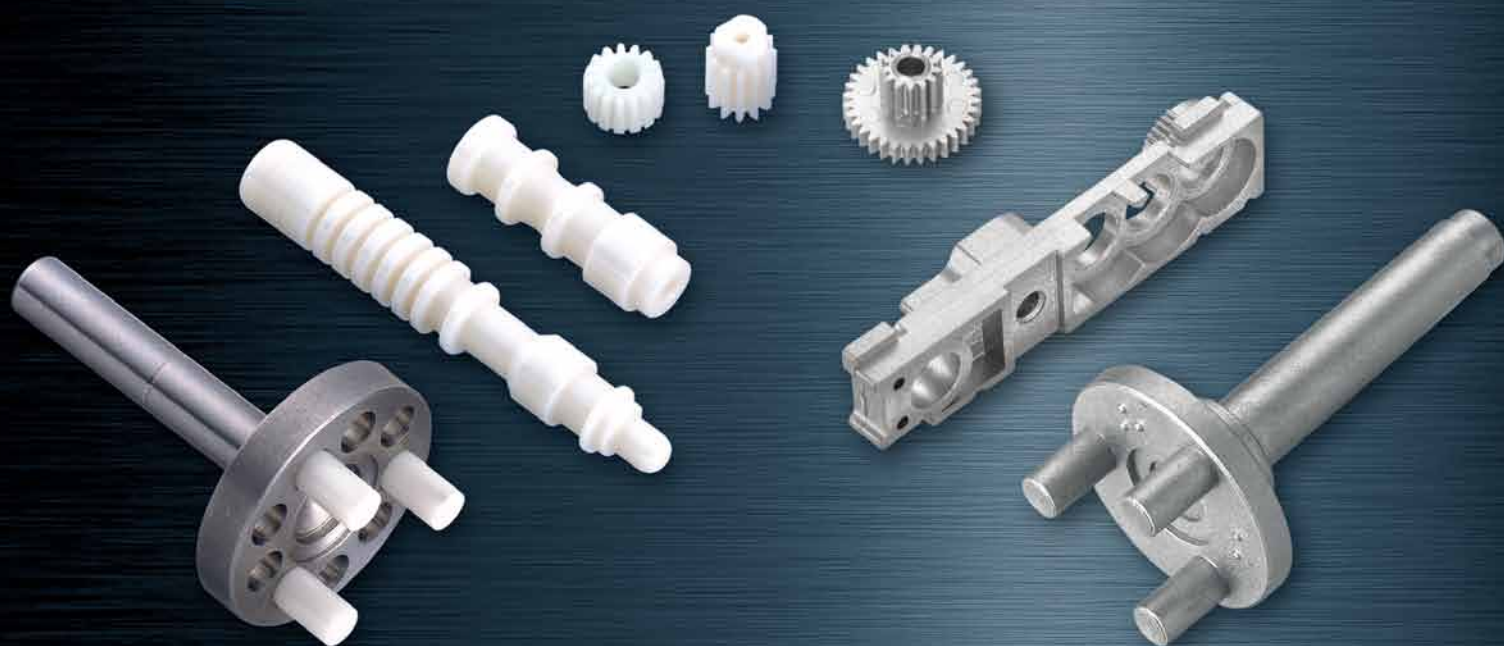


Innovative CIM / MIM Komponenten

maxon ceramic



EDITION 04/2010

maxon motor
driven by precision

Keramik – Ein Werkstoff erobert die Zukunft.

Keramik gewinnt überall dort an Bedeutung, wo andere Werkstoffe an ihre Grenzen stossen. Der erfolgreiche Einsatz in der Medizin- und Dentaltechnik, in der Raumfahrt, als Zerspanungswerkzeuge und als Komponenten hochwertiger Antriebstechnik belegt eindrucksvoll das breite Leistungsspektrum dieses innovativen Werkstoffes.



Der Mikroantrieb mit Ø6 mm ist mit einer Welle aus Hightech Keramik ausgerüstet, welche in vieler Hinsicht einer Stahlwelle überlegen ist. Mit Ø0.8 mm ist sie so dünn wie eine Bleistiftmine.



Der innovative Einsatz von Hightech Keramik in Planetengetrieben steigert Leistung und Lebensdauer unserer Getriebe um das 3-fache.



Miniaturspindeltriebe ermöglichen Linearbewegungen in Kleinstgeräten. Sie kommen bei geringem Platzbedarf an die Lebenserwartung teurer Kugelumlaufspindeln heran.



Ritzel mit Modul < 0.5 ohne Nacharbeit ist hohe Kunst.



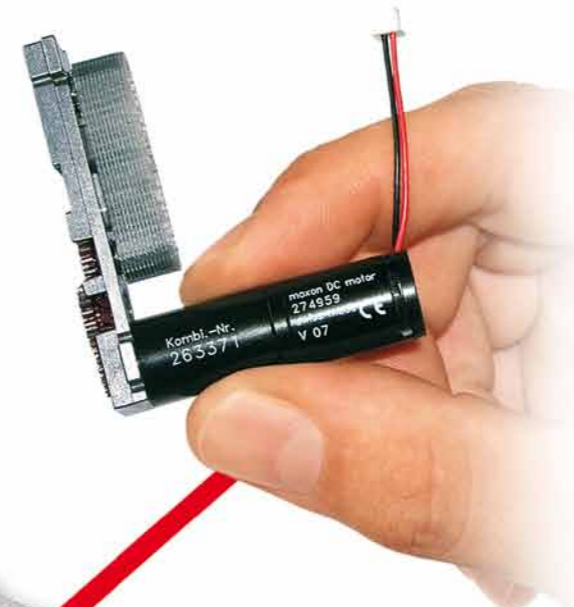
Fadenführungen und Düsen sind temperaturbeständig und hoch verschleissfest.



Bauteile aus Hightech Keramik sind vorzügliche Isolatoren und schützen wichtige Elektronikkomponenten.



Granulat



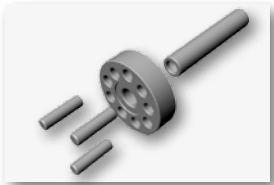
Gesintertes Fertigteile M 1:1

Spritzgussteil 22% grösser als Fertigteile

MIM-Technologie – Eine intelligente Lösung.

Massive Stahlteile mit komplexen Formen, gespritzt aus Granulat (Metallpulver und Kunststoff-Binder), im Sinterofen bei ca. 1300°C verdichtet und mit wenig Nachbearbeitung zum Einsatz gebracht.

Planetenträger sind sehr komplexe und toleranzkritische Getriebeteile. Sie werden meist aufwändig und entsprechend teuer aus mehreren Bauteilen zusammengesetzt.



Einfacher geht's mit der MIM-Technologie.



Durchdachte Kombinationen von Motoren und Anbaumechanik in MIM-Technik sorgen für grosse Zuverlässigkeit in der Sicherheitstechnik.



In MIM-Technik hergestellte Verzahnungsteile lassen sich wirtschaftlich in hohen Stückzahlen fertigen.



Komfortabler Auto-Tuner zum Stimmen von Elektrogitarren. Sechs Getriebe im gemeinsamen Gehäuse sorgen für die nötige Kompaktheit.

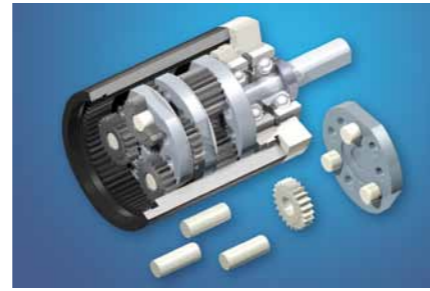


MIM für 1001 Anwendungen im Automobil, Schmuck und Uhren, Medizin- und Dentaltechnik, Luft- und Raumfahrt, Handwerkzeuge, Maschinenbau, Mikrosystemtechnik, Telekommunikation.

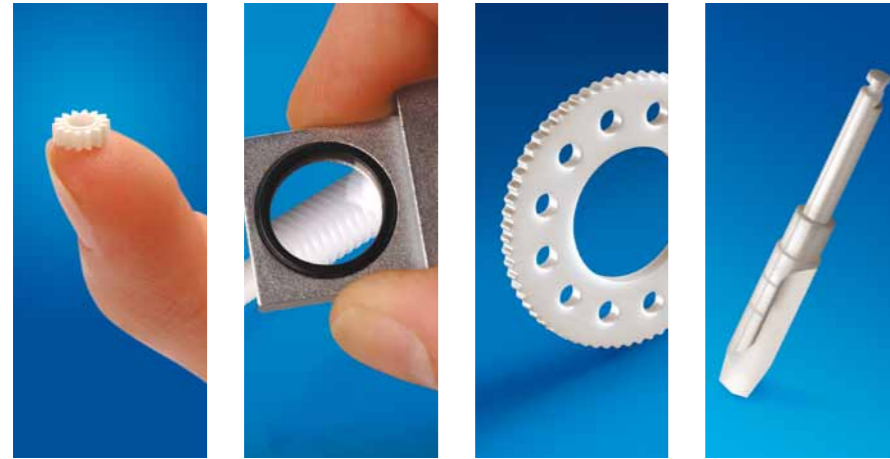


Keramik – ein vielseitiger Werkstoff.

Die Einsatzmöglichkeiten von Hightech Keramik sind vielfältig. Die extrem hohe Verschleissfestigkeit und die hervorragenden Gleiteigenschaften erhöhen die Lebensdauer von Bauteilen wie Achsen und Wellen und deren Reibpartnern signifikant. Der Elastizitätsmodul und Wärmeausdehnungskoeffizient sind dem von Stahl sehr ähnlich, so dass die Kombination beider Werkstoffe hervorragende Ergebnisse liefert. Bauteile aus Hightech Keramik bewähren sich auch als Isolatoren in der Elektrotechnik und Elektronik. Der menschliche Körper akzeptiert Implantate aus Zirkonoxid praktisch ohne Nebenwirkungen und Allergien. Die Ästhetik des transluzenten Materials setzt sich immer mehr als natürlich wirkender Zahnersatz durch.



maxon ceramic – Bauteile für maxon motor
maxon ceramic entwickelt und fertigt Bauteile aus Hochleistungskeramik für maxon motor. Eine eigene Entwicklungs- und Konstruktionsabteilung mit modernster CAD Technik und der Möglichkeit der Finite Elemente Berechnung macht die Vorgaben, nach denen hochpräzise Bauteile höchster Qualität für Antriebssysteme produziert werden.



Zirkonoxid ZrO_2 – für verschleissfeste Bauteile

- Extrem hohe Verschleissfestigkeit und Härte
- Hervorragende Gleiteigenschaften
- Hohe mechanische Festigkeit
- Hohe Temperaturbeständigkeit auch bei Temperaturwechsel
- Hervorragende Isolationsfähigkeit gegen Wärme und Strom
- Hohe Korrosions- und chemische Beständigkeit, weitgehend säuren- und laugenbeständig
- Elastizitätsmodul und Wärmeausdehnungskoeffizient ähnlich wie Stahl
- Biokompatibel und allergenarm
- Geringes spezifisches Gewicht

Aluminiumoxid Al_2O_3 – hält auch Hochtemperaturen stand

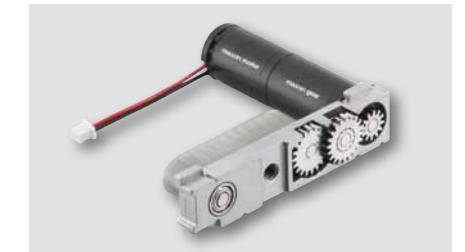
- Hohe Temperaturbeständigkeit auch bei Temperaturwechsel
- Gute Wärmeleitfähigkeit
- Mittlere mechanische Festigkeit
- Geringer Wärmeausdehnungskoeffizient
- Hohe Korrosions- und chemische Beständigkeit, weitgehend säuren- und laugenbeständig
- Hohe Härte
- Geringes spezifisches Gewicht

Werkstofftypen		ZrO_2	Al_2O_3
Theoretische Dichte	[g / cm ³]	6.08	3.98
Härte	[HV]	~ 1200	~ 2000
Biegebruchfestigkeit (4-Punkt)	[N / mm ²]	800 - 1000	350 - 450
Elastizitätsmodul	[10 ³ N / mm ²]	ca. 200	ca. 350
Maximale Einsatztemperatur	[°C]	≤ 1000 (abhängig von Feuchtigkeit)	1400
Ausdehnungskoeffizient	[10 ⁻⁶ / K]	ca. 10	ca. 5 - 7
Spezifische Wärme (20°C)	[J / kgK]	550	900
Wärmeleitfähigkeit (100°C)	[W / mK]	ca. 1.5	ca. 25
Spezifischer Widerstand (20°C)	[Ohm cm]	10 ¹⁰	10 ¹⁵
Farbe		weiss	weiss
Besondere Eigenschaften		hoch fest, hoch verschleissfest	Hochtemperaturanwendungen

Komplexe Formen in einem Schritt – Teil für Teil.

Komplexe Bauteile müssen oft aufwändig aus mehreren Bauteilen zusammengefügt werden. Bei der CIM/MIM Technologie wird die Formgebung einmalig mit der Spritzgussform vorgegeben. Kleinste Abmessungen und filigrane Strukturen sind unschlagbare Vorteile. Hinterschneidungen, Querbohrungen, Innen- und Aussengewinde sowie Verzahnungen können realisiert werden.

Ein grosses Werkstoffangebot deckt vielfältige Applikationen ab
Ob Keramik, rostfreie metallische oder ferromagnetische Werkstoffe, ob Werkstoffe von hoher Zugfestigkeit, die Bandbreite an Materialeigenschaften ist vielfältig und wird durch die Kundenanforderungen definiert.



Ein gut gehütetes Geheimnis:

Die Werkzeuge
Die Spritzwerkzeuge werden entweder im eigenen Werkzeugbau oder in enger Kooperation mit langjährigen zuverlässigen Geschäftspartnern mit profunder Erfahrung gestaltet. Selbstverständlich entwerfen wir für Sie ein rentables Werkzeugkonzept. Die Festlegung des Werkzeugkonzeptes ist ein sehr komplexer Vorgang, der genaue Kenntnis über das Bearbeitungsverhalten des Rohstoffgranulats voraussetzt. Auch der spätere Einsatzzweck des Bauteils sowie die wirtschaftlichen Randbedingungen müssen berücksichtigt werden.

Wirtschaftlichkeit durch hohe Stückzahlen und rationelle Fertigungsabläufe

Grosse Stückzahlen und die endkonturnahe Fertigung mit nahezu keinem Nachbearbeitungsbedarf ermöglichen eine kostengünstige Herstellung. Eine intensive Ausnutzung der eingesetzten Rohstoffe trägt ebenfalls zur Kostenreduktion bei.

Zuverlässige mechanische und magnetische Eigenschaften

Wir verwenden nur Feedstock von anerkannten Herstellern, die bekannt für ihre ausgereifte Technologie sind. Durch den Einsatz feinkörniger Pulver werden Werkstoffe hoher Dichte erzeugt. Dieses hohe Dichteniveau verbunden mit einem homogenen Werkstoffgefüge sorgt für hervorragende mechanische und magnetische Eigenschaften.

Vorteile der MIM-Werkstoffe

- Nahezu die gleichen hervorragenden mechanischen Eigenschaften wie gegossener oder gewalzter Stahl
- Bauteile haben eine Dichte von 96 - 98%
- Bauteile haben einen geschlossenen Porenraum und sind somit gas- und druckdicht
- Hohe Oberflächengüte, kaum Nachbehandlung notwendig
- Sehr gute Korrosionsbeständigkeit
- Bauteile können wärmebehandelt, poliert, galvanisiert, geschweisst, gelötet und zerspannt werden

Enge Toleranzen und hervorragende Oberflächengüte

Die CIM/MIM Technologie ergibt Bauteile höchster Präzision und hervorragender Reproduzierbarkeit. Die Oberflächengüte erlaubt es in vielen Fällen, auf eine Nachbearbeitung zu verzichten.

MIM Bauteile finden Sie in der

Antriebstechnik, Büromaschinen, Medizintechnik, Lebensmitteltechnik, Schreibutensilien, Schlösser, Uhrenindustrie, Luftfahrt, Hydraulik, Elektrotechnik

Niedriglegierte Stähle zur Wärmebehandlung

Bezeichnung	42CrMo4	FN02	FN08
Zusammensetzung	42CrMo4	Carbonylisen, 2% Nickel	Carbonylisen, 8% Nickel
DIN Norm	1.7225	–	–
Eigenschaften	vergütbar	einsatzhärtbar	vergüt- und einsatzhärtbar
Anwendung	Verzahnungsteile	einfache Bauteile	
Streckgrenze $R_p 0.2$ [MPa]	> 400	> 170	> 210
Zugfestigkeit R_m [MPa]	> 650	> 380	> 380
Bruchdehnung A [%]	> 3	> 3	> 15

Rostfreie Stähle

Bezeichnung	P.A.N.A.C.E.A.	316 L	17-4PH	Weichmagnetische Legierung	FeSi3
Zusammensetzung	X15 CrMnMoN 17 11 3	X2 CrNiMo 17 13 2	X5 CrNiCuNb 17 4	Carbonylisen, 3% Silizium	
DIN Norm	–	1.4404	1.4542	1.0884	
Eigenschaften	nichtmagnetisch nickelfrei	nicht magnetisch leicht polierbar	härtbar ferromagnetisch	–	
Anwendung	Medizintechnik, Dentaltechnik	Korrosionsbeständig zähe Bauteile	korrosionsbeständige Bauteile	–	
Streckgrenze $R_p 0.2$ [MPa]	> 690	≥ 180	> 660		> 300
Zugfestigkeit R_m [MPa]	> 1090	≥ 510	> 950		> 500
Bruchdehnung A [%]	> 35	≥ 50	> 6		> 20

maxon ceramic – hohe Fertigungstiefe.



Pulver + Binder = Compound

Spritzguss

Entbinderung

Sintern

Nachbearbeitung

Kontrolle



Das feine Keramik- oder Metallpulver wird zuvor mit einem Bindersystem vermischt und zu einem spritzgießfähigen Material granuliert. Dieses Compound lässt sich mit ähnlichen Freiheitsgraden wie beim Kunststoffspritzguss verarbeiten.



Bei diesem modernen Verfahren erfolgt die Formgebung durch Spritzen der Teile auf speziell ausgerüsteten Spritzgießmaschinen (Grünlingfertigung).



Ziel des Prozesses ist das Herauslösen des Binders aus dem Spritzling. Dies geschieht bei moderaten rund 120°C unter Schutzgasatmosphäre. Der Binder wird dabei kontinuierlich von aussen nach innen abgebaut. Die gasförmigen Zersetzungsprodukte des Binders entweichen ohne Druckaufbau durch bereits poröse Schichten nach aussen. In umgekehrter Richtung gelangt der gasförmige Katalysator leicht in das Innere des Bauteiles.

Anschließend wird das Teil im Sinterofen bei etwa 1500°C (CIM) resp. 1300°C (MIM) gesintert. Das Teil unterliegt dabei einer Schwindung von linear 22 %.



Nach dem Sintern können die Bauteile – wenn notwendig – auf ihr endgültiges Mass geschliffen und anschließend poliert werden.



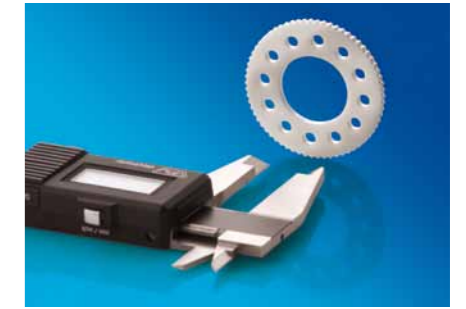
Strenge Qualitätskontrollen stellen sicher, dass das gefertigte Teil den Spezifikationen entspricht.



maxon CIM/MIM – Produkte nach Mass.

In Sexau bei Freiburg im Breisgau, Deutschland entwickeln und fertigen über 300 spezialisierte Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter Bauteile für die weltbekannten maxon-Kleinantriebe. Eine eigene Entwicklungs- und Konstruktionsabteilung mit modernster CAD Technik und der Möglichkeit der Finite Elemente Berechnung sind Voraussetzungen, um den Marktbedürfnissen der Zukunft

gerecht zu werden. Wir stellen unser Know-how auch unseren Kunden zur Verfügung. Im Dialog mit unseren Kunden entwickeln wir kundenspezifische Lösungen. Sie profitieren dabei von unserer langjährigen Erfahrung und den hohen Qualitätsstandards von maxon motor, sowie von unserer Stärke, kurzfristige Musteranforderungen und Kleinserien zu realisieren.



Massgeschneiderte Lösungen mit geeigneten Werkstoffen wie Stahl und Keramik. Die exakte Beherrschung des Schrumpfungsprozesses ermöglicht engste Toleranzen.

Konstruktion und Entwicklung

- Kundenspezifische Lösungen entsprechend den Kundenanforderungen
- Entwicklung in Zusammenarbeit mit unseren Partnern
- Hochmoderne CAD-Systeme und Finite Elemente Berechnungen
- Kompetente, erfahrene und kundenorientierte Mitarbeiter

Fertigung

- Flexible Produktions- und Montageanlagen
- Hocheffiziente state-of-the-art Technologie
- Profundes Know-how im Pulverspritzguss
- Präzise Fertigung bei gleich bleibend hohem Qualitätsstandard
- Kurze Lieferzeiten
- Musteranfertigungen und Kleinserien ab Stückzahl 1
- Hohe Kompetenz bei der Gestaltung der Spritzwerkzeuge
- Zuverlässige Qualitätskontrollen

Ihr Nutzen

- All-in-one: Massgeschneiderte Beratung, Entwicklung und Fertigung aus einer Hand
- Überzeugendes Preis-/Leistungsverhältnis: Optimale Lösungskonzepte zu attraktiven Preisen
- Dienstleistung auf hohem Niveau durch kompetente und lösungsorientierte Ansprechpartner
- Flexibilität bei Muster-, Einzel- und Kleinserienfertigung
- Sicherheit durch hohe Qualitätsstandards und Qualitätssicherungssysteme
- Bauteile aus Keramik erhöhen die Leistungsfähigkeit und Qualität ihrer Produkte
- Kostengünstig bei komplexen Bauteilen auch in hohen Stückzahlen

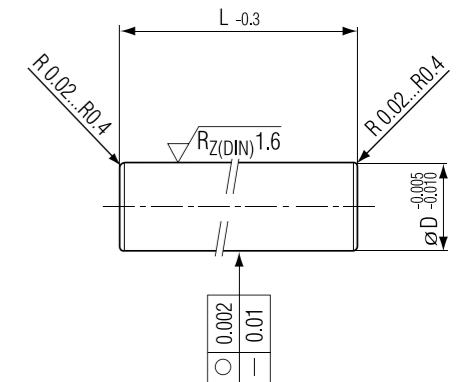


Gerade im Miniatur- und Mikrobereich liegen die Stärken des Pulverspritzgussverfahrens.

maxon ceramic Standardkomponenten

maxon ceramic bietet Keramikwellen im Standardlagerprogramm an.

Keramikwellen folgender Abmessungen sind kurzfristig verfügbar.



- ¹⁾ Durchmessertoleranz abweichend: -0,008/-0,013
- ²⁾ Durchmessertoleranz abweichend: -0,013/-0,018
- ³⁾ Kanten verrundet R 0,3 ±0,1
- ⁴⁾ Geradheitstoleranz abweichend: 0,02 mm
- ⁵⁾ Geradheitstoleranz abweichend: 0,03 mm
- ⁶⁾ Geradheitstoleranz abweichend: 0,04 mm
- ⁷⁾ Rundheitstoleranz abweichend: 0,003 mm

Ø D	L = 2,4	L = 6,4	L = 7,4	L = 10,6	L = 13,8	L = 15	L = 35	L = 40	L = 60	L = 70	L = 120
0,8	255899	255900	255901	255902	255903	255904	255905 ⁴⁾	348501 ⁴⁾	348502 ⁵⁾	348503 ⁵⁾	
1,0	255891	255892	255893	255894	255895	255896	255898 ⁴⁾	348498 ⁴⁾	348499 ⁵⁾	348500 ⁵⁾	
1,5	255883	255884	255885	255886	255887	255888	255889 ⁴⁾	255890 ⁴⁾	255792 ⁵⁾	255793 ⁵⁾	
2,0	255872	255873	348693	255875	255876	255877	255879	255880	255881	255882	
2,5	255864	143825 ^{3),7)}	255866	255867	255868	255869	255870	255871	346621	348288	
3,0	255856	255857	255858	255859	255860	255861	255862	255863	346619	346620	
4,0	255845	255846	166875 ^{1),3),7)}	137962 ^{1),3),7)}	255849	255850	255851	255853	255854	255791	255787 ⁵⁾
5,0	255833	255834	255835	255836	255837	255838	255839	255840	255841	255842	255843 ⁵⁾
5,5	255818	255819	255820	255786	205063 ^{2),3),7)}	255825	255826	255827	255828	255830	255831 ⁵⁾
6,0	255806	255807	255808	255809	255810	255811	255812	255813	255814	255815	255816 ⁵⁾
8,0	255794	255795	255796	255797	255798	255799	255800	255801	255802	255803	255804 ⁵⁾

maxon motor auf einen Blick.



maxon DC motor **maxon A-max** **maxon RE-max**

Gleichstrommotoren mit eisenlosem Rotor und leistungsstarken Permanentmagneten: Ø6 - 65 mm, 0.3 - 250 Watt.



maxon EC motor **maxon EC-max** **maxon EC-4pole**

Bürstenlose DC-Motoren mit sterilisierbaren Versionen und maximaler Lebensdauer: Ø6 - 60 mm, 1.2 - 400 Watt.



maxon motor control

Steuerungselektronik für DC- und EC-Motoren, Positioniersteuerungen und Drehzahlregler.



maxon compact drive

Intelligente Kompaktantriebe mit bis zu 60 Watt Abgabeleistung. maxon compact drives kombinieren Steuerung, Sensorik und Motor im modernen Aluminium-Gehäuse.



maxon sensor

Hochauflösende Digital-Encoder, DC-Tachos und Resolver.



maxon flat motor

Bürstenlose DC-Außenläufermotoren und Innenläufermotoren in flacher Bauform: Ø9.2 - 90 mm, 0.2 - 90 Watt.



maxon gear

Kundenspezifische Spezialgetriebe sowie Standard-Planeten- und Stirnradgetriebe.



maxon micro drive

DC- und EC-Kleinstantriebe mit Durchmesser < 10 mm: Ø6 - 9.2 mm, 0.2 - 2 Watt.



maxon spindle drive

Kompakte, einfach konfigurierbare Spindeltriebe als Komplettsysteme.



maxon ceramic

Innovative CIM- und MIM-Komponenten. Kundenspezifische Keramik- und Metallbauteile. Für die Antriebstechnik – und viele weitere Anwendungsgebiete.

maxon motor GmbH

Untere Ziel 1
79350 Sexau
Deutschland

Telefon: +49/7641 - 91 14 -113

Fax: +49/7641 - 91 14 -666

E-Mail: ceramic@maxonmotor.com

www.maxonceramic.com

maxon motor
driven by precision