

Die richtige Motorarchitektur für chirurgische Handwerkzeuge

22 July 2026

Weltweit haben elektrische Instrumente die Präzision, Effizienz und Patientensicherheit in den Operationssälen signifikant verbessert. Von der orthopädischen Rekonstruktion bis hin zur Kraniotomie ermöglichen elektrische Bohrer, Sägen und Shaver komplexe chirurgische Eingriffe mit revolutionärer Geschwindigkeit und Kontrolle.

Mit dem Fortschritt der Operationstechniken – insbesondere in der minimalinvasiven und Präzisionschirurgie – steigen die Anforderungen an die entsprechenden Instrumente. Aus diesem Grund legen die OEMs immer größeren Wert auf die Antriebsoptimierung. Die Motorarchitektur spielt dabei eine Schlüsselrolle: Sie bestimmt maßgebliche Faktoren wie die Drehmomentabgabe, das Schwingungsverhalten, das Wärmemanagement, die Sterilisationsbeständigkeit und die Gesamtlebensdauer des Systems.

Die Auswahl der richtigen Motorarchitektur ist somit eine der wichtigsten Entscheidungen beim Design chirurgischer Powertools. Dieser Artikel beleuchtet die zentralen Aspekte und erläutert, warum die Abstimmung der Architektur auf die Anwendung entscheidend für den klinischen und kommerziellen Erfolg ist.

Die Leistungsanforderungen verstehen

Eine der größten Herausforderungen bei der Spezifikation von Motoren für chirurgische Instrumente ist das breite Spektrum an Einsatzszenarien.

So erfordern orthopädische Eingriffe an großen Knochen typischerweise ein hohes Drehmoment bei kontrollierten Drehzahlen, um dichtes Material zu trennen oder zu fräsen. Diese Anwendungen bedeuten eine mechanische Belastung über längere Zeiträume und setzen ein optimales Wärmemanagement des Motors voraus. Effizienz und Drehmomentstabilität unter Last sind daher essenziell.

Im Gegensatz dazu erfordern kraniale und neurochirurgische Eingriffe oft extrem hohe Drehzahlen – in manchen Fällen zwischen 80.000 und 100.000 min⁻¹. Hier stehen eine gleichmäßige Drehmomentabgabe und maximale Laufruhe an erster Stelle, denn schon die geringste Drehmomentwelligkeit kann die Präzision in sensiblen anatomischen Bereichen beeinträchtigen.

Da sich Drehmoment und Drehzahl physikalisch bedingen, kann keine Motorarchitektur beide Faktoren zugleich optimieren – schon gar nicht innerhalb des knappen Bauraums chirurgischer Handstücke. Eine klare Definition der Anforderungen an Drehmoment, Drehzahl und Einschaltdauer zu Beginn der Entwicklung erlaubt jedoch die Wahl einer Architektur, die den klinischen Notwendigkeiten entspricht, ohne dass zu einem späteren Zeitpunkt im Designzyklus die Leistungsdaten aufwändig angepasst werden müssen.

Vergleich der Architekturoptionen beim Antrieb

Ist das Leistungsprofil definiert, rücken die Motorkonstruktion und Kommutierung in den Fokus.

Hierbei ist die elektromagnetische Architektur ausschlaggebend. Genutete Motoren konzentrieren den magnetischen Kraftfluss durch laminierte Statorzähne, was eine hohe Drehmomentdichte ermöglicht – ideal für Hochlastanwendungen. Allerdings kann die Interaktion von Rotormagneten und Statorschlitzten ein Rastmoment verursachen: eine kleine, unerwünschte Welligkeit, die bei Permanentmagnetmotoren häufig auftritt und bei Anwendungen, die einen besondere Laufruhe verlangen, sorgsam zu begrenzen ist.

Nutenlose Motoren kommen ohne Statorzähne aus, wodurch das Rastmoment wegfällt und eine gleichmäßigere Rotation erreicht wird. Diese Architektur ist von Vorteil für Hochgeschwindigkeits- oder Präzisionsanwendungen, bei denen die Laufruhe entscheidend ist. Der Kompromiss dabei ist – je nach konkreter Umsetzung – eine geringere Performance in puncto Drehmomentdichte oder thermische Eigenschaften.

Die Entscheidung zwischen genutetem und nutenlosem Design verlangt somit eine sorgfältige Abwägung der vorrangigen Anforderungen der Anwendung: Drehmomentstabilität, Laufruhe oder gleichmäßige Wärmeableitung.

Nicht minder wichtig ist die Art der Kommutierung: Bürstenlose Gleichstrommotoren haben eine elektronische Kommutierung, die eine präzise Steuerung von Drehzahl und Drehmoment bei reduziertem mechanischem Verschleiß ermöglicht. Sie sind ideal für Hochgeschwindigkeitsanwendungen und Systeme mit geschlossenem Regelkreis. Eisenlose, bürstenbehaftete DC-Motoren bieten hingegen eine systemimmanent gleichmäßige Drehmomentabgabe in kompakter Bauform und können die Integration vereinfachen, wenn die elektronische Steuerung möglichst unaufwändig sein soll.

Letztlich gibt es keinen „besten“ Motortyp. Die optimale Architektur hängt vielmehr von der Zieldrehzahl, dem Drehmomentbedarf, den Anforderungen an die Laufruhe, der verlangten Lebensdauer und den Anforderungen der Systemintegration ab.

Thermische und mechanische Stabilität

Bei all den vielen Abwägungen im Designprozess chirurgischer Handwerkzeuge darf nicht vergessen werden: Die Motorarchitektur bestimmt maßgeblich, wie sich das Handstück unter realen Einsatzbedingungen verhält.

In orthopädischen Anwendungen mit hohem Drehmoment kann die Dauerbelastung zu erheblicher Wärmeentwicklung führen. Höhere Temperaturen beeinflussen den Wicklungswiderstand und die magnetische Leistung, was die Drehmomentabgabe mit der Zeit verringern kann. Ein effizientes Magnetkreisdesign und die korrekte Dimensionierung sind daher essenziell für die Leistungsstabilität während der Operation.

Bei Hochgeschwindigkeitsanwendungen stehen andere Belastungen im Vordergrund: Wuchtgüte, Rotordesign und die Lager müssen für einen stabilen Betrieb bei extremen Drehzahlen ausgelegt sein. Schwingungs- und Geräuschdämpfung werden hier zum entscheidenden Faktor für die wahrgenommene Präzision und das Sicherheitsgefühl in der chirurgischen Anwendung.

Zudem muss in Verbindung mit der Wahl der Architektur die mechanische Langlebigkeit betrachtet werden. Die Integration von Getrieben, Wellenverbindungen und Dichtungssystemen ist ganzheitlich zu bewerten, um langfristige Zuverlässigkeit zu gewährleisten.

Eine Motorarchitektur, die für sich allein betrachtet eine gute Leistung erbringt, kann sich als Teil der Werkzeugbaugruppe anders verhalten.

Architektur und Integration

Moderne chirurgische Systeme basieren selten auf Standardmotoren „von der Stange“: Bauraumbegrenzung, Ergonomie, Sterilisationszyklen und regional unterschiedliche Elektrovorschriften bedingen häufig kundenspezifische Anpassungen.

Die Entscheidung für eine Motorarchitektur darf daher nicht isoliert vom Systemdesign getroffen werden, denn Wellenverbindungen, Gehäusewerkstoffe, Dichtungskonzepte und die Steuerungselektronik beeinflussen die Performance der gewählten Architektur im integrierten Zustand.

Eine frühzeitige Zusammenarbeit von OEM-Designteam und Antriebslieferant erleichtert den Abgleich von Architekturentscheidungen und konkreten Integrationsvorgaben. Diese Abstimmung in der frühen Entwicklungsphase bedeutet:

- Präzise Auslegung des Motors für das angestrebte Drehmoment- und Drehzahlprofil
- Bewertung von genutzten versus nutzenlosen Technologien im Anwendungskontext
- Einschätzung des thermischen Verhaltens unter den erwarteten Betriebszyklen
- Integration von Dichtungs- und Schutzstrategien von Anfang an

Eine solche systematische, partnerschaftliche Herangehensweise reduziert das Entwicklungsrisiko und erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Leistungsziele ohne kostspieliges Redesign erreicht werden.

Fazit

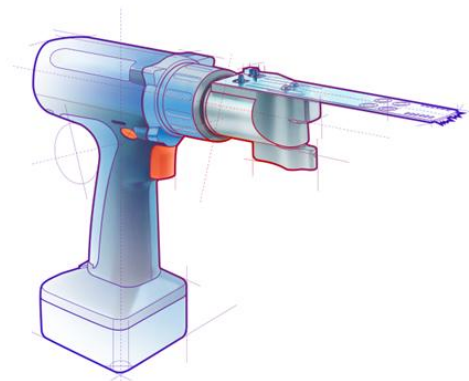
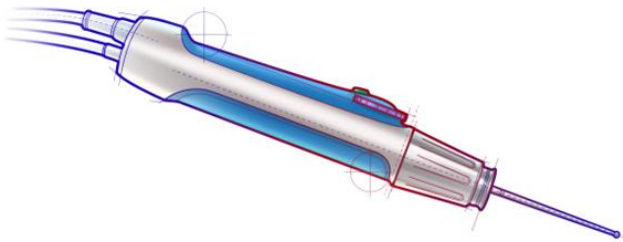
Chirurgische Systeme kommen in anspruchsvollen klinischen Umgebungen zum Einsatz, in denen es auf Präzision, Zuverlässigkeit und Langlebigkeit ankommt. Die Motorarchitektur bestimmt dabei maßgeblich, wie effektiv ein Instrument diese Anforderungen erfüllen kann.

Ob genutete oder nutzenlose Bauweise, bürstenlose oder eisenlose Kommutierung, Direktantrieb oder Getriebekonfiguration – jede Entscheidung beeinflusst das Drehmoment- und Schwingungsverhalten, die thermische Stabilität und die Lebensdauer. Die Abstimmung der Motorarchitektur auf klar definierte Anwendungsanforderungen stellt sicher, dass das System wie vorgesehen funktioniert – von dauerhaft konstanter Drehmomentabgabe in der Orthopädie bis zu höchsten Drehzahlen in der Kopfchirurgie, wo jede Sekunde zählt.

Seit Jahrzehnten entwickelt Portescap in enger Zusammenarbeit mit OEMs für chirurgische Instrumente anwendungsspezifische Antriebslösungen, die exakt auf die jeweiligen Leistungs- und Integrationsanforderungen zugeschnitten sind. Durch die Expertise von Portescap in der Antriebsarchitektur, die frühzeitige Unterstützung im Designprozess und das umfassende Produktportfolio können OEMs ihre Antriebe im Hinblick auf klinische Exzellenz und nachhaltige Zuverlässigkeit optimieren.

Bei der Wahl der richtigen Motorarchitektur geht es nicht bloß um eine Komponente – sie ist das Fundament für die Leistungsfähigkeit des chirurgischen Instruments.

Bilds:



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 Regal Rexnord AMC

Regal Rexnord schafft eine bessere Zukunft mit nachhaltigen Lösungen, die Bewegung antreiben, übertragen und steuern. Mit einem klarem Fokus auf die Kundenbedürfnisse und einem ausgeprägten Nachhaltigkeitsbewusstsein tragen wir mit Innovationen zur Transformation der Industrie bei. Unsere Technologien treiben den Fortschritt an – von leistungsfähigen Präzisionsantrieben für Chirurgie-Roboter, Humanoide, Satelliten und unbemannte Luftfahrzeuge über fortschrittliche Automatisierungssysteme zur Fabrikoptimierung bis hin zu präzisionsgefertigten Komponenten der Antriebstechnik und innovativen lufttechnischen Lösungen für maximale Effizienz.

Auf der Grundlage umfassender Kenntnis der konkreten Bedürfnisse der von uns betreuten Branchen, wie Robotik, Luft- und Raumfahrt, Verteidigung, Medizintechnik, Rechenzentren, Fabrikautomation, erneuerbare Energien, Landwirtschaft und Bauwesen, arbeiten wir eng mit unseren Kunden zusammen und stehen ihnen als vertrauenswürdige Partner und Berater für optimierte Lösungen zur Seite. Kundenorientierte Innovation ist unser Antrieb, und durch unser weltumspannendes Netzwerk aus Entwicklungs- und Fertigungszentren sind wir in der Lage, komplexe Lösungen im Sinne des globalen Fortschritts effizient zu konzipieren und zuverlässig zu produzieren.

Regal Rexnord (NYSE: RRX) hat seinen Hauptsitz in Milwaukee, Wisconsin, und ist weltweit an über 200 Standorten vertreten. Mehr als 30.000 engagierte Mitarbeiter und Mitarbeiterinnen setzen sich für den Erfolg unserer Kunden ein und unterstützen internationale Branchen in ihrem Bestreben, nachhaltig zu wachsen und eine bessere Zukunft zu schaffen.

Press contact:

Regal Rexnord AMC

Katie Guiler

Senior Digital Marketing Specialist

Katie.Guiler@regalrexnord.com

PR Agency:

Marketing + Technologies Group

Anne-Marie Howe

Progress House, Midland Road, Worcester, WR5 1AQ, UK

Tel.: +44 (0) 1905 917477

a-m.howe@markettechgroup.com

news.dmaeuropa.com