

# SIMULTANEOUS ENGINEERING

## Gemeinsame Produkt- und Prozeßentwicklung

H. H. Danzer

### **1. Markterfordernisse und Herstellbarkeit bestimmen die Konkurrenzfähigkeit**

Es steht außer Zweifel, daß im heutigen Verdrängungswettbewerb die wirtschaftliche und sichere Herstellbarkeit schon bei der technischen Konzeption eines Produktes mitberücksichtigt werden sollte.

Allerdings hat sich bei den westlichen Industrienationen eingebürgert, zuerst eine aus der Sicht des Technikers möglichst gute Problemlösung fertig zu entwickeln und anschließend die Unterlagen an die Produktionsplanung weiterzugeben. Hier erfolgt in einem zweiten Schritt die technologische und kostenmäßige Optimierung der künftigen Produktion.

Diese traditionelle Vorgangsweise, die dem Taylor'schen Modell der Arbeitsteilung entspricht, ist aus mehreren Gründen für den Konkurrenzkampf im heute vorherrschenden Verdrängungswettbewerb nicht mehr geeignet.

Bevor jedoch die naheliegende Lösung einer nicht mehr getrennten, sondern gemeinsamen Optimierung in Angriff genommen wird, muß unbedingt noch ein weiterer Aspekt in die Überlegungen zur Verbesserung der Konkurrenzfähigkeit miteinbezogen werden. Es stellt sich nämlich immer wieder heraus, daß von der Entwicklung Probleme oft technisch perfekt gelöst werden, es dabei aber keineswegs sichergestellt ist, ob damit auch die Erwartungen der Kunden marktgerecht, d.h. besser als von der Konkurrenz erfüllt werden.

Es ist daher ein wesentlich größerer Optimierungskreis einzubeziehen, von der Kundenerwartung in einem bestimmten Preissegment über die Entwicklung, die Planung, die Steuerung, die Beschaffung, die Produktion, den Vertrieb und das Service. Das heißt, alles was die ATTRAKTIVITÄT eines Produktes in einem Käufermarkt ausmacht, (der gesamte sog. Qualitätskreis bzw. Quality Loop) muß in eine gemeinsame Optimierung miteinbezogen werden.

Dieses ganzheitliche Optimieren während der Entwicklungsphase ist unter SIMULTANEOUS ENGINEERING zu verstehen.

Aus der Sicht der sicheren und optimalen Prozeßführung ist es andererseits notwendig, bei der Durchführung von vorteilhaft erscheinenden Eingriffen und Veränderungen Kenntnis darüber zu besitzen, welche Auswirkungen dies bei der Erfüllung der Kundenerwartungen bzw. bezüglich der Konkurrenzfähigkeit haben könnte.

Die Methode des QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT ( QFD ) erlaubt ausgehend von unvoreingenommen erhobenen Kundenerwartungen eine durchgängige Ableitung von technischen Spezifikationen für die einzelnen Lösungskonzepte sowie deren produktionstechnische Realisation. Mit QFD wird nicht nur eine Basis für eine marktgerechte Entwicklung geschaffen, sondern auch die Wichtigkeit jeder einzelnen Merkmalsausprägung in Bezug auf die Produktattraktivität am Markt aufgezeigt. So erhalten Entwicklung und Produktion eine gemeinsame marktgerechte Basis für Gesamtoptimierungen.

Betrachtet man die Möglichkeiten, gerade in Serie gegangene Produkte den Reaktionen im Markt entsprechend anzupassen, dann erkennt man, daß größere Veränderungen praktisch unmöglich sind oder zumindest nicht rechtzeitig durchgeführt werden können, und daß gewisse unabdingbare Anpassungen oder Reparaturen ohne die übliche Entscheidungsfreiheit bezüglich der Kosten mit oft unvorhersehbar hohem Aufwand und unter nicht budgetiertem Einsatz von Material und Personalressourcen durchgeführt werden müssen. Die in diesen Situationen naheliegende Erkenntnis, tiefergehende Marktstudien oder die breitere Erprobung mehrerer Problemlösungsvarianten **hätten** erfolgen müssen, führt allerdings zu keiner Lösung des vorliegenden akuten Problems.

Im Gegenteil, es müssen zur Lösung des Problems im Feld sogar Kapazitäten von ihren Normalaufgaben abgezogen werden, wodurch die Vorbereitung des nachfolgenden Auftrages eher noch schlechter abläuft als geplant. Von einer Verstärkung präventiver Aktivitäten kann in derartigen Situationen überhaupt keine Rede sein. Zwangsläufig wird der nächste Serienanlauf daher zumindest das gleiche Erfolgsrisiko bei Serienstart aufweisen, wie der letzte und die Jahr für Jahr für die laufende Serie einzuplanenden Aufwendungen für die sog. Serienbetreuung machen dies augenscheinlich. Ohne einschneidende Umstellung läßt sich das vorherrschende Szenario offensichtlich nicht verlassen.

Wäre das Wissen um die tatsächlichen Kundenerwartungen und um die tatsächlichen Beschaffungs- und Fertigungsmöglichkeiten hingegen schon während der Entwicklung hinreichend bekannt, dann könnten größere Aktionen während und nach Serienanlauf bzw. der Abwicklung eines Auftrages sicher verhindert werden und die strategische Ausrichtung könnte in Richtung echter Wettbewerbsvorteile gegenüber der Konkurrenz erfolgen. Aus kaufmännischer Sicht sind dies allerdings keine Fakten, sondern nur Möglichkeiten, während Kundendienstaktionen zwingende sehr eindeutig bewertbare Kosten darstellen.

Es hilft demnach nur ein strategischer Ansatz, um aus diesem Teufelskreis zu entfliehen. Der Aufwand ist jeweils in der vorherigen Abwicklungsstufe eine Größenordnung kleiner als in der darauffolgenden. Bei begrenzten finanziellen und zeitlichen Ressourcen lohnt es sich daher, reichlich Kapazität in die vorgelagerten Produktentstehungsphasen bzw. Phasen der Auftragsabwicklung zu installieren. Hier kann mit dem geringsten Gesamtaufwand der größte Einfluß auf den Erfolg eines Produktes genommen werden.

## 2. Präventive und vernetzte Optimierung von Produkt und Prozeß

Will man konkurrenzfähige Produkte in einem Käufermarkt auf den Markt bringen, dann müssen als allererstes die Kundenforderungen und -erwartungen genügend klar spezifiziert erhoben werden und auch der Grad der Erfüllung durch den Marktleader studiert werden. Dazu bietet sich ein methodisches Vorgehen analog QFD an.

Als nächstes gilt es, das unternehmerische Risiko bezüglich zeitlichem und finanziellem Aufwand mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen abzustimmen. Da in den heute vorherrschenden Käufermärkten keiner mehr sich seiner Kunden bzw. Auftraggeber sicher sein kann, kommt den Methoden der Risikovorhersage und Risikominimierung eine sehr hohe Bedeutung zu, wie zum Beispiel:

**FMEA** (Fehler Möglichkeits und Einfluß Analyse) für Konstruktion und Prozeß

**FTA** (Fault Tree Analysis) zur Analyse definierter Versagensformen

**Design Review** zur Absicherung einzelner Festlegungsschritte

**Empfindlichkeitsanalysen** zur Beurteilung der Robustheit von Eigenschaften

**Poka-yoke** zur Vorhersage und Vermeidung von Fehlhandlungen im Prozeß

**All diesen präventiv anzuwendenden Methoden ist eines gemeinsam: sie sind in ihrem Ergebnis nur so gut, wie die Erfahrungswerte aus der Vergangenheit.**

Aus diesem Grund lassen sich diese Methoden nur dann mit Erfolg anwenden, wenn das gesamte in einem Unternehmen erreichbare Know-how mobilisiert werden kann. Dazu ist **Teamwork** unabdingbar und die dazugehörigen Methoden und Werkzeuge. **SIMULTANEOUS ENGINEERING** benötigt daher neben organisatorischen Festlegungen vor allem auch Mitarbeiter, die gelernt haben, über die bisherigen Abteilungsgrenzen hinauszudenken und die das bisher übliche sog. Blame-System mit kooperativem Teamwork überwinden.

Aus den vielen Hilfsmitteln, die zur Unterstützung von zielführender Teamarbeit Verwendung finden, ist ein Werkzeug besonders hervorzuheben: das sog. **ISHIKAWA DIAGRAMM** bzw. **URSACHEN - WIRKUNGS - DIAGRAMM**. Von den vielen Visualisierungstechniken ist dies die wichtigste, um auch sehr komplexe Abhängigkeiten sichtbar und damit einer Wissenszusammenfassung zugänglich zu machen. Hier können auch die vielen interdisziplinären Abhängigkeiten miteinbezogen werden, wie z.B. die Beschaffbarkeit, die problemlose Herstellbarkeit, die Steuerbarkeit der Varianten, Entsorgungs- und Servicepunkte.

Aus der Risikobeurteilung ergeben sich in der Regel eine Reihe von Optimierungsnotwendigkeiten. Hier beginnt nun die eigentliche Arbeit des **SIMULTANEOUS - ENGINEERING** bzw. des **REVERSE ENGINEERING**, wie es wegen der gleichzeitigen Einbeziehung späterer Produktentstehungsphasen auch genannt wird.

Für die Optimierung von Entwicklung und Produktion, vor allem aber für die gleichzeitige Optimierung von Design und Prozeß, gibt es jedoch einige sehr gravierende Restriktionen. Es stehen nämlich für die als notwendig erkannten gesamthaften Optimierungen keineswegs die als erforderlich erscheinenden Ressourcen zur Verfügung. Doch wenn sogar hohe finanzielle Mittel und auch genügend Mitarbeiter zur Verfügung stehen sollten, dann fehlt oft ausreichend Zeit, um vor dem Mitbewerber rechtzeitig am Markt zu sein.

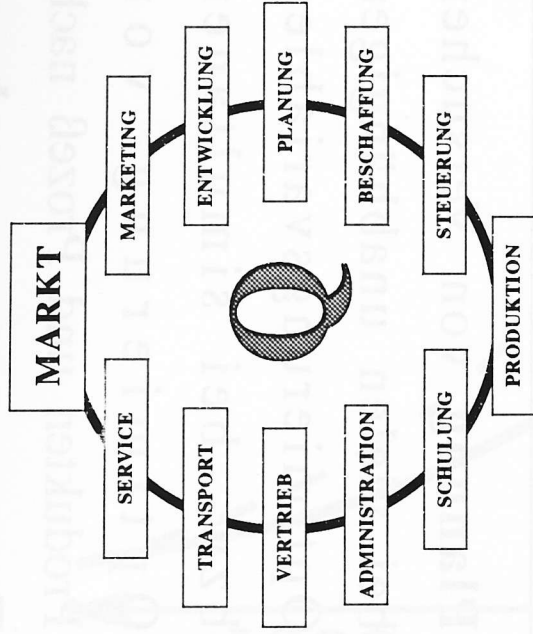
Unter den Randbedingungen immer kürzer werdender Produktzyklen, begrenzter finanzieller Möglichkeiten und der großen Gefahr, nicht vorhersehbare Risiken eingehen zu müssen, gewinnen jene Optimierungstechniken zunehmend an Bedeutung, mit denen trotz pragmatischer Beschränkung auf die am wichtigsten erscheinenden Einflußgrößen hochgradige ausreichend repräsentativ abgesicherte Optimierungen erreicht werden können. Natürlich wünscht man sich Versuchsplanungen unter vollständiger Einbeziehung und Kombination aller möglichen und nicht nur der bekannten Einflußgrößen, und es gibt sogar einige Produkte und Herstellprozesse, wo dies tatsächlich möglich ist. Diese für den Mathematiker wünschenswerten Fälle treten jedoch in der Praxis nur äußerst selten auf. Die Kombinationsmöglichkeiten wachsen meist schnell über den vorgesehenen Zeit- und Kostenrahmen hinaus, sodaß der Techniker sehr oft in Ermangelung besserer Methoden gezwungen ist, gefährlich unrepräsentative ONE FACTOR BY ONE - Techniken zu verwenden. Heute gibt es jedoch ein sehr wirksames pragmatisch einsetzbares Instrumentarium statistisch geplanter Versuche unter dem Schlagwort **DESIGN OF EXPERIMENT (DoE)**. Aber auch diese Methoden sind nur so gut wie die eingebrachte Information. Deshalb kommt der Auswahl der zur Optimierung einzubeziehenden Einflußgrößen und Eigenschaften sogar noch größere Bedeutung zu als der oftmals als Heilslehre propagierten Versuchsplanungstechnik.

Für neu festzulegende Produkte und Prozesse eignet sich die von **Taguchi** vorgeschlagene abgekürzte Orthogonaltafeltechnik für den Praktiker vor allem deswegen sehr gut, weil weitgehend nach Rezept vorgegangen werden kann. Von besonderer Bedeutung im Rahmen des Simultaneous Engineering ist die Möglichkeit, mit Hilfe sog. Pseudo-Faktoren in einem Versuchsplan sowohl Varianten des Produktkonzeptes als gleichzeitig auch Technologievarianten einer Gesamtoptimierung zuzuführen.

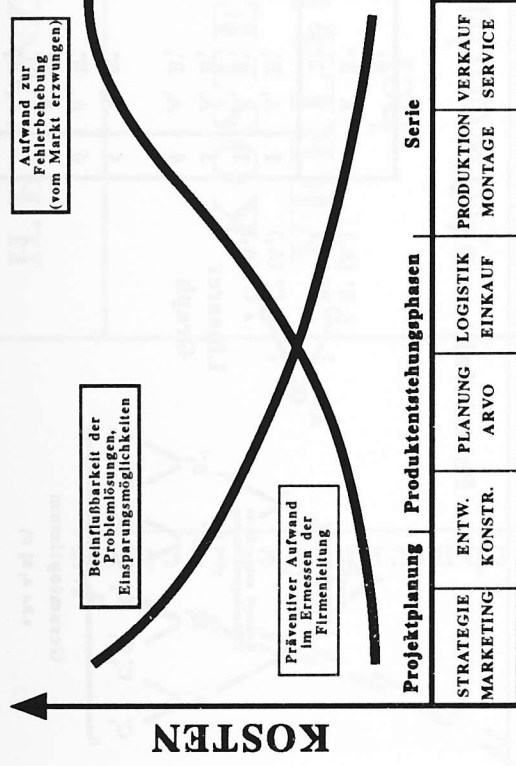
Für bereits bestehende Produkte oder Prozesse können diese selbst nach den Vorschlägen von **Shainin** als Versuchsmenge einer Auswertung zugrundegelegt werden.

**Mit SIMULTANEOUS ENGINEERING und entsprechendem methodischem Vorgehen können Gesamtoptimierungen erreicht werden, mit denen sowohl die Attraktivität des Produktes am Markt als auch eine kostenoptimale und sichere Herstellbarkeit erreicht werden. Diese optimierten Zielwerte sind anschließend mit sicheren Prozessen laufend besser einzuhalten, um damit den wirtschaftlichen Unternehmenserfolg im internationalen Konkurrenzkampf zu gewährleisten.**

# SIMULTANEOUS ENGINEERING



H.H. DANZER



H.H. DANZER

**FMEA**  
**FTA**  
**PCM**  
**Empfindlichkeitsanalyse**  
**Design Review**  
**PV- bzw. Nullserie**  
**Poka yoke**

H.H. DANZER

**Taylorismus**  
**Schwarz Peter System**  
**überholter Q- Begriff**  
**Gewohnheit**  
**Übersetzungsfehler**

H.H. DANZER

# SIMULTANEOUS ENGINEERING

**S** u c h e d e r  
 O p t i m i e r u n g s v a r i a b l e n  
 b e i v o r h a n d e n e n  
 P r o d u k t e n / P r o z e s s e n  
 n a c h d e n M e t h o d e n v o n  
**S** h a i n i n

H.H. DANZER

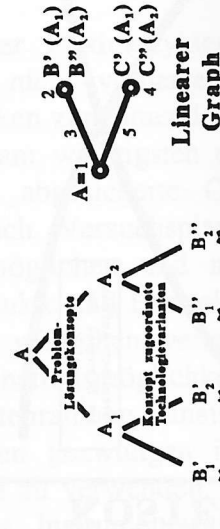
**S** u c h e d e r  
 O p t i m i e r u n g s v a r i a b l e n  
 f ü r g e p l a n t e  
 P r o d u k t e / P r o z e s s e  
 i n t e r d i s z i p l i n ä r i m T e a m m i t  
 I S H I K A W A - D i a g r a m m u n d  
 F M E A - R i s i k o p r i o r i t ä t e n

H.H. DANZER

**P** l a n u n g v o n V e r s u c h e n  
 b e i v i e l e n u n a b h ä n g i g e n  
 O p t i m i e r u n g s v a r i a b l e n  
 b z w. b e i s i m u l t a n e r  
 O p t i m i e r u n g v o n  
 P r o d u k t e n u n d P r o z e ß n a c h  
**T** a g u c h i

H.H. DANZER

## Pseudofaktor Design



	A	B'	C'
1	A <sub>1</sub>	B' <sub>1</sub>	C' <sub>1</sub>
2	A <sub>1</sub>	B' <sub>2</sub>	C' <sub>2</sub>
3	A <sub>1</sub>	B'' <sub>1</sub>	C'' <sub>1</sub>
4	A <sub>1</sub>	B'' <sub>2</sub>	C'' <sub>2</sub>
5	A <sub>2</sub>	B' <sub>1</sub>	C' <sub>1</sub>
6	A <sub>2</sub>	B' <sub>2</sub>	C' <sub>2</sub>
7	A <sub>2</sub>	B'' <sub>1</sub>	C'' <sub>1</sub>
8	A <sub>2</sub>	B'' <sub>2</sub>	C'' <sub>2</sub>

Versuchsplan

Alternativen

H.H. DANZER

# SIMULTANEOUS ENGINEERING

H. H. DANZER

**KOSTEN  
VERLAUF**  
bei  
Anwendung  
**PRÄVENTIVER  
SYSTEME**  
wie TQM,  
Simultaneous  
Engineering,  
FMEA, DoE  
etc.



Steyr-Daimler-Puch  
Fahrzeugtechnik  
Ges.m.b.H. G r a z

