

ESKA®

Aludrive®

Hochfeste Aluminiumschrauben für
gewichtsoptimierte Leichtbaukonstruktionen



Optimale mechanische und physikalische Eigenschaften

Aludrive®-Schrauben werden in Serie aus der ursprünglich für die Luftfahrt entwickelten AlMgSiCu-Legierung AA-6056 hergestellt. Durch eine optimierte Abfolge von Kaltumformung und exakter kontinuierlicher Wärmebehandlung werden Verbindungselemente mit maximaler Festigkeit bei geringster Streuung und gleichzeitig guter Duktilität und hoher Korrosionsbeständigkeit bereitgestellt.

ESKA®

Aludrive®

Der zunehmende Einsatz von Aluminium- und Magnesiumlegierungen in allen Bereichen der Technik und insbesondere im Automobilbau erfordert zunehmend intelligente Lösungen auch im Bereich der Verbindungstechnik.

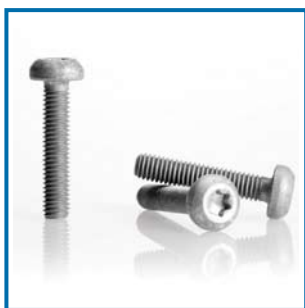
Hochfeste Verbindungselemente aus Aluminiumlegierungen bieten dabei deutliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Stahlschrauben. Neben dem reinen Gewichtsvorteil sind dies die erhöhte Sicherheit der Verbindung gegenüber Vorspannkraftverlusten, die Vermeidung galvanischer Korrosionsprozesse auch ohne Beschichtungen und deutliches Kosteneinsparungspotenzial bei Betrachtung der gesamten Verbindungskosten.

ESKA ist durch langjährige Erfahrung auf dem Gebiet der komplexen Kaltumformung sowie der Spezialisierung auf anwendungstechnische Sonderlösungen DER kompetente Partner für die Einführung und Serienversorgung Ihrer Fertigung mit hochfesten Aluminiumschrauben. Durch exakte Prozessführung in der gesamten Produktionsphase und insbesondere den Einsatz einer kontinuierlich arbeitenden Wärmebehandlungsstraße auf dem neuesten Stand der Technik bieten Aludrive®-Schrauben beste mechanische Eigenschaften. Daher sind Aludrive®-Schrauben bereits seit geraumer Zeit im Getriebe- und Motorenbau namhafter Automobilhersteller im Serieneinsatz.

Eigenschaften

- hochfeste Aluminiumlegierung **AA-6056** (AlMgSiCuMn) im warmausgehärteten T6 – Zustand
- **Zugfestigkeit R_m**: 420 – 440 MPa
- **Dehngrenze R_{p0,2}**: 360 – 380 MPa
- **Bruchdehnung A**: > 8 % (Prüfung an Ganzschraube mit Klemmlänge 2 x d)
- **Bruchdehnung A5**: > 10 % (Prüfung an abgedrehtem Probestab mit Prüflänge 5 x d)
- max. **Anwendungstemperatur**: 150° C, kurzzeitig < 10 h bis 180° C
- **Dichte**: 2,7 g/cm³
- **E-Modul** (Grundwerkstoff): 70 GPa
- **linearer thermischer Ausdehnungskoeffizient** (Grundwerkstoff): 23*10⁻⁶ K⁻¹

Aufgrund der speziellen Wärmebehandlungskapazitäten können Dehngrenze und Zugfestigkeit bei Bedarf auf Sonderwerte eingeschränkt werden, so dass auf Kundenwunsch auch anwendungsspezifische Eigenschaftsprofile erfüllt werden.





Thermische Stabilität / Korrosion

Thermische Stabilität

Leichtmetalle weisen einen im Vergleich zu Stahl hohen thermischen Ausdehnungskoeffizienten auf. Dies führt bei Schraubverbindungen aus entsprechenden Komponenten mit Stahlschrauben bei Erwärmung zu hohen zusätzlichen Druckspannungen auf die verbundenen Bauteile. Dabei kann es bei niedrigfesten oder kriechanfälligen Werkstoffen (z. B. gängige Magnesiumlegierungen) zu irreversiblen plastischen Verformungen kommen, die nach dem Abkühlen zu deutlich verringerten Restklemmkraften führen (Relaxation).

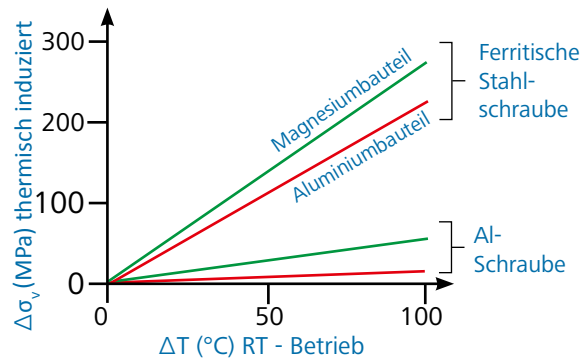
So kann es bereits nach wenigen Temperaturzyklen zu großen Vorspannkraftverlusten kommen, welche die Betriebssicherheit der Verbindung gefährden.

ESKA Aludrive®-Schrauben haben dagegen einen nahezu identischen Ausdehnungskoeffizienten wie die verschraubten Bauteile aus Aluminium oder Magnesium. Somit ist die Zunahme der Vorspannkraft bei Temperaturerhöhung deutlich reduziert, Relaxationsvorgänge werden signifikant verringert.

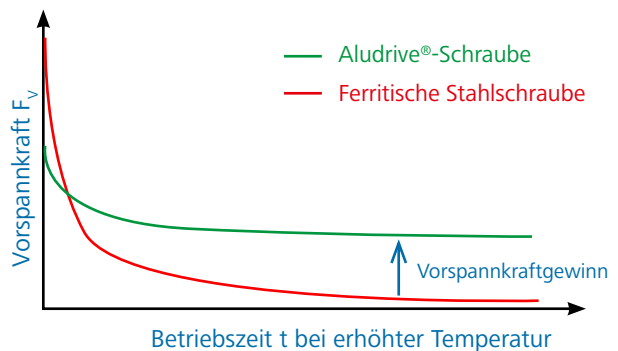
Korrosionsstabilität

Aludrive®-Schrauben von ESKA sind grundsätzlich für Verbindungspartner aus allen gängigen Aluminium- und Magnesiumlegierungen geeignet. Aufgrund ihres ähnlichen elektrochemischen Potenzials und der speziellen Zusammensetzung tritt im wärmebehandelten Zustand keine nennenswerte Kontaktkorrosion auf. Somit kann im Gegensatz zu herkömmlichen Stahlschrauben fast immer auf zusätzliche Oberflächenbeschichtungen der Verbindungselemente oder andere Maßnahmen wie z. B. Unterlegscheiben verzichtet werden. Dies erlaubt speziell bei Magnesiumbauteilen eine deutliche Reduzierung der sonst üblichen Korrosionsschutzkosten.

Selbstverständlich ist die eingesetzte Serienlegierung vollkommen beständig hinsichtlich Spannungsrisskorrosion. Diese Eigenschaft hat bei Verbindungselementen als dauerhaft auf Zug belastete, gekerbte Bauteile oberste Priorität.



Schematischer Verlauf der durch Temperaturunterschiede induzierten Zusatzspannungen in einem Leichtmetallschraubverbund in Abhängigkeit der Komponenten- und Schraubenwerkstoffe



Schematischer Verlauf der Restvorspannkraft in einem Magnesium- oder Aluminiumschraubverbund in Abhängigkeit des Schraubenwerkstoffes bei zunehmender Betriebszeit unter erhöhter Temperatur



Montageverfahren und Montagerichtwerte

Montageverfahren und Montagerichtwerte

Aludrive®-Schrauben werden in der Praxis überelastisch montiert, um die Schraubenfestigkeit stets optimal auszunutzen. Gängiges Verfahren ist dabei der Drehmoment-Drehwinkel-Anzug, in einzelnen Fällen auch eine streckgrenzgesteuerte Montage. Hierdurch können die bei reiner Drehmomentmontage aufgrund unterschiedlicher Reibungsverhältnisse entstehenden Vorspannkraftstreuungen vermieden werden.

Die folgende Tabelle enthält Richtwerte für Drehmoment-Drehwinkel-Montagen ohne explizite Berücksichtigung anwendungsspezifischer Besonderheiten wie Steifigkeit der gesamten Verbindung, Klemmlänge oder örtliche Reibungsverhältnisse. Die tatsächliche Montagevorschrift ist daher stets am realen Anwendungsfall zu überprüfen. Hierbei unterstützt Sie bei Bedarf unsere Anwendungstechnik mit Montageversuchen und Vorspannkraftmessungen.

Randbedingungen:

Reibwertfenster 0,09 – 0,15 / Streuung Montageverfahren $\pm 15\%$

Dehngrenze Schraube: Mindestdehngrenze $R_p 0,2 \text{ min} = 350 \text{ MPa}$

* Bruchdrehmoment bei reiner Torsionsbelastung der Schraube

** Fügoment für Drehmoment–Drehwinkel–gesteuertes Anziehen; Drehwinkel $\alpha = 90^\circ$ für freie Klemmlängen von 1 – 4x Schraubendurchmesser (unverbindlicher Richtwert)

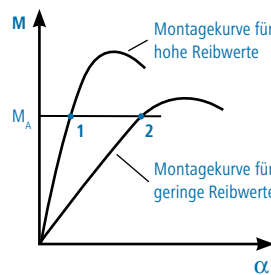
Drehwinkel $\alpha = 180^\circ$ für freie Klemmlängen von 4 – 8x Schraubendurchmesser (unverbindlicher Richtwert)

*** minimal erreichbares Niveau bei Drehmoment–Drehwinkel–Montage im angegebenen Reibwertfenster

Hinweis: Die angegebenen Werte beruhen auf allgemeinen analytischen Berechnungen. Im konkreten Anwendungsfall müssen diese experimentell verifiziert werden!

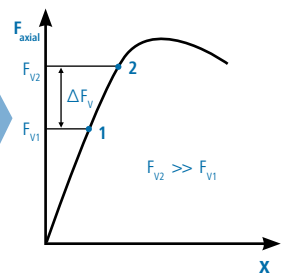
Montagekurve

Drehmoment M v. Drehwinkel α



Axiale Kraftkurve

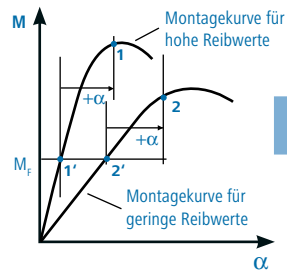
Axiale Vorspannkraft F v. axiale Verlängerung x



Zusammenhang von Montagekurve und axialem Vorspannkraftverlauf bei Drehmomentmontage mit unterschiedlichen Reibwertverhältnissen.

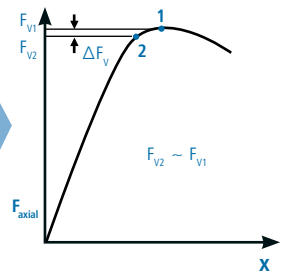
Montagekurve

Drehmoment M v. Drehwinkel α



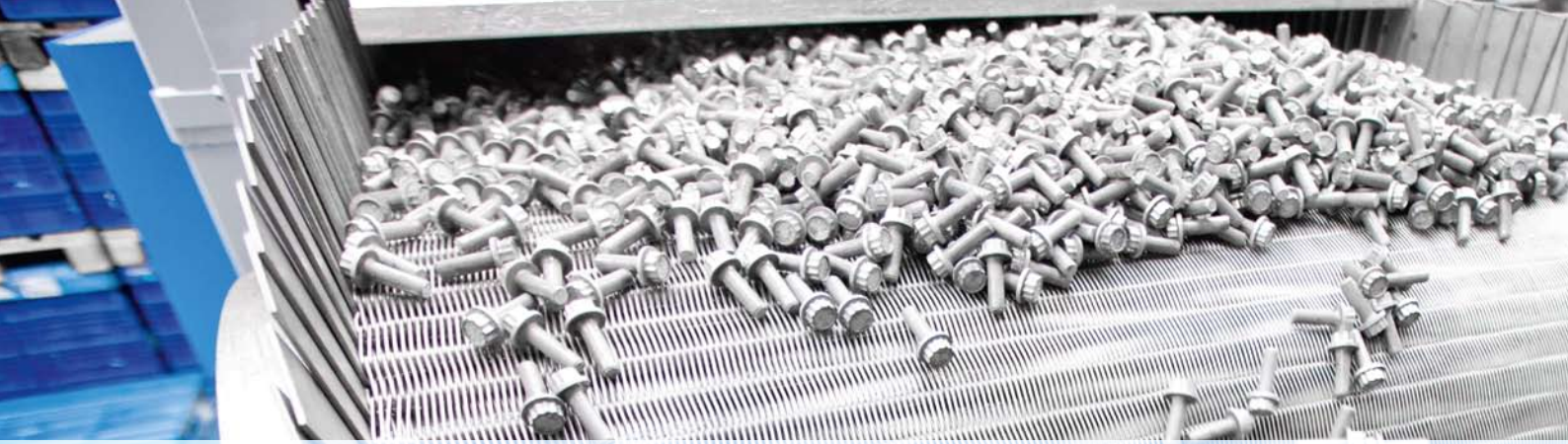
Axiale Kraftkurve

Axiale Vorspannkraft F v. axiale Verlängerung x



Zusammenhang von Montagekurve und axialem Vorspannkraftverlauf bei Drehmoment–Drehwinkel–Montage mit unterschiedlichen Reibwertverhältnissen.

Abmessung	Mindestbruchdrehmoment M_B (Nm)*	Mindestbruchzugkraft F_B (kN)	Fügoment M_F (Nm) **	Minimale Vorspannkraft F_V (kN)***
M5	4,0	5,6	2,5	4,6
M6	6,7	8,0	4,1	6,5
M7	11	11,0	6,7	9,5
M8	16	14,2	10,0	11
M9	28	18,0	14,5	15
M10	33	22,1	19,5	19
M11	47	27,2	27,0	24
M12	58	33,5	34,0	26
M14	94	45,9	55,0	37



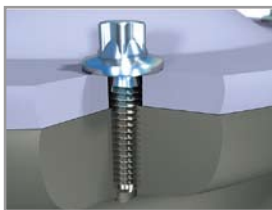
Einschraubtiefe / Betriebssicherheit / Geometrien / Oberflächen

Einschraubtiefe

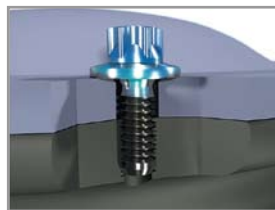
Bei der Gestaltung einer Schraubverbindung gilt der Grundsatz, dass auch bei Überlastung der Verbindung nicht das Muttergewinde ausreißt, sondern ein Bruch im Bereich der freien Schraubenklemmlänge auftritt. Weiter werden zunehmend überelastische Montageverfahren eingesetzt, um ein gleichmäßig hohes Vorspannkraftniveau sicherzustellen, wodurch bei konventionellen Stahlschrauben entsprechend große Zugkräfte entstehen. Dies erfordert bei den niedrigsten Leichtmetallen entsprechend hohe Einschraubtiefen, insbesondere bei Magnesiumwerkstoffen. Durch den Einsatz von Aludrive®-Schrauben können diese minimalen Einschraubtiefen nun deutlich reduziert werden. Dies hat eine Reihe von technischen und wirtschaftlichen Vorteilen zur Folge:

- signifikant verringerter Materialeinsatz bei Bauteilkonstruktion im Bereich der Muttergewinde
- kürzere Taktzeiten beim Einbringen der Muttergewinde
- kompaktere und dadurch leichtere Bauweisen
- höherer Gestaltungsspielraum für den Konstrukteur
- Einsatz kürzerer Schraubengewindelängen

Stahl 8.8 M8



Aluminium Al9 M8



Betriebssicherheit

Bei Montage in Leichtmetallbauteilen erzeugt der im Vergleich zu Stahlschrauben um Faktor drei geringere E-Modul der Aludrive®-Schrauben deutlich nachgiebigere Verbindungen, wie sie sonst beispielsweise nur durch Dehnschrauben erreicht werden können. In der Folge verursachen anliegende Betriebskräfte geringere Schraubenzusatzkräfte, was besonders bei dynamischer Belastung vorteilhaft ist und zudem bei Setz- und Kriechvorgängen in geringeren Vorspannkraftverlusten resultiert. Somit werden die absolut gesehen geringen Dauerhaltbarkeitswerte der Aludrive®-Schrauben von mind. ± 20 MPa (bei einer Mittelspannung von $0,7 \times R_{p0,2}$) überkompensiert und auch bei schwingender Belastung sichere Verbindungen realisiert.

Geometrien und Oberflächen

ESKA Aludrive®-Schrauben sind grundsätzlich in allen gängigen Schraubengeometrien möglich. ESKA empfiehlt jedoch aufgrund der besseren Kraftübertragung Kopfformen mit Außen- und Innensechsrund-Kraftangriffen. Bei Einsatz in Magnesiumbauteilen sollten Aludrive®-Schrauben stets als Bundschraube ausgeführt werden.

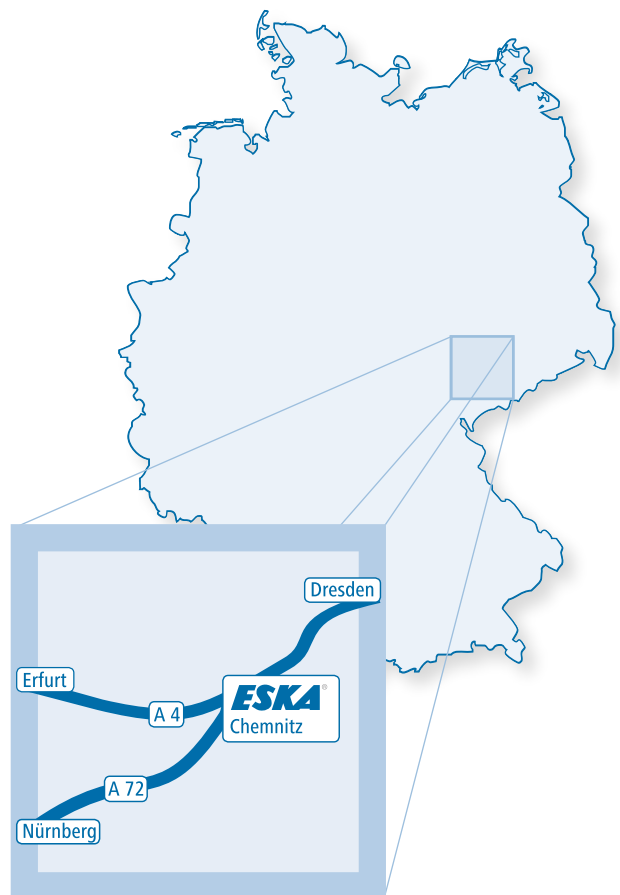


Folgende Oberflächenvarianten sind lieferbar (stets mit zusätzlichem Gleitmittelauftrag):

Variante	Einsatzgebiet
blank	Standardoberfläche, wie wärmebehandelt für Anwendungen ohne besondere optische Ansprüche
blank, aufgehellt	bei erhöhten optischen Anforderungen
passiviert, versiegelt	bei starker korrosiver Belastung zur Reduzierung interkristalliner Korrosion
farbig eloxiert	für dekorative Zwecke
hartanodisiert	bei hohen mechanischen Belastungen der Oberfläche (z. B. funktionelle Kaltformteile)
mit farbiger Kopfmarkierung	zur sicheren Unterscheidung von Stahlschrauben
sonstige	mit allen gängigen dichtenden und klebenden Gewindegewindesicherungssystemen



Wenn Sie Fragen rund um die Produkte von ESKA haben, stehen unser Fachpersonal und unsere technisch kompetenten Außendienstberater Ihnen jederzeit gern zur Verfügung.



ESKA[®]

ESKA Automotive GmbH
Lutherstraße 87
09126 Chemnitz

Telefon: 0371 5705-0
Telefax: 0371 5705-319
E-Mail: info@eska.net
www.eska.net