



Bild 1: Zinkdruckgussmaschinen bei der Adolf Föhl GmbH&CoKG

## Zinkdruckguss im Automobil

### Einleitung:

Die „spektakulären“ Teile im Automobilbau wie bspw. Zylinderblöcke, Kurbel- und Getriebegehäuse, Struktur- und Aussenhautteile der Karosserie sowie Innenausstattungsstücke werden heute fast ausschliesslich aus Aluminiumdruckgusslegierungen, Stählen und verschiedenen Kunststoffarten gefertigt, wobei der Leichtbau und somit bspw. Magnesium-Druckguss immer mehr in den Vordergrund rückt. Kaum jemand wird auf Anhieb sagen können, wieviel Zinkdruckguss in einem Automobil verbaut ist und welche Teile auf diese Weise gefertigt werden, da diese Teile eher im Verborgenen und für die Benutzer kaum wahrnehmbar agieren. Nichtsdestotrotz können sie sogar Leben retten und stellen ebenfalls hochkomplizierte, anspruchsvolle Teile dar.

Die Adolf Föhl GmbH&CoKG aus Rudersberg im Großraum Stuttgart gehört zu den Marktführern im Zinkdruckguss und fertigt neben Teilen für die Beschlagindustrie sowie für allgemeine industrielle Anwendungen vor allem Teile für automobiler Anwendungen, die

fast ausschliesslich an sogenannte Tier1-Lieferanten gehen.

Der Artikel zeigt somit die verschiedenen Einsatzmöglichkeiten von Zinkdruckguss im Automobil auf und befasst sich mit den damit verbundenen Aspekten.

### Kurzvorstellung Adolf Föhl GmbH&CoKG

An vier Standorten im Großraum Stuttgart in der Nähe von Schorndorf sowie einem Joint Venture in China beschäftigt das familiengeführte Unternehmen ca. 600 Mitarbeiter, die pro Jahr weltweit einen Umsatz von ca. 70 Millionen Euro erwirtschaften, von dem 45 % auf die Automobilindustrie entfallen. Allein in Deutschland kommen 60 meist hochautomatisierte Zinkdruckgussmaschinen der Fa. Frech zum Einsatz (Bild 1), die in drei Schichten ca. 550 Millionen Teile produzieren, was einer Tonnage von 12.500 Tonnen entspricht. 120 Millionen Teile entfallen dabei auf Automobilanwendungen und ergeben eine Tonnage von 4300 Tonnen sowie einen Umsatzanteil von 40 % am Gesamtumsatz von 55 Millionen Euro, der mit Zinkdruckguss aus Deutschland erwirtschaftet wird (Bild 2).

Zusätzlich verfügt Föhl über 30 Kunststoffspritzgiessmaschinen, mit denen weitere 6 Millionen Euro Umsatz erwirtschaftet

werden mit einem Automobilanteil von ca. 80 %.

Neben der reinen Produktion der Teile verfügt Föhl über umfassende Kompetenzen in der Werkzeugtechnologie, der anwendungsspezifischen Auslegung der Teile sowie entsprechenden Abläufen und Strukturen zu den Themen Qualitäts- und Projektmanagement. Entsprechende Zertifizierungen, wie sie insbesondere die Automobilbranche vorschreibt, und ein umfassendes Netzwerk aus Lieferanten, Hochschulen und Dienstleistern sind dabei unerlässlich und verstehen sich von selbst.

### Werkstoffe und Verfahren

Zink ist eines der am häufigsten vorkommenden Elemente in der Erdkruste und wird aus entsprechenden Erzen gewonnen. Die Hauptfördergebiete sind in Nordamerika, China, Australien und Afrika. Die Verfügbarkeit stellt also kein Problem dar.

Zink wird als Spurenelement vom menschlichen Körper benötigt, ein Mangel kann bspw. zu Nachtblindheit und somit Fahruntauglichkeit führen. Der weitaus größte Teil der weltweiten Zinkproduktion wird für Oberflächenanwendungen bzw. Korrosionsschutzmaßnahmen in der Bauindustrie und dem Verzinken von Karosserieteilen verwendet.

Die häufigsten Zinkdruckgusslegierungen sind ZL 400, was vor allem in Nordamerika und Asien noch zum Einsatz kommt, sowie ZL 410 (Zamak 5) und ZL 430 (Zamak 10). Diese Legierungen enthalten alle einen Anteil von 4 % Aluminium sowie 1 % (ZL410) bzw. 3 % Kupfer (ZL430). Ein Kilogramm ZL 410 kostet im Moment ca. 2 Euro und wird bei Föhl mit über 90 % mit Abstand am meisten verarbeitet. Diese Legierung stellt einen optimalen Kompromiss aus Preis, Verarbeitbarkeit sowie Werkstoffeigenschaften dar. Weitere Legierungen zu entwickeln gestaltet sich schwierig, was aber weniger an der Nachfrage als vielmehr an der Eigenschaft des reinen Zinks liegt, im festen Zustand nur eine äußerst begrenzte Löslichkeit für andere Stoffe zu besitzen. Dafür lässt sich aber mit ein paar wenigen Legierungen ein sehr breites Spektrum an Anwendungen auch im Automobil abdecken.

Einen Überblick der wichtigsten Eigenschaften von Zinkdruckguss zeigt Bild 3. Zum „schweren Image“ von Zink trägt zweifellos sein relativ hohes spezifisches Gewicht von 7,1 g/ccm im festen Zustand bei, weshalb man mit Zinkdruckguss nicht unbedingt Automobilanwendungen bzw. Leichtbau assoziiert.

Autor:

Ulrich Schwab, Adolf Föhl GmbH&CoKG,  
73635 Rudersberg

- 4300 to Zinkdruckguss / Jahr
- 460 verschiedene Teile / Jahr
- 120 Mio. Teile / Jahr
- 21 Mio. € Umsatz / Jahr
- 30 verschiedene Kunden

Bild 2: Zinkdruckguss für Automobilanwendungen bei Föhl

iert. In der Tat begrenzen die hohe Dichte des Zinks sowie seine Anfälligkeit gegen Weißrostbildung und die bei ca. 100 Grad Celsius nachlassende Warmfestigkeit die Attraktivität dieses Werkstoffes zunächst. Doch wie so oft muss man eben zweimal hinsehen um den wahren Charakter eines Werkstoffes zu erkennen. Zink bzw. Zinkdruckguss besitzt nämlich jede Menge an Vorteilen, die einen Einsatz im Automobil interessant machen. So können Teile aus Zinkdruckguss aufgrund der hervorragenden Fließeigenschaften von Zamak sehr genau auf Endmaß im Bereich von 0.01 mm gegossen werden. Teure mechanische Bearbeitungen entfallen meistens und zusammen mit der hervorragenden

mechanischen Festigkeit lassen sich auch extrem dünnwandige (bis 0,3 mm) Teile mit dennoch hoher mechanischer Festigkeit herstellen, eine entsprechend ausgefeilte Produktgestaltung vorausgesetzt. Dadurch kann der Gewichtsnaheile oft kompensiert werden und Zinkdruckguss wird zum Werkstoff der Wahl für kleinere, komplizierte und hochbeanspruchte Bauteile, die nicht in unmittelbarer Motornähe verbaut werden. Die hervorragenden EMV-Eigenschaften erlauben darüber hinaus den Einsatz in elektronischen Komponenten als bspw. Gehäuseteile. Zinkdruckguss lässt sich außerdem einfach und vielfältig beschichten, weshalb er im Automobil als Werkstoff und Verfahren für Teile mit einer entsprechend dekorativen Oberfläche zur Anwendung kommt. Die angenehme Haptik des Metalls tut dabei ein Übriges um einen nicht nur dekorativen, sondern auch entsprechend wertigen Eindruck zu vermitteln. Hat das Bauteil aus Zinkdruckguss einmal ausgedient, kann es ohne Probleme zu 100 % recycelt werden.

Weitere gravierende Vorteile erschließen sich dem Anwender über das Verfahren selbst.

Die Gießkammer befindet sich beim Zinkdruckguss im Bereich der flüssigen Schmelze,

weshalb man von einem Warmkammverfahren spricht im Gegensatz zum Kaltkammverfahren wie bspw. bei Aluminium-Druckguss, bei dem sich die Gießkammer außerhalb der flüssigen Schmelze und somit im „Kalten“ befindet. Das vereinfacht und beschleunigt den Prozessablauf. In der Gießkammer befindet sich der Schusskolben, der die flüssige Legierung zunächst langsam in die Düse und die Form bis ungefähr an den Anschnitt bewegt und dann in einer schnellen Bewegung mit bis zu 450 bar spezifischem Gießdruck in die eigentlich formgebende Kavität presst. Fast in allen Fällen lassen sich die beim Schuss auftretenden Kräfte, die die Form wieder öffnen wollen, mit Schließkräften zwischen 200 KN und 2000 KN sicher beherrschen. Selbstverständlich können an den Maschinen alle nur denkbaren Parameter entsprechend eingestellt, überwacht und ausgewertet werden bis hin zu einer Echtzeitkontrolle des Schusses selbst, der gerade einmal ca. 20 bis 30 ms in Anspruch nimmt.

Neben der bereits erwähnten hervorragenden Fließeigenschaft der flüssigen Legierung und der damit verbundenen, erzielbaren Genauigkeit ist Zinkdruckguss ein überaus wirtschaftliches Verfahren (Bild 4).

Bei spezifischen Gießdrücken bis ca. 450 bar und Zuhaltekräften von 200 KN bis 2000 KN sind keine Maschinen mit den Ausmaßen eines Einfamilienhauses erforderlich und so bewegen sich die Maschineninvestitionen im Bereich von 250.000 bis ca. 500.000 Euro je nach Ausstattung und Peripherie. Eine komplette Giesserei mit Roboter, Kühlkarussell, einer entsprechenden Stanzmaschine und einer Gießmaschine mit 200 Tonnen Zuhaltkraft sowie Echtzeitsteuerung und der

**Vorteile**

- ✓ E-Modul (ca. 95.000 MPa)
- ✓ hohe Zugfestigkeit 280-400 N/mm<sup>2</sup>
- ✓ hohe Dehngrenze 250-350 N/mm<sup>2</sup>
- ✓ gute Bruchdehnung 2,0 - 5,0 %
- ✓ hohe Biegezugfestigkeit 70-100 N/mm<sup>2</sup>
- ✓ hohe Kerbschlagzähigkeit (65 KJ)
- ✓ hohe Härte 100-120 HBN
- ✓ sehr gute elektromagnetische Abschirmung
- ✓ ausgezeichnetes Fließvermögen (Viskosität)
- ✓ niedriger Schmelzpunkt 419,5°C
- ✓ hohe Werkzeugstandzeit > 1.000.000 Schuss
- ✓ gute Maßbeständigkeit (bis 0,01 mm)
- ✓ geringe Ausformschrägen
- ✓ Dünnwandguss (bis 0,3 mm)
- ✓ Zink kann leicht und dauerhaft beschichtet werden
- ✓ 100 % recyclebar
- ✓ gute Verfügbarkeit
- ✓ isotropes Verhalten

**Nachteile**

- ⇒ hohe Dichte 7,1 g/cm<sup>3</sup>
- ⇒ eingeschränkte Warmfestigkeit bis ca. 100° C
- ⇒ „schweres“ Image

Bild 3: Eigenschaften von Zinkdruckguss

	Zinkdruckguss
Invest ( ohne Peripherie )	300.000 €
Peripherie ( Temper., Handling, Überwachung)	50.000 €
Infrastrukturkosten pro Maschine ( Energie, Klima, Wärmeabfuhr etc. )	40.000 €
Platzbedarf pro Maschine	20 qm
Genauigkeit	0,01 – 0,05 mm
Schussvolumen	120 – 220 ccm
Ausbringung / Schusszahlen	250 – 350/Std.
Werkzeuginvestition	25.000 – 50.000 €
Standzeit (Schuss)	1.000.000

Bild 4: Zinkdruckguss – Zahlen und Fakten

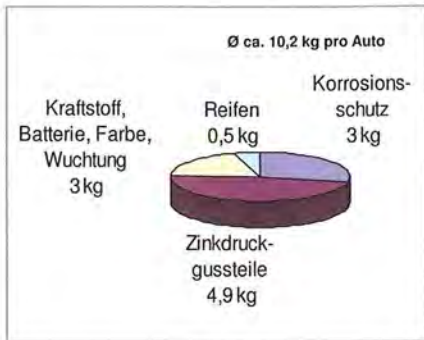


Bild 5: Zinkeinsatz im durchschnittlichen Kraftfahrzeug



Bild 6: Zinkdruckgussteile am VW Golf

erforderlichen Infrastruktur mit Absaugungen, Trennmittelversorgung etc. erfordert ein Invest von ca. 1 Million Euro.

Einen wesentlichen Beitrag zur Wirtschaftlichkeit des Verfahrens leisten auch die Werkzeuge, die bei üblichen Investitionen von ca. 25.000 bis 50.000 Euro Standzeiten von 1 Million Schuss und mehr bei gleichzeitig kurzen Zykluszeiten von 10 bis 20 Sekunden erreichen.

### Anwendungen im Automobil

Bild 5 zeigt zunächst die ungefähre Aufteilung des gesamten Zinkeinsatzes in einem durchschnittlichen Fahrzeug, wobei Zinkdruckgussteile mit einem Massenanteil von knapp 5 kg ca. 50 % des gesamten Zinkeinsatzes ausmachen. Einen groben Überblick, wofür die 5 kg Zinkdruckguss verwendet werden, zeigt Bild 6 am Beispiel des aktuellen Golfs. Prinzipiell kann zwischen rein technischen Anwendungen für nicht sichtbare Funktions- teile wie bspw. Teile des Gurtstraffersystems und optisch sichtbaren Teilen unterschieden werden, die neben der reinen Funktionalität auch optische Ansprüchen erfüllen müssen (Bsp. Kühlergrill).

In den Bildern 7 bis 9 werden die verschiedenen Einsatzbereiche vertieft dargestellt und man erkennt Teile aus den verschiedenen Bereichen des Fahrzeugs wie bspw. Anwendungen in Motorraumnähe, im Innenbereich oder auch im Bereich der Lenkung bzw. Lenksäule.

Es würde den Rahmen des Artikels sprengen, wenn man auf alle verschiedenen Zinkdruckguss-Teile im Einzelnen eingehen wollte. Zu groß ist die Vielfalt an Teilen und zu unterschiedlich sind die Gründe, die dabei eine Rolle für die Auswahl von Zinkdruckguss als Werkstoff bzw. Verfahren sprechen. Aus diesem Grund werden im Folgenden einige Beispiele von Teilen gezeigt, die aktuell bei Fa. Föhl hergestellt werden und die Leistungs- fähigkeit von Zinkdruckguss im automobilen

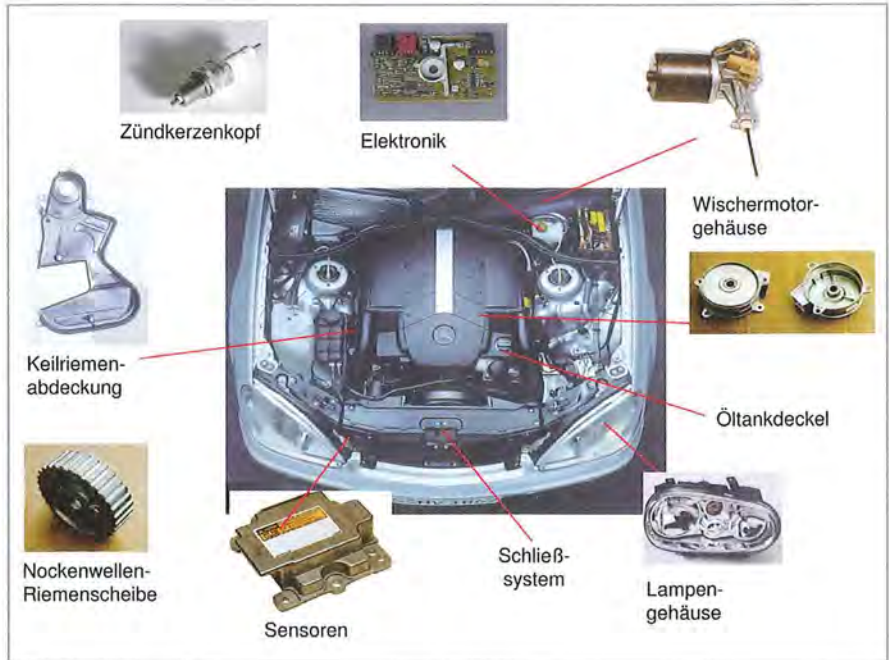


Bild 7: Zinkdruckgussteile im Automobil (Motorraum)

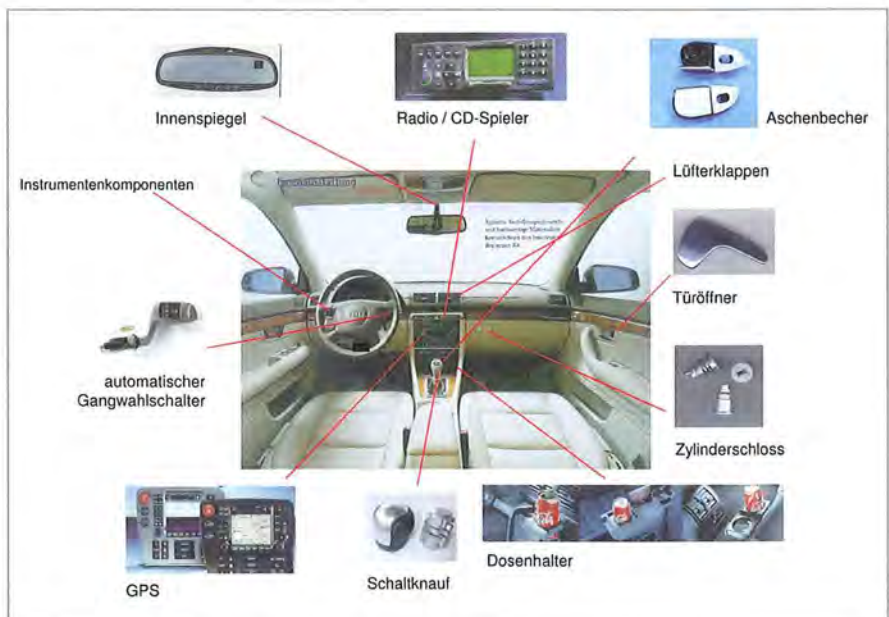


Bild 8: Zinkdruckgussteile im Automobil (Innenraum)



Bild 9: Zinkdruckgussteile im Automobil (Lenksäule)

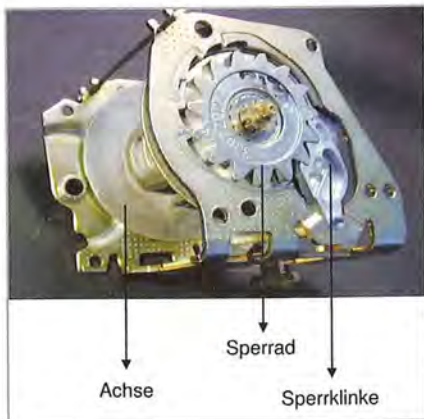


Bild 10: Gurtlaufroller, Aufbau



Bild 11: Spule für Gurtlaufroller – Umstellung von Aluminium- auf Zinkdruckguss



Bild 12: Sperrrad – Umstellung Sinterteil auf Zinkdruckguss



Bild 13: Sperrklinke – Umstellung von Aluminiumteil auf Zinkdruckgussteil



Bild 14: Kolben für Gurtlaufroller



Bild 15: Gurtstraffergehäuse

Einsatz stellvertretend für die ganze Palette aufzeigen sollen.

Die Bilder 10 bis 13 zeigen einen kompletten Gurtaufroller bzw. Einzelteile des Aufrollers, die aus Zinkdruckguss hergestellt sind. Die gesamte Baugruppe muss insbesondere im Crashfall enorme Kräfte aufnehmen können und soll trotzdem gewichts- und kostenoptimiert ausgeführt sein. Erreicht wurde dies unter anderem durch eine entsprechende Bauteilkonstruktion, die durch Simulationen unterstützt wurde und ein Umstellen der ursprünglich verwendeten Werkstoffe auf Zinkdruckguss ermöglichte.

Zum Gesamtsystem Gurtaufroller gehört auch das Gurtstraffersystem. Kernstücke davon sind der sogenannte Kolben (Bild 14) sowie das Gurtstraffergehäuse (Bild 15). Der Kolben sitzt dabei sozusagen im „Lauf“ des pistolenähnlichen Gehäuses und treibt im Crashfall den Vorgang der Gurtstraffung an. Beide Teile zählen zum Anspruchvollsten, was heute bei Föhl vergossen wird und stellen nicht nur hinsichtlich der erforderlichen Genauigkeit sondern auch hinsichtlich Lunker- und Porositätsanforderungen höchste Ansprüche, um im Fall des Falles ihren Beitrag zur Rettung von Leben leisten zu können.

Etwas weniger spektakulär aber trotzdem genauso anspruchsvoll sind die Beispiele aus den Bildern 16 bis 18. Das in Bild 16 gezeigte Getriebegehäuse für eine elektrische Sitzverstellung war ursprünglich mehrteilig und aus verschiedenen Werkstoffen ausgeführt und wird jetzt einteilig und in Zinkdruckguss ausgeführt bei gleichzeitiger Kostenersparnis.

Für das im Bild 17 gezeigte Gehäuse für ein Videomodul im automobilen Einsatz macht man sich die hervorragenden EMV-Eigenschaften des Zinks sowie sein hervorragendes Ausfließvermögen zunutze, um auch sehr feine Konturen und dünne Wandungen entsprechend herstellen zu können.

Bild 18 schließlich zeigt ein komplexes Bauteil aus dem Bereich der Lenksäule, welches mit anderen Teilen zusammen eine elektromechanische Verriegelung des Lenkrades ermöglicht und somit schlussendlich Teil der Wegfahrsperre ist.

Ebenfalls als Bestandteile der Lenkung laufen im Moment Teile aus Zinkdruckguss an, die im Verbund mit anderen Teilen eine Vergrößerung des Lenkspiels über die Lebensdauer vermeiden helfen. Bilder dieser Teile dürfen aber aus verständlichen Gründen an dieser Stelle nicht gezeigt werden.

Ein Beispiel aus dem Bereich der Oberflächenteile zeigt Bild 19. Dieser Bereichswahlhebel wird zwar aktuell nicht mehr gefertigt, dafür sind aber im Moment bei Föhl



Bild 16: Getriebegehäuse für Sitzverstellung

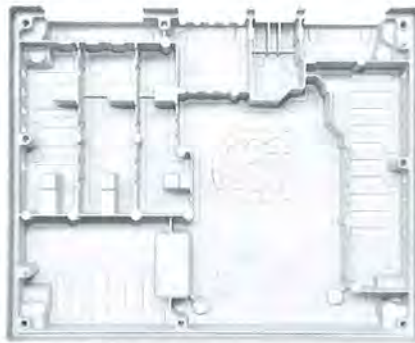


Bild 17: Gehäuse für Videomodul

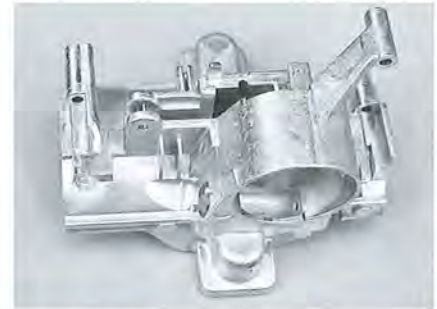


Bild 18: Bauteil Lenksäule



Bild 19: Oberflächenteil Bereichs-Wahlhebel



Bild 20.1: Bodenplatte (ohne Umspritzung)

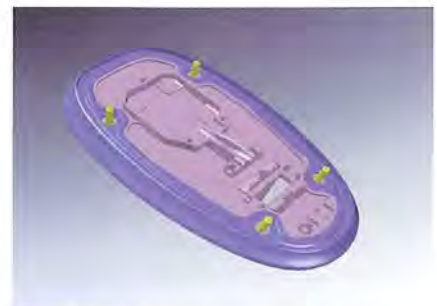


Bild 20.2: Bodenplatte (mit Umspritzung)

#### Zink als Werkstoff der Zukunft im Automobil

- Einsparungsmöglichkeiten durch Zinkdruckguss
- neue Anwendungsmöglichkeiten durch Funktionsintegration mehrerer Bauteile in ein Bauteil
- frühes Einbeziehen des Zinkdruckguss-Spezialisten
- Einsparung von Werkzeugkosten durch hohe Formstandzeiten
- höhere Stückzahlen durch modellübergreifende Einheitsbauteile
- schnellerer ROI bei Automation des Produktionsprozesses bei höheren Stückzahlen
- bei zunehmendem Einzug der Elektronik ins Auto
- hervorragende elektromagnetische Abschirmung durch Zinkdruckgussteile
- Gewichtsoptimierung durch intelligente Bauteilkonstruktion und dünnwandigeren Guss
- hohe Prozessfähigkeit
- Fertiguß
- günstige Energiebilanz
- vollständiges Recycling

Bild 21: Vorausschau Zinkdruckguss

druckguss weitere Vorteile, die ihn zu einem Werkstoff und Verfahren machen, das durch weitere Anwendungsmöglichkeiten im Automobil bietet und somit den Einsatz solcher Teile auch in Zukunft im Automobil absichert. Eine Zusammenfassung der wesentlichen Argumente und Vorteile enthält Bild hierzu Bild 21. ◀

andere Oberflächenteile im Anlauf begriffen, die durch ihre Optik und Haptik aber auch ihre mechanischen Eigenschaften überzeugen müssen. Da diese Teile noch nicht in Serie sind, dürfen im Moment ebenfalls noch keine Bilder davon gezeigt werden.

Eine Besonderheit stellt die in Bild 20 gezeigte Bodenplatte dar. Hier hat man sich zunutze gemacht, dass bei Föhl nicht nur Zinkdruckguss sondern auch Kunststoffspritzguß im Einsatz sind. Die aus Zinkdruckguß gefertigte Bodenplatte einer Dachantenne wird in einem zweiten Schritt mit einem thermoplastischen Elastomer umspritzt, wodurch eine einzelne Formdichtung inklusive ihrer Montage entfallen kann.

Wie gesagt gäbe es jede Menge weitere Beispiele für Teile aus Zinkdruckguss, die gezeigten Beispiele vermitteln aber einen guten Querschnitt des heute anzutreffenden Spektrums an Zinkdruckgussteilen im Automobil. Man sieht, dass Teile mit komplexen Geometrien und filigranen Konturen wirtschaftlich hergestellt werden können bei gleichzeitig hoher mechanischer Festigkeit. Durch eine intelligente Bauteilkonstruktion können darüber hinaus bestehende Teile vereinfacht und damit wirtschaftlicher hergestellt werden ohne dass der dafür notwendige Einsatz von Zinkdruckguss zwangsläufig zu einer Gewichtserhöhung gegenüber anderen Werkstoffen führt. Darüber hinaus bietet Zink-

GIESSEREI PRAXIS

### Newsletter

Mit dem Newsletter erhalten Sie aktuelle Nachrichten, Veranstaltungshinweise und Fachinformationen rund um das Gießereiwesen 10 x jährlich kostenlos!



Gleich anmelden:  
[www.giesserei-praxis.de](http://www.giesserei-praxis.de)