

Zukünftige Magnesium-Anwendungen im Automobilbereich

Dr. J. Staeves

BMW Group

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	2
2	Extrapolieren	3
3	Substituieren.....	6
4	Revolutionieren.....	7
5	Ingenieren, Stärken nutzen.....	9
6	Optimieren, Schwächen minimieren	10
7	Spionieren	13
8	Kooperieren	13
9	Zusammenfassung	14

1 Einleitung

Magnesium ist ein moderner Leichtbauwerkstoff. Magnesium ist Synonym für Leichtbau und High Tech. Dieses Image von Magnesium ist inzwischen so weit verbreitet, dass es in der Werbung gezielt eingesetzt werden kann. Bild 1 zeigt ein Beispiel aus einer Zeitschriftenwerbung. Auf der ersten Doppelseite wird ein BMW 5er und der Text „1,775 g“ gezeigt.



Bild 1: Werbung mit Magnesium

Die Anspielung auf die Beschleunigung ist offensichtlich, auf der nächsten Doppelseite wird aber ausführlich beschrieben, dass hier das Gewicht von einem Kubikzentimeter Magnesium, die Dichte, gemeint ist und dass mit diesem Werkstoff der „Durchbruch im Motorenbau“ erreicht wurde. Werbestrategen scheuen oft solch technisch trockene Botschaften, dass die Eigenschaften von Magnesium hier dennoch genutzt werden, unterstreicht das positive Image von Magnesium.

Unter Experten wird das differenzierter gesehen. Magnesium hat eine geringe Festigkeit, ist teuer, korrosionsanfällig, hat einen niedrigen Schmelzpunkt, eine geringe Verschleiß- und Temperaturbeständigkeit, neigt zum Kriechen, ist kalt kaum umzuformen und erfordert in der Fertigung besondere Sicherheitsmassnahmen.

Für jedes Bauteil ist es aufs Neue eine Herausforderung, sämtliche technischen Randbedingungen zu berücksichtigen und keine k.o.-Kriterien in der Fertigung oder bei der Anwendung zu übersehen.

So einfach, dass Magnesium per se ein Leichtbauwerkstoff wäre, ist es leider auch nicht. Das Beispiel Stahl mit dem Image der „Old Economy“ erreicht bei einer Dichte von 7,8 g/cm³ Streckgrenzen von über 1000 MPa und ermöglicht damit bei gleicher Festigkeit je nach Bauteilgeometrie und Beanspruchung leichtere Bauteile als Magnesium.

Es gilt nach wie vor die Binsenweisheit, dass je nach Beanspruchungsfall mal der eine und mal der andere Werkstoff der „optimale Werkstoff am jeweiligen Ort“ ist.

Ein anschauliches Beispiel für die Vielfalt der für die Werkstoffauswahl entscheidenden Kriterien ist die Heckklappe des BMW 6er aus Kunststoff [1]. Neben Aspekten wie Designfreiheit, Crashverhalten, Oberflächenqualität und Gewicht konnten Antennen in der Heckklappe integriert werden. Metallische Werkstoffe würden die Antennen abschirmen.

Bei der Umsetzung in kommerzielle Produkte sind neben den technischen noch wirtschaftliche und strategische Faktoren zu berücksichtigen.

Da man die Entscheidung für einen Werkstoff für die gesamte Laufzeit des Fahrzeugs trifft, sind Kriterien wie Schwankungen des Materialpreises, Möglichkeiten zum Abschluss langfristiger Lieferverträge, Auslastung eigener Produktionskapazitäten und Verfügbarkeit mehrerer Lieferanten zu berücksichtigen.

Zunehmend werden Fahrzeuge gleichen Typs an Standorten auf mehreren Kontinenten produziert. Um gesetzliche Vorgaben hinsichtlich des Produktionsanteils vor Ort (local content) zu erfüllen, Währungskursschwankungen auszugleichen und Transportkosten einzusparen, kann es erforderlich sein, möglichst viele Komponenten vor Ort zu produzieren.

Dazu müssen bei der Entwicklung die Unterschiede der vor Ort verfügbaren Werkstoffe und Fertigungsverfahren berücksichtigt werden. Bei größeren Unterschieden sind zusätzliche Absicherungen auf Prüfständen und in Gesamtfahrzeugtests erforderlich. Der Umfang der erforderlichen Absicherungsmaßnahmen kann ein Kriterium für die Werkstoffentscheidung sein.

Unter diesen komplexen Randbedingungen ist eine Prognose über die zukünftigen Anwendungen von Magnesium nicht wirklich möglich. Mit diesem Beitrag soll dennoch zumindest versucht werden, aktuell diskutierte Entwicklungen zu bewerten und mögliche zukünftige Anwendungen und Handlungsbedarf bezüglich Forschung und Entwicklung abzuleiten.

Es gibt schon eine Reihe von Beiträgen in denen Fahrzeuge in Antrieb, Karosserie, Fahrwerk und Interieur aufgeteilt und hinsichtlich des Potenzials für Magnesium bewertet werden [2, 3]. Hier soll ein anderer Ansatz versucht werden. Der Beitrag gliedert sich in verschiedene Methoden, für Magnesium geeignete Bauteile zu identifizieren. „Extrapolieren“ aus den bisherigen Entwicklungen, „Optimieren“ der Vorteile von Magnesium, über „spionieren“ also dem Abschauen, was Stahl und Aluminium so erfolgreich macht, bis hin zum „Kooperieren“ in Form von Verbundwerkstoffen.

2 Extrapolieren

Die Analyse der bisherigen Entwicklung des Magnesiumeinsatzes im Automobil ist eine bewährte Methode abzuschätzen, welche Bauteile in welchen Mengen zukünftig in etwa erwartet werden können.

Bisher liegt der Schwerpunkt im Interieur auf Instrumententafelträgern, Lenkradkränzen und Sitzrahmen. Diese Anwendungen gelten als relativ etabliert und bilden eine solide Basis für Magnesium als Konstruktionswerkstoff im Automobil.

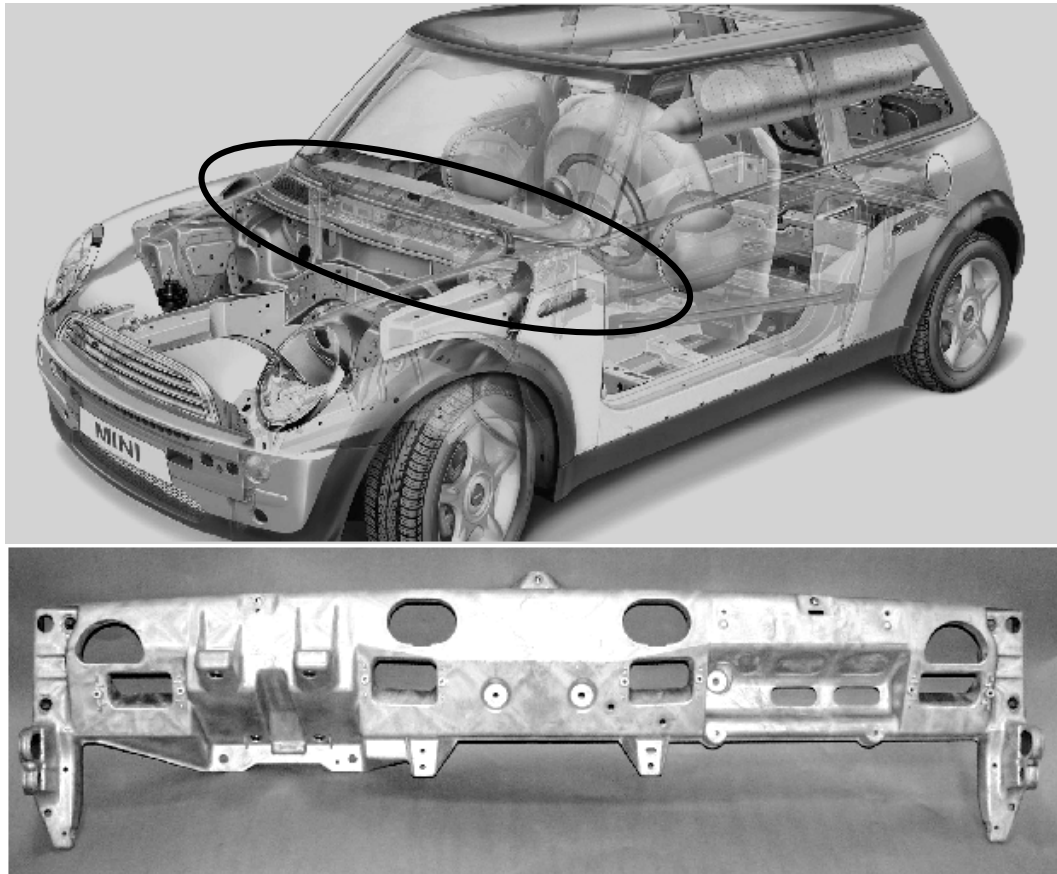


Bild 2: Magnesium-Instrumententafelträger im MINI

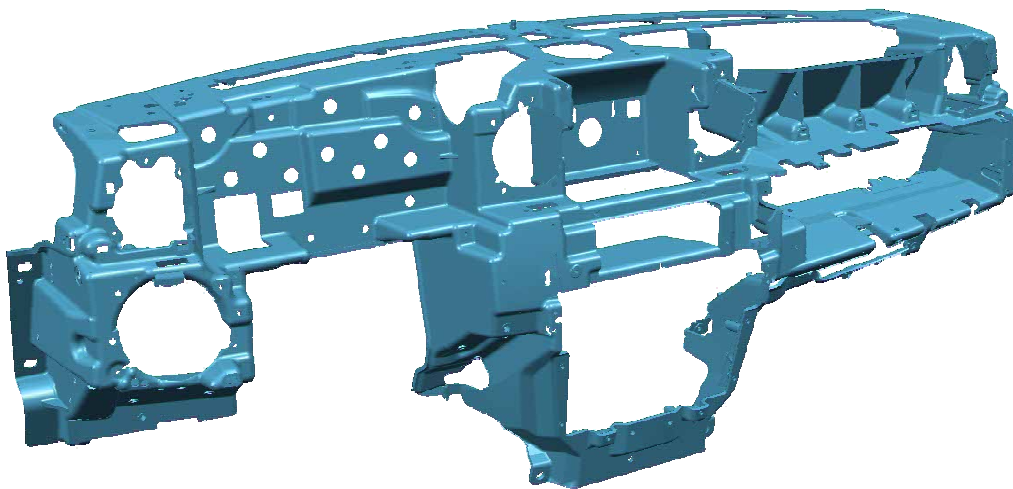


Bild 3: Magnesium-Instrumententafelträger des Rolls Royce Phantom

Neuere Entwicklungen wie das Magnesium-Aluminium-Verbundkurbelgehäuse von BMW [4] und das 7-Gang-Automatikgetriebe von DaimlerChrysler [5] zeigen das zunehmende Potenzial neuer temperatur- und kriechfesterer Legierungen für Antriebsteile.

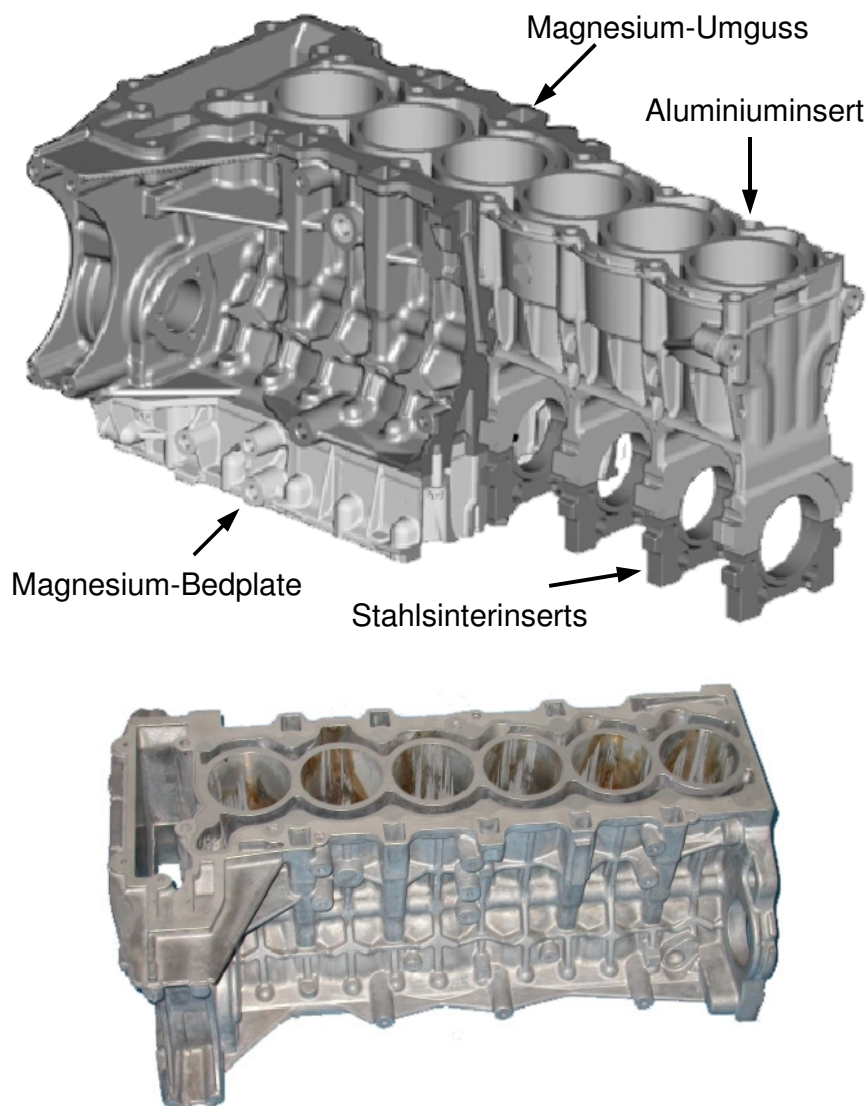


Bild 4: Magnesium-Aluminium-Verbundkurbelgehäuse

Studien von Hydro [6] und Roland Berger [7] kommen zu dem Ergebnis, dass der Magnesiumeinsatz im Automobil in den nächsten Jahren deutlich zunehmen wird. Der durchschnittliche Magnesiumanteil aus dem Jahr 2000 von 7 kg wird demnach bis 2010 auf 24 kg steigen. Das ist zwar eine beachtliche Steigerung, aber die Anwendungen werden sich nach diesen Studien auf ausgewählte Teile im Premium- und Sportwagensegment konzentrieren.

Generell ist bei diesen Prognosen aus zwei Gründen mit größeren Unsicherheiten zu rechnen. Zum einen können Erfolg und Misserfolg einzelner Anwendungen nahe beieinander liegen, aber für den zukünftigen Einsatz auch in volumenstarken Modellen entscheidend sein. Zum anderen ist in diesen Studien nur bedingt berücksichtigt, ob in neuen Anwendungen wie zum Beispiel in der Außenhaut oder im Fahrwerk durch neue Magnesiumlegierungen oder Fertigungstechnologien ein Durchbruch erreicht werden kann.

3 Substituieren

Die naheliegendste Methode, neue Bauteile für Magnesium zu identifizieren, ist die Substitution von Bauteilen aus anderen Werkstoffen. Das ist im hart umkämpften Automobil- und Automobilzuliefermarkt aber nur möglich, wenn Magnesium echte Vorteile aufweisen kann. Instrumententafelträger und Sitzrahmen erreichen das durch Teile- und Funktionsintegration. Sie können jeweils in einem Teil gegossen werden und ersetzen im Fall des Instrumententafelträgers bis zu 25 verschweißende Einzelteile. Eine Möglichkeit diese Substitution weiterzutreiben wäre zusätzlich zum Instrumententräger auch die Stirnwand in Magnesium zu gießen.

Bei der Suche nach weiteren integrierbaren Teilen fallen die Federstützen auf. Sie werden bei den BMW 5er und 6er-Modellen aus Aluminiumdruckguss gefertigt und ersetzen 6 bis 9 Stahlblechteile.

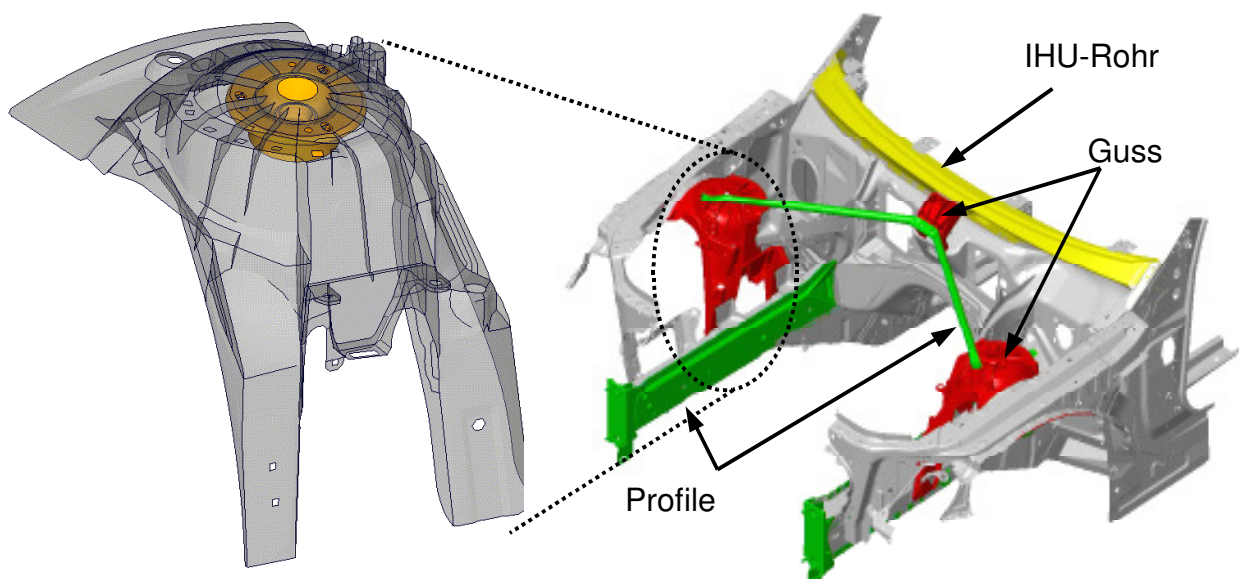


Bild 5: Druckguss-Federstütze im Aluminium-Vorderbau.

Die Substitution des Aluminiums durch Magnesium wäre eine logische Konsequenz, geeignete Korrosionsschutzmassnahmen und konstruktive Anpassungen vorausgesetzt.

Ein Beispiel für Werkstoffsubstitution im Motorbereich könnten die VANOS-Steller (Bild 6) sein.

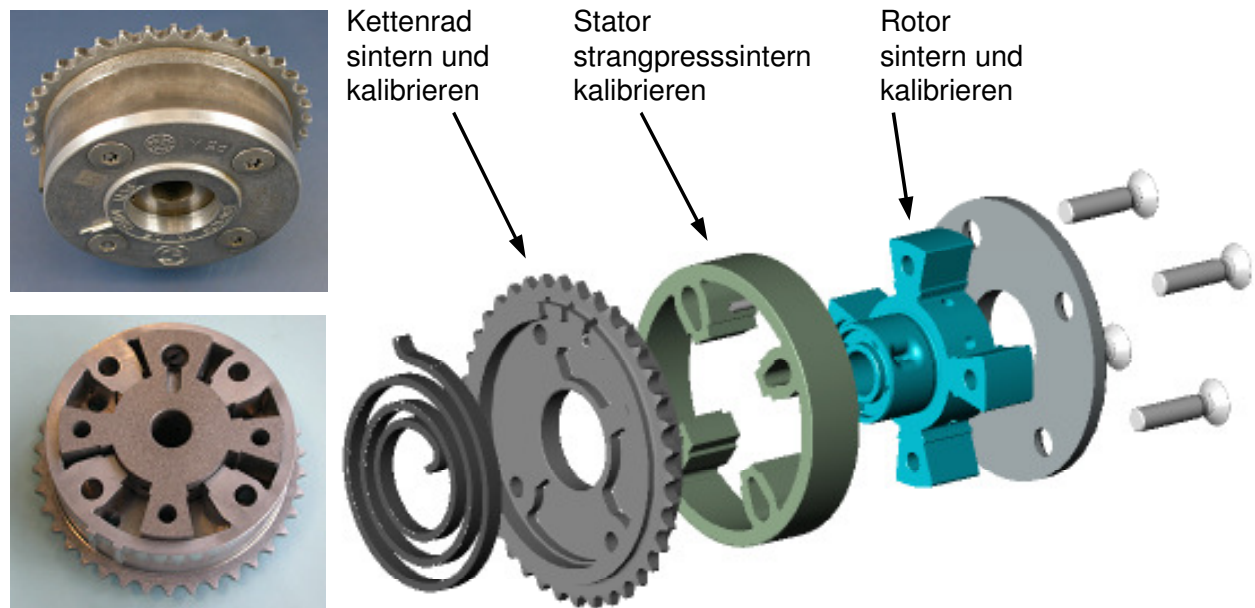


Bild 6: VANOS, Variable Nockenwellenverstellung. Potenzial für Magnesium?

VANOS-Steller sind im Prinzip Hydraulikmotoren, verdrehen die Nockenwelle relativ zur Kurbelwelle und ermöglichen dadurch die Anpassung der Ventilöffnungs- und -schließzeitpunkte an den Betriebszustand des Motors. In der Vorgängerversion des aktuellen BMW-Reihensechszylinders wurden sie aus Stahl gefertigt. Für den aktuellen Motor wurden sie aus Gewichtsgründen in Aluminium dargestellt.

Herausforderung bei der Umstellung auf Aluminium war die Verschleißbeständigkeit, weshalb eine übereutektische Al-Si-Legierung verwendet wird. Um die Anzahl der zu bearbeitenden Flächen und den Aufwand bei der Zerspanung zu minimieren, wurden die Teile durch sintern und Strangpressen hergestellt.

Warum nicht im nächsten Schritt aus Magnesium? Der Verschleiß wird bei einer Magnesiumlegierung sicher eine noch größere Herausforderung. Wenn sich geeignete Verschleißschutzkonzepte finden lassen, dann erschließen sich aber zusätzliche Anwendungen.

4 Revolutionieren

In einem weiteren Schritt könnten größere Abschnitte der Karosserie durch Magnesium ersetzt werden. Als Beitrag zur optimalen Achslastverteilung bietet sich der Vorderbau der Karosserie an. Als Beispiel könnte der Vorderbau des BMW 5er und BMW 6er dienen, er besteht aus Aluminiumguss-, -blech und -profilen (Bild 5). Für Korrosionsschutz, Temperaturbeständigkeit und Fügechnik sind aber keine Lösungen absehbar, die derzeit eine ernsthafte Beschäftigung mit Magnesium für die Anwendung rechtfertigen würden. Andererseits gibt es auch keinen Punkt, den man langfristig eindeutig unlösbar nennen müsste.

Noch revolutionärer wäre eine komplette Magnesiumkarosserie. In Aluminium ist es möglich und für geringe Stückzahlen sogar wirtschaftlich.

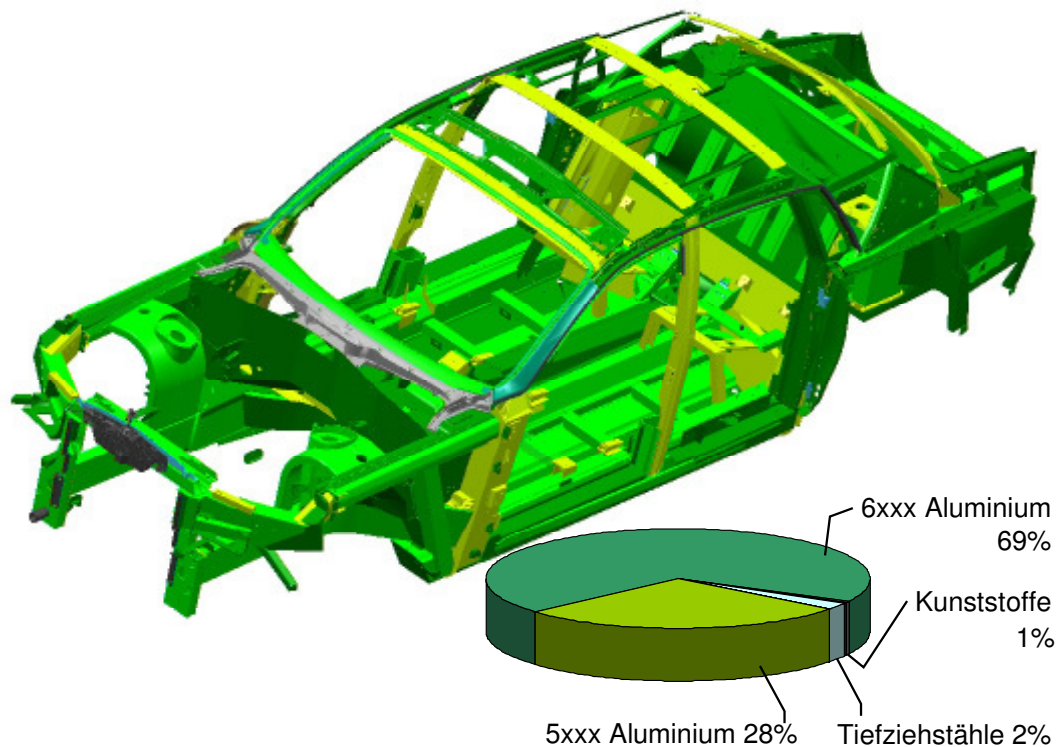


Bild 7: Die Aluminium-Rohkarosserie des Rolls Royce Phantom als Anregung für eine Magnesiumkarosserie?

Die Profilbauweise spart Werkzeuginvestitionen und der höhere Materialpreis ist bei Kleinserien darüber kompensierbar. Warum also in absehbarer Zeit nicht auch eine Magnesiumkarosserie? Allein die Signalwirkung einer Magnesiumkarosserie hätte unbestreitbar ihren Reiz.

Die Wirtschaftlichkeit einer Magnesiumkarosserie wäre wenn dann wie bei Aluminium in Kleinserie und Profilbauweise erreichbar. Bei kleinen Stückzahlen entfielen allerdings ein wichtiger Grund für die derzeitigen Leichtbaubestrebungen der Automobilindustrie. Zur Erfüllung des Ziels der CO₂-Reduktion tragen geringe Stückzahlen im Flottendurchschnitt kaum bei. Auch für die Magnesiumindustrie müssen die großen Stückzahlen das Ziel sein. Dort bleibt der Mischbau und damit die gezielte Auswahl einzelner Bauteile nach der Devise „der optimale Werkstoff am richtigen Ort“ auf absehbare Zeit die Methode der Wahl.

Meist werden neue Technologien in Fahrzeugen kleiner Stückzahl eingeführt, um Risiken zu begrenzen und die größeren Taktzeiten für eventuell erforderliche Maßnahmen nutzen zu können. Wie das Beispiel des Magnesium-Aluminium-Verbundkurbelgehäuses zeigt, ist die Industrie bereit diese Risiken einzugehen, um die Vorteile von Magnesium möglichst schnell für große Stückzahlen zu erschließen. Voraussetzung ist, dass Zulieferindustrie und Forschung diesen Prozess mit entsprechenden Anstrengungen unterstützen. Vielleicht ist dann die nächste Vision, der Magnesiumzylinderkopf oder das Magnesiumkurbelgehäuse ohne Aluminiuminsert bald Realität.

5 Ingenieren, Stärken nutzen

Für den nächsten Versuch zukünftige Bauteile zu identifizieren soll eine Rückbesinnung auf die Stärken von Magnesium als Konstruktionswerkstoff versucht werden.

Wie zuvor schon beschrieben ist die spezifische Festigkeit von hochfestem Stahl höher als die von Magnesium. Ein rein auf Zug belastetes Bauteil kann in Stahl leichter konstruiert werden als aus Aluminium oder Magnesium.

Auch ein auf Biegung beanspruchtes Rohr wie in Bild 8 dargestellt, weist in Stahl eine höhere Biegesteifigkeit auf als in Aluminium oder Magnesium.

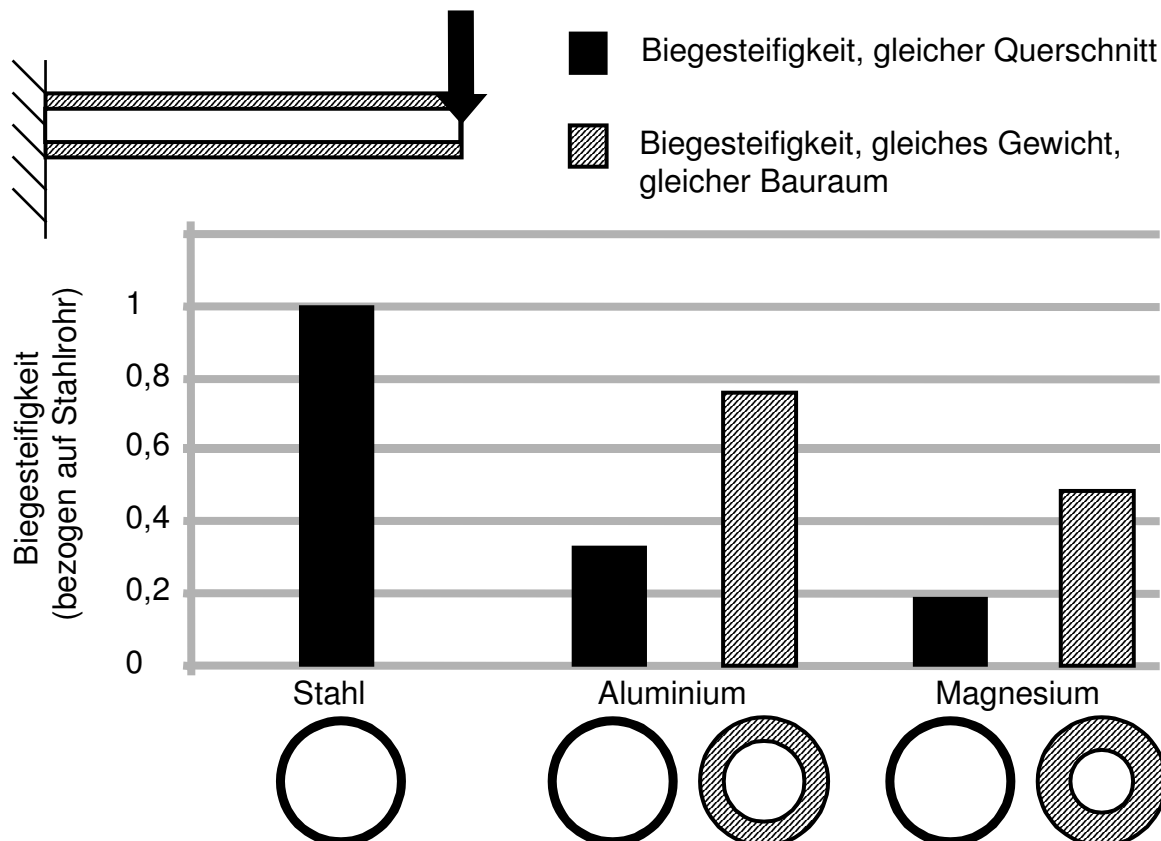


Bild 8: Die Biegesteifigkeit eines Stahlrohres kann bei gleichem Gewicht (und Außendurchmesser) höher sein als die eines Magnesiumrohres

Selbst wenn die Wandstärke des Magnesiumrohres so weit erhöht wird, dass es bei gleichen Außendurchmesser (z.B. wegen begrenztem Bauraum) das gleiche Gewicht aufweist, ist das Stahlrohr das biegesteifste. Der Unterschied in der spezifischen Steifigkeit der Werkstoffe ist zwar gering, weil aber bei Stahl die Masse weiter außen angeordnet ist, ist der Biege- und Beulwiderstand größer.

Unterschreitet die Wandstärke eine kritische Grenze, dann wird das Knicken oder Beulen zum auslegungsrelevanten Kriterium. Hier können die Leichtmetalle ihre Vorteile ausspielen, da sie bei geringerem Gewicht eine größere Wandstärke ermöglichen und die Wandstärke je nach Bauteilgeometrie und Beanspruchung quadratisch bis kubisch in die Biege- und Beulsteifigkeit eingeht.

Bild 9 verdeutlicht dies am Beispiel eines Biegebalkens. Bei gleichen Gewicht, und wenn die Wandstärke nicht durch den Bauraum beschränkt wird, erreicht Aluminium die 8-fache Biegesteifigkeit wie Stahl und Magnesium sogar die 14-fache.

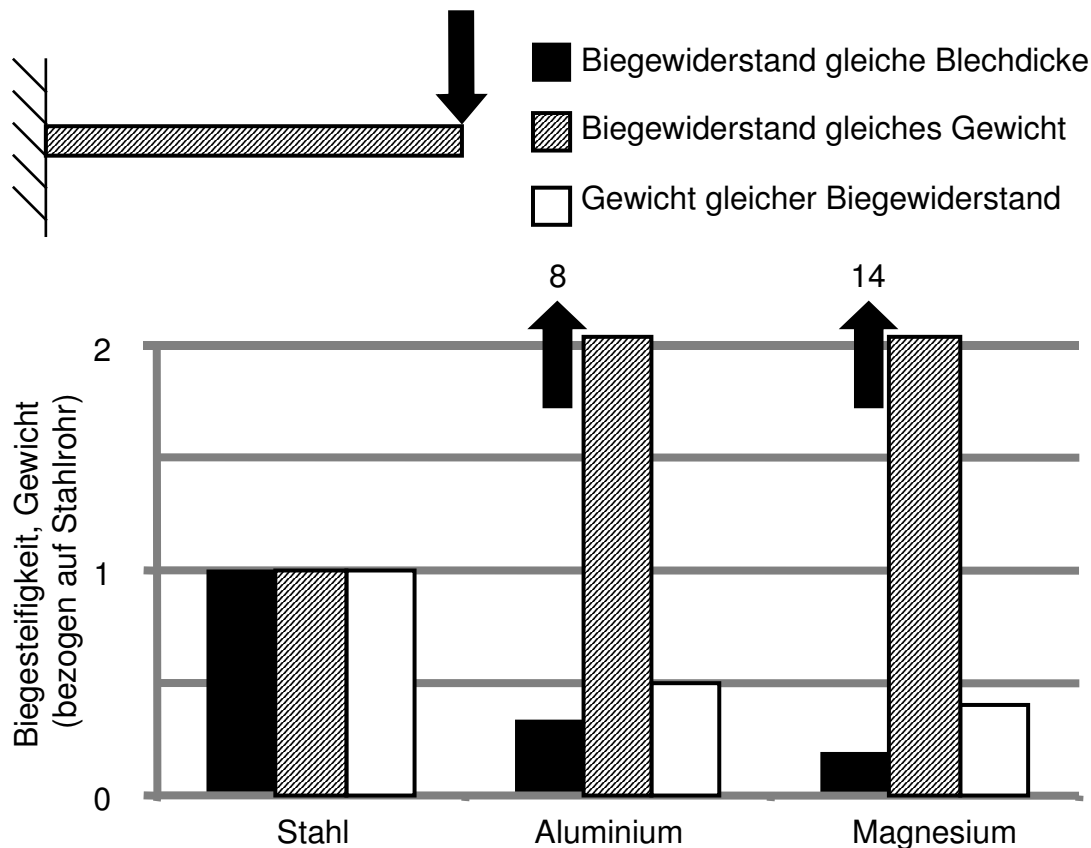


Bild 9: Die Biegesteifigkeit eines Magnesiumbleches ist bei gleichem Gewicht (und höherer Blechdicke) 14 mal höher als die eines Stahlbleches

Wird die Blechdicke jeweils so festgelegt, dass die Bleche die gleiche Biegesteifigkeit aufweisen, dann wiegt das Aluminiumblech die Hälfte und das Magnesiumblech sogar nur 40% der Stahllösung. Anwendungen, in denen die Biege-, Beul- und Knickbeanspruchungen überwiegen sind im wesentlichen flächige Strukturen in der Karosserie wie die Karosserieaußenhaut, Bodenblech, Trennwand aber auch Gussteile, die stark verrippt werden wie Kurbel- und Getriebegehäuse.

Bei in Aluminium oder Stahl verrippt ausgeführten Gussteilen oder mit Sicken versehenen Blechteilen kann sich eine Prüfung hinsichtlich Magnesium lohnen, da hier die Chance besteht, den wesentlichen Vorteil von Magnesium als Konstruktionswerkstoff zu nutzen.

Für Anbauteile im Motorraum werden zunehmend temperaturbeständige Kunststoffe eingesetzt. Im Spritzguss sind relativ kostengünstig komplexe Geometrien darstellbar. Magnesium hat dann Vorteile, wenn Steifigkeit, Maßhaltigkeit oder Kriechbeständigkeit die entscheidenden Anforderungen sind.

6 Optimieren, Schwächen minimieren

Bei der Planung von Bauteilen aus Magnesium stößt man häufig auf einzelne k.o.-Kriterien. Die Chancen von Magnesium, ein größeres Teilespektrum abzudecken,

hängen entscheidend davon ab, wie weit es gelingt, durch Konstruktion, Werkstoff- und Verfahrensentwicklung diese k.o.-Kriterien zu umgehen.

Wie im vorangegangenen Kapitel beschrieben wären die flächigen Teile der Außenhaut wegen der geforderten Beulsteifigkeit prädestiniert für Magnesium und es wird auch immer wieder versucht. Im vorderen Bereich des Fahrzeugs, und gerade hier ist die Gewichtseinsparung wegen der Achslastverteilung besonders nutzbringend, besteht erhöhte Steinschlaggefahr. Bei Magnesium ist im Gegensatz zu Stahl und Aluminium damit zu rechnen, dass in durch Steinschlag beschädigten Bereichen die Außenhaut innerhalb von einigen Monaten durchkorrodiert (Bild 10). Es sind bisher keine dekorativen Lacke oder Oberflächenbeschichtungen verfügbar, die verhindern könnten, dass Steine bis auf das Grundmaterial durchschlagen. Dies ist für die Anwendung in der Serie zur Zeit noch ein k.o.-Kriterium.



Bild 10: Steinschläge auf einer Magnesiumaußenhaut führen innerhalb einiger Monate zur „Durchrostung“

Wenn es gelingen sollte geeignete Korrosionsschutzsysteme für die Außenhaut zu entwickeln, dann wäre die Umformbarkeit die nächste Herausforderung. Aluminium setzt sich in der Außenhaut trotz ähnlicher Gewichtspotenziale wie Magnesium nur langsam durch, da die Formgebungsmöglichkeiten und damit die Designfreiheit eingeschränkt ist. Während Karosseriestahl scharfe und prägnante Konturen ermöglicht, erfordert Aluminium ein weiches Design (Bild 11).



Bild 11: Außenhautdesign mit Stahl (BMW Z4, links) und Aluminium (BMW Z8, rechts)

Kostengünstige Umformtechnologien mit hohen Umformgraden sind deshalb für Magnesiumblech in der Außenhaut Voraussetzung.

Für die Halbzeugkosten von Stahl und Aluminium ist der Rohstoffpreis entscheidend. Bei Magnesiumblech sind die Kosten für die Blechherstellung der größere Faktor. So lange die Kosten für die Magnesiumblechherstellung nicht deutlich reduziert werden, kann Magnesiumblech selbst wenn die technischen Fragen wie Korrosion und Umformbarkeit geklärt sind, nur eine Nischenlösung sein.

Beschäftigt man sich mit dem Potenzial von Magnesium im Fahrwerk, dann ist das bereits für die Außenhaut angesprochene Korrosionsverhalten wieder ein k.o.-Kriterium. Radtragende Teile, deren Korrosionsschutz durch Steinschlag oder Montage verletzt werden kann, stellen ein Sicherheitsrisiko dar. Korrosionsbeständige Magnesiumlegierungen wären eine elegante Lösung. Für Werkstoffe im Fahrwerk gilt darüber hinaus die Forderung „Verformung vor Bruch“. Bei Überbeanspruchung der Fahrwerksteile müssen sich zuerst die kostengünstig austauschbaren Bauteile deformieren ohne zu brechen, und dem Fahrer eindeutig anzeigen, dass eine Beschädigung vorliegt. Korrosionsbeständige Magnesiumwerkstoffe mit höherer Duktilität sind dazu erforderlich.

Für Anwendungen im Motorbereich wurden in den letzten Jahren entscheidende Fortschritte zur Temperaturbeständigkeit und zum Kriechverhalten erzielt. Kurbel- und Getriebegehäuse sind damit möglich geworden. Die Beanspruchungen dieser Bauteile nehmen weiter zu. Aufgeladene Motoren und steigende Abgastemperaturen machen es erforderlich, hier weiterzuentwickeln.

Ein weiterer oft ausschlaggebender Nachteil von Magnesium ist die eingeschränkte Gießbarkeit bestimmter Legierungen. Sie steht oft anderen Anforderungen wie Kriech- oder Korrosionsbeständigkeit entgegen. Die Entwicklung neuer Legierungen allein scheint hier nicht zum Durchbruch zu führen. Vielleicht liegt in der Kombination von neuen Gießverfahren und durch sie möglichen neuen Legierungen eine Chance. Thixospritzgießen und Thixocasting könnten hier Ansätze sein.

Zugegeben, unter den hier aufgeführten Aufgaben wird die eine oder andere sich vielleicht als nicht lösbar erweisen. Aber die Fortschritte, die in den letzten Jahren in der Stahlindustrie erreicht wurden, hätte zuvor auch kaum jemand für möglich gehalten. Wenn Stahl trotz der Konkurrenz von Aluminium, Magnesium und Kunststoff so

erfolgreich ist, warum sollte Magnesium sich davon nicht die eine oder andere Anregung holen?

7 Spionieren

Stahl hat eine lange Geschichte. Die Eisenzeit hat vor ca. 2500 Jahren begonnen und wir leben immer noch darin. Ohne gleich das Magnesiumzeitalter ausrufen zu wollen, ist noch viel Zeit in das Thema Magnesium zu stecken, um auf einen annähernd vergleichbaren technologischen Stand zu kommen. Es besteht aber andererseits die Chance, dass auch viel Potenzial von Magnesium noch nicht bekannt ist. Der klassische Karosseriestahl von vor 30 Jahren hatte eine Streckgrenze von 140 MPa. Moderne Karosseriestähle erreichen die zehnfache Streckgrenze [8].

Die heute verfügbaren höchstfesten Stähle haben eine eingeschränkte Bruchdehnung und damit eine eingeschränkte Umformbarkeit. Es werden aber zur Zeit erste Probebleche von LIP-Stählen (Lightweight steels with Induced Plasticity) gefertigt, die bei hoher Festigkeit Bruchdehnungen von über 50% aufweisen und damit besser umformbar sind als die heute besten Umformstähle. Erreicht wird das durch mehrphasige Gefüge, TRIP- (Transformation induced Plasticity) und TWIP-Effekt (Twinning induced Plasticity, Zwillingsbildung). Warum sollte Vergleichbares nicht auch für Magnesium möglich sein?

Rostfreie Stähle gibt es auch. Sie weisen deutlich erhöhte Legierungsanteile von Chrom auf. Vielleicht lassen sich ähnlich korrosionsbeständige Magnesiumlegierungen entwickeln, wenn bestimmte Legierungselemente in erhöhten Mengen verwendet werden.

Auch bei der Vermarktung des Werkstoffs kann man sich von der Stahlindustrie Anregungen holen. Die Stahlindustrie unternimmt große Anstrengungen, Konzepte für Fahrwerk und Antrieb zu entwickeln (ULSAB, ULSAS, Atlas, NSB, ABC [9]). Zum einen wird mit diesen Konzepten wirkungsvoll das Potenzial moderner Stähle aufgezeigt, zum anderen geht man den Weg vom Werkstoff- oder Bauteillieferanten hin zum Systemlieferanten und baut sich das erforderliche Know how auf. Bei ausreichender Kompetenz der Zulieferer ist die Automobilindustrie daran interessiert, entsprechende Entwicklungsaktivitäten an Systemlieferanten zu vergeben.

Zugegeben, alles können die Stähle auch nicht. Die Erhöhung des E-Moduls bleibt zunächst ein Wunsch. Bei Aluminium ist der E-Modul durch Beryllium deutlich verbesserbar, wegen der Toxizität und der Kosten aber nicht umsetzbar. Gibt es für Magnesium Möglichkeiten, den E-Modul zu erhöhen?

8 Kooperieren

Ohne Aluminium wäre das Magnesium im Magnesium-Aluminium-Verbundkurbelgehäuse noch nicht in Serie. Der Magnesiumguss wird möglich weil Verschleißbeanspruchung, Kühlwasserkorrosion und hochbelastete Verschraubungen dem Aluminium überlassen werden, bei Funktionsintegration und leichtem Gehäuse spielt Magnesium seine Stärken aus.

Die Leichtbaubremsscheibe im BMW 5er besteht aus einem Reibring aus Grauguss und einem Innentopf aus Aluminium. Für den Reibring wird Grauguss wegen der Verschleißbeständigkeit und Wärmekapazität benötigt. Aus Kostengründen wurde

bisher der Innentopf mit angegossen. Da die Bremsscheiben als ungefederte Masse aber entscheidend zur Fahrdynamik beitragen, und der Aluminiumtopf Gewicht spart, lohnt sich der höhere Fertigungsaufwand für zwei Teile und die zusätzliche Fügeoperation.



Bild 12: Leichtbaubremsscheibe mit Graugussreibring und Aluminiuminnentopf

Leichtbaubremsscheibe, Verbundkurbelgehäuse, die Stahlinserts im Bedplate (Bild 4) oder tailored blanks sind Beispiele für Bauteile, die zuvor aus einem Teil, dann aber zur Gewichtsreduzierung aus unterschiedlichen Werkstoffen gefertigt wurden. Dieser Trend ermöglicht den Einsatz des jeweils optimalen Werkstoffs am richtigen Ort und ist gegenläufig zur Funktionsintegration der Beispiele Instrumententafelträger und Federstütze.

Wo kann Magnesium diesen Trend nutzen?

Die geringe Dichte von Magnesium bietet gerade für Hybridwerkstoffe Leichtbaupotenzial. Als leichter Kern in einem Aluminium- oder Stahlbauteil, könnte Magnesium Knicken verhindern, und die eigentliche Last den festeren Werkstoffen überlassen. Stahl oder Aluminium könnten dann gleichzeitig den Korrosionsschutz übernehmen. Wenn die Korrosion nicht kritisch ist, dann können in flächige Teile oder Gehäuse aus Magnesium Verstärkungen aus festeren Werkstoffen eingegossen werden.

Auch wenn das Potenzial von Magnesium Mut macht, den Wettbewerb mit Stahl und Aluminium sportlich anzugehen, eine der größten Chancen für Magnesium liegt vielleicht in der Kooperation mit diesen Werkstoffen.

9 Zusammenfassung

In den letzten Jahren zeichnet sich ein relativ stetig zunehmender Anteil von Magnesiumbauteilen im Automobil ab. Die Basis bilden einzelne Magnesiumgussbauteile wie Sitzrahmen, Lenkradkränze und Instrumententafelträger. Neue kriechbeständige und temperaturfestere Legierungen erweitern das Teilespektrum derzeit um Anwendungen im Antrieb. Sie bieten das Potenzial für weiteres Wachstum zumal Ziele wie die Reduktion des Flottenverbrauchs Leichtbaumassnahmen auch in Fahrzeugen mit größeren Stückzahlen erforderlich machen.

Das darüber hinausgehende Potenzial insbesondere in Fahrwerk und Karosserie hängt entscheidend von den Fortschritten auf folgenden Gebieten ab:

- Kosten
 - Höhe und Berechenbarkeit der Rohstoffpreise
 - Fertigungskosten, insbesondere Halbzeuge (Bleche und Profile)
 - Recyclingkosten
- Prozesse
 - Gießbarkeit, Gestaltungsfreiheit der Bauteile
 - Erhöhte Prozesssicherheit
 - Taugliche Qualitätsprüfungen für die Serienfertigung
- Korrosionsschutz
 - Kostengünstige und widerstandsfähige Beschichtungen
 - Korrosionsreduzierte Legierungen
- Verbesserte mechanische Eigenschaften
 - Höhere Duktilität
 - Deutlich höhere Festigkeit
 - Höherer E-Modul
 - Verbesserte Verschleißbeständigkeit
- Effektive Kooperation zwischen Forschung, Zulieferern und Automobilherstellern hinsichtlich
 - Werkstoffgerechter Konstruktion
 - Marketing des Werkstoffs Magnesium

Auch wenn einige dieser Fortschritte kaum zu erreichen scheinen, Magnesium ist ein junger und im Vergleich zu Stahl und Aluminium wenig erforschter Werkstoff. Wahrscheinlich steckt auch entsprechend viel Potenzial in Magnesium.

Literatur

- 1 J. Wehner; Heutige und zukünftige Kunststoff-Anwendungen im Automobil-Exterieur; DVM-Tag 2005 „Dünnwandige Strukturteile“, ISSN 09465987
- 2 F. Lehnert, S. Kalke, J. Scheer, L. Seethaler, F. Dörnenburg; Using Magnesium for Automobile Manufacturing – Why?
- 3 S. Schumann; Future Use of Magnesium in Cars – Potential and Prerequisite - ; 12th Magnesium Automotive and End User Seminar
- 4 C. Landerl, A. Fischerswörning-Bunk, J. Wolf, A. Fent; Das neue BMW Magnesium-Aluminium-Verbundkurbelgehäuse; VDI-Berichte 1830, Gießtechnik im Motorenbau; ISBN 3-18-091830-6
- 5 Barth, Rückert, Achten; Operation and Production Experience of the New 7 G-TRONIC Magnesium Transmission Case; IMA Annual Conference Berlin 2004
- 6 D. Webb; Magnesium Supply and Demand 2004; IMA Annual Conference Berlin 2004

-
- 7 R. Kalmbach; Magnesium Opportunities in the Automotive Industry; IMA Annual Conference Berlin 2004
 - 8 B. Lüdke, M. Pfestorf; Von den Anforderungen an die Rohkarosserie zu den Anforderungen an den Werkstoff und die Prozesskette Presswerk – Rohbau – Lack; DVM-Tag 2005 „Dünnwandige Strukturteile“, ISSN 09465987
 - 9 www.worldautosteel.org/ulsab/;
ATZ worldwide Edition No.: 2004-03;
www.atlas-spaceframe.de/