

## Die Auswahl von Miniaturmotoren und welche Rolle die Trägheit dabei spielt

09 May 2024

Für Konstruktionsanwendungen, die auf Bewegung angewiesen sind, sei es ein Roboter, ein chirurgisches Elektrowerkzeug oder ein Satellitensteuerungssystem, werden aufgrund ihrer Leistung und kompakten Größe häufig Miniatur-Gleichstrommotoren eingesetzt. Um eine Miniaturbewegungslösung genau spezifizieren zu können, ist es jedoch entscheidend, die Rolle der Trägheit zu verstehen. Auch wenn Dimensionierungswerkzeuge bei diesem Prozess helfen können, ist eine gründliche Analyse des breiteren Designs der Anwendung in Kombination mit gezielten Anpassungen die richtige Methode, um die Leistung zu optimieren.

Bei der Spezifikation eines Miniaturmotors ist die Trägheit ein wichtiger Faktor. Als Maß für den Widerstand eines Motors gegen Drehzahländerungen basiert sein Trägheitswert auf einer Berechnung, die die Masse und den Radius seines Rotors beinhaltet. Eine hohe Rotationsträgheit stellt eine größere Herausforderung bei der Beschleunigung des Systems dar, während eine geringere Trägheit auf eine leichte Beschleunigung hinweist. Da weniger Energie benötigt wird, um einen Motor mit geringerer Trägheit zu beschleunigen oder abzubremesen, sind diese Motoren energieeffizienter, was bei Anwendungen mit häufigen Start-Stopp-Zyklen einen erheblichen Unterschied machen kann. Motoren mit geringerer Rotationsträgheit bieten in der Regel auch eine verbesserte Steuerung, was eine positive Eigenschaft für Anwendungen ist, die eine präzise Positionierung erfordern.

Obwohl es so scheint, dass eine geringere Trägheit optimal ist, muss die Trägheit des Motors unbedingt mit der Trägheit der Last abgestimmt werden. Wenn die Trägheit der Last wesentlich größer ist als die des Motors, hat der Motor im Grunde genommen Schwierigkeiten, die überdurchschnittliche Masse oder Größe zu steuern. Je besser die Trägheitsverhältnisse abgestimmt sind, desto genauer können Motor und Antriebssystem die Last steuern, insbesondere in Anwendungen, die präzise Bewegungen erfordern.

### **Beseitigung von Trägheitsmissverhältnissen**

Obwohl ein Massenträgheitsverhältnis von 1:1 theoretisch perfekt ist, ist dies weder praktikabel noch notwendig. In der Praxis kann das Anstreben eines Trägheitsverhältnisses von nahe 1:1 zu überdimensionierten Komponenten, höheren Systemkosten und erhöhtem Energieverbrauch führen. Jeder Anwendungsfall hat jedoch einen akzeptablen Bereich, auch wenn für Anwendungen, die eine dynamische Steuerung und Positionierung erfordern, wie Hochgeschwindigkeitsmontagen oder Textilgarnführungen, ein niedriges Last-Motor-Trägheitsverhältnis entscheidend ist.

Die häufigste Herausforderung ist ein Trägheitsmissverhältnis, das durch ein hohes Last-Motor-Trägheitsverhältnis verursacht wird. Diese Art von Unwucht kann zu Stabilitätsproblemen führen, die zu längeren Reaktionszeiten und geringerer Systembandbreite führen. Dies kann auch Energieverschwendungen zur Folge haben, da der Motor schwerer arbeitet, um die Last zu bewegen. Im schlimmsten Fall verursacht dies Schwingungen und Resonanzen, die den Motor sowie die Last und die Anschlüsse beschädigen können.

## **Vereinfachung des Getriebes**

Viele Motorenhersteller bieten Online-Tools und -Rechner an, die Konstrukteure bei der Auswahl eines Miniaturmotors unterstützen. Hierzu zählt beispielsweise MotionCompass™ von Portescap. Ein umfassendes Bewusstsein für die Faktoren, die zur Trägheit beitragen, ist jedoch bei der Bewegungsplanung und -integration nützlich. Während ein Motorkatalog und ein Dimensionierungstool die Trägheitswerte liefern können, können ganzheitliche Konstruktionstaktiken das gesamte Anwendungsdesign verbessern und dazu beitragen, die Trägheitslücke zu schließen.

Die Getriebeuntersetzung ist ein gängiger Schritt, bei dem die Lastträgheit proportional zum Quadrat des Übersetzungsverhältnisses reduziert wird. Darüber hinaus können moderne Steuerungssysteme mit fortschrittlichen Algorithmen und hochauflösenden Rückkopplungsgeräten Probleme mit Trägheitsmissverhältnissen beheben. Die negativen Auswirkungen eines Trägheitsmissverhältnisses oder einer hohen Last auf die Motorträgheit können jedoch durch eine fehlende Steifigkeit im System, auch Lastkonformität genannt, verschlimmert werden. Um diese Probleme zu minimieren, können wir uns breitere Komponenten der Anwendung oder Maschine ansehen, um die Steifigkeit zu optimieren.

Herausforderungen bei der Lastkonformität treten bei Systemen mit indirektem Antrieb häufiger auf. Dabei ist der Motor nicht direkt mit der Last gekoppelt, sondern über ein oder mehrere Kraftübertragungselemente wie einen Getriebemechanismus, Riemenscheibensysteme, Kettenantriebe oder Kugelgewindetriebe verbunden. Um ein indirektes System zu vereinfachen, um die Steifigkeit zu erhöhen und weitere mögliche Trägheitsursachen zu reduzieren, ist es sinnvoll, die Wirkung jeder angeschlossenen Komponente über die Motorwelle hinaus zu berücksichtigen.

## Direktantriebssysteme

Für anspruchsvolle Anwendungen, die von einem engen Trägheitsverhältnis zwischen Motor und Last profitieren würden, empfiehlt es sich, mit der Möglichkeit eines Direktantriebssystems zu beginnen. Durch diesen Ansatz des Bewegungsdesigns werden die Anzahl der Kraftübertragungselemente auf ein Minimum reduziert und gleichzeitig die Compliance optimiert.

Bei einem Direktantrieb ist der Motor direkt an seine Last gekoppelt. Diese Verbindung beseitigt die Trägheit, die durch die Kraftübertragungskomponenten entsteht, und je weniger Trägheit der Motor überwinden muss, desto weniger Drehmoment benötigt er, um die gewünschte Beschleunigungsrate zu erreichen. Ein Direktantriebssystem minimiert auch Effekte wie das Spiel zwischen den mechanischen Komponenten, das sich auch auf die Kraftübertragung und die Zuverlässigkeit des Systems auswirken kann.

Um die Gesamtträgheit innerhalb einer Anwendung oder Maschine zu minimieren und das Trägheitsgleichgewicht zwischen Motor und Last zu optimieren, ist eine umfassende Überprüfung aller Konstruktionsaspekte, die sich auf den Bewegungszyklus auswirken, ratsam. Für eine effektive Umsetzung ist es vorzuziehen, Bewegungsingenieure frühzeitig in den gesamten Konstruktionsprozess einzubeziehen.

Erstens kann der technische Input dazu beitragen, das breitere Maschinen- oder Anwendungsdesign zu verbessern und den besten Ansatz für die Bewegungslösung herauszuarbeiten. Zweitens bedeutet die frühzeitige Einbeziehung von Bewegungsingenieuren, dass die wirksamsten Ergebnisse bei einer erforderlichen Anpassung des Motors oder Getriebes frühzeitig im Prozess erreicht werden können, ohne dass die Markteinführungszeit beeinträchtigt wird.

Portescap stellt einsatzbereite Werkzeuge und Motordaten zur Verfügung, um OEM-Ingenieure bei der Festlegung ihrer Spezifikationen zu unterstützen. Unsere Bewegungsspezialisten stehen insbesondere dann zur Verfügung, wenn es darum geht, Design- und Anpassungsanforderungen für eine Vielzahl von Anwendungen zu erörtern.

**Bildtexte:**

**Bild 1:** Portescap bietet Motoren für Anwendungen an, bei denen ein niedriges Last-Motor-Trägheitsverhältnis entscheidend ist, z. B. in der Hochgeschwindigkeitsmontage oder bei Textilgarnführungen.



**Bild 2:** Für chirurgische Elektrowerkzeuge werden aufgrund ihrer Leistung und kompakten Größe häufig Miniatur-Gleichstrommotoren verwendet.

**Operating Point**

VOLTAGE:  UNITS:

REQUIRED TORQUE:  SPEED:

MAX CURRENT:  GEARBOX OPTION:

MAX DIAMETER:  ELEC. OPTIONS:

**Application Performance**

KEY PARAMETERS

% SPEED:  % EFFICIENCY:  % POWER:  % CURRENT:

0 25 50 75 100 0 25 50 75 100 0 25 50 75 100 0 25 50 75 100

0.0 100 100 100

TOTAL: 100%

**Recommended Motors**

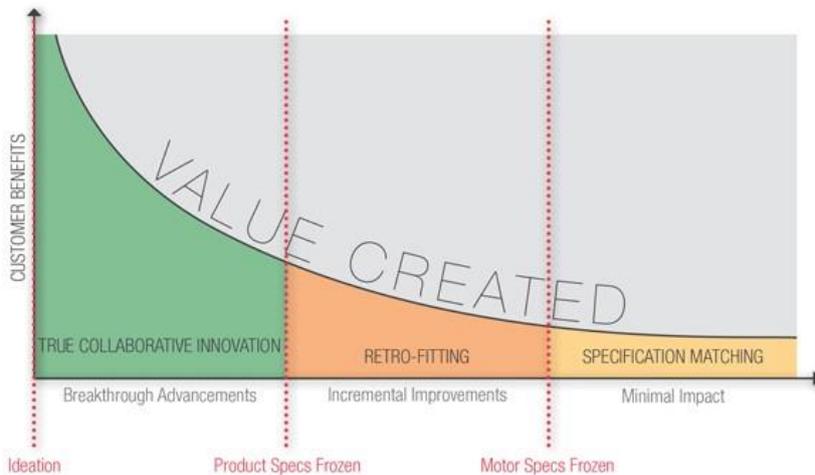
BRUSH DC

MODEL	DIAMETER (mm)	SPEED (rpm)	TORQUE (Nm)	NO. POLES	CURRENT (A)	VOLTAGE (V)	PRICE	LEAD TIME	SHOP
1100CP 304 P12 2002	16.00	2050	24.37	4.31	0.37	24.00	€39.14	3 weeks	
1100CP 304 P12 2004	16.00	2000	28.17	6.50	0.16	12.00	€29.14	3 weeks	
1100CP 304 P 1504 14	22.00	5225	80.78	1.36	0.42	3.00	€11.00	3 weeks	
1100BE 2152 1001	12.00	6124	67.20	1.28	0.42	4.00	€50.22	3 weeks	
1100C 1052 0804 14	22.00	6215	85.93	1.30	0.83	16.00	€11.00	3 weeks	

BRUSHLESS DC

MODEL	DIAMETER (mm)	SPEED (rpm)	TORQUE (Nm)	NO. POLES	CURRENT (A)	VOLTAGE (V)	PRICE	LEAD TIME	SHOP
1100C105 10 200 20	10.00	4176	24.00	7.16	0.39	24.00	€10.00	3 weeks	
1100C105 100 15	22.00	7397	33.11	1.30	0.39	24.00	€30.07	3 weeks	
1100C105 100 30	22.00	8041	93.15	1.88	0.11	24.00	€30.15	3 weeks	
1100C105 100 04	22.00	8026	57.96	1.56	0.11	24.00	€77.69	3 weeks	
1100C105 100 35	22.00	8045	49.71	1.68	0.11	24.00	€77.69	3 weeks	

**Bild 3:** Der MotionCompass™ Online-Selektor von Portescap bietet eine Reihe von Werkzeugen und Motordaten, um OEM-Ingenieure bei der Festlegung ihrer Spezifikationen zu unterstützen.



**Bild 4:** Die frühzeitige Einbindung von Bewegungsingenieuren bei einer Anwendung oder Maschine bedeutet, dass die wirksamsten Ergebnisse frühzeitig im Prozess erreicht werden können, ohne Auswirkungen auf die Markteinführungszeit.

Das mit dieser Pressemitteilung zur Verfügung gestellte Bildmaterial darf nur in Zusammenhang mit diesem Text verwendet werden und unterliegt dem Urheberschutz. Bitte wenden Sie sich an DMA Europa, wenn Sie eine Bildlizenz für die weitere Verwendung benötigen.

## Über Portescap

Portescap bietet die breiteste Palette von Miniatur- und Sondermotoren in der Branche. Diese umfasst kernlose Bürsten-DC-Motoren, bürstenlose DC-Motoren, Can-Stack-Schrittmotoren, Getriebe, digitale Linearantriebe und Scheibenmagnet-Technologien. Unsere Produkte lösen seit mehr als 70 Jahren vielfältige Aufgaben in der Antriebstechnik in einem breiten Anwendungsspektrum in den Bereichen Medizin, Biowissenschaften, Instrumentierung, Automation sowie in der Luft- und Raumfahrt.

Portescap hat Produktionszentren in den Vereinigten Staaten und Indien und nutzt ein globales Produktentwicklungsnetzwerk mit Forschungs- und Entwicklungszentren in den Vereinigten Staaten, China, Indien und in der Schweiz.

Weitere Informationen: [www.portescap.com](http://www.portescap.com)

### **Press contact:**

#### **Portescap**

Nicole Monaco

Global Marketing Manager

Tel.: +1 404.877.2534

[Portescap.sales.europe@regalrexnord.com](mailto:Portescap.sales.europe@regalrexnord.com)

### **PR agency:**

#### **DMA Europa**

#### **Stephanie Jones**

Progress House, Great Western Avenue, Worcester, WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

[stephanie.jones@dmaeuropa.com](mailto:stephanie.jones@dmaeuropa.com)

[news.dmaeuropa.com](http://news.dmaeuropa.com)