



**Funded by
the European Union**
NextGenerationEU

Supported by:



Federal Ministry
for Economic Affairs
and Climate Action

on the basis of a decision
by the German Bundestag

Partnerspezifischer Schlussbericht zum Teilvorhaben

Digitale Plattform und Toolbox zur physikbasierten Entwicklung von Bordnetzen

im Rahmen des Verbundprojektes

**BordNetzSim3D – Neuartiger simulationsbasierter Prozess zur 3D-mechanischen
Bordnetzauslegung**

Nina Grevelhörster, Matthias Mehnert

Coroplast Fritz Müller GmbH & CO KG

Wittener Straße 271

42279 Wuppertal

Förderkennzeichen: 19S21003B

Projektlaufzeit: 01.10.2021 – 30.09.2024

Inhaltsverzeichnis

I.	Kurzdarstellung.....	2
1.	Aufgabenstellung.....	2
2.	Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde	2
3.	Planung und Ablauf des Vorhabens	3
4.	Wissenschaftlicher und technischer Stand als Grundlage vor Beginn des Projektes.....	7
5.	Zusammenarbeit mit anderen Stellen.....	7
II.	Ausführlicher Sachbericht	9
1.	Darstellung der durchgeführten Arbeiten, insbesondere im Vergleich zur ursprünglichen Vorhabenbeschreibung.....	9
	AP 1: Bestandsaufnahme und Konzeptionierung des digitalen Bordnetzprozesses.....	9
	AP 2: Pilotprozess OEM-seitig	10
	AP 3: Collaboration-Hub.....	15
	AP 4: Digitale Toolbox	15
	AP 5: Montagesimulation und digitales Menschmodell	16
	AP 6: Kabelbaumentwicklung KBH	17
	AP 7: Methodenentwicklung und –Weiterentwicklung, Modellierung, Simulation und Optimierung für Kabelbaumstrukturen.....	22
	AP 8: Projektmanagement	23
2.	Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises.....	24
3.	Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projekt-arbeiten	25
4.	Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses	25
5.	Vorhabens relevante FE-Ergebnisse Dritter während des Projektes	25
6.	Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses	25

I. Kurzdarstellung

1. Aufgabenstellung

In der dreijährigen Projektlaufzeit war es unsere Aufgabe eine „Digitale Plattform und Toolbox zur physikbasierten Entwicklung von Bordnetzen“ und einen „Neuartigen simulationsbasierten Prozess zur 3D-mechanischen Bordnetzauslegung“ gemeinsam mit Flexstructures zu erarbeiten.

Das Projekt hatte die Zielvorgabe, die Probleme in der Bordnetzentwicklung aufzuzeigen und in einer neuen Software IPS Cable Simulation (IPS CS) so zu integrieren, dass alle möglichen Komplikationen bei dem VOBES Prozess (Volkswagen Leitungssatzentwicklung Herstellervorgabe), gelöst werden können. Durch die Zusammenarbeit mit Volkswagen sollen die neu gewonnenen Erkenntnisse in das neue VOBES Tool VOBES 2025 eingearbeitet werden. Darüber hinaus soll erstmals parallel mit der IPS Cable Simulation (IPS CS) gearbeitet werden. WEWIRE ist das Bindeglied zwischen IPS Cable Simulation (IPS CS), der Entwicklung (Flexstructures) und dem Entwicklungsprozess (VOBES) von Volkswagen, da WEWIRE als Leitungssatzhersteller die Anforderungen zu Leitungssatzherstellung sowie und auch das Entwicklungstool VOBES kennt.

An dieser Stelle wurden von WEWIRE (Coroplast Fritz Müller GmbH & CO KG) folgende Aufgaben definiert:

- Herausstellung der Schwächen und Stärkung der Systeme mit denen alle Beteiligten im Entwicklungsprozess der OEM`s arbeiten müssen (z.B. VOBES bei Volkswagen)
- Definition der genauen Ziele und Möglichkeiten zum Datenaustausch der Systeme (VOBES und Cable Simulation (IPS CS)): In den Prozessen werden verschiedene Datenformate zum Transfer genutzt. Diese werden zur Weitergabe von Informationen an den Hersteller und Lieferant verwendet.
- Im Rahmen des Projektes wurden die Fragen beantwortet, „Was braucht ein Kabelbaumhersteller, um besser und schneller arbeiten zu können, um die Themen der Arbeitsvorbereitung schon sehr früh in die Entwicklungsarbeit (Vorentwicklung) integrieren zu können? Was braucht ein Hersteller an Informationen und welche können vom Lieferanten weiterverarbeitet werden?“
- Das Fraunhofer ITWM hat unser Projekt mit Tür-Leitungssätzen unterstützt. Auch sollen alle aus Versuchen gewonnenen physikalischen Daten mit dem ITWM abgeglichen werden, um ggf. wichtige Erkenntnisse daraus zu ziehen.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Eine wichtige Grundvoraussetzung war es, dass WEWIRE mit Flexstructures schon sein ca. sechs Jahren als Entwicklungspartner für die Softwareentwicklung mit IPS Cable Simulation zusammenarbeitet. Auch mit dem ITWM-Kaiserslautern hat WEWIRE einige gemeinsame Projekte erfolgreich zum

Abschluss gebracht. Positiv zum Tragen kam ebenfalls, dass WEWIRE seinen größten Kunden Volkswagen seit 2001 mit ABS und autarken Leitungssätzen beliefert und Volkswagen und WEWIRE schon langjährige Entwicklungspartner sind.

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Die Planung des Teilprojekts basierte auf den definierten Arbeitspaketen des Verbundprojekts und war fest in dieses integriert. Das Teilprojekt wurde entsprechend den folgenden acht Arbeitspaketen (AP) geplant und erfolgreich umgesetzt:

- **AP 1: Bestandsaufnahme und Konzeptionierung des digitalen Bordnetzprozesses**
Analyse der aktuellen Bordnetzentwicklung in Bezug auf die jeweiligen Prozessvorgaben (VOBES Volkswagen AG) der verschiedenen OEM's. Was braucht der Hersteller und was der Lieferant, um einen neuen Digitalen durchgängigen Prozess abzubilden?
- **AP 2: Pilotprozess OEM-seitig**
Volkswagen möchte die Machbarkeit des neuen Prozesses Cable Simulation - IPS CS in Kombination mit ihrer neuen Software VOBES-2025 testen und integrieren. WEWIRE wird mit Anwendungsbeispielen und Erfahrungen aus der Leitungssatzfertigung für VW an dieser Stelle unterstützen.
- **AP 3: Kollaboration-Hub**
WEWIRE wird den Input zur Fertigung von Leitungssätzen liefern, um dann die Anwendung im Kollaboration-Hub zu integrieren.
- **AP 4: Digitale Toolbox**
WEWIRE wird mit Erfahrungen aus der Leitungssatz Entwicklung und Leitungssatzfertigung Flexstructures unterstützen, um eine sinnhafte und praxisorientierte Toolbox zu erstellen.
- **AP 5: Montagesimulation und digitales Menschmodell**
WEWIRE liefert bei Bedarf praxisbezogene Erfahrungen aus der eigenen Fertigung.
- **AP 6: Kabelbaumentwicklung KBH**
WIWIRE wird die derzeitigen Entwicklungsprozesse mit verschiedenen OEM's aufzeigen. Darüber hinaus wird der aktuelle Stand des VOBES-Prozesses analysiert, um den IST Stand zu erfassen. Der sich daraus ergebenden Fertigungsprozess wird anschließend dargestellt, auch wenn dieser unter den Lieferanten leicht variieren kann.
WIWIRE wird im Anschluss die Probleme der jeweiligen vorgegebenen Arbeitsweisen im VOBES Prozess identifizieren und die neuen Möglichkeiten im Cable Simulation (IPS CS) Tool aufzeigen. Dafür werden die neue und die alte Vorgehensweise gegenübergestellt, um die Vorteile visuell darzustellen.
Hinzukommt die gemeinsame Analyse der Testversionen von Flexstructures und WEWIRE sowie die Erprobung in der Praxis. Die Ergebnisse werden dann 1:1 bei Flexstructures integriert.

WEWIRE wird den Entwicklungsprozess in der Hardware im 1:1 Modell für den Leitungssatz *Fahrertür Audi A6 Avant* darstellen, um auch hier die direkte Verbindung von Software und Leitungssatz im Fahrzeug herstellen zu können.

WEWIRE wird auch hinsichtlich der Hardware auf die Einzelbauteile in einem Leitungssatz eingehen, um die Komplexität eines Leitungssatze aufzuzeigen. Daraus ergibt sich der Zusammenhang zwischen Leitungssatz Entwicklung und Hardware im Fahrzeug.

- **AP 7: Methodenentwicklung und -weiterentwicklung, Modellierung, Simulation und Optimierung für Kabelbaumstrukturen**

WEWIRE ist an dieser Stelle beratend mit Erfahrungen aus der Bordnetzentwicklung beteiligt.

- **AP 8: Projektmanagement**

Die gesamte systematische Planung und Durchführung dieser Arbeitspakete wurde von Flexstructures übernommen. In der untenstehenden Tabelle hat WEWIRE die entsprechende Aufteilung vorgenommen. WEWIRE hat als Partner in den Meetings und Workshops teilgenommen. Die Meilensteine sind nachfolgend aufgeführt:

Nr.	Beschreibung	Soll-Monat	Ist-Monat
M.0	<ul style="list-style-type: none"> • Kick-off 	Monat 1	Monat 1
M.1	<ul style="list-style-type: none"> • Stand der Technik und Festlegung des Gesamtprozesses • Start der Arbeitspakete für die Entwicklung 	Monat 6	Monat 6
M.2	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigstellung des Kollaboration-Hubs (<i>TRL 7</i>) • Erste Ergebnisse Digitale Toolbox (<i>TRL 5</i>) 	Monat 14	Monat 25
M.3	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigstellung Entwicklung Pilotkabelsystem (<i>TRL 5</i>) • Fertigstellung MeSOMICS-Messkampagne • Weitere Ergebnisse Digitale Toolbox (<i>TRL 6</i>) 	Monat 22	Monat 33
M.4	<ul style="list-style-type: none"> • Fertigstellung 3D-Flattening-Funktionalität (<i>TRL 6</i>) • Weiterentwickelte digitale Tools vorhanden (<i>TRL 7</i>) • Prototypischer digitaler Prozess (<i>TRL 7</i>) 	Monat 30	Monat 35
M.5	<ul style="list-style-type: none"> • Projektabschluss 	Monat 36	Monat 36

Das Vorhaben als Teilprojekt sowie das gesamte Verbundprojekt wurden von der fx mithilfe von GANTT-Diagrammen geplant und während der Durchführung regelmäßig aktualisiert. Nachfolgend wird in **Abbildung 1** ein Soll-Ist-Vergleich der GANTT-Planung für das Projekt dargestellt:

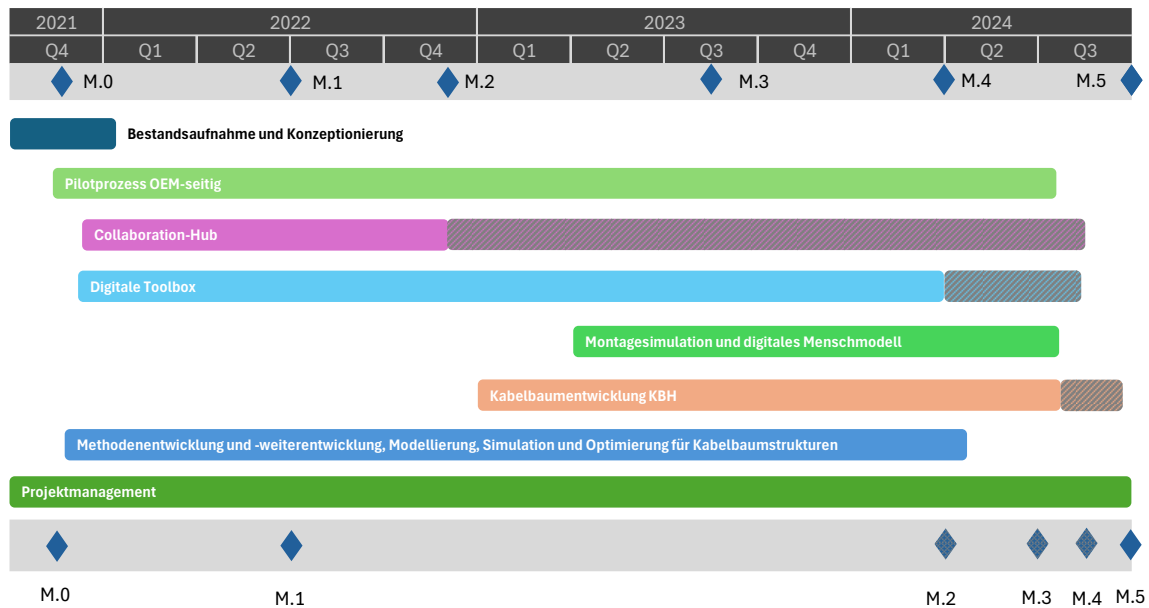


Abbildung 1: Gegenüberstellung von Soll- und Ist-Werten der Projektplanung sowie der Arbeitspakete im Forschungsprojekt BordNetzSim3D.

Beim Vergleich der Soll- und Ist-Planung des Vorhabens lassen sich folgende Punkte hervorheben:

- Alle AP sind wie geplant gestartet. Die Meilensteine M.0, M.1 und M.5 konnten termingerecht erreicht werden.
- Die AP 3, 4 und 5 wurden zwar planmäßig begonnen, ihre Abschlüsse haben sich jedoch verzögert. Dies hatte Auswirkungen auf die Erreichung der Meilensteine M.2, M.3 und M.4. Die Erfüllung der zugehörigen Meilensteinziele konzentrierte sich dadurch auf das letzte Drittel der Projektlaufzeit. Dabei ist anzumerken, dass ein Großteil der Meilensteinziele bereits vor der offiziellen Erreichung abgeschlossen wurde, lediglich noch offene Teilaufgaben führten zur verspäteten Freigabe der Meilensteine.
- Durch die Verzögerungen bei den Meilensteinen haben sich auch die Arbeitspakete AP 2 und AP 6 nach hinten verschoben. Dies führte zu einer besonders arbeitsintensiven Schlussphase, in der mehrere Arbeitspakete parallel abgeschlossen werden mussten.
- Das Arbeitspaket AP 8 verlief vollständig nach Plan, was die fristgerechte Erreichung der Meilensteine M.0 und M.5 sowie eine effiziente und geplante Projektkommunikation sicherstellte.

Insgesamt zeigt der Soll-Ist-Vergleich, dass trotz einiger Verzögerungen die Ziele des Projektes erreicht werden konnten. Eine intensive Zusammenarbeit und verstärkte Abstimmung in der Schlussphase waren jedoch erforderlich, um die verbleibenden Aufgaben erfolgreich zu bewältigen. Die Projektergebnisse wurden gemeinsam mit den Verbundpartnern am 28.11.2024 beim offiziellen Projektabschluss präsentiert und die weitere Vorgehensweise wurde mit den Industriepartnern abgestimmt.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand als Grundlage vor Beginn des Projektes

Wie bereits zuvor erwähnt, ist WEWIRE als Entwicklungspartner schon sehr lange in das Thema IPS Cable Simulation involviert, da es ein Grundbaustein unserer gesamten Arbeit als Systemlieferant in der Achsverkabelung widerspiegelt. Unsere Kernkompetenz richtet sich auf die Fahrzeugentwicklung im Bereich der Achsverkabelung aller Fahrzeughersteller. Hier ist WEWIRE permanent mit dynamisch bewegten Leitungssätze und ihrer Auslegung in hochkomplexen Bauräumen konfrontiert, da die Design Verantwortung der ABS-Leitungssätze in der Verantwortung der Zulieferer liegt.

Die Kollegen von Flexstructures und ITWM Kaiserslautern haben WEWIRE bei einem Meeting von ihrem Vorhaben berichtet und so ist WEWIRE nach einiger Anstrengung Partner für das SIM 3D Projekt geworden.

Für WEWIRE ist es das erste Projekt dieser Art und insbesondere die Personalverfügbarkeiten haben WEWIRE vor erhebliche Herausforderungen gestellt. Nichtsdestotrotz ist es WEWIRE gelungen das Projekt BordNetzSim3D erfolgreich zu beenden. Der initiale Grundgedanke, der uns an dieser Stelle zusammengeführt hat, ist die Erfahrung aus der Bordnetzentwicklung und Leitungssatzfertigung mit den Fahrzeugherstellern.

Die Zusammenarbeit mit den Fahrzeugherstellern und deren arbeitsintensiver Systeme (VOBES Prozess VW), haben den Wunsch nach Veränderung geweckt.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Gemeinschaftlich haben wir die uns bevorstehenden Aufgaben in den jeweiligen Arbeitspaketen abgearbeitet. WEWIRE hat sich in allen Themen fachlich eingebracht, um das Projekt mit voranzutreiben. Außerhalb der Projektpartner haben wir mit unserer Fertigung in Tunesien an einigen Brett-Bau Themen zusammengearbeitet und schlussendlich hat die Firma SMC aus Wuppertal die verschiedenen Brett-Exponate fertiggestellt.

II. Ausführlicher Sachbericht

6. Darstellung der durchgeführten Arbeiten, insbesondere im Vergleich zur ursprünglichen Vorhabenbeschreibung

AP 1: Bestandsaufnahme und Konzeptionierung des digitalen Bordnetzprozesses

Gemeinsam mit den Projektpartnern (ITWM Kaiserslautern, Volkswagen, Flexstructures) wurde der aktuelle Entwicklungsprozess von WEWIRE dargestellt, um dann die Erkenntnisse und Machbarkeiten mit IPS CS aufzuzeigen und die Vorteile gegenüberzustellen.

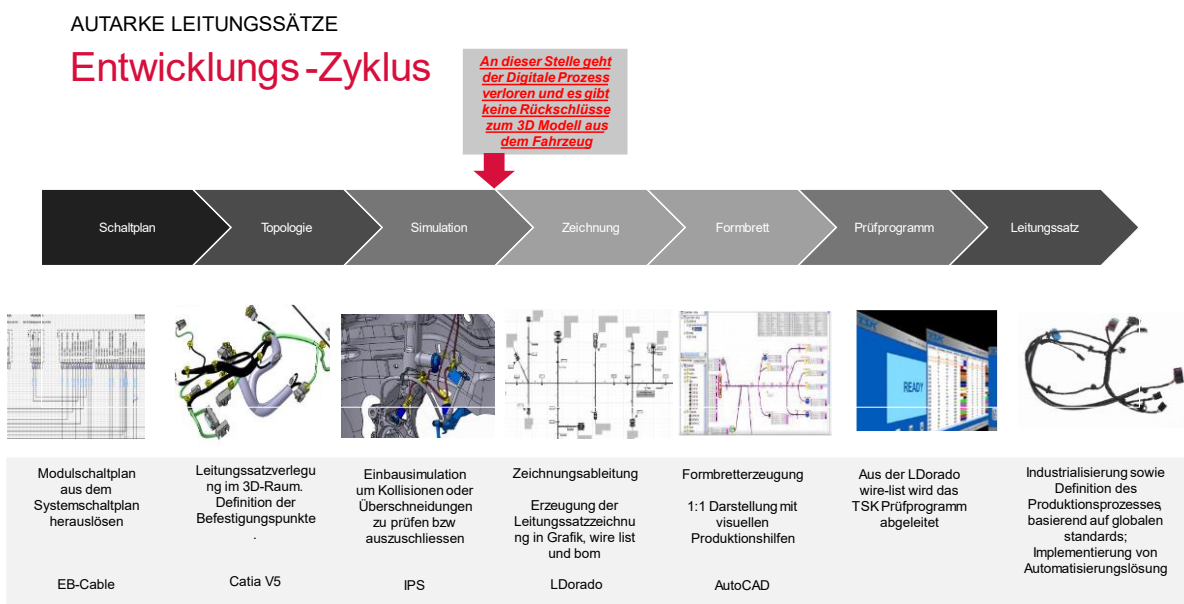


Abbildung 2: Übersicht des bestehenden VOBES Prozess + Fertigung mit den identifizierten Problemen

Abbildung 2 Dem Partner Flexstructures wurden die Probleme im aktuellen Entwicklungsprozess dargestellt und analysiert. Durch die gezielte Zusammenarbeit (Workshop, Meetings vor Ort) konnten genaue Vorgehensweisen definiert werden (Basis für die Softwareansätze von Flexstructures). Auch Volkswagen wurde mit involviert, um dann Datenformate zuzulassen die ein paralleles Arbeiten im System zulassen. Die Vorgabe ist es, den Digitalen Prozess bis zur Fertigung – Brett-Bau zu integrieren.



Abbildung 3: Konzept des neuen durchgängig digitalen Gesamtprozesses.

Alle gewonnenen Erkenntnisse wurden dokumentiert und zur weiteren Einarbeitung aufbereitet. Hierzu hat Flexstructures die Themen notiert, um uns später die Ergebnisse zu präsentieren.

Allgemeine Anmerkung zu AP 1 – Abschließend lässt sich sagen, dass WEWIRE alle vorgesehenen Aufgaben abarbeiten konnte und der Meilenstein „**M.1: Stand der Technik und Festlegung des neuen Gesamtprozesses**“ wie geplant erreicht wurde. Folglich konnte das Arbeitspaket **AP 1** erfolgreich abgeschlossen werden.

AP 2: Pilotprozess OEM-seitig

Im Arbeitspunkt 2.1 ist es wichtig, dass unser Hersteller Volkswagen gemeinsam mit Flexstructures den Daten Austausch so gestaltet, dass es möglich sein wird, auch im Cable Simulation - IPS CS den Entwicklungsprozess abbildbar zu machen. Das bedeutet der Hersteller gibt den neuen Entwicklungsprozess vor (VOBES 2025), allerdings wird es nun erstmals auch dem Zulieferer möglich sein im Cable Simulation - IPS CS arbeiten zu können, um via Datentransfer das gleiche Ergebnis zu erzielen.

WEWIRE hatte an dieser Stelle nur eine beratende Tätigkeit und war nur teilweise in die Abstimmungen involviert.

In Abstimmung mit allen Partnern wurde der Türleitungssatz Fahrertür Audi A6 Avant als Testobjekt in den neuen Systemen festgelegt. Wie in der Abbildung 4 abgebildet, wird hier die CAD CATIS V5 Verlegung der Fahrertür dargestellt. In der Abbildung 5 kann man die Verlegung in der Fahrertür in Hardwareform sehen. In beiden Abbildungen sind die Unterschiede zwischen der Entwicklung und der Verlegung im Fahrzeug deutlich sichtbar.

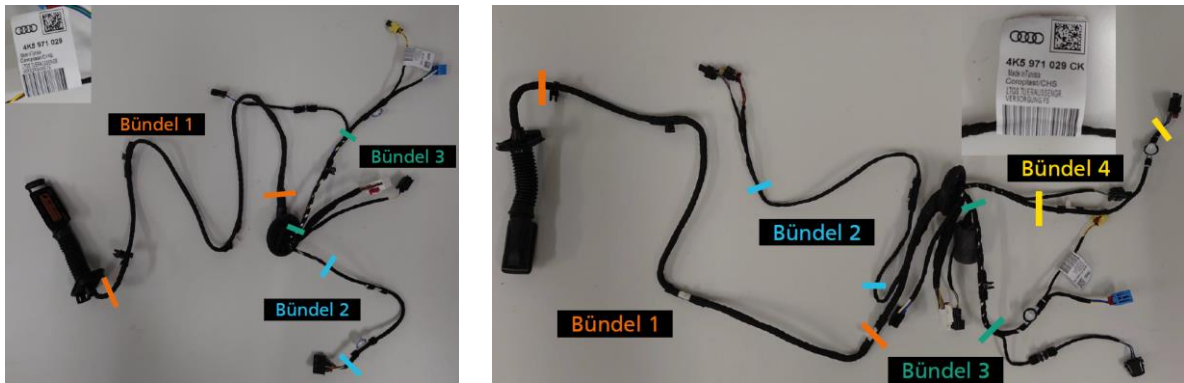


Abbildung 6: Türleitungssatz mit minimaler Ausstattung (links) und maximaler Ausstattung (rechts) aus dem Forschungsprojekt BordNetzSim3D.

In den Arbeitspaketen AP 2.4 und AP 2.5 geht es um die Analyse der aktuell verwendeten Systeme die prozessbedingt den Zulieferern auferlegt werden. Nachfolgend wird kurz auf das Thema VOBES-Prozess eingegangen, um dann die Änderungen mit Cable Simulation - IPS CS aufzuzeigen.

Die Leitungssatzentwicklung war viele Jahre ein komplett händischer Prozess, der mit der Einführung von VOBES in einem digitalen systemgesteuerten Prozess verwandelt wurde. Hierfür wurden verschiedene Softwareoptionen zur Abarbeitung herangezogen. Beginnend mit der Verschaltung (EBCable) werden zunächst alle elektrischen Daten für das gesamte Fahrzeug dokumentiert. Das bildet die Grundlage für jede Fahrzeugausstattung, die von jedem Kunden anders festgelegt wird, wenn das Fahrzeug konfiguriert wird. Diese Daten werden dann im KVS (Datenbank Volkswagen mit allen Teilenummern im Konzern) abgelegt und über den KVS-User und Systemschaltplan (SYS) an den Zulieferer weitergegeben. Dieser wiederum wird dann im Zuge der Konstruktion zu einem Kundens Schaltplan (KAP) umgebaut, damit diese Daten für den Bau eines Leitungssatzes herangezogen werden können. Wenn der KAP fertiggestellt ist, werden diese Daten über die ELENA Software transferiert, um sie an die CAD-Welt (Catia V5/6) über eine sogenannte KBL-Datei weiterzugeben.

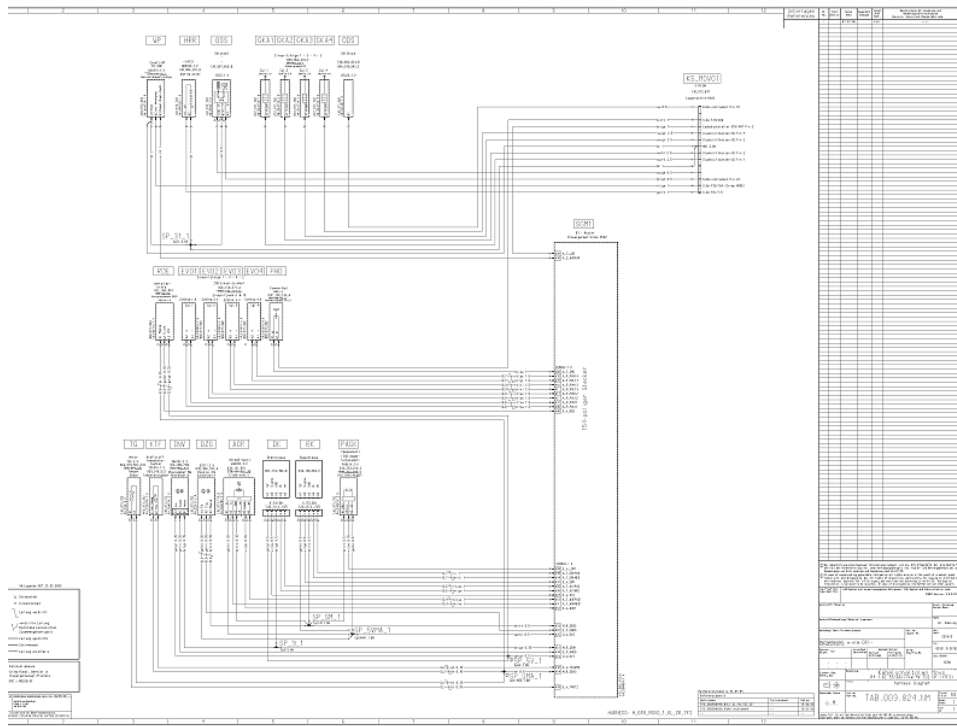


Abbildung 7: Screenshot EB Cable - Schaltplan.

Parallel zu der Konstruktion in EB Cable wird natürlich im CAD gearbeitet, um den Bauraum für die Leitungssätze festzulegen. Dafür wird ein sogenanntes 150% Modell erzeugt. Das bedeutet, dass alle Fahrzeug Module und Varianten z. B. für einen Linkslenker (LL) in einem Fahrzeugbauraum dargestellt werden, obwohl es sie nie in einem Fahrzeug geben wird, da sich einige Module oder Varianten gegenseitig ausschließen (z. B. Klimaanlage und Klimaautomatik; Stahlbremse und Keramikbremsanlage). Wenn alle Änderungen und Bauraumuntersuchungen abgeschlossen sind, werden die Daten zu Zeichnungserstellung über die KBL-Datei an LDorado (Zeichnungssoftware) übergeben.

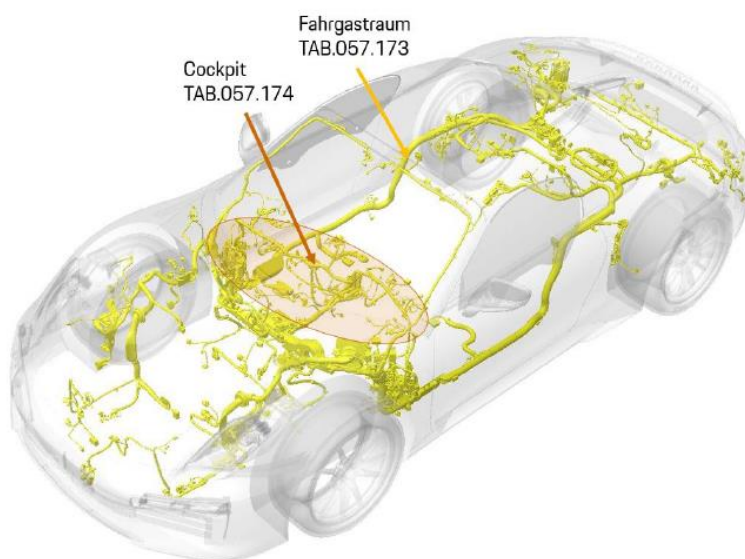


Abbildung 8: Leitungssatzverlegung KSK (Kundenspezifischer Kabelsatz) im Fahrzeug mit Catia V5

In LDorado werden die 3D Daten von der Ebene 3D auf 2D umgewandelt (sog. Flattening “flachdrücken der Leitungssatzverlegung für die Zeichnung” (automatische Generierung von Formbrettkonfigurationen). Die Zeichnung ist für den Kunden die Qualitätsgrundlage und wird zudem noch zur Anfrage von Leitungssätzen (je nach Zeichnung) verwendet. Leider ist es nicht möglich, die Zeichnung 1:1 für den Fertigungsprozess zu verwenden. Damit endet der digitale Prozess und somit ergeben sich folgende Nachteile für die Zulieferer:

- Die Zeichnung verliert den Bezug zur E3D Leitungssatzverlegung.
- Alle Informationen zur weiteren Verarbeitung im Bezug zum Leitungssatz im CAD gehen verloren.
- Die Arbeitsvorbereitung kann diese Zeichnung als Grundlage zur Fertigung nicht nutzen. Das hat zur Folge, dass eine neue zeitaufwendige Fertigungszeichnung erstellt werden muss.
- Folglich haben alle Leitungssätze, die gefertigt werden, keinen Bezug zum Fahrzeug.
- Die Folge daraus ist, dass wir den fertigen Leitungssatz nicht via Plug and Play ins Fahrzeug einbauen können, sondern mehrere Änderungsschleifen im Fahrzeug gefahren werden müssen, damit der Leitungssatz endlich im Fahrzeug verbaubar ist.
- Dieser zeitaufwändige Prozess wird nun hoffentlich, da es möglich ist, die Leitungssätze direkt im Fahrzeug verbauen zu können.

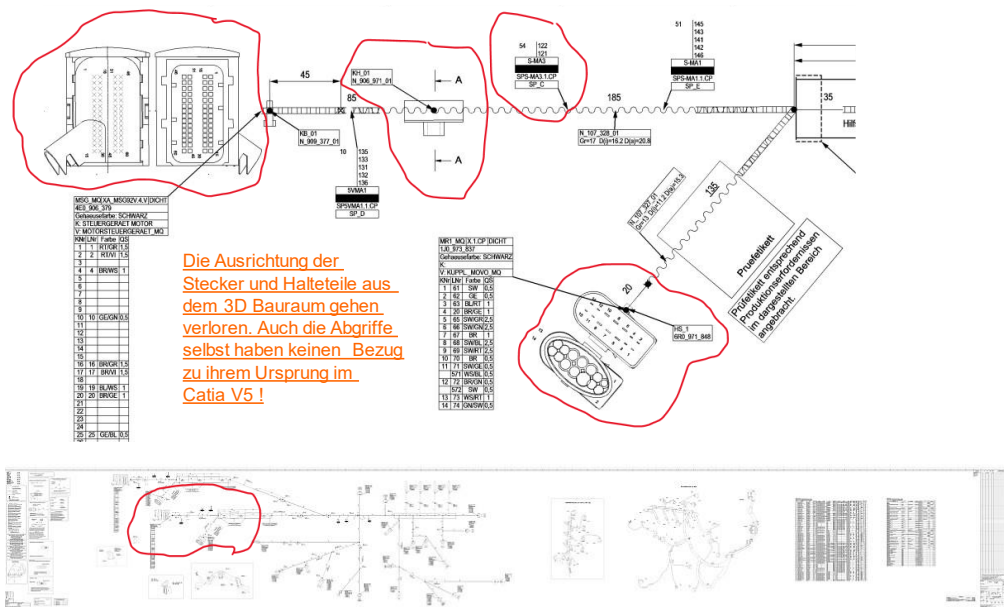


Abbildung 9: Leitungssatzzeichnung mit LDorado erstellt (auf der oberen Hälfte sieht man den Zeichnungsausschnitt)

An dieser Stelle kommt die neue Software Cable Simulation - IPS CS mit ihren technischen Möglichkeiten genau richtig.

Allgemeine Anmerkung zu AP 2 – Gemeinsam wurde der aktuelle Prozess von allen Seiten beleuchtet und ausführlich analysiert. Es wurden alle Schwachstellen vollumfänglich erfasst. Volkswagen hat die Möglichkeiten für ihren neuen VOBES Prozess „VOBES 2025“ aufgegriffen und alle weiteren Schritte mit Flexstructures diskutiert, um in den nachfolgenden Arbeitspaketen 3 und 4 den richtigen Datentransfer zu implementieren. Alle vorgegeben Aufgaben wurden erfüllt und dokumentiert.

AP 3: Collaboration-Hub

Für das Arbeitspaket 3 war WEWIRE beratend tätig, da es sich hier um die Aufgaben von Flexstructures handelt. WEWIRE hat die Vorgaben und die Informationen des eigenen Fertigungsprozesses weitergegeben, sodass diese in die jeweiligen Softwareanwendung eingepflegt werden konnte. Bei allen Ansätzen und Ideen hat WEWIRE Flexstructures unterstützt und es wurden alle Aufgaben erfolgreich abgearbeitet. Bei diesem Vorhaben wurden auch einige neue Vorgaben seitens Volkswagen in Betracht gezogen.

Allgemeine Anmerkung zu AP 3: Alle vorgesehenen Arbeiten wurden im Rahmen des Arbeitspaketes AP 3 in Zusammenarbeit mit den Projektpartnern vollständig bearbeitet und abgeschlossen. Der geplante Zeitaufwand war jedoch deutlich höher als ursprünglich angenommen. Der Mehraufwand wurde durch die sehr gute Zusammenarbeit in Form von vielen Besprechungen wieder aufgeholt. Dabei wurden die verschiedenen Aufgaben von WEWIRE und Volkswagen beleuchtet. Die Arbeitsweise mit den Systemen (VOBES) wird bei Volkswagen anders wahrgenommen als beim Zulieferer, z. B. WEWIRE.

Die Umsetzung und die Implementierung unserer Entwicklungen und die Machbarkeitsprobe der digitalen Werkzeuge waren zum Teil sehr schwierig und zeitlich anders geplant, allerdings ist es dem Projektteam schlussendlich gemeinsam gelungen alle wichtigen Informationen einzuarbeiten.

AP 4: Digitale Toolbox

Auch während der Durchführung des vierten Arbeitspaketes stand WEWIRE beratend zur Seite. WEWIRE hat alle Schwachstellen im VOBES Prozess analysiert, dokumentiert (AP 2) und alle unzureichenden Schritte in Bezug auf einen durchgängig digitalen Prozess aufgeführt. WEWIRE lieferte als Partner wichtigen Ideen zur Software-Integration. Hierfür waren die Entwickler im regen Austausch, um Schritt für Schritt ein gleiches Verständnis zwischen dem Entwicklungsprozess und der Machbarkeit der Software zu entwickeln. Die Erkenntnisse führten häufig zu Diskussionsbedarf. Letztendlich ist es aber gelungen, ein hilfreiches Tool zu erarbeiten, bei dem auch Flexstructures eine sehr gute Aufteilung im IPS CS gefunden hat.

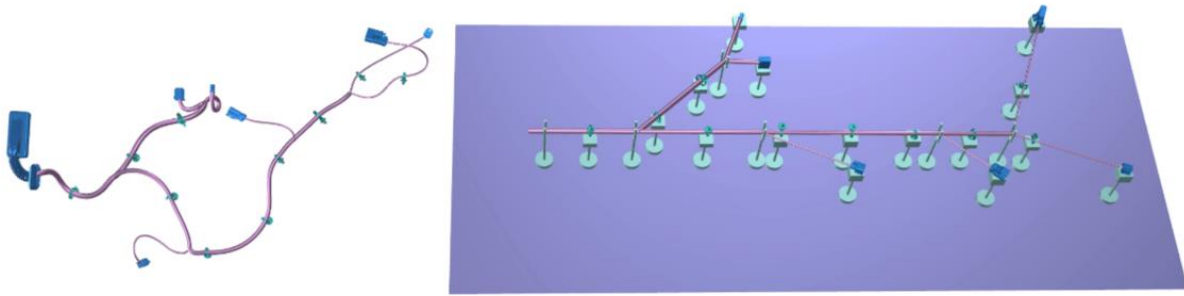


Abbildung 40: Darstellung des Leitungssatzes im Fahrzeug sowie des dazugehörigen Formbretts, das mithilfe des Flattening-Tools erstellt wurde.

Allgemeine Anmerkung zu AP 4 – Alle Punkte wurden erfolgreich abgearbeitet und haben zur Weiterentwicklung des Tools beigetragen.

AP 5: Montagesimulation und digitales Menschmodell

Für das Arbeitspaket 5 war WEWIRE ebenfalls nur beratend tätig, indem WEWIRE Wissen aus der eigenen Kabelsatz-Fertigung weitergegeben hat. WEWIRE arbeitet jedoch nicht mit einem Simulationstool, da der finanzielle Aufwand für einen Automobillieferer nicht im Verhältnis zum Nutzen steht.

Aufgrund von enormem Preisdruck durch die großen Automobilhersteller befinden sich die WEWIRE Produktionsstandorte derzeit in China, Mexico und Tunesien. Der starke Preiskampf der Automobilbranche zwingt die Zulieferer dazu, ihre lohnintensive Fertigung in Niedriglohnländer zu verlagern. Zum Stand heute konnten die Produktionslinien nur bedingt automatisiert werden und der Zusammenbau von Kabelsätzen muss zu 95% händisch erfolgen.

In Zukunft wäre es also wünschenswert, weitere Anwendungen in das neue System zu integrieren und damit die Möglichkeit von weiteren Automatisierungen voranzutreiben.

Allgemeine Anmerkung zu AP 5 – Rückblickend lässt sich festhalten, dass die gesteckten Ziele für das Arbeitspaket AP 5 weitestgehend erreicht wurden, auch wenn das Unterarbeitspaket AP 5.2 nicht, wie ursprünglich in der Vorhabensbeschreibung vorgesehen, umgesetzt werden konnte. Die Gründe hierfür liegen vor allem in den personellen Wechsels bei WEWIRE sowie in den spezifischen Produktionsumständen und technischen Rahmenbedingungen, die während der Projektlaufzeit auftraten. Trotz dieser Herausforderungen wurden fX und ITWM bei der Umsetzung von beiden Industriepartnern so gut wie möglich unterstützt, wodurch zufriedenstellende Fortschritte erzielt werden konnten.

Positiv hervorzuheben ist, dass der zeitliche Rahmen für dieses Arbeitspaket eingehalten wurde. Die erzielten Ergebnisse sind vielversprechend und zeigen anhand des OEM-Use Cases das Potenzial der entwickelten Ansätze und Werkzeuge für die Bordnetzentwicklung (BNP) auf.

AP 6: Kabelbaumentwicklung KBH

Der gesamte Entwicklungsprozess von WEWIRE wurde mit allen Vor- und Nachteilen dargestellt. Zudem werden die später im Fahrzeug sichtbaren Folgen aus den getätigten Projektentscheidungen dargestellt.

Wie bereits im AP 2 erläutert, beginnt der Leitungssatzentwicklungsprozess mit der Vorgabe des Herstellers, in unserem Fall mit dem VOBES Prozess von Volkswagen.

WEWIRE hat bereits einige neue Wege bereits aufgezeigt. Der Vollständigkeit halber wird nachfolgend nochmal auf den VOBES Prozess eingegangen und verschiedenen Ansätze werden visuell dargestellt. Abbildung 10 veranschaulicht die Zusammenhänge und die Verbindungen der jeweiligen Software untereinander sowie die Dateiformate, mit denen die Informationen weitergegeben werden.

Der gesamte vorgegebene Prozess ist bis zur Zeichnungserzeugung im LDorado digital, wobei die Software Catia V5, die unsere 3D Bauräume erzeugt, nicht auf physikalische Eingangsgrößen zurückzuführen ist. Daher ist das erzeugte Ergebnis im Bezug zur Realität sehr fehlerhaft und wird in unserem Fall durch die IPS Cable Simulation ersetzt (siehe dazu [Abbildung X, S. X](#)). Abschließend verfügt LDorado auch über ein digitales Änderungsmanagement, welches allerdings nur 2D-Zeichnungen erstellen kann und folglich hier der Bezug zur Realität im Fahrzeug fehlt.

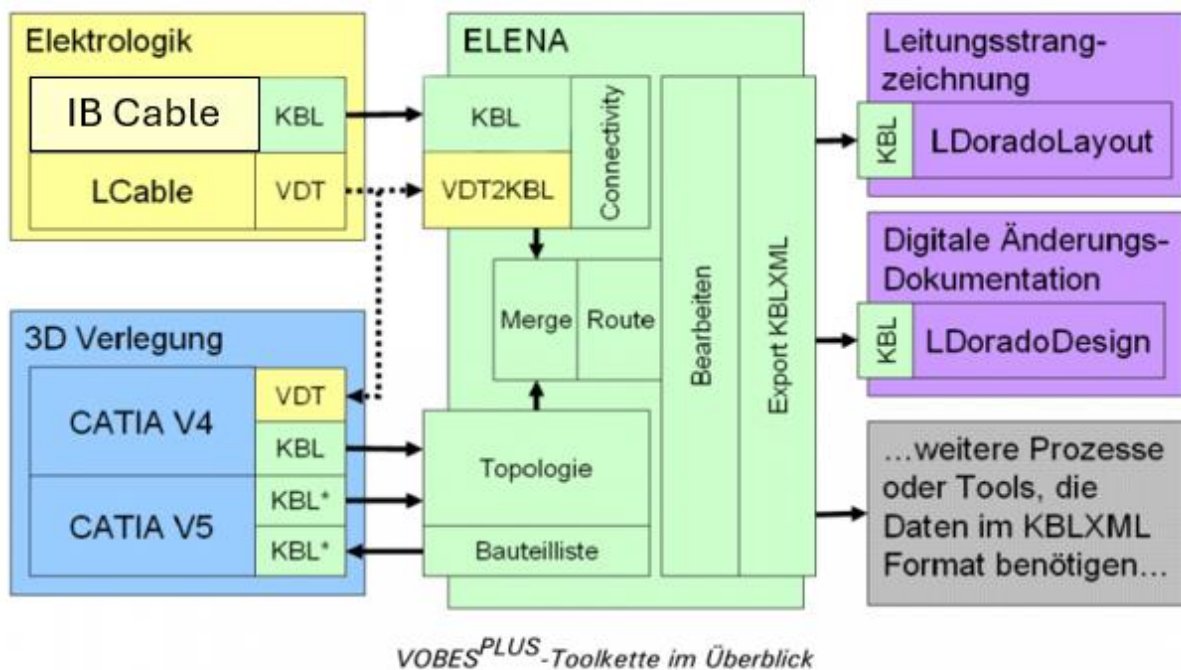


Abbildung 51: Der Leitungssatzentwicklungsprozess: VOBES-Prozess von Volkswagen.

Gegenüberstellung vom VOBES-Prozess / IPS Cable Simulation mit einem durchgängigen digitalen Prozess

Arbeitsweise – VOBES

- Alle Daten für die elektrische Verschaltung werden digital erfasst und mit der Software IB Cable erzeugt und über ELENA per KBL-Datei weitergegeben.
- Gleichzeitig werden alle Fahrzeugbauräume mit Catia V5 in der 3D Welt erstellt und im 150 % Modell festgelegt (das 150 % Modell beinhaltet alle Fahrzeug Varianten oder Module, die vom Kunden bestellt werden könnten, jedoch schließen sich einige Varianten gegenseitig aus)
- Die Kundenzeichnung wird dann durch die Datenaggregation von Catia und IB Cable über die Schnittstelle ELENA per KBL-Datei an LDorado übermittelt und die 2D-Kundenzeichnung wird erstellt.
- Anschließend müssen die Daten aufbereitet eine neue Fertigungszeichnung erstellt werden. **Diese Zeichnung ist sehr zeitaufwendig und aufgrund dessen, dass der Bezug zur 3D Verlegung im Fahrzeug fehlt, werden automatisch falsche Informationen zur Montage der Leitungssätze übernommen. Die Fehler müssen dann durch Einbauversuche im Fahrzeug (Prototypen) korrigiert werden. Dieser Prozess führt zu einem enormen Arbeitsaufwand, sowohl am Fahrzeug als auch im Änderungsmanagement.**
- WEWIRE hat verschiedene Ansätze entwickelt, um den bisherigen Arbeitsaufwand zu reduzieren. Die nachfolgenden Abbildungen 11 und 12 stellen die Prozessschritte des aktuellen VOBES-Prozesses mit dem neuen Prozess gegenüber. Dabei ist klar ersichtlich, dass z.B. für die Achsverkabelung neue Entwicklungen mit IPS Cable Simulation verwendet und bereits implementiert wurden.

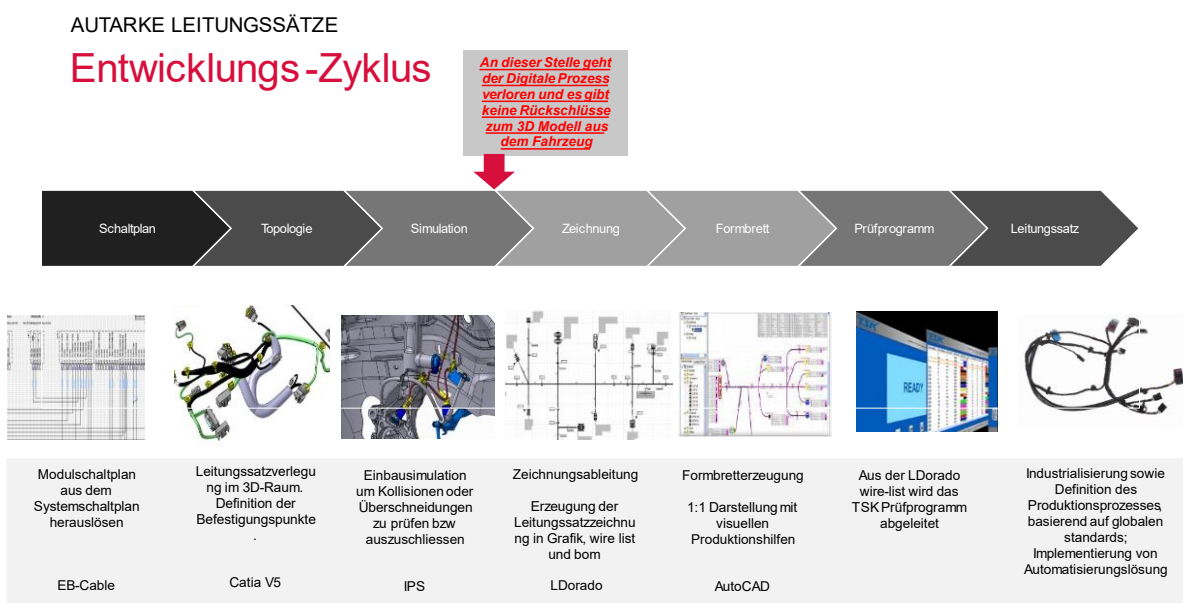


Abbildung 12: Der Leitungssatzentwicklungsprozess: VOBES-Prozess Volkswagen bisheriger alter Stand

Produkt Entwicklungs -Zyklus



Abbildung 13: Der Leitungssatzentwicklungsprozess: VOBES-Prozess Volkswagen neuer Stand

Erkenntnisse aus der momentanen Entwicklung bei WEWIRE

Der VOBES-Prozess konnte insofern optimiert werden, dass zeitaufwendige Tätigkeiten reduziert wurden und Personalressourcen besser genutzt werden können. Darüber hinaus gibt es Ansätze, wie die verlorenen Informationen aus der 3D Catia Welt zurückgeholt werden können. Maßgeblich dafür ist die gute Zusammenarbeit zwischen der Arbeitsvorbereitung und der Fahrzeugentwicklung. Dennoch bleibt der gesamte Entwicklungsprozess herausfordernd, da noch keine durchgängig digitale Prozesskette existiert und es trotz aller Verbesserungen dennoch zu problematischen Änderungen im Fahrzeug kommen kann.

An dieser Stelle haben wir gemeinsam mit Flexstructers und dem ITWM Kaiserslautern mit unserem Projekt SIM 3D begonnen. Ziel sollte es sein, dass derzeitige Fehlerquellen mangels durchgängig digitalen Prozesses so beseitigt werden, dass endlich alle Themen nahezu digital abgearbeitet werden können. Dabei sollen die ganzen Themen parallel zum neuen VOBES-Prozess 2025 in nur einer Software ab der 3D Welt abgebildet werden. Dazu wurden viele Themen verständlich an die Softwareentwickler herangetragen, um dann diese Ansätze gemeinsam so weiterzuentwickeln, dass final der gesamte Entwicklungsprozess ab der 3D Welt vollständig digital dargestellt wird. Die elektrische Verschaltung im IB Cable bleibt vorerst erhalten.

IPS Cable Simulation CS der Entwicklungsprozess der Zukunft

Mit den verschiedenen Softwareanwendungen, die alle mit IPS Cable Simulation SC zusammenarbeiten können, kann wie nachfolgend beschrieben gearbeitet werden. Dabei wird auf den neuen Entwicklungsprozess eingegangen, um an gegebener Stelle die Unterschiede deutlich hervorzuheben. Das Neudenken der zeitlichen Komponente ist sehr innovativ und spielt in dem neuen Entwicklungsprozess die entscheidende Rolle.

Entwicklungsprozess mit IPS Cable Simulation SC

Zunächst bleiben alle Informationen für die elektrische Verschaltung im EB Cable erhalten. Diese werden per Datenübertragung KBL an IPS Cable Simulation weitergegeben.

Die gesamte CAD-Welt wird nun im IPS Cable Simulation SC abgebildet und muss nicht mehr mühevoll parallel in Catia V5/V6 nachgezeichnet werden. Weiterhin werden im IPS physikalische Kabeleigenschaften abbildbar, da dies nicht mit Catia möglich ist. Das hat zur Folge, dass wir in Bezug auf die Darstellung der Bauraumsituation im Fahrzeug deutlich besser werden, da die Themen Schwerkraft und flexible Leitungssätze nun berücksichtigt werden können. Daraus ergibt sich eine komplett neue Bauraumbetrachtung, die es so bislang noch nicht gab. Allein diese Vorteile können den Faktor der konstruktiv eingebauten Fehler im VOBES-Prozess in der 3D Entwicklung erheblich minimieren. Die daraus resultierenden Ergebnisse zahlen auf den zeitlichen Faktor ein.

Wenn die Entwicklungsarbeit im Bauraum abgeschlossen ist, werden die Daten zur Zeichnungserstellung herangezogen. Beim Flattening (sog. "Plattdrücken der CAD-Daten in 2D) gehen erstmals die 3D bezogenen Informationen der Halteteile und Stecker etc. nicht verloren, sondern werden exakt so verdreht, dass wenn sie in den Bauraum eingebaut würden, sie 1:1 ins Fahrzeug passen. Auf dieser Basis ist es nun möglich eine Kundenzeichnung zu erzeugen, die alle 3D Informationen ins 2D übertragen kann, jedoch hat dieser Schritt keinen Einfluss auf den Hersteller. Zur Qualitätskontrolle werden Längenangaben und andere Informationen aus der Zeichnung genutzt, die jedoch in Bezug auf die WEWIRE Fertigung und die spätere Verlegung im Fahrzeug, nicht weiterhelfen.

Hier kann dafür das neue Tool Kollaboration-Hub zum Einsatz kommen. Es besteht die Möglichkeit den Leitungssatz nun direkt in die Arbeitsvorbereitung mitzunehmen, um diesen auf einem Formbrett aufzulegen.

Alle Vorgaben, was genau mit dem Fertigungsbrett gemeint ist und wie es auch für andere Hersteller nutzbar wird, wurden von WEWIRE an Flexstructures herangetragen und in die Software integriert. In der Abbildung 14 wird die Verlegung aus der Fahrertür gezeigt, wie diese aus der 3D CAD-Welt in 2D auf dem Formbrett aussieht. Im Vergleich dazu präsentiert die Abbildung 15 das richtige Fertigungsbrett für die Türleitungssatzfertigung, welches noch ohne die Vorgaben von IPS Cable Simulation SC gefertigt wurde. Die unterschiedlichen Designs der Formbretter sind deutlich zu erkennen, ebenso die damit einhergehenden zeitaufwendigen Veränderungen bis zur ordnungsgemäßen Verbauung der Leitungssätze im Fahrzeug. Auch an dieser Stelle kommt ein entscheidender Zeitfaktor zum Tragen, der sich über den gesamten Prozess erstreckt.

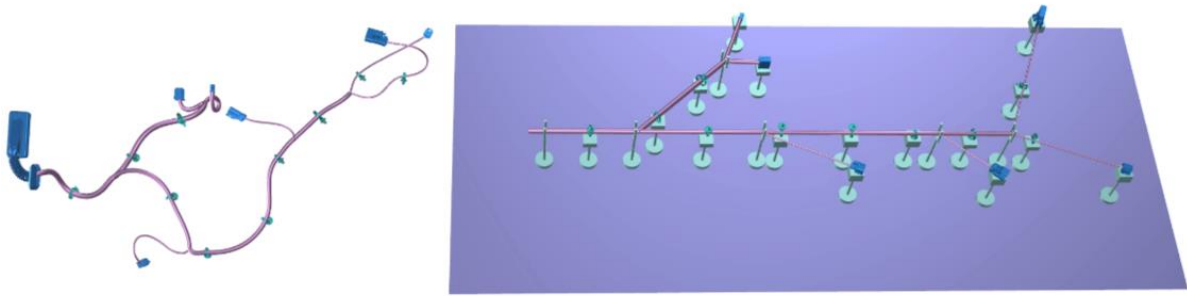


Abbildung 14: Darstellung des Leitungssatzes im Fahrzeug sowie des dazugehörigen Formbretts, das mithilfe des Flattening-Tools erstellt wurde.

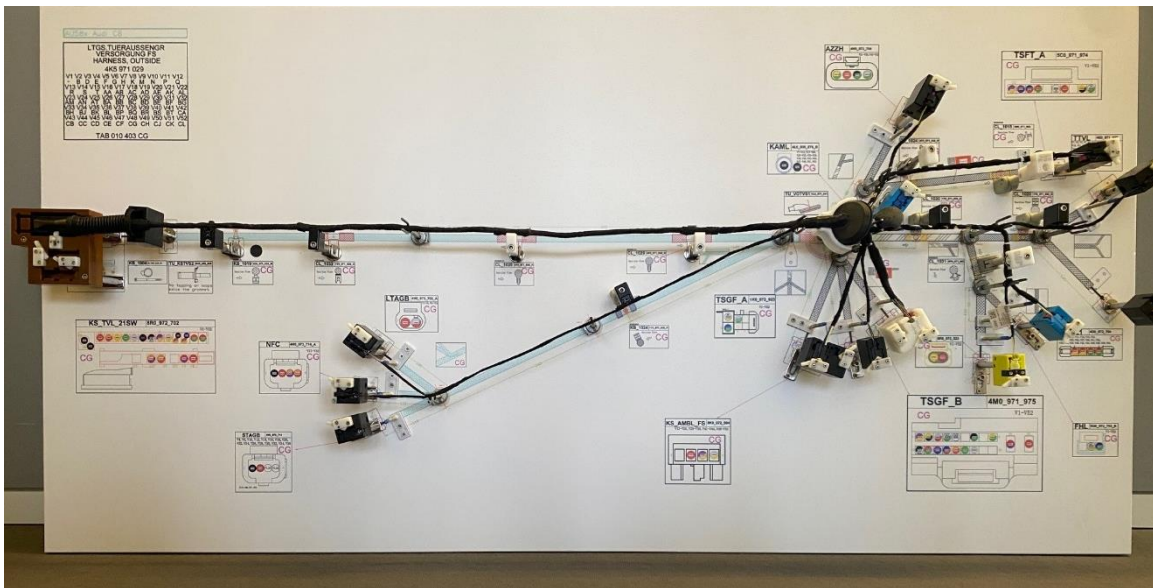


Abbildung 15: Darstellung des Leitungssatzes auf dem Formbrett aus der Fertigung in Hammamet.

In der Abbildung 16 (55 Varianten und Einzelteile für den Türleitungssatz Audi A6) zeigt die Komplexität eines Leitungssatzes (insbesondere mit wie vielen Einzelteilen und Varianten ein Leitungssatz gefertigt wird).



Abbildung 16: Darstellung des Leitungssatzes in Einzelteilen und Varianten.

In Abbildung 17 stellt die Einbau Situation der Fahrertür Audi A6 dar. Auch hierbei kann man die verschiedenen Leitungssatzvarianten gut sehen.



Abbildung 17: Fahrertür Audi A6 Variant mit Vollausrüstung

Mit dem neuen Prozess ist es nun möglich, dass die 3D Informationen aus dem Bauraum der Fahrzeuge bis zum Fertigungsbrett erhalten bleiben. Folglich kann erstmalig ein digitaler Prozess für eine Fahrzeugentwicklung durchgängig dargestellt werden. Zudem wird es eine qualitative Verbesserung für die CAD-Entwicklung zur Folge haben.

Allgemeine Anmerkung zu AP 6 – Alle Partner haben sehr intensiv und mit viel Aufwand das Ziel erreicht und alle Themen wurden abgearbeitet. WEWIRE konnte mit dem richtigen Input eine Möglichkeit zu einem durchgängigen digitalen Prozess aufzeigen. Hingegen wird es noch einige Zeit brauchen, um die Informationen in der Software zur Serienanwendung nutzbar zu machen. WEWIRE arbeitet auch weiterhin in neuen Projekten mit Flexstructures zusammen, um Folgeprojekte z.B. "Automatisierung von Leitungssätzen" weiter voranzutreiben. Durch die Mehrarbeit einzelner Projektmitglieder konnten die personellen Engpässe bei der Abarbeitung der Arbeitspakete kompensiert werden.

AP 7: Methodenentwicklung und –Weiterentwicklung, Modellierung, Simulation und Optimierung für Kabelbaumstrukturen

WEWIRE war an dieser Stelle nur bedingt in das Thema Methodenentwicklung eingebunden. Für die nähere Analyse lieferte WEWIRE jedoch verschiedene Hardwarekomponenten, wie zum Beispiel Leitungssätze aus verschiedenen Anwendungen, wie z. B. Türen oder der Anhängerzugvorrichtungen. Es gab einen regen Austausch über Erfahrungen von Lebensdaueruntersuchungen aus der Praxis. Darüber

hinaus wurde innerhalb des Projektteams angeboten, auch zukünftig hinsichtlich verschiedener Entwicklungsthemen zusammenzuarbeiten.

Allgemeine Anmerkung zu AP 7 – Das Hauptaugenmerk lag auf das ITWM Kaiserslautern in Zusammenarbeit mit Flexstructures. Alle Themen, an denen wir einen Beitrag leisten konnten, wurden abgearbeitet und weitergegeben.

AP 8: Projektmanagement

Für das Thema Projektmanagement war Flexstructures verantwortlich, was zum Projektanfang im Einvernehmen festgelegt wurde. Diese Aufgabe wurde sehr gut von Flexstructures im Umgang mit den Partnern gelöst. Die Kommunikation zwischen den Einzelbereichen (Entwicklung WEWIRE oder auch mit den anderen Partnern) wurde als sehr hilfreich und zielführend empfunden.

In Absprache mit den Partnern wurde gemeinsam entschieden, dass für die Veröffentlichung Flexstructures die Umfänge von WEWIRE übernehmen darf. Flexstructures und WEWIRE werden das Projekt SIM3D auf der Userkonferenz 2025 gemeinsam vorstellen.

7. Die wichtigsten Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Die Positionen des zahlenmäßigen Nachweises für das Projekt mit dem Förderkennzeichen 19S21003A umfassen insgesamt fünf verschiedene Kostengruppen, die sich während der Durchführung ergeben haben:

- 0813: Material;
- 0837: Gehälter;
- 0838: Reisekosten;
- 0847: Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen;
- 0850: sonstige unmittelbare Vorhabenkosten.

Position	Gesamtvorkalkulation (€)	Gesamtnachkalkulation (€)
0813 Material	49.240,00	11.650,00
0837 Gehälter	890.989,05	222.305,92
0838 Reisekosten	10.650,00	2.178,00
0847 Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen	-	-
0850 sonstige unmittelbare Vorhabenkosten	-	-

Der größte Kostenanteil waren die Gehälter (Kostengruppe 0837). Einige Mitarbeiter, die in den jeweiligen Fahrzeugprojekten arbeiten, wurden mit der Aufgabe betraut, die fehlenden Information in Richtung Software-Entwicklung weiterzugeben. Zudem haben die Kollegen mit der jeweiligen Schulung von Flexstructures die Praxisanwendungen mit der neuen Software ausgiebig getestet und die Erkenntnisse an Flexstructures zurückgespielt. Im Rahmen der Zusammenarbeit wurde sehr schnell klar, dass mit zunehmender Entwicklung der Austausch überdimensional angestiegen ist. Aber aufgrund von Verzögerungen seitens Flexstructures wurde die Summe in der Gesamtvorkalkulation nur zu 24,95% genutzt.

Bezugnehmend auf unsere Reisekosten (Kostengruppe 0838) wurde ursprünglich mit einer Summe von 10.650,00 € kalkuliert. Aber durch die Nutzung von Teams und die Durchführung von online Workshops war es möglich, die Kosten gering zu halten (- 20,45%).

Im Bereich Materialbeschaffung (Kostengruppe 0813) konnten wir mit unseren Partner SMC Wuppertal einen sehr guten Gesamtpreis erzielen, der erheblich günstiger ausgefallen ist als in der Gesamtkalkulation angenommen. Auch die Beschaffung der eigenen Leitungssatz-Baubretter plus Zubehör haben sich durch Abschreibungen in den Fertigungswerken deutlich verringert. Am Ende war es eine Reduzierung von 23,66%.

Im Bereich Abschreibungen auf vorhabenspezifische Anlagen (Kostengruppe 0847 und sonstige unmittelbare Vorhabenkosten 0850) sind bei WEWIRE keine Kosten angefallen. Durch den allgemeinen Projektverzug und eine unrealistische Fertigstellung bis zum 30.09.2024 wurde von dem Bau der Anlagen Abstand genommen. Der zur termingerechten Zielerreichung erforderliche Aufwand war erheblich größer als zu Beginn angenommen. Nicht zuletzt die personelle Engpasssituation bei WEWIRE war für diese Entscheidung maßgeblich mit verantwortlich.

8. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projekt-arbeiten

WEWIRE hatte seine fachlichen Schwerpunkte im AP 1, AP2 und vorrangig im AP6. Als ersten Schritt hat WEWIRE es sich zur Aufgabe gemacht, zunächst mal gemeinsam mit einem Hersteller über die Möglichkeiten eines durchgängigen Leitungssatz-Entwicklungsprozesses in den Austausch zu gehen. Die langjährige und sehr gute Zusammenarbeit und mit Flexstructures als Entwicklungspartner und dem ITWM Kaiserslautern ist die Idee gemeinsam gereift, ein solches Projekt zu realisieren. Als vierter Partner wurde Volkswagen mit in das SIM3D Projekt aufgenommen. Passenderweise war Volkswagen gerade dabei, seine Leitungssatzentwicklung mit VOBES 2025 zu erneuern. Folglich war erstmals der Weg frei, die Leitungssatzentwicklung so zu verändern, dass alle Prozessschritte in einen digitalen Entwicklungsprozess integriert werden können. Es beginnt bei der elektrischen Verschaltung und endet mit dem erfolgreichen Einbau im Fahrzeug. Nun ist es möglich parallel im Prozess IPS Cables Simulation CS zu arbeiten und später wieder im VOBES 2025 die Daten mit dem gleichen Ergebnis zurückzugeben.

9. Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit des Ergebnisses

Das Vorhaben SIM 3D konnte eindrucksvoll unter Beweis stellen, was möglich ist, wenn Projektpartner konstruktiv und zielführend zusammenarbeiten. Gemeinsam konnte unter Vorgaben der Fahrzeughersteller der aktuelle Entwicklungsprozess so verändert und neu definiert werden, dass IPS Cable Simulation SC parallel zum vorgegebenen Volkswagen-Prozess (VOBES 2025) erfolgreich angewendet werden kann.

In Zukunft wird es eine weitere Zusammenarbeit mit Flexstructures und dem ITWM Kaiserslautern geben, um die digitale Bordnetzentwicklung in der Software zum Abschluss zu bringen.

10. Vorhabens relevante FE-Ergebnisse Dritter während des Projektes

WEWIRE hat die aktuellen Bordnetzentwicklungen der verschiedenen Fahrzeughersteller dargelegt. Alle Erkenntnisse beruhen auf den vorgegebenen Entwicklungsprozessen, die je nach Hersteller abweichen können. Innerhalb des SIM3D Projektes wurde such aufgrund der Zusammenarbeit mit Volkswagen auf den VOBES Prozess beschränkt, der glücklicherweise genau zum richtigen Zeitpunkt neu definiert wurde (VOBES 2025). Daher gelang es, den digitalen Leitungssatz-Entwicklungsprozess neu abzubilden. Darüber hinaus ist es erstmals möglich, mit anderen Tools zum gleichen Ergebnis zu kommen, unabhängig von der Arbeitsweise, die herstellerbedingt, vorgegeben wird.

11. Erfolgte oder geplante Veröffentlichungen des Ergebnisses

WEWIRE plant das Projekt SIM3D gemeinsam mit Flexstructures in diesem Jahr bei der IPS-User-Konferenz in Kaiserslautern vorzustellen. An der Veranstaltung werden zahlreiche Fahrzeughersteller ebenso wie einige Automobilzulieferer.

Wie schon zuvor erläutert, wurden einige WEWIRE spezifischen Themen bereits von Flexstructures in Absprache mit WEWIRE bei verschiedenen Veranstaltungen vorgestellt (z. B. Koch, Michael; Linn, Joachim: BordNetzSim3D Novel simulation-based process for 3D mechanical wiring system design. Vortrag und Präsentation auf der 5th IPS Cable Simulation Conference, Kaiserslautern, 2023 etc.).

Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung)
3. Titel Teilprojekttitel: Digitale Plattform und Toolbox zur physikbasierten Entwicklung von Bordnetzen	
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Nina Grevelhörster Matthias Mehnert Melanie Korge	5. Abschlussdatum des Vorhabens 30.09.2024
	6. Veröffentlichungsdatum 29.01.2025
	7. Form der Publikation
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Coroplast Fritz Müller GmbH & Co KG (WEWIRE)	9. Ber. Nr. Durchführende Institution
	10. Förderkennzeichen 19S21003B
	11. Seitenzahl 25
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 53107 Bonn	13. Literaturangaben
	14. Tabellen 1
	15. Abbildungen 1
16. Zusätzliche Angaben	
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) TÜV Rheinland Consulting GmbH, Am grauen Stein, 51105 Köln, 30.01.2025	
18. Kurzfassung Das Teilprojekt „Digitale Plattform und Toolbox zur physikbasierten Entwicklung von Bordnetzen“ wurde von der flexStructures GmbH im Rahmen des Verbundprojekts „Neuartiger simulationsbasierter Prozess zur 3D-mechanischen Bordnetzauslegung“ bearbeitet. Ziel war es, den bestehenden Bordnetzprozess zu analysieren, kritische Stellen in der Zusammenarbeit zwischen OEMs und Kabelbaumherstellern zu identifizieren. Aufbauend darauf wurde ein zukunftsorientierter Bordnetzprozess entwickelt, verifiziert und validiert, um Einsparpotenziale und Qualitätssteigerungen zu dokumentieren. WEWIRE hat an der Stelle als Lieferant die Eingangsdaten geliefert und gemeinsam mit unserem Hersteller Volkswagen den Weg zur neuen Bordnetzentwicklung mit IPS aber auch mit VOBES 2025 umgesetzt. Die gesamte Arbeitsvorbereitung in den Entwicklungsprozess zu integrieren waren die Hauptziele um den Zeitvorteil sichtbar zu machen. WEWIRE hat alle Prozessschritte in der Entwicklung als auch in der Fertigung gemeinsam so optimiert und in Hardware dargestellt damit die neue Bordnetzentwicklung besser verständlich und visuell sichtbar wird.	
19. Schlagwörter Leitungssatzentwicklung alt neu, Durchgängiger Entwicklungsprozess in der Bordnetzentwicklung	
20. Verlag	21. Preis

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN	2. type of document (e.g. report, publication) Final report
3. title Subproject: Digital platform and toolbox for the physics-based development of vehicle electrical systems Main project: BordNetzSim3D - Novel simulation-based process for 3D-mechanical wiring system design	
4. author(s) (family name, first name(s)) Nina Grevelhörster Matthias Mehnert Melanie Korge	5. end of project 30.09.2024 6. publication date 29.01.2025 7. form of publication
8. performing organization(s) (name, address) Coroplast Fritz Müller GmbH & Co KG (WEWIRE)	9. originator's report no. 10. reference no. 19S21003B 11. no. of pages 25
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) 53107 Bonn	13. no. of references 14. no. of tables 1 15. no. of figures 1
16. supplementary notes	
17. presented at (title, place, date) TÜV Rheinland Consulting GmbH, Am grauen Stein, 51105 Köln, 30.01.2025	
18. abstract The sub-project "Digital platform and toolbox for the physics-based development of wiring systems" was carried out by fleXstructures GmbH as part of the joint project "Novel simulation-based process for 3D mechanical wiring system design". The aim was to analyze the existing wiring system process and identify critical points in the cooperation between OEMs and wiring harness manufacturers. Based on this, a future-oriented wiring system process was developed, verified and validated in order to document potential savings and quality improvements. As a supplier, WEWIRE provided the input data at this point and, together with our manufacturer Volkswagen, implemented the path to the new wiring system development with IPS and also with VOBES 2025. The main objective was to integrate the entire work preparation into the development process in order to make the time advantage visible. WEWIRE has jointly optimized all process steps in development as well as in production and presented them in hardware so that the new wiring system development is better understandable and visually visible.	
19. keywords Wire harness development old new, continuous development process in wiring system development	
20. publisher	21. price