

# **‘Service Driven Design’: Konzept für eine geschlossene Informations- und Prozeßkette zwischen Service und Entwicklung auf der Basis modernster Informationstechnologien**

*Dipl.-Ing. ETH Andreas Eisenhut*

## **Zusammenfassung**

Diese Forschungsarbeit wird im Rahmen einer Promotion in enger Zusammenarbeit mit der Firma Heidelberger Druckmaschinen AG durchgeführt. Es wird eine computerunterstützte und somit vereinfachte und beschleunigte Verbindung zwischen Service und Konstruktion konzipiert und als Prototyp realisiert. Schwachstellen von bereits ausgelieferten Maschinen in Form von Fehlern und Mängel werden beim Kunden erfaßt, auf digitalem Wege an eine zentrale Stelle weitergeleitet und können dort vom Hersteller und den Zulieferern gezielt abgefragt werden. Für die datentechnische Verarbeitung der Störfall-Informationen werden diese in einer modellunabhängigen Struktur klassifiziert und beschrieben. Anschließend werden die Servicedaten in lösungsneutrale Anforderungen für die Konstruktion ‘übersetzt’, die dann in Änderungs-, Varianten- und Neukonstruktionen einfließen. Für die Erfassung und Verarbeitung der Störfall-Informationen werden Hilfsmittel wie Laptop, grafisch geführte Eingabe der Beobachtungen und Tätigkeiten bei einem Reparatursinsatz, digitale Übermittlung der weltweit erfaßten Daten per Modem oder Internet und zentrale Speicherung und Aufbereitung der Daten in einer Server-Datenbank untersucht und eingesetzt. Gleichzeitig wird der eingebenden Benutzers bei der Eingabe unterstützt, um die Erfassung so einfach und fehlerfrei wie möglich zu gestalten, bei gleichzeitig hohem Informationsgehalt. Ein weiterer Aspekt ist das Konzipieren einer Feedback-Schleufe, die zum einen Service-Techniker informiert, was mit den Informationen aus Störfallmeldungen in den nachgeschalteten Unternehmensbereichen passiert und zum anderen die Möglichkeit schafft, daß Monteure gezielt Berichte auf dem Zentral-Server suchen und von dort abrufen können.

## **1 Bedürfnisse in der Industrie**

In der Maschinenbau-Industrie müssen technische Probleme im Markt effizient erkannt und behoben werden, um die Kosten tief und die Kundenzufriedenheit hoch zu halten. Die meisten Unternehmen versuchen, die Kluft zwischen schneller Produkte-Entwicklung und größerer Zuverlässigkeit durch moderne Engineering- und Service-Konzepte zu schließen:

- Im Bereich Entwicklung kommen Konzepte wie Simultaneous, Concurrent, Reverse Engineering und Projekt- und Teamarbeit zum Einsatz. Gleichzeitig werden Unternehmensbereiche durch Systeme wie PDM (Produkt-Daten-Management) und PPS stärker verknüpft, unterstützt und Informationen transparenter für alle Beteiligten gemacht.
- Es werden qualitätssichernde Hilfsmittel wie TQM, FMEA oder QFD angewendet, um schnell ausgereifte Produkte entwickeln und herstellen zu können.
- Der Service bedient sich heute schon moderner Hilfsmittel wie Datenbanken, elektronisches Berichtswesen oder Video-Unterstützung, um Störfälle schneller und effizienter analysieren, dokumentieren und beheben zu können.

Diese neuen Konzepte bringen neben ihren Vorteilen auch Nachteile mit sich. Dazu zählen Punkte wie mangelndes Wissens-Management (Lernen aus alten Fehlern), unzureichende Transparenz und Entscheidungsgrundlagen für Verbesserungen bei vorhandenen Schwachstellen, zu niedrige Informationsdichte bei der Dokumentation von Schwachstellen und fehlendes Feedback an die Quellen der Information, um sie zu besserer Qualität ihrer Aussagen zu motivieren

## **2 Ziele des Projektes**

In diesem Projekt wird eine computerunterstützte und somit vereinfachte und beschleunigte Verbindung zwischen Service und Entwicklung konzipiert und als Prototyp realisiert. Gleichzeitig wird, ein Konzept entwickelt, mit dem die Umsetzung der Störfallinformationen in innovative Problemlösungen auf möglichst direktem und computerunterstütztem Wege erfolgt.

In einem ersten Schritt wird ein Konzept für die Klassifizierung der Störfälle entwickelt, das eine von der Produktstruktur weitgehend unabhängige Beschreibung der Fälle erlaubt und somit die Basis für die lösungsneutrale Definition der störfallbedingten Anforderungen für Änderungs- oder Neuentwicklungen bildet.

Für dieses Konzept werden bestehende Methoden aus der Informatik (Objektorientierte Programmierung, Requirement Engineering) und der Qualitätssicherung (QFD, TQM, FMEA) untersucht und in geeigneter Weise in die Anforderungsdefinition eingebaut. Des weiteren wird untersucht, inwieweit sich dieses Konzept auf die Anforderungsdefinition und den Entwicklungsprozeß allgemein übertragen läßt.

In einem zweiten Schritt werden Hilfsmittel untersucht, die eine dezentrale Erfassung der Schwachstellen bei bereits ausgelieferten Maschinen während oder kurz nach dem Service-Einsatz und einen schnellen und sicheren Transfer der Daten an eine zentrale Stelle erlauben. Dort werden die Daten vom Hersteller und den Zulieferern gezielt abgefragt, sortiert, aufbereitet und gewichtet. Hauptaspekt ist die Nutzbarmachung der Servicedaten in Form von lösungsneutralen Anforderungen für die Entwicklung, die dann in Änderungs-, Varianten- und Neuentwicklungen einfließen. Im Mittelpunkt des Informationsnetzes steht ein Zentral-Server, der neben den Störfall-Informationen auch Marktdaten vom Vertriebsnetz aufnehmen und aufbereiten kann (installierte Maschinen etc.). Dieser Server erhält die Informationen aus dem weltweiten Vertriebs- und Servicenetz z. B. über Laptop und Modem.

Am Ende entsteht ein geschlossener Regelkreis, der zum einen Informationen durch Einsatz modernster Kommunikationsmittel schnell und in aussagekräftiger Form erfaßt und weiterleitet. Zum anderen wird das Wissen um vorhandene Schwachstellen aktiv in den Innovations- und Entwicklungsprozeß eingebunden.

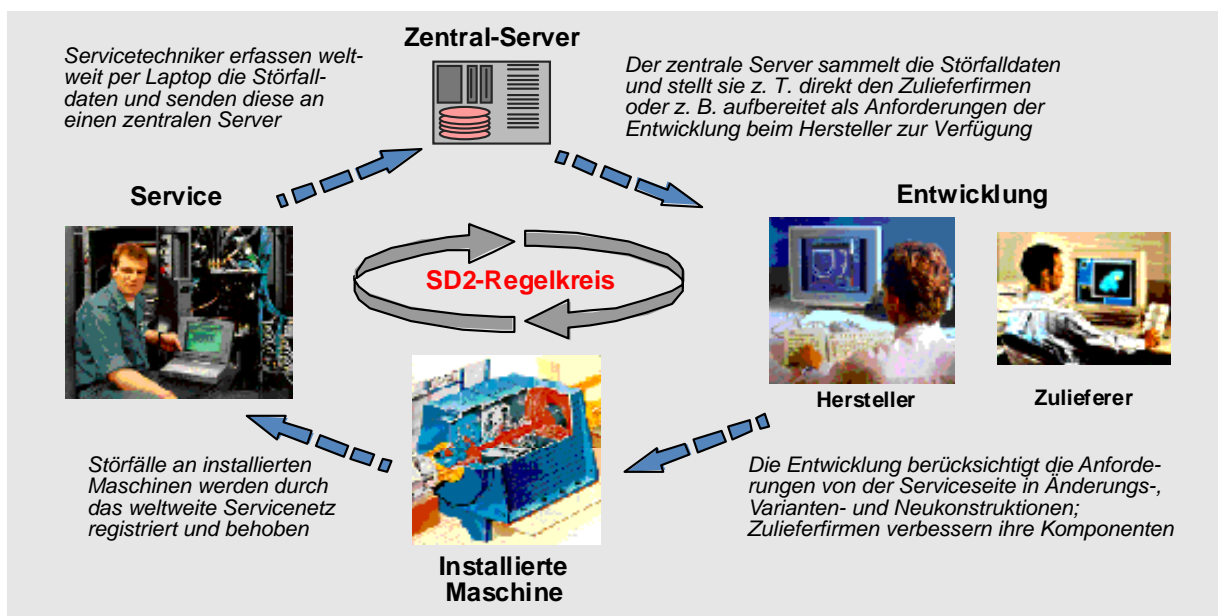


Abb. 1 Service Driven Design als geschlossener Regelkreis zur permanenten Produktverbesserung durch die Entwicklung

### 3 Strukturierte Informations-Erfassung und Umsetzung in der Entwicklung

#### 3.1 Der Störfall als Ausgangspunkt des Regelkreises

Am Beginn des Service-Driven-Design Regelkreises steht die installierte Maschine, an der Störungen auftreten.

*Als Störfall wird derjenige Zustand einer Maschine bezeichnet, bei dem der funktionale Ist-Zustand in einem, meist vom Kunden nicht mehr tolerierbaren Maße vom Soll-Zustand abweicht und somit Maßnahmen wie z. B. Justage, Teile-Tausch oder Instruktion des Bedieners notwendig werden, um den Soll-Zustand wiederherzustellen.*

Für die Behebung eines Störfalles sind Service-Aktionen notwendig, z. B. in Form von Hotline-Unterstützung am Telefon, Versendung von Ersatzteilen oder der Einsatz eines Service-Technikers. In jedem Fall müssen Informationen über den Störfall und seine Bedingungen gesammelt werden, um Schwachstellen in der Entwicklung erkennen zu können.

#### 3.2 Anforderungen an die Störfall-Informationen

Um gezielt Verbesserungen an im Markt eingeführten Produkten einleiten und umsetzen zu können, müssen die Schwachstellen der installierten Maschinen eindeutig beschrieben sein. Dazu sind zwei Aspekte wesentlich:

- Angaben über Störfälle müssen möglichst ungefiltert und schnell der Entwicklung zugänglich gemacht werden.
- Die Datenqualität der Störfall-Angaben muß so hoch wie möglich, personenunabhängig und konstant gewährleistet sein.

Service und Entwicklung besitzen meist eine unterschiedliche Sicht auf das Produkt: während der Service-Techniker meist einen vom Schadens-Symptom oder der Fehlfunktion ausgehenden Ansatz wählt, gliedert sich in der Entwicklung das Produkt nach Hauptbaugruppen, Baugruppen und Einzelteilen (Produktstruktur).

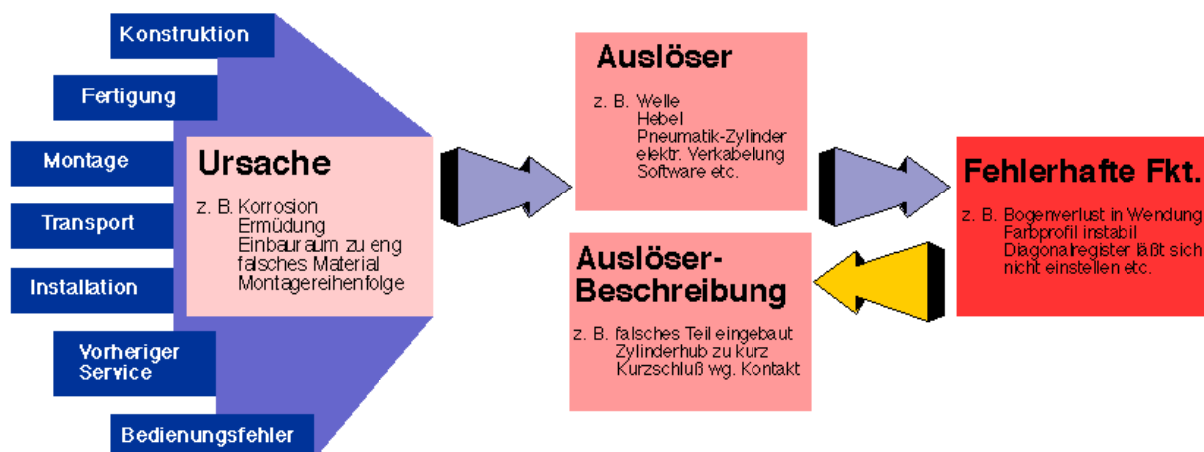


Abb. 2 Die Kausalkette, die zu einem Störfall führt

Hinzu kommt, daß der Service-Techniker die wirkliche Fehlerursache vor Ort meist nicht objektiv ermitteln kann, da ihm Angaben zur Konstruktion (Passungen, Oberflächen etc.), zur Fertigung (Material, Vorrichtungen etc.) und zur Montage fehlen. Er kann bei einem Einsatz die Kausalkette nur bis zum Auslöser (fehlerverursachende Komponente) und der dazugehörigen Beschreibung fehlerfrei zurückverfolgen (siehe Abb. 2, Pfeil von der fehlerhaften Funktion zum Auslöser und zur Auslöser-Beschreibung)

#### 3.3 Klassifizierung von Störfällen

Durch die Wartung und Reparatur von technisch komplexen Produkten, vor allem im Investitionsgüter-Bereich (z. B. landwirtschaftliche Maschinen, Aufzüge, Werkzeug- oder Druckmaschinen), fallen bei in einem weltweiten Markt sehr große Mengen an Störfall-Informationen innerhalb kurzer Zeit an. Die Art der Informationen reicht von der Notiz einer Service-Hotline über Kundenprobleme bis zum detaillierten Einsatzbericht eines Monteurs mit Rücklauf der defekten Teile und Baugruppen. Eine Durchsicht aller einzelnen Meldungen ist mit vertretbarem Aufwand nicht möglich, die Daten müssen zusammengefaßt und ausgewertet werden. Deshalb ist eine Klassifizierung der Informationselemente zu einem Störfall notwendig.

Um eine Klassifizierung vornehmen zu können, die auf weite Bereiche der Maschinen-Industrie anwendbar ist, wird der Service-Einsatz und seine Informationseinheiten näher untersucht. Es können fünf Elemente unterschieden werden::

<b>Umfeld zum Störfall</b>	Welche Randbedingungen sind vorhanden, wenn der Störfall auftritt	Beschreibung durch Adjektive/Verben, branchenspez. Ausdrücke
<b>Fehlerhafte Funktionen</b>	Welche Teilfunktionen sind fehlerhaft, also nicht im Soll-Zustand	Beschreibung durch Verben, modellübergreifende Funktions-Strukturierung hierarchisch gegliedert, eindeutig und vollständig
<b>Auslöser</b>	Welche Komponenten an der Maschine sind der Grund für die Fehlfunktion	Beschreibung durch Substantive, Baugruppen- und Teilenummern, modellspezifisch gemäß Produktstruktur
<b>Auslöser-Beschreibung</b>	In welchem Zustand sind die Auslöser und wie ist er entstanden	Objektive Beschreibung durch Adjektive/Verben, modellübergreifend und hierarchisch strukturiert, möglichst eindeutig
<b>Tätigkeiten</b>	Welche Tätigkeiten mußten an den Auslösern vorgenommen werden, um die Maschine wieder in den Soll-Zustand zu bringen	Beschreibung durch Adjektive/Verben, modellübergreifend

Tab. 1 Informations-Elemente zu einem Störfall

Das Kernelement der Störfall-Beschreibung stellt die Angabe der fehlerhaften Funktion dar. Sie ist das sprachliche Bindeglied zwischen Service und Entwicklung.

### 3.4 Funktions-Strukturierung

Die Aufteilung eines technischen Objektes nach Funktionen wird in der Konstruktionsmethodik bei der Entwicklung neuer Produkte schon länger eingesetzt. Neu ist, daß dieser Ansatz auch zur Beschreibung fertiger Produkte und derer Schwachstellen eingesetzt wird. Die beiden unteren Abbildungen zeigen beispielhaft die Strukturierung der Funktionen einer Druckmaschine, einmal in monohierarchischer und einmal in prozessuraler Darstellung. Die prozessurale Abbildung hat den Vorteil, daß sie die Schnittstellen der einzelnen Funktionen verdeutlicht. Ihr Nachteil ist, daß sie die Ober- oder Hauptfunktionen nicht zeigt:

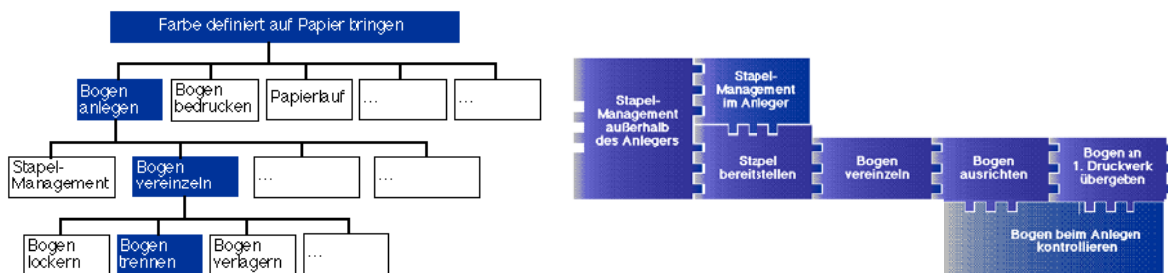


Abb. 3 Funktionale Gliederung eines technischen Produktes (hierarchisch/prozessural)

Die Strukturierung eines fertig konstruierten, technischen Produktes nach funktionalen Gesichtspunkten bietet etliche Vorteile, aber auch Schwierigkeiten:

#### Vorteile:

- Die Funktions-Struktur entspricht mehr der Sicht des Vertriebes (ein Kunde kauft eine Maschine, die ihm bestimmte Aufgaben/Funktionen erfüllt) und des Services (was funktioniert an der Maschine nicht).
- Sie erlaubt eine weitgehend modellneutrale Abbildung der Produkte (jedes Auto z. B. hat die Funktion 'Fahrzeug dosiert abbremsten'!).
- Sie berücksichtigt auch für bestehende Produkte eine lösungsneutrale Beschreibung der Produktmerkmale. Damit können Funktionen und deren unterschiedliche technische Realisierung bei verschiedenen Modellen besser verglichen werden (Stichwort: Funktions-Benchmarking). Außerdem eröffnet sich die Möglichkeit, Anforderungen an das Produkt in der Funktions-Struktur zu definieren.
- Neue und verbesserte Technologien erlauben veränderte technische Realisierungen von Funktionen (Z. B. 'Bewegen einer Last', vorher realisiert durch Tragen, dann durch Transport mittels eines mehrrädigen Karrens). Gleichzeitig können dadurch Funktionen zusammengefaßt werden (z. B. werden die beiden Funktionen 'Bewegen des Typenhebels' und 'Durchdrücken des Buchstabenmusters auf das Papier' bei der Schreibmaschine beim Tintenstrahldrucker ersetzt durch 'Tintentröpfchen definiert auf

das Papier bringen').

- Die Funktions-Strukturierung erlaubt auch, funktionale Ähnlich- oder Gleichheiten eines Produktes mit ähnlichen oder gleichen technischen Lösungen zu realisieren (Synergie).
- Durch eine funktionale Gliederung eines technischen Produktes ist ein modularer Aufbau möglich, d. h. durch Austausch von technischen Lösungen zu einer Funktion können z. B. Varianten einfacher erzeugt und abgebildet werden, alle Vorteile einer sauberen Baukasten-Strukturierung sind umsetzbar.
- Die Funktionsstruktur kann in n:m-Beziehungen (meist 1:m) der Produkt-Struktur zugeordnet werden. Dies kann durch Computer-Unterstützung relativ einfach erfolgen. Zu jeder Funktion gehören mechanische, elektrische oder elektronische Komponenten, Software, Steuerungselemente und Bedienfunktionalitäten, die die Funktion realisieren. Der Service-Techniker kann so durch eine Datenbank und grafische Benutzer-Interfaces bei der Auswahl der wenigen, zu einer fehlerhaften Funktion gehörenden Komponenten unterstützt werden und den Fehlerauslöser schneller lokalisieren.

#### Schwierigkeiten:

- Es muß klar definiert sein, was eine Funktion ist und was z. B. nur eine Funktion unterstützende Steuerung oder Bedienfunktionalitäten sind. Dazu müssen klare Spielregeln aufgestellt werden, was für alle technischen Produkte nur auf einer sehr abstrakten Ebene geschehen kann. Jedes Unternehmen muß die Struktur und die dazugehörigen Spielregeln an ihre Produkte anpassen.
- Bei neuen Produkten muß die bestehende Funktions-Struktur neu überdacht werden.
- Eine konsequente und widerspruchsfreie Funktions-Strukturierung erfordert bei allen Beteiligten, vor allem im Bereich Service und Vertrieb/Marketing ein Umdenken.
- Die Zuordnung der Produkt- zur Funktionsstruktur ist zeitaufwendig, fehleranfällig und modellabhängig.

#### **Ausblick**

Für die von der Produktstruktur unabhängigen Beschreibung der Störfälle und damit der gesamten Maschine wird noch untersucht, auf welche Art eine Abbildung innerhalb bestehender PDM-Systeme möglich ist. Ziel ist es, parallel zur allgemein üblichen Produktstruktur (Hauptbaugruppen, Baugruppen, Einzelteile) eine Funktionsstruktur aufzubauen, wobei eine eindeutige Zuordnung zwischen den beiden Strukturen besteht. Damit entsteht im PDM-System eine neue, von den technischen Lösungen unabhängige Sicht auf das Produkt, in die sich auch zukünftige Entwicklungen einbinden lassen.

#### **Literatur**

Breiting/Flemming: Theorie und Methoden des Konstruierens  
Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg; 1993

Bors, Matthias E.: Ergänzung der Konstruktionsmethodik um QFD  
Carl Hanser Verlag, München; 1995

Guinta, L. R.; Praizler, N. C.: The QFD Book  
American Management Association, 1993

Hartmann, Detlef: Modell zur qualitätsgerechten Konstruktion  
VDI-Verlag; Düsseldorf; 1996

Kuo, Way: Quality through Engineering design  
Elsevier; Amsterdam, London, New York; 1993

Niebel, Benjamin W.: Engineering maintenance management  
Marcel Dekker Inc.; New York; 1994

Oestereich, Bernd: Objektorientierte Software-Entwicklung: von der Analyse bis zur Spezifikation, Oldenbourg Verlag, München; 1995

Pahl, G., Beitz, W.: Konstruktionslehre  
Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg; 1993

Pecht, Michael: Product reliability, maintainability and supportability handbook  
CRC Press; Boca Raton, New York, London; 1995

Roth, K.: Konstruieren mit Konstruktionskatalogen, Band I  
Springer-Verlag; Berlin, Heidelberg, 1994

Seghezzi, Hans Dieter: Integriertes Qualitätsmanagement  
Carl Hanser Verlag, München; 1996

Schoensleben, Paul: Die Prozeßkette Engineering  
VDF Hochschulverlag an der ETH; Zürich; 1995

Zimmermann, Volker: Quality Function Deployment im Entwicklungsprozeß  
FBK, Produktionstechnische Berichte; 1995

Autor:

Andreas Eisenhut  
ETH Zürich / CLA F4  
CH-8092 Zürich

Tel.: (+41) 01-632 71 81  
Fax: (+41) 01-632 11 81

e-mail: [eisenhut@ikb.mavt.ethz.ch](mailto:eisenhut@ikb.mavt.ethz.ch)