

## **SYSTEMATISCHE STANDORTÜBERGREIFENDE ENTWICKLUNG DES FRONTENDMODULS EINES NIEDRIG-VERBRAUCH-FAHRZEUGS**

*Markus Deimel, Hans-Joachim Franke, Stefan Löffler*

### **Zusammenfassung**

Im Rahmen des Forschungsprojektes GINA hat das Institut für Konstruktionstechnik der TU Braunschweig in Zusammenarbeit mit einem Automobilhersteller und zwei Zuliefererunternehmen ein innovatives Frontendmodul für ein Niedrig-Verbrauch-Fahrzeug entwickelt. Aufbauend auf einer systematischen Projektplanung wurden Teilkonzepte, u.a. für den Zugang zum Frontraum, die Integration der Scheinwerfer und die gesamte Crash-Struktur erarbeitet. Die Teilkonzepte wurden zu einem Gesamtkonzept kombiniert und zu einer detaillierten Gesamtbaustruktur konkretisiert. Die gesamte Entwicklung der Vorderwagen-Struktur erfolgte an vier Standorten zeitlich parallel und wurde durch eine auf die räumlich verteilten Entwicklungspartner angepasste Konstruktionssystematik unterstützt. Ein weiterer Schwerpunkt bei der Entwicklung war das Anpassen von Entwicklungsmethoden, insbesondere zur Ideenfindung und Bewertung, an den Einsatz in verteilten Entwicklungsprojekten. Außerdem kamen im Verlauf des Projekts einfach handhabbare Medien zur Kommunikation und zum Datenaustausch erfolgreich zum Einsatz.

### **1 Einleitung**

Aufgrund der zunehmenden Komplexität von Produkten, z.B. durch die Verwendung mechatronischer Komponenten, können heutige Produkte nicht mehr von einem Unternehmen allein wirtschaftlich entwickelt werden. Um wirtschaftlich und schnell zu entwickeln, ist es notwendig, dass ein Unternehmen mit Zulieferern kooperiert, um so deren spezifisches Produkt- und Prozesswissen zu nutzen und in den Gesamtentwicklungsprozess des Produkts zu integrieren. Ein typisches Beispiel für eine Kooperation stellt die Entwicklung eines Pkw-Frontendmoduls dar. Bei der Frontendmodul-Entwicklung arbeitet der Fahrzeughersteller während der gesamten Produktentstehung eng mit Zulieferunternehmen zusammen, die auf das jeweilige Fahrzeug angepasste Lösungen, z.B. für Scheinwerfer und Motorkühlung, bereitstellen [1].

Die Schwierigkeiten in einer Kooperation liegen häufig darin, die Kompetenzen der verschiedenen Zulieferer optimal für die Gesamtentwicklung des Produkts zu nutzen [2]. Ein weiteres Problem ist die Entwicklung des gegenseitigen Vertrauens. Erschwerend kommt oft hinzu, dass die kooperierenden Partner häufig räumlich weit voneinander entfernt sind, so dass zur Abstimmung innerhalb der einzelnen Entwicklungsphasen höhere Anforderungen an Kommunikation und Datenaustausch gestellt werden als bei konventionellen Entwicklungen [3]. Ein zusätzliches Defizit besteht darin, dass die bekannten Entwicklungsmethoden, wie z.B. Kreativitätstechniken, vorzugsweise auf die Anwendung an einem Standort ausgelegt sind und sich daher nur eingeschränkt für das verteilte Arbeiten eignen [4].

Im Teilprojekt „Innovatives Frontendmodul“ des Verbund-Forschungsprojektes GINA (Ganzheitliche Innovationsprozesse in modularen Unternehmensnetzwerken) hat das Institut für Konstruktionstechnik der Technischen Universität Braunschweig im Verbund mit der Volkswagen AG, der Hella KGaA Hueck & Co. und der Fa. HBPO (Hella-Behr Plastic Omnium) eine innovative Vorderwagen-Struktur für ein Niedrig-Verbrauch-Fahrzeug entwickelt. Die Entwicklung wurde an vier Standorten durchgeführt und durch eine angepasste Konstruktionsmethodik prozess- und standortübergreifend unterstützt.

## 2 Aufgabenstellung und Randbedingungen des Projekts

Die Aufgabenstellung im Projekt bestand darin, die Vorderwagen-Struktur als Frontendmodul, d.h. als einbaufertige Montageeinheit, zu gestalten, das an die Rohkarosserie des Fahrzeugs montiert werden kann. In einem der Fahrzeug-Endmontage vorgelagerten Montageprozess werden die Komponenten des Frontends, wie z.B. der Motorkühler, die Scheinwerfer und die Stoßfängerkomponenten, zu einem Modul zusammengesetzt. In der Endmontage wird dann das komplette Frontmodul mit dem Fahrzeug verbunden [5]. Durch die Modularisierung des Vorderwagens ergeben sich für größere Stückzahlen wesentliche Vorteile, z.B. das Einsparen von Entwicklungs- und Fertigungszeit durch zeitlich parallele Bearbeitung kompletter Module [6] [7].

Ausgangspunkt der Konzeptentwicklung war das 1-Liter-Auto der Volkswagen AG (volkswagen-interne Bezeichnung CC0). Da es sich bei diesem Fahrzeug um einen Prototypen handelt, waren die eingesetzten Fertigungsverfahren und verwendeten Werkstoffe nicht für einen Serieneinsatz geeignet. Die Montage dieses Prototypen erfolgte komplett manuell. Aus diesem Grund war eine Modularisierung des Vorderwagens des CC0 nicht notwendig gewesen.

Im Rahmen des Projekts war daher ein Frontendmodul für ein auf die Serienentwicklung angepasstes Derivat des 1-Liter-Fahrzeugs zu entwickeln. Dieses vom CC0-Fahrzeug abgeleitete Konzeptfahrzeug sollte den Namen „CC0/GINA“ tragen. Es wurde festgelegt, dass das Fahrzeug im Hinblick auf eine Serientauglichkeit mit einer höheren Motorisierung ausgestattet und die Außenabmessungen vergrößert werden sollten.

## 3 Projektstruktur

Ausgehend von der vorläufigen Aufgabenstellung, Konzepte für das Frontendmodul eines Niedrig-Verbrauch-Fahrzeugs zu entwickeln, waren die Inhalte der Aufgabe für die weitere Projektbearbeitung weiter zu konkretisieren, um im Anschluss daran definierte Projektteilaufgaben zu ermitteln. Zum Konkretisieren der Projektaufgabe wurde im ersten Schritt ein Workshop mit den Fachleuten der kooperierenden Unternehmen abgehalten, um mit deren Hilfe Ideen für Teilaufgaben zu erzeugen. Als mögliche Teilaufgaben wurden von Seiten der Industriepartner z.B. das Erarbeiten von Konzepten zur Scheinwerfer-Befestigung und zur elektrischen Energieversorgung der Frontend-Komponenten eingebracht.

Im zweiten Schritt hat das Institut für Konstruktionstechnik eine gründliche Literatur- und Patent-Recherche zur Analyse des Stands der Technik durchgeführt. Dabei sind sowohl aktuelle Technologien als auch zukünftige Entwicklungstrends in den Bereichen Modulträger- und Montage-Konzepte, Motorkühlung, Stoßfängertechnologien und Scheinwerfer auf ihre Projekteignung untersucht worden. Als weitere Methode zum Detaillieren der Projektaufgabe kam die Analyse der Frontend-Funktionen zum Einsatz.

Die entwickelten Ideen für Teilaufgaben, die recherchierten Entwicklungstrends und die ermittelten Teilfunktionen, wie z.B. Energie bei Crash aufnehmen, wurden auf Ihre Eignung als Gegenstand der Projektbearbeitung geprüft und diejenigen ausgewählt, bei denen das höchste Innovationspotenzial besteht. Eine reduzierte Anzahl von möglichen Projektthemen wurde zu Projektschwerpunkten verknüpft, im Team bewertet und die geeignetsten Themen ausgewählt. Aus dem Vorgehen der Projektstrukturierung resultierten drei, im Projekt weiter zu betrachtende Themenschwerpunkte, zu denen innovative Entwürfe zu entwickeln waren: Alternativer Zugang zum Frontraum, Befestigung und Integration der Scheinwerfer und Strukturen zur Umsetzung der Crashenergie.

Bild 1 stellt die methodische Vorgehensweise zum Ermitteln der Projektschwerpunkte dar.

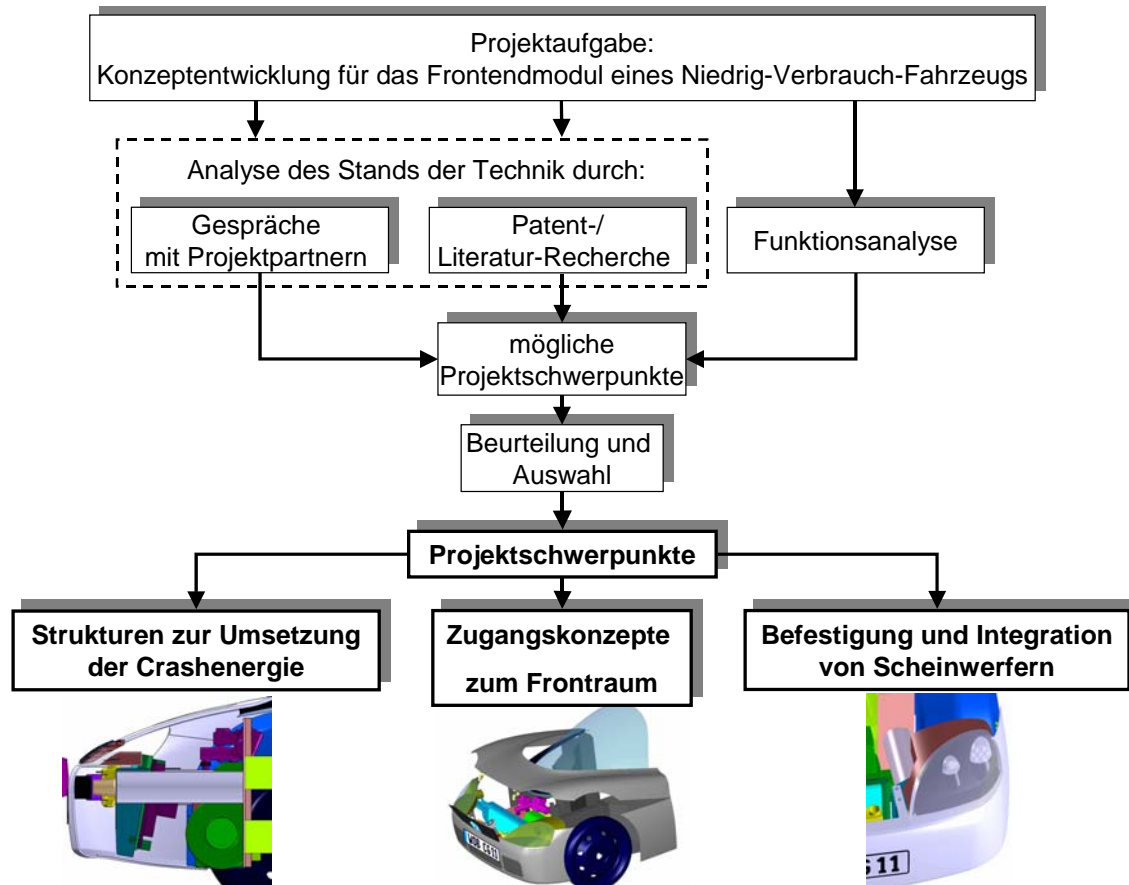


Bild 1: Methodik zur Projektstrukturierung

## 4 Zugang zum Frontraum

Als Zugang zum Frontraum werden alle Zugriffsmöglichkeiten auf die Komponenten im Frontraum bezeichnet, die zur Versorgung des Fahrzeugs mit Betriebsmitteln oder im Reparaturfall notwendig sind. Die Zugangsarten lassen sich dabei hinsichtlich der Häufigkeit des Zugriffs und der Art der Benutzung in die beiden Klassen „Service-Zugang“ und „Werkstatt-Zugang“ einteilen. Ein Service-Zugang gibt dem Fahrzeugführer die Möglichkeit, das Fahrzeug mit den notwendigen Betriebsmitteln, z.B. Wischwasser, zu versorgen und kleinere Reparaturen selbst durchzuführen. Die Benutzbarkeit dieser Zugänge muss ohne größeren Aufwand und ohne die Verwendung von speziellem Werkzeug an jedem beliebigen Ort gewährleistet sein. Der Werkstatt-Zugang wird dagegen nur im Wartungs- oder Instandsetzungsfall, in der Regel von einem Fachmann, benutzt. Aus diesem Grund sind die Anforderungen an eine einfache und bequeme Handhabung nicht so hoch wie beim Service-Zugang. Die beiden Zugangsarten „Service-Zugang“ und „Werkstatt-Zugang“ müssen nicht räumlich voneinander getrennt, sondern können in einer Zugriffsmöglichkeit vereint sein. Ein Beispiel für eine Kombination von Service- und Werkstatt-Zugang stellt der konventionelle Zugriff über eine schwenkbare Fronthaube dar.

Beim Vorderwagen des CC0/GINA ist eine einfache und bequeme Zugänglichkeit zum Tank der Scheinwerferreinigungsanlage notwendig. Weiterhin ist wünschenswert, dass die Leuchtmittel und die Batterie durch den Service-Zugang zugänglich sind. Alle anderen Bauteile der Fahrzeugfront, wie Fahrwerk und Kühlung, sollen über den Werkstatt-Zugang erreichbar sein.

Das Zugangskonzept für den Vorderwagen des Fahrzeugs CC0/GINA ist in großem Maße abhängig von der Trennung der Karosserie. Die Karosserietrennung bestimmt Anzahl, Form und Größe der entsprechenden Karosseriebauteile. Es wurden Lösungsvarianten entwickelt, die ein-, zwei-, drei- oder vierteilig und symmetrisch waren (siehe Bild 2). Aus fünf grundsätzlich geeigneten Varianten wurden für die weitere Konkretisierung die besten Lösungen ausgewählt. Die Auswahlentscheidung erfolgte anhand einer technisch-wirtschaftlichen Bewertung. Bewertungskriterien waren u.a. eine geringe Fahrzeugmasse, ansprechendes Design, guter Fußgängerschutz und geringer Montageaufwand. Aufgrund der sehr guten Bewertungsergebnisse in Bezug auf Versicherungseinstufung, Fußgängerschutz, Montageaufwand und Modularisierbarkeit hat sich die zweiteilige Karosserieteilung mit der Trennfuge oberhalb der Scheinwerfer als bestes Konzept herausgestellt (siehe Variante 4 in Bild 2).

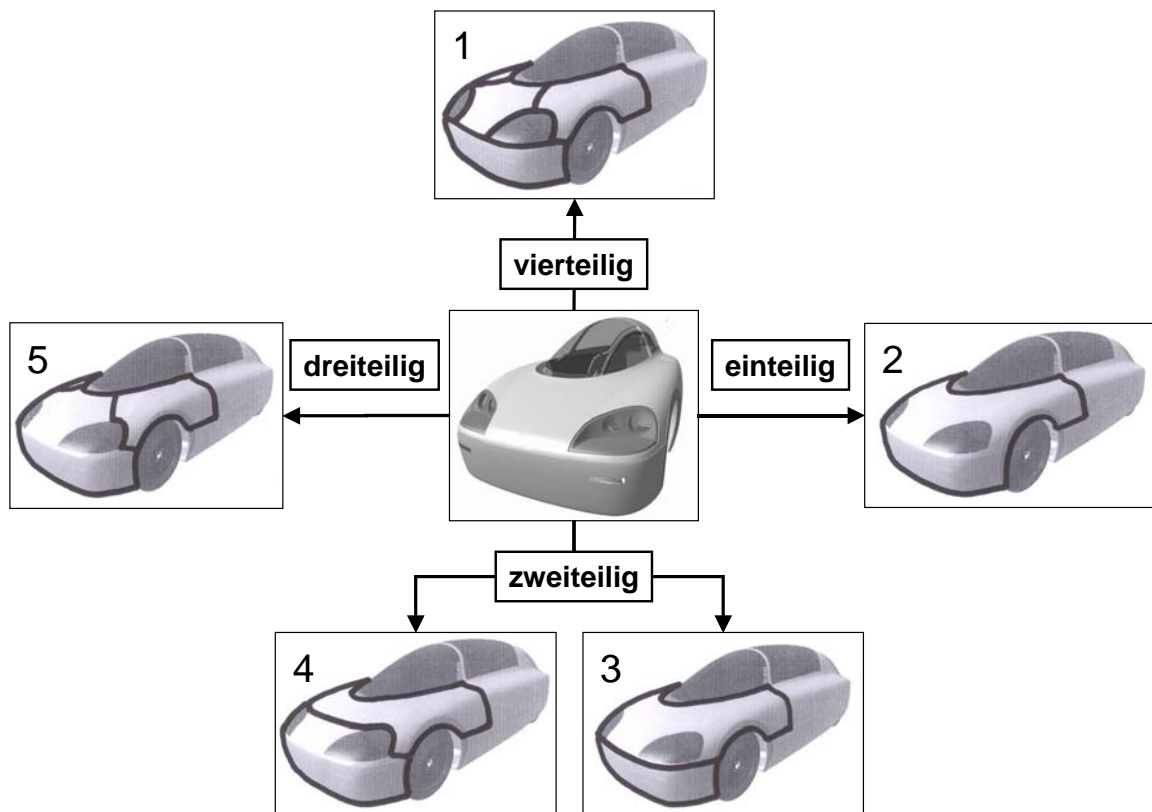


Bild 2: Mögliche Karosserieteilungen mit den Verläufen der Trennfugen

Nach Erarbeitung verschiedener Prinziplösungen für die zweiteilige Trennung mit Hilfe von Variationstechniken, wurden fünf näher zu untersuchende Lösungsvarianten für schwenkbare Fronthauben und abnehmbare Fronthauben mit zusätzlichen Serviceöffnungen ausgewählt (siehe Bild 3). Für diese fünf Zugangsmöglichkeiten wurde wieder eine ausführliche Bewertung durchgeführt. Das Konzept der abnehmbaren Fronthaube mit der Serviceklappe zwischen den Scheinwerfern (siehe Variante 1 in Bild 3) wurde u.a. aufgrund ihres geringen Gewichts und der kostengünstigen Herstellung am besten bewertet und im weiteren Projektverlauf durch Festlegung von Werkstoffen und Befestigungsarten weiter detailliert. Außerdem ist auf der Grundlage des Zugangskonzepts das grobe Package, d.h. die Bauraumordnung, der Komponenten, z.B. von Kühler und Batterie, im Frontendmodul erstellt worden.

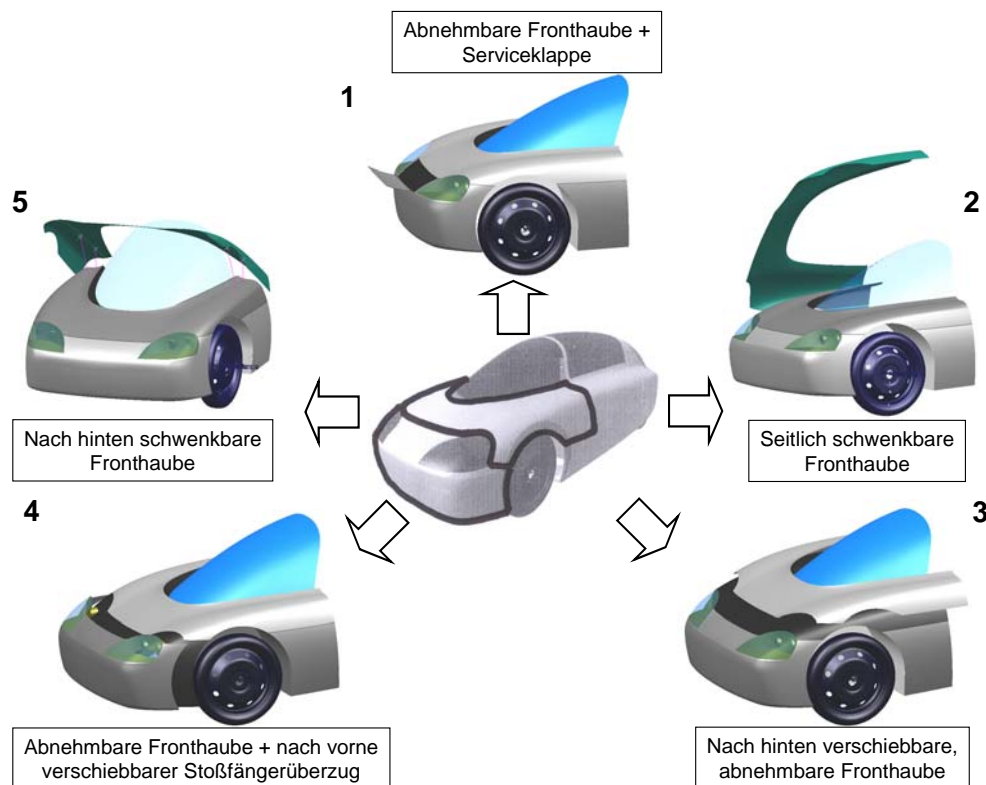


Bild 3: Zugangsmöglichkeiten zum Frontraum

## 5 Befestigung und Integration der Scheinwerfer

Aufbauend auf dem gewählten Zugangskonzept wurden systematisch Konzepte für die Befestigung der Scheinwerfer und deren Integration in die Fahrzeugfront erarbeitet. Die lichttechnischen Bauteile, wie Linse und Reflektor, sind möglichst steif zu befestigen, so dass im Fahrzeugbetrieb keine Lichtbandaufweitung, d.h. keine störende Scheinwerfer-Schwingung, auftritt. Aus ästhetischen Gründen sollte die Breite der Fugen zwischen der Kunststoff-Abschlusscheibe (KAS) und benachbarten Komponenten, z.B. zum Stoßfängerüberzug, möglichst konstant sein, einen geringen Wert annehmen und außerdem einfach einstellbar sein. Als Festforderung wurde eine Fugenbreite von 0,5 mm zum Stoßfängerüberzug definiert. Außerdem müssen die Scheinwerfer einfach zu montieren und die Leuchtmittel im Reparaturfall einfach austauschbar sein. Auf Grundlage der von der Scheinwerferbefestigung zu erfüllenden Hauptfunktionen „Kunststoff-Abschlusscheibe (KAS) relativ zu Komponenten positionieren“ und „lichttechnische Bauteile steif befestigen“ ist durch Anwenden von Variationstechniken eine Systematik der Scheinwerfer-Bauformen entwickelt worden, die die Möglichkeiten der Funktions-Integration und -Trennung berücksichtigt.

Nach dieser Systematik lassen sich die Scheinwerfer in starre, bewegliche und getrennte Bauformen einteilen. Bei der starren Bauform sind Lichttechnik und Gehäuse starr verbunden, so dass sich die KAS nur durch die Befestigung der Lichttechnik positionieren lässt. Bei der beweglichen Bauform bilden die lichttechnischen Bauteile und das Gehäuse eine Baugruppe, bei der beide Komponenten relativ zueinander bewegt werden können. Die getrennte Bauform besteht aus Gehäuse und Lichttechnik, die während des Positionierens keinen stofflichen Zusammenhang haben. Bild 4 zeigt die Systematik der Scheinwerfer-Bauformen mit abgeleiteten Vorgehensweisen zur Scheinwerfer-Integration, wie z.B. der Minimierung der Toleranzkette. Für jede Vorgehensweise sind konstruktive Gestaltungsvorschläge, wie Montage auf Stoß, aufgeführt, mit deren Hilfe drei Lösungsprinzipien erarbeitet wurden.

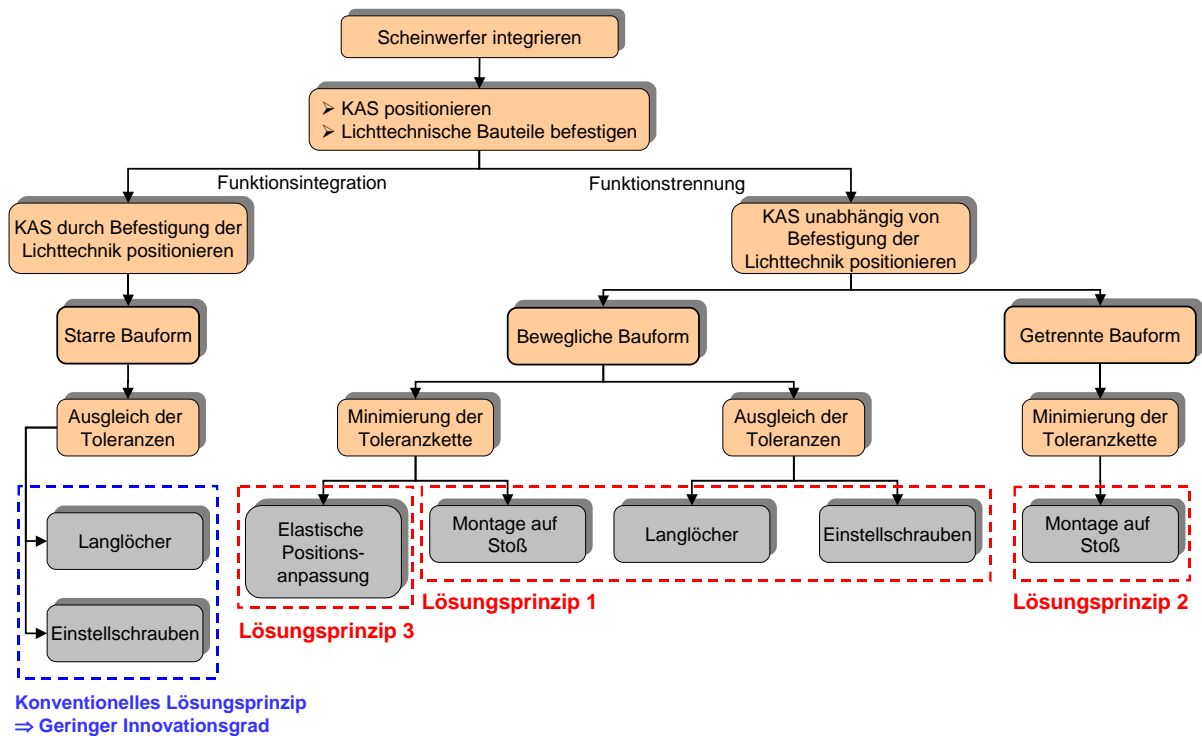


Bild 4: Systematik der Scheinwerfer-Bauformen und abgeleitete Lösungsvarianten

Für die konkrete Gestaltung der Lösungsprinzipien kamen vielfältige Ideenfindungsmethoden zum Einsatz, z.B. die Konfliktmodellierung in TRIZ, Brainstorming und Methode 635. Dabei hat sich eine aus dem Prinzip 3 abgeleitete Lösungsvariante (siehe Bild 4) als geeignet herausgestellt, deren Konzept darauf beruht, dass das Scheinwerfergehäuse mit integrierter KAS durch einen elastischen Faltenbalg an die lichttechnischen Bauteile gekoppelt ist. Die Verbindung lässt die notwendige Relativbewegung der Bauteile zu und verhindert das Eindringen von Fremdstoffen in das Scheinwerfer-System. Die Lichttechnik ist dabei auf dem Montageträger fixiert. Die KAS ist durch Schraubenfedern an der Lichttechnik befestigt, so dass sich bei der Montage das geforderte Fugenmaß durch elastisches Verspannen der KAS mit Anlageflächen des Stoßfängerüberzugs selbsttätig einstellt. Bild 5 stellt den detaillierten Entwurf der Scheinwerfer-Integrations-Variante dar.

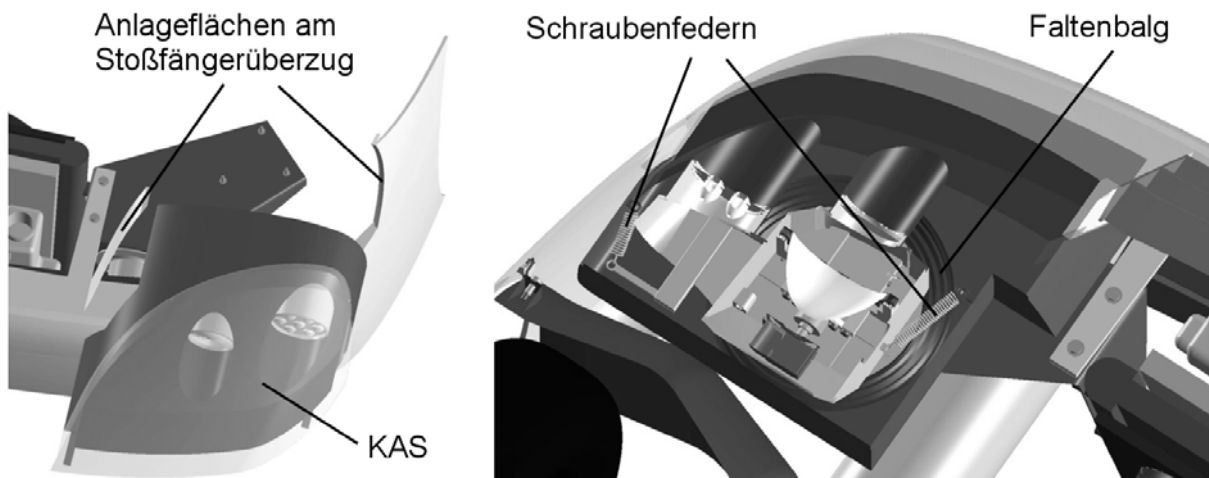


Bild 5: Scheinwerfer-Integration: a) Positions-anpassung der KAS, b) Schnittdarstellung

## 6 Strukturen zur Umsetzung der Crashenergie

Im Rahmen des Projektes sollten zwei grundsätzliche Entwicklungsrichtungen verfolgt werden. Zum einen war eine Low-Cost-Variante zu entwickeln, die aufgrund der sehr guten spezifischen Energieaufnahme aus Aluminium-Profilen [8] bestehen sollte und hinsichtlich der anzuordnenden Komponenten auf den vorhandenen Bauraum des Fahrzeugs CC0/GINA optimal angepasst wird. Ebenfalls sollte eine High-End-Lösung konzipiert werden, die im Vergleich zur Low-Cost-Variante eine höhere Energieabsorption gewährleistet und den Fußgängerschutz bei einer Kollision verbessert.

### 6.1 Low-Cost-Variante

Zum Erzeugen von prinzipiellen Lösungsvarianten erfolgte zunächst für die Crashboxen, die für die Energieleitung in die Crashboxen notwendigen Querträger und die Längsträger eine Variation der Profilgeometrien. Da die Höhe der spezifischen Energieabsorption mit der Eckenanzahl des Profils zunimmt [8], wurden für die Längsträger zylindrische, konische Profile und Profile mit Doppel-Achteck-Geometrie untersucht. Da die Crashboxen neben einer hohen Energieabsorption auch die Übertragung der Kräfte auf die Längsträger gewährleisten müssen, sind zusätzlich zu zylindrischen und konischen Elementen auch Vierkantprofile mit Kreuzverstreungen (siehe Bild 6a) analysiert worden. Als Varianten für Querträger wurden Vierkant- und Doppelvierkant-Profile berücksichtigt. Aus der systematischen Kombination der Teillösungen zu gesamten Wirkstrukturen resultierten drei geeignete Konzeptvarianten.

Die Gestaltparameter dieser drei Varianten, wie Wanddicken und Querschnittsabmessungen, wurden variiert und das Gesamtsystemverhalten während der relevanten Crashtests zur Versicherungseinstufung (AZT) und nach Euro-NCAP durch FEM-Berechnungen ermittelt. Dabei hat sich die Crash-Struktur in Bild 6a auch unter Einbeziehen weiterer Bewertungskriterien, wie z.B. geringer Herstellkosten durch Nutzen des Strangpressverfahrens und der Güte des Fußgängerschutzes, als beste Lösung herausgestellt. Die Struktur besteht aus zwei Doppel-Achteck-Profilen als Längsträger, zwei kreuzverstreuten Vierkant-Profilen als Crashboxen und zwei Doppelvierkant-Profilen als Querträger, die zur Stabilitätserhöhung über zwei Streben miteinander verbunden sind. Zwischen Stoßfängerüberzug und den Querträgern befindet sich zusätzlich ein Kunststoff-Schaum-Element zur Aufnahme geringer Aufprallenergien.

### 6.2 High-End-Variante

Um das Energieaufnahmevermögen einer Crash-Struktur bei konstanter Masse des Frontendmoduls zu erhöhen, wurden zunächst Wirkprinzipien gesucht, bei denen sich die Verformungslänge einer Struktur bei konstanter Länge der Fahrzeugfront erhöhen lässt.

Mit Hilfe der Konfliktmodellierung in TRIZ und der Brainstorming-Methode wurden verschiedene Lösungsansätze erarbeitet, z.B. eine nach vorne schwenkbare Fronthaube und das Entfernen von Modulkomponenten zum Schaffen von Deformationsraum. Aus der Vielzahl der Lösungen wurde nach einer Beurteilung im Hinblick auf die zu erzielende Energieaufnahme, die grundsätzliche Realisierbarkeit und die zulässigen Herstellkosten, das Prinzip einer ausfahrbaren Crash-Struktur weiterverfolgt. Für das Prinzip der ausfahrbaren Crash-Struktur wurden verschiedene Antriebsmöglichkeiten und Ausfahrkinematiken diskutiert, wie das Schwenken von Crash-Elementen durch einen elektrischen Antrieb und die Translation von Profilen durch Entriegelung einer federnden Vorspannung. Nach einer Bewertung ist eine mit einem Hydraulikzylinder ausfahrbare Variante favorisiert worden. Notwendige Voraussetzung für den Einsatz dieser Crash-Struktur ist ein Pre-Crash-Sensor, der die Kollision erkennt und vor Eintreten des Aufpralls die Struktur ausfährt. Wird eine Kollision vom Sensor detektiert, öffnet sich eine Entriegelung und Hydrauliköl wird durch eine Pumpe in den Hyd-

raulikzylinder gepumpt. Der Hydraulikkolben fährt aufgrund des Fluiddrucks bis zur vorderen Endlage aus.

Wirkt der Aufprall auf das System ein, fließt das Öl durch Drosselrückschlagventile zurück und setzt die Crashenergie durch Strömungsreibung in Wärme um. Wird nach dem kompletten Einfahren der Rohre noch kinetische Energie auf die Crash-Struktur übertragen, verformen sich die ineinander geschobenen Rohre (siehe Bild 6b) plastisch und setzen dadurch die Restenergie um. Ein Vorteil dieser hydraulischen Crashenergieumsetzung besteht darin, dass das Kraftniveau der Struktur durch die Drosselstellung einstellbar ist. Dieses ist bei Fußgängerkollisionen nutzbar, da sich die Verletzungsgefahr des Fußgängers durch ein eingestelltes geringes Kraftniveau vermindert.

Beide ausfahrbaren Crash-Rohre sind durch einen breiten Querträger gekoppelt und zusätzlich mit einem Schaumelement versehen. Die Funktionsfähigkeit der Variante wurde ebenfalls durch FEM-Berechnungen überprüft. Bild 6 zeigt die Low-Cost-Variante und die ausfahrbare High-End-Lösung zur Umsetzung der Crashenergie ohne das Schaum-Deformationselement.

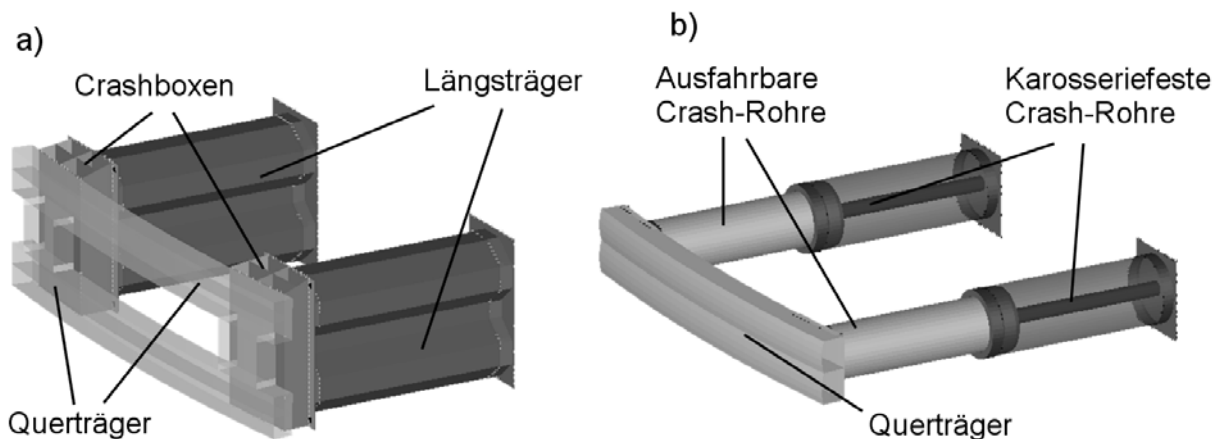


Bild 6: a) Low-Cost-Lösung, b) Hydraulisch ausfahrbare High-End-Lösung

## 7 Einsatz von angepassten Methoden und Hilfsmitteln

Das Institut für Konstruktionstechnik hat in diesem Projekt eine Vielzahl, noch nicht in den Partnerunternehmen eingesetzter Methoden, wie z.B. die TRIZ-Methoden, Methode 635 und Variationstechniken, in den Unternehmen eingeführt und deren richtige Anwendung durch intensive methodische Betreuung gewährleistet. Außerdem konnte die Anwendung bereits bekannter Methoden, wie z.B. der Nutzwertanalyse und Patentrecherche, verbessert werden. Eine Verbesserung wurde z.B. erreicht, indem die im Rahmen der Patentanalyse ermittelten Lösungen strukturiert aufbereitet und in einem Internet-Forum platziert wurden. Dadurch konnten alle Partner auf die Patentinformationen zugreifen, diese erweitern, neue Patente hinzufügen und sich mit Hilfe eines Diskussionsforums über die Inhalte gegenseitig austauschen.

Besonders bei der Methodenanwendung in der Konzeptphase wurde darauf Wert gelegt, dass die intuitiven Methoden, wie die TRIZ-Methoden, verstärkt durch das interdisziplinäre Projektteam anstatt durch eine einzelne Person angewendet wurden, um dadurch das Wissen aller beteiligten Fachbereiche zu nutzen und insgesamt die Anzahl der Lösungen zu erhöhen [9]. Eine andere Methodenklasse, bei der durch Einsatz eines interdisziplinären Teams die Ergebnisgüte verbessert werden kann, ist die der Bewertungsmethoden. Der Grund der Ergebnisverbesserung liegt ebenfalls im Nutzen des breitgefächerten Wissens



und darin, dass durch die erhöhte Anwenderzahl statistisch gesehen die subjektiven Ergebnisse in gewissem Umfang objektiviert werden. Die Schwierigkeit bei der Methodenanwendung in einem verteilten Projekt besteht darin, dass die Projektpartner räumlich verteilt sind und ein Teamtreffen durch die langen Anfahrtswege einen Verlust an produktiver Arbeitszeit bedeutet. Ein weiterer Aspekt ist, dass viele Methoden, wie die Konfliktmodellierung in TRIZ oder Synektik, aufgrund des notwendigen Abstraktionsvermögens vom Anwender als kompliziert empfunden oder durch die Vielzahl der Methodenschritte als sehr zeitaufwändig und ineffizient eingestuft werden.

Aufgrund der genannten Defizite wurden im Projekt Methoden Anpassungen vorgenommen, die darauf basieren, die anzuwendenden Methoden im Vorfeld zu analysieren und diejenigen Methodenschritte, die zeitaufwändig oder kompliziert sind und ohne Verminderung der Lösungsgüte auch in Einzelarbeit durchgeführt werden können, zu identifizieren, wie z.B. das Auswählen von relevanten innovativen Prinzipien bei der Konflikt-Modellierung. Werden diese Arbeitsschritte nur von einer Person, z.B. von einem Methoden-Spezialisten, bearbeitet, können die anderen Teammitglieder von zeitaufwändigen Methodenschritten entlastet werden. Durch die Anpassung ist auch das Reduzieren der Anzahl von Dienstreisen möglich, da je nach Methode im Idealfall alle Arbeitsschritte von den einzelnen Projektpartnern an ihren jeweiligen Standorten bearbeitet werden können. In diesem Zusammenhang werden notwendige Synergien der Projektpartner durch geeignete Kommunikationsmittel, wie z.B. durch eine Telefonkonferenz, hergestellt. Weiterhin muss gewährleistet sein, dass nach jedem Methodenschritt die erarbeiteten Informationen, die für den nächsten Methodenschritt notwendig sind, an den im Methodenablauf nachfolgenden Anwender weitergegeben werden.

Beispielhaft ist in Bild 7 der Ablauf der zur Bewertung der Zugangskonzepte benutzten, angepassten Bewertungsmethode dargestellt. Der Informationsaustausch erfolgte bei dieser Methode durch E-Mail-Austausch und eine abschließende Telefonkonferenz. Die Projektpartner konnten verteilt arbeiten und dabei durch die Telefonkonferenz gruppendynamische Effekte nutzen. Durch die räumlich getrennte Bearbeitung der Methodenschritte 2 und 4 (siehe Bild 7) sind in den Methodenablauf im Vergleich zur herkömmlichen Durchführung [10] die zwei Schritte zum Anpassen von Bewertungskriterien und Zusammenfassen der Ergebnisse einzufügen.

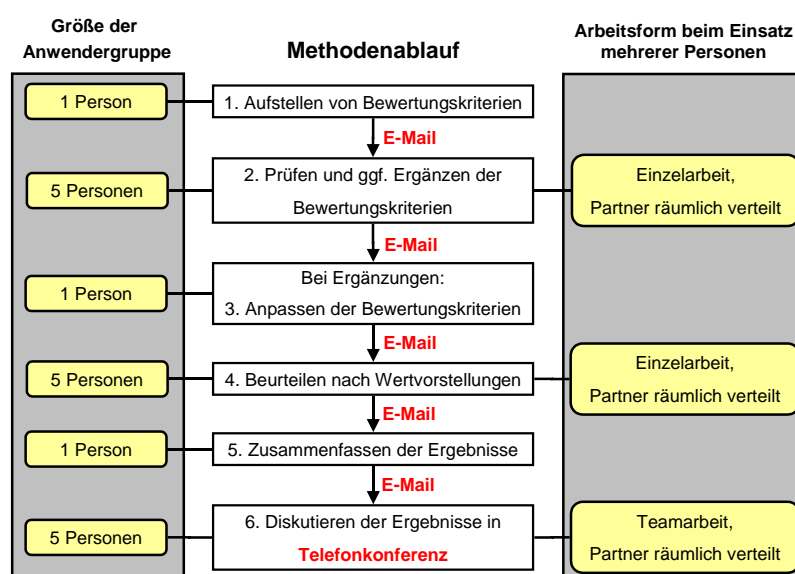


Bild 7: Auf die verteilte Entwicklung angepasste Bewertungsmethode

## 8 Danksagung

Das Verbund-Forschungsprojekt GINA (Ganzheitliche Innovationsprozesse in modularen Unternehmensnetzwerken) wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) innerhalb des Rahmenkonzeptes „Forschung für die Produktion von morgen“ gefördert und vom Projektträger Produktion und Fertigungstechnologien, Forschungszentrum Karlsruhe betreut. Ein besonderer Dank gilt der Volkswagen AG, der Hella KGaA Hueck & Co. und der Fa. HBPO für die gute Zusammenarbeit im Teilprojekt „Innovatives Frontendmodul“.

## 9 Literatur

- [1] Eversheim, W. et al.: Kooperative Systemführerschaft. In: Integrierte Produktion VDI-Z 138, Nr. 1 / 2. Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, 1996
- [2] Eversheim, W. et al.: Entwicklung von Fahrzeugsystemen im Verbund. In: Integrierte Produktion VDI-Z 137, Nr. 5. Springer-VDI-Verlag, Düsseldorf, 1995
- [3] Gaul, H.-G.: Verteilte Produktentwicklung – Perspektiven und Modell zur Optimierung. Dissertation Technischen Universität München, 2001
- [4] Bender, B.: Zielorientiertes Kooperationsmanagement in der Produktentwicklung. Dissertation Technischen Universität München, 2001
- [5] Wilhelm, B.: Konzeption und Entwicklung einer modularen Fahrzeugfamilie – Strategien und Methoden. Dissertation RWTH Aachen, 2001
- [6] Franke, H.-J., Firchau, N.: Methoden zur Variantenbeherrschung in der Produktentwicklung. In: Variantenmanagement in der Einzel- und Kleinserienfertigung, H.-J. Franke et al. (Hrsg.). Hanser-Verlag, München, 2002
- [7] Franke, H.-J., Koschorrek, R.: Bauraumgestaltung im Spannungsfeld von Integration und Modularisierung. 2. IIR-Symposium, Packaging im Kfz, Augsburg, 2003
- [8] Grittner, J.: Untersuchung der Energieabsorption von Faserverbund-Strukturen unter besonderer Berücksichtigung des Einsatzes in Kraftfahrzeugen. Dissertation RWTH Aachen. Shaker-Verlag, Aachen, 1993
- [9] Franke, H.-J., Deimel, M.: Selecting and combining methods for complex problem solving within the design process. International Design Conference. Dubrovnik, 2004
- [10] Pahl G. Beitz W.: Konstruktionslehre, Methoden und Anwendungen. Springer-Verlag, Berlin, 1997

Dipl.-Ing. M. Deimel  
Prof. Dr.-Ing. H.-J. Franke  
Dipl.-Ing. S. Löffler  
Institut für Konstruktionstechnik  
Technische Universität Braunschweig  
Langer Kamp 8, D-38106 Braunschweig  
Tel: +49-531-391-3352  
Fax: +49-531-391-4571  
Email: deimel@ikt.tu-bs.de  
franke@ikt.tu-bs.de  
loeffler@ikt.tu-bs.de  
URL: <http://www.ikt.tu-bs.de>