

# Qualität sichern beim Herstellen von Bordnetzen

Bordnetze sind zentraler Bestandteil moderner Fahrzeuge. Hohe Qualität ist hier unerlässlich. Diese zu sichern, ist in einem komplexen und weitgehend manuellen Herstellungsprozess der Einsatz spezialisierter Softwarelösungen unabdingbar.



Ein modernes Bordnetz ist mehrere Kilometer lang und kann rund 50 kg wiegen.  
Bild: DIIT

In der Fahrzeugtechnik ist die Digitalisierung Alltag. Von der einen Modellgeneration zur nächsten wird mehr und mehr IT implementiert. Ein Kernelement der Fahrzeug-IT ist das Bordnetz. Es verbindet als eine Art Rückgrat die digitalen Komponenten untereinander und mit Komponenten wie Motor oder Fahrwerk, und es versorgt die diversen Geräte mit Strom.

Fehlfunktionen oder Ausfälle sind bei einer Stereoanlage ärgerlich. Bei Assistenzsystemen kann ein aufmerksamer Fahrer sie noch ausgleichen. Spätestens bei autonomen Fahrzeugen sind Fehler nicht mehr hinnehmbar. Die Anforderungen an die Qualität steigen damit drastisch. Fehlerhafte Verbindung von Kabeln, Kabelbruch oder ein loser Stecker im Bordnetz können nicht nur über den Erfolg einzelner Modellreihen entscheiden sondern auch über Menschenleben.

## Phase 1: vom Design zur Produktion

Die Produktion von Bordnetzen ist personalintensiv. Der manuelle Anteil reicht bis zu 95 %. Fehlerprävention ist daher ein zentraler Faktor – auch lückenlose Rückverfolgbarkeit –, um etwa bei Rückrufaktionen Fehler eingrenzen zu können. Die Qualitätssicherung kann an verschiedenen Punkten in der Produktion von Bordnetzen – der Kabelsatzherstellung – ansetzen. Der Prozess beginnt schon mit Design und Entwicklung. Der Automobilbauer stellt

dem Bordnetzproduzenten eine so genannte 150-Prozent-Zeichnung des Designs zur Verfügung. Diese enthält alle möglichen Varianten, zum Beispiel betreffend die Ausführung von Mediacenter und Klimaanlage. Die Ingenieure erstellen hieraus eine Produktionszeichnung, einen Arbeitsplan und entsprechende Stücklisten. Relativ große Teams erledigen dies heute manuell. Wie immer sind solche Tätigkeiten anfällig für Fehler. Zeichnungsänderungen werden außerdem nicht zwingend systematisch verwaltet und dokumentiert. Auch der technische Stand eines Fahrzeugs ist nicht immer eindeutig und durchgängig dokumentiert.

Da all dies tendenziell zu Lasten der Qualität geht, ist der Einsatz eines Software-gesteuerten Planungssystems in jeder Hinsicht sinnvoll. Mit „PPG“ (steht für: Production Plan Generation) bietet DIIT eine erste Lösung an. Hier kann der Hersteller mittels einer Skriptsprache Regeln festlegen. Diese definieren, wie ein Produktionsplan aufgebaut werden soll, zum Beispiel: welche Arbeitsschritte maschinell und welche manuell oder halbautomatisch durchgeführt werden sollen. Diese Regeln müssen flexibel anpassbar sein, zum Beispiel

- wenn Einzelleitung
- und  $0,35 < \text{Querschnitt} < 6 \text{ mm}^2$
- dann Standard-Maschine.

Auf Basis eines solchen Regelwerks liest das System die Zeichnung des Automobilbau-

ers ein, analysiert sie und generiert die Produktionsdaten, also Arbeitspläne und Stücklisten. Neben erheblicher Einsparung von Arbeitszeit liegen die Vorteile im Ausschalten manueller Fehler und einem vereinheitlichten Vorgehen bei der Umsetzung. Eine derartige Software kann auch die Produktionsunterlagen auf Basis eines Just-in-Time-Lieferabrufes berechnen. Das passende Bordnetz wird für dieses spezielle Fahrzeug zum richtigen Zeitpunkt produziert und ausgeliefert.

## Phase 2: die Bordnetz-Produktion

Unterhalb der ERP-Ebene ist das Steuern und Dokumentieren der Produktion von Bordnetzen Aufgabe des MES (Manufacturing Execution System). Da die Kabelsatzproduktion einige Besonderheiten hat, konnten „allgemeine“ MES-Systeme sich nicht durchsetzen. Sie scheitern etwa an der IT-technischen Beschreibung eines Kabelbaumes. So haben einige Kabelsatz-Hersteller eigene Steuerungs-Systeme entwickelt. Es sind jedoch „Maßanfertigungen“. Sie passen nicht mehr, wenn sich Produktionsabläufe oder ERP-Systeme ändern. Führende Bordnetzhersteller wie Delphi, Leoni oder Nexans setzen daher auf Systeme, die speziell für die Kabelsatz-Industrie entwickelt wurden. Lösungen von DIIT sind hier mittlerweile Quasi-Standard.

Die physische Produktion von Kabelsätzen erfolgt in den Stufen Schneiderei (Cutting Area), Vor- sowie Endmontage. Zugeschnitten werden die Kabel in der Cutting Area oder Schneiderei hochautomatisiert. CST-Maschinen schneiden sie in bestimmter Längen (cut – C), ziehen die Ummantelung ab (strip – S) und bringen Seals und Terminals an (terminate –T). Die so produzierten Kabelstücke werden zu Bündeln zusammengefasst und dem nächsten Produktionsschritt zur Verfügung gestellt.

Ein spezielles MES wie CAO (Cutting Area Optimization) sorgt hier für die optimale Verteilung der Aufträge auf Maschinen.

Auch hier zählen Qualität und Rückverfolgbarkeit: Bei einer CST-Maschine ist die Taktung in der Regel hoch, die Kabel sind teils extrem dünn. Natürlich sorgt auch die Maschine selber für Präzision. Das MES trägt aber einen wichtigen Teil bei, indem es Steuerungsdaten direkt auf die angeschlossenen Maschinen überträgt: beispielsweise Crimpdaten, indem es qualitätssichernde Schritte erzwingt, etwa durch Scannen, oder indem es die Wartungszyklen der Werkzeuge überwacht. Um Rückverfolgbarkeit herzustellen, vergibt CAO jedem Bündel eine eindeutige ID und verwaltet durchgängig seine Historie.

Die weitere Produktion eines Kabelbaums ist hochgradig manuell. Zunächst werden in der Vormontage die in der Schneiderei produzierten Kabelbündel zu einfachen Kits zusammengebaut. Verfahren, die hier zur Anwendung kommen sind beispielsweise Crimpen, Verschweißen oder Verdrehen. Die Historie wird dabei natürlich fortgeführt. Beim Produzieren eines Kits wird eine neue ID erzeugt, alle Komponenten, die in das Kit eingehen werden gespeichert, so dass die Historie vollständig ist.

In der Endmontage werden die Kabelbäume auf so genannten Legebrettern zusammengebaut. Meist laufen diese getaktet über viele Arbeitsplätze. An jedem muss der Werker die richtigen Arbeitsschritte tun. Er muss in jedem Takt eventuell verschiedene Dinge erledigen: eine weitere Herausforderung für die Qualitätssicherung.

### Dreistufig Kabelsätze produzieren

„PLS“ (Production and Logistics System) steuert diesen komplizierten Prozess, indem es den Mitarbeitern auf Bildschirmen vor Ort die jeweiligen Arbeitsschritte detailliert zeigt. Sie können durch das System zudem veranlasst werden, bestimmte Schritte zu quittieren, Prüfschritte durchzuführen oder QS-relevante Daten einzugeben. Die Software sorgt so auch in hochgradig manuellen Prozessen für Qualität. Die Historie wird in der Endmontage fortgeschrieben. Der fertige Kabelbaum besteht aus tausenden Komponenten. Zu jeder führt das System eine vollständige Historie: es weiß, auf welcher Maschine, durch welchen Mitarbeiter und mit welchen Werkzeugen produziert wurde. Damit kann im

später einfach festgestellt werden, in welchen Fahrzeugen Kabelbäume mit einem Kabel einer bestimmten Charge eingebaut sind. So lassen sich etwaige Reparaturmaßnahmen oder Rückrufe eingrenzen. Auch Fragen der Produkthaftung sind schnell zu klären. Software-gesteuert Qualitätskontrolle ist für Bordnetze in einer digitalisierten Fahrzeugtechnik unverzichtbar. Anders lässt sich die Qualität nicht gewährleisten. Vor dem Hintergrund einer immer weiter gefassten Produkthaftung ist „gewährleisten“ hier wörtlich zu verstehen. Ein „normales“ MES ist für diese Anforderungen nicht ausgelegt. Hier helfen dann nur noch entsprechende Speziallösungen weiter.

Bernd Jost ist Managing Director der DIIT AG

#### DIIT AG

Justus-von-Liebig-Ring 11a  
82152 Krailling  
Ansprechpartner ist Bernd Jost  
Tel.: +49 89 893250-0  
info@diit.de  
www.diit.de