

Rapid Product Development – Design for Rapid Manufacturing

Dr.-Ing. Dipl.-Math. Sabine Roth-Koch *Fhg-IPA, Technische Informationsverarbeitung*
Dipl.-Ing. (FH) Ralph Becker *Fhg-IPA, Technische Informationsverarbeitung*

Keywords Rapint Prototyping

URN: urn:nbn:de:0009-2-11680

1. Design for Rapid Manufacturing

Ausgehend von einer raschen Weiterentwicklung des RM in der Kleinserienfertigung haben wir die folgenden aktuellen Ziele unserer Projektarbeiten für die neue Produktentwicklungsstrategie Design for Rapid Manufacturing formuliert – unter Berücksichtigung der Notwendigkeit interdisziplinärer Arbeit und der Entwicklung zahlreicher innovativer Technologien:

- Verkürzte Entwicklungszeiten durch Integration von im Entwurf und Design üblichen physischen Modellen (Skizzen, handgefertigte Modelle aus Modellmaterial) in eine virtuelle Modellwelt und den Aufbau hybrider Modellstrukturen. Die hybriden Modellstrukturen ermöglichen einen schnellen und verlustfreien Wechsel zwischen physischen und virtuellen Modellen und fördern die Nutzung der jeweils vorhandenen Vorzüge. Sie ermöglichen den Einsatz unterschiedlicher, in den Unternehmen gewachsener Systemstrukturen (3D-Modeller, CAD, CAQ) in Verbindung mit spezifisch personellem Know-how. Das vorhandene Wissen und die vorhandenen Fähigkeiten können zur effizienten Gestaltung von Produkten weiterentwickelt werden.
- Weiterentwicklung der Arbeitsweisen von Produktentwicklern und Designern und Anpassung an RM-Strategien unter Nutzung vorhandener regionaler Wissens- und Ausbildungsstrukturen. Die Entwicklung soll hier vom Einsatz des rapid prototyping im Sinn des concept modelling ausgehen und durch eine dezentralisierte, aber lokal zusammengefasste Entwicklung und Fertigung bei kleineren regionalen Dienstleistern rasch und kundennah umgesetzt und zu RM-Strategien qualifiziert werden. Das erhöht die Wettbewerbsfähigkeit durch höhere Produktvielfalt bei gleich bleibend hoher Qualität und dennoch geringeren Betriebskosten aufgrund geringerer Lagerhaltung und wegfallender Ersatzteillogistik. Es entstehen maßgeschneiderte Produkte zu marktfähigen, akzeptablen Preisen.

Die wissenschaftliche Herausforderung besteht in einer technischen Umsetzung der neuen komplexen Aufgabenstellungen aus dem Arbeitsbereich der Design-Engineers. Natürlich gibt es hier auch schon verschiedene bereitstehende Methoden und Werkzeuge, die in den neuen Kontext einzufügen sind. Schwerpunkt hier sind vor allem funktionierende und sichere Schnittstellen, die genau die Information bereitstellen oder übertragen, die im konkreten Prozessschritt notwendig ist. Nachzudenken ist auch über eine neue Definition des Konzeptes CAD-Modell, das in jeder zukünftigen Modellwelt in Produktentwicklungsprozess weiterhin die zentrale Stellung einnimmt.

Die erfolgreiche Umsetzung der einzelnen Konzepte und Methoden wird jedoch maßgeblich von einer neuen Struktur des Gestaltungs- und Entwicklungsprozesses bestimmt.

2. Der neue Gestaltungs- und Entwicklungsprozess – Methoden und Werkzeuge

Aus dem Einsatz der RM-Technologien ergeben sich grundlegende Fragen rund um die Produktgestaltung. Für die Produktgestaltung gilt, dass die funktionsorientierte Konzeption des Produktes wie auch seine ästhetische Gestalt bereits zu einem sehr frühen Zeitpunkt grundlegend bestimmt wird. Damit verbunden sind eine überproportional hohe Kostenverantwortung und Entscheidungsfreiheit.

Dennoch existieren keine praktikablen Methoden im Konstruktionsprozess zur Nutzung der Geometrie- und Funktionsfreiheiten im Rapid Manufacturing. Besonders aber fehlen Lösungen für Designprozessketten in einer hybriden Modellwelt. Der Einsatz sehr unterschiedlicher Werkzeuge, die einerseits ein intuitives Arbeiten mit hohen Freiheitsgraden am noch nicht detaillierten Produkt ermöglichen, aber auch bereits diverses Produkt- und Prozesswissen analysieren, ist Stand der Technik – für deren informationstechnische Einbindung in die CAx-Welt aber gibt es bisher keine durchgängigen Lösungen. Hier mangelt es beispielsweise an der Einbindung von Produktkonzepten aus Handskizzen und handgefertigten Modellen, es fehlen designorientierte Digitalisertechnologien und insbesondere sichere und kontextbasierte Schnittstellen zur Einbindung der physischen Modelle in die virtuelle Modellwelt.

Um die Möglichkeiten der neuen Fertigungstechnologien auszunutzen, müssen effiziente Produktgestaltungsstrategien für die gesamte RM-Prozesskette entwickelt werden, von der ersten Ideenskizze bis zum fertigen, qualitätsgeprüften Produkt. Diese Strategien müssen auch alle heute üblichen Methoden und Werkzeuge in virtuellen Umgebungen unter Nutzung einer durchgängigen Informationsverarbeitung nutzen können. So ergibt sich eine geänderte Denk- und Herangehensweise in der Produktentwicklung, die technische Möglichkeit und Natur verbindet. Ziel ist eine offene Prozessstruktur, die nicht einem fest vorgegebenem Ablaufschema folgt, sondern sich an den aktuell gegebenen technologischen und funktionalen Bedingungen orientiert, zum Beispiel am Einsatz neuer Materialien und neuer geometrischer Freiheiten. Das berücksichtigt auch, dass die Aufwendungen in der Produktentstehung durch eine zunehmende Individualisierung in Verbindung mit immer kleineren Stückzahlen gleicher Produkte weg von den Logistik- und Werkzeugaufwendungen hin zu erhöhten Gestaltungs- und Anpassungsaufwendungen verschieben. Von Designern und technischen Produktentwicklern wird zukünftig zunehmend gefordert, in schneller Abfolge für spezifische Kunden und spezifische Anwendungen an die jeweilige Situation angepasst eine sowohl funktional als auch gestalterisch ideale Lösung zu finden und für die Produktion aufzubereiten. Weitere Märkte eröffnen sich durch die Möglichkeit Produkte nachträglich und kundenindividuell mit Upgrades zu versehen. Auch hier benötigen die Produktentwickler effiziente Strategien, um den anfallenden Arbeitsaufwand bewältigen zu können.

Unsere Projekte haben deshalb die Entwicklung neuer Methoden und Werkzeuge für eine Effiziente Gestaltung – Design for Rapid Manufacturing zum Ziel. Die Methoden beziehen sich auf Effiziente Gestaltung in hybriden Modellumgebungen, binden innovative Fertigungskonzepte ein und ermöglichen gleichzeitig, deren Chancen und Risiken zu evaluieren. Das erfordert letztendlich auch ein angepasstes Konzept der Produktdatendistribution und der dazugehörigen Dienstleistungen.

3. Hybride Modellierungsumgebungen

Die Basis neuer Produktgestaltungsstrategien bilden hybride Modellumgebungen, in denen beliebige physisch-reale und rechnerintern-virtuelle Modelle als Informationsträger existieren. Basis ist die Beschleunigung der Designprozesse durch Einbinden von intelligenten Digitalisierungsstrategien basierend auf skalierten Messtechnik und der Verarbeitung unvollständiger und unscharfer Produktdaten.

Die designorientierte Erweiterung von aktuellen Digitalisierungsstrategien berücksichtigt typische Anforderungen in den frühen Phasen der Gestaltung wie die Feature-Bearbeitung und die Einbindung unvollständiger und unscharfer Produktdaten. Daraus ergeben sich neue produktspezifische Anwendungen von skalierten Digitalisertechnik im Kontext von Design und Konstruktion. So werden alle Gestaltungsphasen am Produkt über das form- und featureabhängige Digitalisieren bereits der Designentwürfe und/oder Produktvorlagen erfasst und stehen in virtuellen Modellumgebungen (z.B. in CAx-Modellen) zur Verfügung.

Ebenso wichtig ist die direkte Überführung digitalisierter Modelle wie Skizzen oder Vorlagen in konstruktive Designprozesse und der Aufbau von sicheren und effizienten Schnittstellen in der hybriden Modellwelt. Physisch-reale und rechnerintern-virtuelle Modelle garantieren nur in einem schnellen und verlustarmen Informationsaustausch über technologisch unterstützte Schnittstellen optimale, variantenreiche und funktionsorientierte Entwurfs- und Konstruktionsstrategien. Die Ergebnisse der Arbeiten ermöglichen eine kontextbezogene halbautomatische Überführung freier Formen in CAD-konforme Modelle und damit ein schnelles Einbinden von verschiedenen Modellformen und Produktkonzepten in die CAX-Welt. Im Einzelnen werden Konzeptskizzen auf Papier in unscharfe virtuelle Skizzen (Vor-CAD-Modell) überführt, in denen die weitere Formfindung durch Ableitung von Skelett- und/oder Drahtmodellen unterstützt wird. Daraus können 3D-Informationen zur Weiterentwicklung in räumliche und virtuelle Modellstrukturen abgeleitet werden. Produktentwicklungsprozesse werden so durch Integration von CAD/CAX-Prozessen in die frühen Entwicklungsphasen und durch Reduzierung der Konvertierungsverluste und -aufwände bei Design-Reviews beschleunigt.

Im nächsten Schritt können Designentwürfe durch hybride Entwurfsstrategien evaluiert werden und letztendlich zu einer Funktionserweiterung und/oder einem Upgrading des Produktes genutzt werden.

Auf dieser informationstechnisch durchgängigen Basis in einer dennoch hybriden Modellwelt werden neue Strategien der Produktgestaltung und -entwicklung möglich und die Vorteile insbesondere der schnellen Realisierung von Modellkonzepten in der CAX-Welt genutzt. Wir erwarten auch genauere Auskünfte darüber, wie die Anforderungen an die zukünftigen Prozesse präziser zu formulieren sind. Ebenso werden Aktivitäten zur Steigerung der Produktakzeptanz und zur Minimierung des Risikos auch für Kleinserien in lokalen Systemumgebungen unter Einbeziehung verteilten Wissens möglich. So wird sichergestellt, dass ein formaler Gestaltungsentwurf für die Fertigungsprozesse geeignet ist.

Hieraus ergeben sich letztendlich Design-Rückführungsstrategien, die physisch-reale und rechnerintern-virtuelle Modelle für die Entwicklung von Produktvarianten /-versionen und für technische Verbesserungen am Produkt nutzen.

Die Produktgestaltung beginnt nicht immer mit der Grundkonzeption. Weitaus häufiger müssen Produktvarianten oder technisch verbesserte Produkte gestaltet werden oder die Gestaltung geänderten technischen Details angepasst werden. Bei designwertigen, gestaltorientierten Produkten muss hier aber das gestalterische Konzept erhalten bleiben. Gelingt es, Entwurfsideen zu erfassen, die an andere Produktumgebungen angepasst, verändert oder für aktuelle technische Verbesserungen aufbereitet werden können, ließen sich ganz klare Kosteneinsparungen erzielen, die sich insbesondere durch eine effiziente Produktgestaltung unter Berücksichtigung vorhandenen Know-hows und Nutzung schon erfolgreicher Konzepte ergeben.

Effiziente Produktgestaltung berücksichtigt immer auch die fertigungstechnischen Möglichkeiten. Hier betrifft das zunächst die zukünftigen Rapid Manufacturing-Prozesse, die das Potential haben, zur schnellen Produktherstellung beizutragen. Bereits in der Entwicklung greifen die Verfahren. So können physische Modelle zur schnellen Verifikation von Entwicklungskonzepten direkt aus dreidimensionalen Datensätzen entwickelt und zur Kontrolle der erstellten Datensätze verwendet werden.

4. Design for Rapid Manufacturing – Einstückig gefertigtes Bauteil nach Vorbildern aus der Natur

Am Beispiel eines Robotergreifers wird beschrieben, wie durch systematische Ausnutzung geometrischer Vorteile funktionale Bauteile erstellt werden können. Dabei wird im Rahmen der Entwicklung von Designmethoden für das Rapid Manufacturing das Ziel verfolgt, Bauteile zu entwickeln, die sich durch einen hohen Funktionsintegrationsgrad, geringe Kosten durch einstückige Fertigung und optimiertes Gewicht auszeichnen. In das Konzept werden sowohl die jetzt schon gegebenen als auch die in naher Zukunft zu erwartenden oder realistisch vorstellbaren Möglichkeiten integriert.

Robotergreifer werden in der industriellen automatisierten Handhabung für den Transport, die Positionierung oder Manipulation von oder an Werkstücken benötigt, die beispielsweise zwischen einzelnen Arbeitsgängen von Fördereinrichtungen in Maschinen transportiert werden müssen. Der Einsatz von Robotergreifern an bewegten

Achsen erfordert ein möglichst geringes Gewicht des Greifers, auch um dort keine hohen Trägheitskräfte zu erzeugen. Robotergreifer finden vielseitige Anwendungsmöglichkeiten und liegen in vielen Varianten vor.

Das Beispiel beschreibt einen mechanische Greifer, bei denen üblicherweise durch eine lineare Bewegung oder durch eine Kippbewegung von Greiferfingern oder Greiferbacken ein entsprechend geformtes Bauteil form- oder kraftschlüssig erfasst wird.

Üblicherweise bestehen mechanische Greifer aus unterschiedlichen Baugruppen, deren Fertigung durch modulares Zusammenfügen einzelner Teile und Baugruppen erfolgt. Diese werden in einzelnen Montageschritten unter strenger Qualitätskontrolle zusammengefügt. Die Maßnahmen zur Qualitätssicherung der Bauteile sowie der Montage sind oft kostenintensiv, sollen jedoch aus Gründen des Wettbewerbs der Herstellkosten möglichst gering gehalten werden. Individuelle Größen und Konfektionierungen an bestimmte Greiferaufgaben werden deshalb aus Kostengründen nicht angeboten, stattdessen werden in einer Modellreihe abgestufte Größen eines Greifers angeboten.

Kundenseitig sind dann greiferbedarfsgerechte Anpassungen vorzunehmen, beispielsweise das Anfertigen bestimmter Greiferfinger, passend für den kommerziell erhältlichen Greifer, die an die jeweils individuellen Greiferaufgaben konstruktiv angepasst werden müssen. Ein derartiger Aufwand kann insbesondere bei kleinen Stückzahlen im Hinblick auf das Gesamtgreifersystem stark ins Gewicht fallen, so dass vielfältige Greiferaufgaben bereits aus Kostengründen nicht automatisiert werden können. Hinzu kommt, dass die individuell vorzunehmenden Anpassungsarbeiten zu nicht gewichtsoptimierten Baugruppen führen und somit die Leistungsfähigkeit konventionell gefertigter Greiferplattformen beeinträchtigen.

Die Aufgabe besteht also darin, einen Robotergreifer zu entwickeln, dessen Herstellung im Unterschied zu den bisherigen Techniken, insbesondere die Montage betreffend, vereinfacht, kostengünstiger und schneller erfolgen kann. Es soll möglich sein, einen an eine bestimmte Greiferaufgabe individuell angepassten Robotergreifer auch in einer sehr geringen Stückzahl mit einem wirtschaftlich vertretbaren Aufwand herzustellen und dies mit einer hohen Greiferqualität hinsichtlich Funktionalität und Lebensdauer des Greifersystems. Der Robotergreifer soll auch mit beliebig gewählter Skalierung hergestellt werden können, ohne dabei einen großen montage- sowie kostenbedingten Aufwand zu erzeugen.

Um diese Aufgabe zu erfüllen, sollen die Komponenten – Befestigungsflansch, Rahmen und Aktorelement – eines nach einem kundenspezifischen CAD-Datensatz bedarfsgerecht angepassten Robotergreifers mit einem RM-Verfahren hergestellt werden. Je nach Wunsch und Anforderungen durch den Kunden können Greifersysteme hergestellt werden mit und ohne Greiferbacken, die sich zudem beliebig in der Größe skalieren lassen und auf diese Weise optimal an bestimmte Greiferanforderungen anpassen lassen. Durch die grundsätzliche Freiheit im Hinblick auf Größe und Formgebung der Robotergreifer können durch geeignete Konstruktion Greifer hergestellt werden, die über ein optimiertes Gewicht verfügen und somit eine Leichtgängigkeit im Einsatz mit hochdynamischen Roboterarmen gewährleisten.

Die CAD-Daten ermöglichen eine parallele Simulation von Form- und Festigkeitsparametern, so dass gestalterische Freiheiten optimal ausgenutzt werden können, zumal keinerlei Rücksicht auf konstruktiv bedingte Endformschrägen, Hinterschnitte oder gleich bleibende Wandstärken genommen werden muss. Vielmehr ist es möglich, durch Variation der Wandstärke von Bauteilen hochfeste und elastische Bereiche vorzusehen und diese direkt miteinander zu kombinieren. In die Zukunft des RM geblickt, bietet sich eine weitere Anwendung hinsichtlich der angegebenen Robotergreifer mit deren Einsatz in voll automatisierten Fertigungen an. Die solchermaßen ausgestatteten Fertigungslinien werden sich selbst auf die jeweils zu produzierenden Teile einstellen und sind so in der Lage, auch die zur Handhabung erforderlichen Greifersysteme autonom und selbständig zu fertigen, in Betrieb zu nehmen und nach Auslaufen der Serie wieder zu recyceln. Die Qualitätssicherung wird, durch zerstörungsfreie 3D-Messverfahren unterstützt werden. Hierbei können Form- und Lagetoleranzen ebenso wie Material- oder Baufehler überprüft werden.

Das beschriebene Greifersystem kann schnell und ohne jegliche Montage, angepasst an eine jeweilige Greiferaufgabe direkt aus CAD-Datensätzen hergestellt werden. Sie sind damit in den Gesamtkosten verglichen mit marktüblichen Systemen schon heute sehr kostengünstig.

5. Kontaktangaben

Dipl.-Ing. (FH) MDes Ralf Becker
Fhg-IPA, Technische Informationsverarbeitung

Tel. +49 (0)711 970 1859
E-Mail: ralf.becker@ipa.fraunhofer.de
WEB: <http://www.ipa.fraunhofer.de>

Dr.-Ing. Dipl.-Math. Sabine Roth-Koch
Fhg-IPA, Technische Informationsverarbeitung
Tel. +49 (0)711 970 1811
E-Mail: sabine.roth-koch@ipa.fraunhofer.de
WEB: www.ipa.fhg.de

Volltext

Lizenz

Jedermann darf dieses Werk unter den Bedingungen der Digital Peer Publishing Lizenz elektronisch übermitteln und zum Download bereitstellen. Der Lizenztext ist im Internet unter der Adresse http://www.dipp.nrw.de/lizenzen/dppl/dppl/DPPL_v2_de_06-2004.html abrufbar.

Empfohlene Zitierweise

Roth-Koch S, Becker R (2007). Rapid Product Development – Design for Rapid Manufacturing. RTEjournal - Forum für Rapid Technologie, Vol. 4. (urn:nbn:de:0009-2-11680)

Bitte geben Sie beim Zitieren dieses Artikels die exakte URL und das Datum Ihres letzten Besuchs bei dieser Online-Adresse an.