

# BK Newsletter 1/2007

Mitteilungen des Berliner Kreis —  
Wissenschaftliches Forum für Produktentwicklung e.V.



## Produktpräsentation mit Augmented Reality

Innovative Präsentation von erklärungsbedürftigen Produkten in welcher Situation?

Im Wettbewerb um die Kunden spielt das Marketing eine entscheidende Rolle um sich von den Mitbewerbern zu differenzieren. Zentrale Fragestellung ist hierbei: Warum ist das eigene Produkt besser als das der Konkurrenz? Diese Frage kurz und prägnant zu beantworten ist eine Herausforderung, da die entscheidenden Differenzierungsmerkmale der Produkte häufig im Detail verborgen liegen.



Einblendung von virtuellen Objekten (hier ein vergrößertes Scharnier) in das Sichtfeld der Benutzer.

### AR-Präsentationssystem

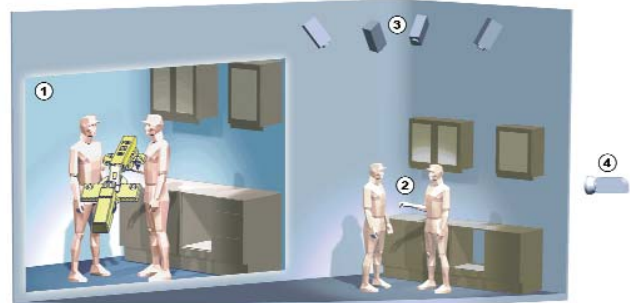
Augmented Reality (AR) ermöglicht die kontextsensitive Einblendung von computergenerierten Informationen (3D-Modelle, Grafiken oder Texte) in das Sichtfeld des Benutzers.

Die Hauptkomponenten des entwickelten AR-Präsentationssystems sind ein Trackingsystem zur großflächigen Bewegungserfassung von Darstellern, Videokameras zur Bildaufnahme sowie eine Großbildprojektion für eine publikumswirksame Wiedergabe. Durch das Trackingsystem können virtuelle Objekte lage- und positionsrichtig in die Szene einblendet werden. Eine Gestenerkennung ermöglicht den Darstellern, mit den virtuellen Objekten zu interagieren und diese auf vielfältige Weise zu manipulieren. So können z.B. sehr kleine Objekte beliebig vergrößert werden, um Details darzustellen. Soll zusätzlich der Blick auf das Innere eines Produktes möglich sein, können die umliegenden Baugruppen und Bauteile transparent dargestellt werden. Der Manipulation der virtuellen Objekte sind kaum Grenzen gesetzt.

### Demonstrator für eine Showbühne

In Zusammenarbeit mit der Hettich Holding GmbH & Co. oHG wurde ein innovatives Präsentationsszenario für eine Showbühne entwickelt. Roter Faden der Handlung ist ein Gespräch zwischen Kunde und Berater über die Funktionsweise und die Vorteile eines Produkts, wie z.B. ein Scharnier. Da diese Produkte meist klein sind und zusätzlich in den Möbeln verborgen liegen, gestaltete sich bisher eine anschauliche Erklärung für ein größeres Publikum schwierig. Mit Hilfe des AR-Präsentationssystems lassen sich Produkte optimal in Szene setzen, die zunächst nicht im Fokus des Kunden liegen. Die Komponenten können virtuell den Möbeln entnommen und stark vergrößert dargestellt werden, sodass sich Produktdetails leicht zeigen und erklären lassen. Durch eine Animation der virtuellen Objekte können zusätzlich Bewegungsabläufe anschaulich dargestellt werden.

Neben den Produktdetails können die Darsteller auch ganze Möbelstücke visualisieren. Die Konfiguration einer kompletten Küche oder die Einrichtung einer realen Wohnung mit virtuellen Möbeln ist somit möglich. Es eröffnen sich faszinierende Perspektiven für den Möbelverkauf am Point of Sale wie daheim via Internet.



Aufbau des Präsentationssystems: 1 AR-Präsentation (Das Videobild ist um das 3D-Modell des Produktes angereichert), 2 Darsteller, 3 Trackingsystem, 4 Kamera.

*Prof. Dr.-Ing. Jürgen Gausemeier, Dipl.-Ing. Sven-Kelana Christiansen, Heinz Nixdorf Institut, Lehrstuhl für Rechnerintegrierte Produktion, Universität Paderborn*



# Technologiebewertungen mit BAPM

Der Wirtschaftlichkeitsnachweis von Investitionen in neue Technologien (z. B. EDM/PDM) in der Produktentwicklung gestaltet sich schwierig, da die Nutzen dieser Technologien weit gestreut sind. Die Investitionsrechnung stellt keine geeigneten Bewertungsverfahren zur Verfügung. Ein weiteres Problem dieser Verfahren ist bei der Nutzenerfassung die fehlende Prozessorientierung sowie eine unzulässige Mischung quantifizierbarer und qualitativer Nutzengrößen, die die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse stark einschränken.

Die Nutzenerfassung einer Investition in neue Technologien in der Produktentwicklung geht von den klassischen Zielgrößen Kosten, Qualität und Zeit aus. Dabei kommt es zu Überlappungen, da z. B. Zeitverkürzung in Kostensenkung überführt werden kann oder zu Interpretationsspielräumen, da z. B. mit Qualität die Produkt-, Service- oder Mitarbeiterqualität gemeint sein kann. Daher wurden für die klassischen Zielgrößen Kosten, Qualität und Zeit sowie mit dem von Kaplan und Norton konzipierten Ansatz der Balanced Scorecard Nutzenkategorien definiert. Jeder Kategorie wurden beispielhafte Nutzen zugeordnet.

Da in den einzelnen Nutzenkategorien nicht immer monetär quantifizierbare Nutzen auftreten können, werden diese Nutzen für eine einheitliche Nutzenbewertung in sogenannte Nutzenklassen nach entsprechender VDI-Richtlinie VDI 2216 - erweitert um Synergieeffekte - eingeteilt. Aus diesen Nutzenklassen entsteht das BAPM®-Portfolio (vgl. Bild 1). Es wurden Analogien für dieses Portfolio aufgezeigt, welches Ähnlichkeiten bei der Vorgehensweise zur Beherrschung der Schwierigkeiten bei der Bewertung zukünftiger Zahlungsleistungen aufweist wie z.B. ein Portfolio bestehend aus Kapitalmarktanlagen in einem Investmentfonds. Hierzu konnten folgende Grundsätze des BAPM® festgestellt werden:

- Es gibt Objekte im Kapitalmarkt, deren Verhalten aufgrund des Rendite-Risiko-Profiles mathematisch gleich dem Verhalten der Nutzenklassen ist.
- Ein bestimmtes Objekt aus dem Kapitalmarkt kann eindeutig aufgrund gleichen Verhaltens auf eine Nutzenklasse abgebildet werden (Bild 1).

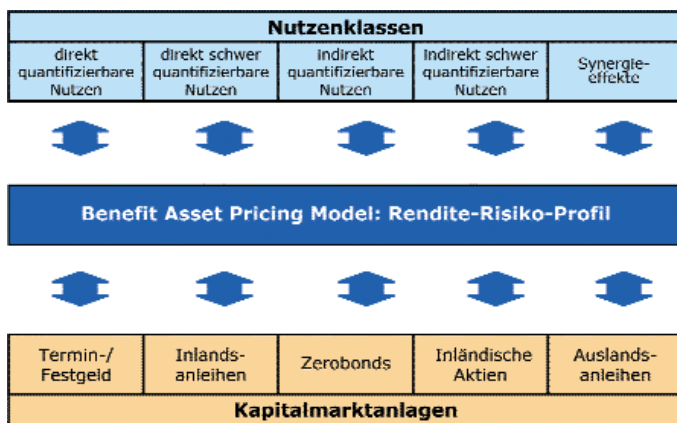


Bild 1: Nutzenzuordnung im BAPM®

Zur Vorhersage von Rendite und Risiko von Objekten im Kapitalmarkt existieren leistungsfähige Verfahren (z. B. Portfolio-

theorie von Markowitz, Optionspreistheorie), welche den spekulativen Charakter der Daten berücksichtigen. Die entsprechenden Daten in der Produktentwicklung sind wesentlich zuverlässiger, da es hier nach der bisherigen Erfahrung keinen abrupten Paradigmenwechsel gibt, sondern eine Evolution von Organisationen und Technologien. Daher können bestimmte Vorhersageverfahren aus dem Kapitalmarkt mit hinreichender Genauigkeit und Zuverlässigkeit auf die Produktentwicklung zur Vorhersage von Nutzen übertragen werden. Bild 2 zeigt die Vorgehensweise einer Nutzenbewertung zur Einführung einer neuen Technologie in einem Unternehmen.

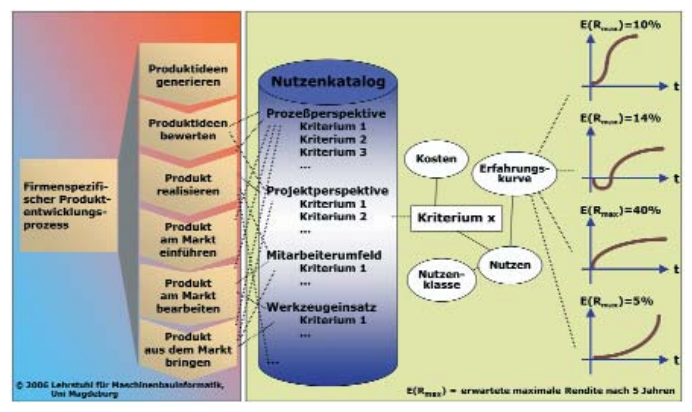


Bild 2: Vorgehensmodell BAPM®-Bewertung

Für die in der Betriebswirtschaftslehre verwendeten dynamischen Investitionsverfahren hat BAPM® die erwarteten Einzahlungen (Nutzen) ermittelt. Die erwarteten Auszahlungen (Kosten) ergeben sich aus der Investition in die neue Technologie und deren laufenden Kosten wie z. B. für Pflege und Wartung. Mit dem jeweiligen dynamischen Investitionsverfahren kann schließlich die Wirtschaftlichkeit der neuen Technologie ermittelt werden.

Allgemein können mit dem BAPM®-Verfahren u.a. folgende Aufgabenstellungen bearbeitet werden:

- Ermittlung des Return on Investment einer Technologie
- Optimierung des Arbeitsprozesses bei Einführung oder Migration einer Technologie
- Vergleich verschiedener Technologie-Alternativen
- Risikobewertung von Technologieprojekten
- Bewertung von (Konstruktions-)Methoden etc.

BAPM® liefert insbesondere bei "schwer quantifizierbaren Nutzen" präzise Ergebnisse, wie die retrospektiven Untersuchungen zahlreicher Anwendungsfälle gezeigt haben. Aus den Projekterfahrungen ließen sich häufig Genauigkeiten in der Vorhersage von über 90 % erzielen.

*Prof. Dr.-Ing. Sándor Vajna, Dr.-Ing. Dipl.-Math. Michael Schabacker, Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg*



# Überwachung von Gleitkontakten mittels Ultraschallemissionsanalyse

In allen Bereichen der Technik gewinnt die zustandsabhängige Wartung und Instandhaltung immer mehr an Bedeutung. Ziel ist es, kostspielige Maßnahmen wie etwa das Vorhalten redundanter Maschinen in der verarbeitenden Industrie durch den Einsatz moderner Messtechnik abzulösen, um Wartungsarbeiten und Stillstandszeiten zu minimieren und planbar zu machen. Die Voraussetzung hierfür ist das kontinuierliche Erfassen und Bewerten des Maschinenzustandes durch ein zuverlässig arbeitendes Überwachungssystem, das bei Überschreiten von maschinenspezifischen Grenzwerten unmittelbar eine Warnung ausgibt.

Speziell im Bereich der Gleitlagerüberwachung sind bekannte Verfahren (Messung von Lagertemperaturen, Öltemperatur oder elektrischem Übergangswiderstand) mit hohem Aufwand bei der Installation und Durchführung verbunden bzw. genügen nicht den Anforderungen an Zuverlässigkeit und Empfindlichkeit.

Akustische Überwachungsverfahren bieten hier Vorteile hinsichtlich des Installationsaufwands der Messtechnik, da die Sensoren zur Erfassung des während des Betriebs emittierten Körperschalls nicht direkt am Lager platziert werden müssen.

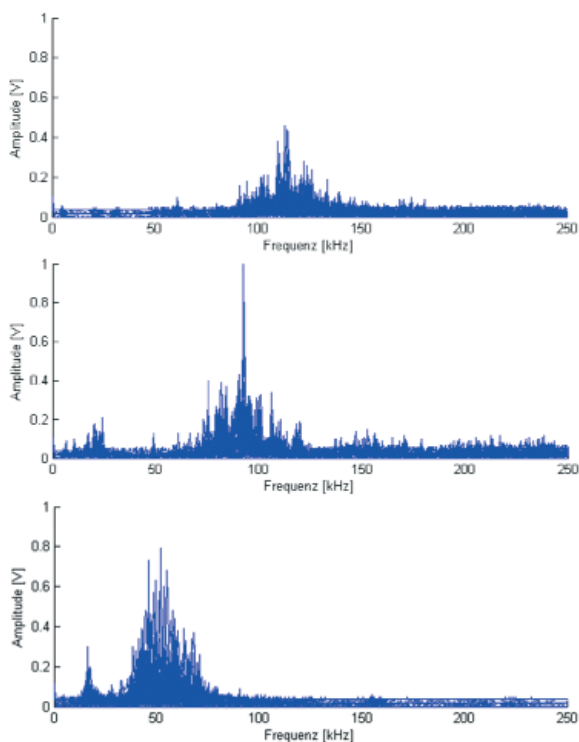
Unter der Vielzahl an Verfahren, die Schallemissionen nutzen, um auf den Zustand einer Maschine rückzuschließen, existieren auch solche, die den Ultraschallbereich als Grundlage der Diagnose verwenden. Der große Vorteil dabei ist, dass in diesen hohen Frequenzbereichen keine Störgeräusche aus der

Umgebung auftreten und somit Fehlinterpretationen aufgrund von Maschinenschwingungen und -geräuschen, die auch im normalen, fehlerfreien Betrieb auftreten, praktisch ausgeschlossen sind.

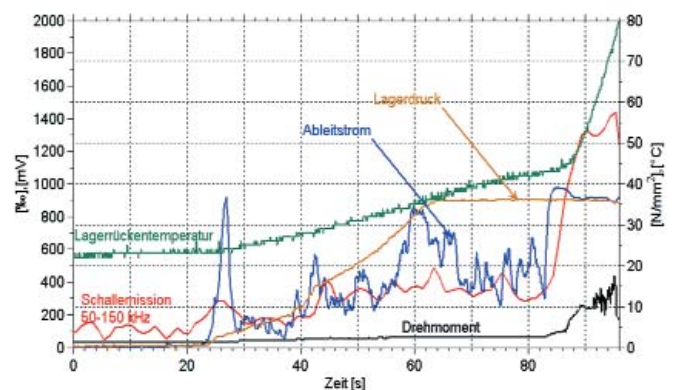
Das hier vorgestellte Messprinzip, welches am Institut für Produktentwicklung (IPEK) der Universität Karlsruhe (TH) entwickelt wird, legt der Diagnose ausschließlich bestimmte, im Voraus bekannte Frequenzbereiche, in denen bei Festkörperreibung Körperschallsignale entstehen, zugrunde. Diese Signale, deren physikalische Ursache bisher nicht zweifelsfrei geklärt ist, sind materialtypisch. Trockene Reibungsversuche zeigten, dass ihre Frequenz nicht von Betriebsparametern wie Gleitgeschwindigkeit, Kontaktnormalkraft oder Oberflächenrauigkeit abhängig ist.

Die Amplitude des emittierten Ultraschalls hingegen steigt mit der umgesetzten trockenen Reibleistung an.

Allgemein wird Körperschall im Ultraschallbereich zwischen etwa 50 und 150 kHz emittiert, wobei sich einzelne Materialpaarungen anhand des emittierten Spektrums deutlich unterscheiden lassen, andere weisen sehr ähnliche Spektren auf.



Emittierte Körperschallspektren der Selbstpaarungen von Stahl (Ck45; oben), einer Aluminiumlegierung (AlZnMgCu1,5; mitte), und Polyvinylchlorid (PVC; unten). Es sind jeweils mehrere einzeln aufgenommene Spektren übereinander abgebildet.



Versuchslauf am Gleitlagerprüfstand bei konstanter Drehzahl von 1000  $\text{min}^{-1}$ . Der heftige Anstieg des Drehmoments zeigt den einsetzenden Lagerfresser an. Ableitstrom und Ultraschallemissionen (mittlere Amplitude im Frequenzbereich 50 bis 150 kHz) steigen unverzüglich an, die Lagerrückentemperatur reagiert erst deutlich später.

Sowohl bei metallischen wie auch nicht-metallischen Reibpartnern treten die beschriebenen Ultraschallemissionen auf. Versuchsreihen an einem Gleitlagerprüfstand belegen die Tauglichkeit des Verfahrens für den praktischen Einsatz. Auch hier haben Gleitgeschwindigkeit (Drehzahl) und Anpresskraft (mittlerer Lagerdruck) keinen Einfluss auf das emittierte Spektrum.

Die Amplitude der Ultraschallemissionen folgt verzögerungsfrei dem Lagerdruck, lässt aber keine eindeutige Abhängigkeit von der Drehzahl erkennen, da der hydrodynamische Schmierfilm im Lager bei steigender Drehzahl tragfähiger wird und sich somit der Anteil der Festkörperreibung an der Gesamtreibleistung vermindert.

*Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. Albert Albers, Dipl.-Ing. Markus Dickerhof, Institut für Produktentwicklung (IPEK), Universität Karlsruhe (TH)*



# VDD — Value-Driven Development

## Ein neuer Ansatz zur anforderungs-, kosten- und wertgetriebene Steuerung des Produktentwicklungsprozesses

Unternehmen können nur bestehen, wenn sie über einen längeren Zeitraum hinweg Gewinne erwirtschaften, d.h. wenn die Einnahmen des Unternehmens die Ausgaben übersteigen. Die Produktentwicklung nimmt bei der Realisierung dieses Ziels eine zentrale Rolle ein. Denn sie bestimmt — wie schon lange bekannt — auf der einen Seite maßgeblich die Kosten des Produktes, unter anderem durch die Wahl von Struktur, Materialien, Fertigungssystemen. Auf der anderen Seite — und dies wird bislang nicht ausreichend betrachtet — beeinflusst die Produktentwicklung die möglichen Einnahmen: Produkte, die funktional und qualitativ den Kundenbedürfnissen entsprechen und somit einen hohen Wert für den Kunden darstellen, werden hohen Absatz und hohe Verkaufspreise erzielen.

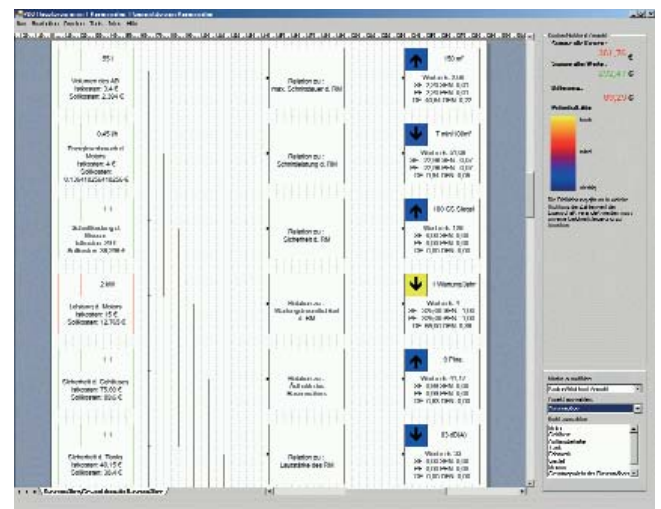
Nachdem Unternehmen sich in den letzten Jahren sich vor allem auf die Senkung der Kosten konzentriert haben, wurde am Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD von Prof. Dr.-Ing. C. Weber an der Universität des Saarlandes untersucht, wie Produkte entwickelt werden können, die im Wettbewerbsumfeld von den Kunden präferiert werden. Dazu wurde ein Rahmenwerk zur anforderungs-, kosten- und wertgetriebenen Steuerung (Value-Driven Development, VDD) des Produktentwicklungsprozesses erarbeitet. Aufbauend auf dem VDD- Rahmenwerk wurde der Prototyp eines Software-Werkzeugs entwickelt.

Ziel des VDD-Rahmenwerkes ist, die Entwicklung von Produkten so zu unterstützen, dass die positive Differenz zwischen den Einnahmen aufgrund des vom Kunden gezahlten Preises und den Kosten, die dem Unternehmen durch die Bereitstellung des Produktes entstehen, maximiert wird. Dazu wird insbesondere betrachtet, wie Produkte entwickelt werden können, die so auf die Kundenwünsche abgestimmt sind, dass sich möglichst große Einnahmen erzielen lassen. Dem Produktentwickler werden Hilfestellungen angeboten, Wertsteigerungspotentiale zu erkennen

und die hierfür maßgeblichen Zusammenhänge innerhalb des Produktes zu verdeutlichen.

Die Arbeiten zum Value-Driven Development (VDD) basieren auf der Theorie des Characteristics-Properties Modeling (CPM) bzw. Property-Driven Development/ Design PDD), die um Erkenntnisse aus der Betriebswirtschaft erweitert wurden. In der CPM/ PDD-Theorie werden Merkmale (Charac-

teristics, Ci) und Eigenschaften (Properties, Pj) eines Produktes sowie die zwischen diesen bestehenden Relationen (Relations, Rj) abgebildet. Die Merkmale beschreiben Geometrie, Struktur, Aufbau, Materialien etc. eines Produktes und können direkt vom Produktentwickler festgelegt werden. Die Eigenschaften beschreiben Verhalten und Funktionalitäten eines Produktes und können vom Produktentwickler nur indirekt über eine Veränderung der jeweils verbundenen Merkmale beeinflusst werden.

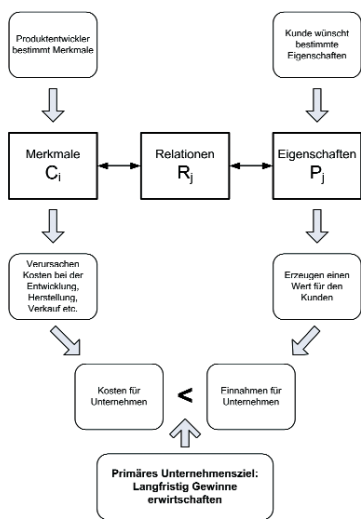


Kosten/Geldwert-Ansicht im VDD-Software Prototypen

Die Gestaltung der Merkmale durch den Produktentwickler bestimmt auf der einen Seite die Kosten, die mit der Herstellung des Produktes verbunden sind. Die resultierenden Eigenschaften, d.h. das Verhalten bzw. die Funktionalität des Produktes, stellen auf der anderen Seite einen Wert für den Kunden dar, für den dieser bereit ist, einen bestimmten Kaufpreis zu bezahlen. Der Zusammenhang zwischen den Kosten-verursachenden Merkmalen und den Wert- bzw. Einnahmen-erzeugenden Eigenschaften ist in der Abbildung dargestellt.

Die wesentlichen Elemente und Funktionalitäten des VDD-Rahmenwerkes wurden bereits prototypisch als Softwarelösung implementiert. Mit dieser Software wurden exemplarisch erste Beispielprodukte modelliert (siehe Abbildung). Die Modellierung der Beispielprodukte hat die Potentiale des VDD-Rahmenwerkes klar verdeutlicht. Insbesondere die eindeutige Zuordnung von Kosten und Geldwerten als die Treiber des Entwicklungsprozesses unterstützen den Produktentwickler sehr gut bei der wertgetriebenen Entwicklung von wettbewerbsfähigen, anforderungs- und kostengerechten Produkten.

*Prof. Dr.-Ing. Christian Weber, Dipl.-Ing. MBA Till Deubel, Lehrstuhl für Konstruktionstechnik/CAD, Universität des Saarlandes*



Zusammenhang der Grundelemente des VDD-Rahmenwerkes



# Neuausrichtung an der TU Hamburg-Harburg

## Vorstellung neu initiiierter Forschungsaktivitäten am Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik (PKT) der TU Hamburg-Harburg

Das Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik der Technischen Universität Hamburg Harburg wird seit 1.10.2005 von Prof. Krause geleitet.

Die Forschungsaktivitäten auf den Gebieten der Produktentwicklung und Konstruktionstechnik kommen zurzeit schwerpunktmäßig in Projekten im Zusammenhang mit der Flugzeugtechnik und der Fluidtechnik zur Anwendung (vgl. Bild 1).

Das Anwendungsgebiet der Flugzeugtechnik umfasst Projekte aus dem Bereich der Kabinenentwicklung und -montage, in denen unter anderem neu zu entwickelnde Methoden zur Produktentwicklung aus dem Umfeld der Modularisierung und der variantengerechten Produktgestaltung eingesetzt werden.

Das vom Institut seit Anfang 1980 kontinuierlich ausgebaute Anwendungsgebiet der hydraulischen Antriebstechnik wurde um die Anwendungsfelder der Kühlschmierstoff-Filtrationstechnik und der Drucklabortechnik zur Simulation von Extremumgebungen erweitert. Dabei liefert das Forschungsfeld der Konstruktionstechnik wichtige Grundlagen für das erweiterte Anwendungsgebiet der Fluidtechnik, wie beispielsweise neue Erkenntnisse im Bereich der Lebensdauervorhersage von Hochleistungskeramiken oder auch Gestaltungsrichtlinien für das Konstruieren mit Faserverbundwerkstoffen.



Bild 1: Forschungsschwerpunkte des Instituts für PKT

Aufgrund der im Vergleich zur Flugzeugstruktur kürzeren Produktlebenszyklen der Flugzeugkabine (Austausch der Kabine ca. alle 7 Jahre) besteht für die Produktentwicklung ein großer Bedarf an neuen und innovativen Konzepten zur Kabinengestaltung und -integration.

Aus diesem Ansatz heraus sind am Institut in Zusammenarbeit mit Airbus, Zulieferunternehmen und öffentlichen Mittelgebern folgende, in Bild 2 zusammengestellten Projekte initiiert worden.

Die Zielsetzungen der Projekte sehen zum einen eine Optimierung des bislang angewandten Produktentwicklungsprozesses im Bereich der Flugzeugkabine vor, wobei hier der konsequente Einsatz angepasster und neu zu entwickelnder Methoden der Produktentwicklung im Vordergrund steht. Zum

anderen sollen im Rahmen der Projekte auch gezielt Kabinenkomponenten entwickelt und optimiert werden. Die durch die parallele Projektabwicklung entstehenden Synergieeffekte kommen dabei allen Projekten zu Gute.

Die Bearbeitung der übergeordneten Themenkomplexe, wie der Entwicklung innovativer Integrationskonzepte für modularisierte Kabinenkomponenten und die montage- und variantengerechte Gestaltung von Monumenten sind Inhalte der Projekte KABTEC, CAAM bzw. CoCam.

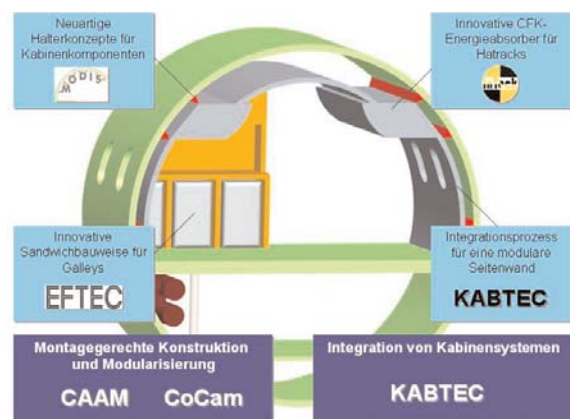


Bild 2: Forschungsprojekte aus dem Gebiet der Flugzeugtechnik

In dem Projekt ModIS werden darauf aufbauend systematisch die Grundlagen für die Entwicklung von neuen modularen Befestigungssystemen zur Anbindung von Kabinenkomponenten an die Flugzeugstruktur erarbeitet.

Ziel der Projekte EFTEC und InTeck ist die Entwicklung innovativer Konzepte auf Komponentenebene. Dabei umfasst das Projekt EFTEC die Anwendung neuer Sandwichwerkstoffe und Fertigungsverfahren zur stark funktionsintegrierten Konstruktion von Galley-Komponenten. Im Rahmen des Projekts InTeck wurden energieabsorbierende Befestigungssysteme zur crash-sicheren Aufhängung von Hatracks entwickelt. Hierzu wurden zunächst Werkstoffe hinsichtlich ihres Energieabsorptionsvermögens analysiert und daraufhin Konstruktionsvarianten des Energieabsorbers mit institutseigenen Prüfständen getestet und prototypenhaft verifiziert.

Das Institut PKT an der TUHH steht der Industrie in allen genannten Anwendungsgebieten und Forschungsfeldern als kompetenter Partner für gemeinsame Aktivitäten zur Verfügung.

*Prof. Dr.-Ing. Dieter Krause, Institut für Produktentwicklung und Konstruktionstechnik, Technische Universität Hamburg-Harburg.*



# Ganzheitliches Anforderungsmanagement für komplexe Produkte

Die Entwicklung aktueller Produkte ist geprägt durch eine hohe Produktkomplexität und die Verknüpfung von Spezialwissen aus unterschiedlichen Fachdisziplinen. Gleichzeitig ist die vom Markt geforderte Produkteinführungszeit wesentlich kürzer als vor wenigen Jahren. Da es gerade im Mittelstand meist nicht wirtschaftlich möglich ist, Technologieführer und Innovationstreiber in zahlreichen sehr unterschiedlichen Fachgebieten zu sein, ist die Beherrschung der interdisziplinären Zusammenarbeit auch über die Unternehmensgrenzen hinweg — z.B. in Kooperationsnetzwerken — eine wesentliche wettbewerbsrelevante Kompetenz.

Eine solche Kooperation bedingt, dass die Entwicklung des Gesamtproduktes in einzelne, überschaubare Teilaufgaben zerlegt wird. Die ursprünglichen Kundenwünsche müssen dabei aber stets als übergeordnetes Entwicklungsziel berücksichtigt werden, da der Kunde seine Kaufentscheidung am ganzen Produkt orientiert und insbesondere auch an den Investitions- und Betriebskosten.

In dem von der DFG geförderten Sonderforschungsbereich 562 „Robotersysteme für Handhabung und Montage“ wurde unter anderem ein Strukturmodell für das komplexe Produkt Parallelroboter entwickelt, um die effiziente Konstruktion, Konfiguration und Rekonfiguration zu unterstützen. Auf unterschiedlichen Hierarchie- und Abstraktionsebenen kann es für die Struktursynthese, für die kinematische und dynamische Analyse, sowie für eine Kostenanalyse verwendet werden.

Jede Teilaufgabe benötigt einen konsistenten Satz spezifischer Anforderungen. Um Ziele und Anforderungen auf den Kunden auszurichten ist also ein Modell notwendig, das sowohl globale Kundenwünsche an das Gesamtsystem, als auch lokale (firmeninterne) Anforderungen erfassen und abbilden kann. Zur Optimierung des Gesamtsystems und für eine schnelle Reaktion auf Änderungen in Randbedingungen oder Kundenwünschen muss es über eine Modellierung der Zusammenhänge der Anforderungen verfügen.

Diese Zusammenhänge können gerichtet sein. Positiv bedeutet hier, dass die Erfüllung einer Anforderung die Erfüllung einer weiteren unterstützt. Ein negativer Zusammenhang beschreibt dagegen einen Zielkonflikt. Auf Basis bekannter Zusammenhänge können nun weitere Zusammenhänge gefunden werden. Beispielsweise hängt die Wiederholgenauigkeit eines Parallelroboters von seiner Struktursteifigkeit ab. Diese hängt u.a. von der Steifigkeit der Stäbe ab. Daraus entsteht eine Abhängigkeit zwischen der Masse eines Stabes und der Wiederholgenauigkeit des Roboters.

Es werden zwei Arten von Zusammenhängen unterschieden:

- Direkte Zusammenhänge zwischen Anforderungen und
- Indirekte Zusammenhänge durch Zusammenhänge zwischen unterschiedlichen Partialmodellen

Der erste Ansatz basiert lediglich auf qualitativen Aussagen, die auf der Erfahrung von Experten beruhen. Diese Vorgehensweise birgt die Gefahr, dass auf Grund einer unvollständigen Startmenge wichtige Zusammenhänge nicht erkannt werden und das Beziehungssystem der Anforderungen damit unvollständig bleibt.

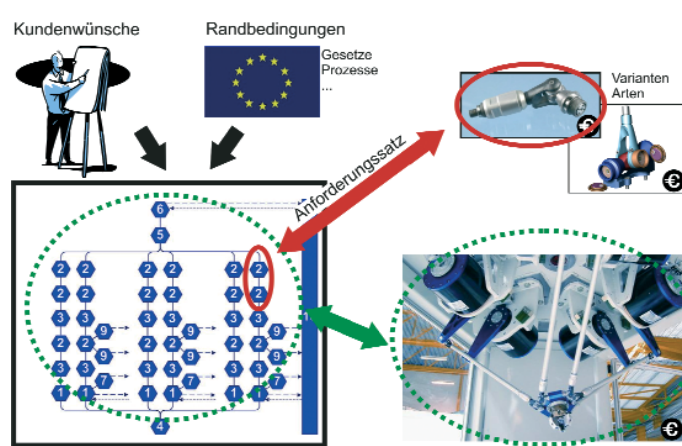
Außerdem lässt die rein qualitative Angabe keine Aussage über die Stärke der jeweiligen Beeinflussung zu. Es bleibt die Frage unbeantwortet, ob der Einfluss des Gelenkspiels oder der Steifigkeit eines Stabes bei der Beurteilung der Steifigkeit der Roboterstruktur überwiegt. Expertenmeinungen können darüber hinaus durch Vorfizierung auf bestimmte Lösungen in ihrer Gültigkeit eingeschränkt sein. Ein anderes Lösungsprinzip kann vollständig andere Zusammenhänge implizieren. Wird beispielsweise ein zusätzlicher Freiheitsgrad einer Parallelstruktur durch einen aufgesetzten (seriellen) Antrieb realisiert, verringert sich zwangsläufig die Nutzlast. Wird der Freiheitsgrad durch einen Nebenantrieb mit zusätzlicher Kinematik ausgeführt, verringert sich die Nutzlast nur geringfügig, aber es können Einschränkungen des Arbeitsraums resultieren.

Als Ausweg aus diesem Dilemma sollen Zusammenhänge zwischen Anforderungen über unterschiedliche Partialmodelle beschrieben werden. Abhängigkeiten zwischen Anforderungen und Konstruktionsparametern werden auf physikalischer Ebene analysiert und eindeutig formuliert. Beispielsweise wird bei zunehmender Konkretisierung anfangs nur die Topologie, später dann auch die geometrische Dimensionierung, zur Beurteilung der Steifigkeit berücksichtigt.

Durch die Erweiterung um nicht-technische Beziehungen wie Kostenstrukturen können wirtschaftliche Betrachtungen mit einbezogen werden. Dadurch wird in frühen Phasen bereits eine abschätzende Aussage über Kosten ermöglicht. Insbesondere kann eingeschätzt werden, wie stark eine teure Komponente die Funktion des Gesamtsystems verbessert bzw. die Gesamtkosten beeinflusst.

Durch die Erweiterung um nicht-technische Beziehungen wie Kostenstrukturen können wirtschaftliche Betrachtungen mit einbezogen werden. Dadurch wird in frühen Phasen bereits eine abschätzende Aussage über Kosten ermöglicht. Insbesondere kann eingeschätzt werden, wie stark eine teure Komponente die Funktion des Gesamtsystems verbessert bzw. die Gesamtkosten beeinflusst.

*Prof. Dr.-Ing. Hans-Joachim Franke, Dipl.-Ing. Carsten Stechert, Institut für Konstruktionstechnik, Technische Universität Braunschweig*



Schematischer Überblick Anforderungsmanagement beim Parallelroboter Hexa



## Qualifizierte Auswahl von Maßnahmen gegen Produktpiraterie

Produktpiraterie ist in aller Munde — Doch welche Gegenmaßnahmen helfen welchem Unternehmen in welcher Situation?

Die illegale Nachahmung von Industriegütern rückt zunehmend in den Fokus der Öffentlichkeit und verursacht allein in Deutschland Schäden von mehreren Milliarden Euro jährlich. Zusätzlich laufen betroffene Unternehmen Gefahr, ihr Know-How — und damit ihren Wettbewerbsvorteil — an Produktpiraten zu verlieren. Es gibt dutzende Möglichkeiten, die Nachahmung der eigenen Produkte für Piraten unattraktiver zu machen, jedoch ist meist nicht dokumentiert, welche Maßnahmen in welcher Situation sinnvoll einzusetzen sind. Nur die systematische Zusammenstellung eines optimalen Maßnahmenbündels zu einem schlagkräftigen Schutzkonzept für die jeweilige Situation bietet betroffenen Unternehmen einen wirksamen Schutz ihrer Innovationen. Daher benötigen die betroffenen Firmen eine Entscheidungshilfe zur Bewertung und Auswahl von Maßnahmen gegen Produktpiraterie. Beachtet werden müssen hierbei Kriterien wie Umsetzbarkeit, Wirtschaftlichkeit und Erfolgsaussicht der Anwendung. Ein solches Instrumentarium ist bislang für betroffene Unternehmen nicht verfügbar. Am Lehrstuhl für Produktentwicklung der Technischen Universität München wird prototypisch eine derartige Entscheidungshilfe für

Industrieunternehmen auf Basis bestehender Ansätze in der Literatur konzipiert. Dazu werden Auftretensformen von Produktpiraterie, Gegenmaßnahmen und zu beachtende Randbedingungen gesammelt und strukturiert aufbereitet. Durch geeignete Verknüpfung dieser Informationen wird dem Anwender ein Schutzkonzept bestehend aus verschiedenen Gegenmaßnahmen empfohlen. Aktuelle Forschungsarbeiten zielen darauf ab, das theoretisch erarbeitete Modell durch Fallstudien in Industrieunternehmen zu validieren und zu erweitern. Im Gegensatz zu vielen anderen Ansätzen zu Schutzkonzepten gegen Produktpiraterie stehen bei diesem Forschungsansatz nicht ausschließlich rechtliche Maßnahmen gegen Produktpiraterie im Fokus. Vielmehr werden gesamtheitliche Schutzkonzepte angestrebt, die auch technologiebezogene, betriebswirtschaftliche und speziell konstruktive Möglichkeiten zur Disposition stellen.

*Prof. Dr.-Ing. Udo Lindemann, Dipl.-Ing. Markus Petermann, Dipl.-Ing. Thomas Meiwald, Lehrstuhl für Produktentwicklung, Technische Universität München*



## Prof. F.-L.Krause vom Berliner Kreis mit der D.T. Ross-Medaille ausgezeichnet

Im Rahmen der 17. CIRP Design-Conference „The Future of Product Development“ am 26. März 2007 am Fraunhofer Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik (IPK) in Berlin wurde Prof. Dr.-Ing. Frank-Lothar Krause vom Berliner Kreis mit der D.T. Ross-Medaille für sein Lebenswerk ausgezeichnet. D.T. Ross hatte am MIT in der Zeit von 1956 bis 1958 zunächst die Programmiersprache APT (Automatically Programmed Tools) entwickelt, daraus Gedanken zur Rechneranwendung in der Konstruktion entwickelt und 1960 den ersten Aufsatz über CAD geschrieben. Später war er noch maßgeblich an der Gestaltung von SADT (Structural Analysis and Design Technique) beteiligt.

Herr Prof. Abramovici, seit November 2006 neuer Vorsitzender des Berliner Kreis, würdigte in seiner Festansprache Epochen der Vita von Prof. Krause.

Prof. Krause promovierte 1976 am seinerzeit von Prof. Günter Spur geleiteten Institut für Werkzeugmaschinen und Fertigungstechnik mit einem Thema zur Entwicklung von CAD-Systemen. Nach seiner Habilitation am IPK zum Themengebiet der CAD-Technologie übernahm er 1990 an der TU Berlin den neu geschaffenen Lehrstuhl für Industrielle Informationstechnik am Institut für Werkzeugmaschinen und Fabrikbetrieb.

Prof. Krause lieferte wissenschaftliche Beiträge zur modernen rechnerunterstützten Produktentwicklung mit 400 Veröffentlichungen, verantwortete über 250 Industrieprojekte und hat



Prof. Abramovichi verleiht Prof Krause die D.T. Ross-Medaille

nahezu 60 Mitarbeiter zur Promotion geführt.

Prof. Krause war Obmann für eine Reihe von VDI-Richtlinienausschüssen zur rechnerunterstützten Produktentwicklung sowie Gründungsmitglied des Berliner Kreis, dessen Vorsitzender er zwischen 2003 und 2006 war. In seiner Funktion als Vorsitzender des Berliner Kreis hat er maßgeblich zur Studie „Innovationspotenziale in der Produktentwicklung“ beigetragen. Prof. Krause bekleidete zahlreiche weitere Ehrenämter.

Für seine bedeutenden wissenschaftlichen Beiträge zur modernen rechnerunterstützten Produktentwicklung wurde Prof. Krause mit dem VDI-Ehrenring, dem IFIP-Award und dem University LEAD Award der Society of Manufacturing Engineers ausgezeichnet.

*Der Vorstand des Berliner Kreis*



Die D.T. Ross-Medaille für Prof. Krause

## ➔ Veranstaltungskalender

- 12.06.2007** **Forum Innovationsmanagement Management früher Innovationsphasen**  
 Institutszentrum Stuttgart der Fraunhofer-Gesellschaft (IZS)  
 (daniel.heubach@iao.fraunhofer.de)
- 14.-15.06.2007** **6. Paderborner Workshop „Augmented & Virtual Reality in der Produktentstehung“**  
 Heinz Nixdorf Institut, Paderborn  
 (www.Heinz-Nixdorf-Institut.de)
- 24.11.2007** **Berliner Kreis Jahrestagung**  
 Fa. Freudenberg, Weinheim, auf Einladung von Herrn Dr. Stark, persönlich haftender Gesellschafter  
 (bkreis@hni.upb.de)
- 29.-30.11.2007** **Symposium für Vorausschau & Technologieplanung**  
 Miele & Cie. KG, Gütersloh  
 (www.hni.upb.de/svt)

### Berliner Kreis Mitglieder

Wir begrüßen als neues Mitglied Herrn Prof. Dr.-Ing. Dieter Krause von der Technischen Universität Hamburg Harburg.

#### Vorstand / Anschriften:

Prof. Dr.-Ing. M. Abramovici (Vorsitzender)  
 Ruhr-Universität Bochum  
 Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik  
 Universitätsstraße 150  
 44780 Bochum  
 Tel.: 0234/3227009  
 Fax: 0234/3214443  
 E-Mail: abr@itm.ruhr-uni-bochum.de

Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann (stellv. Vorsitzender)  
 Technische Universität München  
 Lehrstuhl für Produktentwicklung  
 85748 Garching  
 Tel.: 089/28915151  
 Fax: 089/28915144  
 E-Mail: lindemann@pe.mw.tum.de

Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier (Geschäftsführer)  
 Heinz Nixdorf Institut  
 Universität Paderborn, Rechnerintegrierte Produktion  
 Fürstenallee 11  
 33102 Paderborn  
 Tel.: 05251/606267  
 Fax: 05251/606268  
 Email: Juergen.Gausemeier@hni.uni-paderborn.de

#### Mitglieder:

Prof. Dr.-Ing. M. Abramovici (Ruhr-Universität Bochum); Prof. Dr.-Ing. Dr. h.c. A. Albers (Universität Karlsruhe); Prof. Dr.-Ing. habil. R. Anderl (TU Darmstadt); Prof. Dr.-Ing. H. Binz (Universität Stuttgart); Prof. Dr.-Ing. H. Birkhofer (TU Darmstadt); Prof. Dr.-Ing. Lucienne Blessing (Technische Universität Berlin); Prof. Dr. rer. nat. C. W. Dankwort (Universität Kaiserslautern); Prof. Dr.-Ing. P. Dietz (Technische Universität Clausthal); Prof. Dr.-Ing. M. Eigner (Technische Universität Kaiserslautern); Prof. Dr. P. Ermanni (Eidgenössische Technische Hochschule Zürich); Prof. Dr.-Ing. D.G. Feldmann (TU Hamburg-Harburg); Prof. Dr.-Ing. H.-J. Franke (TU Braunschweig); Prof. Dr.-Ing. J. Gausemeier (Universität Paderborn); Prof. Dr.-Ing. K.-H. Grote (Otto-von-Guericke-Universität); Prof. Dr.-Ing. B. R. Höhn (Technische Universität München); Prof. Dr.-Ing. D. Krause (TU Hamburg-Harburg); Prof. Dr.-Ing. F.-L. Krause (TU Berlin); Prof. Dr.-Ing. U. Lindemann (Technische Universität München); Prof. Dr.-Ing. F. Mantwill (Helmut-Schmidt-Universität); Prof. Dr.-Ing. H. Meerkamm (Universität Erlangen-Nürnberg); Prof. Dr.-Ing. H. Mertens (Technische Universität Berlin); Prof. Dr.-Ing. J. Ovtcharova (Universität Karlsruhe); Prof. Dr.-Ing. D. Spath (Universität Stuttgart); Prof. Dr.-Ing. habil. R. Stelzer (Technische Universität Dresden); Prof. Dr.-Ing. S. Vajna (Otto-von-Guericke-Universität); Prof. Dr.-Ing. J. Wallaschek (Universität Paderborn); Prof. Dr.-Ing. C. Weber (Technische Universität Ilmenau); Prof. Dr.-Ing. E. G. Welp (Ruhr-Universität Bochum)

#### Industriekreis:

Dr. E. Bentz (U.I. Lapp GmbH); Prof. Dr.-Ing. H. Christ (Deutscher Verband Technisch-Wissenschaftlicher Vereine DVT); E. Deegener (Keiper GmbH & Co. KG); G. Engel (Hofmann & Engel Produktentwicklungs GmbH); Dr. G. Fricke (Truma Gerätetechnik GmbH & Co. KG); Prof. Dr. rer. pol. H. Geschka (Unternehmensberatung Geschka & Partner); Dr.-Ing. W. Gründer (Tedata Gesellschaft für technische Informationssysteme); Dr.-Ing. G. Hähn (Wirtgen GmbH); Dr. D. Kähny (LS Telcom AG); Dr.-Ing. B. Kandziora (Andreas STIHL AG & Co. KG); A. Katzenbach (DaimlerChrysler AG); T. Keidel (Mahr GmbH); F. Kilian (TRUMPF Werkzeugmaschinen GmbH & Co. KG); Dr. E. Kirschneck (Jungheinrich AG); Dr. J. Kluge (McKinsey & Company); P. Köpf (ZF Friedrichshafen AG); Prof. Dr.-Ing. E. Kottkamp (Hako Holding GmbH & Co.); R. Lamberti (DaimlerChrysler AG); Prof. Dr.-Ing. J. Milberg (acatech - Konvent für Technikwissenschaften der deutschen Akademien der Wissenschaften e.V.); Dr. H. Nasko (Heinz Nixdorf Stiftung); Dr.-Ing. L. Ophey (Inno Tech GmbH); E. Pape (Volkswagen AG); Dr. B. Pätzold (ProSTEP AG); H. Rauen (VDMA); Dr. J. Rautert (Heidelberger Druckmaschinen AG); Dr. W. Reik (LuK GmbH & Co.); Prof. Dr.-Ing. G. Reinhart (IWKA AG); Dr.-Ing. S. Russwurm (Siemens Medical Solutions); Dr. E. Sailer (Miele & Cie. GmbH & Co.); K. Schäfer (IBM Deutschland GmbH); Dr. J. Schneider (ABB AG); Dr.-Ing. P. Schwibinger (Carcoustics International GmbH); Dr.-Ing. H.P. Sollinger (Voith AG); Dr.-Ing. M. Stark (Freudenberg GmbH & Co. KG); Dr.-Ing. J. Starke (RITZ Pumpenfabrik GmbH & Co. KG); Dr. E. Veit (Festo AG & Co.); Dr. C. Weiß (TTS Tooltechnic Systems AG & Co. KG); G. Wessels (Unigraphics Solutions GmbH); M. Wittenstein (Wittenstein AG); Prof. Dr.-Ing. K. Wucherer (Siemens AG)

Stand: 15. April 2007  
 Internet: www.berlinerkreis.de  
 ISSN 1613-5504

Redaktion: bkreis@hni.upb.de  
 Redaktionsleitung: Volker Brink  
 Satz: Claudia Koalenzki