

Unsicherheit wird beherrschbar

Sonderforschungsbereich 805 um weitere vier Jahre verlängert

Die DFG bewilligte Ende November die Verlängerung des SFB 805 der Technischen Universität. Damit dürfen die Wissenschaftler weiter an der Beherrschung von Unsicherheit im Maschinenbau forschen.

Ressourcen schonen und Überdimensionierung vermeiden
 haben sich die Ingenieurwissenschaftler und Mathematiker auf die Fahnen geschrieben. Wie wichtig es ist, Unsicherheit in Entwicklung, Produktion und Nutzung lebensphasenübergreifend in Produkten zu betrachten, zeigt die seit Jahren steigende Anzahl an Rückrufaktionen. In der Automobilbranche sind es zeitweise über eine Million Fahrzeuge pro Jahr, die von Herstellern wieder zurückgerufen werden.

Die Prozesse sind das Problem

Genau so etwas wollen die Wissenschaftler mit ihrer Arbeit verhindern. Seit vier Jahren arbeiten sie schon an dem Thema und können zahlreiche Fortschritte verzeichnen: Der SFB 805 „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“ konnte nicht nur neue Techniken vorantreiben, er ist auch stark methodisch geprägt und hat in seiner zu Ende gehenden ersten Förderperiode ein Unsicherheitsmodell und ein Prozessmodell entworfen, um Unsicherheit in allen Phasen des Produktlebens zu beherrschen.

„Unsicherheit herrscht in Prozessen“, erläutert Roland Platz, wissenschaftlicher Koordinator und Leiter der Geschäftsstelle des SFB 805 sowie wissenschaftlicher Mitarbeiter am Fraunhofer LBF. „So ist zum Beispiel eine ungewollte Kerbe in einem Metallstab das Resultat eines fehlerhaften Prozesses – entweder im Herstellungs- oder im Nutzungsprozess –, der beschleunigt zu einem Ermüdungsrisso führen kann.“ Diese Prozesse

zu sammeln und für ein Produkt zu definieren ist der erste Schritt, der es möglich macht, Unsicherheit zu beschreiben und zu bewerten, ihre Ursachen zu ermitteln und damit sie zu beherrschen.

Anschließend werden vorhandene Lösungen angewendet, die Unsicherheit vermeiden, sie beseitigen oder durch Anpassung der Prozesse minimieren. Besonders wichtig ist dabei ein lebensphasenübergreifender und praxistauglicher Ansatz. Ein Beispiel ist eine gleichmäßig angestrebte Lastverteilung in einem einfachen Dreibein, wie es etwa ein Kamerastativ ist. Die Lastverteilung ist zum einen abhängig von Unsicherheit in der Entwicklung und Herstellung der Beine sowie des Verbindungselements, das die Beine anordnet und festhält. Zum anderen ist sie abhängig von Unsicherheit in der Nutzung. Durch wiederholendes und sich stets leicht änderndes Aufstellen eines Stativs durch einen Nutzer wird die Verteilung der Last variiert. Die Unsicherheit in Herstellung und Nutzung mit einer einheitlichen Sprache in einem Modell prozessübergreifend zu beschreiben und zu bewerten, erfordert für dieses einfache Beispiel bereits ein hohes Maß an Abstimmung zwischen Entwicklungs- und Produktionsingenieuren sowie Anwendern. Das vom SFB in der ersten Periode der Förderung entwickelte Prozessmodell entspricht genau diesen Merkmalen und wird zu Prozessketten entlang der Entwicklung, Herstellung und Nutzung zusammengesetzt. Damit ist die Basis geschaffen, um Unsicherheit in Prozessen eines realen Produktlebenslaufs – inklusive Produktion und Nutzung des Produkts – zu beherrschen.

Der SFB 805 in Kürze

Der Sonderforschungsbereich „Beherrschung von Unsicherheit in lasttragenden Systemen des Maschinenbaus“ wurde 2009 eingerichtet. Nun wird er weiter bis 2016 gefördert. Insgesamt zehn Fachgebiete der TU Darmstadt – davon sieben aus dem Maschinenbau und drei aus der Mathematik – in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF) gehören dem SFB 805 an.

Sprecher des SFB ist Professor Holger Hanselka, Leiter des Fachgebiets Systemzuverlässigkeit und Maschinenakustik SzM an der TU Darmstadt und Institutsleiter des Fraunhofer LBF.

Bauelemente werden aktiv

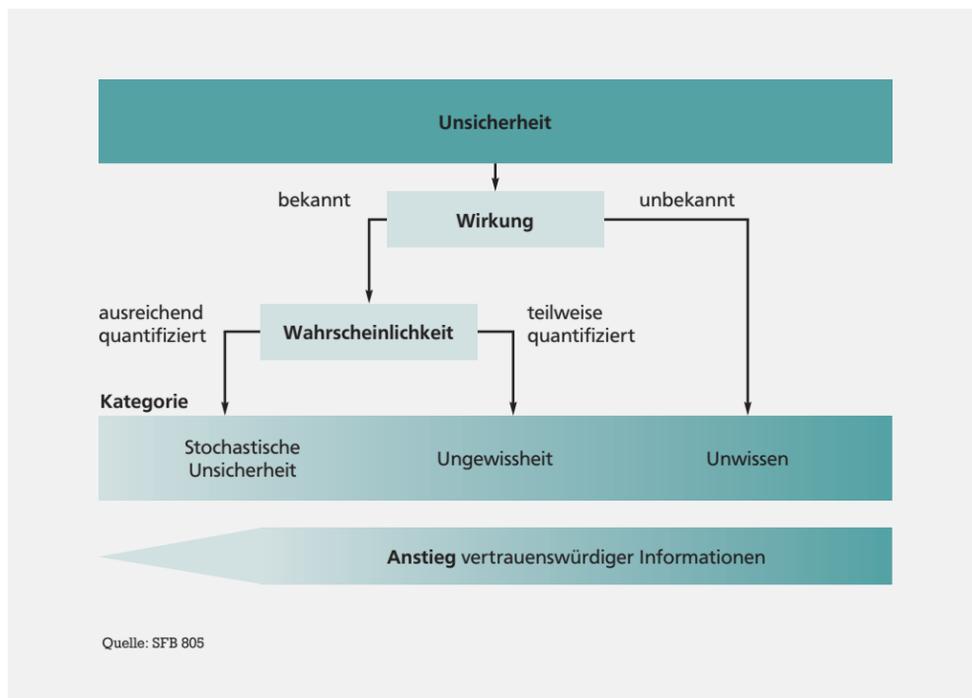
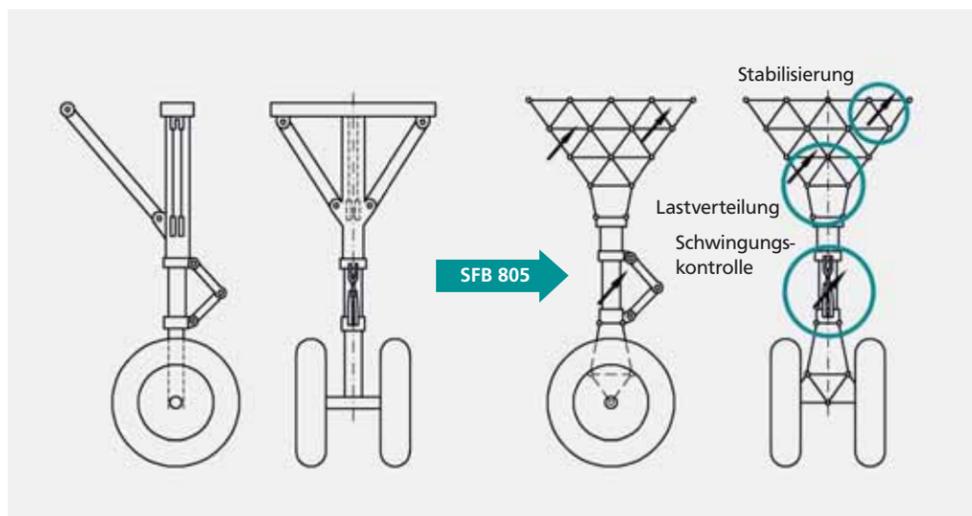
Neben rein passiven Strukturen stehen im SFB 805 auch aktive beziehungsweise adaptive Systeme im Fokus. Diese Arbeit wird nun in der zweiten Förderperiode fortgesetzt. Das Team des SFB 805 will eine weiter übergreifende Theorie der Unsicherheit in Prozessen erarbeiten und an realen Systemen erproben. Diese soll zum Beispiel die bestehenden Theorien der Risikoanalyse und Zuverlässigkeitsbetrachtung einschließen und in eine umfassende Unsicherheitstheorie einbinden. Ziel ist es, auch weiterhin die Produktqualität über die Lebensphasen hinweg aufrechtzuerhalten, Ausfälle zu begrenzen und Sicherheitsbeiwerte zu minimieren. Für diese neue Periode werden sämtliche Forschungsgruppen, die bislang in Teil-

„Unsicherheit herrscht in Prozessen. So ist zum Beispiel eine ungewollte Kerbe in einem Metallstab das Resultat eines fehlerhaften Prozesses, (...) der beschleunigt zu einem Ermüdungsrisso führen kann.“

Roland Platz

projekten tätig waren, gemeinsam an einem lasttragenden System arbeiten. „Dieser SFB-Demonstrator ist kein kommerzielles, industrielles Produkt, ähnelt aber in seinen mechanischen Eigenschaften einem Flugzeugfahrwerk“, präzisiert Platz. „Indem wir die mechanische Bauweise verändern, etwa ein System aus passiven und aktiv geregelten Stabwerken zur veränderbaren Lastverteilung und neuartige Federdämpfersysteme schaffen, können wir Unsicherheit, die zu Überbelastung und Versagen führen kann, verringern.“ Dadurch wird es zudem möglich, leichtere Bauweisen zu verwenden, was das Gewicht des Gesamtprodukts, etwa eines Flugzeugs, reduziert. Lageverteilungen einzelner, zum Teil aktiv geregelter Stabwerke können sich positiv auf die Schwingungskontrolle auswirken, die ebenfalls die Stabilität erhöht und damit die Unsicherheit verringert. Das Innovationspotenzial dieser Optimierungen betrifft dabei nicht nur Flugzeug- oder Pkw-Fahrwerke, sondern zum Beispiel auch Satellitenantennen, Fahrräder, Krane und vieles mehr.

Die SFB-Wissenschaftler wollen zum Beispiel die bislang übliche Bauweise eines Flugzeugfahrwerks verbessern. Der SFB-Demonstrator (rechts) kann durch veränderte Lastverteilung und Schwingungskontrolle stabiler und zugleich leichter werden. Einzelne Stäbe lassen sich aktiv regeln, also zum Beispiel kurzfristig versteifen.



Quelle: SFB 805

Selbst Märkte werden beherrschbarer

Beherrschte Unsicherheit hat somit einen ganz praktischen Mehrwert, der sich zum Beispiel auch in der Kostenreduktion aufgrund von Gewichtsreduzierung messen lässt. „Es können längerfristig aber auch Systeme ohne direkt lasttragende Funktionen von unseren Modellen und Methoden zur Beherrschung von Unsicherheit profitieren, etwa die erwähnte Automobilbranche mit ihrer sehr hohen Anzahl von Rückrufen der immer komplexer werdenden mechatronischen Systeme, wie die kürzlich zurückgerufenen elektrischen Fensterheber mit Feuergefahr“, so Platz. Denkbar wäre aber beispielsweise auch, dass durch die Darmstädter SFB-Forschungen die Unsicherheit in der Einschätzung von Märkten und ihre Folgen für die Produktion beherrschbarer werden. Dann wären womöglich die unterschiedlichsten Industriebranchen weniger anfällig für Umweltkatastrophen oder unvorhersehbare politische Entscheidungen, wie beispielsweise die Einführung des Dosenpfands oder Preissteigerungen bei seltenen Erden, die Absatzeinbrüche mit sich ziehen.

Unsicherheit ist mit dem vom SFB 805 entwickelten Modell keine Blackbox mehr.