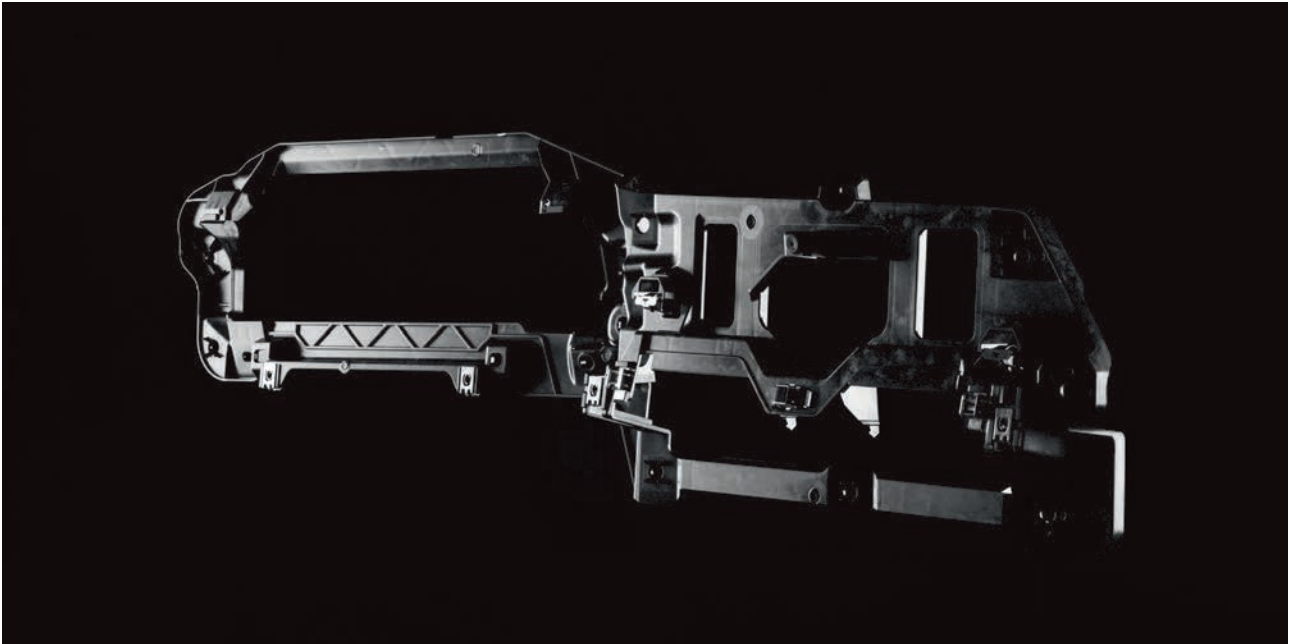


# Neues ABS LGF-Material als Metallersatz ermöglicht 30% Gewichtseinsparung, Prozessverbesserung und hohe Dimensionsstabilität



## Kurzfassung

DRÄXLMAIER, Vilsbiburg/Deutschland, ein weltweit tätiger Systemlieferant für Automobil-Innenausstattungen, hat bei der Entwicklung eines Instrumententrägers aus einem neuen langglasfaserverstärkten Acryl-Butadien-Styrol-Copolymer (ABS LGF) für BMW eng mit seinem Werkstofflieferanten Trinseo zusammengearbeitet. Trinseo (NYSE: TSE), weltweit tätiger Werkstoffhersteller und Produzent von Kunststoff, Latex und Kautschuk, hat das neue ABS LGF-Material entwickelt, das im Vergleich mit einem PP LGF-System wichtige Vorteile bietet: geringere Schrumpfung, niedriger Verzug, hohe Steifigkeit bei erhöhten Temperaturen und ein niedriger linearer Wärmeausdehnungskoeffizient (CLTE). DRÄXLMAIER hat die Herausforderung angenommen und den Werkstoff in eine Serienanwendung umgesetzt, die ursprünglich im Metalldruckgussverfahren mit Magnesium produziert werden sollte.

Da Magnesium gegenüber Kunststoff eine viel höhere Steifigkeit aufweist, musste das semistrukturale Polymerteil umfassend verrippt werden, um eine dem Magnesiumteil vergleichbare Leistung erreichen zu können. Die Spezialisten der Simulationsabteilungen

bei DRÄXLMAIER und Trinseo arbeiteten von Beginn an gemeinsam an den Maßnahmen zur Optimierung der Steifigkeit. Nach der ersten Analyse des verfügbaren Platzes wurde zunächst eine Topologieoptimierung vorgenommen, um die Verstärkung für die Verrippung zu definieren. Die ursprüngliche CAD-Geometrie wurde dann entsprechend der optimierten Rippenstruktur modifiziert und durchlief einen weiteren strukturellen FEA-Prozess. Das Resultat war ein erstes gewichtsoptimiertes Teilekonzept unter Berücksichtigung der festgelegten Lastfälle.

In Zusammenarbeit mit DRÄXLMAIER wurde ein endgültiges Teilekonzept für den Funktionsträger definiert, der nach dem Spritzgießen formstabil sein sollte. Um die verfügbaren Optionen zu untersuchen, wurde mithilfe von Prozessanalyse (FEA) eine Angusskonfiguration erarbeitet, die minimalen Verzug gewährleisten sollte. In Werkzeugversuchen wurde nachgewiesen, dass dies gelungen ist.





## 1. Leichtbau bleibt eine Notwendigkeit

Gewichtsreduzierung besitzt in der Automobilindustrie nach wie vor einen hohen Stellenwert. Leichtbau spielt angesichts sich weiterentwickelnder Anforderungen der Kraftstoffeffizienz und der Ziele zur Senkung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes eine sehr wichtige Rolle. Auch der zunehmende Anteil an Elektrofahrzeugen beispielsweise kann von leichteren Materialien und Bauweisen profitieren, da Gewichtsreduzierung zu größerer Reichweite und höherer Energieeffizienz beiträgt.

Der Ersatz (semi-)struktureller Bauteile aus Metall durch Kunststoffteile ist ein wirksamer Weg zur erfolgreichen Verringerung des Fahrzeuggewichts. Allerdings ist der Ersatz des klassischen Metallbaus durch polymere Lösungen bei komplexeren Bauteilen keine leichte Aufgabe, wenn das Kunststoffteil vergleichbare Leistung erreichen soll. Der Ersatz von Magnesium durch ein neuentwickeltes, leichteres ABS LGF-Material im Instrumententafel-Funktionsträger der BMW 3er Reihe ist ein Beispiel für den erfolgreichen Wechsel von einer bestehenden Metall- zu einer innovativen Kunststofflösung.

## 2. Erfolgreicher Materialersatz dank enger Kollaboration

Trinseo hatte 2015 DRÄXLMAIER seine Materialentwicklung vorgestellt. Der Zulieferer für Automobil-Innenausstattungen erkannte das Potential und wandte sich mit dem Vorschlag an Trinseo, ein ABS LGF-System für ein Metall-zu-Kunststoff Projekt für einen DRÄXLMAIER Kunden zu verwenden. Es handelte sich um den Instrumententafel-Funktionsträger für die BMW 3er Reihe, an dem alle Instrumente vor dem Fahrer sowie die angrenzenden Instrumente im Mittelkonsolenbereich montiert werden. Dieser Funktionsträger selbst ist im Fahrzeug an einem Stahlquerträger verbaut.

Angesichts der komplexen Herausforderungen bei einem Materialersatz für eine solche Komponente muss das Wissen über die Leistungen von Material und Bauteil optimal kombiniert werden. Hierbei sollten Teilgestaltung, Werkzeugkonstruktion sowie Prozessentwicklung und -implementierung im Fokus der Zusammenarbeit bei

der Materialentwicklung stehen. Nur wenn allen drei Gesichtspunkten genügend Aufmerksamkeit geschenkt wird, sind ein erfolgreicher Materialersatz und die Produktion eines Bauteils möglich, das allen Anforderungen gerecht wird.

Trinseo und DRÄXLMAIER haben bei der funktionsorientierten Materialentwicklung entsprechend eng kooperiert, um das Verhalten des Materials in Bezug auf Steifigkeit, Verzug, Crash, Kopfaufprall, sehr enge Maßtoleranzen und die Stabilität des finalen Bauteils optimieren zu können. Daneben spielten sowohl die globale Verfügbarkeit des Materials als auch die Materialqualifizierung und -zulassung seitens BMW eine Schlüsselrolle in dem gemeinsamen Projekt.

Maßhaltigkeit und enge Toleranzen gehörten mit zu den wichtigsten Anforderungen bei der Auslegung des Bauteils und Wahl des richtigen Werkstoffes. Da der Funktionsträger zur Festigkeit/Steifigkeit und Fugengenaugkeit der gesamten Instrumententafel mit ihren Anbauteilen beiträgt, musste ein hohe Dimensionsstabilität mit engen Bauteiltoleranzen von +/- 0,5 mm erreicht werden.

Es wurden mehrere Spritzgusswerkzeuge gebaut, ein separates Werkzeug für jeden Produktionsstandort. Der Funktionsträger wird als Einzelteil im Werk des OEMs angeliefert und in der Vormontage verbaut. Da das Fahrzeug von BMW auf drei Kontinenten (Europa, Asien, Amerika) produziert wird, muss die weltweite Verfügbarkeit des verwendeten Materials und ein weltweiter Austausch/Kreuzverbau der Komponente sichergestellt sein – wichtige Punkte, die den hohen Anspruch an die Dimensionsstabilität deutlich werden lassen.

Bei der Entwicklung wurden auch Parameter wie Wärmeformbeständigkeit, Verarbeitbarkeit, dynamische Belastungen (z. B. Kopfaufschlag) sowie mehrmalige Montage und Demontage von Anbauteilen nicht außer Acht gelassen. Darüber hinaus mussten zuvor definierte Gewichts- und Kostenziele eingehalten werden.

Erste Versuche mit Platten, Probekörpern und bestehenden Teilen überzeugten DRÄXLMAIER von der Machbarkeit der Polymerlösung. Sie konnte die geforderten Materialeigenschaften in Bezug auf Steifigkeit, niedrigen Wärmeausdehnungskoeffizienten sowie exzellentes Schwindungs- und Verzugsverhalten erfüllen. Auf Basis von Probekörpern, die aus spritzgegossenen Probeplatten herausgearbeitet wurden, wurden zur rechnerischen Absicherung des Bauteils Materialkarten generiert. In Fallturmversuchen wurden damit die benötigten Werte bezüglich der Energieaufnahme und der Zähigkeit ermittelt. Im Anschluss an die positive Prüfung der Materialeigenschaften hat DRÄXLMAIER Trinseo die Teilegeometrie zur Verfügung gestellt. Trinseo schlug eine Finite-Elemente-Analyse (FEA) zur Optimierung der Geometrie mit dem Ziel vor, die bestmögliche Rippenstruktur für das Formteil bestimmen zu können. Nach der Präsentation des auf diese Weise optimierten Teiledesigns diente eine weitere intensive Prozess-FEA dazu, die Angusskonfiguration für die Fertigung eines Formteils mit minimalem Verzug zu definieren. Die errechnete Verformung wurde daraufhin mit dem Formteil verglichen.

### 3. Gemeinsame Entwicklung und Implementierung von Material, Werkzeug und Prozess

#### 3.1 Materialentwicklung mit Fokus auf Steifigkeit

Sollen zur wirksamen Gewichtsreduzierung (semi-) strukturelle Bauteile aus Metall durch Kunststoffteile ersetzt werden, ist die intelligente Kombination unterschiedlicher Materialien und deren spezifischer Eigenschaften zielführend. Bei hohen Stückzahlen sind glasfaserverstärkte Thermoplasten der kostengünstigste Ansatz; hierbei kann es sich um kurzglasfaserverstärkte Verbundstoffe oder langglasfaserverstärkte Produkte handeln. Im Vergleich zu Kurzglasfasern bieten Langglasfasern erhebliche Leistungsvorteile in Bezug auf Duktilität und Kriechleistung. Ein Vorteil langglasfaserverstärkter Produkte ist der hohe Glasgehalt von bis zu 60%. Diese Konzentrate mit hohem Glasgehalt bieten optimale Flexibilität, wenn sie mit reinem Polymer auf das gewünschte Glasniveau verdünnt werden.

Langglasfaserverstärkte thermoplastische Kunststoffe liefern hohe Steifigkeitswerte: ein wesentlicher Faktor für die im finalen Bauteil erzielbare Gewichtsreduzierung. In Bild 1 ist die Steifigkeit dargestellt, die mit der neuen ABS LGF-Materialfamilie in Abhängigkeit von Glasgehalt und Temperatur erreicht werden kann. Höhere Glasgehalte ermöglichen sowohl bei Raumtemperatur als auch bei erhöhten Temperaturen sehr hohe Steifigkeitswerte.

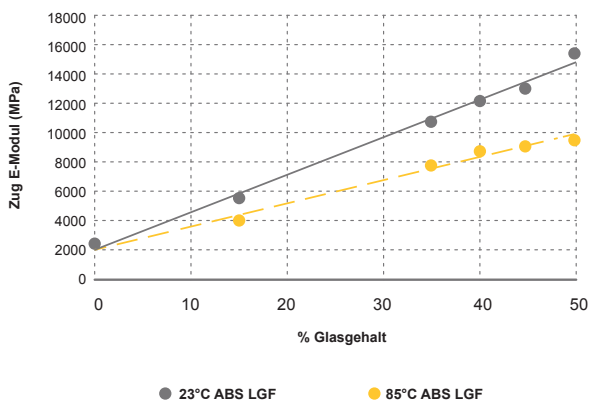


Bild 1: Steifigkeit des ABS LGF-Materials im Verhältnis zum Glasgehalt

Natürlich steigt mit zunehmendem Glasgehalt der Gewichtsanteil. Das Gewichtseinsparpotenzial einer spezifischen Materiallösung wird durch die Steifigkeit bei einer festgelegten Materialdichte bestimmt. Da die meisten semistrukturellen Bauteile auch höheren Temperaturen widerstehen müssen, wird ein entsprechender Steifigkeitsvergleich bei einer Temperatur von 85°C durchgeführt.

Abbildung 2 zeigt das Ergebnis des Steifigkeitsvergleichs bei 85°C in Abhängigkeit von der Materialdichte für langglasfaser-modifiziertes PP, ABS und PA6. Um ähnliche Steifigkeitswerte für PP zu erreichen, ist ein deutlich höherer Glasanteil erforderlich. Das Steifigkeits-/ Dichteverhältnis von PP ist dem von ABS sehr ähnlich, aber bei einem maximal üblichen Glasanteil von ca. 40% im PP sind die erzielbaren Steifigkeitswerte bei 85°C auf ca. 5.000

MPa begrenzt. Das ABS LGF-Material bietet bei identischem Glasanteil hingegen eine Steifigkeit von etwa 8.000 MPa.

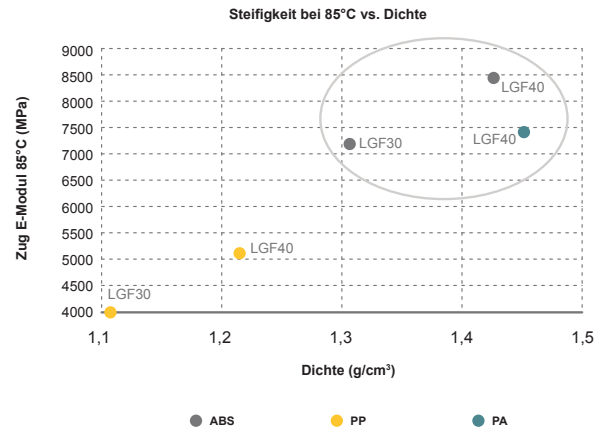


Bild 2: Steifigkeit verschiedener langglasfaserverstärkter Thermoplaste (bei 85°C) im Verhältnis zur Dichte

Während PA LGF40 im trockenen Zustand bei Raumtemperatur eine ähnliche Steifigkeit wie ABS LGF aufweist, ist dies bei 85°C deutlich unterschiedlich.

Die Wasseraufnahme von PA beeinflusst die Formstabilität, was besonders für große semistrukturelle Bauteile mit hohen Toleranzen ungünstig ist. Die Wasseraufnahme von PA trägt auch zu einer Verringerung der Steifigkeitswerte bei Raumtemperatur bei. Den Unterschied bei der Modulusstabilität für das in ABS oder PA6 verdünnte ABS LGF60-Konzentrat nach beschleunigter Wasseraufnahme zeigt Bild 3.

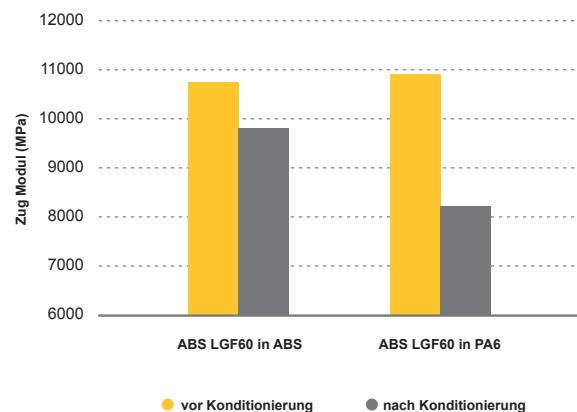


Bild 3: Modul-Reduzierung nach beschleunigter Wasseraufnahme

Diese kurz dargestellte Prüfung verschiedener Matrixpolymere langglasfaserverstärkter Materialien zeigt, dass ABS LGF den Vorteil einer stabilen Modul-Leistung über einen Temperaturbereich bis ca. 85°C bietet.

Ein weiteres Argument für den Einsatz eines amorphen Polymers für semistrukturelle Bauteile ist dessen verbesserte Formstabilität, die aus einer geringeren Verzugsanfälligkeit wegen geringerer Materialschrumpfung im Formprozess resultiert. Bild 4 zeigt den Verzug zweier Testteile aus PP LGF- und einer ABS LGF-Mischung im direkten Vergleich.



Bild 4: Vergleich der Verzuganfälligkeit einer ABS LGF- (links) und einer PP LGF-Lösung (rechts)

### 3.2 Analyse und Entwicklung der Teilegeometrie

Über die Materialwahl hinaus haben das Teiledesign, die Werkzeugkonstruktion und der Produktionsprozess nachhaltigen Einfluss auf die optimale Qualität eines Bauteils. Nachdem eine thermoplastische Materiallösung gefunden wurde, die gegenüber einer Metalllösung deutliche Vorteile bot, rückte folgerichtig die Teilegeometrie in den Fokus.

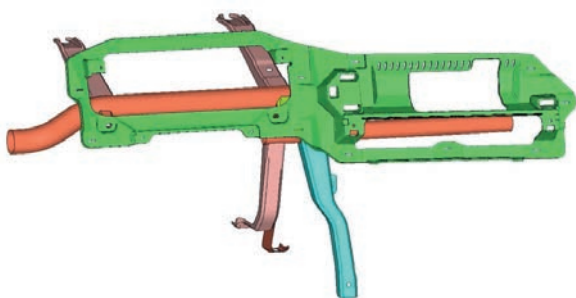


Bild 5: Ursprünglicher BMW-Funktionsträger aus Magnesium (grün)

Im Vergleich zum von Trinseo entwickelten thermoplastisch verstärkten Polymer weist Magnesium eine fünffach höhere Steifigkeit auf. Um eine vergleichbare Teileleistung zu erreichen, musste am Bauteil aus Kunststoff eine starke Verrippung ausgeführt werden. Dafür wurde zunächst im CAD-Modell das Umfeld des Funktionsträgers analysiert, um den verfügbaren Platz für die am Teil anzubringende Verrippung bestimmen zu können. Dieser Raum wurde der ursprünglichen CAD-Teilegeometrie hinzugefügt (Bild 6) und eine Topologieoptimierung durchgeführt.

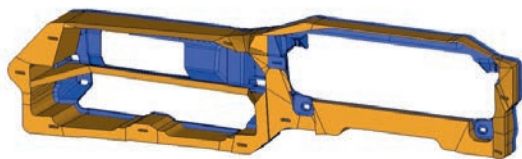


Bild 6: Ursprüngliche Geometrie (blau) und verfügbarer Platz für die Versteifungsrippen (beige)

### 3.3 Topologieoptimierung mittels FEA

DRÄXLMAIER Group stellte Trinseo die Werte für Lasten und Randbedingungen des Bauteils zur Verfügung, die in der FEA verwendet wurden. Die Topologieoptimierung brachte wertvolle Erkenntnisse für die Bereiche, in denen jeweils mehr oder weniger Versteifungsrippen notwendig waren. Gleichzeitig erlaubte sie die Darstellung eines optimalen Verrippungsmusters für ein möglichst geringes Bauteilgewicht.

### Magnesium ABS LGF35

|                   |         | Magnesium | ABS LGF35 |
|-------------------|---------|-----------|-----------|
| Elastizitätsmodul | (MPa)   | 45,000    | 6,600     |
| Poissonzahl       |         | 0,3       | 0,4       |
| Dichte            | (kg/m³) | 1.800     | 1.310     |

Tabelle 1: Steifigkeit des ABS LGF-Materials im Verhältnis zum Glasgehalt

Für eine Baseline-Simulation wurde das am Querträger montierte Magnesiumteil mit 3D-Elementen modelliert, und es wurden von BMW vorgegebene Lastbedingungen angewendet und simuliert (Bild 7). Dabei aufgetretene Verschiebungen jeder Last in ihrer Richtung wurden als maximal zulässige Werte für das Formteil festgelegt, das aus dem ABS LGF-Material gefertigt werden sollte. Tabelle 2 zeigt die Verschiebungswerte, die sich ergaben.

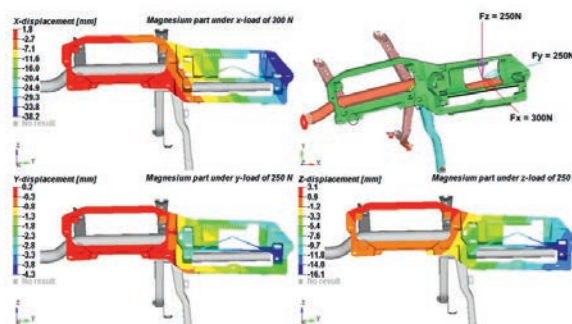


Bild 7: Simulierte Verschiebungen für das aus Magnesium gefertigte Teil gemäß den oben rechts benannten Lastfällen und Randbedingungen

### Belastetes Magnesium-Bauteil

| Load Case | Direction | Load [N] | Simulated displacement in load direction [mm] |
|-----------|-----------|----------|-----------------------------------------------|
| 1         | X         | -300     | -22.5                                         |
| 2         | Y         | -250     | -3.6                                          |
| 3         | Z         | -250     | -10.6                                         |

Tabelle 2: Simulierte Verschiebungen beim Magnesium-Bauteil, verwendet als Designbeschränkungen für die Topologieoptimierung

### 3.4 Analyse und Erstellung der optimierten CAD-Geometrie

Für die Verstärkung und Versteifung des Bauteils in einem nächsten Schritt musste nun das optimale Verrippungsmuster bestimmt werden. Diese Topologieoptimierung wurde mit der OptiStruct™-Software von Altair HyperWorks™ vorgenommen. Dafür wurde das Bauteil mit dem für die Versteifungsrippen verfügbaren Platz mit 3D-Tetra-Elementen verknüpft. Die drei oben beschriebenen Lastfälle wurden als Begrenzung dieses Netzes festgelegt und die maximal zulässige Verformung für jeden der drei Fälle definiert. Die Optimierungsroutine senkt dann schrittweise so weit wie möglich die Dichte jener Bereiche, die weniger zur Leistung des Bauteils beitragen, sodass sich schließlich ein optimal geripptes Bauteildesign ergibt (Bild 8). Die roten Bereiche haben eine hohe Dichte, die blauen Bereiche haben

eine niedrige Dichte und weisen potenziell redundantes Material auf. Das geschilderte Optimierungsverfahren ermöglicht die Eingabe spezifischer Anforderungen an das Verrippungsmuster, beispielsweise der Zugrichtung.



Bild 8: Das Optimierungsergebnis hebt in Rot die Bereiche hervor, die eine Verrippung benötigen. Im unteren rechten Bereich ist das berechnete Verrippungsmuster klar erkennbar.

Die Bewertung und Interpretation der Ergebnisse aus der Topologieoptimierung erlaubten es, ein für den Spritzgießprozess geeignetes Verrippungsmuster zu entwerfen. Für ein aktualisiertes Design des Bauteils wurde das ursprüngliche CAD-Modell um dieses Verrippungsmuster erweitert (Bild 9).

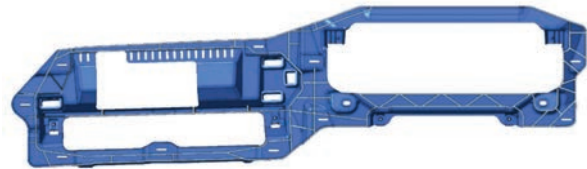


Bild 9: Aktualisierte Teilegeometrie – die grauen Linien zeigen die Versteifungsrippen, welche dem ursprünglichen Entwurf des Bauteils (blau) hinzugefügt wurden.

Mit dem aktualisierten Design wurde eine strukturelle Validierung durchgeführt, die sich auf das vollständige Instrumententafelbauteil erstreckte. Sie beinhaltete neben der Simulation der zuvor beschriebenen Lastfälle auch eine Modalanalyse. Die Resultate waren zufriedenstellend. Auf deren Basis wurde – unterstützt durch Prozesssimulationen von Trinseo und DRÄXLMAIER – das Design für den Herstellungsprozess weiter optimiert.

### 3.5 Prozesssimulationen zur weiteren Geometrieoptimierung

Für die Prozesssimulationsanalysen wurde der 3D-Lösungsansatz von Autodesk® Moldflow® Insight verwendet, der die Bauteilgeometrie für die Schwindung und den Verzug am besten beschreibt. Als Materialeingabe wurde das ABS LGF35-Material – bestehend aus den beiden Trinseo-Komponenten ENLITE™ LGF2601 und MAGNUM™ 3416SC ABS – von der Autodesk® Moldflow® Software-Database benutzt. Zunächst wurden erste Prozesssimulationen mit Angusspositionen ohne Heiß-/Kaltkanäle durchgeführt. Sie zeigten, dass das mit vier gleichzeitig geöffneten Angussöffnungen gespritzte Formteil nach dem Guss die geringste Bauteilverformung aufwies. Simulationsergebnisse mit Moldflow-Datensätzen für alternative Werkstoffe (z. B. mineralgefüllte, amorphe Kunststoffe) zeigten weiterhin, dass der vorgeschlagene ABS LGF35-Werkstoff in Bezug auf Fülldruck, Schließkraft und absolute Verformung am besten abschnitt.

Final wurde für diese Teilekonstruktion ein Heißkanalsystem mit fünf direkten Heißkanälen festgelegt. Mit dieser Konfiguration wurden weitere Simulationen durchgeführt und Empfehlungen zur Optimierung erarbeitet, die zu einer Konstruktion für bestmögliche Faserorientierung und geringsten Verzug führten (Bild 10). Aufgrund der bekannten Anforderungen (Verzug, Maßhaltigkeit, Bindehaltbarkeit u. a.) wird das Bauteil heute mittels Kaskadensteuerung von der Mitte nach außen gefüllt.

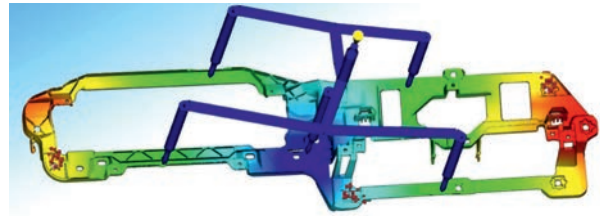


Bild 10: Füllmusterberechnung des Formteils mit den von DRÄXLMAIER vorgeschlagenen fünf Direktanbindungen und optimaler Kaskaden-Bauteilfüllung

### 3.6 Die Umsetzung in Prototypen-Formteile und die Optimierung des Serienstands

Die Absicherung des Konzepts erfolgte bei DRÄXLMAIER in einer Prototypenphase mit separaten Werkzeugprototypen. Bei ersten Tests wies das Prototypen-Formteil nur minimale Verformungen auf, die sich innerhalb der von BMW vorgegebenen Toleranz bewegten und auf die bereits die Simulationen hingedeutet hatten. Besonders beeindruckend waren die langen, flachen Profile im Bauteil, die nur einen sehr geringen Verzug aufwiesen.



Bild 11: Das erste Formteil produziert aus ENLITE™ LGF2601 und MAGNUM™ 3416SC ABS

Um aussagekräftige Erkenntnisse für den späteren Serienprozess zu erhalten, wurden in Bezug auf Anspritzkonzept, Kühlung und Baugeometrie seriennahe Produktionsbedingungen geschaffen. Die Verzugsneigung des Bauteils ermittelte DRÄXLMAIER in Klimawechseltests (KWT), mit deren Hilfe die ABS LGF-Mischung und damit die Dimensionsstabilität optimiert wurden. Bei diesen Tests spielte die Lage und der Verbau des Prototypen-Formteils eine wesentliche Rolle. Wurde das Teil beim KWT (80°C) in die Messaufnahme aufgelegt ohne festgespannt zu werden, waren keine sichtbaren Verformungen zu erkennen. Die Vermessung ergab sehr geringe Verzüge von max. 4 mm.



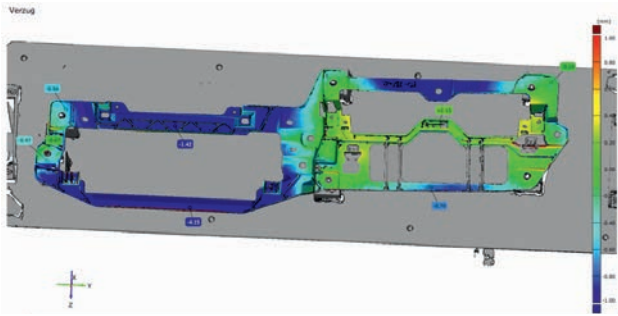


Bild 12: Max. 4 mm Verzug nach KWT (80°C) – Spritzgussteil-Prototyp auf Messaufnahme mit sechs Auflagepunkten, unverspannt

Teil des Optimierungsprozesses waren auch Kopfaufschlags-Simulationen nach FMVSS 201, aufgrund derer weitere konstruktive Maßnahmen zur Erfüllung der Lastenheftanforderungen erfolgten.

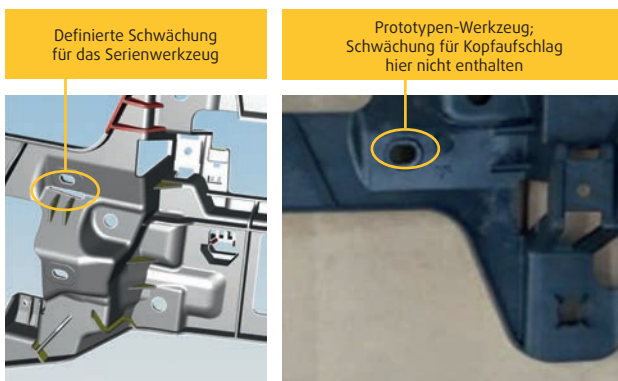


Bild 13: Modifikationen nach Kopfaufschlagsberechnung

Zusätzliche Rippen und definierte Schwächungen im Kunststoffbauteil wurden noch während der Werkzeugentwicklung im Serienwerkzeug eingebracht und erzielten den gewünschten Erfolg (siehe Bild 13).

Die Resultate aus den Verzugsberechnungen und dem Prototypen-Praxisverbau sowie die Laborerkenntnisse aus Tests mit Prototypen-Bauteilen wurden für die weitere Optimierung in den Serienstand umgesetzt (z. B. Rippenstruktur).

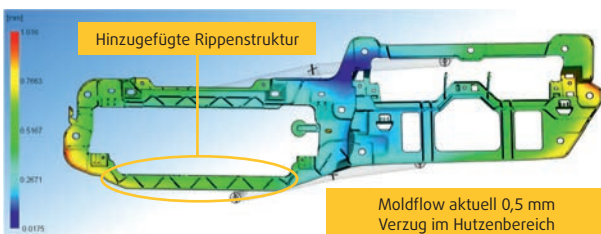


Bild 14: Umsetzung in Serienstand basierend auf Verzugsberechnungen und Tests an Prototypen

Auch am Serienstand wurde die Maßhaltigkeit geprüft, was positive Ergebnisse im Vergleich mit den vorausgegangenen Verzugsberechnungen und den Tests am Bauteil-Prototyp erbrachte (siehe Bild 15).

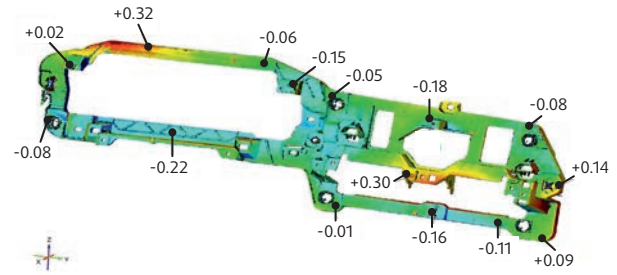


Bild 15: Vermessung des Serienstands vom Juni 2018

Es wurde auch besonderen Anforderungen an die Steifigkeit wie das "Drücken in X" im Bereich der Touch-Display-Aufnahme Beachtung geschenkt. Durch zusätzliche Kontaktpunkte am Funktionsträger wurde die Zielsteifigkeit erreicht, die die erhöhten Anforderungen im Lastenheft verlangten (Bild 16).

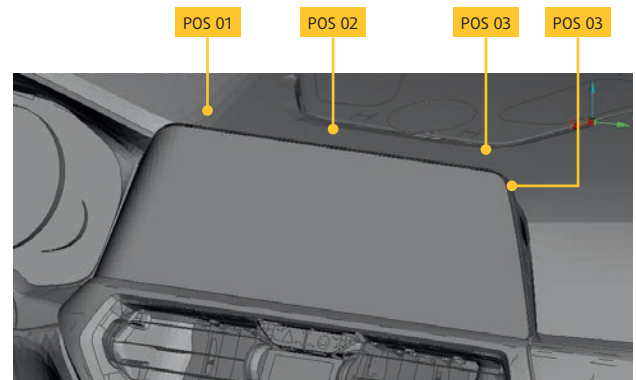
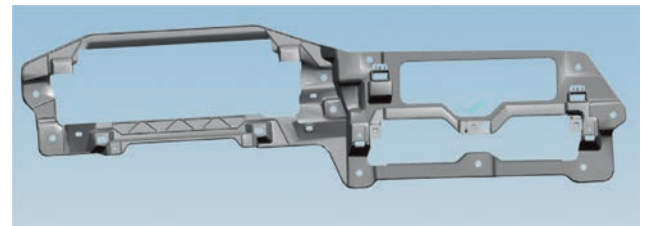


Bild 16: Druckpositionen für erhöhte Steifigkeit im Bereich des Touch-Displays

Die geometrische Entwicklung des Bauteils vom ersten bis zum finalen Datenstand, der für die Erfüllung der Anforderungen wie Maßhaltigkeit, Verzug, Steifigkeit, Kopfaufprall und Eigenfrequenz optimiert wurde, wird im Bild 17 veranschaulicht.

#### Erster Datenstand:



#### Finaler Datenstand mit Optimierungen:

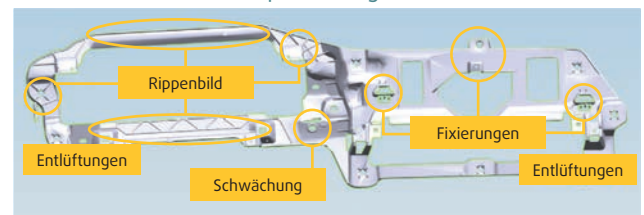


Bild 17: Vergleich des ersten Datenstands mit dem finalen, optimierten Datenstand einschl. zusätzlicher Rippen, Fixierungen, Schwächungen und Entlüftungen

Es wurden auch erfolgreiche Modifikationen vorgenommen, um die im Lastenheft geforderte 15-malige Montage/ Demontage des Displays für Reparaturen zu ermöglichen. Im Bild 17 (unten) ist das Bauteil mit den erforderlichen Klammern, Gummipuffern und Klipsen gezeigt.

DRÄXLMAIER führte schließlich eine Eigenfrequenzanalyse am Gesamt-ZB-Aufbau durch, wobei alle umliegenden Bauteile und Einflussgrößen des Funktionsträgers mitberücksichtigt wurden. Die Eigenfrequenz dient als Indikator für die Stabilität. Die Berechnungen dafür erfolgen als vergleichende Berechnungen für die Magnesium- und die ABS LGF35-Versionen des Funktionsträgers – sowohl im Konzept- als auch im Serienstand – ergaben die gleichen Resultate. In puncto Stabilität zeigte die Kunststofflösung keinen Leistungs Nachteil gegenüber der Metalllösung.

#### 4. Erfolgreicher Materialersatz mit vielen Vorteilen

Die gemeinsame Material-, Design- und Prozessentwicklung von Trinseo und DRÄXLMAIER für den Materialwechsel an dem Funktionsträger kann als erfolgreiche Zusammenarbeit gewertet werden.

Die Vorteile der weltweit verfügbaren ABS LGF-Systemlösung aus ENLITE™ LGF2601 und dem ABS MAGNUM™ 3416SC als Verdünnungspolymer lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Möglichkeit der Gewichtsreduzierung
- Hohe Steifigkeit bei geringerem Glasfaseranteil
- Sehr guter Erhalt der Steifigkeit auch bei hohen Temperaturen
- Gute Fließ Eigenschaften im Vergleich zu PA GF und PC/ABS GF
- Hervorragende Dimensionsstabilität (deutlich geringere Wasseraufnahme als PA GF)

Die ursprüngliche Metalledruckguss-Komponente wiegt ca. 570 g, während das ABS LGF-Formteil nur ca. 430 g wiegt – das Gewicht des Funktionsträgers konnte also um 25 bis 30% reduziert werden.

Ersetzt das ENLITE™ ABS LGF-Material eine Magnesium-Lösung in einem Formteil, ermöglicht dies nicht nur eine deutliche Gewichtseinsparung, sondern reduziert auch den Nachbearbeitungsaufwand wie das Schleifen von Metallkanten etc.

##### Autoren:

Dipl.-Ing. **Torsten Bröker**, DRÄXLMAIER Group, Spezialist Material und Verfahrenstechnik, Vilsbiburg/Deutschland;

**Norwin van Riel**, M.Sc., Technology Leader, Technical Service & Development Trinseo Netherlands B.V.;

**Gerhard Slik**, M.Sc., Sr. Development Specialist, und **Berend Hoek**, Sr. Development Specialist, Trinseo Application Engineering & Design Center (AEDC), Trinseo Netherlands B.V., alle Terneuzen/Niederlande

