

# Alufast<sup>®</sup>

## Verbindung mit Leichtigkeit

- + leicht
- + flexibel
- + langlebig
- + stabil
- + umweltfreundlich
- + korrosionsbeständig

➔ [www.arnold-fastening.com](http://www.arnold-fastening.com)



# Alufast® – Schrauben und Formteile aus Aluminium

Leichtere Werkstoffe liegen im Trend, besonders im Automobilbau. Zunehmend werden Aluminium- und Magnesiumlegierungen in vielen Technikbereichen verwendet, was auch eine Anpassung der Verbindungstechnik erforderlich macht. Hierfür bietet Aluminium zahlreiche Möglichkeiten, da dieser Werkstoff für die Kaltmassivumformung so vielseitig ist. Unter dem Produktnamen Alufast® vereint ARNOLD UMFORMTECHNIK Schrauben und Formteile aus Aluminium. Unsere langjährige Erfahrung mit dem Werkstoff Aluminium, die auch umfangreiche Untersuchungen umfasst, gewährleistet Ihnen beste Verbindungsergebnisse. Wir optimieren unsere Prozesse kontinuierlich und halten somit unsere Alufast® Produkte stets auf dem aktuellen Stand der Technik.

## Produktgruppen



Schrauben aus Aluminium



Formteile aus Aluminium

## Alufast® – Nicht nur ein Verbindungselement



Material /  
Werkstoff



Gewicht



Verbindungs-  
eigenschaften



Betriebs-  
sicherheit



Thermische  
Beständigkeit



Korrosions-  
beständigkeit



Schrauben-  
montage



Mehrmalige  
Schrauben-  
montage



Gestaltungsmög-  
lichkeiten und  
Geometrie



Herstell-  
barkeit



Baugruppe aus Schraube  
(EN AW 6056) und Form-  
teil (EN AW 5754),  
sicher montiert durch einen  
O-Ring.

Hinweis: Die dargestellten Werte sind exemplarische Kennwerte. Konkrete Werte sind immer durch Versuche an Originalproduktionsteilen zu ermitteln. Hierzu steht Ihnen unser Fastener Testing Center jederzeit gerne zur Verfügung.

## Schrauben aus Aluminium

Aluminiumschrauben aus unserem Alufast® Programm werden überwiegend im automobilen Leichtbau eingesetzt. Speziell im Verbund mit Magnesium-, Aluminium- oder Kunststoffkomponenten bietet Aluminium zahlreiche Vorteile. Als Ausgangsmaterial setzen wir die Legierung EN AW 6056 (AlSi1MgCuMn) ein, die unter der Bezeichnungsklasse AL9 bekannt ist. Je nach Kundenanforderung lassen sich durch optimal abgestimmte Prozesse bestimmte Eigenschaften einstellen (vgl. Tabelle).

### EN AW 6056 (AlSi1MgCuMn)

Zugfestigkeit $R_m$	> 400 MPa
Dehngrenze $R_{p0,2}$	> 350 MPa
Bruchdehnung $A_5$	> 10%
Bruchdehnung A <small>(ermittelt an mindestens 1,5xd freie belastete Dehnlänge)</small>	> 8%
Maximale Betriebstemperatur T <small>(kurzzeitig temperaturbeständig bis 180 °C)</small>	< 150 °C
Dichte $\sigma$	2,7 g/cm <sup>3</sup>
Elastizitätsmodul E	69.000 MPa
linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient	23,1 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
Wärmekapazität	960 J/(kgK)
Wärmeleitfähigkeit	230 W/(mK)



Linsenschraube M 8,0 x 55,0



Außentorxschraube M 6,0 x 27,5 mit Mittelbund



Außentorxschraube M 6,0 x 23,0 mit Nut und O-Ring

### Alufast® Schraube und Stahlschraube 8.8 im Vergleich

	Alufast® Schraube	Stahlschraube 8.8
Bezeichnung der Schraube	Linsenkopfschraube; M 6,0 x 16,0; Antrieb T30	Linsenkopfschraube; M 6,0 x 18,0; Antrieb T30
Werkstoff der Schraube	EN AW 6056 (AlSi1Mg-CuMn); Festigkeitsklasse T6	Standardwerkstoff; Festigkeitsklasse 8.8
Gewicht der Schraube	2,0 g	6,2 g
freies Mindestbruchmoment der Schraube $MB_{min}$	6,8 Nm	13,0 Nm
Mindestanziehmoment $MA_{min}$	Drehmoment-Drehwinkelmontage	8 Nm Drehmomentmontage
Mindestvorspannkraft $FV_{min}$	5,8 kN	5,6 kN
Werkstoff der Bauteile	Magnesiumdruckguss AZ91	Magnesiumdruckguss AZ91
Festigkeit der Bauteile	~ 110 HB2,5 / 62,5	~ 110 HB2,5 / 62,5



### Verbindungseigenschaften

Die Nachgiebigkeit einer Aluminiumschraube ist aufgrund des geringen E-Moduls deutlich größer als die einer Stahlschraube ( $E_{Al} = 70000 \text{ MPa}$ ,  $E_{Stahl} = 210000 \text{ MPa}$ ). Durch die hohe Elastizität der Verbindung aus Leichtmetallbauteil und Aluminiumschraube sind thermisch eingebrachte Schraubenzusatzspannungen wesentlich niedriger als bei vergleichbaren Applikationen mit Stahlschrauben. Das minimiert Setz- und Kriechvorgänge sowie Vorspannkraftverluste, woraus eine hohe Montagesicherheit resultiert.

### Alufast® Schraube und Stahlschraube 8.8 im Vergleich



Material/ Werkstoff

Alufast® Schraube



Stahlschraube 8.8

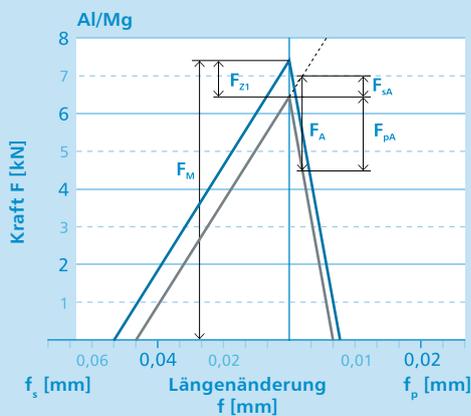


40%

weniger Vorspannkraftverlust infolge thermisch induzierter irreversibler Dehnung des Schraubverbundes

#### Al/Mg

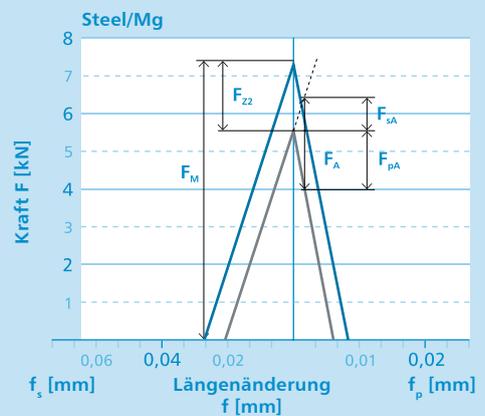
Alufast® Schraube/Klemmteil aus Magnesium AZ91



- $F_{zn}$  = Vorspannkraftverlust infolge Setzen
- $F_A$  = Betriebskraft
- $F_M$  = Montagevorspannkraft
- $F_{pA}$  = Teil der Betriebskraft, der die verspannten Teile entlastet
- $F_{sA}$  = Teil der Betriebskraft, der die Schraube zusätzlich belastet
- $f_s$  = Längenänderung der Schraube
- $f_p$  = Längenänderung der verspannten Teile

#### Stahl/Mg

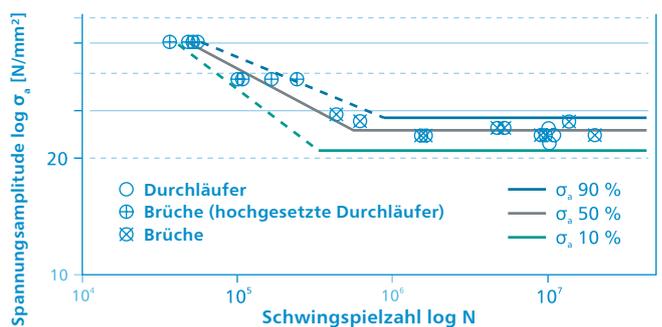
Stahlschraube 8.8/Klemmteil aus Magnesium AZ91



### Betriebssicherheit

Die große Nachgiebigkeit ist ebenfalls bei schwingender Beanspruchung von Vorteil. Unsere Alufast® Schrauben erreichen, über eine Dauer von  $10^7$  Schwingspiele, Schwingfestigkeitswerte von mindestens 20 MPa bei einer Mittelspannung von 70 % der Schraubendehngrenze  $R_{p0,2}$ . Damit realisieren sie im Versuch wie in der Praxis sichere und langlebige Verbindungen.

### Dynamische Festigkeit aus Dauerschwingversuch nach DIN 969



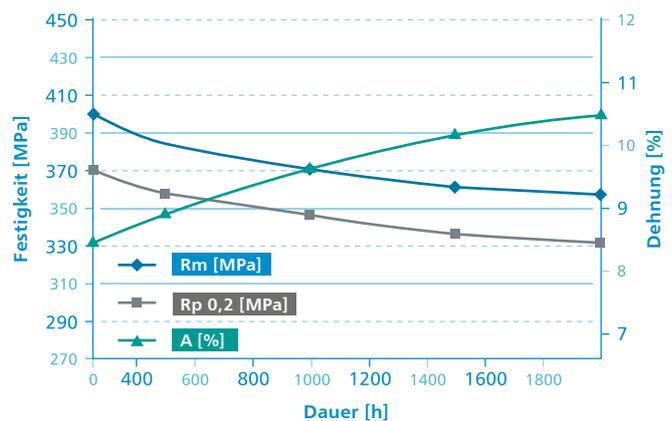
Gewicht	Verbindungseigenschaften	Betriebssicherheit	Korrosionsbeständigkeit	Gestaltungsmöglichkeiten und Geometrie
✓	✓	-	✓	✓
✗	✗	-	✗	✗

✓ positiv   ✗ negativ   - neutral

### Thermische Beständigkeit

Die Vorgabe der Automobilindustrie ist klar: Eine metrische Schraube aus Aluminium muss unter Temperatureinwirkung (2000 Stunden bei 150 °C) einen Festigkeitsverlust von weniger als 10 % gewährleisten, bezogen auf ihre Nennfestigkeit ( $R_m$ Nenn = 380 MPa). In Langzeituntersuchungen haben unsere Alufast<sup>®</sup> Schrauben diese Anforderung erfüllt und sind damit in thermisch belasteten Komponenten wie etwa Getriebe und Motor einsetzbar. Aluminium, Magnesium oder Kunststoff haben, im Gegensatz zu Stahl, einen hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten. Die Aluminiumschraube geht mit Leichtbaukomponenten demnach eine geeignete Materialpaarung ein.

### Festigkeitsverlauf unter Temperatureinwirkung 2000 h bei 150 °C



### Korrosionsbeständigkeit

Unsere Alufast<sup>®</sup> Schrauben erfüllen die Anforderungen hinsichtlich interkristalliner Korrosion gemäß ISO 11846 Methode B dank kontinuierlicher Optimierung von Prozess- und Werkstofftechnik. Schrauben aus der Legierung EN AW 6056 lassen sich unbedenklich in alle gängigen Aluminium- und Magnesiumdruckgusslegierungen einsetzen. Für die geringe Kontaktkorrosion gibt es zwei Gründe: ein ähnliches elektrochemisches Potenzial und eine speziell auf den Werkstoff ausgelegte Wärmebehandlung. Dadurch können Kosten für den Korrosionsschutz deutlich reduziert werden. Selbstverständlich weist die Legierung EN AW 6056 auch vollkommene Beständigkeit gegenüber Spannungsrisskorrosion auf. Diese Eigenschaft ist speziell bei gekerbten Bauteilen, die dauerhaft auf Zug belastet werden zu gewährleisten.



Kontaktstelle Alufast<sup>®</sup> Schraube (EN AW 6056) und Gehäuseflansch (AZ91) nach 720 h NSS (ISO 9227)

Hinweis: Die dargestellten Werte sind exemplarische Kennwerte. Konkrete Werte sind immer durch Versuche an Originalproduktionsteilen zu ermitteln. Hierzu steht Ihnen unser Fastener Testing Center jederzeit gerne zur Verfügung.

### Schraubenmontage

Unsere Kunden ziehen Alufast® Schrauben überwiegend drehmomentgesteuert und drehmoment-drehwinkelgesteuert an. Um die Schraubenfestigkeit optimal auszunutzen, empfiehlt sich eine überelastische Schraubenmontage, beispielweise mit dem drehmoment-drehwinkelgesteuerten Anziehverfahren. Hierfür steht – aufgrund des verwendeten Werkstoffs und in Abhängigkeit der vorliegenden Klemmlänge  $l_K$  – genügend Duktilität zur Verfügung, was die abgebildete Schraubkurve einer M 8 x 55 veranschaulicht. Eine

Schwäche der reinen drehmomentgesteuerten Schraubenmontage ist die direkte Abhängigkeit der Eindrehmomente vom Reibwert der Schraube. Wir stellen daher verschiedene Beschichtungen mit eingestellten Reibeigenschaften zur Verfügung. In der Tabelle finden Sie Richtwerte. Kundenspezifische Anwendungsbesonderheiten sind nicht berücksichtigt. Bitte verifizieren Sie die tatsächliche Montagevorschrift stets durch Praxisversuche. Gerne unterstützen Sie hierbei unsere Kollegen des FASTENER TESTING CENTERS.

#### Richtwerte für die Schraubenmontage

	M5	M6	M8	M10	M12
Mindestbruchmoment $M_{Bmin}$ [Nm]*	4,0	6,8	16,0	32,5	58,0
Mindestbruchkraft $F_{Bmin}$ [kN]	5,6	8,0	14,6	23,2	33,7
Anziehmoment $M_A$ [Nm]** $\pm 7\%$	2,8	4,6	11,7	23,4	41,0
Vorspannkraft $F_{Vmin}$ [kN]**	2,6	3,5	6,6	10,6	15,5
Vorspannkraft $F_{Vmax}$ [kN]**	4,3	5,9	11,1	17,9	26,2
Vorspannkraft $F_{Vmin}$ [kN]***	4,0	5,8	10,7	17,1	25,1
Vorspannkraft $F_{Vmax}$ [kN]***	5,4	7,7	14,0	22,2	32,4

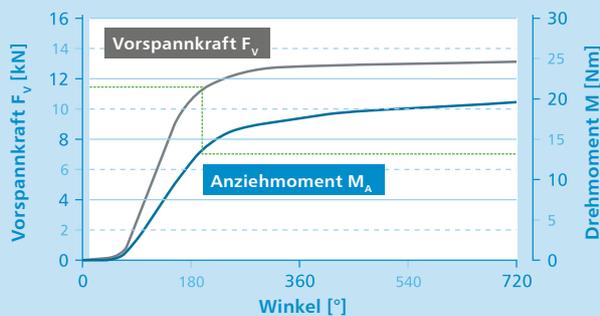
Tabellenwerte berechnet auf Basis eines Reibwertes von 0,09 – 0,15  $\mu$  und einer Dehngrenze  $R_{p0,2}$  von 350MPa

\* Mindestbruchmoment  $M_{Bmin}$  bei reiner Torsionsbelastung der Schraube nach ISO 898-7

\*\* Anziehmoment  $M_A$  sowie erreichbare Vorspannkraft  $F_V$  bei drehmomentgesteuerter Schraubenmontage

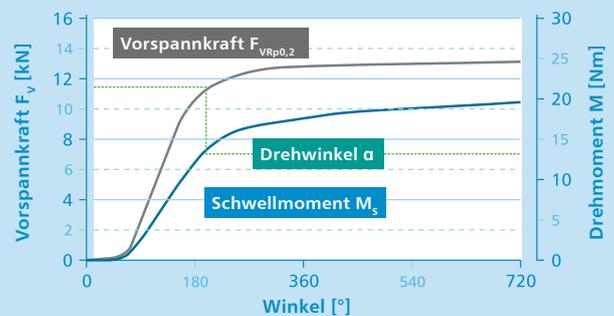
\*\*\* Vorspannkraft bei Drehmoment-, Drehwinkelmontage über die Streckgrenze. Für dieses Anzugverfahren ist eine Klemmdicke von mindestens  $1 \times d$  zu wählen. Zur Festlegung der Anziehvorschrift (Drehmoment-, Drehwinkelmontage) werden Schraubversuche an Originalproduktionsteilen empfohlen.

#### Drehmomentgesteuerte Montage



Werte der Kurven gem. vorheriger Tabelle für M8 x 55

#### Drehmoment-Drehwinkelgesteuerte Montage



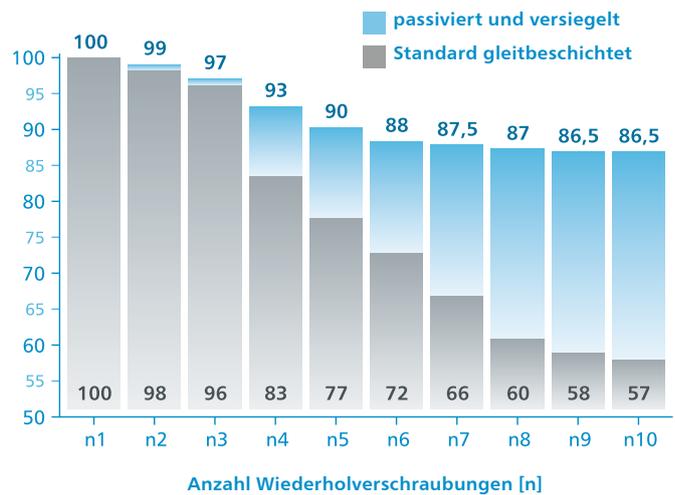
Werte der Kurven gem. vorheriger Tabelle für M8 x 55

### Mehrmalige Schraubenmontage

Unsere Kunden möchten Verbindungselemente mehrmals verwenden, um Reparatur- oder Nacharbeitsvorgänge abbilden zu können. Diesem Wunsch entsprechen wir durch den Einsatz widerstandsfähiger Oberflächen mit integriertem Gleitzusatz. So können wir den Abfall des Vorspannkraftniveaus im Vergleich zu einer Standard-Gleitbeschichtung auf ein Minimum reduzieren.

Werte für erreichbare Montagevorspannkraft FM für Wiederholverschraubung ermittelt an Aluminiumschrauben der Bezeichnungsklasse AL9 und Aluminiummutter mit einer Härte von min. 80HB. Die Aluminiummutter wurden im Zustand blank sowie öl- und fettfrei verwendet.

### Erreichbare Montagevorspannkraft FM bei Wiederholverschraubung [%]



### Gestaltungsmöglichkeiten und Geometrie

Der Gestaltung von Aluminiumschrauben sind grundsätzlich keine Grenzen gesetzt. Das hier dargestellte Fertigungsspektrum zeigt lediglich unser Standard-Lieferprogramm. Die Außen- und Innenkraftangriffe gewährleisten eine bestmög-

liche Kraftübertragung und – speziell bei der Verbindung von Leichtmetallen – eine günstige Flächenpressung. Gerne prüfen wir auch Ihr individuelles Aluminiumteil auf seine Herstellbarkeit.

Kopfform	Nenndurchmesser/Schaftlänge	GewindeTyp	Oberflächenzustand
 Außensechsrund mit Flansch	M5  10 mm – 80 mm	metrisch	blank
 Außensechskant mit Flansch	M6  12 mm – 80 mm		gleitbeschichtet
 Linsenkopf	M8  16 mm – 75 mm	fein	anodisiert
 Zylinderkopf mit Flansch	M10  20 mm – 65 mm	Sonderanfertigung	passiviert und versiegelt
	M12  20 mm – 55 mm		gängige klemmende und klebende Beschichtungen

## Formteile aus Aluminium

Komplexe Fließpressteile aus unserem Alufast® Programm wie Inserts, Hülsen, Buchsen und Muttern werden in der Praxis weitestgehend in Kunststoff appliziert. Hier dienen sie zur Versteifung von Bauteilkomponenten, als Funktionselemente

mit Verzahnungen und Passungen oder auch als Gegenstück zur Direktverschraubung. Wir verwenden hierfür überwiegend die Legierung EN AW 5754.

### EN AW 5754 (AlMg3)

Zugfestigkeit $R_m$	> 250 MPa
Dehngrenze $R_{p0,2}$	> 200 MPa
Bruchdehnung A	> 6%
Maximale Betriebstemperatur T <small>(kurzzeitig temperaturbeständig bis 100 °C)</small>	< 80 °C
Dichte $\sigma$	2,7 g/cm <sup>3</sup>
Elastizitätsmodul E	70.500 MPa
linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient	23,7 x 10 <sup>-6</sup> K <sup>-1</sup>
Wärmekapazität	897 J/(kgK)
Wärmeleitfähigkeit	132 W/(mK)

Bei Anforderungen die mit dem genannten Standardwerkstoff nicht erfüllt werden können, muss ggf. eine alternative Legierung ausgewählt werden. Das gilt beispielsweise für eine erhöhte thermische Beständigkeit, mehr Festigkeit, eine definierte elektrische Leitfähigkeit oder Lötbarkeit. Nachdem wir Ihre Anwendung analysiert haben, finden wir aufgrund der Vielseitigkeit des Werkstoffs Aluminium mit Sicherheit die passende Lösung für Ihre Applikation.

### Anwendungsbeispiel

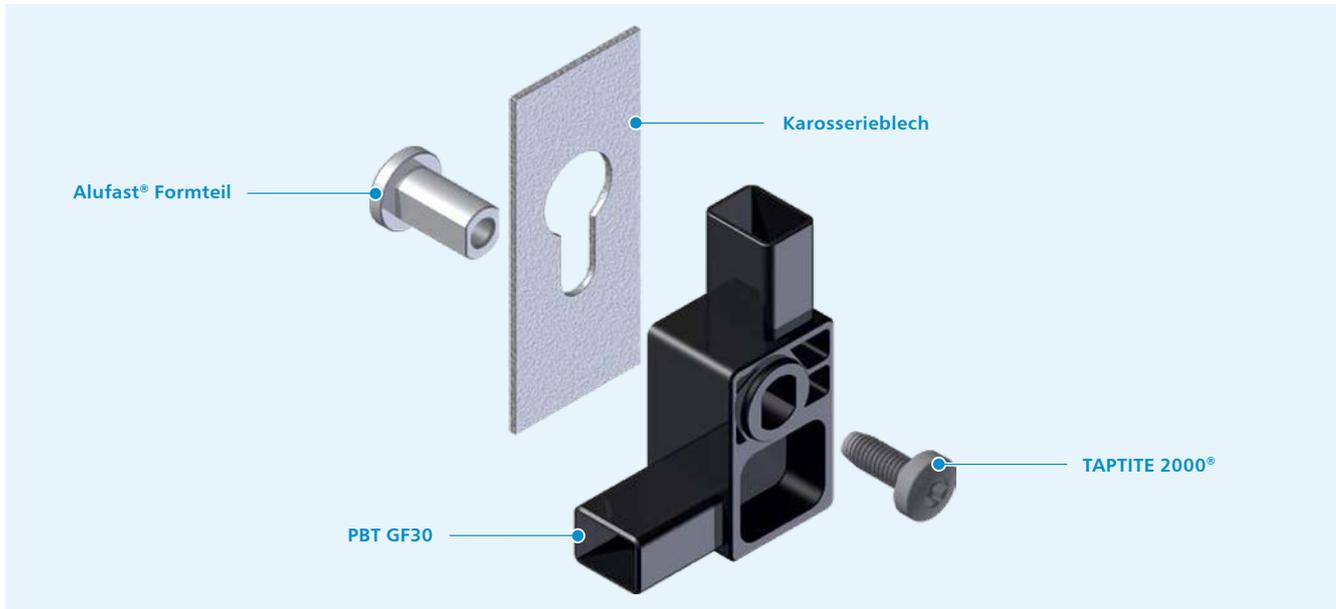
Die Baugruppe „Kunststoff-Steckverbinder“ kommt in der Automobilindustrie zur Anwendung. Sie besteht aus einem Kunststoff-Spritzgussteil (PBT GF30) mit integrierter Elektronik, einem Aluminium-Fließpressteil (EN AW 5754) und unserer gewindefurchenden TAPTITE® Schraube TAPTITE® 2000 M6 (20MnB4). Das Fließpressteil wird in die Kunststoffkomponente vormontiert, anschließend in das Trägerblech eingehängt und mit der TAPTITE® 2000 M6 verschraubt. Der große Flansch und die Ausführung als Zweikant sorgen für hervorragende Auszug- und Torsionseigenschaften und damit für ein sicheres Verbindungsergebnis.

### Alufast® Formteil und Messingdrehteil im Vergleich



Material/ Werkstoff

Alufast® Formteil		✓
Messingdrehteil		✗



### Mehrwert durch die Direktverschraubung

Die Produktlandschaft von ARNOLD UMFORMTECHNIK ermöglicht zusätzlich zahlreiche Kombinationsmöglichkeiten. Beispielsweise erzielt die Verwendung einer TAPTITE 2000® für die Direktverschraubung in Formteile aus Aluminium hervorragende Verbindungseigenschaften, sowie Einsparpotentiale bei den Gesamtverbindungskosten.



Gewinde schneiden  
Späne entfernen  
Schraube eindrehen



Einsparpotenzial  
Schraube eindrehen



Gewicht



Verbindungseigenschaften



Betriebssicherheit



Korrosionsbeständigkeit



Gestaltungsmöglichkeiten und Geometrie



✓ positiv    ✗ negativ    – neutral

### Betriebssicherheit

Die Betriebssicherheit einer Verbindung wird maßgeblich durch die Verbindungspartner bestimmt. Entscheidende Merkmale sind Materialauswahl und die geometrische Gestaltung der Verbindungselemente. Eine geeignete Kombination gewährleistet hohe Funktionalität bei größtmöglicher Flexibilität. In unserem FASTENER TESTING CENTER lassen sich einfache Montageversuche ebenso darstellen wie Versagenszenarien durch statische, dynamische oder thermisch induzierte Krafteinwirkung. Gerne sind Ihnen unsere Kollegen hierbei behilflich.



FASTENER TESTING CENTER

### Korrosionsbeständigkeit

Formteile bestehend aus Legierung EN AW 5754 sind generell für den Einsatz im Innen- und Außenbereich unbedenklich. Die natürliche Oxidschicht, sowie geringe Bestandteile an korrosiv anfälligen Legierungselementen begünstigen eine hohe Beständigkeit gegenüber Grundmaterialkorrosion. Im NSS-Test nach ISO 9227 weisen Verbindungselemente genannter Legierungsgruppe ohne eine zusätzliche Oberflächenbehandlung Beständigkeiten von größer 720h auf.

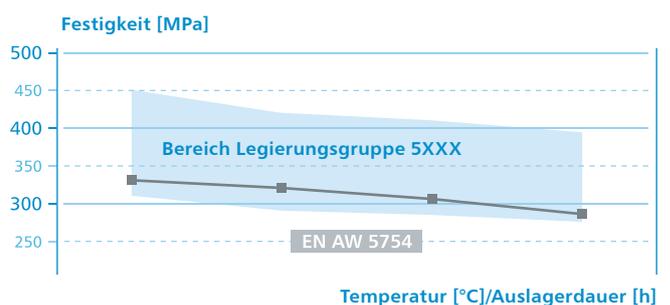


Analyse der Korrosion im Schlibbild

### Thermische Beständigkeit

Inserts, Hülsen, Buchsen und Formteile aus Aluminium werden im Wesentlichen als Versteifungselement in Kunststoffspritzapplikationen verwendet oder darin warmeingebettet. Natürlich betrachten wir neben dem Verbindungselement auch die Verarbeitung bei unseren Kunden, wodurch wir beispielsweise Festigkeitseinbußen infolge thermischer Belastungen bereits bei der Materialauswahl berücksichtigen können. Der Einsatz in Komponenten mit dauerhaft erhöhter Betriebstemperatur ist ebenfalls möglich.

### Festigkeit der Legierungsgruppe 5XXX bei thermischer Belastung

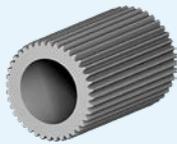


## Gestaltungsmöglichkeiten und Geometrie

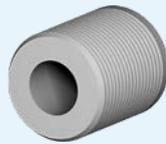
Vielfältige Fertigungs- und Gestaltungsmöglichkeiten machen Aluminium zu einem universellen Konstruktionswerkstoff. Von uns erhalten Sie sowohl standardisierte Verbindungsele-

mente als auch individuelle Zeichnungsteile. Ferner lassen sich unsere Produkte zu Baugruppen (Schrauben, O-Ring, Hülsen) verbinden. Hier einige Beispiele.

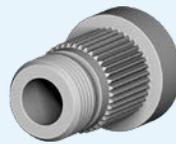
### Drehmomentgesteuerte Montage



Längsrändel



Querrändel



Kombination



Flanschbuchse mit Längsrändel

### Elemente für den Kunststoffspritzguss



Zweikant



Vielkant

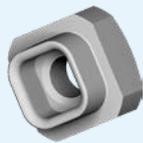


Hinterschnitt



Flanschbuchse mit Zweikantausführung

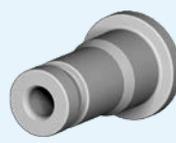
### Zeichnungsteile/ Funktionselemente nach Kundenvorgabe



Nietmutter



Welle mit Verzahnung



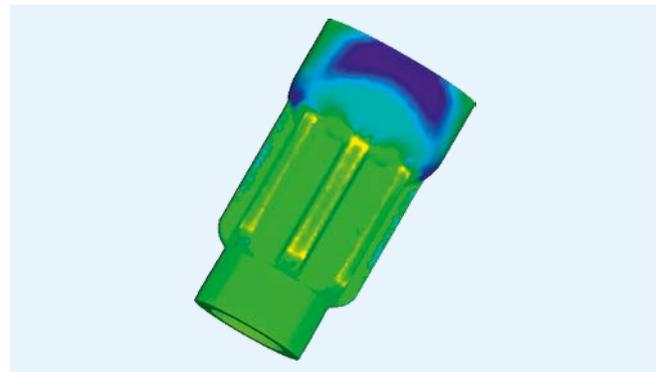
Buchse mit Nut (O-Ring)



Aluminiumnietmutter mit Innengewinde

## Herstellbarkeit

Um Ihre spezielle Verbindungsaufgabe zu bewerten, gibt es verschiedene Möglichkeiten: Mittels FEM-Simulationen kann die verfahrenstechnische Herstellbarkeit komplexer Form- und Fließpressteile grundlegend überprüft werden. Des Weiteren steht Ihnen unser FASTENER EXPRESS mit Funktionsmustern und Prototypen ebenso zu Verfügung wie unser FASTENER TESTING CENTER für Versuche.



Auszug aus FEM-Simulation



# Die ARNOLD GROUP

Immer dort, wo der Kunde uns braucht

## Die ARNOLD GROUP

ARNOLD – dieser Name steht international für effiziente und nachhaltige Verbindungssysteme auf höchstem Niveau. Auf der Basis des langjährigen Know-hows in der Produktion von intelligenten Verbindungselementen und hochkomplexen Fließpressteilen hat sich die ARNOLD GROUP seit mehreren Jahren bereits zu einem umfassenden Anbieter und Entwicklungspartner von komplexen Verbindungssystemen entwickelt. Mit der Positionierung „BlueFastening Systems“ wird diese Entwicklung nun unter einem einheitlichen Dach kontinuierlich weitergeführt. Engineering, Verbindungs- und Funktionselemente sowie Zuführ- und Verarbeitungssystem aus einer Hand – effizient, nachhaltig und international.



### ARNOLD FASTENING SYSTEMS

Rochester Hills  
USA



### ARNOLD TECHNIQUE FRANCE

Anneyron  
Frankreich



### ARNOLD UMFORMTECHNIK

Ernsbach  
Deutschland



### ARNOLD UMFORMTECHNIK

Dörzbach  
Deutschland



### ARNOLD FASTENERS SHENYANG

Shenyang  
China

### ARNOLD UMFORMTECHNIK GmbH & Co. KG

Carl-Arnold-Straße 25  
D-74670 Forchtenberg-Ernsbach  
T +49 7947 821-0  
F +49 7947 821-111

### ARNOLD FASTENING SYSTEMS Inc.

1873 Rochester Industrial Ct, Rochester Hills, MI 48309-3336, USA  
T +1 248 997-2000  
F +1 248 475-9470

### ARNOLD TECHNIQUE FRANCE S.A.

4, rue St Didier  
F-26140 Anneyron  
T +33 475 313260  
F +33 475 314440

### ARNOLD FASTENERS (SHENYANG) Co., Ltd.

No. 119-2 Jianshe Road  
CN-110122 Shenyang  
T +86 24887 90633  
F +86 24887 90999