

Chancen und Risiken von Mega-Casting in der Fahrzeugproduktion

Die Karosserie aus dem Aluminium-Druckguss

G. Schuh, G. Bergweiler, L. Dworog, F. Fiedler

Der Elektroautohersteller Tesla hat 2018 ein Patent zum Mega-Casting angemeldet. Mit dieser neuen Fertigungsmethode soll es zukünftig möglich sein, eine Karosserie in einem Fertigungsschritt im Aluminium-Druckguss ohne nachfolgende Wärmebehandlung zu fertigen. Der Ansatz steht der etablierten Karosseriebauweise konträr gegenüber. Was bedeutet Mega-Casting für die Automobilindustrie? Ein Expert*innen-Team des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen University hat die Chancen und Risiken des Mega-Castings in einer SWOT-Analyse untersucht.

STICHWÖRTER

Giga-Casting, Tesla, High pressure die casting

Opportunities and Risks of Mega-Casting in Automotive Production – The Aluminum Die-Casted Body in White

The electric car manufacturer Tesla granted a patent for Mega-Casting in 2018. This new manufacturing method should make it possible in the future to produce a car body in one process using aluminum high pressure die casting (HPDC). The approach is contrary to the established body shop. What does Mega-Casting mean for the automotive and supplier industry? A team of experts from the Laboratory for Machine Tools and Production Engineering (WZL) at RWTH Aachen University has examined the opportunities and risks of Mega-Casting in a SWOT-analysis.

1 Einleitung

Im Zuge der Elektromobilität müssen die etablierten Automobilhersteller, oder auch Original Equipment Manufacturer (OEM) genannt, ihre Produktion neu ausrichten und sich dem Wettbewerb mit neuen Marktteilnehmern stellen. Dabei haben neue und etablierte Marktteilnehmer die Chance, ihre Unternehmensstrukturen völlig neu zu denken und neue Fertigungsprozesse zu berücksichtigen.

In Bezug auf die Karosserie ist die selbsttragende Schalenbauweise aus Stahl die am häufigsten vertretene Karosseriebauweise, jedoch lässt sich bereits seit Jahren ein zunehmender Einsatz von Aluminium-Druckgussbauteilen im strukturellen Mischbau feststellen, da hier die Reduzierung der Teileanzahl ohne einen Mehrverbrauch an Material erfolgen kann [2, S.15]. Zudem lassen sich durch Gussbauteile komplexe Geometrien und Formen abbilden, zum Beispiel bei der Federbeinstütze [3, S.6]. Mit dem Mega-Casting will Tesla den nächsten Schritt bei den großformatigen Aluminium-Druckgussbauteilen einläuten. Hierbei sollen zukünftig Karosseriebauteile, beispielsweise der Vorderwagen oder sogar ganze Karosserien, in einem Guss hergestellt werden. Tesla hat mit Patentanmeldungen die Vision aufgezeigt, die Fahrzeugproduktion neu zu denken [1, S.1; 4, S.3].

Dieser Beitrag zeigt, wie Mega-Casting im Gesamtbild der etablierten Karosseriebauweisen einzuordnen ist, welche Mega-Casting-Konzepte denkbar sind und welche produkt- und produktionsseitigen Chancen und Risiken beim Mega-Casting vorliegen können.

2 Entwicklung der Karosseriebauweisen bis zum Mega-Casting

Historisch gesehen war die erste Karosseriebauweise die sogenannte Rahmenbauweise, die sich noch am hölzernen Fahrgestell der Kutsche orientierte. Die Weiterentwicklung für die ersten Kraftfahrzeuge war der Leiter- oder Rohrrahmen aus Stahl oder Aluminium, an dem Blechbauteile für die Außenhaut montiert werden konnten. In **Bild 1** lässt sich diese Bauweise dem strukturellen und stofflichen Mischbau in beispielsweise der Form des heutigen „Al-Space-Frame“ zuordnen (zum Beispiel Audi A8, der seit 1994 so gebaut wird) [3, S.8–14]. Bei der selbsttragenden Schalenbauweise werden tiefgezogene Blechbauteile in einem komplexen Aufbau miteinander gefügt und bilden so eine tragende Gesamtstruktur. Die Karosserie übernimmt hierbei Aufgaben, wie die Anbindung der Außenhautbauteile, des statischen und dynamischen Verhaltens der Karosserie sowie Crasheigenschaften. Die Schalenbauweise lässt sich klassisch in Stahl (Beispiel VW Golf) und in Aluminium (Honda Acura NSX aus den 90er Jahren) unterscheiden (Bild 1). Die Mischbauweise stellt die dritte prinzipielle Karosseriebauweise dar. Sie kann entweder als eine Kombination von Stahl und Leichtbauwerkstoffen (beispielsweise Aluminium) als stofflicher Mischbau (Beispiel Audi A6) zur Anwendung kommen, oder als struktureller Mischbau, bei dem die Schalenbauweise mit anderen Karosseriebauweisen (Beispiel Rahmenbauweise) kombiniert wird (Beispiel Jaguar F-Type) [3, S.8–14]. Aufgrund der aktuell umfangreichen Ent-

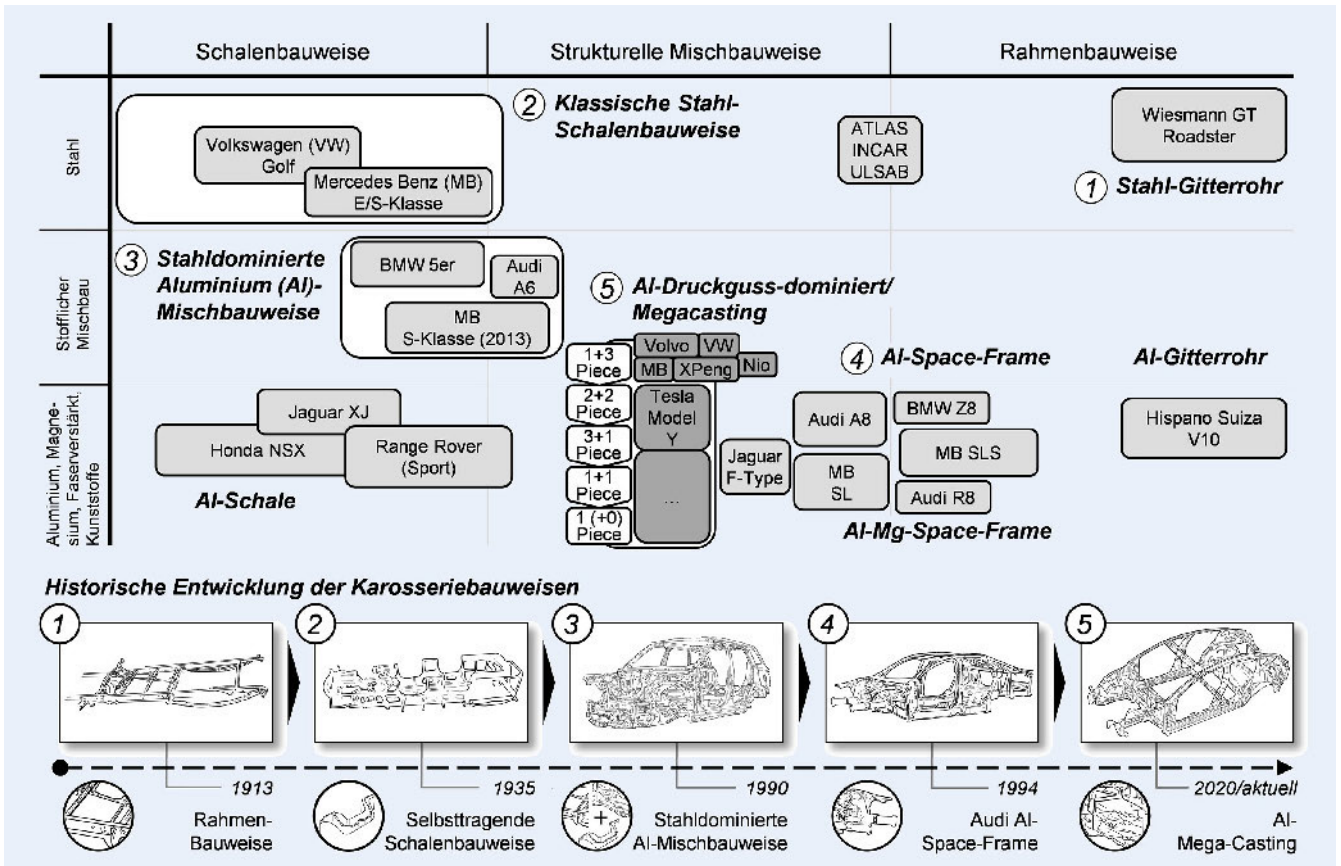


Bild 1. Einordnung der Karosseriebauweise „Mega-Casting“ und dessen Konzepte mit beispielhaften OEM und Modellen im Rahmenwerk der etablierten Karosseriebauweisen (Eigenleistung). Rahmenwerk und Teil-Darstellungen in Anlehnung an Birkert et al. [3], Stellantis [14], Land Rover [15], Tesla [5].
Grafik: WZL

wicklungen der Aluminium-Druckguss-dominierten Karosseriebauweise, wird hierauf nachfolgend der Fokus gelegt.

In dem von Tesla angemeldeten Patent zum Mega-Casting wird die Erfindung einer optimierten Produktion komplett druckgegossener Karosserien beschrieben. Durch den Einsatz einer eigens hierfür entwickelten Druckgussmaschine mit fünfseitiger Werkzeugführung sollen die Fertigungszeit reduziert und Betriebs-, Fertigungs- und Werkzeugkosten gesenkt werden [1, S. 1]. Mit der Druckgussmaschine „Gigapress“ des italienischen Herstellers Idra wurde die Patentidee erstmalig teilweise in der Praxis umgesetzt und soll so einen neuen Standard für zukünftige Karosseriebauweisen setzen. Geht es nach Tesla, wird die Karosserie kurzfristig aus drei großformatigen Aluminium-Druckgussbauteilen bestehen: dem Vorder-, Mittel- und Heckwagen [5, min 46:56–48:54] und zukünftig aus einem einzigen Guss gefertigt [1, S. 1]. Zudem gibt es ein weiteres Patent von Tesla, das eine Aluminiumlegierung für die spezifischen Anforderungen des Mega-Castings enthält. Diese soll verbesserte Eigenschaften in den Bereichen der Festigkeit, Dehnbarkeit und Gießbarkeit für High-Performance Anwendungen ohne die Notwendigkeit einer anschließenden Wärmebehandlung aufweisen [4, S. 3]. Ein weiteres Patent von Tesla beschreibt, wie die Craschenergie in den Bereichen der Mega-Casting-Bauteile absorbiert und abgeleitet werden kann [6, S. 3].

Die Anwendung von Aluminium-Druckguss in Karosserien ist jedoch keinesfalls neu. Bereits 1994 wurden erstmalig Strukturbauteile aus Aluminium-Druckguss im Audi A8 [3, S. 9] oder

zum Beispiel auch in der Dämpferkonsole der Mercedes-Benz S-Klasse im Jahr 2013 eingesetzt [7, S. 55–61]. Die neue Karosseriebauweise „Mega-Casting“ kann aufgrund eines intensiveren Einsatzes von Aluminium-Druckguss als eine Weiterentwicklung der strukturellen Mischbauweise in die Bild 1 eingeordnet werden.

Aktuellen Nachrichten zufolge wurde Mega-Casting von Tesla in einem Struktur-Batteriepack zusätzlich zum Vorder- und Heckwagen des Tesla Model Y in der Gigafactory in Texas [8] verwendet, weshalb dieses Modell in Bild 1 in der oberen Hälfte der Mega-Casting-Konzepte eingeordnet wird. Volkswagen (VW) will das Mega-Casting für das E-Mobility Projekt „VW Trinity“ [9] nutzen. Volvo hat ebenfalls angekündigt, Mega-Casting vor allem im Heckwagen von E-Autos einzusetzen, jedoch ohne konkrete Nennung um welche Modelle es sich dabei handelt [10]. Mercedes Benz (MB) hat den Einsatz vom Mega-Casting (MB bezeichnet es Bionic-Cast) im Hinterwagen beim EQXX angedeutet [11, S. 2]. Bei chinesischen OEM ist der Einsatz von Mega-Casting bei XPeng (auch Xiaopeng Motors genannt), Nio [12] sowie Human Horizons (Modell HiPhi) bekannt und bei Xiaomi sowie Li Auto gibt es Mutmaßungen zur Anwendung von Mega-Casting. Bei Nio soll im ET5 ein Mega-Casting-Bauteil im Hinterwagen im Bereich des Unterbodens eingesetzt werden [12, 13].

Grundsätzlich sind alle Mega-Casting-Konzepte der strukturellen Mischbauweise zuzuordnen (Vgl. 5 in der Mitte Bild 1), da sie alle großformatige Aluminium-Druckgussbauteile mit kon-

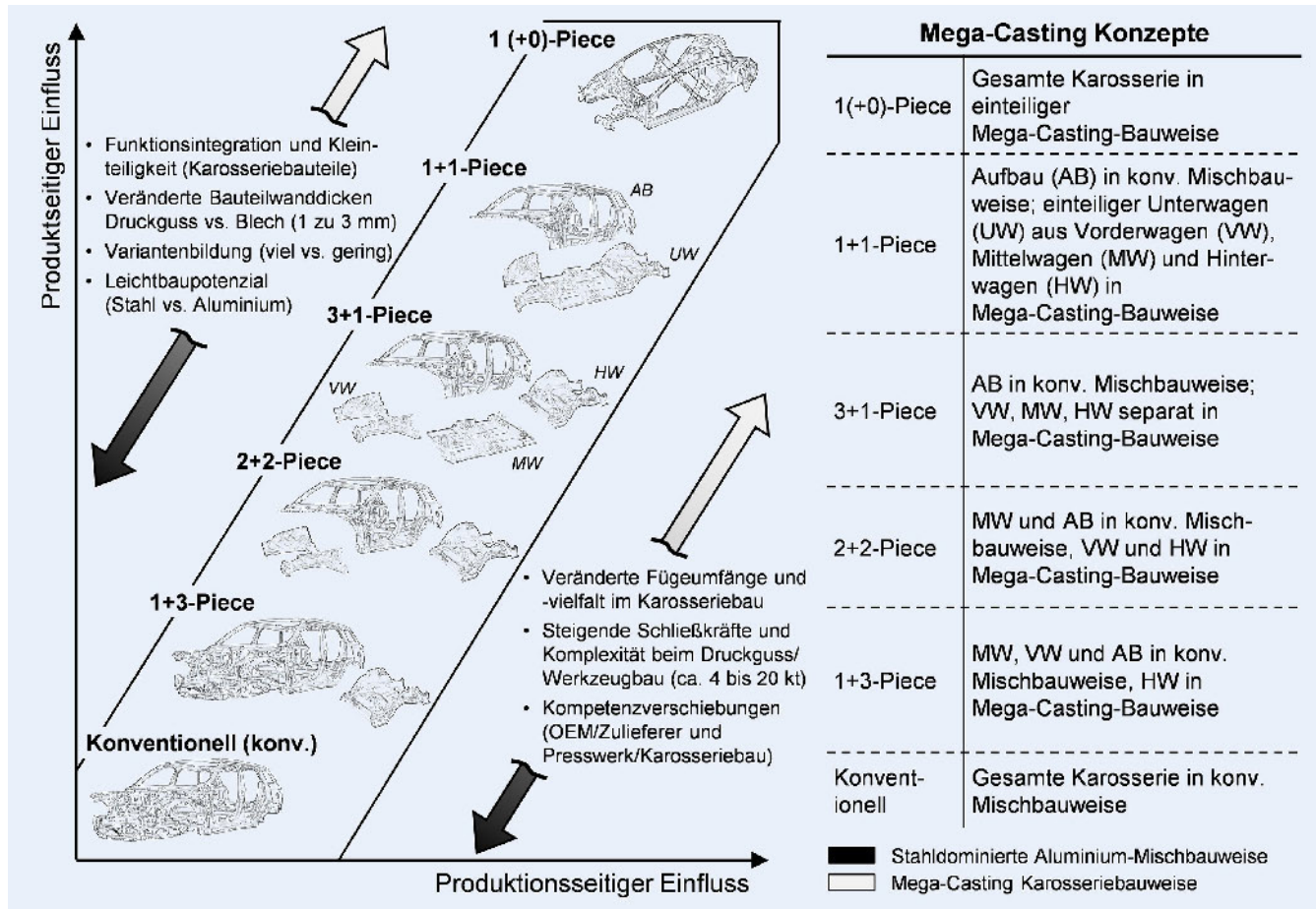


Bild 2. Einteilung der Karosseriebauweise Mega-Casting in fünf Konzepte mit steigendem Anteil des Einsatzes von Aluminium-Druckguss (1+3 Piece bis 1 (+0)-Piece). Grafik: WZL

ventioneller Schalenbauweise kombinieren. Ein wesentliches Merkmal der jeweiligen Mega-Casting-Konzepte ist der Gesamtanteil von Aluminium-Druckguss und damit das sukzessive Ersetzen der jeweilig anderen Karosseriebauweise. Zur Einordnung in die Karosseriebauweisen wurden im Rahmen der Untersuchungen am WZL mehrere Konzepte identifiziert und in **Bild 2** zusammengefasst: das 1+3-Piece, das 2+2-Piece, das 3+1-Piece, das 1+1-Piece und das 1 (+0)-Piece. Die Ziffern der Konzeptbezeichnung geben das Verhältnis zwischen der Anwendung von Mega-Casting (erste Ziffer) und der ergänzenden Karosseriebauweise, bspw. der Schalenbauweise (zweite Ziffer) in den Aufbau- und Montagestufen der Karosserie an. Hierbei wird zwischen dem Vorderwagen (VW), dem Mittelwagen (MW), dem Hinterwagen (HW), dem Unterwagen (UW) und dem Aufbau (AB) differenziert. Beim 1+3-Piece wird entweder der VW oder HW und beim 2+2-Piece werden beide im Mega-Casting gefertigt, wobei der MW und der AB die Mega-Casting-Bauteile in klassischer Schalenbauweise verbindet [5, min 46:56–48:54]. Beim 3+1-Piece wird zusätzlich der MW/das Strukturbatteriepackgehäuse im Mega-Casting hergestellt, während der AB weiterhin in der Schalenbauweise gefertigt wird. Ebenso wird beim 1+1-Piece der AB in Schalenbauweise gefertigt, während der UW (inkl. VW, MW und HW) aus einem einzelnen Aluminium-Druckgussbauteil entsteht. Beim 1 (+0)-Piece soll die gesamte Karosserie im Mega-Casting gegossen werden.

Seit den Patentveröffentlichungen von Tesla beschäftigen sich zunehmend weitere Unternehmen mit dem Mega-Casting (**Bild 3**) und betrachten die neue Karosseriebauweise als eine durchaus ernstzunehmende Alternative zur konventionellen Fahrzeugproduktion. Neben den bereits erwähnten OEM, werben vor allem die Druckgussmaschinenhersteller Idra Group Ltd. („Gigapress“) [16], die Bühler AG („Carat 920“) [17] und LK Group („Dreampress 9000T“) [18] auf ihren Websites mit Druckgussmaschinen im Kaltkammerverfahren für das Mega-Casting. So hat zum Beispiel die Handtmann Gruppe [19], ein Systemkomponenten-Lieferant für die Automobilindustrie, eine Maschine von Bühler gekauft. Idra zeigt auf ihrer Webseite, dass bereits 23 Gigapress verkauft wurden [20]. Außerdem setzten sich Zulieferfirmen wie Fuchs Petrolub SE [21] bereits mit Schmiermitteln oder die Firma Magma [22] mit einer virtuellen Prozesskette für das Mega-Casting auseinander. Im Bereich der Fügetechnik geht Atlas Copco auf das mechanische Fügen mit Niet-Verbindungen ein, welche für das Fügen von Mega-Casting genutzt werden könnten [23].

3 Produkt- und Produktionseinflüsse des Mega-Castings

Mega-Casting hat als neue Karosseriebauweise potenziell Einfluss auf die Produkt- sowie Produktionsgestaltung, vom Presswerk über den Karosseriebau bis zur Montage. Wie aber genau

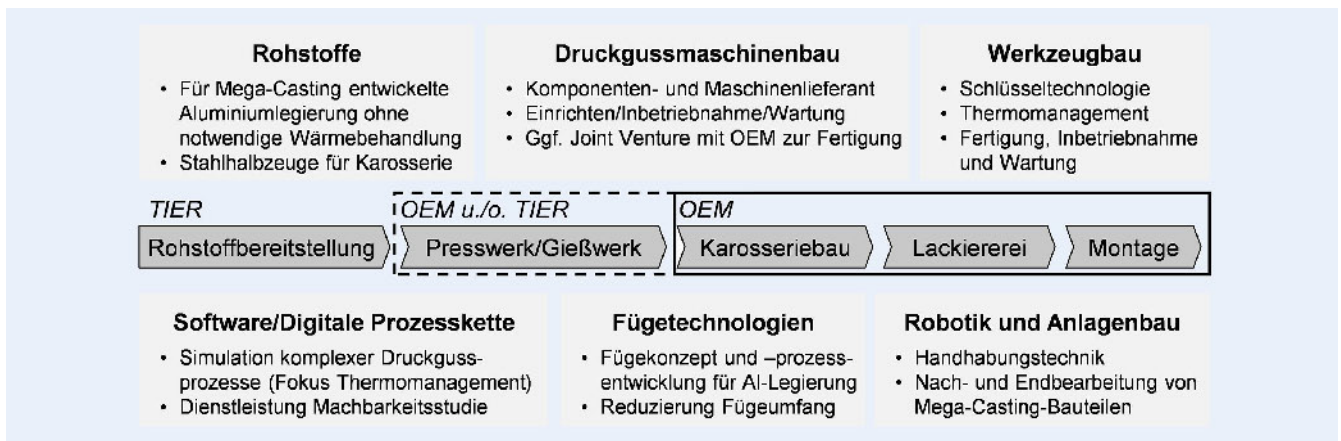


Bild 3. Unternehmensarten und Beispiele im Themenfeld Mega-Casting in der automobilen Prozesskette und Zuliefererpyramide (TIER). Grafik: WZL

kann dieser Einfluss aussehen? Die Autoren dieses Beitrags haben die Chancen und Risiken des Mega-Castings untersucht. Dazu wurde im Projektteam „Mega-Casting“ des Werkzeugmaschinenlabors WZL der RWTH Aachen University nach einem Austausch mit Expert*innen sechs SWOT-Analysen durchgeführt [24]. Jedes der sechs Mitglieder des Projektteams hat die SWOT-Analyse eigenständig durchgeführt und anschließend wurden die Ergebnisse in **Bild 4** konsolidiert. Die Einteilung erfolgte nach dem Produkt „Karosserie“ sowie der Produktion „Fahrzeugproduktion“ aus Sicht des OEM.

Für Karosserien nach der konventionellen Mischbauweise eines Mittelklassewagens kann ein Gewicht von circa 260 kg angenommen werden [25]. Dabei sind Wanddicken mit mindestens 0,7 mm notwendig, wohingegen für Druckgussbauteile 2 mm bis 3 mm angenommen wurde [26]. Dies entspricht ungefähr dem Faktor drei. Das Dichteverhältnis unterscheidet sich ebenfalls um den Faktor drei von Stahl zu Aluminium [19], was das Leichtbaupotenzial ungefähr ausgleicht und sich damit in erster Näherung neutral bewerten lässt. Durch die größere Mindestwanddicke und die Veränderung der Struktur zu einer offenschalen Bauweise, stehen neue Herausforderungen im Bereich der Betriebs- und Crashfestigkeit bevor [6]. Gleichzeitig kann eine Reduktion der Produktkomplexität erwartet werden, da die Kleinteiligkeit in der Karosserie durch großformatige Druckgussbauteile reduziert wird. Durch die großen und aufwendigen Druckgusswerkzeuge verringert sich vermutlich zumindest die Variantenbildung der druckgegossenen Karosseriebaugruppen.

Beim Produkt „Karosserie“ wird als Chance die Reduzierung der Bauteileanzahl gewertet, da mit ihr die Komplexität und Anzahl der Fügeoperationen zur Fertigstellung der Karosserie einhergeht. Durch den Einsatz einer neuen patentierten Aluminiumlegierung kann das Produkt ohne Wärmebehandlung auskommen [4]. Außerdem könnten Funktionen in die Karosserie, wie beispielsweise ein Batteriespeicher oder bisher durch Schweißbolzen realisierte Anbindungspunkte, eingebunden werden. Zu den Risiken zählen eine eingeschränkte Variantenvielfalt und das Änderungsmanagement des Produktes aufgrund der aufwendigen Werkzeuge. Durch Verfahrensvorteile beim Mega-Casting oder Aluminiumlegierungen ergibt sich wiederum die Chance, das Leichtbaupotenzial besser zu nutzen. Außerdem könnte eine höhere Werterhaltung durch die Kreislaufführung im Lebenszyklus leichter erlangt werden, da die Werkstoffvielfalt sowie die komplex gefügten vielen Einzelbauteile im Vergleich zu einer

klassischen Mischbauweise (vgl. Bild 1) reduziert wird und eine lokale Kreislaufführung von fehlerhaften Mega-Casting-Bauteilen bereits im Gießwerk etabliert ist. Risiken beziehungsweise Schwächen sind unter anderem die Crash-Performance, da die Gestaltungsmöglichkeiten werkstoff- (Aluminium) und druckgussprozessseitig (beispielsweise Wanddicke oder Entformungsschrägen) eingeschränkt sind. Weiterhin sind unzureichende Reparaturlösungen im Schadensfall aufgrund des geringeren Formänderungsvermögens und der fehlenden Möglichkeit defekte Bereiche der großformatigen Druckgussbauteile zu ersetzen, als Nachteilig einzuschätzen. Bei Betrachtung von Elektrofahrzeugen folgt, zum Beispiel die Funktionsintegration des Batteriespeichers. Zusätzlich könnte die Fertigung von Batteriepackgehäuse dahingehend verändert werden, dass größere komplexere Batteriepackgehäuse gegossen werden oder dass mehrere kleinere in einem Durchlauf hergestellt werden.

Bei Betrachtung der Produktion „Fahrzeugproduktion“ verändert sich der erste Teil der Prozesskette in Bezug auf das Presswerk, Karosseriebau und die Nachbearbeitung. Zunächst muss das Ressourcen- und Logistikmanagement angepasst werden, da die Vorteilhaftigkeit vornehmlich bei der Fertigung der gesamten Karosserie an einem OEM-Standort entsteht. Dadurch werden lokal deutlich höhere Mengen von Aluminium benötigt und es resultiert ein höherer logistischer Beschaffungsaufwand. Da die Karosserie aus einem oder mehreren großformatigen Aluminium-Druckgussbauteilen besteht, verringert sich die Anzahl der Fügeoperationen deutlich. Das Fügen von Aluminium ist herausfordernder als beispielsweise das Fügen von Stahl. Außerdem muss die Zugänglichkeit zu den weiterhin benötigten Fügestellen auch bei großen Einzelbauteilen wie einem Hinterwagen gegeben sein, sodass im Konstruktionsprozess möglichst wenig Störkonturen berücksichtigt werden müssen. Allerdings verändert sich mit der Bauteilgröße auch die Handhabung (beispielsweise bei der Entnahme aus der Druckgussmaschinen) und die Nachbearbeitung. Dazu zählen Fertigungsverfahren mit hoher Genauigkeit, zum Beispiel für den Beschnitt der Bauteile und Einbringung von Funktionsflächen und Anbindungspunkten. Im Bereich der Fahrzeugendmontage sollte es hingegen zu keinen größeren Veränderungen kommen, jedoch sind hier neue Montagereihenfolgen, wie beispielsweise die Vormontage eines Teils der Innenraumausstattung auf dem Batteriepack denkbar. Bei Betrachtung des Konstruktionsprozesses wird das Änderungsmanagement deutlich komplexer aufgrund der großen und komplexen Werkzeuge und

	Stärken (Strengths)	Schwächen (Weaknesses)
Chancen (Opportunities)	<p align="center">"Nutzen & Ausbauen"</p> <p>Im Produkt „Karosserie“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung der hohen Bauteileanzahl und Fügestellen einer Karosserie (resultiert veränderte Fügefolge und Montagereihenfolge) • Funktionsintegration (Bsp. Anbindungspunkte Unterboden und Batteriespeicher) • Aluminiumlegierung ohne Wärmebehandlung <p>In der Produktion „Fahrzeugproduktion“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reduzierung komplexer Automatisierungs-, Füge-, und Vorrichtungstechnik • Erhöhung OEM-Wertschöpfungstiefe ggü. Zulieferer • Beim „Greenfield“-Ansatz reduzierte Flächen, Investitionskosten und Taktzeit möglich 	<p align="center">"Entwickeln & Aufholen"</p> <p>Im Produkt „Karosserie“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Leichtbaupotenziale ausbauen • Höherer Werterhalt nach dem Lebenszyklus durch Kreislaufführung der Karosserie zurück zum OEM <p>In der Produktion „Fahrzeugproduktion“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ausschussrate beim Mega-Casting reduzieren • Bauteil- und Zusammenbauqualität für hohen OEE und Kundenzufriedenheit notwendig • Komplexer Druckgussprozess mit komplexen Druckgusswerkzeugen • Prozesswissen und hochqualifiziertes Personal beim OEM notwendig
	Risiken (Threats)	<p align="center">"Abwenden & Absichern"</p> <p>Im Produkt „Karosserie“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Einschränkung bei der Variantenbildung in der Karosserie • Die Fähigkeit Änderungsanforderungen umzusetzen ist durch ein großes Druckgusswerkzeug eingeschränkter <p>In der Produktion „Fahrzeugproduktion“</p> <ul style="list-style-type: none"> • Abnehmende/veränderte Bauteillogistik • Kompetenzen der OEM und Zulieferer verändern sich • Skalierung der Bauteile ist möglich, stößt aber an physikalische Druckgussmaschinengrenzen • Korrosionsbeständigkeit mit wenig Aufwand

Bild 4. Produkt- und Produktionssseitige SWOT-Analyse zum Mega-Casting in der Fahrzeugproduktion. Grafik: WZL

der frühen Festlegung von bisher beispielsweise im Karosseriebau abänderbaren Schweißbolzen als Anbindungspunkte. Somit können die Entwicklung und der Werkzeugbau als eine erhebliche Herausforderung beim Mega-Casting gesehen werden.

Zu den Stärken und Chancen zählt die Reduzierung aufwendiger Automations- und Prozesstechnik im Karosseriebau, die mit der Bauteilreduktion einhergeht. Außerdem werden eine Erhöhung der Wertschöpfung beim OEM sowie reduzierte Flächen, Taktzeiten und Investitionskosten beim „Green-Field Ansatz“ zu den Chancen gezählt. Als Risiko wurden die abnehmende beziehungsweise veränderte Logistik, die Veränderung der Kompetenzen bei Zulieferern und OEM sowie die Zielsetzung, die Korrosionsbeständigkeit der Bauteile mit möglichst wenig Aufwand zu erreichen, gewertet. Maschinentechnisch könnten die für das Mega-Casting benötigten großen Druckgussmaschinen an ihre physikalischen Grenzen stoßen, was in der Vergangenheit jedoch bereits häufiger überholt wurde. Weitere Schwächen und Risiken sind das bis dato geringe Know-how über Mega-Casting-Bauteile, die Abhängigkeit von „einer“ Technologie, Unternehmen sowie dem Rohstoff Aluminium. Außerdem droht durch den Wechsel von seit mehreren Jahrzehnten etablierten Presswerk- und Karosseriebauprozessen zu einem hochkomplexen Druckgussprozess eine Kompetenz- und Komplexitätsverschiebung.

Daraus ergeben sich wiederum auch Chancen: Zum einen handelt es sich beim Mega-Casting um einen hochkomplexen Druckgussprozess, der hochqualifiziertes Personal benötigt und damit in Hochlohnländern wie Deutschland Arbeitsplätze erzeugen kann. Zum anderen muss eine ausreichende Bauteilqualität in Kombination mit einer geringen Ausschussrate erreicht werden.

4 Zusammenfassung und Ausblick

Mega-Casting ist eine neue Karosseriebauweise, die sich in der Fertigung und im Materialeinsatz von etablierten Bauweisen abgrenzen kann. Seit den Patentanmeldungen von Tesla im Jahr 2018 und der stetigen Praxisanwendung beschäftigen sich zunehmend auch andere OEM und Zulieferer mit dem Mega-Casting, unter anderem Volvo und Volkswagen haben hierzu konkrete Pläne veröffentlicht. Zukünftig hat das Mega-Casting das Potenzial, eine entscheidende Rolle in der Fahrzeugproduktion einzunehmen. Eine SWOT-Analyse zeigt: Durch den Aufbau der Karosserie als eine einzige Komponente kann vermutlich eine Reduzierung der Taktzeit und der Komplexität erreicht werden. Zugleich entstehen durch das Mega-Casting aber auch neue Herausforderungen hinsichtlich Crash-Performance und Reparaturlösungen. Für den Produktionsprozess müssen Konzepte für die Produktion, Maschinen und das Ressourcenmanagement weiterentwickelt werden. Zusätzlich müssen Druckgussmaschinen für derart große Bauteile (beispielsweise 1(+0)-Piece Konzept), mit hoher qualitativer Zuverlässigkeit, entwickelt werden.

Um die notwendigen Konzepte zu entwickeln, stehen wir im intensiven Austausch mit Expert*innen aus Forschung und Industrie, um das Potenzial zu identifizieren und das Mega-Casting zu befähigen. Konkret ist hierfür aktuell eine Konsortialstudie und eine Online-Umfragen zu Trends in der Fahrzeugproduktion mit Fokus auf Mega-Casting geplant. Die Einflussanalyse auf die Zuliefererindustrie ist ebenfalls abgeschlossen und wird zeitnah veröffentlicht.

Literatur

- [1] Kallas M. K.: Multi-Directional Unibody Casting Machine For A Vehicle Frame And Associated Methods, US 2019/0217380 A1, 2018
- [2] Friedrich, H. E.: Leichtbau in der Fahrzeugtechnik, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2013
- [3] Birkert et al.: Umformtechnische Herstellung komplexer Karosserieteile, Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2013
- [4] Stucki, J.; Patinson, G.; Hamill, Q.; Prabhu, A.; Palanivel, S.; Lopez-Garrity, O.: Die cast aluminium alloys for structural components, PCT/US2021/014177, 2021
- [5] Tesla, Video: Battery Day, 2020. Internet: https://tesla-cdn.thron.com/static/JIXJRM_2020-Battery-Day-2000_WBRTSS.mp4?xseo=. Zugriff am 04.07.2022
- [6] Rai, A.; Sawant, S.; Winberg, P.; Burgess, M.; Spencer, T.; Kornmayer, P.; Pattinson, G.; Edwards, P.; Rinaldi, C.; Reikher, A.; Kuehmann, C.; Moll, D.: Integrated energy absorbing castings, WO 2022/031991 A1, 2022
- [7] Verein Deutscher Ingenieure: Gießen von Fahrwerks- und Karosseriekomponenten, VDI 2318, VDI Verlag, 2018
- [8] Electrek: Tesla produces first Model Y megacast in gigafactory in Texas. Stand: 2022. Internet: <https://electrek.co/2021/05/17/tesla-produces-first-model-y-megacast-gigafactory-texas/>. Zugriff am 04.07.2022
- [9] InsideEvs: VW's project Trinity To Use Giga-Casting & Automation to compete with Tesla. Stand 2022. Internet: <https://insideevs.com/news/577128/volkswagen-compete-tesla-gigapress-robots/>. Zugriff am 04.07.22
- [10] Volvo Car Switzerland AG: Mega casting. Stand: 2022. Internet: <https://www.media.volvocars.com/ch/de-ch/media/photos/294346/mega-casting-1>. Zugriff am 04.07.22
- [11] Rakoto, B.; Ling, L.: Mega-Casting Trends for Automotive Manufactures, Mai 2022
- [12] YZweekly: Nios erstes Modell der ET5 mit "integrierter Druckgusstechnologie" wird in Serie produziert und ausgeliefert. Stand 2022. Internet: <http://www.yzweekly.com/xyzd/zhengche/7604.htm>. Zugriff am 02.09.2022
- [13] Phate Zhang/CnEVPost: HiPhi becomes latest Chinese EV startup to use large die-casting technology. Stand 01.03.2022. Internet: <https://cnevpost.com/2022/03/01/hiphi-becomes-latest-chinese-ev-start-up-to-use-large-die-casting-technology/>. Zugriff am 06.09.2022
- [14] Stellantis: Lambda (historisch). Stand 2022. Internet: <https://www.media.stellantis.com/de-de/lancia/gallery/1376>. Zugriff am 02.09.2022
- [15] Land Rover, Land Rover Leichtbau Strategie, 2014. Stand 2022. Internet: <https://media.landrover.com/dede/news/2014/05/land-rover-leichtbau-strategie>. Zugriff am 21.02.2022
- [16] Idra: NEO 5500 – NEO 6100 – NEO 8000 – NEO 9000. Stand 2022. Internet: <https://www.idragroup.com/de/gigapress>. Zugriff am 04.07.2022.
- [17] Bühler Group: Umfassendes Know-how rund um die Produktion von Megacasting. Stand 2022. Internet: <https://www.buhlergroup.com/content/buhlergroup/global/de/industries/die-casting/megacasting.html>. Zugriff am 04.07.2022.
- [18] Spotlightmetal: LK Group introduces the World's First 6000T & 9000T Giant Die Casting Machine. Stand: 2022. Internet: <https://www.spotlightmetal.com/lk-group-introduces-the-worlds-first-6000t-9000t-giant-die-casting-machine-a-1036839/>. Zugriff am 04.07.2022
- [19] Alu-Web: Handtmann investiert in Megacasting-Lösung von Bühler. Stand 2022. Internet: <https://alu-web.de/handtmann-investiert-in-mega-casting-loesung-von-buehler/>. Zugriff am 04.07.2022
- [20] Idra: The great success of Giga Press. Stand: 2022. Internet: <https://www.idragroup.com/en>. Zugriff am 04.07.2022
- [21] Fuchs: Mega-Casting: Druckgussverfahren revolutioniert Automobilbau. Stand: 2022. Internet: <https://www.fuchs.com/de/de/produkte/schmierstoffe-und-services/schmierstoffe-fuer-spezialanwendungen/umformschmierstoffe/mega-casting/>. Zugriff am 04.07.2022
- [22] Home of Foundry: Think Big...Giga-Castings. Stand: 2022. Internet: <https://www.home-of-foundry.de/news/think-big-giga-castings-1002>. Zugriff am 04.07.2022
- [23] Briskham, P.: Joining of aluminium alloys with low ductility. 2022.
- [24] Paul, H.; Wollny, V.: Instrumente des strategischen Managements, De Gruyter Oldenbourg 2014.
- [25] Pischinger, S.; Seiffert, U.: Vieweg Handbuch Kraftfahrzeugtechnik, Springer Fachmedien Wiesbaden, Wiesbaden, 2021
- [26] Fuchslocher, G.: Gigacasting ist geeignet, den Karosseriebau neu zu denken, Automobil Produktion, 2022. Internet: <https://www.automobilproduktion.de/interviews-734/gigacasting-ist-geeignet-den-karosseriebau-neu-zu-denken-501.html>. Zugriff am 27.02.2022



Falko Fiedler, M. Sc., IWE
Foto: WZL

Prof. Dr.-Ing. Dipl.-Wirt. Ing. Günther Schuh

Dr.-Ing. Georg Bergweiler

Leonhard Dworog, B. Sc.

Werkzeugmaschinenlabor WZL
der RWTH Aachen University
Campus-Boulevard 30, 52074 Aachen
Tel. +49 160 91794274
f.fiedler@wzl.rwth-aachen.de
www.wzl.rwth-aachen.de
www.anlauffabrik-aachen.de

