

Dienstleistungen, Maschinenbau, Werkzeugmaschinen

Multimodale Dienstleistungsprodukte im Maschinenbau *

Entwicklung multimodaler Dienstleistungsprodukte für Kunden des Hochleistungsmaschinenbaus

L. Goldhahn, J. Mehnert, D. Bock, T. Uhlmann

Für die weitere Wettbewerbsetablierung im Hochleistungsmaschinenbau wird den Herstellern ein neues Instrument zur Verfügung gestellt. Im Gegensatz zu hybriden Dienstleistungsprodukten liegt bei multimodalen Produkten der Schwerpunkt auf Verbesserungen hinsichtlich einer teilautonomen Technologieänderung. Die innovativen Produkte unterstützen die Unternehmen in Konfiguration und Neuplanung der Technologie, einerseits durch Generierung und Adaption reproduzierbarer Parameter mit Hilfe eines wissensbasierten Systems, andererseits auch im Hinblick auf Einrichtung und Bedienung der Maschine unter Nutzung mehrmedialer, kontextbezogener Informationen.

Multimodal service products – Development of multimodal service products for customers of heavy-duty mechanical engineering

A new tool set for the further establishment of competition in heavy-duty mechanical engineering is now available for manufacturers. In contrast to hybrid products the development of Multimodal Service Products (MSP) is concentrated on improving the semi-autonomous change of technology. Companies are able to use MSPs for configuration and technology replanning by generating and adapting repeatable parameters. MSP are configured by using a knowledge-based system. Furthermore, the setup and the operating of a machine by using multimedia-based, contextual information are also possible.

Prof. Dr.-Ing. Leif Goldhahn, Dipl.-Inf. (FH) Dorit Bock
Hochschule Mittweida (FH) – University of Applied Sciences
Fachbereich Maschinenbau / Feinwerktechnik
InnArbeit – Zentrum für innovative Arbeitsplanung
und Arbeitswissenschaft
Technikumplatz 17, D-09648 Mittweida
Tel. +49 (0)3727 / 581 530, Fax +49 (0)3727 / 581 376
E-Mail: goldhahn@htwm.de
Internet: www.htwm.de/~innarb

Dr.-Ing. Jens Mehnert, Dipl.-Ing. Thomas Uhlmann
Niles-Simmons Industrieanlagen GmbH
Zwickauer Str. 355, D-09117 Chemnitz
Tel. +49 (0)371 / 802 481, Fax +49 (0)371 / 802 106 481
E-Mail: info@niles-simmons.de
Internet: www.niles-simmons.de

Dank

Die Autoren danken dem Europäischen Fonds für regionale Entwicklung und dem Freistaat Sachsen für die finanzielle Unterstützung des Forschungsprojektes „Entwicklung multimodaler Dienstleistungsprodukte für Kunden des Hochleistungsmaschinenbaus“. Das Forschungsprojekt wird vom Zentrum für innovative Arbeitsplanung und Arbeitswissenschaft (InnArbeit) der Hochschule Mittweida und der Niles-Simmons Industrieanlagen GmbH Chemnitz bearbeitet.

Info

* Bei diesem Beitrag handelt es sich um einen „reviewten“ Fachaufsatz: Autoren-unabhängig von Experten auf diesem Fachgebiet wissenschaftlich begutachtet und freigegeben.

1 Situation im Hochleistungsmaschinenbau

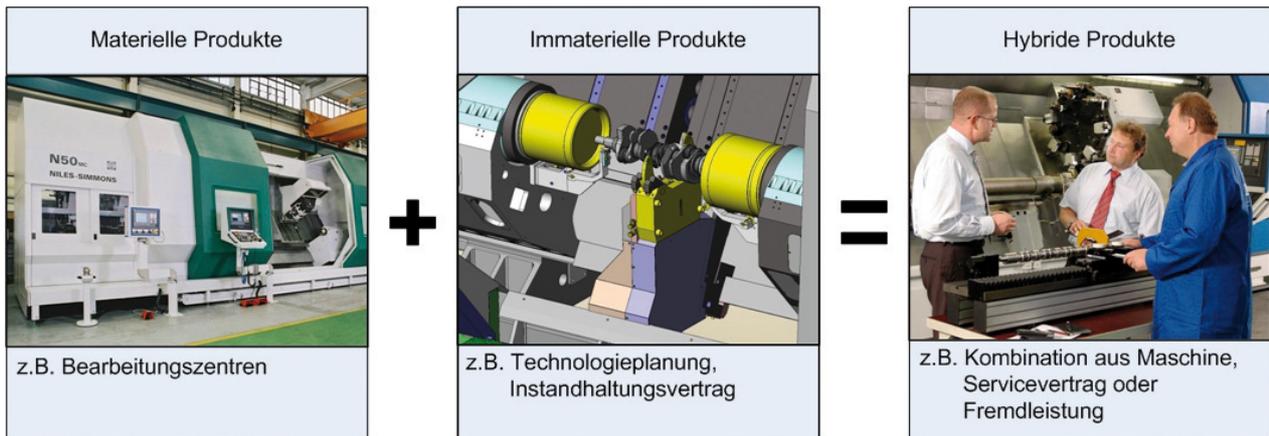
Im Hochleistungsmaschinenbau werden Werkzeugmaschinen entwickelt und gefertigt, welche den Betreibern eine bisher nicht verfügbare Technologiebreite und damit erheblich höhere Bearbeitungsflexibilität ermöglichen. Um diese Vorteile zu nutzen, müssen die Grenzen des aktuell technisch-wirtschaftlich realisierbaren Leistungsvermögens hinsichtlich Bearbeitungsgenauigkeit, Verfahrensgeschwindigkeit, Energieeffizienz und Nutzerfreundlichkeit ausgeschöpft werden. Nur durch die konsequente Umsetzung neuester Erkenntnisse aus den Bereichen Leichtbau, Regelungstechnik oder Adaptronik konnten die Werkzeugmaschinenhersteller im Hochleistungsmaschinenbau den ständig steigenden Anforderungen gerecht werden. Die Berücksichtigung der kundenseitigen Bedürfnisse für einen effektiven Bearbeitungsprozess mit geringen Stückzahlen erfolgt durch einen hohen Grad an auftrags-spezifischen Maschinenfunktionen. Trotz dieser sehr starken Kundenausrichtung werden keine Einschränkungen bezüglich Lieferbereitschaft und im Hinblick auf den Zeitraum von Auftragserteilung bis Produktionsaufnahme akzeptiert.

Aufgrund der geschilderten Marktsituation steigt der Bedarf an leistungsfähigen Werkzeugmaschinen, welche die Forderung nach hoher Verfügbarkeit und Bearbeitungsflexibilität verbunden mit der notwendigen Prozesssicherheit umsetzen. Die Gestaltung einer leistungsfähigen Mensch-Maschine-Schnittstelle zugunsten eines störungsfreien Betriebs der Werkzeugmaschine stellt die Hersteller im Hochleistungsmaschinenbau vor neue Herausforderungen. Die erforderlichen Prozesse sind oftmals automatisiert und können ohne zugeschnittene Anleitungen der Maschinenbediener nicht auf Basis von deren Erfahrungswissen im erforderlichen Umfang nachvollzogen werden. Somit stellt die Einführung des Bedien- und Wartungspersonals in die neuen und durch einen hohen Grad an Automation geprägten Abläufe eine wesentliche Voraussetzung dar, um die prognostizierten Ergebnisse bezüglich Verfügbarkeit und Produktivität zu erreichen.

Aufgrund dieser Anforderungen und der sich bietenden wirtschaftlichen Potentiale (zusätzlicher Umsatz, höhere Kundenbindung, Folgeaufträge) werden von den Herstellern vermehrt sogenannte produktnahe Dienstleistungen entwickelt und angeboten. Zu diesem neu geschaffenen Produkt-Portfolio zählen beispielsweise Serviceleistungen wie die Einrichtung der Maschinen und Verkettung mit peripheren Anlagen, die Schulung der Mitarbeiter im Umgang mit individuell erstellten Abläufen, diverse Dienstleistungen zur besseren Prognose von Wartungsarbeiten, Überarbeitung und Erneuerung sowie der Rückkauf alter Anlagen.

2 Von hybriden Produkten zu multimodalen Dienstleistungsprodukten

Der Weg zur Erweiterung des durch materielle Produkte geprägten Angebotsspektrums mit Dienstleistungen (immate-


Bild 1. Schema hybrider Produkte

rielle Produkte) zu hybriden Produkten ist beispielhaft in **Bild 1** dargestellt. Die gesteigerte Leistungskompetenz, welche aus einer höheren Produktivität der Maschinen für die Kunden resultiert und nachhaltige Kundenzufriedenheit bedingt, gewährleistet eine solide Basis zur Steigerung des Firmenumsatzes [1].

In der Wissenschaft existieren die Begriffe des hybriden Produkts beziehungsweise des hybriden Leistungsbündels und der industriellen Produkt-Service-Systeme (IPS²) beziehungsweise Product-Service-Systems (PSS). Unternehmen sollen ein erweitertes Angebot aus Sach- und Dienstleistungen entwickeln. Doch worin liegen die Unterschiede? Die Literatur unterscheidet überwiegend zwischen dem stark integrierenden Ansatz des Produkt-Service-Systems und dem Ansatz des stärker differenzierten, spezifisch kombinierten hybriden Produkts für den Kunden.

Produkt-Service Systeme können als lebenszyklusorientierte Kombinationen von Produkten und Dienstleistungen definiert werden, welche in einem erweiterten Wertschöpfungsnetzwerk aus Hersteller, Lieferanten und Service-Partnern bestehen [2–5]. Die IPS² sind in drei Dimensionen – Produkt- beziehungsweise Ergebnis-Dimension, Prozess-Dimension und Informations-Dimension – erweiterbar [2, 6]. Produkt-Service-Systeme sind hoch integrierte Systeme und somit insbesondere für standardisierte Produkte in größeren Stückzahlen (wie etwa Konsumgüter oder Standard-Werkzeugmaschinen) oder für kleinere Einheiten (beispielsweise Werkzeug- und Formenbau [7]) geeignet, nicht jedoch für Hochleistungsmaschinen mit ihren kundenspezifischen, differenzierten und komplex verbundenen Fähigkeiten.

Hybride Produkte stellen Leistungsbündel aus aufeinander abgestimmten Produkten und Dienstleistungen dar [8–10]. Leistungsbündel setzen sich aus kombinierten Teilleistungen zusammen, welche Träger von Eigenschaften sind, die der Optimierung des Kundennutzens dienen [9]. Dabei besteht das Leistungsbündel in der Regel aus einer Vielzahl individueller Leistungsversprechen, deren Erstellung den Einbezug des Kunden in den Leistungserstellungsprozess bedingt ([11] in Anlehnung an [12]).

Durch die Integration von Sach- und Dienstleistung und die damit verbundene gegenseitige Beeinflussung ihrer Ausprägungen orientieren sich hybride Leistungsbündel in besonderem Maße am geforderten Kundennutzen. Durch die Möglichkeit der Substitution von Anteilen und Ausprägungen

der Sach- und Dienstleistungen, ermöglichen hybride Leistungsbündel die Abdeckung der Markterfordernisse [13]. Die Bedeutung solcher Leistungsbündel, gerade im Maschinenbau, ist in den vergangenen Jahren deutlich gestiegen, so integrieren etwa Anbieter von Sachgütern Dienstleistungen in ihr Programm.

Im Kontext des Hochleistungsmaschinenbaus bedeutet dies, dass Unternehmen heutzutage nicht nur ihre Maschinen verkaufen. Der Kunde erwirbt mit den Dienstleistungsprodukten auch das Know-how für Änderungen am Produkt, beispielsweise für Technologiemodifikationen. Das Wissen des Herstellers über die Konfiguration der Maschinen und Anlagen, welches bisher nur implizit bei einzelnen Mitarbeitern vorhanden war, soll daher explizit dargestellt und als Wissensprodukt dem Kunden verfügbar gemacht werden. Die immateriellen Bestandteile eines solch hoch komplexen Produkts bestehen unter anderem aus der Inbetriebnahme des gesamten Systems, der Maschinendokumentation, der Beschreibung von Haupt- und Nebenprozessen sowie dem effektiven Zusammenspiel von Werkstück, Spannmittel, Werkzeug und Kontrollvorgang.

Serviceinnovationen in Industriebetrieben sind meist das Ergebnis enger Kundenkontakte von Vertriebs- und Kundendienstabteilungen. Bei komplexen Produkten wie im Hochleistungsmaschinenbau müssen darüber hinaus die kundenspezifische Technologieentwicklung und die Konstruktion integriert werden. Zur vollständigen Nutzung der vorhandenen Potentiale durch den Kunden reichen die bisherigen Mittel wie Schulungen und klassische Reparaturen jedoch nicht mehr aus [14].

Ein Konzept zur Entwicklung von Serviceinnovationen stellt das Service-Engineering dar. Dienstleistungen sind dabei mittels eines systematischen Vorgehens so zu gestalten, dass sie mit der gewünschten Qualität und Effizienz wirtschaftlich am Markt angeboten werden können [15]. Service-Engineering ist eine Disziplin, die erst in den letzten Jahren wissenschaftlich unterstützt wird. Deshalb hat sich der Prozess der Dienstleistungsentwicklung in Unternehmen noch nicht systematisch und vergleichbar mit der Entwicklung technischer Produkte etabliert [14].

In einer Umfrage des Fraunhofer ISI unter 1604 Unternehmen wurde festgestellt, dass diejenigen Firmen überdurchschnittliches Wachstum verzeichneten, die sowohl Produkt- als auch Serviceinnovationen umgesetzt hatten. Diese

Unternehmen hatten im betrachteten Zeitraum ein jährliches Beschäftigungswachstum von durchschnittlich 3,7 %. Die „nicht-innovativen“ Unternehmen brachten es dagegen lediglich auf 1,6 % Beschäftigungszuwachs. Das Umsatzwachstum der Firmen mit Produktinnovationen und Firmen mit Produkt- und Serviceinnovationen lag bei 8,7 % und damit deutlich höher als bei Unternehmen, die keine entsprechenden Veränderungen vorgenommen hatten (5,4 %). Damit wird deutlich, dass das Umsatz- und Beschäftigungswachstum von Firmen, die produktseitig auf FuE-basierte Weiterentwicklungen ihrer materiellen Produkte setzen und dies mit innovativen, immateriellen Produkten im Service verbinden, am größten ist [14].

Einen wichtigen Ansatz zur Erweiterung von Dienstleistungsprodukten bildet die Ablösung alphanumerischer Dokumente, wie sie bisher in den meisten Unternehmen eingesetzt wurden. Diese Dokumente nutzen die Möglichkeiten moderner Technik nicht aus, sie verwenden keine multimedialen Elemente wie Bilder, Grafiken, Animationen und Videos. So können beispielsweise multimediale Arbeitspläne als elektronische Pläne einen erheblichen Mehrgehalt an Informationen für Ingenieure und Werker vermitteln. Erstellt werden neben multimedialen Arbeitsplänen für die Teilefertigung und Montage auch Prüfpläne und multimediale Einrichtungsanweisungen für komplizierte Maschinen. Die Vorteile dieser Pläne, wie die Speicherung firmenspezifischen Know-hows, eine schnellere Einarbeitung für den Werker und stabilere Qualitätsparameter sind einleuchtend [16, 17].

Der Kunde benötigt heute verstärkt Fach- und Anwendungswissen zum Produkt, welches teilweise in Dienstleistungen angeboten wird, ohne jedoch ein wissensbasiertes System im eigentlichen Sinn zu verwenden. Diese Systeme sollten in Zukunft für den Service-Bereich weiterentwickelt werden. „Ein wissensbasiertes System ist ein Software-System, bei dem das Fachwissen über ein Anwendungsgebiet explizit

und unabhängig vom allgemeinen Problemlösungswissen abgebildet wird“ [18].

Beim Einsatz von multimodalen Dienstleistungsprodukten findet außerdem ein Informationsaustausch parallel über mehrere Kommunikationskanäle statt. Der Begriff der Modalität stammt aus der Physiologie und bezieht sich darauf, dass jedes Sinnesorgan eine spezifische Reaktionsweise auf physikalische Umgebungsmerkmale zeigt und für die Aufnahme einer bestimmten Art von Information in Bezug auf Verfügbarkeit und Produktivität von sogenannten adäquaten Reizen spezialisiert ist [19]. Eine Entwicklung für Service-Systeme beziehungsweise Service-Prozesse im Hochleistungsmaschinenbau steht noch aus.

Bei multimedialen Benutzeroberflächen liegt das Augenmerk auf der Darbietung von Informationen. Diese Erkenntnisse werden für die Informationsausgabe in multimodalen Systemen genutzt, wobei die Interaktivität für multimodale Systeme definierend ist [19].

Somit ist es für die Entwicklung derartiger Dienstleistungsangebote notwendig, entsprechende Forschungsarbeiten durchzuführen, einerseits hinsichtlich der Verfahren und Techniken für geeignete multimodale Darstellungs- und Interaktionsformen, andererseits im Bereich wissensbasierter Erstellung und Verarbeitung in neuartigen Dienstleistungsprodukten.

3 Entwicklung multimodaler Dienstleistungsprodukte

Multimodalität bedeutet die Nutzung verschiedener Informationskanäle für die Interaktion zwischen Kunde und Produkt. Beispiele multimodaler Dienstleistungsprodukte sind Aufbau und Bereitstellung sowie Wartung und Administration eines wissensbasierten Systems zur Konfiguration und Neuplanung der Technologie durch Generierung und Adaption



Tabelle. Zielbeiträge multimodaler Dienstleistungsprodukte

Teilziele		Multimodale Dienstleistungen						
		Multimodale Produkt- und Ersatzteilkataloge	Multimodale maschinenspezifische Produktdokumentation über Internet und Login	Maschinenintegriertes Web-Based Training von Kunden/Mitarbeitern	Multimodale Zusammenbau- und Umbaukonfiguration	Wikis zum einfachen Wissenstransfer im Kundendienst	Multimodale Fertigungsprozess-konfiguration und -darstellung	Multimodale Fertigungsprozessdaten-auswertung und -verbesserung
1	Steigerung des Maschinenverständnisses des Kunden		X	X	X	X		
2	Reproduzierbarkeit des Technologieplanungsprozesses für Maschinenhersteller und Kunden		X				X	X
3	Teilautonome Technologieänderungen durch den Kunden						X	X
4	Grundlage zur verbesserten Instandhaltung	X	X	X				X
5	Erhöhung der Flexibilität des Einsatzes der Herstellerprodukte beim Kunden			X	X		X	X
6	Erweiterung der Einsatzgebiete multimedialer Dokumente auf die unternehmensexterne Sicht des Kunden und der Modullieferanten	X	X	X	X			

reproduzierbarer Parameter oder auch die Bedienung der Maschine unter Nutzung mehrmedialer, kontextbezogener Informationen.

Der Einsatz multimodaler Dienstleistungsprodukte soll beim Kunden ein verbessertes Maschinenverständnis erzeugen. Hierbei wird die kundenseitige Flexibilität des Einsatzes der Herstellerprodukte erhöht.

Letztlich soll eine höhere Kundenzufriedenheit erreicht werden, welche sich in einer nachhaltigen symbiotischen Unternehmens-Kunden-Beziehung äußert.

Im Gegensatz zu hybriden Produkten, welche sich derzeit im Maschinenbau etablieren, liegt bei multimodalen Dienstleistungsprodukten der Schwerpunkt auf einer kundenspezifischen Technologieentwicklung und den teilautonomen, kundeneigenen Verbesserungen. Multimodale Dienstleistungsprodukte sind daher wissensbasiert und ermöglichen dem Nutzer Information und Interaktionen über mehrere Medien, die reale Maschine und die Steuerung. Die prinzipielle Vorgehensweise bei der Erstellung multimodaler Dienstleistungsprodukte im Hochleistungsmaschinenbau veranschaulicht **Bild 2**.

Der zusätzliche interne Nutzen dieser multimodalen Dienstleistungsprodukte liegt sowohl in der Konstruktion als

auch im Servicefall und in der Funktion als Kommunikations- und Argumentationshilfe im Vertrieb. Eine Unterstützung erfolgt sowohl bei der Entwicklung der Technologie als auch hinsichtlich der Weiterentwicklung des betriebsinternen Know-hows. Das durch multimodale Dienstleistungsprodukte gewonnene und gespeicherte Wissen kann so für weitere Firmenaufträge genutzt werden.

Die Möglichkeit der Nutzung vorhandener kommerziell verfügbarer Dienstleistungen ist im Bereich des Hochleistungsmaschinenbaus nicht möglich, da die Dienstleistungen entsprechend der Spezifik der Maschinen neu entwickelte und kombinierte Produkt- und Dienstleistungselemente benötigen. Die systematische Entwicklung dieser multimodalen Dienstleistungsprodukte erfolgte in Anlehnung an das Service Engineering [15]. Die einzelnen Phasen des Service Engineering-Prozesses (Ideenfindung, Aufnahme der Anforderungen, Design und Implementierung) wurden während der Projektlaufzeit absolviert.

Im Rahmen des Service Engineering erfolgte durch Literaturrecherche, Analyse, Synthese und Expertengespräche die Spezifizierung der Ansätze und Anforderungen hinsichtlich der zu entwickelnden multimodalen Dienstleistungsprodukte in sieben Grundarten:

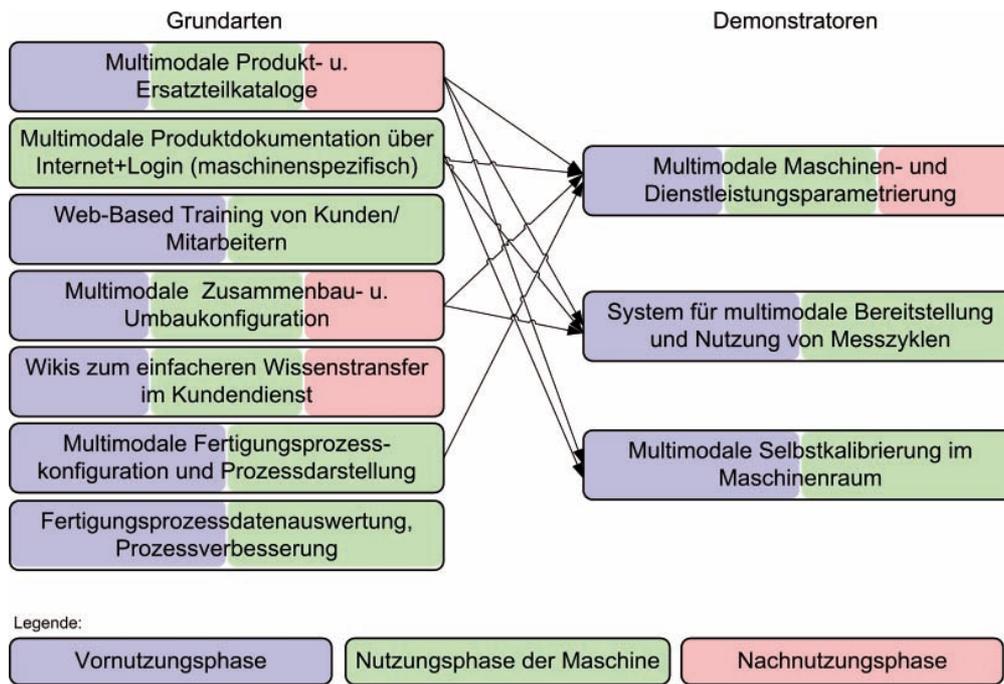


Bild 3. Grundarten multimodaler Dienstleistungsprodukte und zugehörige Demonstratoren im Projekt

- Multimodale Produkt- und Ersatzteilkataloge: Für den Kunden zur Verfügung gestellte, wissensbasierte und multimodale Darstellung und/oder Konfiguration des Produktspektrums über Datenträger oder Internet. Mittels der Konfiguration kann der Kunde Baugruppen beziehungsweise ganze Maschinen im Vorfeld eines Auftrags/einer Bestellung interaktiv zusammenbauen. Die Möglichkeit, so das passende Ersatz- oder Zubehörteil zu finden, besteht ebenfalls.
 - Multimodale, maschinenspezifische Produktdokumentation über Internet und Login: Zugriffsbezogene Bereitstellung von Visualisierungen (CAD-Zeichnung/ Modell, Foto, Videosequenz) und Dokumentationen zur gelieferten Maschine für den Kunden über das Internet. Während der Lebensdauer der Maschine ist optional eine Bereitstellung multimedialer Daten zwecks tiefergehender Dokumentationen möglich.
 - Maschinenintegriertes Web-Based-Training von Kunden/ Mitarbeitern: Erstellung von multimedialen Schulungsunterlagen zur einfachen und schnellen Bedienschulung direkt über die Maschinensteuerung, wobei der Zugriff auf die entsprechenden Daten nur für die beim Kunden vorhandenen Maschinen zur Verfügung steht. Die Darstellung der multimedialen Daten erfolgt fallweise als direkte Hilfestellung auf dem Bedienerbildschirm der Maschine unter Nutzung eines Datenbankzugangs beziehungsweise eines Datenträgers.
 - Multimodale Zusammenbau- und Umbaukonfiguration: Für den Umbau einer Maschine stellt das vorhandene Gerät die Konfigurationsgrundlage dar. Für diese aktuelle Maschine werden zur Erweiterung der technologischen Fähigkeiten optionale Umbaukonfigurationen bereitgestellt, aus denen der Kunde im Rahmen der technischen Realisierbarkeit seine „Wunschmaschine“ zusammenstellen kann.
 - Wikis für einen vereinfachten Wissenstransfer im Kundendienst: Durch die Anwendung „wiki-basierter Tools“ kann der Wissenstransfer zwischen den unterschiedlichen Abteilungen und den Kunden stark vereinfacht werden. „Wikis“ bezeichnen ein System, in dem jeder ein ihm zugeteiltes Schreib- und Leserecht hat und so die zu seiner Abteilung gehörigen Seiten erstellen, lesen und pflegen kann.
 - Multimodale Fertigungsprozesskonfiguration und Fertigungsprozessdarstellung: Der Kunde kann, ebenso wie die verschiedenen Abteilungen im Herstellerbetrieb, mittels dieser Dienstleistung Fertigungsprozesse darstellen und konfigurieren. Durch die Verbindung zu einem wissensbasierten System ist hierbei eine unterstützende Wirkung zu erwarten. Die multimodale Prozessdarstellung dient der anschaulichen Visualisierung der beim Kunden vorhandenen Fertigungsprozesse und kann auch in der Neuplanung von Anlagentechnik unterstützend eingesetzt werden.
 - Multimodale Fertigungsprozessdatenauswertung und Fertigungsprozessverbesserung: Der Kunde erhält die Möglichkeit, die Daten des Fertigungsprozesses über Onlinetools oder über zur Verfügung gestellte Datenträger hinsichtlich Statistik, Prozesssicherheit und ähnlichem auszuwerten. Eine Prozessverbesserung wird durch die Inanspruchnahme von Herstellerwissen erreicht. Aufgrund dieses Wissens über die Maschine kann der Hersteller leichter Fertigungsprozessanalysen durchführen.
- Für diese Grundarten multimodaler Dienstleistungsprodukte entstand eine Zuordnung der erreichbaren Ziele (**Tabelle**) sowie der Nutzensarten für die Hersteller und Kunden.
- Für den Maschinenhersteller ergeben sich durch die Verwirklichung der Teilziele Wettbewerbsvorteile gegenüber Mitbewerbern sowie eine verbesserte interne und externe Kommunikation. Kürzere Planungszeiträume im Änderungs-, Wiederhol- oder Ähnlichkeitsfall und, daraus resultierend, eine verbesserte Grundlage für die Planung anstehender Tätigkeiten sind zu verzeichnen. Dies wiederum führt zu weniger nachträglichen Änderungen an Maschine und Technologie und damit verbunden zu verringertem Betreuungsaufwand für den Maschinenhersteller.



zur Startseite
Abmeldung

Hauptmenü

Werkzeugmessen

Anforderungen
+ Grundlagen
+ extern mit Voreinstellgerät
– maschinenintern
 Argumentation
 + prinzipieller Aufbau
 – Messzyklen
 Messzyklenarten

Ablauf

Aufruf Messzyklen

Anpassung Messzyklen

Kalibrieren

Ausführungsbeispiel
+ Leistungsumfang

im Forschungsverbund mit
Hochschule Mittweida (FH)
Fachbereich
Maschinenbau/Feinwerktechnik

Werkzeugmessen – maschinenintern

Messzyklen - Kalibrieren

Nr.	Messtaster kalibrieren	Darstellung, Link
1	Aufruf des Kalibrierwerkzeuges	
2	Einwechseln und Positionieren des Kalibrierwerkzeuges	
3	Aufruf Messtaster kalibrieren: N_WZMT_KALIB	
4	Start des Zyklus Messtaster kalibrieren	
5	automatische Positionierung des Kalibrierwerkzeuges am Messtaster	
6	steuerungsinternes Verrechnen und Abspeichern der Kalibrieregnergebnisse in die Geometrie des Messtasters	

zur Anpassung
des Zyklus

Übersicht
Messzyklen

Ausführungs-
beispiel

Bild 4. Beispiel zum Demonstrator Messzyklen: Kalibrieren für maschineninterne Werkzeugmessung

Der Kunde erreicht durch die Verwirklichung der Teilziele eine erhöhte Transparenz und Effizienz in der Fertigung und damit eine Steigerung der Identifikation und Zufriedenheit mit dem Produkt. Es sind flexible und schnellere Technologieänderungen und gezielte Technologieverbesserungen für laufende Fertigungsteile möglich. Die externen Instandhaltungszyklen verlängern sich und die internen Instandhaltungsressourcen werden entlastet.

Abgeleitet von diesen sieben Grundarten multimodaler Dienstleistungsprodukte werden im vorliegenden Forschungsprojekt mittels der Service Engineering-Phasen „Design“ und „Implementierung“ drei Demonstratoren entwickelt (Bild 3).

4 Demonstratoren

4.1 Multimodale Maschinen- und Dienstleistungsparametrierung (in der Vertriebs-/Entwicklungsphase)

Aufgrund der stark gestiegenen Vielfalt der Maschinenvarianten, aber auch wiederkehrender Baugruppen, ist es notwendig, eine einheitliche Struktur über das angebotene Maschinenspektrum und die Einordnung von vorhandenen und weiterführend auch von neuartigen Dienstleistungen in Verbindung zur Maschine zu erarbeiten. Dazu erfolgte die Entwicklung eines Verfahrens und des zugehörigen Software-demonstrators, in denen die gewünschte funktionsorientierte Strukturierung unter Berücksichtigung von Konfigurationsregeln und -algorithmen erarbeitet wurde. Außerdem ist die Maschinenparametrierung für die Einordnung und die kundenwirksame Darstellung im Kontext der Maschine von grundsätzlicher Bedeutung. Vor diesem Hintergrund wurde ein Systematisierungsschema entwickelt. Darauf aufbauend kann eine Abbildung in einem wissensbasierten System erfolgen, mit welcher die multimodalen Daten und Ansichten passend zur jeweiligen Maschine generiert und ausgegeben werden

können. Diese stehen dann als Information und insbesondere auch als Entscheidungshilfe bei alternativen Technologie- und /oder Maschinenausprägungen zur Verfügung.

4.2 System für die multimodale Bereitstellung und Nutzung von Messzyklen

Die Herstellung der Bearbeitungszentren bei Niles-Simons in Chemnitz erfolgt anwendungsspezifisch, dies bedeutet, dass jede Maschine für den jeweiligen Anwendungsfall konzipiert wird. Die in der Maschinensteuerung verwendeten Zyklen können jedoch mit nur geringfügigen Modifikationen auf andere, ähnliche Maschinen übertragen werden. Aufgrund der wiederkehrenden Verwendung der Zyklen und ihrer Vielfalt (Messzyklen, Bearbeitungszyklen, Werkzeugverwaltungszyklen, Berechnungszyklen, Überwachungszyklen) ist es sinnvoll, dem Kunden und den Mitarbeitern diese Zyklen in einem Portal zur Verfügung zu stellen.

Derzeit werden teilespezifische Maschinenprogramme (beispielsweise Zyklen) im Rahmen definierter Abnahmewerkstücke in den NC-Kern der Steuerung übertragen und auf die geometrischen Verhältnisse der jeweiligen Maschine angepasst. Eine Änderung im Teilespektrum des Kunden erfordert im Nachgang der Maschinenabnahme die Anwesenheit eines Anwendungstechnikers vor Ort zur Umprogrammierung der Zyklen. Diese Dienstleistung lässt sich durch verbesserte Kommunikation im Vorfeld aufwandsrealistischer abrechnen. Die aktive Diskussion mit dem Kunden zu Umfängen, Nutzen und Implementierungsaufwand von Zyklen gestaltet sich derzeit auf Grund eines fehlenden Konzeptes zur Präsentation und Abstimmung schwierig.

Zur Beseitigung dieses Problems erfolgt die konzeptionelle Beschreibung eines Verfahrens anhand des Beispiels für die Vermessung und Berechnung der Lage von Zentrierbohrungen an großen Walzen, welche dazu dient, ein minimales Span-

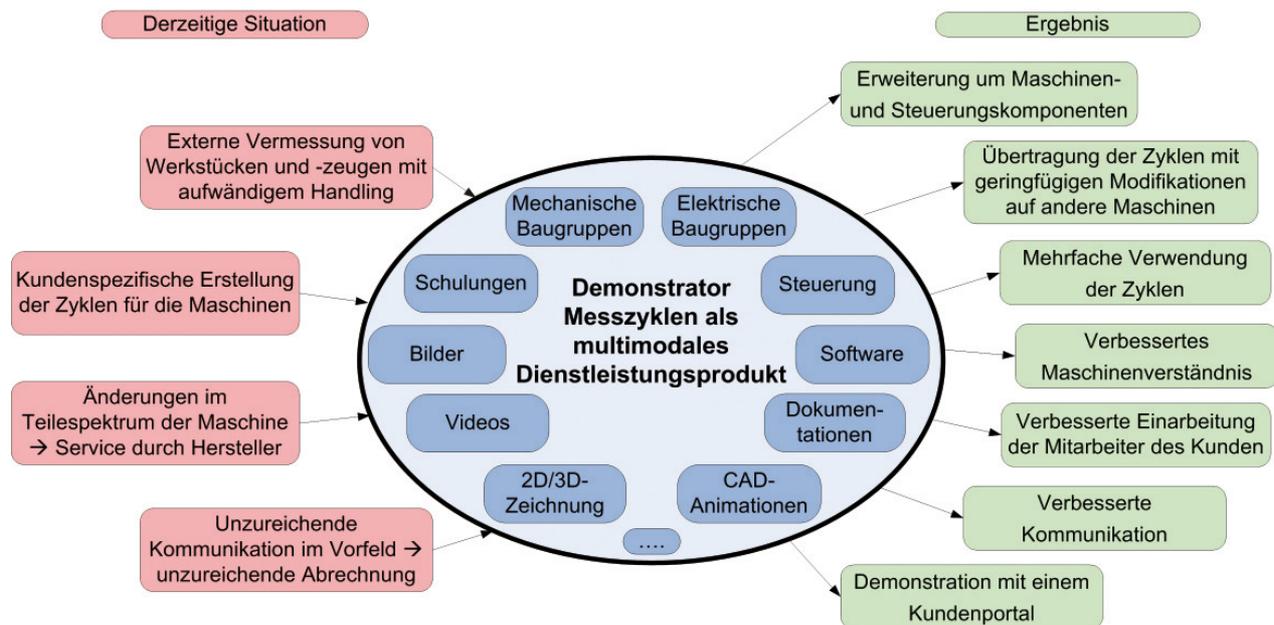


Bild 5. Gegenüberstellung: derzeitige Situation und Lösung des multimodalen Dienstleistungsprodukts am Demonstrator Messzyklen

volumen bei der Bearbeitung zu erhalten. Basis hierfür bilden optische und/oder taktile Messungen im Arbeitsraum, welche über bereitgestellte Zyklen durchgeführt werden können.

Mit dem entwickelten Demonstrator wurden Möglichkeiten einer weitestgehend selbsterklärenden Beschreibung von Vorgehensweisen, Maschinenoptionen, notwendigen Messzyklen und deren Verwendung geschaffen (Bild 4 und Bild 5).

Multimediale Elemente wie handlungsorientiert vernetzte Erklärungen, Bilder, 3D-Modelle, Videos und PDF-Dateien wurden zu den einzelnen Zyklen über eine gemeinsame Nutzeroberfläche hinterlegt. Sie sollen den Kunden zweistufig webbasiert zur Verfügung stehen: zunächst als Informationshilfe und Kaufanreiz und anschließend als echte Handlungs- und Programmieranleitung inklusive Zyklus-Nutzungsrechte für konkrete Kundenmaschinen.

Die Klassifizierung und Zuordnung der Kriterien zu den Zyklen erfolgte mittels einer selbst entwickelten Datenbankstruktur. Damit wird die Kommunikation über Inhalt, Skalierbarkeit und Pflege während der späteren Maschinennutzung erleichtert. Anhand dieser Datenstruktur können dem Kunden entsprechende Informations- und Zugriffsrechte für einzelne Zyklen gegeben werden.

Der Kunde profitiert von diesem Portal, indem er sich selbstständig über qualitäts- und produktivitätssteigernde Hardware und Zyklen informieren, diese erwerben und selbst einsetzen kann. Die Vorteile für den Hersteller liegen im zusätzlichen Verkauf von Dienstleistungsprodukten sowie in der Erhöhung der Kundenzufriedenheit und der Aufwandsminderung im Kundendienst.

4.3 Multimodale Selbstkalibrierung im Maschinenraum

Im Rahmen dieses Projektes erfolgte ebenfalls eine Analyse von derzeit noch zeitintensiven Prozessen, welche sich direkt auf die Maschinenverfügbarkeit des Kunden auswirken.

Vor diesem Hintergrund besitzt die Fähigkeit der Selbstkalibrierung der Werkzeugmaschine bei leichten bis mittleren Kollisionen einen hohen Stellenwert. Eine für den Kunden komfortable neue Lösung stellt die geometrische Vermessung der Achsen im Arbeitsraum mit nachgelagerter automatisierter Korrektur von Tabellen in der PLC-Programmierung (programmable logic controller) dar. Dadurch können die aktuellen Qualitätsparameter der Maschine in beliebigen Intervallen abgefragt und ohne eine sehr umständliche und zeitaufwändige manuelle Vermessung der Achsen neu kalibriert werden.

Die Einführung der Selbstkalibrierung über Kugelvermessungen im Arbeitsraum, nachfolgende Parameterermittlung und anschließende Korrektur der Koordinatenwerte pro Achse in der Steuerung stellt eine sehr praktikable und schnelle Lösung für dieses ansonsten komplizierte und sehr zeitaufwändige Kalibrierverfahren dar. Die Kalibrierung der Maschinenachsen erfolgt durch den Aufruf innerhalb der Steuerung und mit Hilfe spezifischer, voreingestellter Zyklen. Die Vorteile liegen in der Bedienerfreundlichkeit, den geringeren Servicekosten und der kurzen Stillstandzeit. Für diese Selbstkalibrierung soll dem Kunden ein Tool zur Verfügung gestellt werden, in dem er sich multimodal unterstützt in diese Kalibrierungsart einarbeitet, den Nutzen erkennt und das Arbeitsverfahren letztendlich auch in Eigenregie durchführen kann.

5 Fazit

Die entwickelten Demonstratoren zeigen, dass multimodale Dienstleistungsprodukte Vorteile für beide Vertragspartner bringen. Der Maschinenhersteller profitiert beispielsweise von der Erhöhung der Kundenzufriedenheit, vom Verkauf neuer multimodaler Dienstleistungen (etwa der Messzyklen) sowie durch eine Aufwandsreduzierung im Kundendienst. Der kundenspezifische Nutzen besteht unter anderem in zusätzlicher Wissensbereitstellung, teilautonomem Technologieverbesserung und kürzeren Ausfallzeiten.

6 Ausblick

Eine Möglichkeit, diese multimodalen Dienstleistungen dem Kunden zur Verfügung zu stellen, kann beispielsweise ein Portal sein, in welchem sie zur Verbesserung der Informationsqualität, -vollständigkeit und -verfügbarkeit beitragen

sowie eine langfristige Kundenbindung erzeugen. Daraus kann der Aufbau eines Wertschöpfungsnetzwerkes mit Sublieferanten und Kunden entstehen und ermöglicht so ein Angebot von komplexeren, integrierten Leistungen. Damit wird den Unternehmen ein weiteres Instrument zur Verfügung gestellt, sich im Wettbewerb zu etablieren. □

Literatur

- [1] Kanda, Y.; Nakagami, Y.: What is Product-Service-Systems (PSS)? Internet: <http://enviroscope.iges.or.jp/modules/envirolib/upload/469/attach/report08.pdf>. Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Japan. Stand: 2006. Letzter Zugriff: 25.03.2009
- [2] Aurich, J. C.; Schweitzer, E.; Mannweiler, C.: Integrated Design of Industrial Product-Service Systems. The 41st CIRP Conference on Manufacturing Systems, 2008, S. 543–546
- [3] Aurich, J. C.; Fuchs, C.; Wagenknecht, C.: Life cycle oriented design of technical Product-Service Systems. *Journal of Cleaner Production* 14 (2006) Nr. 17, S. 1480–1494
- [4] Mont, O. K.: Clarifying the Concept of Product-Service System. *Journal of Cleaner Production* 10 (2002) Nr. 3, S. 237–245
- [5] Baines, T. S.: State-of-the-art in product service systems. *Journal of Engineering Manufacturing* 10 (2002) Nr. 221, S. 1543–1552
- [6] Aurich, J. C.; Schweitzer, E.; Fuchs, C.: Life Cycle Management of Industrial Product-Service Systems. In: Takata, S.; Umeda, Y.: *Advances in Life Cycle Engineering for Sustainable Manufacturing Businesses*. Heidelberg: Springer-Verlag 2007, S. 171–176
- [7] Schuh, G.; Boos, W.; Gaus, F.; Kozielski, S.: „Intelligente“ Werkzeuge schaffen Servicepotentiale. *wt Werkstattstechnik online* 98 (2008) Nr. 11/12, S. 909–913. Internet: www.werkstattstechnik.de. Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag
- [8] Böhmann, T.; Krcmar, H.: Hybride Produkte: Merkmale und Herausforderungen. In: Bruhn, M.; Stauss, B. (Hrsg.): *Wertschöpfungsprozesse bei Dienstleistungen*. Wiesbaden: Gabler-Verlag 2007, S. 239–255
- [9] Spath, D.; Demuß, L.: Entwicklung hybrider Produkte – Gestaltung materieller und immaterieller Leistungsbündel. In: Bullinger, H.-J.; Scheer A.-W.: *Service-Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Heidelberg: Springer-Verlag 2006, S. 465–500
- [10] Johansson, J. E.; Krishnamurty, C.; Schlißberg, H. E.: Solving the Solutions Problem. *McKinsey Quarterly* (2003) Nr. 3, S. 116–125
- [11] Meldau, S.: *Qualitätsmessung in Dienstleistungszentren*. Heidelberg: Springer-Verlag 2007, S. 1–24
- [12] Engelhardt, W. H.; Kleinaltenkamp, M.; Reckenfelderbäumer, M.: Leistungsbündel als Absatzobjekte – Ein Ansatz zur Überwindung der Dichotomie von Sach- und Dienstleistungen. *Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung* 45 (1993) H. 5, S. 395–426
- [13] Meier, H.; Uhlmann, E.; Kortmann, D.: Hybride Leistungsbündel. *wt Werkstattstechnik online* 93 (2005) Nr. 7/8, S. 528–532. Internet: www.werkstattstechnik.de, Düsseldorf: Springer-VDI-Verlag
- [14] Lay, G.; Kirner, E.; Jäger, A.: *Service-Innovationen in der Industrie*. Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI), Karlsruhe, Nr. 43, 2007, S. 1–12. Internet: www.isi.fraunhofer.de/i/dokumente/pi43.pdf. Letzter Zugriff: 25.03.2009
- [15] Bullinger, H.-J.; Scheer A.-W.: *Service-Engineering – Entwicklung und Gestaltung innovativer Dienstleistungen*. Heidelberg: Springer-Verlag 2006, S. 1–16
- [16] Goldhahn, L.; Kaiser, M.: Knowledge based approach to adapt multimedia process descriptions for process planning and manufacturing. In: Zäh, M.; Reinhart, G.: *1st International Conference on Changeable, Agile, Reconfigurable and Virtual Production (CARV 2005)*. München: Herbert Utz 2005, S. 415–419
- [17] Goldhahn, L.; Kaiser, M.: Integration multimedialer Daten zur Arbeitsplanung und Werkerinformation in ein wissensbasiertes CAP-System. In: Müller, E.; Spanner-Ulmer, B. (Hrsg.): *Vernetzt planen und produzieren. VPP 2006*. TU Chemnitz, iBF, 2006, S. 178–182
- [18] Kaiser, M.: *Mehrkriterielle Adaption multimedialer Prozessbeschreibungen für den Fabrikbetrieb mittels wissensbasierter Planungssysteme*. Dissertation, Wissenschaftliche Schriftenreihe des Instituts für Betriebswissenschaften und Fabrikssysteme, Band 68, TU Chemnitz, iBF, 2008, S. 17
- [19] Seifert, K.: *Evaluation multimodaler Computer-Systeme in frühen Entwicklungsphasen*. Dissertation, TU Berlin, 2002, S. 4. Internet: http://edocs.tu-berlin.de/diss/2002/seifert_katharina.pdf. Stand: 2002. Letzter Zugriff: 25.03.2009