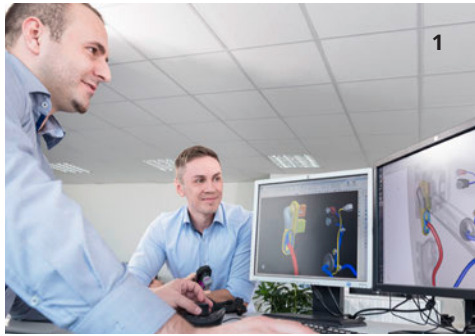


Herausforderung Bordnetz

Perspektiven der Entwicklung

MARCO CONSTABEL; CHRISTIAN HEINZ; CHRISTIAN LÖFFLER; LARS MEYER – Bertrandt Ingenieurbüro GmbH, Tappenbeck



» Ohne elektrische und elektronische Komponenten würde sich heute kein Kraftfahrzeug bewegen. Das Gewicht des Bordnetzes in einem Mittelklasse-Pkw hat sich in den letzten 40 Jahren vervielfacht, es kann inzwischen bei 70 kg liegen. Während es im

Golf I nur wenige Steuergeräte und elektrische Leitungen gab, finden sich heute aufgrund der Variantenstreuung viele Millionen Möglichkeiten einer individualisierten Konfiguration und mehrere Kilometer verschalteter Leitungen. Bertrandt ist seit Jahrzehnten Partner von Herstellern und Systemlieferanten und begleitet die zunehmend interdisziplinäre Entwicklung im gesamten Produktentstehungsprozess (PEP) von Bordnetzen.

Der Endverbraucher macht sich kaum Gedanken über die Kabelführung oder das Routing in einem Fahrzeug, zumal sich Kabel, Stecker oder Kontakte nicht im direkten Sichtfeld befinden. Doch schon in den ersten Entwicklungsphasen stellen sich viele Fragen:

- Welche Größe darf ein Durchbruch zwischen Motorraum und Fahrgastzelle haben, da jede Öffnung die Akustik im Innenraum beeinflussen kann?
- Gibt es Einflüsse von Schwitz- oder Spritzwasser?
- Welche Lasten werden erwartet und welche Querschnitte werden benötigt?
- Wie sehen Sicherungs- und Massekonzepte aus?
- Welche Arten von Informationen oder Signalen werden im Fahrzeug benötigt und wie schnell müssen sie weitergeleitet werden (Ethernet, Glasfaser, CAN usw.)?
- Wo wird der Kabelbaum im Innenraum geführt und welche Biegeradien sind möglich?

Mit diesen und weiteren Fragen setzen sich die Konstrukteure im 3-D-Bereich auseinander. Ob mit CATIA, NX, Pro/ENGINEER oder anderer Software gearbeitet wird, ist dabei maßgeblich vom Kundenumfeld abhängig.

Leitungsstrangentwicklung und -integration. Oftmals unterschätzt – oder auch nicht bekannt – ist die Tatsache, dass das Bordnetz in einem heutigen Pkw die größte und auch teuerste Komponente sein kann. Dies ist darauf zurückzuführen, dass überall im Fahrzeug elektrische und elektronische Teile verbaut sind. Da sie mit Strom und Daten versorgt werden müssen, ist es notwendig, Leitungsstränge im gesamten Fahrzeug zu verlegen. Der Konstrukteur des Leitungsstrangs muss daher mit den anderen Fachbereichen wie Interieur, Exterieur oder Rohbau zusammenarbeiten – und lernt im Entwicklungsprozess das gesamte Fahrzeug und dessen Technik kennen.

Die größte Herausforderung ist das optimale Routing des Leitungsstrangs. Aus ökologischen und ökonomischen Gründen muss darauf geachtet werden, die Leitungen auf möglichst kurzen Wegen zu verlegen. Außerdem sind sie konstruktiv vor mechanischen, thermischen, chemischen und elektromagnetischen Beanspruchungen zu schützen.

Eine weitere Aufgabe des Bordnetzkonstrukteurs besteht darin, ein Befestigungskonzept für den Leitungsstrang zu entwickeln. Hierfür muss er Anbindungspunkte mittels Haltern, Clipsen, Kabelführungen und Tüllen in der jeweiligen Fahrzeugumgebung positionieren und auslegen. Diese Bauteile sind je nach Fahrzeughersteller standardisiert. Aufgrund kontinuierlicher Weiterentwicklung müssen Befestigungselemente jedoch auch neu konstruiert oder angepasst werden.

Als Voraussetzung für die Bordnetzkonstruktion müssen die Elektrik- und Elektronikkomponenten im Fahrzeug positioniert werden. Das Package dieser Bauteile, wie z. B. Steuergeräte, Sensoren und Aktoren, ist stark abhängig von deren Funktion. Analog zum Leitungsstrang muss für diese Komponenten ebenfalls ein Befestigungskonzept erstellt werden.

Entwicklung von Kabelschaltplänen.

Unabhängig davon, wie die Kabelbündel im Fahrzeug verlegt sind, würde ohne eine korrekte Verschaltung nichts funktionieren. Die hierfür erforderlichen Kabelschaltpläne erstellen die Elektriker in enger Zusammen-

1 Abstimmung zwischen Elektriker und 3-D-Konstrukteur

arbeit mit den 3-D-Verlegern. Aus einer Vielzahl von Systemschaltplänen, die der OEM einbringt, gehen die logischen Verschaltungen der fahrzeugspezifischen Elektrikumfänge hervor. Diese Systemschaltpläne sind Entwicklungsgrundlage für die Kabelschaltpläne, die den realistischen Systemumfang eines Fahrzeugprojekts widerspiegeln. In den Kabelschaltplänen werden Informationen wie Kabelquerschnitte, Kabelfarben, Leitungsnummern, Steuerungskriterien, Leitungsverbindungen und Steckernamen dargestellt.

Nachdem die Informationen aus den Bereichen der 3-D-Konstrukteure und der Elektriker zusammengeführt wurden, entsteht eine Zeichnung, in der alle relevanten Informationen des Bordnetzes enthalten sind. Auf dieser Leitungsstrangzeichnung sind auch sämtliche Varianten dargestellt, die der Kunde bestellen kann. Diese Informationen bilden die Grundlage für zusätzliche Dokumente wie Verbindungslisten (Leitungslisten) und Stücklisten des Bordnetzes, nach denen der Bordnetzlieferant wiederum den Leitungsstrang erstellt. Aus den Kabelschaltplänen werden ebenso die Informationen der Kundendiensthandbücher für Werkstätten generiert – die Grundlage, um bei einer späteren Fehlersuche systematisch vorgehen zu können.

Erste Prototypen. Für den Endkonsumenten zählt die funktionierende Hardware. Sie muss entsprechend den Vorgaben des jeweiligen Konstrukteurs in die ersten Prototypen überführt werden. Um ein erprobungsfähiges Bauteil zu erhalten, ist es notwendig, die Vorgaben von Geometrie und Material exakt umzusetzen. Nur dann lässt sich beurteilen, ob die Theorie auch in der Praxis Bestand hat.

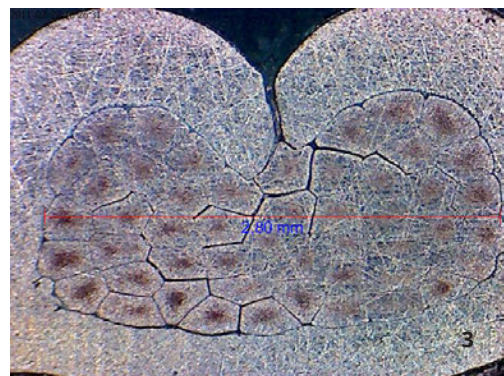
Sei es die Anforderung des kleinsten Bauteils, der angeschlagene Kontakt an der Leitung, oder das korrekt applizierte Wickelband als Leitungsschutz: Die Anforderungen der Fertigungstechnik im Leitungsstrangbau nehmen stetig zu. Während die Erstellung eines gasdichten Crimps inzwischen prozesstechnisch und mechanisch Standard ist, ergeben sich mit den neuen Kleinstquerschnitten von 0,22 mm² oder 0,13 mm² zusätzliche Herausforderungen. Eine qualitative Beurteilung findet hier oft über sogenannte Schliffbilder statt. An ihnen ist unter dem Mikroskop zu erkennen, ob sich jede runde Einzelader mit allen anderen Litzen gegenseitig „gasdicht“ verformt hat.

Die steigenden technischen Anforderungen an einen Leitungsstrang verändern auch die technischen Parameter von Leitungen. Während früher Fahrzeugleitungen mit

PVC-Isolation zum Standard gehörten, halten heute spezielle Leitungen mit PTFE- oder ETFE-Isolation (Teflon) Einzug ins Fahrzeug. Diese Leitungen sind trotz ihres kleineren Durchmessers widerstandsfähiger als herkömmliche Fahrzeugleitungen und ermöglichen den Einsatz unter höheren Temperaturen und Reibwiderständen bei höherer elektrischer Isolation. Sie werden in Bereichen eingesetzt, die bis zu +200 °C Betriebstemperatur erreichen und zugleich dynamisch stark beansprucht werden.



2



3

Das Bordnetz auf dem Prüfstand.

Abschließend wird der gefertigte Leitungsstrang oder auch das komplette Bordnetz auf seine Funktionen getestet. Dies reicht vom einfachen „Durchklingeln“ der Leitungen bis hin zu komplexen Messungen auf dem Prüftisch oder im Fahrzeug. Hierzu nutzen die Techniker und Ingenieure hochauflösende Messtechnik und die haus-eigenen Materiallabore oder die akkreditierten Bereiche des Prüflabors – alles unter einem Dach. Es werden nahezu alle möglichen Last- und Prüfzenarien an selbst konzipierten Prüfständen, in Klimakammern, auf Shakern, in Korrosionskammern, aber auch auf Prüfgeländen „im Fahrzeug und am Limit“ erprobt. Ziel ist, die komplexen Zusammenhänge zu verstehen und vorausschauend immer bessere Produkte zu entwickeln. Kleinste Unstimmigkeiten können später gravierende Folgen haben und im ungünstigsten Fall zu Rückrufen führen.

Diese Messungen führt Bertrandt nicht nur an eigenen Standorten durch. Die Kunden schätzen die Flexibilität – auch bei internationalen Einsätzen. Wer Interesse am Kennenlernen fremder Länder oder an interkultureller Zusammenarbeit hat, dem eröffnen sich bei Bertrandt neben der technischen Herausforderung viele anspruchsvolle Felder, da die EE-Leistungen auch auf Luftfahrt, Schienenverkehr und Industrieanwendungen übertragbar sind.

«

2 Die Bordnetzentwicklung wird zunehmend komplexer und erfordert übergreifende Entwicklungskompetenz in unterschiedlichen Disziplinen.

3 Schliffbild zur qualitativen Beurteilung von Vercrimpungen unter dem Mikroskop