



PRODUKTSTANDARDISIERUNG UND DEREN WIRTSCHAFTLICHE EFFEKTE

Zusammenfassung. In der auftragsbezogenen Einzel- und Kleinserienfertigung sind durch gezielte Standardisierungsmaßnahmen erhebliche Kostensenkungspotentiale zu erschließen. Der Vortrag zeigt zum einen pragmatische Strategien und Maßnahmen zur Standardisierung, und stellt zum zweiten dar, wie dadurch Kostensenkungen besonders in den indirekten Unternehmensbereichen wie Entwicklung, Konstruktion, Disposition, Lager, Transport zu erwarten und zu quantifizieren sind.

1. Einleitung

In der Vergangenheit konzentrierten sich Unternehmen hauptsächlich auf Einsparungen in den direkten Kostenbereichen, wie Material- und Fertigungskosten. 40 bis 60% der Gesamtkosten eines Unternehmens entstehen jedoch derzeit in den (indirekten) Gemeinkostenbereichen; Die Tendenz ist weiterhin steigend (Bild 1). Derartige Zahlen belegen wie wichtig es ist, sich auch mit den Gemeinkostenbereichen des Unternehmens zu beschäftigen.

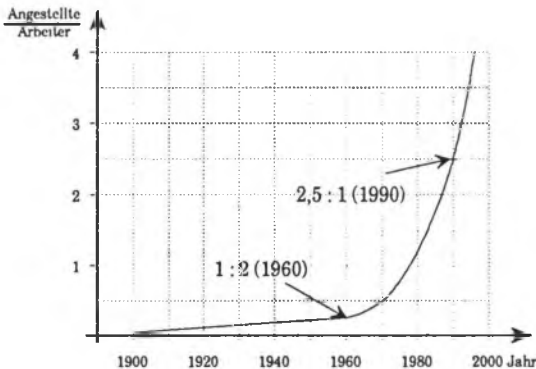


Bild 1. Verhältnis der Beschäftigten in direkt produktiven Bereichen/indirekten Bereichen

Eine wesentliche Ursache für das stetige Ansteigen von Gemeinkosten ist die Explosion der Anzahl von Produktvarianten. Im Rahmen dieses Vortrags werden Produkte mit geringem Marktvolumen und hoher Varianz aus der auftragsspezifischen Einzel- und Kleinserienproduktion betrachtet (Bild 2). Signifikantes Merkmal dieses Marktsegments ist die geforderte hohe Flexibilität, d.h. Eingehen auf individuelle Kundenwünsche sowie das kurzfristige Reagieren auf Änderungen der Anforderungen des Marktes, die zu der hohen Variantenzahl führen.

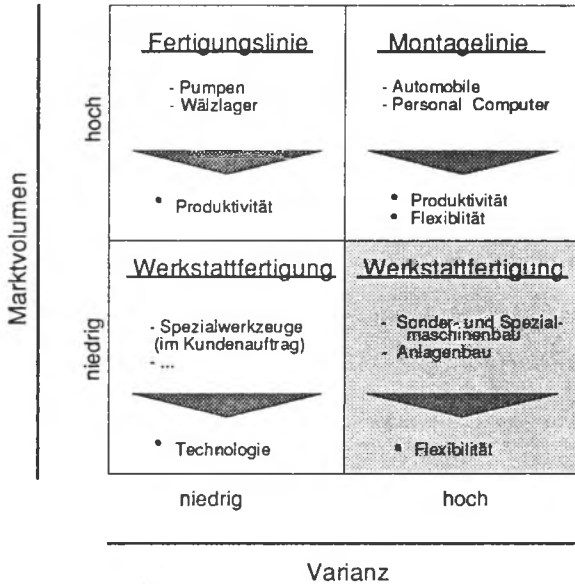


Bild 2. Untersuchungsspektrum

Ein wichtiger Ansatz für die Beherrschung der Variantenvielfalt ist die Standardisierung. Sie scheint zunächst den marktseitigen Anforderungen nach Flexibilität zu widersprechen. Im folgenden wird jedoch gezeigt, durch welche Strategien und Maßnahmen dieser Widerspruch entkräftet werden kann.

2. Standardisierung

Unter dem Begriff "Standardisierung" werden eine Vielzahl von Maßnahmen¹ in unterschiedlichen Unternehmensbereichen zusammengefaßt, die zur *Vereinheitlichung* von Abläufen, Organisationsstrukturen und Produkten führen. Die Vereinheitlichung von Produkten betrifft dabei nicht nur *Funktion* und *Gestalt* des Produktes bzw. seiner Baugruppen, sondern auch deren *zeitliches*, wie *mengenmäßiges Auftreten* [1]. Auf Produktebene wird letzteres durch die Auftragslage des Unternehmens bestimmt und ist damit nur in engen Grenzen beeinflussbar. Auf Bauteil- und Baugruppen-ebene bestehen hingegen durchaus Möglichkeiten zur Beeinflussung.

2.1. Strategien zur Standardisierung

Voraussetzung zur Definition des Produktspektrums ist eine langfristig wirksame Produktstrategie. Ohne fundierte Kenntnisse und genaue Prognosen des Marktes und seiner Trends ist die Standardisierung von Produkten ein unkalkulierbares unternehmerisches Risiko! Neben den produktstrategischen Informationen sowie der Möglichkeit zur wirtschaftlichen Bewertung der Standardisierungsmaßnahmen sind eine Reihe verschiedener Kriterien zu berücksichtigen.

¹ Variantenreduzierung, Baukasten- und Baureihenentwicklungen, Modularisierung, Normung, Wiederholteil etc. usw.

Aus Projekterfahrungen in verschiedenen Unternehmen und Branchen² können folgende Strategien zur Entwicklung einer *standardisierungsgerechten Produktstruktur* formuliert werden:

1. Strategie: Ziel der Vereinheitlichung von Funktion und Gestalt eines Produktes muß sein, Varianten auf Bauteil- und Baugruppenebene zu reduzieren ("schlanke Produktstruktur"), ohne das angebotene Produktspektrum einzuschränken (**Bild 3**). Eine ideale Produktstruktur weist folgende Merkmale auf:

- schlanke Form bei breitem Produktspektrum,
- starke Einschnürung in einer oberen Ebene

Entscheidend für eine optimale Struktur ist also, daß Anpassungen an Kundenwünsche durch vielseitiges Kombinieren einer relativ kleinen Anzahl von Bauteilen und Baugruppen entstehen und nicht durch hoch differenzierte Baueinheiten auf gleicher Ebene.

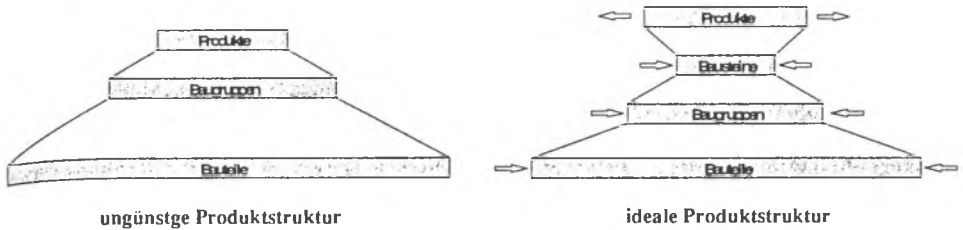


Bild 3. Produktspektrum erweitern bei reduzierter Bauteile- und Baugruppenzahl [5, 8]

Bei bestehenden Produktspektren findet man häufig eher Produktstrukturen mit geringer Tiefe und großer Breite vor. Im Beispiel ist eine Produktstruktur bestehend aus nur drei Ebenen dargestellt, wobei die oberste Ebene die Produktebene und die unterste Ebene die Einzelteile bezeichnen. Die Baugruppenebene fällt damit zwangsläufig sehr breit aus [8]. Die Bereitstellung der Baugruppen ist aufwendig und platzraubend, die Vormontage überschaubarer, kundenneutraler Einheiten unmöglich. Die Aufgliederung der Baugruppenebene in mehrere, schmalere Ebenen führt - definierte Schnittstellen vorausgesetzt - zu größeren Kombinationsmöglichkeiten der einzelnen Einheiten.

Ebenfalls auf größtmögliche Kundenneutralität zielt die Forderung nach der stärksten Einschnürung der Struktur in einer oberen Ebene ab. Erst in den letzten Montageschritten bzw. Fertigungsschritten werden kundenspezifische Optionen ergänzt. Statt mehrerer bereits spanend bearbeiteter Flansche zur Montage verschiedener Motoren an eine Maschine, werden beispielsweise nur die Rohteile gelagert; je nach Größe des erforderlichen Motors wird erst kurz vor der Entmontage das entsprechende Bohrbild aufgebracht. Im Idealfall kann dabei ein breites Produktspektrum aus wenigen Baugruppen konfiguriert werden. Die nachstehende Strategie vertieft diesen Gedanken:

2. Strategie: Die Produktstruktur sollte derart aufgebaut sein, daß kundenspezifische Bauteile und -gruppen bzw. Produkte erst gegen Ende der Wertschöpfung entstehen, d.h. eine **hohe Kundenneutralität** bis zur Endmontage gewahrt bleibt.

Bild 4 veranschaulicht, wie eine derartige Produktstruktur idealerweise aussehen könnte: Ausgehend von einem Basisprodukt, das die Grundfunktionalität bereitstellt, werden Sonderfunktionen und auftragsspezifische Funktionen auf Kundenwunsch möglichst spät ergänzt - so die Theorie. Die Baukastenstruktur, die dabei vorausgesetzt wird, ist jedoch bei bestehenden Produkten nur selten

² Klöckner Desma (Achim): Direktansohlmotoren, Hewlett Packard (San Francisco, USA): Elektronische Meßgeräte zur Spektralanalyse, Sulzer Wäse (Bruchsal): Kreiselpumpen

vorhanden - die nachträgliche Umstrukturierung erweist sich unter realen Termin- und Kostenrestriktionen als sehr komplexes Problem. Ein erster Schritt in Richtung Baukastensystem ist die Unterscheidung der Bauteile nach "Standard" und "Variante", wie sie im weiteren erläutert wird.

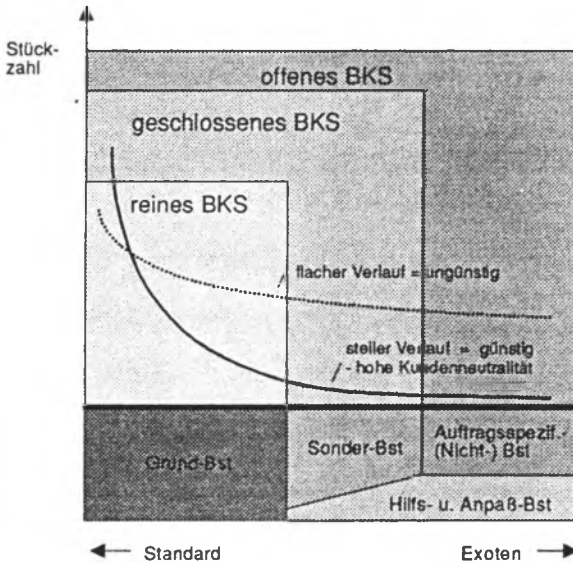


Bild 4. Kundenneutrale, modulare Produktstruktur

Die Differenzierung der Bauteile und Baugruppen nach *Standard- und Variantenbausteinen* ist nach folgenden Kriterien durchzuführen (siehe auch [1, 6, 8]): Standards sind zu setzen, bei

3. Strategie: **kostenintensiven** Bauteilen und -gruppen (mit **hohem anteiligen Umsatz**)
Dadurch können Bestände und Durchlaufzeiten drastisch reduziert werden.
4. Strategie: Bauteilen und Baugruppen mit **hohem anteiligen Absatz**.
Im anteiligen Absatz werden die Verwendungshäufigkeit der Bauteile/Baugruppen in verschiedenen Produktvarianten und deren Anteil am Gesamtabsatz der Produktgruppe berücksichtigt. Hiermit kann der "Umtrieb", d.h. die Zahl verschiedener Geschäftsvorgänge verringert werden.
5. Strategie: Bauteilen und Baugruppen mit **langen Dispositionszeiten** (z.B. Guß- und Schmiedeteile)
6. Strategie: Bauteilen und Baugruppen mit **langem Lebenszyklus**.
Kurzlebige Teile zum Standard zu erklären, hieße die Flexibilität eines Unternehmens einzuschränken!
7. Strategie: Bauteilen und Baugruppen mit **hohem Lageraufwand** (nach Wert, Menge und Platzbedarf) und
8. Strategie: **hohen Prüfkosten** (z.B. in der Elektronikindustrie).

Zur Visualisierung von Strategie 3. und 4. dient ein Stärkediagramm, wie es **Bild 5** zeigt. In diesem Diagramm sind diejenigen Bauteile leicht zu erkennen, die mit höchster Priorität in ein Standard- bzw. Variantenbauteil überführt werden sollten.

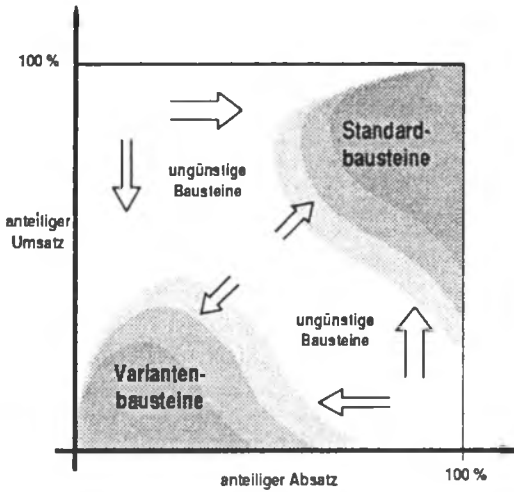
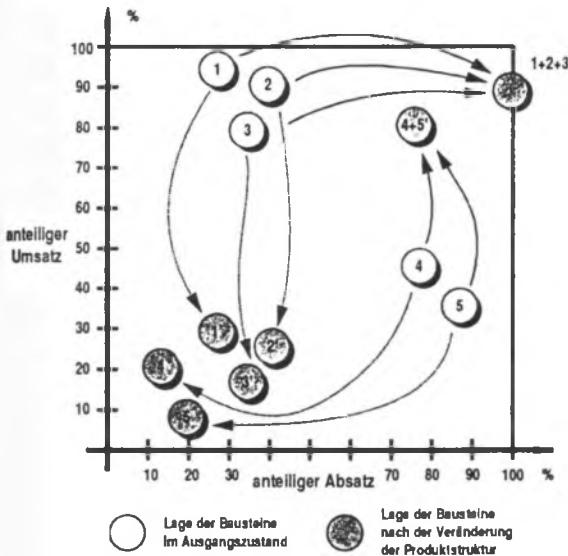


Bild 5. Stärkediagramm

Bild 6 zeigt beispielhaft, wie sich die Lage einiger Bausteine einer Produktgruppe durch Standardisierungsmaßnahmen ("Optimierung der Funktionsbezogenheit", "Optimierung der Montage-reihenfolge", "Differenzierung in Variante und Standard") in der Darstellung geändert hat³.



Für eine Kunststoffspritzeinheit ist als komplexer Baustein ein sog. Unterbau definiert, der entsprechend der unterschiedlichen Förderleistung in drei Varianten (1, 2, 3) mit jeweils hohen Kosten und geringem anteiligen Absatz bereitgestellt werden muß. Durch die Auftrennung in zwei Baugruppen, einen einheitlichen Ständer (1+2+3') und die, die Förderleistung bestimmenden Dosierpumpen (1', 2', 3'), kann der teure Ständer als Standardteil kundenneutral disponiert werden. Nur die kostengünstigen Dosierpumpen werden als Variantenteile in dreifacher Ausführung gelagert. Die Bestände wurden dadurch erheblich reduziert.

Bild 6: Beispiel zur Durchführung von Strategie 3 und 4

³ Vereinfachtes Beispiel aus einem Projekt zur Standardisierung von Direktansohlmachines bei Klöcker Desma (Achim)

2.2. Maßnahmen zur Standardisierung

2.2.1. Optimierung der Funktionsbezogenheit, Differenzierung in Standard und Varianten

Grundlage der Produktstandardisierung ist die Unterscheidung der Produktvarianten durch signifikante Eigenschaften. Dabei wird zunächst untersucht, welche funktionsorientierten Merkmale die einzelnen Varianten der Produktgruppe voneinander unterscheiden und in welchen Ausprägungen diese sogenannten "Variantenmerkmale" auftreten.

Diese funktionsorientierte Betrachtung der Produktvarianten wird mit Hilfe der "Baugruppenliste zur Produktstrukturierung" (**Bild 7**) durchgeführt. In diese Tabelle werden alle Baugruppen der betrachteten Produktgruppe mit ihren Ausprägungen der Variantenmerkmale und mit ihrer Produktzugehörigkeit eingetragen. Die Spalte "Ausprägung der Variantenmerkmale" bei einer Baugruppe gibt an, welche der funktionsbezogenen Variantenmerkmale für die Verwendung der Baugruppe in den Produktvarianten verantwortlich sind und in welcher Ausprägung diese Merkmale auftreten.

Beispiel: Die verschiedenen Varianten einer Produktgruppe von Kunststoffspritzeinheiten unterscheiden sich u.a. durch die Anzahl der Materialkomponenten (2 oder 3) und durch die Förderleistung (40, 60 oder 80 ccm/min).

Benennung der Baugruppen	Wert [DM]	Ausprägung der Variantenmerkmale						Produktzugehörigkeit						
		Komponentenanzahl		Förderleistung [ccm/min]			u. s. w.	Kunststoffspritzeinheit Variante ...						
		2	3	40	60	80		A	B	C	D	E	F	
STÄNDER	7400.-	1	1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1
MISCHKOPF A	8500.-	1		1	1	1		1	1	1				
MISCHKOPF B	9350.-		1	1	1	1					1	1	1	
DOSIERPUMPE A	1450.-	1	1	1				1			1			
DOSIERPUMPE B	1750.-	1	1		1				1			1		
DOSIERPUMPE C	2050.-	1	1			1				1				1
HAUBE A	700.-							1	1					
HAUBE B	850.-									1	1	1	1	
AUSLEGER	2500.-							1	1	1				

Bild 7. Baugruppenliste zur Produktstrukturierung

In der Spalte "Produktzugehörigkeit einer Baugruppe" ist aufgeführt, in welchen Produktvarianten eine Baugruppe Verwendung findet. *Die Dosierpumpe A wird z.B. in der Kunststoffspritzeinheit Variante A und Variante D eingesetzt.*

Indem nun die Baugruppen mit gleichen Merkmalsausprägungen und gleicher Produktzugehörigkeit zu "Standard"-Produktbausteinen zusammengefaßt bzw. Baugruppen mit verschiedenen Merkmalen getrennt (→ Variantenbausteine) werden, erhält man Produktstrukturen, die sowohl funktions- als auch dispoitionsorientiert sind (siehe auch **Bild 6**!). Hierin wird erkennbar, wie erhebliche Kosten in den Gemeinkostenbereichen Lager, innerer Transport, Disposition eingespart werden können.

Die realen Abbildungen der Produktstrukturen werden sehr schnell unüberschaubar; Die Listen wurden in den Projekten rechnerunterstützt mit Hilfe eines Tabellenkalkulationsprogrammes erstellt und ausgewertet. Zur Zeit arbeitet das Institut an einer Software zu automatisierten Darstellung der Baustrukturen.

2.2.2. Bilden von Packages

Bei Produkten, deren hohe Varianz durch eine umfangreiche Liste von Ausstattungsoptionen erzeugt wird, bietet sich die Zusammenfassung häufiger Ausstattungskombinationen zu vorgegebenen Ausstattungspaketen an (Bild 8). Voraussetzung für dieses Vorgehen sind standardisierte Schnittstellen für die Ausstattungsoptionen, wie sie z.B. in der Elektronikindustrie häufig definiert sind (Steckplätze für Leiterplatten).

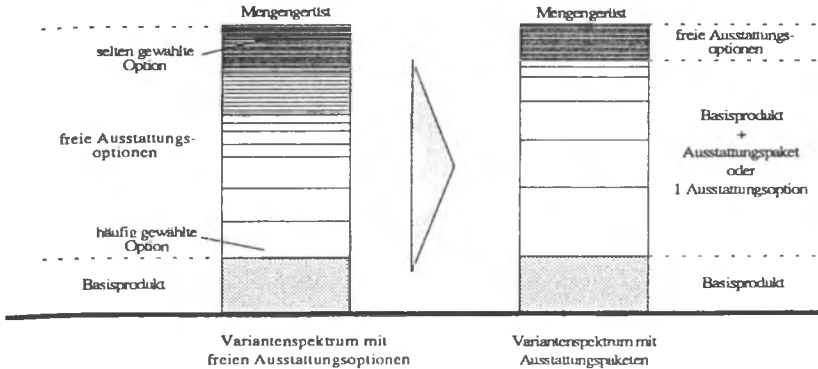


Bild 8. Ausstattungspakete⁴

Folgende alternative Lösungskonzepte sind möglich:

1. Paket B substituiert Paket A und enthält zusätzlich weitere Ausstattungskomponenten
→ Funktionserweiterung durch Wahl der Pakete
2. Pakete zielen jeweils auf grundsätzlich verschiedene Anwendungsfälle ab
→ Funktionsänderung durch Wahl der Pakete
3. Mischform aus 1. und 2.

Weitere Ausstattungsoptionen können jeweils einzeln ergänzt werden.

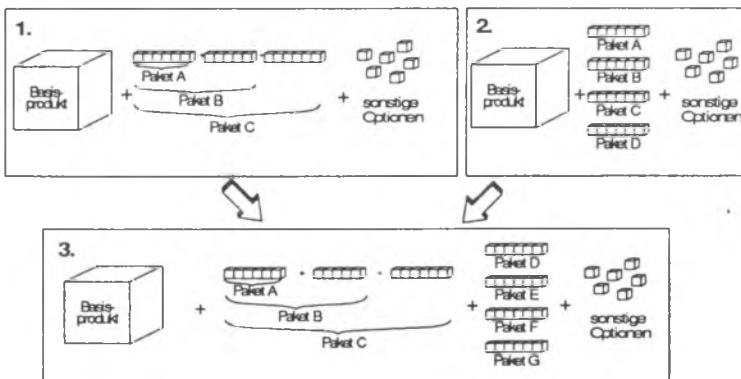


Bild 9. Paketbildung

⁴ Vereinfachte Darstellung aus einem Projekt bei Hewlett Packard (San Fransisco): Meßgeräte zur Spektralanalyse

Für das Basisprodukt ist folgende strategische Entscheidung zu treffen:

1. Funktions- bzw. Ausstattungsumfang der Basisgruppe auf ein Minimum beschränken, um somit einen niedrigen Einstiegspreis für ein "nacktes Produkt" zu ermöglichen. Diese Strategie eignet sich in Märkten, in denen ein erheblicher Preisdruck herrscht.
2. Umfangreiche Grundausstattung der Basisgruppe, um damit die häufigsten Ausstattungsoptionen kostengünstig (im Paket) anzubieten. Daraus ergibt sich ein höherer Einstiegspreis für "komfortables Produkt" in qualitätsbewußtes Märkten.

Herstellerseitig liegt der Vorteil dieses Verfahrens in der drastisch reduzierten "Betriebsamkeit" bei vielen Unternehmensbereichen: In einem Projekt bei Hewlett Packard (Meßgeräte zur Spektralanalyse) können z.B. zukünftig 80 % (!) der Produkte durch ein Basisprodukt und fünf Pakete abgedeckt werden. Damit sind Angebote schneller zu erstellen, in der Fertigung erheblich weniger Produktvarianten zu handeln, der Aufwand für Lagerhaltung verringert sich, die Disposition von Teilen wird vereinfacht. Die Prüfkosten zur Funktionsprüfung der Leitplatten sind zudem um Größenordnungen reduziert worden.

Für den Kunden wird die Kostentransparenz der Produktvarianten verbessert, die Preisbildung erfolgt verursachungsgerecht. D.h. eine einzeln verbaute Option kann höher kalkuliert werden als die gleiche Option im Paket verbaut. Im Vergleich zur Ausgangssituation ist als nachteilig zu vermerken, daß sehr individuell konfigurierte Produktvarianten vergleichsweise teuer werden.

3. Wirtschaftliche Effekte der Standardisierung

Ziel der vom Institut für Konstruktionslehre derzeit geplanten Untersuchungen ist nun, konventionelle Kostenrechnungssysteme derart zu erweitern, daß:

- Wirkungen von Standardisierungsmaßnahmen auf direkte und Gemeinkostenbereiche quantifizierbar sind und darauf aufbauend
- ein Verfahren zur vorausschauenden wirtschaftlichen Bewertung von Produkt- bzw. Bauteil- und Baugruppenvarianten zu entwickeln.

Das Verfahren soll dabei eine grobe, aber realistische und schnelle Bewertung ermöglichen und somit zur Vorkalkulation bzw. Angebotserstellung geeignet sein. Langfristige Produkt-strategische Aspekte werden dabei vorerst vernachlässigt.

Zunächst sind daher qualitative Wirkungen von Standardisierungsmaßnahmen erhoben worden. In den direkten Kostenbereichen sind das folgende:

wirtschaftliche Effekte der Standardisierung auf <u>direkte</u> Kosten
<ul style="list-style-type: none">• Mengenrabatte für Material, Halbzeuge, Norm- und Zukaufteile• rationellere Fertigungsverfahren, (Durchlaufzeitenreduzierung) → geringere Kapitalbindung → geringere Rüstkosten• Qualitätsverbesserung durch Erprobung und Trainingseffekt → geringere Instandhaltungs- und Wartungskosten → geringere Reklamationskosten → weniger Ausschuß, weniger Prüfmittel• ...

Die Einsparungen in den direkten Kostenbereichen sind vergleichsweise einfach zu quantifizieren, da sie in den konventionellen Kalkulationen explizit ausgewiesen werden (siehe Mengenrabatte für Materialkosten).

Die derzeitig eingesetzten Kostenrechnungsmodelle sind jedoch nicht geeignet, wirtschaftliche Effekte der Standardisierung auf Gemeinkostenbereiche nachzuweisen: In ihnen wurde die exakte Messung des Ressourcenverbrauchs durch eine (vergangenheitsorientierte) Schlüsselung ersetzt, die - da nicht auf das dynamische Verhalten des Systems reagierend - keine Grundlage für eine realitätsnahe Leistungsbewertung bietet. Folgende Tabelle zeigt die beeinflussbaren Gemeinkosten:

wirtschaftliche Effekte der Standardisierung auf Gemeinkostenbereiche
<ul style="list-style-type: none">• Erhöhung der Maschinenauslastung → Reduzierung des Maschinenstundensatzes• Reduzierung der Fertigungsverfahren und -tiefe (Fremdfertigung) → Reduzierung der kalkulatorischen Abschreibungen für Maschinen, Vorrichtungen, Werkzeuge.• Verringerung der Entwicklungs- und Konstruktionszeiten/-kosten• Reduzierung der Einführungs- und Verwaltungskosten von Teilen/Baugruppen• Reorganisation d. Auftragsdurchlaufes → Reduzierung der Lagerhaltungs- und → Transportkosten → Reduzierung der Abwicklungskosten in Einkauf, Arbeitsvorbereitung, Konstruktion, Dokumentation• höhere Kundenneutralität (Varianten entstehen gegen Ende der Wertschöpfung) → Reduzierung der Bestände• ...

Weiterhin ergeben sich einige nicht quantifizierbare Wirkungen:

nicht quantifizierbare Effekte der Standardisierung
<ul style="list-style-type: none">• eindeutige Vertragsabschlüsse• absatzwirtschaftliche Vorteile, Erhöhung des Marktanteiles durch → besseres Kosten/Nutzen-Verhältnis → Kostentransparenz, verursachungsgerechte Preisbildung → kürzere Lieferzeiten → flexiblere Angebote• ...

Konventionelle Kalkulationssysteme können unter Umständen sogar den Trend zur Variantenexplosion unterstützen, da sie für Varianten sinkende Material- und Fertigungseinzelkosten ausweisen (Bild 10). Tatsächlich werden jedoch wegen geringerer Stückzahlen die Auslastung der Produktionsmittel sinken und flexiblere und damit kapitalintensivere Produktionsmittel erforderlich sein. Kostensenkungen durch Standardisierungsmaßnahmen in den indirekten Produktionsbereichen (Entwicklung, Konstruktion, Versuch, Disposition, Lager, Transport u.ä.), die als **Gemeinkostenzuschläge proportional zu den Material- und Fertigungskosten** auf das Produkt verrechnet werden, können nicht ausgewiesen werden.

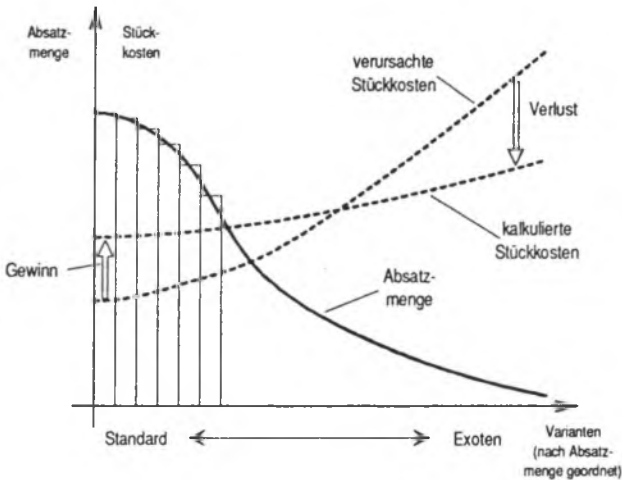


Bild 10. Tatsächliche und kalkulierte Stückkosten (nach [1])

Erste Ansätze zur optimierten Vollkostenrechnung sind in der Prozeßkostenrechnung (Activity Based Costing) oder ähnlichen Verfahren zu beobachten. Sie fordern eine differenzierte Kostenerfassung besonders von Gemeinkosten.

Die Prozeßkostenrechnung weist immerhin bestimmte mengeninduzierte Einsparungen für wesentliche Teilprozesse nach. Andere Einflußgrößen, wie die zeitliche Varianz der Mengenströme, Dispositions- und Lagerzeiten, Massen und Volumen der Bauteile sowie Merkmale der Produktstruktur bleiben jedoch unberücksichtigt.

Es wird abzuschätzen sein, ob der stark erhöhte Aufwand tatsächlich zu den gewünschten Ergebnissen führt oder ob auch vereinfachte Kurzkalkulationsverfahren (z.B. eine modifizierte Zuschlagskalkulation) geeignet sind. Eine Entscheidungsfindung muß also derzeit noch ohne realistische Kostenbewertung stattfinden.

4. Literaturverzeichnis

- [1] Caesar, Christoph: Kostenorientierte Gestaltungsmethodik für variantenreiche Serienprodukte, Variant Mode an Effects Analysis (VMEA). Düsseldorf: VDI-Fortschrittsbericht Nr. 218, VDI-Verlag, 1991.
- [2] Ehrlenspiel, K. Kostengünstig konstruieren, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, Tokio 1985.
- [3] Eversheim, W.
Schuh, G.
Caesar, C.: Konventionelle Kostenkalkulation verursacht Varianten, Eine Methode zur Variantenbewertung. VDI-Z 131, S. 57-61, 2/1989.
- [4] Franke, H.-J.,
Schill, J. Kostensenken durch Einsparen von Teilen VDI-Berichte Nr. 651, Seite 139-152, VDI-Verlag, 1987.
- [5] Franke, Hans-Joachim
Lippardt, Sven
Jeschke, Andrea
Feldhahn, Karl-Andreas: Standardisierung der Produktstruktur zur Verbesserung der Ablauforganisation in einem Unternehmen des Spezialmaschinenbaus. VDI-Z 135 (1993), Nr. 10, S. 70 bis 73.
- [6] Hichert, R.: Probleme der Vielfalt, Teil 1 bis 4 wt-Z ind. Fertigung 75 bis 77, 8/1985, 3/1986, 11/1986, 4/1987.
- [7] Lippardt, Sven: Standardisierungsmaßnahmen und deren Kosteneinfluß in der Kleinserienfertigung. unveröffentlichte Diplomarbeit am Institut für Konstruktionslehre, Braunschweig 1993.
- [8] Ungeheuer, Udo: Produkt- und Montagestrukturierung. Methodik zur Planung einer anforderungsgerechten Produkt- und Montagestruktur für komplexe Erzeugnisse der Einzel- und Kleinserienfertigung, Düsseldorf: VDI-Verlag, 1986.

Gutachter: Karol Reich