

Der Einfluss des Rapid Prototyping auf die Produktentwicklung

Klemp, E.

Die Entwicklung neuer Produkte ist durch das Verständnis des Auftraggebers und Auftragnehmers gekennzeichnet. Der Einsatz von Bauteilen, die mit dem Rapid Prototyping Verfahren hergestellt werden verbessert nicht nur die Anschauung und vermittelt haptische Eindrücke, die Zeit bis zur Markteinführung sinkt bei einer deutlich reduzierten Fehlerrate. Ergänzend erweist sich die Kombination von Rapid Prototyping und „Simultaneous Engineering“ im Rahmen der Produktentwicklung als sehr vorteilhaft.

The development of new products is determined by the relation and understanding between customer and designer. The use of Rapid Prototyping techniques improves on the one side the visualisation and allows a physical impression, it also results in a shortening of „time to market“ and reduction of failures. In combination with simultaneous development, the Rapid Prototyping technique seems to have an enormous benefit for the next years in product development.

1 Einleitung

Um als Unternehmen auf dem Markt erfolgreich zu sein, muss es dafür garantieren, dass seine Produkte die Wünsche und Bedürfnisse seiner Kunden befriedigen. Zu diesen Wünschen zählt unter anderem, dass die Produkte zur rechten Zeit (meist zum kurzfristigsten Termin), in der bestmöglichen Qualität und am rechten Ort zur Verfügung stehen. Von besonderer Bedeutung ist für das Unternehmen der zu erzielende Preis, zu dem sich das Produkt verkaufen lässt und eine fehlerfreie Auslieferung in der von Kunden gewünschten Qualität und Funktionalität. Durch die in vielen Fällen vorhandenen Konkurrenzsituation ist jedes Unternehmen gezwungen, jedem dieser Ziele eine hohe Bedeutung beizumessen und durch geeignete Vorgehensweisen und Maßnahmen die Erfüllung der Erwartungen zu garantieren.

Aus diesen Gründen ist für die Entwicklung eines neuen Produktes eine gesamthafte Betrachtung des Produktentwicklungs- und Fertigungsprozesses notwendig, unterstützt durch ein systematisches Vorgehen. Gerade im Bereich der Neuentwicklungen

liegt häufig ein komplexes Gebilde von Wünschen, Anforderungen, Funktionalitäten etc. vor, so dass der Entwicklungsprozess selbst zum erfolgsbestimmenden Faktor wird. Unter Anwendung moderner Vorgehensweisen und unter Berücksichtigung der VDI 2221 liegt eine Methodik vor, die es erlaubt, unter Einbeziehung aller Anforderungen und Wünsche, möglichst rasch zu einem besten Ergebnis zu gelangen und die Zeit bis zur Markteinführung so kurz wie möglich zu halten.

2 Die Umsetzung einer Idee

Der Weg von der Idee zum Produkt ist durch das Verhältnis vom Auftraggeber zum Auftragnehmer gekennzeichnet. Einerseits ist der Kunde ein entscheidender Faktor, denn er kann maßgeblich zur schnellen Realisierung und dem Erfolg beitragen. Entschränkend zeigt sich aber, dass er meist nicht über das Wissen der Techniker oder Konstrukteure verfügt, sodass sich der Auftragnehmer der Tatsache gegenüber sieht, dass Kenntnisse über die Vorgänge bei der Konstruktion und der Entstehung von Produkten fehlen. Gerade deshalb muss der Kunde sich sehr genau über das gewünschte Produkt, seiner konkreten Funktion und den Einsatzbedingungen im Klaren sein, denn durch seine Vorstellung trägt er zum Erfolg des Produktes (der Befriedigung seiner eigenen Bedürfnisse) und seiner möglichen Realisierung bei.

Auf der anderen Seite bestimmt der Konstrukteur als ausführendes Organ die Gestalt, Qualität und letztendlich auch die Kosten. Durch seine – meist von Erfahrung geprägte – Tätigkeit ist er maßgeblich an der Durchführung und dem positiven Gelingen bei der Produktentwicklung beteiligt, sieht sich aber häufig im Wechselspiel zwischen funktionalen Forderungen, Designkriterien, zusätzlichen Funktionen, räumlichen Vorstellungsvermögen und dem Kunden. Dieses Wechselspiel resultiert letztendlich auch daraus, dass er versucht, das beste Ergebnis aus seiner Sicht zu erzielen, der Kunde dies aber nicht einschätzen kann und erst nach den ersten Entwürfen in der Lage ist, seine Vorstellungen zu konkretisieren \1). Auch sieht sich der Konstrukteur mit einer ständig wachsenden Bedeutung von Industriedesign konfrontiert, denn der Endkunde (Käu-

fer) wählt sein Produkt auch - und besonders - nach optischen Gesichtspunkten. Durch die Entwicklungen am Markt gewinnen des weiteren die Schnelllebigkeit, Individualisierung der Produkte, kurze Produktlebenszeiten, der Einfluss von Vorschriften und Normen, etc. an Bedeutung.

Im Rahmen der Tendenz, die Entwicklung von Produkten zu beschleunigen und sie zu verbessern, den Anforderungen des Marktes zu genügen, den beteiligten Partnern einen optischen und haptischen Eindruck zu verschaffen und die Realisierung zu erleichtern, haben sich in den vergangenen Jahren Veränderungen bei der Produktentwicklung eingestellt, die einem Produkt zu einem größeren Markterfolg verhelfen können. Hierzu zählen unter anderem 3D-CAD Systeme und die Einführung des Rapid Prototyping. Mit dieser neuen Technik kann das Manko der Anschaulichkeit der Konstruktion behoben und eine Steigerung der Kommunikation zwischen den beteiligten Partnern und Abteilungen erreicht werden, da quasi über Nacht Ideen in ein körperliches Bauteile umgesetzt werden können.

3 Die Bedeutung der Zeit und der Kosten für die Produktentwicklung

Als Schlüsselfaktor für den Erfolg eines Produktes - und somit letztlich auch für den Erfolg eines Unternehmens - gewinnt der Zeitpunkt der Markteinführung eines Produktes, die sogenannte „time-to-market“, zunehmend an Bedeutung. Eine Studie von McKinsey [2] nach **Bild 1** hat ergeben, dass nicht die Entwicklungskosten, sondern die Zeit der entscheidende Faktor ist, denn die frühe Markteinführung wirkt sich deutlich positiver auf die Gesamtkosten aus, als eine Erhöhung der Entwicklungskosten schadet.

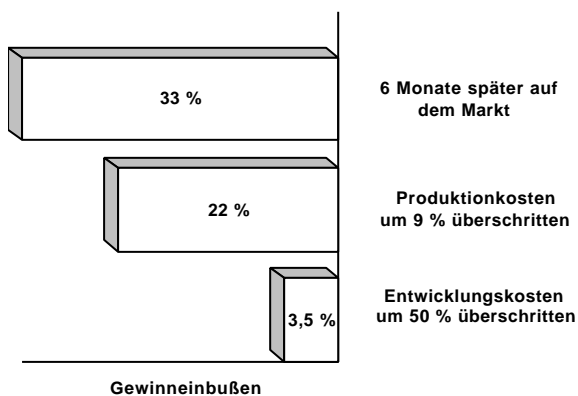


Bild 1: Gewinneinbußen in Abhängigkeit von Markteinführung, Produktions- und Entwicklungskosten. [2]

Im Detail heißt dies, dass eine um 6 Monate verspätete Markteinführung Gewinneinbußen von 33% bedeutet, hingegen eine Verdoppelung der Entwicklungskosten lediglich zu einer 3,5% Gewinneinbuße führt. Die Aussage, dass ein 9%iges Überschreiten der geplanten Produktionskosten zu Gewinneinbußen von 22% führt, unterstreicht die besondere Bedeutung der Entwicklung, die ihrerseits nur einen geringen Anteil an den möglichen Gewinneinbußen hat. In Ergänzung dazu zeigt **Bild 2** den Einfluss und die Verantwortung des Konstrukteurs auf die Kosten, denn es ergibt sich, dass mit Abschluss der Entwicklung bereits 85% aller Kosten festgelegt sind. Da aber zu diesem Zeitpunkt erst 20% der Projektkosten angefallen sind, bestätigt sich der untergeordnete Anteil an den Gesamtkosten und die entscheidende Beeinflussung dieser.

Betrachtet man ergänzend die Kosten in Abhängigkeit zur Projektphase, die für eine bestimmte, gleichartige Änderung entstehen, so steigen die Kosten exponentiell mit Voranschreiten der Produktentwicklung an. Eine Änderung ist nicht nur zeitraubend, sondern kann sogar im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium existenzgefährdende Kosten verursachen.

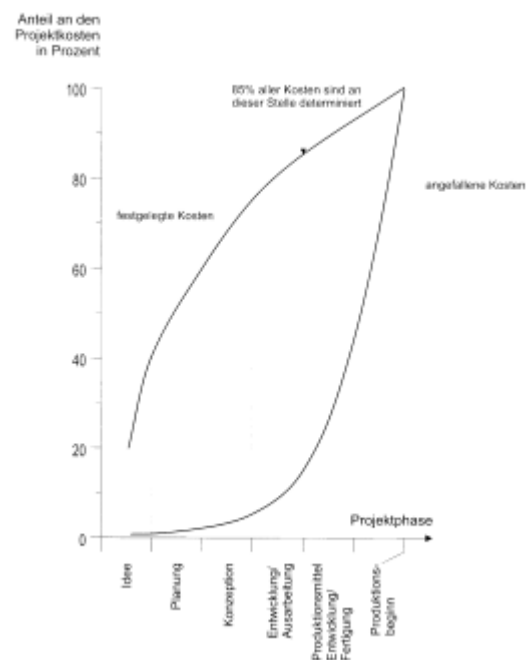


Bild 2: Projektkosten in Abhängigkeit von der Projektphase [2]

Damit lässt sich zusammenfassen, dass der Produktentwicklung eine besondere Beachtung verdient, denn sie

- definiert die Produktionskosten,
- definiert die Entwicklungskosten und
- definiert die Markteinführung.

4 Modelle in der Produktentwicklung

Ein effizientes Hilfsmittel, das die Produktentwicklung unterstützt, für eine bessere Kommunikation zwischen den Auftraggebern und den Auftragnehmern sorgt, einen Teil der Fehlermöglichkeiten bereits im frühen Entwicklungsstadium begrenzt, vermeidbare Kosten verhindert und die Zeit bis zur Markteinführung deutlich verkürzt, ist der Einsatz von Modellen in den Entwicklungsteams.

Gerade während der letzten Jahre haben die Entwicklungen zu einem deutlich breiteren Einsatzspektrum der RP Verfahren geführt. Angefangen von der Stereolithographie sind nun Systeme auf dem Markt, die zu vertretbar geringen Kosten quasi über Nacht Modelle erstellen. Diese finden mittlerweile in allen Phasen des Produktentstehungsprozesses ihre Anwendung und gewinnen als Anschauungsmuster an Bedeutung. Wie **Bild 3** zeigt,

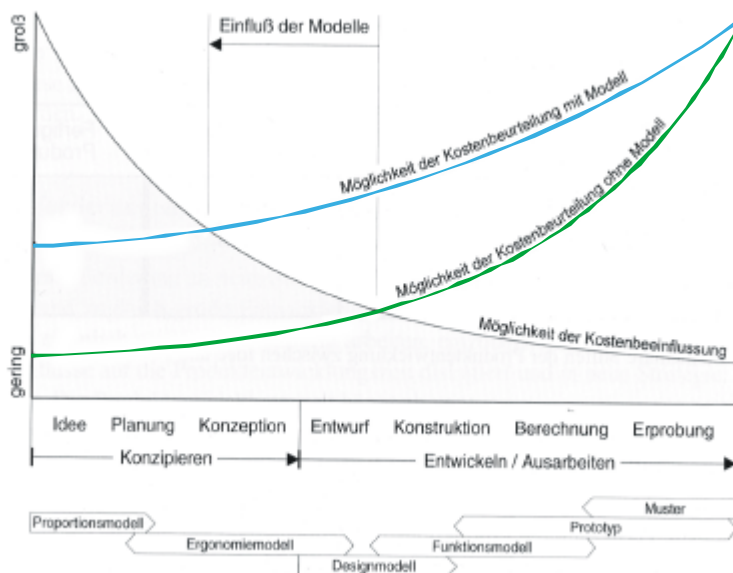


Bild 3: Modelle in der Produktentwicklung /2/

finden sich in allen Bereichen, angefangen bei einem Proportionsmodell in der Konzeptphase und am Ende der Kette als Muster in der Erprobungsphase. Es ist schnell ersichtlich, dass der Einsatz von Modellen durch die Kostenbeeinflussung und deren Beurteilung bestimmt ist. Es zeigt sich, dass durch den Einsatz von Modellen in einem frühen Stadium des Produktentstehungsprozesses ein großer Einfluss auf die später anfallenden Kosten genommen werden kann, was bei der Vorgehensweise nach „target-costs“ erhebliche Vorteile bringt.

Im weiteren Verlauf gewinnt die exakte Voraussage der Kosten auch eine deutliche Einflussnahme mit sich, was direkt zu einer Kostenreduzierung führen kann. Somit kann hier erfolgreich das Ziel verfolgt werden, durch eine gesteigerte Anschaulichkeit und Qualität der Kommunikation zwischen den Partnern, frühzeitig Fehler zu erkennen und eine damit deutliche Zeitersparnis zu erreichen.

5 Die Bedeutung von Rapid Prototyping für den Produktentwicklungsprozess

Um Modelle in den verschiedenen Phasen der Produktentwicklung einzusetzen und damit die Vorteile der neuen Techniken nutzen zu können, bedarf es eines breiten Wissens um die verschiedenen Verfahren und deren Einsatzmöglichkeiten. Durch die große Anzahl der verschiedenen Verfahren gibt es unterschiedliche Prototypen, die zum Beispiel nur als Anschauungsobjekt dienen,

aber auch deutlich hochwertige Bauteile, die in ihren Eigenschaften und Genauigkeiten die späteren Serienbauteile kaum nachstehen. Betrachtet man den klassischen Produktentwicklungsprozess so zeigt sich nach **Bild 4**, dass auf dem Weg von der ersten Phase bis zum Produktionsstart zwischen 5 und 7 Jahre vergehen können, denn jede Instanz übergibt ihre Ergebnisse erst nach Abschluss der Arbeiten an die folgende.

Dieses Vorgehen und der Einsatz von Prototypen in **Bild 5** führt zwangsläufig zu langen Produktentwicklungszeiten. Gerade das Vorgehen von Prototypenbau über Versuche führt zu einer erheblichen zeitlichen Verzögerung und zu Fehlern, denn meist ist die Produktentwicklung den Versuchen voraus, so dass die Prototypen, die in die Versuchsstände eingebaut sind, nicht mehr aktuell sind.

Gerade das Vorgehen von Prototypenbau über Versuche führt zu einer erheblichen zeitlichen Verzögerung und zu Fehlern, denn meist ist die Produktentwicklung den Versuchen voraus, so dass die Prototypen, die in die Versuchsstände eingebaut sind, nicht mehr aktuell sind.

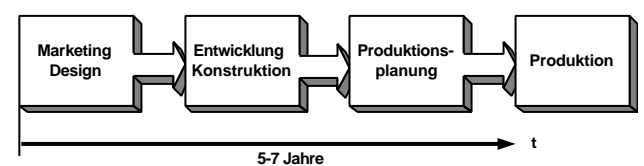


Bild 4: Der Weg vom Design zur Produktion



Bild 5: Produktentwicklung ohne RP Techniken

Die Gesamtversuchsauswertung am Ende der Versuchsreihe ist dann verständlicherweise nicht immer mit dem aktuellen Datenstand vergleichbar, so dass erst nach Abschluss der Auswertungen ein neuer Prototyp in Auftrag gegeben werden kann und die Vorgehensweise beginnt erneut.

Um Abhilfe zu schaffen, haben sich im Laufe der letzten Jahre Vorgehensweisen unter dem Stichwort „Simultaneous Engineering“ entwickelt, die jetzt in der Produktentwicklung mit Hilfe des Rapid Prototyping eine erweiterte Anwendung finden.

Scheiterte die Vorgehensweise nach Bild 5 vornehmlich daran, dass die Herstellung von Mustern und Prototypen zeitaufwendig und kostenintensiv war, so kann der zwangsläufig entstehende Bedarf mittels der neuen Techniken befriedigt werden. Wie **Bild 6** zeigt, kann eine deutliche Zeitersparnis bei Einsatz von 3 - dem jeweiligen Produktstatus angepassten - Prototypen erreicht werden. Der technologische Vorsprung lässt sich leicht ableiten, wenn er auch nicht generell verifizierbar ist.

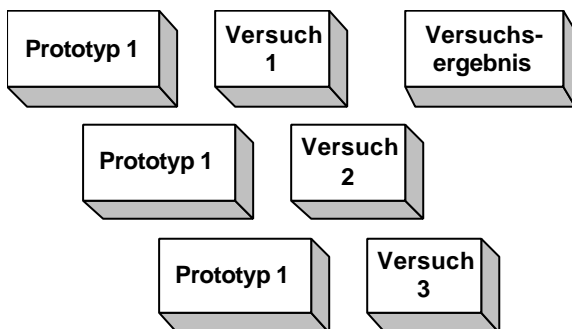


Bild 6: Versuchsaufbau mit RP Techniken

Bei dieser Vorgehensweise zeigt sich aber ein Nachteil der RP-Verfahren, denn durch die schichtweise Herstellung von Bauteilen entsprechen diese nicht in allen Fällen die Eigenschaften des späteren Serienproduktes, so dass die Versuche mit reinen Prototypen nicht immer repräsentativ sind. Ein weiterer Nachteil ist darin zu sehen, dass mittels RP hergestellter Prototypen meist nur ein einzelnes Bauteil hergestellt wird, aber häufig für Versuche mehrere Exemplare benötigt werden.

Abhilfe schaffen hier Vervielfältigungsverfahren wie das Silikonabgussverfahren oder das Rapid Tooling, bei dem keine „Positiv-Prototypen“ gebaut werden, sondern metallische Negativ-Formen, mit deren Hilfe im Spritzgussverfahren eine große An-

zahl von Bauteilen (in der Regel mehrere 100) im späteren Serienwerkstoff hergestellt werden können.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Mit Hilfe der RP Verfahren können bereits in den frühen Phasen des Produktlebenszyklus schnell und unkompliziert Varianten geschaffen werden, die auch komplexe Zusammenhänge problemlos und präzise wiedergeben, die als Diskussionsgrundlage zwischen Konstrukteur und Auftraggeber dienen können. Im weiteren Verlauf können über Wahl eines geeigneten „Vervielfältigungsverfahrens“ die Teile als Muster zum Beispiel für Funktionstests eingesetzt werden. Durch die schnelle Herstellung von Prototypen kann ein erheblicher Schritt in Richtung Zuverlässigkeit getan werden.

Nach Abschluss der Konstruktionsphase können diese Bauteile auch als Vorserienteile ihren Einsatz finden, die durchaus in der Produktionsplanung zu erheblichen Vorteilen führen können.

In Kombination mit dem Vorgehen nach „Simultaneous Engineering“ lassen sich in allen Phase der Produktentwicklung Vorteile hinsichtlich Qualität, Zeit und Kosten erreichen.

Auf Unternehmensebene lässt sich durch dieses Vorgehen eine deutliche Verbesserung der Marktposition und eine Erhöhung des Technologieumschlags erreichen. Dies bedeutet, dass Produkte auf den Markt gebracht werden können, die veränderte oder sogar neue Eigenschaften aufweisen, für die die Konkurrenz mit herkömmlichen Methoden eine erheblich längeren Zeitraum benötigt.

Ein für den Kunden deutlich messbarer Vorteil besteht durch die Rapid Prototyping Technologien darin, dass auf seine Anforderungen und Wünsche schneller eingegangen werden. Als Konsequenz hat dies zur Folge, dass ein Wechsel von Verkäufer- zu Käufermarkt eine mögliche Konsequenz der Technologie sein kann, denn durch das Wissen und die Anwendung der Möglichkeiten steigen auch die Marktchancen des Auftragnehmers.

7 Literatur

- /1/ Kruse, Peter: Dissertation: Anforderungen in der Systementwicklung, VDI Reihe 20 Nr. 191, 1996, ISBN 3-18-319120-2
- /2/ Gebhardt, Andreas: Rapid Prototyping, Werkzeuge für die schnelle Produktentwicklung, Hanser Verlag München, Wien, 1996, ISBN 3-446-18240-3