

Zukunftsfähig produzieren weltweit

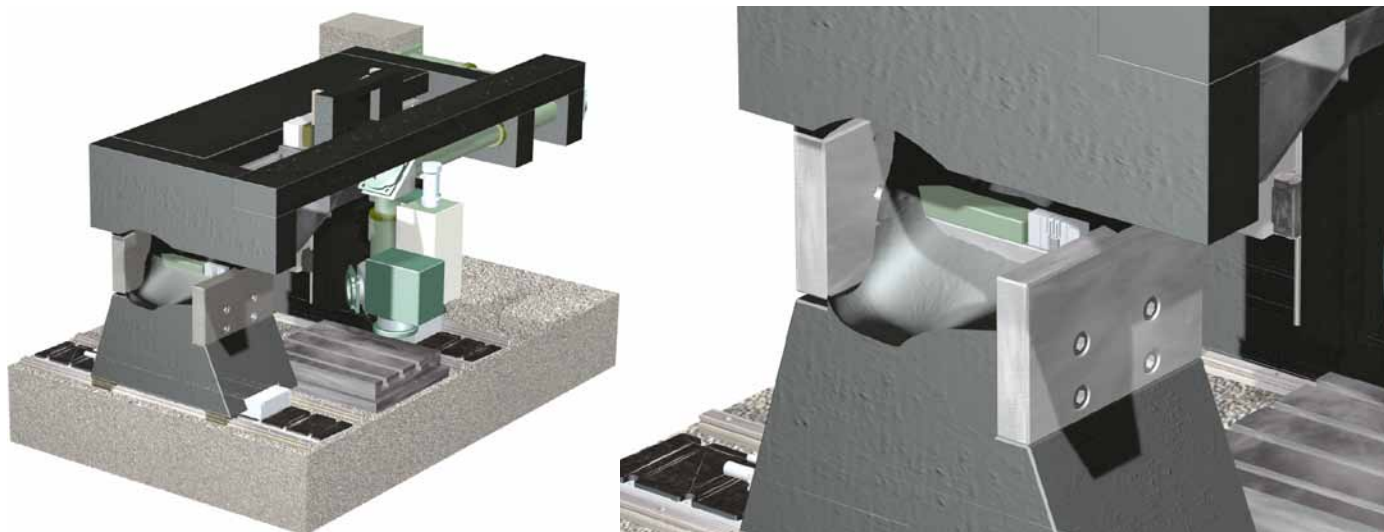
Energiewende, Elektroautos, Passivhäuser: Die Suche nach einer zukunftstauglichen Lebensweise beherrscht die öffentliche Diskussion. Pünktlich zum offiziellen Wissenschaftsjahr der Nachhaltigkeit 2012 hat der Sonderforschungsbereich 1026 »Sustainable Manufacturing – Shaping Global Value Creation« seine Arbeit aufgenommen. In dem von der Deutschen Forschungsgemeinschaft geförderten interdisziplinären Großprojekt entwickeln 50 Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler nachhaltige Produktionstechnologien und -strategien. Das Ziel: Größerer globaler Wohlstand bei weniger Ressourcenverbrauch.



► Mehr als nur Technologie

»In Anbetracht rasant wachsender Märkte in den Schwellenländern und des gewaltigen Ressourcenverbrauchs der Industrienationen führt rational betrachtet kein Weg an einer nachhaltigeren Produktion vorbei«, erklärt Professor Günther Seliger vom IWF der TU Berlin und Sprecher des Sonderforschungsbereichs (SFB). »Wir begreifen Produktion als integralen Bestandteil eines globalen Netzes aus Akteuren, Interessen und lokalen Gegebenheiten. In dieses System positiv einzugreifen ist eine höchst komplexe Herausforderung, der wir uns stellen.«

Bei nachhaltiger Produktionstechnik geht es um mehr als die reine Technologie. Diese muss sich an einem zukünftigen Bedarf orientieren und sich in vorhandene Produktionsstrukturen der globalen Wettbewerbsarena einfügen oder in der Lage sein, diese zu verändern. Sie muss gesellschaftlichen Ansprüchen genügen, einer ökologischen Bewertung standhalten und wirtschaftliche Rentabilität versprechen. Schließlich muss sie, wie jede Innovation, auch überzeugend vermittelt werden, um Anwendung zu finden. All diese Anforderungen spiegeln sich in dem ganzheitlichen Forschungsprogramm des Sonderforschungsbereichs wider. Produktionstechnischen Lösungen sind dabei eingebettet in die Projektbereiche Strategiebildung und Wissensvermittlung.



Konzept zur Integration adaptiver Systeme in Werkzeugmaschinen aus dem SFB-Projektbereich »Technologische Lösungen«

»Nur wenn man das große Ganze im Blick behält, können nachhaltige Prozesse angestoßen werden. Nachhaltigkeit ist immer mehrdimensional«, so Seliger.

► Von der Theorie zur Praxis

Eine derart komplexe Aufgabe bedarf einer klaren Strategie. Da die Entwicklung zukunftstauglicher Technologien zunächst eine Einschätzung des künftigen Bedarfs erfordert, projizieren IWF-Experten im SFB aktuelle Entwicklungstendenzen mit Hilfe der Szenariotechnik in die Zukunft. Dabei berücksichtigen sie eine Vielzahl möglicher politischer, sozialer, ökologischer und technologischer Einflüsse. Die daraus resultierenden Szenarien zeigen, welche Herausforderungen der globalen Gemeinschaft bevorstehen und bieten zugleich den Ausgangspunkt für die Lösungssuche.

Parallel arbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler der TU-Institute für Technischen Umweltschutz sowie für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung daran, die oft abstrakten Nachhaltigkeitsideen ingenieurtechnisch und ökonomisch konkret zu erschließen. Das geschieht, indem Nachhaltigkeitskriterien definiert und für die Auslegung globaler Wertschöpfungsnetze produktionstechnisch implementiert werden. Die Forscher entwickeln und prüfen Indikatoren der Nachhaltigkeit auf ihre Brauchbarkeit

und integrieren diese in Bewertungsverfahren als Orientierungshilfen für die globale Produktion.

Bei der Bewertung von Nachhaltigkeit und der Ableitung von Handlungsempfehlungen kommt im SFB den Mathematikern des Konrad-Zuse-Zentrums für Informationstechnik Berlin und des Instituts für Mathematik der TU Berlin eine besondere Rolle zu. Da alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit – ökologisch, ökonomisch und sozial – gleichermaßen berücksichtigt werden sollen, kann es bei der Bestimmung von Handlungsempfehlungen zu Konflikten kommen. Dies ist zum Beispiel der Fall, wenn eine konkrete Maßnahme einen Prozess umweltfreundlicher, aber auch teurer machen würde oder der Weg zu besseren Arbeitsbedingungen über verlagerte Umweltbelastungen führen müsste. Um die bestmöglichen Kompromisse in solchen Fällen ermitteln zu können und darüber hinaus auch den Zeitaufwand für die Umsetzung von neuen Maßnahmen in die Bewertung mit einzubeziehen, erschließen die Wissenschaftler die Theorien der bislang getrennten mathematischen Gebiete »multikriterielle Optimierung« und »dynamische Systeme« für diese praktische Anwendung. Gemeinsam mit Qualitätswissenschaftlern des IWF und Experten für Wissensmanagement am Fraunhofer IPK entwickeln sie ein Tool

zur Analyse von Unternehmensabläufen in globalen Wertschöpfungsnetzen. Dieses Tool stellt die Folgen einzelner Aktionen im Gesamtkontext des globalen Produktionsnetzes dar und hilft Akteuren, die Tragweite ihrer Entscheidungen einzuschätzen.

»Durch unseren methodischen Ansatz ziehen wir bei unserer Forschungsarbeit die große Breite der technologischen Möglichkeiten in Betracht«, sagt Seliger. »Diese Breite ist ein wichtiges Standbein unseres Vorhabens, die exemplarische Tiefe ist ein weiteres. An ausgewählten Beispielen aus der Produktionstechnik weisen wir das Potenzial nach, das in Technologien steckt, die sich strikt an Nachhaltigkeitskriterien ausrichten.« Diese produktionstechnischen Beispiellösungen des SFB fallen in die Felder Produktentstehung, Fertigungsverfahren und Werkzeugmaschinen – Kernkompetenzen des IWF und zentrale Elemente der globalen Wertschöpfung.

► Konkrete Lösungen

So gibt der Konstrukteur schon in der Entwicklungsphase über Produktcharakteristika und -parameter viele nachhaltigkeitsrelevante Eigenschaften eines Produkts für dessen gesamte Lebensdauer, ggf. über mehrere Nutzungsphasen hinweg, vor. Durch gezielte Modularisierung können beispielsweise spätere funktionale Eigenschaften

eines Produkts verbessert und – angepasst an unterschiedliche lokale Entwicklungsniveaus – erweitert oder auch reduziert werden.

Die Produktentwicklungsexperten am IWF befassen sich mit solchen Abhängigkeiten zwischen funktionaler Gestaltung eines Produkts und dessen Nachhaltigkeitseigenschaften. Sie erarbeiten ein Assistenzsystem zur Unterstützung der Entscheidungsfindung nach Nachhaltigkeitskriterien im Produktlebenszyklus-Management. Das Ziel: Designer und Konstrukteure befähigen, bereits bei der Entwicklung eines Produkts dessen ökonomische, ökologische und soziale Wirkungen auf den gesamten Produktlebensweg im Blick zu behalten.

Steht das Produktdesign, kann die Produktion anlaufen. Zerspanen, Schweißen, Kühlen und Reinigen sind übliche Vorgänge in Teilefertigung und Montage, die oft mit erheblichem Ressourcenaufwand betrieben werden. Durch den Einsatz einer geschlossenen Innenkühlung des Werkzeuges bei spanender Bearbeitung soll auf den Einsatz von Kühlschmierstoffen weitgehend verzichtet werden können. Bei gängigen Verfahren müssen diese Stoffe kontinuierlich chemisch wiederaufbereitet werden. Am IWF wird exemplarisch für Drehmaschinen ein System mit innengekühltem Zerspanwerkzeug entwickelt. Durch das moderne Reinigungsverfahren CO₂-Strahlen kann der Einsatz von chemischen Substanzen noch weiter reduziert werden. Bei der Optimierung von Fügeprozessen setzen die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler vor allem auf die Einsparung von Energie durch eine Kombination aus Simulation und innovativen Prozesstechnologien wie kombinierten Schweißverfahren.

Werkzeugmaschinen sind das Herz der industriellen Fertigung und meist sehr robust ausgelegt. Eine Fräsmaschine ist auf dem

Gebrauchmarkt im Durchschnitt 30 Jahre alt. Der SFB verfolgt eine duale Strategie, um die globale Fertigung dennoch auch kurzfristig nachhaltiger zu gestalten. Zum einen widmen sich die Ingenieure am IWF der Überholung gebrauchter Werkzeugmaschinen. Indem sie adaptionsfähige Komponenten in veraltete Maschinen integrieren, steigern sie deren Genauigkeit. Diese kostengünstige Maßnahme verlängert den Lebenszyklus bereits vorhandener Maschinen und öffnet darüber hinaus auch jenen Akteuren den Zugang zum globalen Wertschöpfungsnetz, denen die ökonomischen Möglichkeiten für neu produzierte Anlagen fehlen. Zum anderen konstruieren die Forscher gemeinsam mit Spezialisten vom Institut für Hochfrequenz- und Halbleitersystemtechnologien neuartige, mikrosystemtechnisch optimierte Werkzeugmaschinen. Deren modularer Aufbau erlaubt den unkomplizierten Austausch einzelner High-Tech-Komponenten für eine effiziente, bedarfsgerechte Konfiguration des Gesamtsystems. Dadurch werden Anlagen flexibler, neue Nachhaltigkeitslösungen können künftig schneller und günstiger in die bestehende Produktion übernommen werden.

► **Wissen ist Zukunft**

Als drittes zentrales Thema wurde von Anfang an die Wissensvermittlung im Forschungsprogramm des SFB verankert. »Unsere strategische und technologische Arbeit ist wichtig und gut«, erklärt Professor Seliger den ungewöhnlichen Schritt. »Aber all das macht nur Sinn, wenn es uns gelingt unsere Ergebnisse auch nachvollziehbar zu vermitteln. Wir können hier Lösungen entwickeln, anwenden müssen es andere – und die müssen wir erreichen!« Der Weg des SFB führt hier über Bildung und Qualifizierung der breiten Masse. Das Ziel ist, die Lehr- und Lernleistung in Bezug auf nachhaltige

Produktion weltweit drastisch zu steigern. Neben den informationstechnischen Werkzeugen, die es Entscheidungsträgern erleichtern sollen, die Nachhaltigkeit im Blick zu behalten, geht es dabei auch um die Erforschung sozialer Phänomene, wie der für nachhaltiges Wirtschaften dringend erforderlichen Kooperationsbereitschaft. So setzen sich Mitarbeiterinnen des Wissenschaftszentrums Berlin für Sozialforschung mit Fragen nach Anreizsystemen für nachhaltiges Handeln auseinander. In spieltheoretischen Experimenten erkunden sie, unter welchen Bedingungen Menschen als Kollektiv bestimmte Aufgaben lösen können und welche Faktoren ihre Entscheidungen beeinflussen. Gleichzeitig analysieren IWF-Mitarbeiter bestehende Lehr- und Lernmethoden im Hinblick auf das Thema Nachhaltigkeit. Dabei entwickeln sie sogenannte »Lernzeuge« Objekte, die dem Nutzer ihre Funktionalität automatisch vermitteln. Mit ihnen könnten sich Arbeiter, aber auch Privatpersonen unterschiedlicher Qualifikationsniveaus und Sprachfamilien intuitiv und selbstständig im Umgang mit neuartigen Produktionsmaschinen und -prozessen schulen.

Ein weiterer Ansatz ist das automatisierte Feedback, wie es im SFB exemplarisch für die Mensch-Maschine-Interaktion erarbeitet wird. Über Kamerasysteme und Bilderkennung werden die Bewegungen des Arbeiters analysiert. Ein Bildschirm zeigt während der Bewegung sowohl eine ergonomische Bewertung, als auch Korrekturvorschläge an. Für den Arbeitsschutz ist ein solches System ein erheblicher Fortschritt. Solche Feedback-Anleitungen lassen sich auch für die Fortbildung an der Maschine einsetzen.

Um schließlich auch die breitere Öffentlichkeit in das Thema nachhaltige Produktion einzubinden, erarbeiten Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler des IWF darüber hinaus



Zielsetzung des Sonderforschungsbereichs »Sustainable Manufacturing«

Lehrmaterial und Experimentierprogramme für Menschen unterschiedlicher Altersstufen. Ziel ist die Einrichtung eines Lehr- und Lernportals im Internet, das im Dialog mit seinen Nutzern anschaulich und interaktiv über Risiken und Chancen der globalen Produktion informiert.

► Vision nachhaltige Produktion

Sämtliche Ergebnisse des Sonderforschungsbereichs fließen in den sogenannten »Demonstrator« ein: eine teils virtuelle, teils reale Abbildung eines kompletten, an Nachhaltigkeitskriterien ausgerichteten Produktionssystem. Diese Vision beinhaltet neben technischen Neuerungen auch einen Paradigmenwechsel in der produzierenden Industrie, der den gegenseitigen Wissensaustausch fördert und Kooperation in Nachhaltigkeitsfragen als Wettbewerbsvorteil ermöglicht. Dieser Paradigmenwechsel verlagert nicht nur die Produktherstellung, sondern auch deren Verantwortung und Chancen weltweit ins Lokale. Professor Seliger

ist überzeugt: »Ein solches Verständnis von globaler Arbeitsteilung und Wertschöpfung hat das Potenzial, das Zusammenleben auf der Erde grundlegend zu verändern. Wir haben die Möglichkeit, deutlich mehr Menschen Wohlstand zu bieten – und das bei einem geringeren Ressourcenverbrauch als bisher, dank innovativer Produktionstechnologien. Dafür will der Sonderforschungsbereich einen Grundstein legen.« ■

Sustainable Manufacturing – Shaping Global Value Creation

Sustainability has become an urgent requirement and challenge for mankind's survival on earth and for their future development, considering the limits of resources and growth and the unequal distribution of wealth. Sustainability here is interpreted in ecological, economical and social dimensions. The Collaborative Research Center (CRC) 1026 intends to demonstrate how sustainable manufacturing, embedded in global value creation, proves to be superior to traditional paradigms of management and technology.

Read more about CRC 1026 on
www.sustainable-manufacturing.net

Ihr Ansprechpartner

Prof. Dr. Günther Seliger
 Telefon: +49 30 314-22014
 E-Mail: seliger@mf.tu-berlin.de