

RIBE®

VERBINDUNGSTECHNIK



RIBE-ALUFORM®
MIT LEICHTIGKEIT VERBINDUNGEN SCHAFFEN



Leichtmetalle werden in allen Bereichen der Technik immer häufiger eingesetzt und verlangen dementsprechend auch nach werkstoffangepassten Verbindungen.

Verbindungselemente aus Aluminiumlegierungen bieten in Verbindung mit Magnesium oder Aluminium deutliche Vorteile gegenüber Stahlschrauben. Dazu zählen unter anderem erhebliche Gewichtsvorteile, die hohe Festigkeit der Verbindung, die Vermeidung von galvanischer Korrosion und deutliche Kosteneinsparungspotenziale.

RIBE® ist mit Aluform®-Schrauben Marktführer im Segment der Aluminium-Schrauben. Aufgrund unserer technischen Innovationen, der langjährigen Erfahrung und der weltweit einzigartigen, speziell für Aluminiumlegierungen entwickelten Wärmebehandlung und Oberflächentechnik, sind RIBE-Aluform®-Schrauben heute bei vielen Anwendungen im Automobilbau vertreten. Ihren Haupteinsatz finden RIBE-Aluform®-Schrauben dabei im Getriebe- und Motorenbau.



Leichte Verbindungen

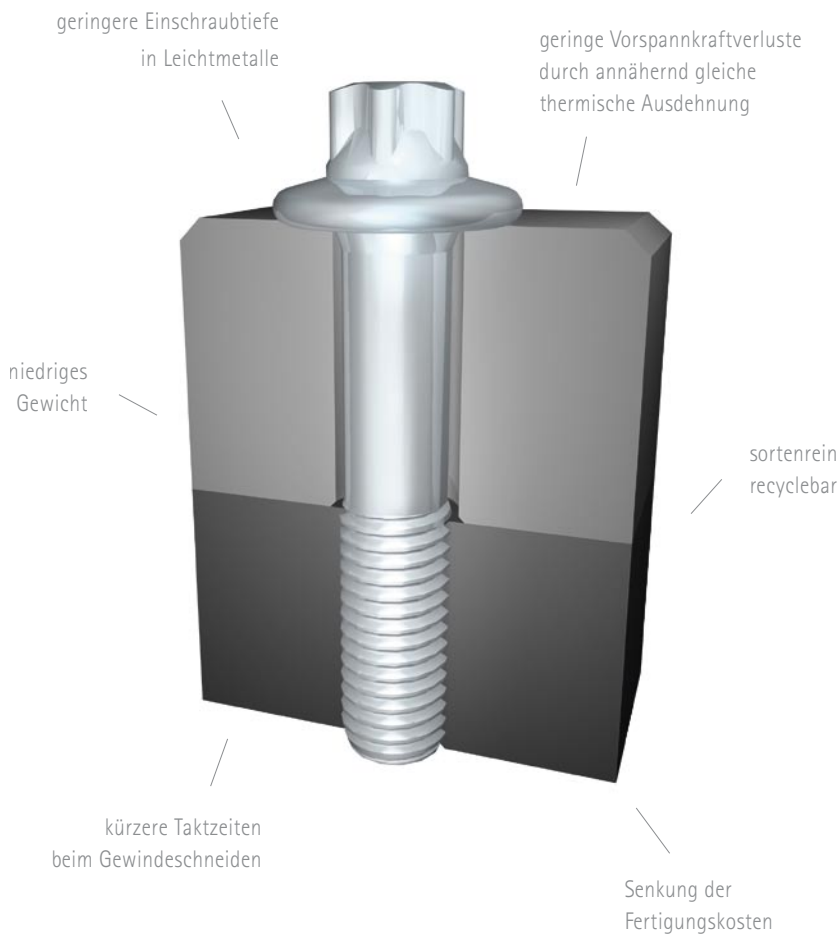
Die RIBE-Aluform®-Schraube ist um ca. 65 % leichter als eine Stahlschraube gleicher Geometrie. Zusätzliche Gewichtsvorteile ergeben sich durch die geringere Einschraubtiefe und den dadurch reduzierten Werkstoffeinsatz an der Verbindungsstelle. So lassen sich zum Beispiel bei einem Getriebe durch den Einsatz von RIBE-Aluform®-Schrauben bis zu 500 g Gewicht einsparen. Diese Gewichtersparnis bedeutet niedrigere Massenkräfte, geringeren Energiebedarf, Freiraum für andere Bauteile, Kräfte- und Gewichtsreduzierung an anderen Komponenten sowie leichteres Handling.



Die Vorteile der RIBE-Aluform®-Schraube

Aluminium, Magnesium und die RIBE-Aluform®-Schraube verhalten sich bei Temperaturänderungen aufgrund ihrer annähernd gleichen Ausdehnungskoeffizienten sehr ähnlich. Die Qualität der Verbindung bleibt daher auch bei erhöhten Betriebstemperaturen nahezu unverändert.

Durch diese Vorteile werden die etwas höheren Herstellkosten der RIBE-Aluform®-Schraube mehr als nur ausgeglichen. Die vorbildlichen Gebrauchseigenschaften von RIBE-Aluform® sind das Ergebnis umfangreicher Entwicklungsarbeiten und Tests in Zusammenarbeit mit zahlreichen Anwendern.



RIBE-Aluform® ist hier im Einsatz:



DAIMLERCHRYSLER



GETRAG



RIBE-Aluform®
LEICHT, FEST, DAUERHAFT

Beste mechanische Eigenschaften

RIBE-Aluform®-Schrauben werden aus einer speziellen Al-Mg-Si-Cu-Legierung hergestellt. Durch eine optimale Wärmebehandlung werden hohe mechanische Festigkeit mit guter Duktilität und hoher Korrosionsbeständigkeit verbunden.

Für die RIBE-Aluform®-Schrauben kommt eine speziell entwickelte und weltweit einzigartige Ofentechnologie zum Einsatz, die höchste mechanische Eigenschaften bei gleichzeitig minimalen Streuungen garantiert.

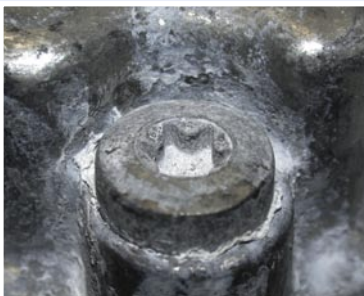
Auf Kundenwunsch ist es zudem möglich, sowohl Zugfestigkeit als auch Dehngrenze innerhalb des angegebenen Wertefensters auf definierte Bereiche einzugrenzen, z.B. Zugfestigkeit 400 – 420 MPa, 420 – 440 MPa oder > 440 MPa. Dadurch können RIBE-Aluform®-Schrauben ideal auf die unterschiedlichen Anwendungsfälle angepasst werden.



Korrosionsstabile Verbindungen

Die RIBE-Aluform®-Schrauben sind aufgrund ihres sehr ähnlichen elektrochemischen Potenzials ideal für Leichtmetallverbindungen aus allen gängigen Aluminium- und Magnesiumlegierungen geeignet.

Im Gegensatz zur Stahlschraube kann fast immer auf zusätzliche Korrosions- und Oberflächenschutzmaßnahmen verzichtet werden. Insbesondere bei Magnesiumbauteilen lassen sich hierdurch deutliche Kostenreduktionen realisieren, da die bei der Stahlschraube notwendigen Oberflächenversiegelungen oder Unterlegscheiben zur Vermeidung von Kontaktkorrosion überflüssig werden.



RIBE-Aluform®-Magnesiumgehäuse-Verbindung vor und nach einem 24h Salzsprühnebeltest

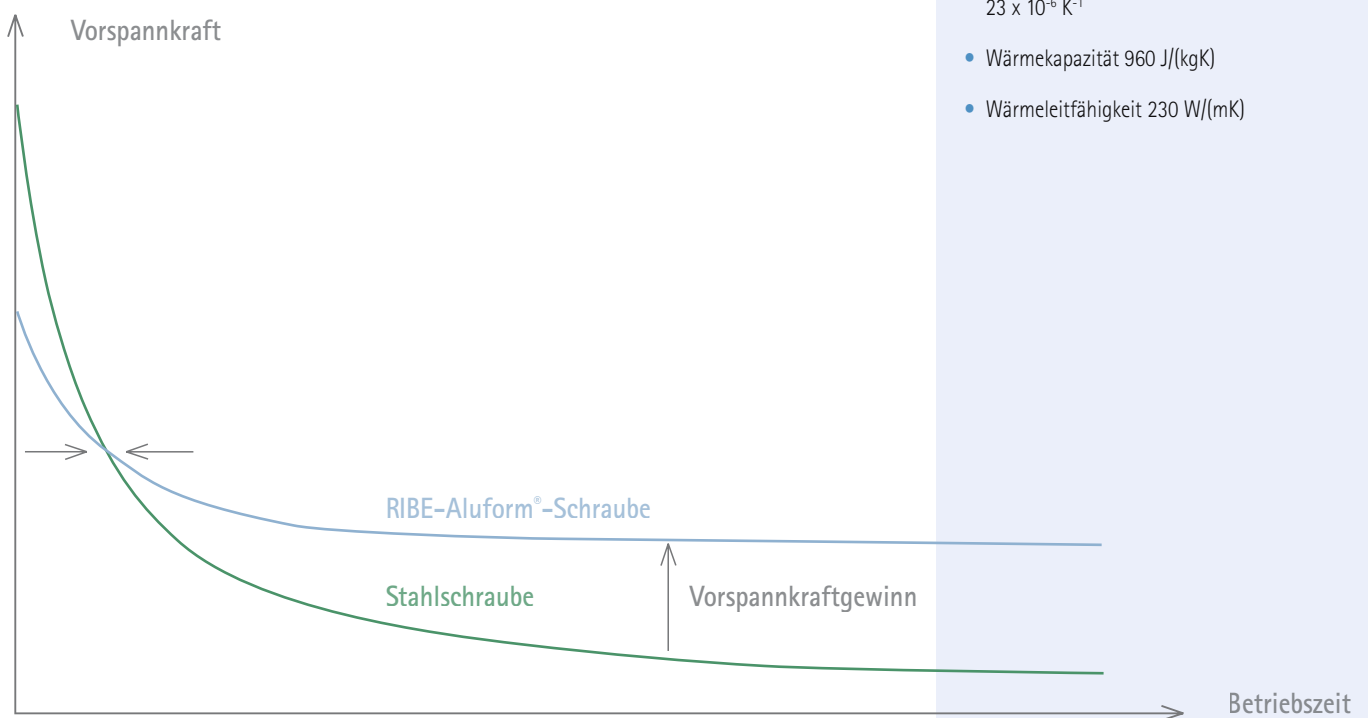
Weiterhin ist die eingesetzte Legierung nicht sensibel für Spannungsrisskorrosion; dies ist bei Schrauben – als zugbeanspruchte, gekerbte Bauteile – von höchster Bedeutung.

Thermisch stabile Verbindungen

Leichtmetalle haben einen großen Temperaturexpansionskoeffizienten. Werden Aluminium- oder Magnesiumbauteile mit einer Stahlschraube verbunden, deren Temperaturexpansionskoeffizient erheblich niedriger liegt, so kommt es bei Erwärmung zu einer hohen Schraubenzusatzkraft, die zu plastischen Verformungen in den niedrigfesten Bauteilen führen kann.

Nach wenigen Temperaturzyklen stellt sich bereits ein großer Vorspannkraftverlust in der Verbindung ein. Die Verbindung wird instabil, die Betriebssicherheit ist gefährdet.

Die RIBE-Aluform®-Schraube verfügt hingegen über einen annähernd gleichen Ausdehnungskoeffizienten wie die zu verbindenden Magnesium- und Aluminiumteile, die thermisch bedingte Vorspannkraftzunahme ist äußerst gering, Relaxationsvorgänge werden drastisch verringert.



Relaxation von Stahlschraube und RIBE-Aluform®-Schraube bei Magnesium-Bauteilen und erhöhten Temperaturen

Eigenschaften von RIBE-Aluform®

- Aluminiumlegierung auf Basis Al-Mg-Si-Cu
- Dehngrenze 350 MPa bis 400 MPa
- Zugfestigkeit 400 MPa bis 450 MPa
- Bruchdehnung A5 (Probestab) mind. 10 %
- Bruchdehnung Ganzschraube mind. 6 % (Klemmlänge 2d)
- Betriebstemperatur bis 150 °C, kurzzeitig bis 180 °C
- Dichte 2,7 g/cm³
- Elastizitätsmodul 70000 MPa
- linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Wärmekapazität 960 J/(kgK)
- Wärmeleitfähigkeit 230 W/(mK)

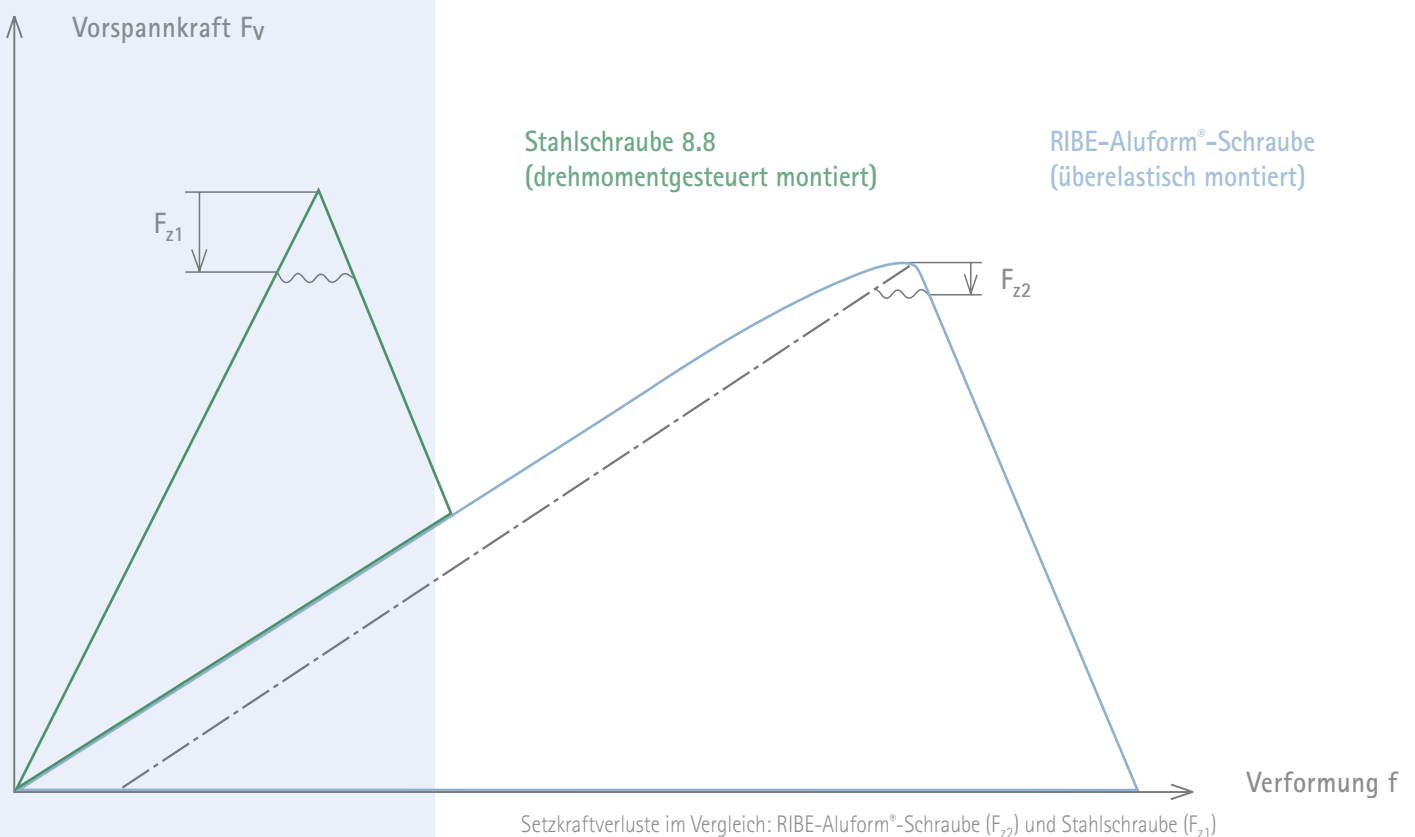
Betriebsgünstige Verbindungen

Aufgrund des geringen E-Moduls von Aluminium ($E_{Al} = 70000 \text{ MPa}$; im Vergleich dazu Stahl: $E_{St} = 210000 \text{ MPa}$) erzeugt die Aluminiumschraube sehr nachgiebige Verbindungen, die bei Stahlschrauben annähernd nur mit dünn-schaftigen Dehnschrauben erzielt werden können.

Die große Nachgiebigkeit bewirkt bei Anliegen einer Betriebskraft eine deutlich geringere Schraubenzusatzkraft. Dies ist besonders vorteilhaft bei schwingenden Beanspruchungen.

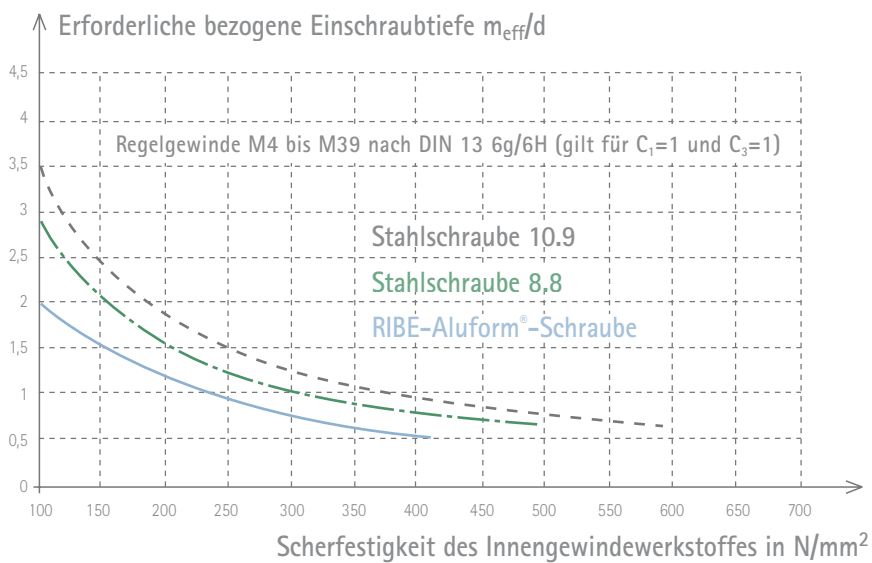
Die nachgiebige Verbindung weist zudem bei Setz- und Kriechvorgängen einen geringeren Vorspannkraftverlust auf. Dies erhöht die Zuverlässigkeit der Verbindung bei der Montage und im Betrieb.

Der geringe E-Modul bei RIBE-Aluform®-Schrauben bedeutet eine bessere Oberflächenanpassung in der Kopfauflage und an den Gewindeflanken, was niedrigfeste verspannte Teile schont, indem Spannungsspitzen vermindert werden.

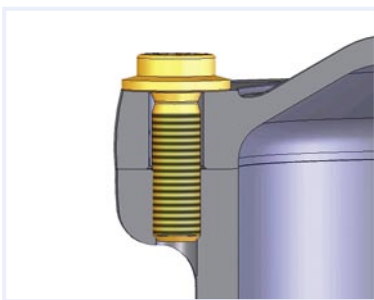


Einschraubtiefe sparen mit RIBE-Aluform®

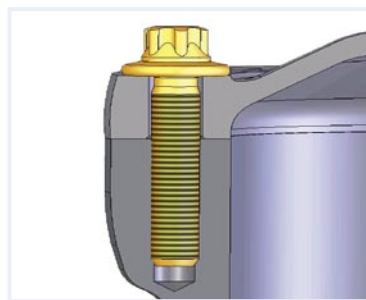
Die konstruktive Auslegung von Schraubenverbindungen muss so gestaltet sein, dass auch bei höchstmöglichen Zugkräften das Muttergewinde nicht ausreißt. Moderne Montageverfahren erfordern zudem einen überelastischen Anzug, um ein konstantes Vorspannkraftniveau bei minimierter Streuung zu garantieren. Konventionelle Stahlschrauben erlauben dabei hohe Zugkräfte und entsprechend groß muß demzufolge auch die Einschraubtiefe sein.



Bei niedrigfesten Materialien, wie z.B. Magnesium, ist diese Einschraubtiefe besonders groß. Ganz anders bei der RIBE-Aluform®-Schraube: Sie ermöglicht eine besonders geringe Einschraubtiefe in Aluminium und Magnesium. Daraus resultiert ein geringerer Materialeinsatz, kürzere Taktzeiten beim Gewindeschneiden, kompaktere Bauweise und mehr Gestaltungsspielraum für den Konstrukteur.



RIBE-Aluform®-Schraube



Stahlschraube



Geometrische Ausführungen

Alle gebräuchlichen Schraubengeometrien sind auch bei RIBE-Aluform® möglich. Wegen der geringeren Flächen- und Kantenpressung bei der Drehmomentenübertragung empfehlen wir Kopfformen mit Außen- und Innensechsrund-Kraftangriffen.

RIBE-Aluform®-Schrauben sollten zur Verringerung der Flächenpressung in der Kopfauflage, wo immer möglich, als Bundschraube ausgeführt werden.

RIFIXX®, die RIBE® Schrauben-Hülse-Kombination mit deutlichen Vorteilen bei Montage und Logistik, ist ebenfalls als RIBE-Aluform® RIFIXX® lieferbar.



Oberflächen

RIBE-Aluform®-Schrauben sind mit folgenden Oberflächen lieferbar:

- blank, als preiswerte, wärmebehandelte Oberfläche ohne besondere optische Ansprüche
- blank, aufgehellt, bei erhöhten optischen Anforderungen
- hartanodisiert, für höchste mechanische Belastbarkeit der Oberfläche
- gelb chromatiert, mit verbesserten Korrosionseigenschaften
- farbig eloxiert, für dekorative Zwecke und zusätzlichen Korrosionsschutz
- mit allen gängigen dichtenden und klebenden Gewindegewindesicherungssystemen
- mit farbiger Kopfmarkierung zur sicheren Unterscheidung von konventionellen Schrauben



Weitere Oberflächenbehandlungen sind nach Absprache möglich, z.B. schwarze, andersfarbige oder anodisierte Oberflächen.

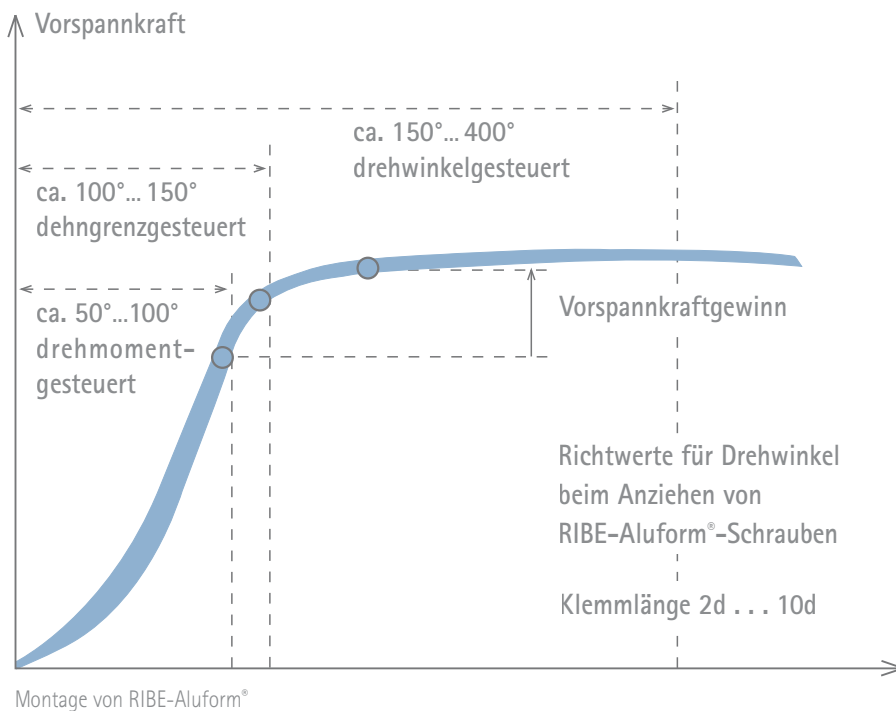
Bei Sonderoberflächen sind Auswirkungen auf die mechanischen und korrosiven Eigenschaften zu prüfen.

Montageeigenschaften

Das Diagramm zeigt den Zusammenhang von Vorspannkraft und Drehwinkel bei einer Schraubenverbindung im dargestellten Klemmlängenbereich. Ein dehn- grenzgesteuertes Anziehen sichert die Wiederverwendbarkeit der Schraube bei gleichzeitig hohen Vorspannkraften. Ein drehwinkelgesteuertes Anziehen ist bei RIBE-Aluform®-Schrauben wegen der großen Gleichmaßdehnung ebenso möglich. Für den Anwender sind dabei die hohen Vorspannkraften von Vorteil.

RIBE-Aluform®-Schrauben sind einsetzbar bis 150 °C, kurzzeitig bis 180 °C.

Der größeren Kerbempfindlichkeit bei Aluminium-Schrauben wirkt ein besonders gestalteter Kopf-Schaft-Übergang entgegen und verhindert Kopfbrisse bei Überlast. Die RIBE-Aluform®-Schraube passt trotzdem in Bohrungen üblicher Durchmesser- toleranz.



Drehwinkel

Größen, Oberflächen und Kraftangriffe der RIBE-Aluform®

Größen	M4 - M20
Oberflächen	<ul style="list-style-type: none"> • blank • blank, aufgehellt • hartanodisiert • gelb chromatiert • farbig eloxiert • mit allen gängigen dichtenden und klebenden Gewindegewindesicherungssystemen
Kraftangriffe	



Richtwerte für Anziehmomente und Vorspannkräfte bei RIBE-Aluform®

Die Tabelle enthält nur Richtwerte, da bei der Montage bis zur Dehngrenze oder darüber hinaus die jeweils vorliegende Schraubenfestigkeit, die Steifigkeit der Verbindung, die Klemmlänge sowie örtliche Reibungsverhältnisse Einflussparameter sind.

Für eine prozesssichere Verbindung mit hohen Vorspannkräften ist eine Reibzahlabstimmung nötig. Dazu werden RIBE-Aluform®-Schrauben mit einem griff-trockenen Gleitfilm versehen.



Richtwerte für Schrauben mit Mindestdehngrenze 350 MPa, Regelgewinde 6g und Bundkopf, Auflagedurchmesser jeweils 2d

Abmessung	Mindestbruchdrehmoment M_B (Nm)	Mindestbruchzugkraft $R_{m,min} \cdot A_{s,min}$ (kN)	Reibungszahl μ_{ges} (-)	Anziehmoment* M_A (Nm)	Fügemoment** M_F (Nm)	Vorspannkraft*** F_M (kN)
M5	4,0	5,3	0,08	3,6	2,4	5,1
			0,12	4,2	2,9	4,8
			0,16	4,9	3,3	4,6
M6	6,7	7,5	0,10	6,0	4,1	7,1
			0,13	7,1	4,9	6,8
			0,16	8,2	5,6	6,5
M7	11	11	0,10	9,8	6,7	10
			0,13	12	8,2	9,9
			0,16	14	9,4	9,5
M8	16	14	0,10	15	10	13
			0,13	17	12	12
			0,16	20	14	11
M9	28	18	0,10	21	15	17
			0,13	25	18	16
			0,16	29	20	15
M10	33	22	0,10	28	20	21
			0,13	34	24	20
			0,16	40	27	19
M11	47	27	0,10	39	27	26
			0,13	47	32	25
			0,16	54	37	24
M12	58	32	0,10	50	34	30
			0,13	60	41	28
			0,16	70	48	26
M14	94	44	0,10	79	54	41
			0,13	95	65	39
			0,16	110	76	37
M16	152	60	0,10	121	83	56
			0,13	147	101	54
			0,16	171	117	52

* Angaben gelten für ein Anziehen bis zur Dehngrenze; Werte für drehmomentgesteuertes Anziehen $\times 0,9$

** Angaben gelten für drehwinkelgesteuertes Anziehen; Zusatzdrehwinkel $\theta = 90^\circ$ für Klemmlänge 1d bis 5d; $\theta = 180^\circ$ für Klemmlänge über 5d

***erreichbares Niveau beim drehwinkelgesteuerten Anziehen; Kräfte beim dehngrenzgesteuerten Anziehen $\times 0,9$; Kräfte beim drehmomentgesteuerten Anziehen $\times 0,8$ (90%ige Ausnutzung der Dehngrenze)

RIBE-Aluform®
LEICHT, FEST, DAUERHAFT

RIBEF[®]

MADE TO **fit**

Richard Bergner Verbindungstechnik GmbH & Co. KG
Bahnhofstr. 8-16 · 91126 Schwabach · Deutschland · Telefon 0 91 22 / 87-0 · Telefax 0 91 22 / 87-1503
E-mail Verbindungstechnik@ribe.de · Internet www.ribe.de

A member company of

"Connecting The World"