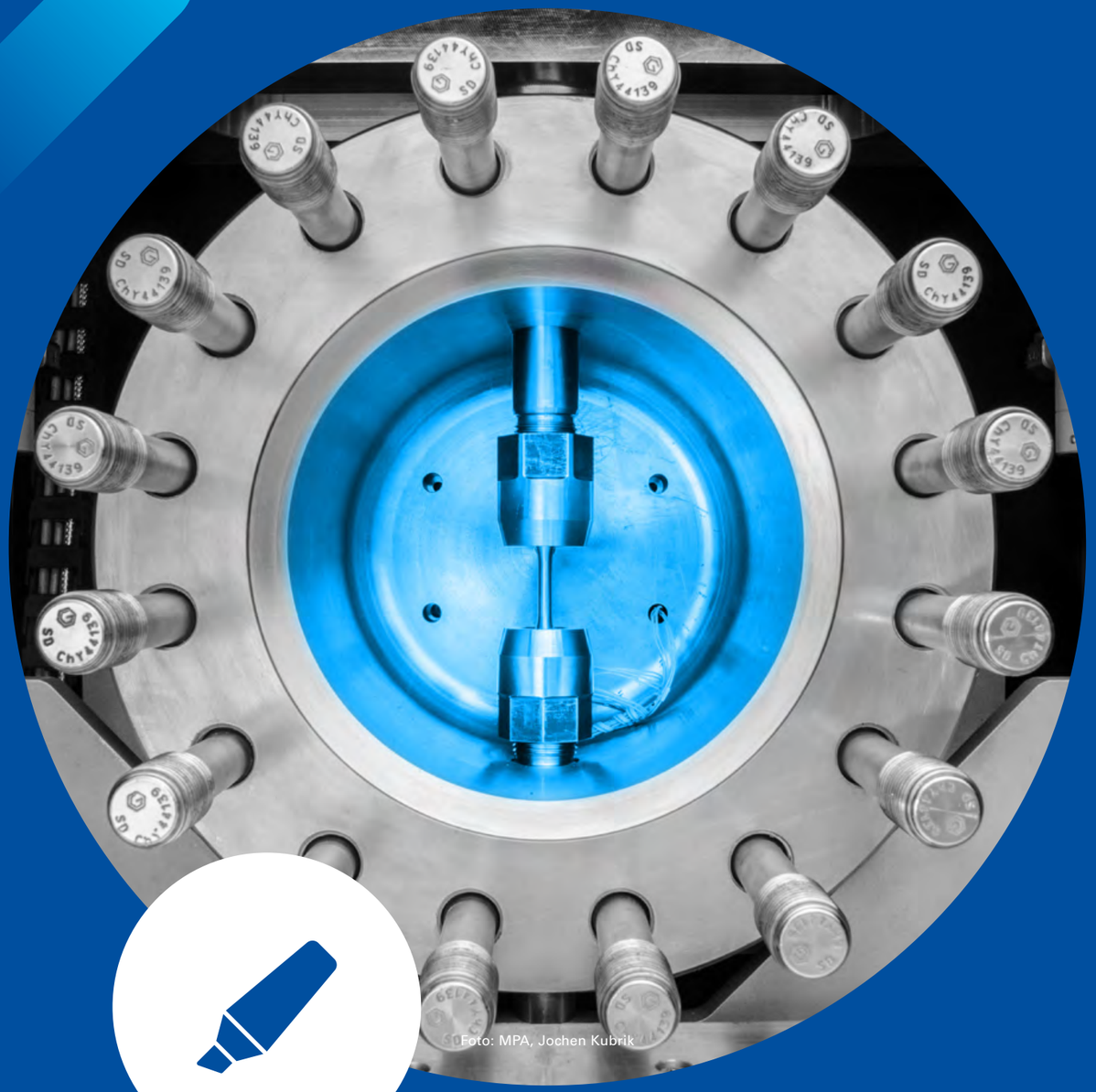


Foto: MPA, Jochen Kubrik

HIGH-LIGHTS

Auszüge aus vielfältigen Projekten

Future Work Lab

Als einzigartiges Innovationslabor für Arbeit, Mensch und Technik macht das Future Work Lab die Gestaltung zukunftsorientierter Arbeitskonzepte für Unternehmen, Verbände sowie Mitarbeitende und Gewerkschaften erlebbar.
Das lebendig genutzte Labor verbindet die Demonstration konkreter Industrie 4.0-Anwendungen mit Angeboten zur Kompetenzentwicklung und integriert den aktuellen Stand der Arbeitsforschung. Auf diese Weise können ganzheitliche Entwicklungsschritte im Umfeld von Arbeit, Mensch und Technik ermöglicht werden.

Beteiligte Institute: Institut für Arbeitswissenschaft und Technologiemanagement (IAT), Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb (IFF)
Außeruniversitäre Kooperationspartner: Fraunhofer IAO, Fraunhofer IPA

Foto: IFF, Rainer Bez

Foto: IAT, Can Abdullah Sarak

ViRAI Virtual Reality in der universitären Ausbildung im Ingenieurwesen

Das Projekt ViRAI ist ein Beitrag zur Digitalisierung der Lehre. Virtual Reality wird dabei zum Handwerkszeug unserer Studierenden und ermöglicht neue Vermittlungsformen für räumliche und interaktive Inhalte. Die VR-Laborumgebung dient als Experimentierraum für praktische Erfahrungen mit VR. Zum Einsatz kommen neben den üblichen Konstruktionswerkzeugen auch Software zur 3D-Modellierung und aus der Spieleentwicklung, um technische Objekte zu entwickeln, mit Materialien und Interaktionsmöglichkeiten zu versehen und mit passender Beleuchtung in realistischer Umgebung in Szene zu setzen.

Beteiligtes Institut: IAT
Außeruniversitärer Kooperationspartner: Fraunhofer IAO
Weiterer Partner: Ludwig-Uhland-Institut für Empirische Kulturwissenschaft der Universität Tübingen

Foto: Unsplash, Lars Kienle

Entwicklung und Demonstration des C/sells-FlexPlattform-Konzepts

Im Rahmen der „Schaufensterprojekte für die Energiewende“, die vom BMWi gefördert wurden, waren verschiedene ingenieurwissenschaftliche Institute der Universität Stuttgart am Projekt C/sells beteiligt, bei dem Demonstratoren für ein intelligentes zelluläres Energiesystem im Sonnen bogen Süddeutschland aufgebaut wurden. Die Energietechniker der Universität Stuttgart entwickelten mit anderen wissenschaftlichen und industriellen Partnern ein generisches Konzept für Plattformen zur Erschließung, Vermarktung und Nutzung von dezentralen Flexibilitätspotentialen sowohl im wettbewerblichen Feld des Strommarkts als auch als Dienstleistungen für die Netzbetreiber. Das Konzept wurde in drei unterschiedlichen Demonstratoren umgesetzt und getestet und hat dabei seine Relevanz und Leistungsfähigkeit im Hinblick auf den Einsatz im Energiesystem der Zukunft nachgewiesen.

3D-Elektronik auf robusten Keramiksubstraten

Durch eine zielstrebige Kooperation in der Werkstoff- und Prozessentwicklung konnten am Institut für Fertigungstechnologie keramischer Bauteile (IFKB), Institut für Mikrointegration (IFM) und Hahn-Schickard, dreidimensionale Schaltungsträger auf Basis von verschiedenen spritzgegossenen Al_2O_3-Keramiken mittels laserinduzierter Direktmetallisierung hergestellt werden. Somit kann räumliche Elektronik auf einem chemisch, mechanisch und thermisch hoch belastbaren Substrat aufgebaut werden und es eröffnen sich neue Möglichkeiten für zuverlässige miniaturisierte Systeme in harschen Anwendungs- oder Umgebungsgebieten wie beispielsweise der Leistungselektronik.

Foto: IFM, Hahn-Schickard

Fahrzeugdynamikprüfstand am Institut für Fahrzeugtechnik Stuttgart (IFS): Weltweit einzigartig im Forschungsumfeld

Das innovative Prüfstandskonzept ermöglicht es erstmals, die Quer-, Längs- und Vertikaldynamik eines Gesamtfahrzeugs auf den Prüfstand zu holen. Vor allem die Querdynamik konnte bislang nur in Fahrversuchen auf Testgeländen oder auf der Straße untersucht werden. Auf dem Prüfstand kann das jetzt unter Laborbedingungen erfolgen: reproduzierbar und ohne jedes Risiko. Auch für die Entwicklung von automatisierten Fahrfunktionen bietet der Prüfstand eine prozesssichere Testumgebung.

Foto: FKFS, Jürgen Wittke

Leistungsrekord ultrakurz gepulster Laser im sichtbaren Spektralbereich

Basierend auf der am Institut für Strahlwerkzeuge (IFSW) entwickelten Scheibenlaser-Multipassverstärkerarchitektur wurden 8 ps lange infrarote (1030 nm Wellenlänge) Laserpulse mit einer Pulsenergie von 6,8 mJ bei einer mittleren Ausgangsleistung von mehr als 2 kW und nahezu beugungsbegrenzter Strahlqualität erzeugt und durch effiziente Frequenzverdoppelung (> 70% Wirkungsgrad) in Laserpulse im grünen Spektralbereich (515 nm Wellenlänge) mit einer Energie von mehr als 4,8 mJ bei einer mittleren Leistung von mehr als 1,4 kW und nahezu beugungsbegrenzter Strahlqualität gewandelt.

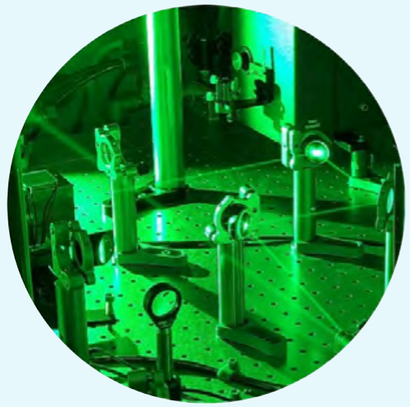


Foto: IFSW

Forschung zum SARS-CoV-2-Infektionsgeschehen in Innenräumen

Seit November 2020 laufen am Institut für Gebäudeenergetik, Thermotechnik und Energiespeicherung (IGTE) umfangreiche Untersuchungen zum Infektionsschutz in Innenräumen. In Abhängigkeit von verschiedenen Lüftungskonzepten (über Fenster oder maschinell) werden orts- und zeitauflösende Infektionswahrscheinlichkeiten ermittelt. Neben simulativen Studien werden vor allem experimentelle Untersuchungen der Lüftungskonzepte von kleinen Räumen (2-Personen Büro) über Klassenräume bis hin zu Veranstaltungssälen (z.B. die Staatsoper Stuttgart) durchgeführt. Ein Ziel dabei ist es zu prüfen, wie dicht diese Räume in Abhängigkeit von Inzidenz, Impfquote und Testgüte belegt werden können.

Foto: IGTE

Foto: IfW

Exzellente Ausstattung für die Additiv-Subtraktive Fertigung

Mit Hilfe einer Hybridanlage für die mehrachsige additive Laser-Pulver-Direktauftrags- und subtraktive spanabhebende Nachbearbeitungstechnologie können komplexeste metallische Komponenten gefertigt werden. Die wissenschaftliche Durchdringung der einzelnen Wirkmechanismen der Prozesse sowie das Verständnis und die Beherrschung von deren Wechselwirkungen sind aktueller Forschungsgegenstand, u.a. innerhalb des InnovationsCampus Mobilität der Zukunft. Das Maschinensystem ermöglicht zudem eine Ultraschallunterstützung der Zerspanprozesse. Das Institut für Werkzeugmaschinen (IfW) forscht in mehreren auch internationalen Projekten an diesen Technologien sowie an deren Digitalisierung.

Foto: Shutterstock/IFT/IEH, FELSeN

Elektromobilität von Nutzfahrzeugen als neue Herausforderung für Logistikzentren

Welchen Einfluss hat eine zunehmende Elektrifizierung der Lastkraftfahrzeuge auf das Logistikzentrum und dessen Stromnetze? Im Projekt FELSeN (Flexible Energieversorgung in Logistikzentren zur Erbringung von Systemdienstleistungen in elektrischen Netzen) zeigen wir auf, inwiefern Logistikzentren geeignet sind, Flexibilität für die Stromnetze bereitzustellen, erneuerbare Energien einzusetzen und Elektromobilität einzubinden. Ein Leitfaden vermittelt einen Überblick zur Verbesserung der Netzintegration der Elektromobilität in Baden-Württemberg und Erhöhung der Akzeptanz dieser Technologie. FELSeN ist eine Zusammenarbeit des Instituts für Fördertechnik und Logistik (IFT) und des Instituts für Energieübertragung und Hochspannungstechnik (IEH) und weiterer externer Partner.

Nano-IR-AFM

Ein absolutes Highlight für die Forschung am Institut für Kunststofftechnik (IKT) stellt das vor Kurzem beschaffte Nano-IR-AFM dar. Die neuartige Technologie koppelt die Rasterkraftmikroskopie mit der Infrarotspektroskopie und erlaubt es eine örtliche Auflösung bis 5 nm darzustellen und gleichzeitig nanoskalige Kunststoffe chemisch zu identifizieren. Hierbei sollen Nanokunststoffpartikel in Umweltproben charakterisiert und identifiziert werden. Mit dem Gerät ist nun aber auch erstmals ein genauerer Einblick in die molekularen Wirkprinzipien bei der Phasenseparation von Kunststoffgemischen gelungen. Ebenso werden auch Schweißvorgänge und die damit verbundenen Molekülansammlungen genauer unter die Lupe genommen.

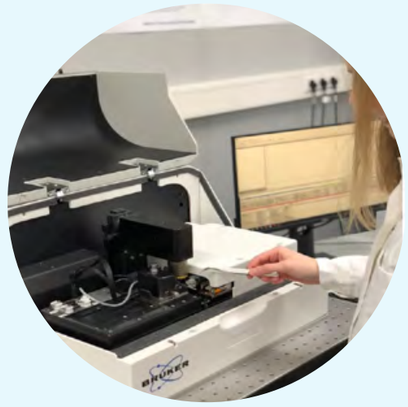


Foto: IKT

Den Fahrkomfort bei hochautomatisierten Fahrzeugen ganzheitlich betrachten

Um die Vision eines ganzheitlichen Fahrkomfortkonzepts für das automatisierte Fahren auf die Straße zu bringen, arbeitet das Forschungs- und Lehrgebiet Technisches Design des Instituts für Konstruktionstechnik und Technisches Design (IKTD) zusammen mit namhaften Herstellern und Entwicklern aus der Automobilindustrie in dem vom BMWi geförderten Projekt RUMBA. Das Akronym steht dabei für Realisierung einer positiven User Experience mittels benutzerfreundlicher Ausgestaltung des Innenraums für automatisierte Fahrfunktionen.

Foto: IKTD, Florian Reichelt

Medizintechnik sehen und verstehen im Experimental-OP

Am Institut für Medizingerätetechnik (IMT) werden im Experimental-OP Medizingeräte für die Chirurgie untersucht und getestet. Workflow, Usability aber auch das thermische Verhalten im Laminar Airflow oder die Geräuschentwicklung können hier charakterisiert werden. Der Raum ist vielseitig nutzbar und kann entsprechend realer Nutzungsszenarien individuell umgestaltet und angepasst werden.

Foto: IMT, Selina Eggstein

Foto: DITF Denkendorf

Ausgezeichnet: Beste Dissertation im Maschinenbau

Dr.-Ing. Larissa Born vom Institut für Textil- und Fasertechnologien (ITFT) wurde mit dem Manfred Hirschvogel Preis 2021 ausgezeichnet. Mit ihrer Doktorarbeit stellt sie eine grundlegende Methodik zur Entwicklung adaptiver Faserverbundkunststoffe, eine neuartige Prüfmethodik und ein Auslegungsmodell für Hybridverbunde zur Verfügung. Der Preis wird jährlich an allen TU9-Universitäten für die beste Dissertation im Maschinenbau verliehen.
Link zur Doktorarbeit: http://dx.doi.org/10.18419/opus-11133

Sichere Endlagerstätten

Am Institut für Nichtlineare Mechanik (INM) werden Modelle und Simulationsmethoden für die Langzeitprognose von Beton entwickelt. Eine korrekte Vorhersage des Kriechverhaltens solcher Materialien ist für die Sicherheitsbeurteilung von Endlagerstätten von radioaktiven Abfällen essenziell. Hierzu werden Methoden erarbeitet, welche sogenannte fraktionale Ableitungen nutzen. Das Projekt ProVerb bildet somit ein Bindeglied zwischen Mathematik und Theoretischer Mechanik.

Foto: Universität Stuttgart, Max Kovalenko

3D-gedrucktes Mini-Spektrometer

Mittels 2-Photonen-Polymerisation und intelligentem optischen Design haben Forscher*innen des Instituts für Technische Optik (ITO) ein 3D-gedrucktes Spektrometer entwickelt. Das winzige Messgerät hat einen Durchmesser, der dem eines menschlichen Haares entspricht und kann trotzdem mehr als 15 verschiedene Wellenlängen im sichtbaren Spektralbereich unterscheiden. Besonders größenkritische Anwendungen können von der Entwicklung profitieren, z.B. die Endoskopie oder die Unterhaltungselektronik.
Publikation: https://doi.org/10.37188/lam.2021.002

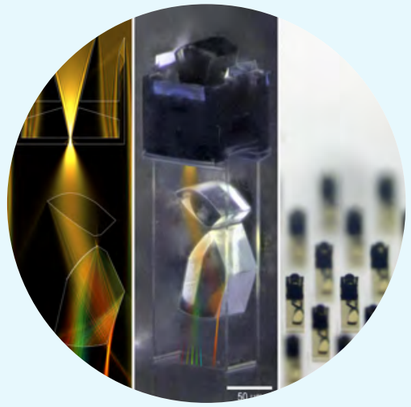


Foto: ITO

Foto: MPA

Hochfeste Werkstoffe für die Wasserstofftechnologie

An der Materialprüfungsanstalt (MPA) Universität Stuttgart ist das weltweit leistungsfähigste Werkstofflabor zur Bestimmung und Absicherung der mechanischen Eigenschaften hochfester Metalle für die Wasserstofftechnologie in Betrieb. Von -269 °C bis +300 °C, von der flüssigen Phase bis zu Druckwasserstoff bei 1.000 bar werden Lösungen für die mobile Zukunft, die Energiewende und den Klimaschutz entwickelt.

Erfolg des Rennteams am Hungaroring

Das Saison-Highlight: Der zweite Platz in der Combustion Vehicle Klasse am Hungaroring in Ungarn. Die Basis dafür legt das Team mit zwei Siegen in den statischen sowie einem Sieg und zwei zweiten Plätzen in den dynamischen Disziplinen. Die Erfolge sind ein Bildnis der harten Arbeit jedes einzelnen Teammitglieds in der Werkstatt sowie auf den Events und erfolgreichen Zusammenhalts. Der Jubel im gesamten Team ist groß!

Foto: FSA_FSAE Photography

BMWi-Verbundprojekt „CO_2-HyChain“ und DFG-Transferprojekt AKS-Bipolar

Am Institut für Umformtechnik (IFU) werden in aktuellen Forschungsvorhaben gesellschaftspolitische Forschungsfragen hinsichtlich der Umsetzung von Leichtbaulösungen zur CO_2-Einsparung sowie Lösungsansätzen zum Ausbau der Elektromobilität im Personen- und Nutzwagenverkehr behandelt. Im BMWi-Verbundprojekt „CO_2-HyChain“ werden z. B. innovative Leichtbaukonstruktionen durch die Optimierung der Wertschöpfungskette von hochfesten Tailor Welded Blanks aus Aluminium und Stahl (s. Abb.) erarbeitet. Die Abbildung entlang der Wertschöpfungskette wird in diesem Projekt durch das Konsortium von 15 Mitgliedern realisiert. Im trilateralen DFG-Transferprojekt „AKS-Bipolar“ wird eine aktive Prozesskontrolle für die Produktion von metallischen Bipolarplatten (BPP) entwickelt, um die für die Energiewende erforderlichen hohen Stückzahlen zu gewährleisten. Perspektivisch soll im Projekt der Herstellstellungsprozess inklusive der kritischen Prozesse der Qualitätssicherung bei der Brennstoffzellenfertigung so weiterentwickelt werden, dass eine Steigerung der Anlagenausbringung von heute ca. 1.000.000 BPP/Jahr in einer weitgehend manuellen Produktion auf mittelfristig 20.000.000 BPP/Jahr in einer vollautomatisierten Produktion erreicht werden kann.

Foto: IFU

MobiLab Campus Shuttle

Im Rahmen des Projekts Mobility Living Lab (MobiLab) bringt das IFS ein voll elektrisches automatisiertes Shuttle auf den Campus. Die Ausschreibung des Fahrzeugs startete im September 2021, der erste Einsatz ist für die zweite Jahreshälfte 2022 geplant. Das Shuttle soll auf einer festgelegten Route die S-Bahn-Station mit dem IFS verbinden und dabei die Umsetzbarkeit eines automatisierten Shuttleangebots nachweisen. Dabei sollen auch Fahrgäste transportiert werden. Später sind auch andere Routen geplant.

Foto: Getty Images / Chesky_W

Foto: IFF, Rainer Bez

Maschinelles Lernen für die produzierende Industrie

Das Zentrum für Cyber Cognitive Intelligence CCI ist ein industrienaher Forschungs- und Entwicklungspartner für die Umsetzung von Applikationen im Bereich Künstliche Intelligenz und insbesondere Maschinelles Lernen in der produzierenden Industrie. Ziel des Zentrums ist es, sowohl die KI-Forschung als auch den Technologietransfer von KI und ML in die Anwendung voranzutreiben. Das CCI ist Teil des institutionenübergreifenden Stuttgarter Technologie- und Innovationscampus (S-Tech).

Beteiligte Institute: Institut für Energieeffizienz in der Produktion (EEP), Institut für Akustik und Bauphysik, IAT und Institut für Photovoltaik sowie die zugehörigen Fraunhofer-Institute

Foto: ISYS, Julia Heidingsfeld

SFB 1244 – Adaptive Hüllen und Strukturen für die gebaute Umwelt von morgen

Der Sonderforschungsbereich 1244 geht in die zweite Runde, die DFG verlängert die Förderung um weitere 4 Jahre. 17 Institute, darunter 6 Institute des Stuttgarter Maschinenbaus erforschen in einem interdisziplinären Projekt das nachhaltige Bauen der Zukunft. Das erste 36 m hohe adaptive Hochhaus steht bereits auf dem Campus der Universität Stuttgart. Das Ziel ist eine ressourcenschonende Bau- und Betriebsweise durch den Einsatz von adaptiven Tragwerken und Gebäudehüllen. Dabei werden Gebäude mit Sensoren und aktiven Komponenten ausgestattet. Regelungsalgorithmen optimieren den Lastabtrag und ermöglichen neue bauphysikalische Konzepte. Der Stuttgarter Maschinenbau kooperiert dabei mit dem Bauwesen und der Architektur und leistet einen wichtigen Beitrag für eine nachhaltige Gesellschaft.

Reliability-Design & Voyager-PV

Ganzheitlicher Zuverlässigkeitsprozess für Wechselrichter & vollintegrierte und systemoptimierte Elektroniklösungen am Solarmodul

Die beiden durch das BMWi geförderten Projekte Reliability-Design & Voyager-PV mit einer Laufzeit von 3 Jahren und insgesamt 10 Partnern beschäftigen sich mit der Bewertung bestehender und der Analyse neuartiger Konzepte im Bereich der erneuerbaren Energien. Innerhalb der beiden Projekte forschen Institute der Fachrichtungen Zuverlässigkeit, Leistungselektronik, Hochfrequenztechnik und Solarmodultechnik zusammen mit Vertretern von Komponenten- und Systemherstellern aus der Industrie an Wechselrichtertechnologien. Ein spezielles Augenmerk der Forschung liegt auf der Zuverlässigkeit des Wechselrichters, denn dieser muss im hoch preissensitiven Markt Lebensdauern von bis zu 40 Jahren ohne Reparatur erreichen, sodass die Systeme profitabel sind. Ein weiterer Forschungsfokus liegt auf der Integration des Wechselrichters in ein Solarmodul zur Steigerung des Wirkungsgrades z.B. bei Verschattung. Mit Hilfe von Zuverlässigkeitsanalysen werden die optimalen Anwendungsszenarien der jeweiligen Technologie inklusive der erforderlichen Zuverlässigkeitsziele ermittelt. Durch die Modulintegration aber auch durch weitere Optimierung bestehender Konzepte und die Entwicklung neuer Lösungen für PV-Systeme wird ein Beitrag zum Ausbau der erneuerbaren Energien geleistet.

Beteiligte Institute und Unternehmen: Institut für Maschinenelemente IMA (Universität Stuttgart), ISFH (Hameln), IAL, IMS und IMW (Universität Hannover), SMA AG, Optimel GmbH, WHO Ingenieurgesellschaft mbH, Merz Schaltgeräte GmbH & Co. KG, ELECTRONICON Kondensatoren GmbH, Fraunhofer IMWS

Foto: SMA

ZAHLEN
DATEN
FAKTEN

Foto: Ludmilla Parsyak

UNSERE ZAHLEN SPRECHEN FÜR SICH

Der Stuttgarter Maschinenbau überzeugt auch durch starke Zahlen. 6015 Studierende waren in 2020 in einem der 27 Bachelor- und Masterstudiengänge eingeschrieben.

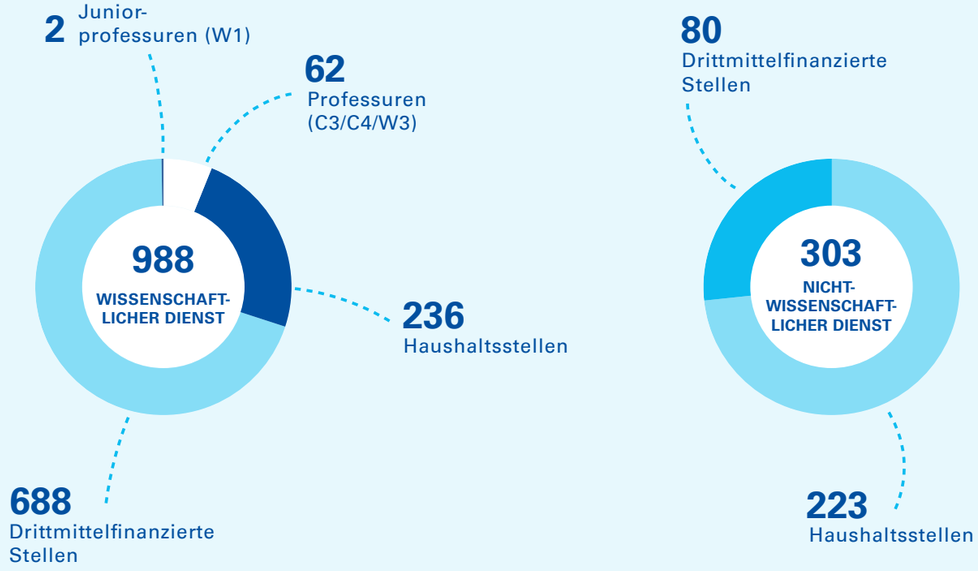
Damit gehören die beiden Maschinenbau-Fakultäten mit ihren 42 Instituten deutschlandweit zu den neun größten ingenieurwissenschaftlichen Fakultäten und denen mit dem vielfältigsten Studienangebot. Gemeinsam mit den Studiengängen der Elektrotechnik und Informationstechnik, der Informatik und Wirtschaftsinformatik landet der Stuttgarter Maschinenbau regelmäßig unter den Top 10 im Ranking der Wirtschaftswoche.

Dank beständig hoher Drittmitteleinnahmen aus grundlagenbezogener DFG-Förderung, Mitteln aus der Bundesförderung und aus direkten Industriekooperationen können wir interdisziplinäre Spitzenforschung zu Themenschwerpunkten wie der Mobilität der Zukunft, erneuerbaren Energien und resilienter Versorgung, Software-Defined Manufacturing und autonomer Produktion oder der Dekarbonisierung der Industrie betreiben. Etliche Forschungsschwerpunkte und eine Vielzahl von Forschungsprojekten spiegeln die Forschungsstärke des Stuttgarter Maschinenbaus wider. Außerdem spielen wir eine tragende Rolle in den beiden Excellenzclustern Daten-integrierte Simulationswissenschaft (SimTech) und Integratives computerbasiertes Planen und Bauen für die Architektur (IndCDC) der Graduiertenschule GSaME, der Materialprüfungsanstalt (MPA) und dem Höchstleistungsrechenzentrum (HLRS) der Universität Stuttgart.

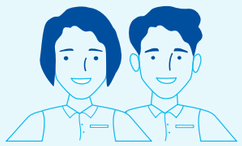
Autor: Michael Wendenburg

PERSONAL

1291
BESCHÄFTIGTE



STUDIERENDE IN ZAHLEN



ENERGIETECHNIK		161 M.SC.
ERNEUERBARE ENERGIEN	206 B.SC.	
FAHRZEUG- UND MOTORENTECHNIK	412 B.SC.	383 M.SC.
INTRA- UND ENTREPRENEURSHIP (TECH.)		43 MBE
LOGISTIKMANAGEMENT		66 MBE
MASCHINENBAU	716 B.SC.	699 M.SC.
MASCHINENBAU / MECHANICAL ENGINEERING		9 M.SC.
MASCHINENBAU / MIKROTECHNIK, GERÄTETECHNIK & TECHNISCHE OPTIK		38 M.SC.
MASCHINENBAU / PRODUKTENTWICK-LUNG & KONSTRUKTIONSTECHNIK		77 M.SC.
MASCHINENBAU / WERKSTOFF- UND PRODUKTIONSTECHNIK		146 M.SC.
MECHATRONIK	199 B.SC.	174 M.SC.
MEDIZINTECHNIK (B.SC. MIT UNIVERSITÄT TÜBINGEN)	369 B.SC.	247 M.SC.
PHOTONIC ENGINEERING		36 M.SC.
TECHNOLOGIEMANAGEMENT	384 B.SC.	452 M.SC.

4817 MASCHI-NENBAU

6015 STUDIERENDE

311 TECHNISCHE BIOLOGIE
194 B.SC.
117 M.SC.

398 TECHNISCHE KYBERNETIK
220 B.SC.
178 M.SC.

489 VERFAHRENS-TECHNIK

233 CHEMIE- & BIO-INGENIEURSWESEN	233 B.SC.	
121 VERFAHRENSTECHNIK	13 B.SC.	108 M.SC.
135 WASTE		135 M.SC.

DRITTMITTEL

Grafiken: Weiserdesign

Impressum

Herausgeber
Universität Stuttgart
Stuttgarter Maschinenbau
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Oliver Riedel

Endredaktion
Dekanate der Fakultäten 4 und 7

Gestaltung
Weiserdesign Stuttgart
www.weiser-design.de

Druck
Zarbock, Frankfurt am Main
Auflage: 2.000

Stand
November 2021

www.stuttgarter-maschinenbau.de

stuttgarter **maschinenbau**
interdisziplinär und vielfältig

stuttgarter
maschinenbau
interdisziplinär und vielfältig