

IBF-Essay
Nr. 28
Standardisierung - Modularisierung
Ohne Überlegen
nicht überlegen



Ingenieurberatung Dr.-Ing. D. Franz
Bernsteinstr. 120
D-70619 Stuttgart
Telefon (0711) 2488-698
Telefax (0711) 2488-765
e-mail d.franz@ibfstuttgart.de
Internet www.ibfstuttgart.de

Ohne Überlegen nicht überlegen

Standardisierung – Modularisierung: Grundgedanken

Einstimmung

Mit diesem Essay haben wir uns vorgenommen, Sie an unseren Gedanken teilhaben zu lassen – hier zum Thema „Modularisierung“. Vor mehr als 10 Jahren haben wir unser erstes Projekt dazu abgeschlossen.

Zu dieser Zeit wurden Zielsetzungen dieser Art im Maschinenbau allerdings noch mit nachsichtigem Lächeln oder offener Heiterkeit quittiert. Die Entwicklung der letzten Jahre hat allerdings gezeigt, dass wir nicht so falsch lagen...

Auftragsabwicklung

Früher erfolgte die Auftragsbearbeitung so: aus dem Fundus abgewickelter Aufträge wurde eine existierende Maschine ausgewählt, die für die aktuelle Auftragsbearbeitung die Basis bildete. Überall, wo der aktuelle Auftrag Modifikationen erforderte, wurden diese im Kontext der jeweiligen Baugruppe vorgenommen.

Strukturen

Bildet man diese Arbeitsweise ab auf die Baumstruktur des Produkts, so zeigt sich, dass die Modifikationen in der Baumstruktur eher zufällig verteilt sind: manche Anpassungen wurden in oberen Ebenen, andere in mittleren und wieder andere in unteren Ebenen nötig.

Nach der Modifikation erhält die umgebende Baugruppe eine neue Nummer. Für alle darüber liegenden Ebenen bedeutet dies, auch die „Eltern“-Knoten umzubenennen (Neue Stückliste, u.U. auch Baugruppenzeichnungen).

Diese Kettenreaktion mit ihrem Ressourcenverbrauch hat einen einzigen Grund: die modifizierte Baugruppe lag unterhalb der obersten Ebene.

Auftragsspezifische Anteile

Bei den meisten Produkten lassen sich diejenigen Baugruppen angeben, die häufig Gegenstand auftragsspezifischer Anpassungen sind.

Bei Werkzeugmaschinen z.B. sind das Vorrichtungen, Werkzeuge und NC-Programme für die Kundenwerkstücke. Entsprechende Kennzeichnungen der BG im Strukturbaum offenbaren, wo Handlungsbedarf besteht.

Derartige Baugruppen, in denen gehäuft Auftragsanpassungen erfolgen, sollten in einer idealen Produktstruktur möglichst in der oberen Ebene liegen.

Produktstruktur

Erweitert man die Betrachtung über die Auftragsstückliste hinaus und bildet für ein Produkt die generelle Produktstruktur („Maximal-Stückliste“), so stößt man auf Baugruppen (BG), die bei jedem Auftrag dieselben Positionen enthalten (auftragsneutral).

Es kann aber sein, dass je nach Auftrag diese BG gewünscht wird ist oder nicht (Option). Auch solche BG sind am Besten aufgehoben in der obersten Ebene der Produktstruktur. Für die Auswahl dieser Optionen sind Kundenwünsche (Merkmale) massgebend.

Fazit

Die Auftragsabwicklung erfordert dann minimale Ressourcen, wenn auftragspezifische BG in der oberen Ebene der Produktstruktur angesiedelt sind. Zu diesen BG gehören auch BG, die Optionscharakter tragen. BG und Materialien, die in jedem Auftrag und in gleicher Menge vorkommen, sind nicht auftragsabhängig (Auftragsneutral). Sie können zusammengefasst werden zur sog. „AN-Basis“.

Diese Überlegungen führen auf den Gedanken, alle Moduln einer Maschine auf der obersten Ebene zu versammeln. So entstünde eine „Wäscheleinen“- Struktur mit nur zwei Ebenen: Produkt und Moduln mit ihren Positionen. Damit liegt der modulare Baukasten eines Produkts vor.

Varianten

Da nicht alle Moduln gleichzeitig in einer Maschine verbaut sind, bilden viele von ihnen Alternativen ab: z.B. kann ein Modul mit Hydraulikkomponenten des Anbieters A ausgerüstet sein, alternativ mit Komponenten des Anbieters B.

Hier kann eine große Anzahl von Varianten als Konfig-Ergebnisse entstehen. Die Pflege der Varianten erhöht den Aufwand. In solchen Fällen kann die Anzahl der Varianten über „Verbote“ eingeschränkt werden (Bei Serienprodukten gebräuchlich). Ein anderer Weg ist, die Variantenbildung über Baukastenelemente mit Regelwerk abzubilden. Damit bleiben die Konfig-Ergebnisse offen (im Maschinenbau sinnvoll).

Sofern dies auf der obersten Stufe passiert, entstehen keine Schwierigkeiten. Grund: das Konfig-Ergebnis wird nicht in eine höhere Baugruppe eingebaut.

Regelwerk

Auch hier ist ein Regelwerk nützlich: das Merkmal ist im Beispiel der Hydraulik-Lieferant, der Merkmalswert ist Anbieter A bzw. Anbieter B.

In der Regel sind alle Hydraulik-Komponenten (d.h. für alle Moduln) einer Maschine desselben Auftrags vom selben Anbieter. Damit sind viele andere Modul-Varianten ausgewählt.

Für die Funktionserfüllung ist die Auswahl des Hydraulik-Anbieters irrelevant: d.h. die Funktion bleibt unverändert, die Stückliste aber ist anders. Auch preislich dürfte durch die Ausrüstung mit B- statt mit A-Komponenten kaum Preisunterschiede entstehen.

Funktion - Funktionsträger

Dieser Gedanke verdeutlicht das Verhältnis, in dem die Baugruppe zur Funktion steht, die sie erfüllt. Die BG ist MatDispo-fähig, die Funktion nicht. Die Wahl der Funktion umgrenzt lediglich einen (Material-)Wert – muß also nicht unbedingt Ident-Nrn. liefern. Sie ist der Natur nach eine Angebotsposition, denn der Vertrieb bietet dem Kunden Funktionen an.

Die Funktion ist also untersetzt mit Funktionsträgern (FT). Es kann mehrere, alternative FT (Varianten) zur Erfüllung derselben Funktion geben.

Da eine Funktion auf mehrere, alternative Funktionsträger weisen kann, liegt hier eine 1:n – Beziehung vor. Die Anzahl der Funktionen ist also kleiner als die der Funktionsträger (FT) mit ihren konkreten Materialnummern.

Komplett-Funktion

Einerseits ist eine „Unschärfe“ analog zur Hydraulik-Ausrüstung hinnehmbar. Andererseits gilt: Damit Angebote von maximaler Preis- und Technikpräzision sind, müssen die Elemente möglichst umfassend und vollzählig sein.

Es genügt daher nicht, einer Funktion lediglich die Mechanik-Moduln zuzuordnen. Die Hauptquelle für die im Folgenden nötigen Informationen ist die Konstruktion.

Zu einer Funktion gehören auch die funktionsrelevanten Anteile der Hydraulik-, Pneumatik-, Elektranlage, die Software sowie Dienstleistungen zur Montage, zur Prüfung und Inbetriebnahme der Funktion. Das trifft auf Schwierigkeiten, da es sich um sog. „Querschnittsfunktionen“ und andere Disziplinen als Mechanik handelt. Es zeigt sich aber, dass dieser Denkansatz praktisch umsetzbar ist.

Praxis-Ansatz

Einige Großunternehmen (Automotive, Chemie, Öl&Gas) setzen Maschinen im Rahmen hochkomplexer Produktionssysteme ein. Sie bilden einen Prozess mit vielen Operationen ab.

Störungen dieses Prozesses müssen sofort lokalisiert und behoben werden. Alle prozessrelevanten Funktionen sind abgebildet über ihre FT. Sofern diese steuernden Charakter haben, sind sie prozesskritisch.

Sie sind als Funktion, Material und Einbauort im sog. „Geräteaufstellplan“ (GAP) dokumentiert. Der GAP gehört hier zum Lieferumfang. Jedes Steuerorgan bzw. gesteuerte Komponente ist versehen mit einem Ortskennzeichen (Betriebsmittelkennzeichen: BMK). Es ist gleichzeitig Software-Adresse. Damit kann im Leitstand der Anlage die Störung zur Anzeige gebracht werden.

Der GAP führt jede Funktion zusammen über alle Disziplinen: Mechanik, Elektrik, Hydraulik, Pneumatik, Software-Adressen.

Regelwerk: Grundlinien

Der größte Teil einer Auftrags-Stückliste (ASL) lässt sich erzeugen über die Auswahl von Baukastenelementen.

Die Auswahl selber erfolgt über Merkmale aus dem Auftrag. Jedes Merkmal kann verschiedene, diskrete Werte annehmen (z.B. Merkmal „elektrische Spannung“ mit Werten 110V oder 220V).

So entsteht eine Konfiguration aus Merkmalswerten (MW-Vektor). Sie durchstreift jedes Baukastenelement (BKE), genauer: dessen Merkmalskonfiguration auf Übereinstimmung. Entweder

- sie tritt auf (BKE ausgewählt) oder
- hat andere MW (BKE nicht ausgewählt) oder
- ist leer (BKE ausgewählt, AN-Basis).

Es verbleibt also die Menge von BKE, die dem Auftrag entsprechen. Sie bilden die Auftragsstückliste – erfahrungsgemäß ca. 80-90% des zu disponierenden Materials.

Sonderpositionen (SP)

Grundsätzlich sind solche Positionen weder im Vertrieb noch in der Konstruktion „vorrätig“ – sonst wären sie keine SP. Grob unterscheiden lassen sich

- Neue Funktionen mit neuen Funktionsträgern,
- Bekannte Funktionen mit modifizierten Funktionsträgern.

Der erste Typ kann Entwicklungscharakter annehmen. Er kann einhergehen mit erheblichem Ressourcenaufwand.

Der zweite Typ erfordert die konstruktive Anpassung eines oder mehrerer Standard-Moduln. Im Ergebnis dieser Anpassung verliert der Modul seinen Standard-Status. Andererseits sind beliebig weit gehende Modifikationen zulässig.

Beide Typen müssen neu und manuell kalkuliert werden. Eine Interaktion zwischen Vertrieb und Konstruktion vor Angebotsabgabe ist mindestens beim ersten Typ unerlässlich.

Andere STL-Strukturen

Die ASL kann gegliedert werden in Mechanik, Fluidik, Elektrik. Damit kann z.B. die Auswahl des MaWi-Disponenten unterstützt werden. Auch lässt sich denken, dass die Anteile der ASL über derartige „Weichen“ direkt an den richtigen Disponenten bzw. Einkäufer gehen.

Eine Zuordnung von Materialien zu ihrem jeweiligen Montageort bzw. –takt erfordert wiederum eine andere Gliederung. Je nach Unternehmensbereich kann das Material eines Auftrags verschieden strukturiert sein. Die einzige Konstante ist die Materialbedarfsliste: bei Fertigstellung sind alle Positionen restlos verbaut.

Diese Umsortierungen können realisiert werden über die Referenzierung der Materialien, z.B. zu ihren Montageplänen. Konkret: durch das Ausfüllen von Tabellenplätzen (unter Spalten entsprechend EK, Montage,...) in der Zeile des BKE. Entsprechend steigt der Aufwand, wenn nicht ganze BG, sondern Einzelteile in den FT referenziert werden.

Zum Schluss

Wir räumen ein, dass der Unterhaltungswert dieses Essays eher gering ist. Hoffentlich aber hat er hier und da Denkanstöße gegeben, vieles anders zu machen. Wir wünschen eine kreative Unruhe!