

Effective
Programme

Experience
the Difference!

ARNOLD Umformtechnik: Alufast[®] sichert Leichtbau

Leichtbau gewinnt in der Industrie – Magnesium und Aluminium präsentieren sich als optimale Werkstoffpaarung – Alufast[®]-Schrauben spielen ihre Vorteile aus

(Forchtenberg) Leichtbauwerkstoffe erfordern bei bewegten Massen deutlich weniger Energie

rienfertigung auf „schlanke“ Bauteilkonstruktionen. Die Werkstoffe Aluminium und Magnesium haben sich im Fahrzeugbau besonders als Innovationstreiber bewährt, da sie eine deutliche Verbesserung der Wirtschaftlichkeit der Systeme gewährleisten. Damit einhergehend steigen auch die Anforderungen

Die Arnold-Gruppe ist eine 100prozentige Tochter des global agierenden Würth-Konzerns, der mit über 60.000 Mitarbeitern und mit 384 Gesellschaften weltweit über 7 Milliarden Euro erwirtschaftet.



Aluminium und Magnesium haben sich als innovative und multi-kombinierbare Konstruktionswerkstoffe in nahezu allen Bereichen der industriellen Produktion etabliert (Grafik 1). Magnesium besitzt beispielsweise die geeigneten mechanischen und physikalischen Eigenschaften, um für die Herstellung dünnwandiger Druckgussteile eingesetzt zu werden. Zur sicheren Montage von Gehäuseteilen, Trägern oder Versteifungskomponenten aus Magnesium hat Arnold Umformtechnik das Alufast[®]-Schraubenprogramm entwickelt. Die verwendete Legierung Al 6056 hat sich für die Verschraubung von Magnesiumkomponenten nachhaltig bewährt.

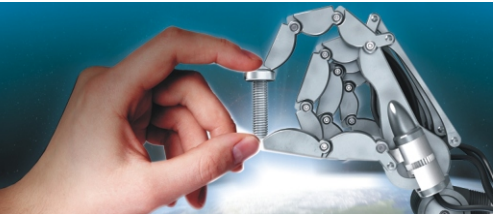
Damit reagieren die Verbindungsspezialisten auf die Forderung nach einer optimalen Werkstoffpaarung, die sich vor allem hinsichtlich

und Material, als die konventionellen Alternativen. Deshalb setzt vor allem die Automobilindustrie seit rund zehn Jahren auch in der Se-

an die einzusetzenden Verbindungselemente und der Auslegung von Schraubenverbindungen.

Wärmeausdehnung, Korrosionsverhalten und Recycling auszeichnet. Gleichzeitig erfüllen die Alufast[®]-Produkte die hohen Anforderungen an den Erhalt der

**Effective
Programme**



**Experience
the Difference!**

Eigenschaft	Klemmteil + Einschraubteil		Schraube		Bewertung
	Mg	Al	Stahl (>=8.8)		
Richtwerte für p _{Grenz} [N/mm ²]	180	230	> 600		Dimensionierung der Schraube: Kopfauflage muss bei Stahlschraube extrem groß sein, bei Al reicht ein Standarddesign.
Scherfestigkeit Tau _B [N/mm ²]	130	140	> 500		Dimensionierung der Schraube: Einschraubtiefe bei Stahlschraube ~ 3 x d bei Al ~ 1,5 x d
Rp0,2 - Dehngrenze [N/mm ²]	150	360	> 640		Verschraubungsparameter: Die Stahlschraube erfordert ein wesentlich höheres Anzugsmoment MA um die erforderliche Montagevorspannung zu erzielen.
Therm. Ausdehnungskoeff. [10 ⁻⁶ K ⁻¹]	27	21	11,1		Vorspannkraftverlust: Durch unterschiedliche Wärmeausdehnungseigenschaften St / Mg besteht die Gefahr von Vorspannkraftverlust bei Temperaturdifferenzen
Dichte [kg/dm ³]	1,8	2,7	7,85		Gewichtseinsparung: Al -> St = 65% Gewichtseinsparung. Durch geringere Dimensionierung sogar noch mehr!
E-Modul [N/mm ²]	45000	75000	205000		Dauerhaltbarkeit: Stahlschraube kann höhere Betriebskräfte aufnehmen.
Normalpotenzial (Fe)	-2,4	-1,66	-0,44		Kontaktkorrosion: Durch geringere Potenzialdifferenzen bietet Al weniger Korrosionspotenziale als St.

Resultat:

Die Versuchsreihe zeigt, dass die besten Ergebnisse durch eine optimale Werkstoffpaarung erzielt werden.

Um diesen umfangreichen Anforderungen gerecht zu werden, hat Arnold Umformtechnik die Alufast[®]-Schraube entwickelt. Hierbei handelt es sich um eine Schraube aus Aluminium, welche den Bedürfnissen des Marktes angepasst ist.

Grafik 1: Technologischer Vergleich von Al und St - Schrauben in Verbindung mit Verschraubungen in Al/ MG Legierungen

Vorspannkraft, der Temperaturstabilität sowie der Gewichtsersparnis. Umfassende Versuchsreihen weisen nach, dass Alufast[®] in vollem Umfang die Bedürfnisse des Marktes abdeckt.

Alufast[®] statt Stahl

Die Verschraubung von Magnesiumelementen stellt besondere Herausforderungen an das Verbindungselement. Die geringe Festigkeit von Gegenlage und Muttergewinde erfordert beim Einsatz von Stahlschrauben große Einschraubtiefen oder großen Kopfauflageflächen. Damit verbunden sind Schraubenlängen, die den Gewichtsvorteil des Werkstoffes schnell kompensieren können. Stark unterschiedliche Ausprägungen der Wärmeausdehnung der kombinierten Materialien kann schnell zu funktionsgefährdenden Vorspannkraftverlusten führen. Kontaktkorrosionen belasten die Qualität der Verbindung.

Hochfeste Aluminiumschrauben aus dem Arnold Alufast[®]-Programm sind die bewährte Antwort auf die genannten Herausforderungen. Alufast[®]-Verbindungselemente zeichnen sich durch die Wahl der geeigneten Aluminiumlegierung in Verbindung mit einer exakt abgestimmten Wärmebehandlung der Schrauben aus. Besonders für die Verschraubung von Magnesiumkomponenten unter korrosiver und thermischer Belastung eignen sich Alufast[®]-Produkte. Die Al 6056-Legierung und eine angepasste Wärmebehandlung gewährleisten die prozesssicheren Festigkeits- und Dehnungseigenschaften der Schraube. Während Stahlschrauben extrem große Kopfauflagen bei Magnesiumverbindungen benötigen, reicht bei Alufast[®] ein Standarddesign.

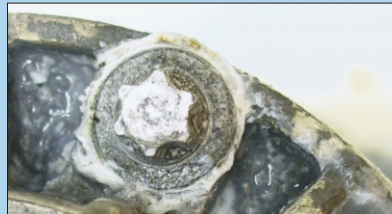
**Effective
Programme**



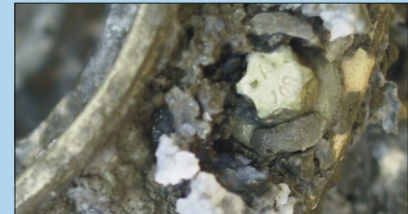
**Experience
the Difference!**

**Stabile mechanische
Eigenschaften**

Zusätzlich überzeugt Alufast[®] durch gute Kontaktkorrosionseigenschaften gegen Magnesium. Geringere Potentialdifferenzen bieten deutlich reduzierte Korrosionspotentiale gegenüber der Stahlvariante (Bild 2). Die mechanischen Eigenschaften der Schrauben sind bei Langzeitbelastung bis zu einer Temperatur von ca. 150 Grad Celsius nahezu stabil. Kurzfristig höhere Temperaturen bis ca. 180 Grad Celsius sind ebenfalls unkritisch. Alufast[®]-Schrauben können in Verbindung mit üblichen Magnesiumdruckgusslegierungen – wie beispiels-



Verschraubung Magnesiumgehäuse (Az91 HP) mit Alufast[®]-Schrauben 6056: Keine signifikanten Korrosionserscheinungen im Umfeld der Schraubverbindung



Verschraubung Magnesiumgehäuse (Az91 HP) mit Stahlschraube – M8-10.9 mit Zinklamellenbeschichtung +Versiegelung: starke Mg-Auflösung im Umfeld der Schraubverbindung

Bild 2

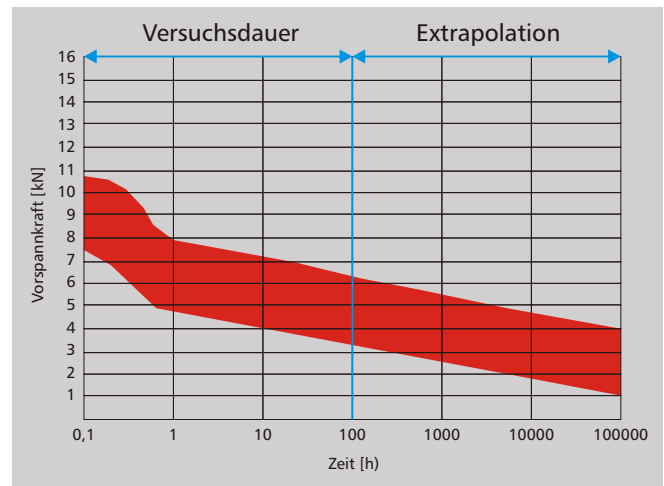
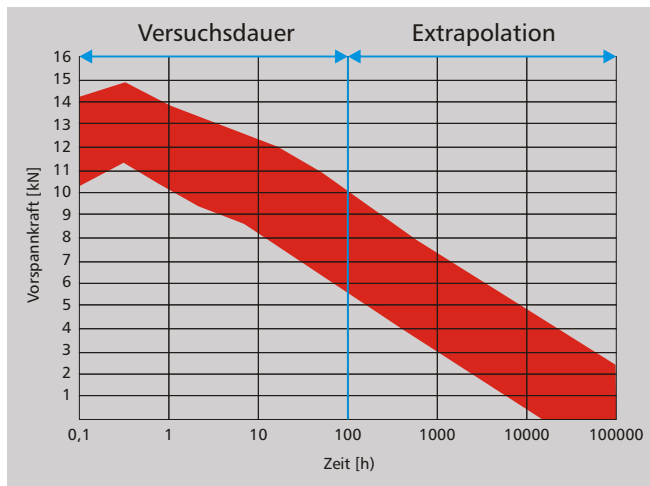


Bild 3

weise Az91 HP – blank eingesetzt werden. Sie benötigen keine weitere Oberflächenbeschichtung. Die Korrosionsbeständigkeit der Teile bleibt über die gesamte Betriebsdauer stabil.

Geringe Vorspannkraftverluste

Relaxationsvorgänge insbesondere in den verschraubten Magnesiumteilen können speziell an temperaturbelasteten Verbindungsstellen zu Vorspannkraftverlusten führen. Das Risiko resultiert aus dem um den Faktor zwei höheren Ausdehnungskoeffizienten von

Magnesium gegenüber Stahl. Vor allem die in Einsatzbereichen wie Motor und Getriebe herrschenden Objekttemperaturen von - 30°C bis zu 150°C führen bei der Schraubenverbindung zu Temperaturunterschieden bis zu 180°C. Daraus resultiert bei den hohen Temperaturen bei Verwendung von Stahlschrauben zunächst eine thermisch induzierte Zusatzbelastung der Schraubenverbindung, welche dann in der Regel zur Relaxation (bis hin zu Plastifizierungen) des Magnesiums führen. Diese Relaxationserscheinungen im Magnesium (ins-

besondere Gewinde, Schraubenkopfauf- lage) führen dann bereits zu einem Vorspannkraftabfall während höherer Betriebstemperaturen. Jedoch bei Abkühlung (z.B. Fahrtbeginn im Winter) ändert sich die Dicke des geklemmten Magnesiumteiles thermisch bedingt stärker, als die Stahlschraubelänge. Dies hat zur Konsequenz, dass bei Verwendung von Stahlschrauben eklatante Vorspannkraftverluste auftreten können, die unter Umständen dann zum Versagen der Verbindung führen können. Alufast[®]-Schrauben weisen bedingt

**Effective
Programme**



**Experience
the Difference!**

Gewichtvergleich Al-Schrauben (Leg. 6056) zu St-Schrauben bei konstruktiver Auslegung für Mg-Gehäuse									
Werkst.	Durchm.	Länge	Schraubenkopf	ET erf.	ET [mm]	Klemmdicke [mm]	m Schraube [g]	m - Al-Topf [g]	m ZSB-Schraube [g]
St	M8	35	Außentorx	2,7 x d	21,6	10	17,9	1,87	19,77
Al	M8	20	Außentorx	1,2 x d	9,6	10	4,8		4,8
Gewichtersparnis Al-Schraube ggü.St-Schraube mit Al-Topf :									14,97

Grafik 2: Gewichtvergleich Al-Schrauben (Leg- 6056) zu St-Schrauben bei konstruktiver Auslegung für Mg-Gehäuse

durch das ähnliche thermische Ausdehnungsverhalten einen deutlich geringeren Vorspannkraftverlust bei Temperaturschwankungen auf, als herkömmliche Stahlschrauben, was sie speziell für den Einsatz in wärmebelasteten Bereichen auszeichnet (Bild 3).

Aluminiumschrauben des Typs Alufast® sind dreimal leichter, als die Stahl-Alternative. Die Gewichtersparnis bei einer Getriebeapplikation von 20 Schrauben pro Getriebe kann bis zu 340 Gramm betragen. Die Gewichtsreduktion kann zusätzlich gesteigert werden, da bei der Verwendung der Alufast®-Verschraubung eine deutlich geringere Dimensionierung der Schraube gewählt werden kann, ohne qualitative Verluste hinnehmen zu müssen (Grafik 2).

Fazit:

Vor allem bei der Verbindung von Gehäuseteilen, Trägern und Versteifungskomponenten aus Magnesium spielen die Alufast®-Schrauben von Arnold ihre Vorteile aus. Die Verschraubungssicherheit ist vor allem bei optimalen Werkstoffpaaren vor allem unter Wärmeeinfluss deutlich höher. Unter thermischer und korrosiver Belastung haben sich die Alufast®-Schrauben besonders bewährt. Sie erreichen prozesssicher hohe Festigkeits- und Dehnungseigenschaften bei gleichzeitig guten Korrosionseigenschaften. Der Gewichtsvorteil führt vor allem bei großen Mengengerüsten – wie beispielsweise bei der Getriebefertigung – zu Einsparpotentialen mehrerer Tonnen Stahl pro Jahr.

Ihr Ansprechpartner:

ARNOLD UMFORMTECHNIK
 GmbH & Co. KG
 Michael Pult
 Leiter Marketing & Communications
 Master of Science (MSc)/
 Diplom-Betriebswirt (FH)
 Carl-Arnold-Strasse 25
 D-74670 Forchtenberg-Ernsbach
 Tel.: ++49 (0)7947/821-170
 Fax: ++49 (0)7947/821-195
 Mobil: ++49(0)160/98908602
 mail: michael.pult
 @arnold-umformtechnik.de
 web: www.arnold-umformtechnik.de