

Was ist in einem RC Servo?

Einführung:

Es ist keine Überraschung das in deinem Servo ein Motor arbeitet, welcher elektrische Energie vom Akku in eine Drehbewegung des Servohorns umwandelt, richtig? Die "richtige" Frage wäre: Was für ein Motor ist verbaut? Ist es ein Iron Core/ DC (Gleichstrom), Coreless (Glockenanker) oder Brushless (bürstenlos) Motor? Was folgt, kann man auf JEDES Servo auf dem Markt übertragen, von jeglichen Herstellern! Egal, ob es ein Futaba, Sanwa, KoPropo, RC OMG, Reve-D, Yokomo, Savöx oder sonst wem ist. Es hat eines der drei verschiedenen Motortypen verbaut. Der Punkt ist, dieser Artikel ist eine gute Lektüre, egal welche Servomärke Sie bevorzugen! Wie auch immer, lassen Sie uns in das Thema eintauchen und mehr herausfinden!

- DC (iron-core)
- Coreless
- Brushless

COST

Least

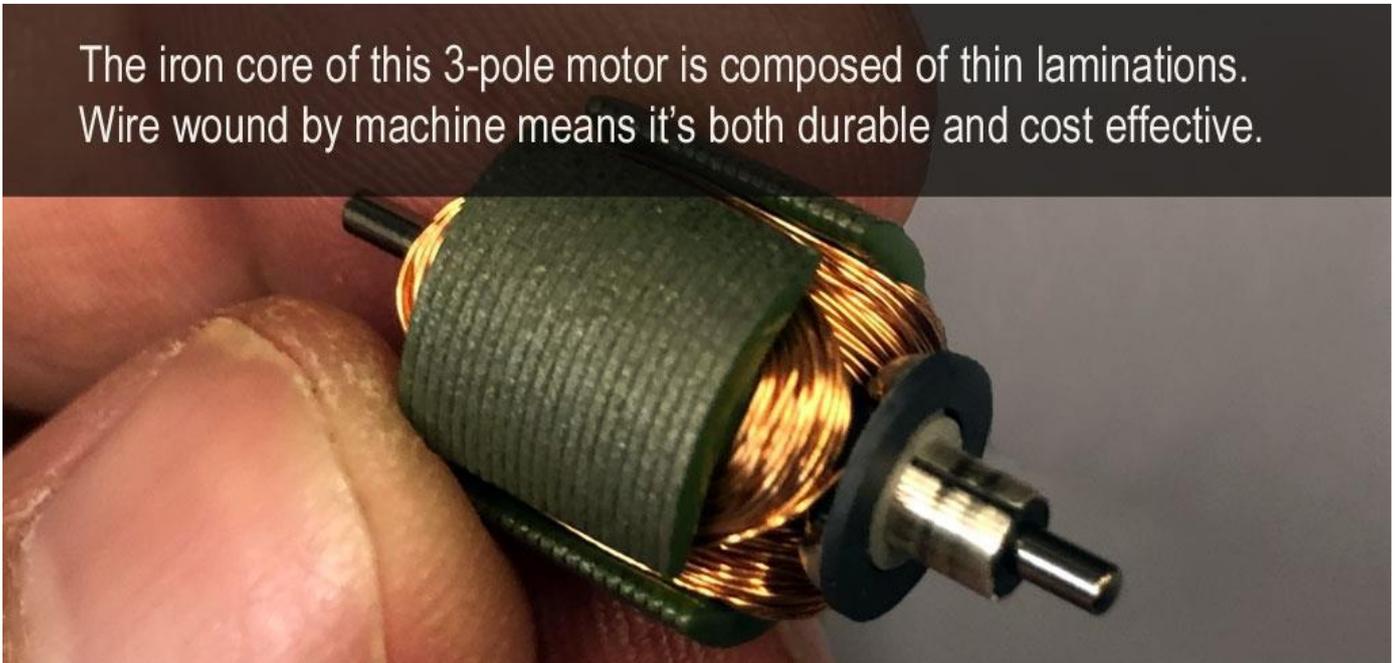
Most



Hinweis: Gleichstrommotoren gibt es am längsten und kosten am wenigsten. Und technisch gesehen ist der Gleichstrommotor eine falsche Bezeichnung. Gleichstrommotoren sind mehr als nur ein Typ, da er auch Glockenanker-Motoren enthält. Daher ist es genauer, Eisenkern anstelle von Gleichstrom zu sagen, wenn von dreipoligen Motoren die Rede ist, außer dass Gleichstrom die anerkannte Industrienomenklatur für Eisenkernmotoren mit Ferritmagneten ist. Wenn es so ist, erlauben Sie mir bitte den Spielraum, Gleichstrommotoren zu verwenden, um die allgegenwärtigen Eisenkernmotoren darzustellen, die auf dem Markt erhältlich sind, z. ein gewöhnlicher 3-poliger. Und wenn wir schon dabei sind, sind bürstenlose Motoren tatsächlich Wechselstrommotoren, aber dazu später mehr!

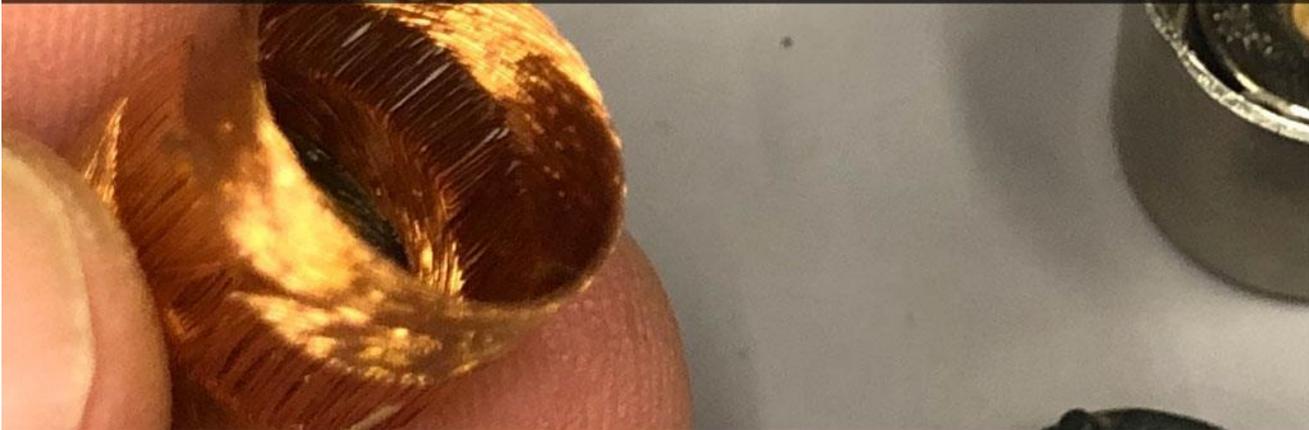
Gleichstrommotor-Servos: Das Wichtigste, was Sie über Gleichstrommotoren wissen müssen, ist, dass sie (bei weitem) am einfachsten herzustellen und daher am billigsten sind. Grundsätzlich besteht er aus einem Stück Kupferdraht, das um Eisenkerne für den Elektromagneten gewickelt ist, sowie einem Kommutator Ring und Bürsten (zum Umschalten der Felder) und einem Gehäuse, das mit Ferrit-Permanentmagneten ausgestattet ist und die Rotorwelle an jedem Ende hält. Damit haben Sie einen Gleichstrommotor, der sehr billig und einfach herzustellen ist – und auch langlebig.

The iron core of this 3-pole motor is composed of thin laminations.
Wire wound by machine means it's both durable and cost effective.



Coreless Motor: Diese sind aufgrund ihrer Herstellung und der Materialien selbst erheblich teurer als Gleichstrommotoren. Ihr Hauptvorteil gegenüber einem Gleichstrommotor besteht darin, dass sie schneller beschleunigen / abbremsen. Dies liegt daran, wie die Wicklungen hergestellt werden. Sie werden auf einem Dorn geformt (ein teurerer Prozess) und drehen sich ohne Eisenkern. Infolge der ultraleichten rotierenden Masse beschleunigen / bremsen sie sehr schnell, was DER Leistungsvorteil ist. Die Kommutierung (Feldumschaltung der Wicklungen) erfolgt mechanisch - ähnlich wie bei Eisenkernmotoren. Die Herstellung der empfindlichen korbartigen Spulen (Wicklung) ist jedoch ein separater Prozess, der (um ein Vielfaches) teurer ist. Hinzu kommt, dass der Permanentmagnet normalerweise eine Legierung aus Neodym ist. Während kernlose Motoren für schnellere Servos sorgen, sind sie auch teurer in der Herstellung. Sind Sie überrascht, dass Sie für Servos mit kernlosen Motoren mehr bezahlen? Nicht, wenn Sie dem Herstellungsprozess dieser Technologie kennen!

With the coreless motor, the copper wire windings are formed with a mandrel. This delicate operation results in significantly greater costs.



Brushless Motor: werden auch als elektronische Motoren bezeichnet und sind als teuer zu bezeichnen! Dies liegt daran, dass sie in Bezug auf die empfindlichen Wicklungen und die qualitativ hochwertigen Magnete, ähnlich wie ein kernloser Motor, hergestellt werden. Abgesehen von dornförmigen Spulen und teureren Magneten als bei den Gleichstrom-motoren, wird die relativ kostengünstige mechanische Kommutierung durch elektronische Kommutierung ersetzt. Dies bringt Vorteile in Bezug auf die Langlebigkeit und wird dadurch auch teurer. Denn: Zeit (Langlebigkeit) ist Geld! Fazit? Bürstenlose Motoren sind am teuersten herzustellen und darum bezahlen sie für Servos mit bürstenlosen Motoren am meisten!

Yet more costly still, a brushless motor's commutation (field switching) through Hall effect sensors magnetically measures the rotor position.



So, welcher Motortyp ist nun am Besten?? Da gibt es nur eine Antwort:

Es kommt darauf an!

Teil 2:

Wenn sie nach 5 Minuten aufgehört haben zu lesen, kennen sie die Grundlagen der DC, Coreless und Brushless Motoren und ein wenig darüber, warum diese kosten, was sie kosten. Soweit geht das in Ordnung. Aber es gibt noch mehr zu wissen. Viel mehr und dies erfordert, dass wir viel tiefer gehen, wenn wir die Details bezüglich des Aufbaus von Servo – Motoren angehen. Nach wie vor werden wir von DC zu Coreless und dann zu Brushless übergehen. Aber jetzt sehr viel tiefer in die Materie.

Sobald Sie diesen Abschnitt vollständig gelesen haben, werden Sie verstehen, welcher Motortyp für Sie am besten geeignet ist, abhängig von der Technologie und Ihren Umständen, z.B. für welche Art von Modell und für welches Budget. Darüber hinaus werden Sie nie wieder auf jemanden angewiesen sein, der Ihnen hilft, da Sie wahrscheinlich besser als andere über die Zusammensetzung von Servomotoren informiert sind und wissen, wie Sie selbst beurteilen können, was für Sie am besten ist!

DC/ Iron Core Motor:

Wenn Sie das Günstigste wollen, dann holen Sie sich DC / Iron Core Motor Servos. Stöbern Sie herum, weil Servos mit DC-Eisenkernmotoren am wenigsten kosten. Das macht sie nicht schlecht. Tatsächlich sind sie gut geeignet für Anfänger, ambitionierte Modellbauer oder für Großmodell- Anwendungen.

All dies kann leicht von Gleichstrommotor Servos gesteuert werden, da die Manöver, die sie ausführen müssen, im Steuerhaus langlebiger Gleichstrommotor Servos jeder Marke liegen! Endeffekt? Gleichstrommotor Servos sind für diese Art des Fliegens nahezu perfekt, da ihre Eigenschaften den meisten Modellen dienen. Hinweis;

Gleichstrommotor Servos bieten aufgrund ihrer massiven Konstruktion ein sehr hohes Drehmoment. Power ist gut!

Coreless Motor:

Was ist, wenn sie ein schnelles Servo brauchen? Dann sind die Coreless Servos die Gewinner! Sobald Sie eine bestimmte Transitgeschwindigkeit von unter 0,12 Sekunden / 60 ° erreicht haben wollen, verwenden die Servos in der Regel Coreless Motoren. Wenn der Schwerpunkt nicht nur auf hohem Drehmoment liegt, sondern auch auf Geschwindigkeit, werden Coreless Motoren die Wahl.

Apropos Geschwindigkeit in Servos: Geschwindigkeit ist aus dem gleichen Grund teuer wie Geschwindigkeit im echten Motorsport! Warum Coreless Motoren mehr kosten, liegt zum Teil an der Herstellung ihrer Spulen, die es kernlosen Motoren ermöglichen, beim Beschleunigen / Bremsen so schnell zu sein. Darüber hinaus verwenden sie eine qualitativ höhere Magnettechnologie (teurer).

Mit den Servos ist es also wie mit Allem . . . mehr Geschwindigkeit bedeutet mehr Geld!

Brushless Motor:

Was ist, wenn Haltbarkeit mit in die Gleichung spielt? Die Herstellung elektronischer Motoren kostet mehr als die Herstellung mechanischer Motoren. Grundsätzlich können Sie billige kleine Metallteile, die für die Kommutierung in Gleichstrommotoren verwendet werden, nicht durch Hall-Effekt-Sensoren und eine Logikschaltung zum gleichen Preis ersetzen. Elektronik kostet einfach mehr. Hinzu kommt, dass Sie jetzt mehr Elektronik (die Logik) benötigen, um den Motor so zu steuern, wie es früher durch einen Metallring und Bürsten erreicht wurde. Lohnt sich der Mehraufwand? Grundsätzlich ja.

Normalerweise ist das Hinzufügen von Teilen schlecht, oder?

Die Sache ist die, dass elektronische Motoren, mit anderen Worten bürstenlose Motoren, weil Hall-Effekt Sensoren und eine Leiterplatte die mechanische Kommutierung ersetzen, ein völlig neues Maß an Flexibilität und Kontrolle bieten, um dies auszugleichen. Hinzu kommt, dass der Brushless Motor kühler läuft, weil die Wärme der Lichtbögen bei der Kommutierung an den Kontakten nicht mehr da ist. Schließlich muss der Staub, der beim Verdampfen des Metalls der Bürsten entsteht, irgendwohin gelangen, und somit setzt er sich im Inneren des Motors ab. Dies ist aus vielen Gründen schlecht unter anderem kann Hitze nicht richtig abgeführt werden und feine Partikel können wie Schleifpapier wirken.

Wenn es um Elektronik geht, ist Wärme niemals eine gute Sache. Fügen Sie dazu noch Abrieb und kleine Partikel hinzu und es führt zu einer schlechten Mischung. Auf jeden Fall bedeutet dies, dass ein bürstenloser Motor im Durchschnitt einfach länger hält, weil er keine Bürsten zum Tragen hat. Mindestens 5-mal länger.

Können diese Punkte: schnell, länger haltbar, stark und kühler, einen hohen Preis wie 100 € oder mehr gegenüber 80 € verteidigen?

Für viele Leute lautet die Antwort: " ja ". Vor allem, wenn Sie ein High-End Liebhaber sind oder der Typ von Mensch, der gute Sachen kauft, um zu wissen, dass sich die guten Sachen auf lange Sicht auszahlen. Anders ausgedrückt, der Preis ist nicht alles.

Aber ehrlich gesagt sind die Dinge einfach, wenn Sie ein Ei sind. Günstig oder schneller oder langlebiger - wählen Sie einfach einen!

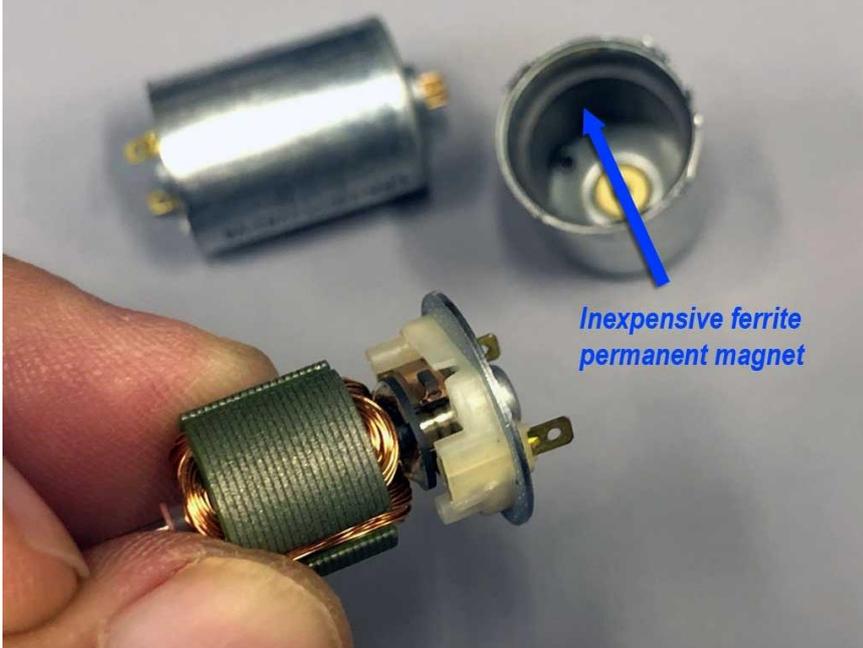
Die Dinge werden komplizierter, wenn Sie die billigsten und langlebigsten wollen. Schauen wir uns das Innere dieser Motortypen an, um besser zu verstehen, warum die Kosten dabei eine Rolle spielen. Wie? Durch den Querschnitt einiger Motoren!

Part 3

DC (iron-core):

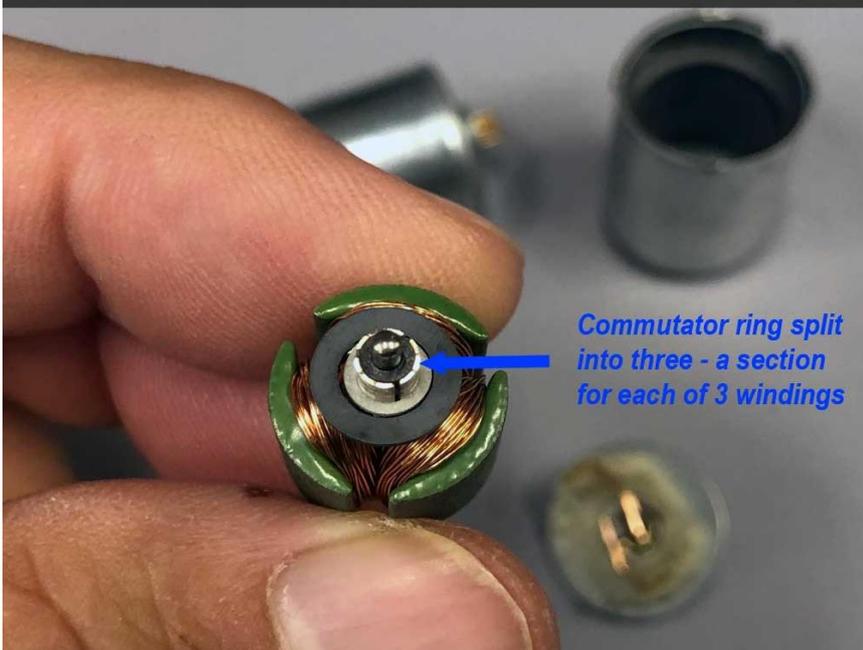
Dies ist wieder ein DC / Iron Core Motor. Dieses Mal sehen sie, wie sie hergestellt werden. In dem Gehäuse befindet sich ein Ferrit-Permanentmagnet. Durch Wickeln eines Kupferdrahtes um einen Eisenkern zur Erzeugung eines elektromagnetischen Feldes können die Wicklungen nacheinander erregt werden, um den Motor zu drehen.

This is a DC-motor we've cut open. Note the copper wire windings around the iron laminate core. Note the permanent magnet within the can in the background. The brushes are hanging off the commutator.



Das sequentielle Einschalten der Wicklungen über den Kommutator, wodurch ein Elektromagnet entsteht der gegen den in dem im Gehäuse montierten Permanentmagneten reagiert, bewirkt, dass der Rotor sich durch anziehen und abstoßen bewegt. Die Kommutierung (Ein- und Ausschalten der Felder in einer Sequenz) lässt den Motor drehen.

Note the commutator ring, which is split into three sections. As the brushes make contact, they switch the windings on sequentially.

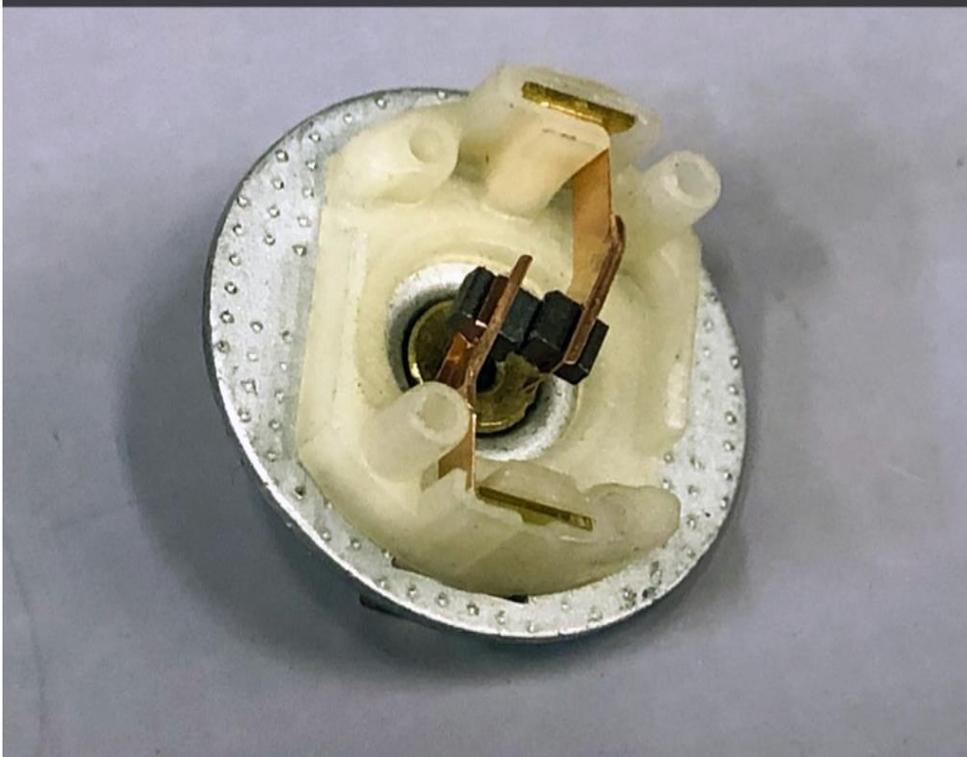


Der Eisenkern eines Gleichstrommotors ist der schwerste aller Motortypen. Der Rotorkern besteht aus dünnen Abschnitten oder Laminaten, die gestapelt sind. Je dünner die Lamellen sind, desto geringer ist der Eisenverlust und desto stärker ist der Motor.



Denken Sie daran, Gleichstrommotoren sind grundsätzlich am billigsten zu bauen. Glücklicherweise sind Gleichstrommotoren zuverlässig, leistungsstark und schnell genug für nahezu alle Modellbauanforderungen. Dies bedeutet, dass versierte Käufer, selbst wenn Sie sich bürstenlose Servos leisten können, sich unabhängig davon für Iron Core Servos entscheiden können. Warum? Dies liegt daran, dass dies für die Anwendung möglicherweise sinnvoller ist. Z.B. Ein maßstabsgetreues Modell, bei dem für die Lenkgeschwindigkeit kein teurerer Motor im Servo erforderlich ist. Darüber hinaus sind Gleichstrommotoren auch langlebig. Schauen sie sich die großen Motorkohlen an, die für ein langes Leben sorgen.

These are huge brushes. They're so large expressly because they handle the current inrush to keep this massive rotor turning smoothly.



Coreless:

Dies sind die Innereien eines Coreless Motors. Beachten Sie, dass der Draht auf einem Dorn gewickelt wurde und nach dem Zurückziehen des Dorns einen Drahtkorb hinterlässt, der sehr leicht ist - was bedeutet, dass das Beschleunigen und Abbremsen sehr einfach ist. . . Das lässt Sie Servos schnell reagieren!

Note how the windings have been formed using a mandrel - the rotor.
Also note; the permanent magnet form the core - it's now the stator!



Der Hauptvorteil ist, dass diese Wicklungen ohne Kern einfach weniger wiegen. Tatsächlich ist ihre Masse nur ein Bruchteil der Masse des Eisenkerns in einem Gleichstrommotor, was bedeutet, dass es einfacher ist, ihn zu beschleunigen und abzubremesen.

Das Wickeln dieser kernlosen Spulen kostet jedoch mehr. Ebenfalls teurer ist die Art des Magneten: Neodym. Dies sind die stärksten im Handel erhältlichen Permanentmagnete. Damit und den dorngeformten Wicklungen können höhere Kosten im Vergleich zu herkömmlichen Eisenkernmotoren nicht vermieden werden.

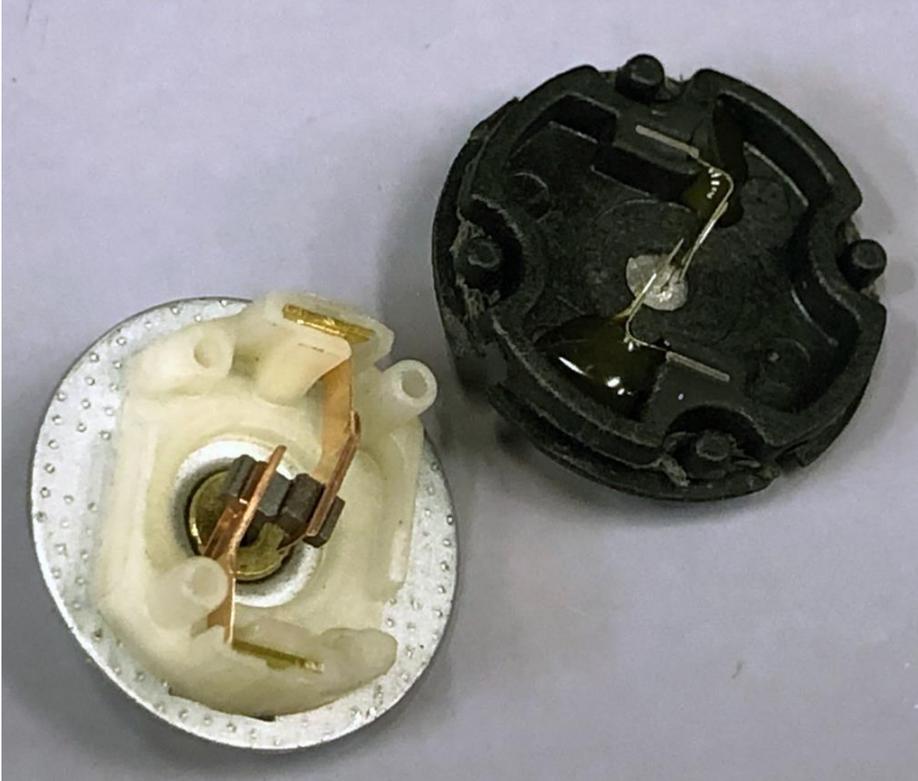
The coreless rotor at 1 gram vs 8 grams for the DC-motor, a lot lighter!



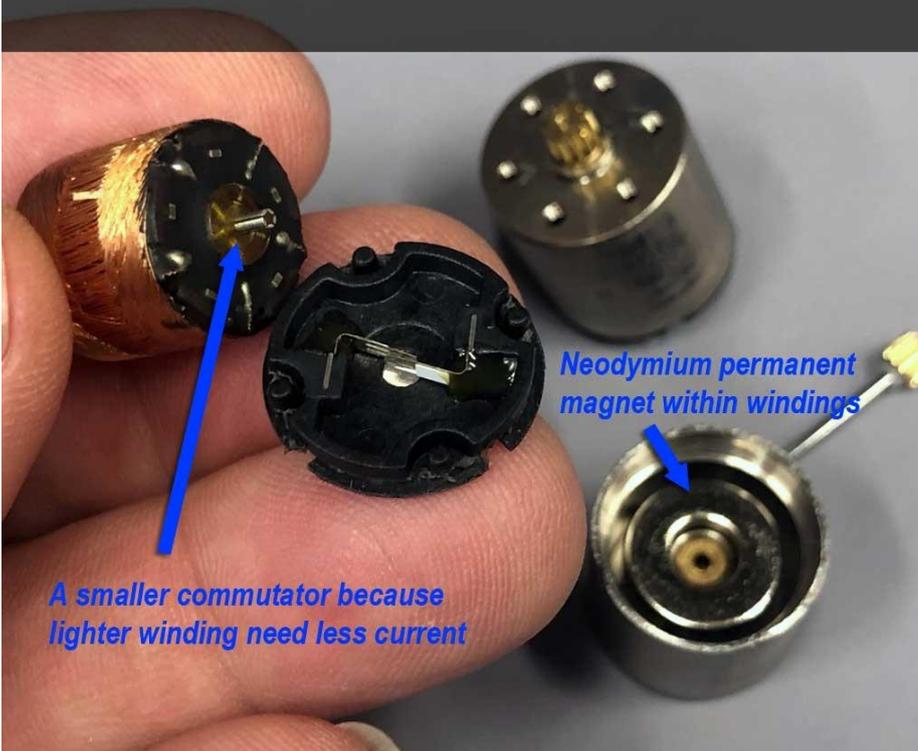
Fazit? Wenn es auf die Geschwindigkeit ankommt, schlägt der Coreless Motor jedes Mal den Iron Core Motor, da die Masse, die beschleunigt und gebremst wird, "stark" reduziert ist. Die Kommutierung erfolgt jedoch immer noch mechanisch durch einen Kommutator Ring und Kohlebürsten wie beim Iron Core Motor. Dies bedeutet, dass sie sich irgendwann abnutzen, aber die Bürsten sind viel kleiner.

Kernlose Motoren benötigen aufgrund ihrer reduzierten Masse weniger Strom zum Starten und Stoppen. Somit sind ihre Bürsten deutlich kompakter (kleinere Bürsten werden verwendet). Sie können auch sehen, dass sie leicht gebogen sind, sodass sie bei Abnutzung immer noch einen guten Kontakt zum Kommutator haben

Massive DC brushes on the left vs. slender coreless motor brushes.



Note how the commutator ring is split. This is how sequential turning on-and-off of the windings work through the action of the brushes.



Brushless:

Der dritte und letzte Motor, den wir öffnen, ist ein brushless oder elektronischer Motor. Die Elektronik für die Kommutierung im Vergleich zu der mechanischen Kommutierung ist der Grund, warum bürstenlose Motoren in der Herstellung nochmals wesentlich teurer sind als die Coreless. Die bürstenlosen Motoren nutzen auch die Permanentmagnete aus einer Legierung aus Neodym, Eisen und Bor, um die daraus resultierende tetragonale Kristallstruktur Nd₂Fe₁₄B zu bilden.

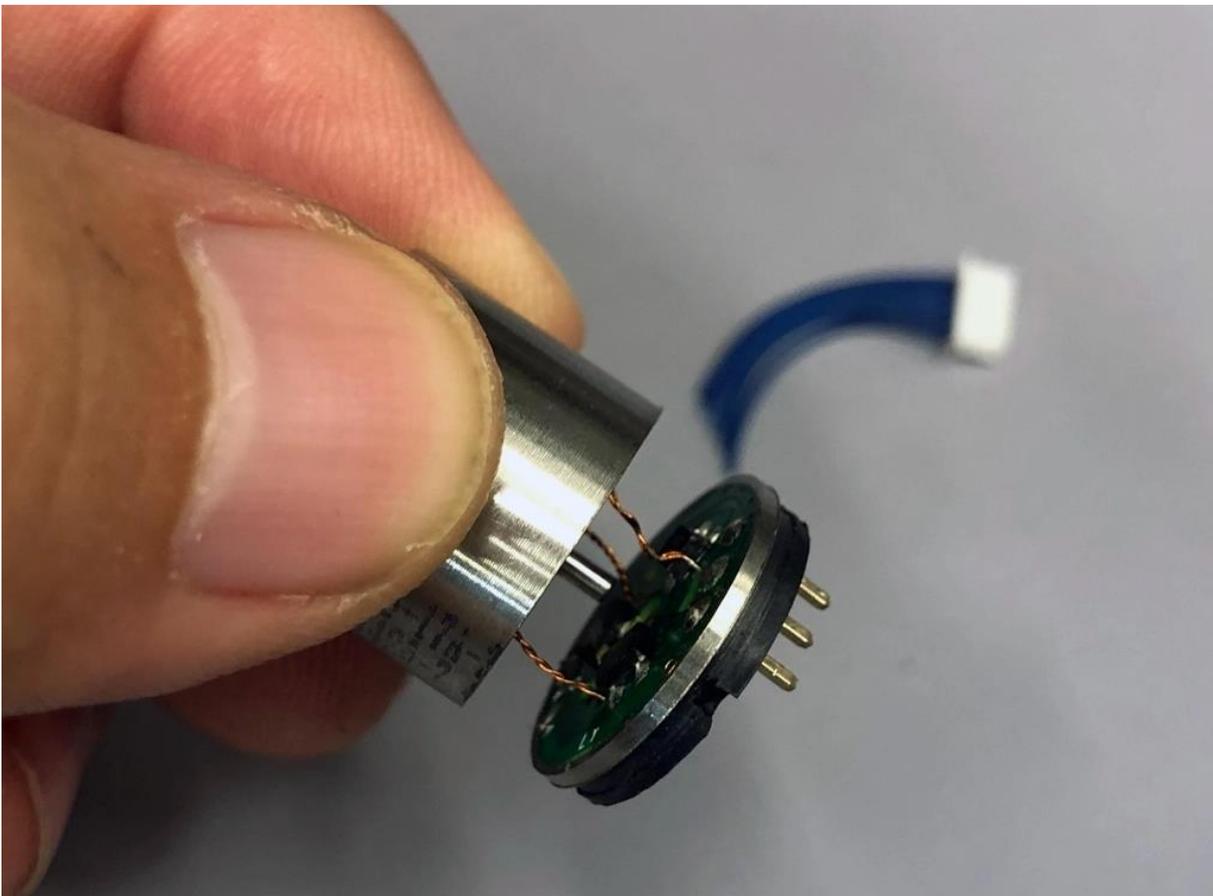
Während die Magnete mit den Coreless Motoren gleich sind, steigen die Kosten sprunghaft an, sobald die relativ billigen mechanischen Teile, aus denen der Kommutatorring und die Kohlebürsten bestehen, durch Elektronik ersetzt werden. Und es ist ein nicht endender Zyklus, weil zum Beispiel die Motoren komplexer sind, selbst in Bezug auf die Anzahl der Drähte, die in sie hineinführen. Zum Beispiel gibt es jetzt statt zwei Drähten, die diesen Motor verbinden, jetzt acht!

Instead of two wires, the brushless motor has many more. This motor is effectively an AC motor with a DC power source it's more accurately known as a DC brushless motor. All brushless motors require AC in some form to make them rotate. Special circuitry processes DC to AC.

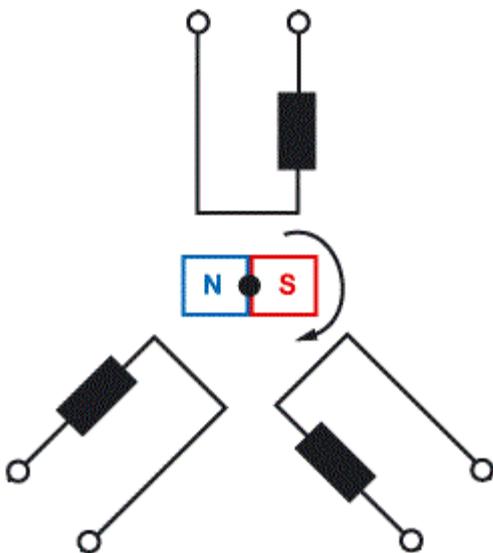


Beachten Sie als nächstes, dass bürstenlose Motoren ebenfalls mit einem Dorn gewickelt werden. Der Punkt ist, dass bürstenlose Motoren genau wie kernlose Motoren auch für Hochleistungsservos verwendet werden, da sie schneller beschleunigen / verzögern als Eisenkernmotoren

Aufgrund ihrer ähnlich reduzierten Masse bedeutet dies, dass ein bürstenloser Motor im Allgemeinen auch einen Gleichstrom- / Iron Core Motor in der Geschwindigkeit in den Schatten stellt (jedoch aufgrund der zusätzlichen Elektronik zu höheren Kosten als der Coreless). Bei diesem Motor ist der Rotor statisch magnetisch und hier sind die Spulen Teil des Stators - tatsächlich wurde er von innen nach außen gebaut! Der Rotor mit sehr geringem Gewicht spielt eine Rolle bei der hohen Leistung. Wenn wir diesen Motor jedoch auseinanderschneiden, zeigt sich etwas Neues und Anderes. Es gibt 3 Drähte, die mit einer runden Leiterplatte verbunden sind.

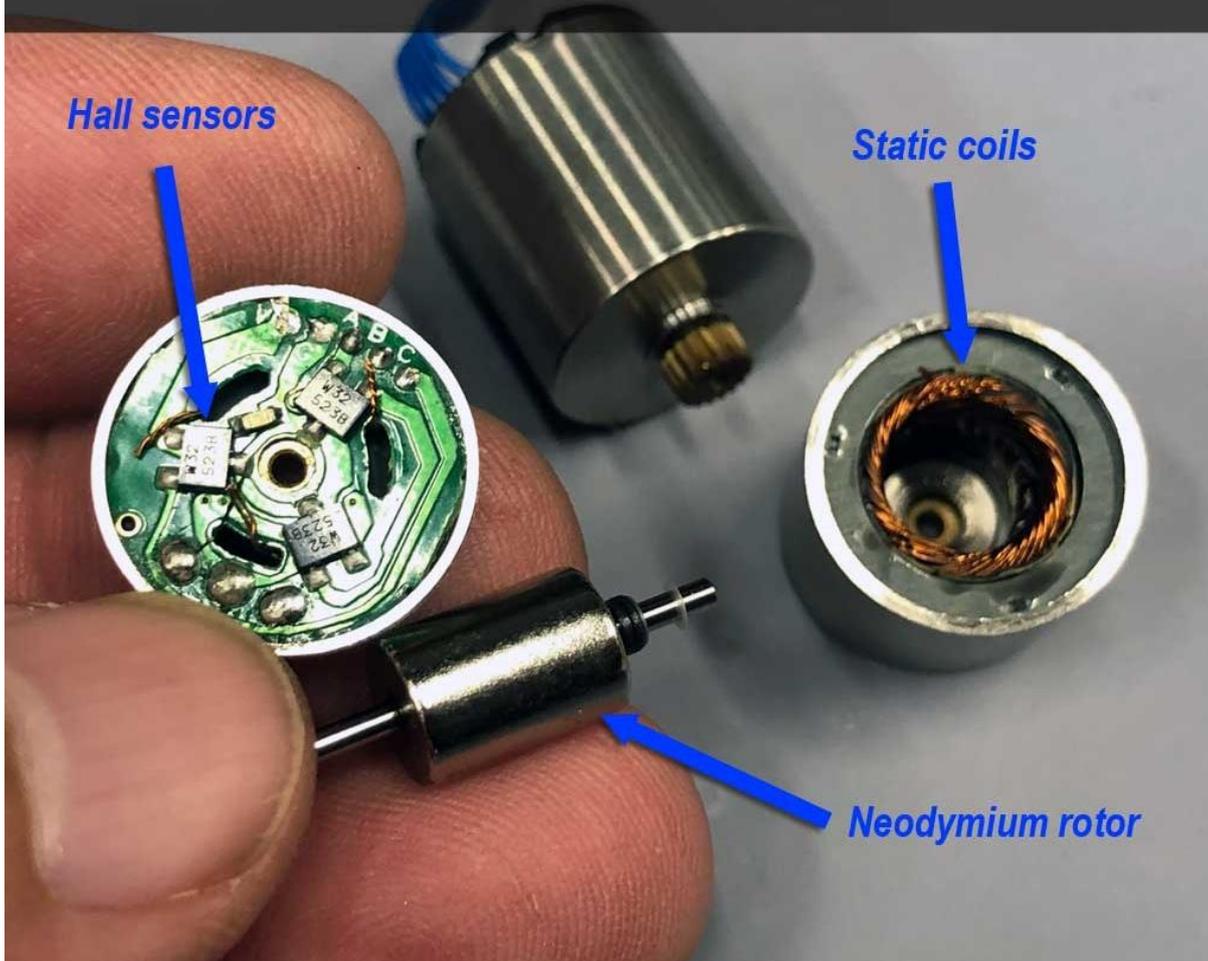


Also, was ersetzt die Bürsten und den Kommutator? Die Antwort darauf ist einfach: Hall Effekt Sensoren. Ihre Ausgangsspannung ist direkt proportional zur Magnetfeldstärke. Diese werden normalerweise mit der Schwellenwerterkennung kombiniert, so dass sie als Schalter fungiert.



Bürstenlose Motoren werden auch als elektronische Motoren bezeichnet. Alle Sensoren messen Magnetfelder, so dass die Position des Rotors berechnet und die Antriebsspannungen zu den Spulen (Wicklungen) analog sind. Somit misst der Hall Sensor buchstäblich die Position des Rotors basierend auf Magnetfeldern. . . heißt, alles, was es die Elektronik wissen muss, ist, welcher Sensor den höchsten Messwert liefert!

The circuit board has three Hall effect sensors. Commutation is switched magnetically so that the electronic circuits can process it.



Der Hauptvorteil von bürstenlosen Motoren gegenüber Coreless Motoren ist die Tatsache, dass keine Bürsten zum Verschleiß vorhanden sind! Das bedeutet, dass der Motor länger hält. Viel länger!
Der Nachteil? Es gibt zusätzliche Komplexität für die Elektronik, aber diese sind zuverlässig, so dass der eigentliche Nachteil nur einer ist. . . die Kosten.

Fazit:

DC / Iron Core Motor Servos sind die günstigsten Servos und sind gut genug für 70% der Modelle. Diese Technologie ist so alt wie unser Hobby!

Der Punkt ist: Kaufen Sie schnelle, starke und zuverlässige Servos, wenn Sie sie brauchen oder wollen. Kaufen Sie andernfalls die besten Iron Core Servos, die Sie finden können. Nur weil die Motoren kostengünstig sind, heißt das nicht, dass die Servos Müll sind oder eine schlechte Qualität haben (Es ist hauptsächlich ein Problem der Herstellung, das dazu führt, dass Iron Core Motoren weniger kosten). Also für maßstabsgetreue Modelle oder Zusatzfunktionen, die nicht die schnellsten und leistungsstärksten Servos auf dem Markt benötigen, sind diese völlig ausreichend.

High Performance oder Wettbewerbsmodelle sind die, für die Coreless Servos wie gemacht sind. Wenn sie Wettbewerbe fahren (jegliche Klassen wie z.B. 1:8er oder 1:10er Off Road Buggy oder Truggy/Truck, Tourenwagenklassen, Drift) ist es essentiell wichtig den Apex einer Kurve zum richtigen Zeitpunkt zu treffen, da wird Geschwindigkeit benötigt. Fazit? Wenn es um Geschwindigkeit geht sind Coreless und Brushless Servos die Antwort. Was passiert allerdings, wenn zur Geschwindigkeit auch noch der Faktor Langlebigkeit hinzukommt? Dann bleibt nur Brushless. Klar, weil die Vorteile die Nachteile überwiegen. Das gleiche gilt, wenn "das Beste" Teil der Gleichung ist, wo bürstenlose Motoren wieder die 1. Wahl sind

Schlusswort:

Unabhängig davon, ob Sie nun nur ein begrenztes Budget haben oder die Anforderungen des Modells von einem einzigen Faktor, möglicherweise dem Drehmoment, abhängt, ist das Iron Core Servo wahrscheinlich das, was Sie benötigen werden. Diese sind eine gute Wahl für fast jedes Modell. Der Punkt ist, dass die meisten Modellbauer ein Servo mit Iron Core Antrieb basierend auf den Drehmomentanforderungen auswählen und nur einige Modellbauer mehr als 50 € pro Servo ausgeben wollen. Wenn sie Hochgeschwindigkeitsmanöver ausführen müssen, ist ein Coreless Servo häufig die beste Wahl. Was diejenigen von Ihnen betrifft, die mehr wollen, für die ein Servo mit bürstenlosem Motor unerlässlich. Es bestimmen die Bedürfnisse die Servos und Geld spielt keine Rolle. Sie wollen das Beste und Sie sind bereit, dafür zu bezahlen! Bürstenlose Servos sind das beste Geld, das man kaufen kann.

Wenn Sie diese gesamte Ausarbeitung gelesen haben: Glückwunsch, Sie können Sie anhand Ihrer gewonnenen Erkenntnisse nun entscheiden, welches Servo für Sie am besten geeignet ist.
Vielen Dank für das Lesen, ich hoffe, es hat Ihnen gefallen.

Wolff Hoffmann

RC OMG Germany