



LEICHTBAUKAROSSERIE

Aus Gewichtsgründen besteht beim neuen SL die komplette Rohbaustruktur der Karosserie aus leichtem Aluminium. Durch eine Bauweise mit Gussbauteilen und Strangpressprofilen konnten dabei die weiter gestiegenen Anforderungen an Sicherheit, Komfort und Karosseriesteifigkeit erfüllt werden. Trotzdem wurde das Gewicht im Vergleich zu einer Stahlkarosserie um 110 kg gesenkt. Dafür wurde im Fertigungsprozess eigens ein aluminiumgerechtes Karosseriefügekonzept entwickelt, das speziell auf die Großserienproduktion des neuen SL abgestimmt ist. Um die Langzeitqualitäten des Fahrzeugs sicherzustellen, werden Karosserie und Anbauteile mit einem umfangreichen Paket an Korrosionsschutzmaßnahmen geschützt.

AUTOREN



MICHAEL KELZ

ist Centerleiter Entwicklung Karosserie Rohbau und Korrosionsschutz Gesamtfahrzeug.



DR. THOMAS RUDLAFF

ist Abteilungsleiter der Entwicklung Rohbaukonzepte und Leiter Projekthaus Aluminium.



WERNER SCHRETZMEIER

ist Teamleiter Entwicklung Unterbau S-/SL-/SLK-Klasse.



MICHAEL MÜLLER

ist zuständig für die Koordination des Teilprojekts Rohbau SL-Klasse.



RITA BITZER

ist Funktionsgruppensprecherin Oberfläche und Korrosionsschutz Gesamtfahrzeug SL-Klasse.

ROHBAUSTRUKTUR AUS ALUMINIUM

Der neue SL ist das erste Fahrzeug von Mercedes-Benz in Großserie, welches mit einer Rohbaustruktur aus Aluminium ausgestattet ist. Um den hohen Anforderungen im Hinblick auf Komfort, Sicherheit und Steifigkeit auf der einen Seite sowie Gewicht und Wirtschaftlichkeit auf der anderen Seite gerecht zu werden, musste besonderes Augenmerk auf eine belastungsgerechte Auslegung der Karosserie gelegt werden. Durch die gussintensive Bauweise, **1**, war es möglich, die lokalen Steifigkeiten an den relevanten Kräfteleitungsstellen wie Achsbefestigungen, Getriebelagerung oder Gelenkwellenbindung deutlich zu steigern. Neben den funktionalen Vorteilen konnte durch die Verwendung großer Gussteile infolge von Bauteil- und Funktionsintegration die Anzahl der verbauten Einzelteile deutlich reduziert und somit auch eine erhebliche Einsparung an Fügeumfängen realisiert werden. Neben den Gussteilen tragen auch die Strangpressprofile, welche vorzugsweise als Längs- und Querträger zum Einsatz kommen, maßgeblich zur 24%igen Steigerung der globalen Steifigkeit gegenüber dem Vorgänger bei.

Diese bei Mercedes-Benz erstmals in Großserie eingesetzte Bauweise stellte auch bei der Auswahl der geeigneten Fertigungsverfahren eine große Herausforderung dar.

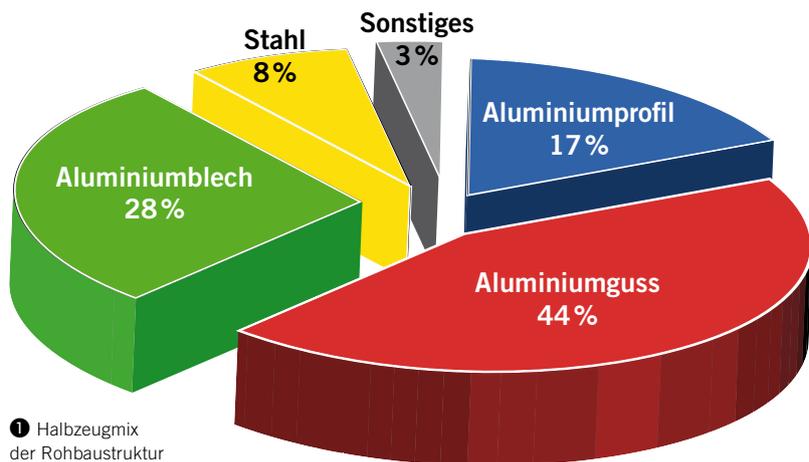
Das Ziel war, an jeder Stelle der Struktur die am besten geeignete Verbindungstechnik zu verwenden, was durch ein geeignetes Spektrum aluminiumgerechter Fertigungsverfahren erreicht werden konnte. Somit kommen im neuen SL die Verfahren Stanznieten, fließlochformende Schrauben (FLS), Kleben, MIG-Schweißen und Widerstandspunktschweißen zum Einsatz.

VORBAU

Die gussintensive Bauweise des neuen SL lässt sich deutlichsten im Vorbau erkennen. Die Dämpferkonsolen, die zweischaligen Stirnwandquerträger sowie die einteilige obere Stirnwand bestehen allesamt aus Vakuumdruckguss und bilden, zusammen mit dem als Innenhochdruck umgeformtes Strangpressprofil (IHU) ausgeführten vorderen Längsträger, tragende Elemente der Vorbaustruktur, **2**. Durch Einsatz dieser Techniken war es möglich, Bauteile mit höchster Komplexität zu realisieren, die – speziell im Vorbau – knapp bemessenen Bauräume optimal zu nutzen und somit eine sehr stabile Hochleistungsstruktur darzustellen.

HAUPTBODEN

Auch im Hauptboden findet sich eine Vielzahl technischer Raffinessen. Ein Highlight ist der sogenannte Plattenboden: Anstelle



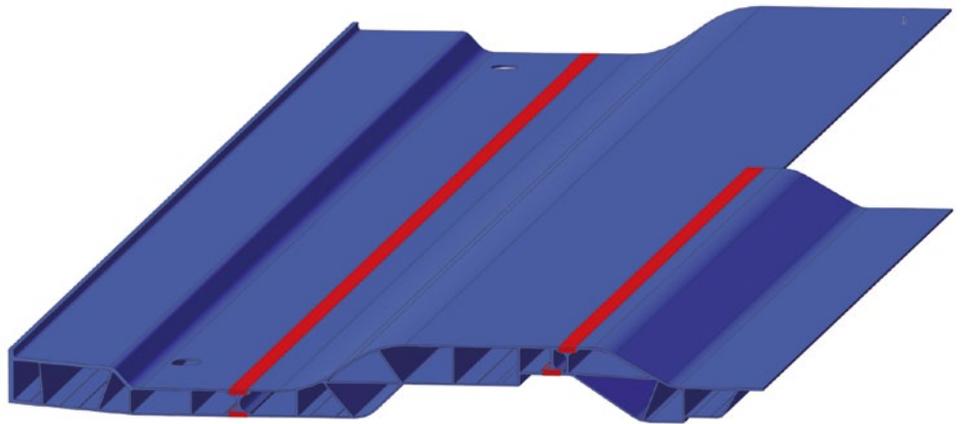
2 Innenhochdruck umgeformter Längsträger vorne

eines tiefgezogenen Bodenblechs verhelfen dünnwandige Strangpressprofile, die durch Reibrührschweißen miteinander verbunden sind, ③, dem neuen SL zu einer einzigartigen Steifigkeit im Bodenbereich. Das Reibrührschweißen kommt jedoch nicht nur im Boden zur Anwendung: Der aus Aluminiumblech gefertigte Tunnel verfügt über eine obenliegende Verstärkung, welche als Tailored-Welded-Blank-Platine (TWB) mit drei verschiedenen Blechdicken ausgeführt ist. Die Schweißnähte zu ihrer Erstellung werden ebenfalls mittels Reibrührschweißen dargestellt.

Die oben beschriebene Bauteil- und Funktionsintegration wurde im Verbindungsträger durch Ausführung als Vakuumdruckgussteil beispielhaft umgesetzt: Neben der Integration der Schnittstellen zu Vorbau und Heckboden sowie einer funktionsoptimierten Wandstärken- und Rippenverteilung konnten alle Befestigungspunkte für Gelenkwelle, Getriebebrücke, Tunnelstreben und die tunnelseitige Sitzverschraubung in einem einzigen Bauteil vereint werden.

HECKBODEN

Der Heckboden wird aus einem MIG-geschweißten Rahmen aus Längs- und Quertägern aufgebaut. Das zentrale Element dieses Rahmens ist ein Längsträger aus Kokillenhohl-guss, ④; diese Technik kommt im neuen SL erstmals innerhalb einer Rohbaustruktur zum Einsatz. Durch die Einteiligkeit des gesamten Längsträgers, in Kombination mit der konstruktiven Gestaltungsfreiheit des Gussteils für



③ Reibrührgeschweißter Plattenboden

beispielsweise Kräfteinleitungsstellen, konnte ein Optimum an Steifigkeit und Betriebsfestigkeit bei gleichzeitiger Umsetzung von Kosten- und Gewichtspotenzialen erreicht werden. Die Heckbodenrahmenstruktur wird durch eine Kofferraumwanne aus Vakuumdruckguss und wiederverwertetem Aluminiumblech sowie weiteren Bodenblechen geschlossen, welche mittels FLS-Verschraubung in Kombination mit Kleben gefügt werden.

SEITENWAND UND AUFBAU

Das größte Einzelteil der gesamten Rohbaustruktur ist in der Seitenwand zu finden. Es handelt sich hierbei um den 1,7 m langen Schweller, welcher als Siebenkammer-Strangpressprofil ausgeführt ist, ⑤. Durch die flexible Gestaltungsmöglichkeit der Kammeraufteilung im Schweller konnte der bestmögliche Kompromiss für alle wesent-

lichen Rohbaufunktionen bei minimalem Bauteilgewicht realisiert werden.

Die B-Säulen sowie die unteren A-Säulen sind als funktions- und bauteilintegrierte Großgussteile dargestellt. Lediglich in den oberen A-Säulen sowie im Dachrahmen kommen Stahlbauteile zum Einsatz. Eine Kombination aus hoch- und höchstfesten Blechen und Rohren sorgt dabei für eine größtmögliche Insassensicherheit beim Fahrzeugüberschlag.

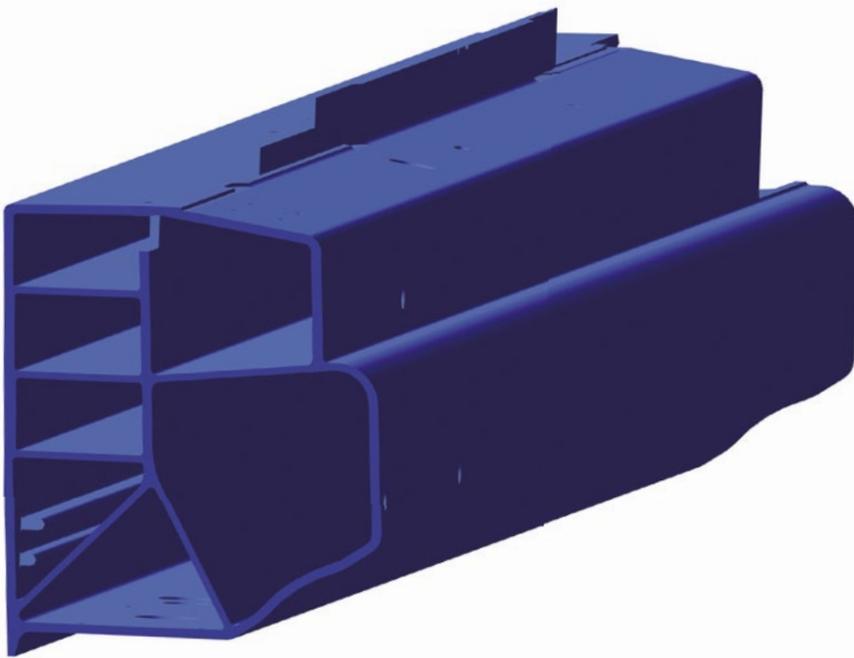
Ein weiteres Novum beim neuen SL findet sich in der Reihenfolge des Rohbauaufbaus der Seitenwand. Durch den Einsatz von Halbzeugen und geeigneten Fügeverfahren kann erstmals eine komplette Zusammenbau-Seitenwand, bestehend aus Schweller sowie vollständiger A- und B-Säule, an den Unterbau gefügt werden. Somit lassen sich zwei wesentliche Vorteile realisieren: Zum einen können nahezu alle wichtigen Funktionsmaße im Bereich Seitenwand, insbesondere die für einen Roadster essenziell wichtigen Dachöffnungsmaße, in einem Unterzusammenbau eingestellt und kontrolliert werden. Dieser bildet die Basis für eine reproduzierbar hohe maßliche Qualität. Das Ergebnis ist ein Exterieur mit kleinen Spaltmaßen und damit hoher Wertanmutung. Zum anderen kann innerhalb der Rohbauaufbaulinie auf mehrere Fügestationen verzichtet werden, was zu einer Senkung der Herstellkosten beiträgt.

PRODUKTION DES KAROSSERIEROHBAUS

Die Produktion des Rohbaus ist auf einer Grundfläche von 22.700 qm untergebracht, ⑥. Die Halle ist in 13 Anlagenteile



④ Kokillenhohl-gusslängsträger



5 Profilgestaltung des Schwellers

für die verschiedenen Aufbaustufen Z1 bis Z3 sowie deren Untergruppen unterteilt. Die einzelnen Linien sind durch eine übergreifende Fördertechnik verbunden.

Zusätzlich beinhaltet die Anlage Nacharbeitsplätze und ein Messhaus mit zwei Zeiss-Messanlagen zur Überprüfung der Maßhaltigkeit. Die Anlagen in Bremen

ermöglichen die Produktion von bis zu 135 Einheiten in drei Schichten pro Tag. Zu den Besonderheiten der neuen Produktionsstätte gehören die Twinlifter, 7,



6 Rohbauproduktion im Werk Bremen

welche die herkömmliche Fördertechnik ersetzen. Sie transportieren die Karosserien innerhalb der Aufbaulinie, indem sie diese anheben und von Station zu Station weiterreichen. Für jede Aufbaustrecke kommt ein Twinlifter zum Einsatz. Bei einer Laufstrecke von 70 m bietet er Platz für zwei Karosserien, die mit einer maximalen Geschwindigkeit von 2 m/s transportiert werden. Die Vorteile dieses Systems gegenüber einer Bodenfördertechnik liegen in der Möglichkeit, auch Drehvorrichtungen zu bestücken, die für das MIG-Schweißen benötigt werden.

Ein weiterer Bestandteil der Aufbaustrecke ist die im Takt mitfahrende Frässtation. Die Karosserien werden vom Twinlifter von oben in die Anlage gefahren, damit dort Bodenelemente und zum Beispiel die Achsanbindungen hochpräzise gefräst werden können.

Die Vorbereitung der neuen Produktionsstätte war nicht die einzige Herausforderung, der sich die Entwicklerteams von Mercedes-Benz gestellt haben. Dazu gehörte

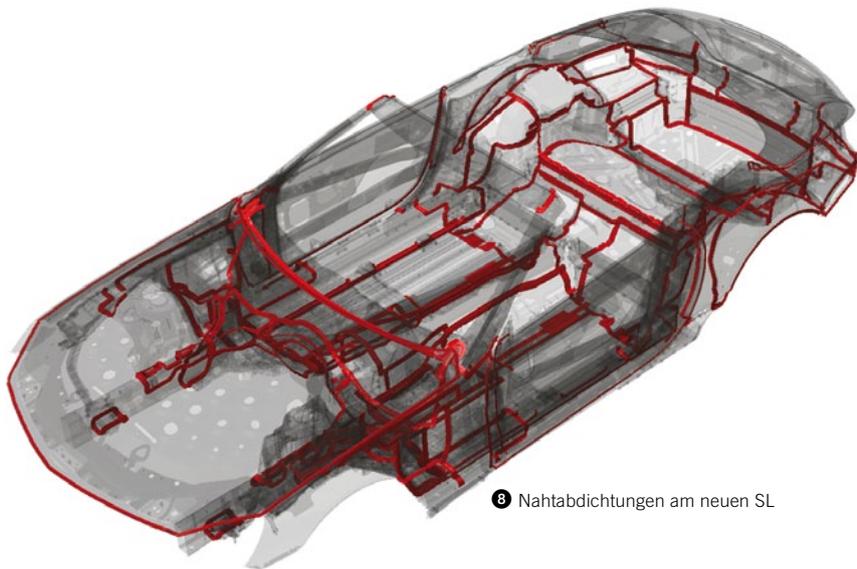
ebenfalls die Entwicklung eines aluminiumgerechten Karosseriefügekonzepts für die sichere Verbindung von diversen Halbzeugen aus Aluminiumblechen, Aluminiumguss, Aluminiumstrangpressprofilen und einigen wenigen hochfesten Stahlblechen im Bereich des vorderen Windschutzscheibenrahmens (Überschlagschutz). Die Fügeverfahren für den Werkstoff Aluminium mussten weiter entwickelt, im Grundsatz erprobt und unter Serienfertigungsbedingungen getestet werden. Dazu gehören das MIG-Schweißen und das Bolzenschweißen sowie das Fügen mit Vollstanz- und Halbhohlstanznieten. Speziell für diese Aufgaben wurden insgesamt 161 Roboter in die Produktion integriert. Weitere Verfahren sind Verbindungen mit Fließlochschrauben (flow drill screw) oder Einpressschrauben, aber auch die Verwendung von Stanzmuttern und der Bolzensetztechnik Rivtac.

Zur Vorbereitung der Großserienproduktion mit dem Vollaluminium-Materialkonzept bereiteten sich die Mitarbeiter des Center of Competence im Werk Bremen

bereits zwei Jahre vor Start der Serienproduktion auf die Karosseriefertigung des neuen SL vor. Dafür wurden Mitarbeiter aus der Karosseriefertigung des Ziel-Produktionswerks Bremen in die Nullserienfertigung in Sindelfingen integriert. So konnten bereits in der Nullserie die Karosserien erprobt und optimiert sowie die Prozesse in den bereits im Automatikbetrieb laufenden Serienanlagen eingefahren werden. Durch gezielte Schulungen wurden die Mitarbeiter auf die neuen Techniken, Verfahren und Materialien bei der Aluminiumfertigung vorbereitet. Seit Ende 2010 unterstützt die Karosseriefertigung zusätzlich den Anlagenbau für die Fertigung des neuen SL in Bremen. Für die Koordination der Abläufe von Anlagenaufbau bis zum Anlagenhochlauf wurde das speziell für Vollaluminiumfahrzeuge entwickelte Alu-MDS (Aluminium-Mercedes-Benz Development System) mit einem vorgezogenen Aufbaustart der Fertigungsanlagen sowie einer frühzeitigen automatisierten Fertigung eingesetzt.



7 Twinlifter zum Transport der Karosserien



8 Nahtabdichtungen am neuen SL

KORROSIONSSCHUTZ

Die bekannte Zuverlässigkeit und Wertstabilität von Mercedes-Benz-Fahrzeugen ist auch einem sorgfältig definierten Korrosionsschutzkonzept zu verdanken, das geeignete Erprobungsmethoden zur Simulation der Langzeitbeständigkeit vorsieht. Die Absicherung des Korrosionsschutzes erfolgte nach dem neuesten Mercedes-Benz-Korrosionsschutztest, der auf Basis der Umweltbelastung in unterschiedlichsten Weltklimaten und der spezifischen Fahrzeugbeanspruchungen weiterentwickelt wurde. Alle in der Fertigung eingesetzten Materialien und Prozesse sind optimal auf die Anforderungen und den Langzeitkorrosionsschutz des neuen SL abgestimmt. Intensiv berücksichtigt wurden die Oberflächenprozess- und Korrosionsschutzmerkmale von unterschiedlichen Aluminiumlegierungen sowie das Tauchverhalten der im Vergleich zur Stahlbauweise im Gewicht reduzierten Aluminiumrohbaukarosserie.

In der digitalen Absicherungsphase wurden mit neuentwickelten Simulationswerkzeugen die Tauchbarkeit für die kathodische Tauchlackierung und die Temperaturverteilung des Rohbaus in den Trockenöfen ausgelegt und der Rohbau gezielt optimiert. Auch die Applikation der Korrosionsschutzmaterialien wurde sehr frühzeitig digital entwickelt, um eine automatisierte und prozesssichere Fertigung zu unterstützen.

KONZEPT FÜR KAROSSERIE UND ANBAUTEILE

Der Langzeitkorrosionsschutz wird beim neuen SL durch eine aluminiumspezifische Anpassung des Beschichtungsprozesses, die gezielte Einzelbauteilvorbeschichtung von integrierten Bauteilen und Fügeelementen aus Stahl sowie durch eine Vielzahl konstruktiver Maßnahmen konsequent umgesetzt. Die Karosserie wird durch die Tauchlackierung und umfangreiche Nahtabdichtungsmaßnahmen geschützt. Der Korrosionsschutz hochbelasteter Bereiche wird zusätzlich durch Hohlraumkonservierung zuverlässig sichergestellt.

Die Korrosionsschutzmaßnahmen werden mit einer kataphoretischen Tauchlackierung und durch Nahtabdichtungsumfänge, 8, für alle korrosionskritischen Bereiche ergänzt. Das Zusammenspiel von konstruktiver Gestaltung der Bauteile, Werkstoffauswahl, Fügetechniken und Produktionsprozessen sichert die Qualität des Fahrzeugs und damit die Mercedes-Benz spezifischen hohen Gewährleistungsmaßstäbe hinsichtlich der Mobilitätsgarantie MobiloLife ab. Dank neuer Lacksysteme ist es gelungen, die Qualität der Oberfläche hinsichtlich Farbe, Glanz, Alterungsbeständigkeit sowie Kratz- und Steinschlagempfindlichkeit weiter zu verbessern und dabei die Umweltbelastung durch den Lackierprozess auf ein Minimum zu begrenzen.

MASSNAHMEN FÜR AGGREGATE UND KOMPONENTEN

Die hohe Korrosionsschutzqualität von Aggregaten und Komponenten wird durch eine konsequent korrosionsschutzgerechte Gestaltung der Bauteile sowie durch die Auswahl optimaler Werkstoffe und organische Korrosionsschutzbeschichtungen (beispielsweise kathodische Tauchlackierung oder Pulverbeschichtung), galvanisch abgeschiedene Zinklegierungsschichten, Zinklamellenüberzüge oder Kombinationen aus galvanischen Zinklegierungsschichten mit organischen Duplexbeschichtungen (Top Coats) erreicht.

Die Bauteile der Vierlenker-Vorderachse und der Raumlener-Hinterachse sind zum Teil aus korrosionsbeständigen Aluminium-Legierungswerkstoffen hergestellt. Eisenwerkstoffe werden durch hochwirksame Korrosionsschutzschichten geschützt. Alle Bauteile der Hinterachse werden zusätzlich zu diesen Schichten mit einem Korrosionsschutzlack konserviert. Der Langzeitschutz an korrosiv stark belasteten Fahrwerks teilen aus Eisenwerkstoffen wird durch die Verwendung von galvanisch abgeschiedenen Zinklegierungsschichten beziehungsweise im Tauchschleuderverfahren aufgetragenen Zinklamellenüberzügen erreicht. Bauteile im Achsbereich, die einer starken Steinschlagbelastung ausgesetzt sind, werden durch zusätzliche Kunststoffverkleidungen geschützt.

Diese hochwirksamen Schichtsysteme werden unter anderem auch an den Bremssätteln aus Gusseisen beziehungsweise Aluminium (bei Verbundbauweise) eingesetzt. Bei Bauteilen wie der Getriebeölwanne lassen sich die optimalen Korrosionsschutzanforderungen durch eine Lackierung erreichen. Hierzu werden anforderungsgerechte Lackierbeschichtungen mit einem Langzeitkorrosionsschutz appliziert. Im Bereich des Motors werden großflächige Unterbodenverkleidungen eingesetzt. Dadurch wird unter anderem das Eindringen von Schmutz und korrosiven Medien deutlich reduziert. Die Abgasanlagen bestehen aus hochwertigen, korrosionsbeständigen Chrom- oder Chrom-Nickel-Stählen und gewährleisten somit eine hohe Langzeitfunktionalität.