

Die Auswahl des richtigen Miniaturmotors für medizinische Pumpen

Ein wichtiger Baustein für mehr Lebensqualität von Patienten

Miniaturmotoren, die in medizinischen Pumpen eingesetzt werden, müssen sehr spezielle Anforderungen erfüllen, und die Auswahl des richtigen Produkts für eine bestimmte Aufgabe ist alles andere als trivial. Im Folgenden wird auf die Auswahlkriterien sowie auf die Vor- und Nachteile einzelner Motoroptionen eingegangen.

» Dr. Norbert Veignat, Portescap

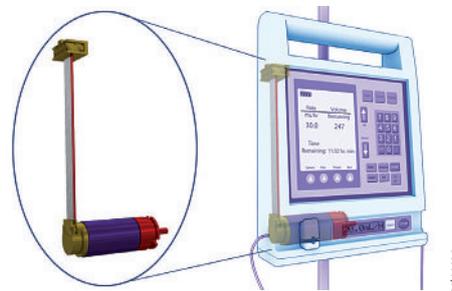
Die Entwicklung von kleinen, tragbaren Infusionspumpen läutete ein neues Kapitel in der medizinischen Versorgung ein. Da sie in der Lage waren, über die Zeit genau dosierte Medikamentenmengen zu verabreichen, eröffneten sie neue Möglichkeiten für die kontinuierliche Versorgung von Patienten zu Hause. Mobile, batteriebetriebene Infusionspumpen, die beispielsweise Insulin, Nährstoffe oder Krebsmedikamente verabreichen, haben den Patienten noch mehr die Bewegungsfreiheit gegeben.

Durch solche Infusionspumpen können Patienten über längere Zeiträume sicher aus dem Krankenhaus entlassen werden, wodurch viele Einschränkungen wegfallen und die Lebensqualität deutlich steigt. Es versteht sich von selbst, dass derartige Systeme ein Höchstmass an Zuverlässigkeit verlangen und entsprechend hohe Anforderungen an die Komponenten stellen.

Hohe Anforderungen an Motoren

Für den Produktentwickler steht der Elektromotor, der die Pumpe antreibt, im Fokus. Leistung (besonders die Fähigkeit, innerhalb eines Drehzahlbereichs die korrekten Drehmomente abzugeben), Baugrösse und Lebensdauer sind dabei die zentralen Aspekte. Miniaturisierung ist oftmals wichtig für den Patientenkomfort, insbesondere bei tragbaren Geräten. Dasselbe gilt für die Leistungsaufnahme, vor allem bei akkubetriebenen Geräten, um eine angemessene Zeitspanne zwischen den Ladevorgängen zu erreichen. Ausserdem darf das Pumpengeräusch den Patienten und sein soziales Umfeld nicht stören. Es kommen daher nur sehr leise Antriebe infrage.

Auch wenn die primären Ziele des Motors klar sind, ist die Wahl des Produkts nicht einfach. Es gibt verschiedene Technologien, die hinsichtlich bestimmter Aspekte des Lasten-



Bei der Komponentenauswahl für medizinische Pumpen spielt der Miniaturmotor für den Antrieb eine entscheidende Rolle.

heftes grosse Vorteile bieten, dafür aber in anderen Bereichen Kompromisse erfordern.

Wenn es um Miniaturmotoren für Infusionspumpen geht, stehen im Wesentlichen drei Technologien zur Wahl: eisenlose, bürstenbehaftete DC-Motoren in Kombination mit einem Getriebe und einem Encoder, bürstenlose DC-Motoren mit Getriebe und eventuell einem Encoder sowie Schrittmotoren, entweder als Direktantrieb oder mit Getriebe und eventuell einem Encoder für automatisch geregelte Geräte.

Bürstenbehaftete DC-Motoren

Eisenlose, bürstenbehaftete DC-Motoren eignen sich gut für akkubetriebene, tragbare Pumpenanwendungen, weil sie ohne Eisenverluste sehr effizient laufen. Tatsächlich erreicht die Edelmetallkommutierung Motorwirkungsgrade von bis zu 90 Prozent. Gleichzeitig sind die Motoren mit fortschrittlichen Magnettechnologien in der Lage, bei festgelegter Drehzahl hohe Drehmomente abzugeben. Eisenlose Motoren zeichnen sich darüber hinaus durch eine sehr niedrige Induktivität und eine Kommutierung mit kleiner Kontaktfläche und geringem Druck aus. Hieraus ergeben sich ein niedriger elektrischer Widerstand und eine sehr geringe Reibung.

Bürstenbehaftete DC-Motoren haben natürlich den Nachteil, dass die Bürsten verschleissen und letztlich die Produktnutzungsdauer begrenzen. Wenn maximale Nutzungsdauer ein primäres Kriterium ist, kommt für Infusionspumpen und dergleichen ein bürstenloser DC-Motor (brushless DC, BLDC) in Frage.

Bürstenlose Motoren

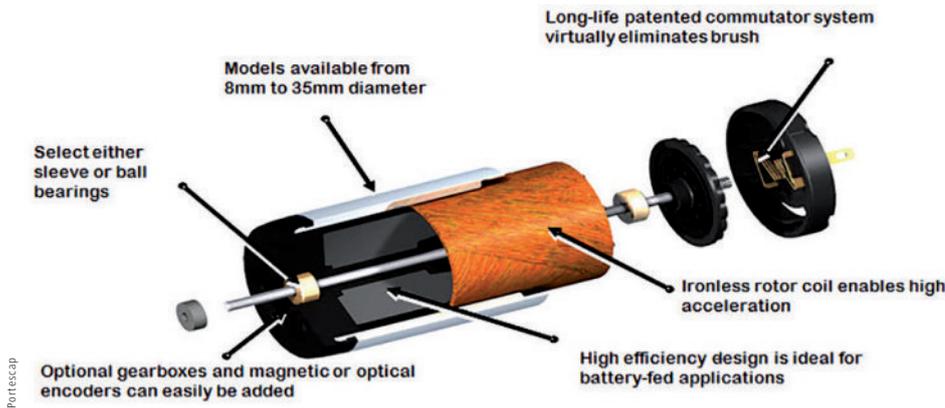
Bei BLDC-Motoren sind die Spulen Teil des Stators und der Magnet Teil des Rotors. Die Stromwendung in den Spulen erfolgt elektronisch. Normalerweise ist die äussere Röhre, die das Magnetfeld schliesst, statisch, was bei rotierendem Magneten zu Eisenverlusten führt. Bei Anwendungen, in denen das Trägheitsmoment nicht relevant ist, können sich Röhre und Magnet gemeinsam drehen, was Eisenverluste unterbindet.

Es gibt zwei Arten von BLDC-Motoren: nutenlose (slotless) und genutete (slotted). Die nutenlose Bauweise hat den Vorteil, dass sie kein Rastmoment aufweist und zudem noch geringere Eisenverluste hat als die genutete Form. Hieraus ergibt sich ein höherer Wirkungsgrad. Wenn es vor allem um Miniaturisierung geht, machen moderne Hochenergie-Magnete nutenlose Motoren zu einer guten Option.

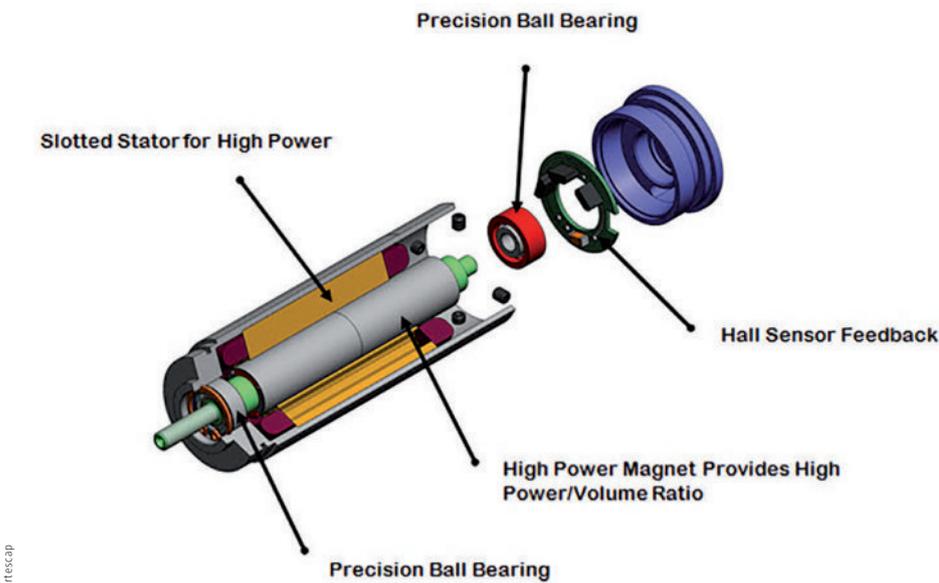
Im Vergleich zu eisenlosen DC-Motoren haben BLDC-Motoren aufgrund der Eisenverluste bei gleicher Baugrösse einen geringeren Wirkungsgrad und ein geringeres Drehmoment. Um dies auszugleichen, kann der BLDC-Motor bei höheren Drehzahlen eingesetzt werden, was bei der Getriebeauswahl zu berücksichtigen ist.

Schrittmotoren

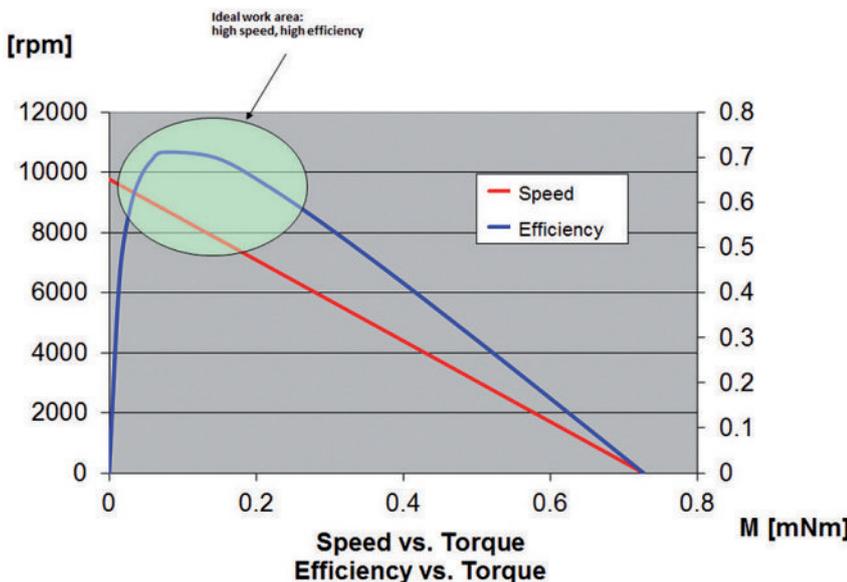
Die letzte Option ist der Schrittmotor. Er hat den grossen Vorteil, dass er viele stabile Positionen (Schritte) pro Umdrehung hat und somit im Vergleich zum BLDC-Motor oder bürstenbe-



Aufbau und Eigenschaften eisenloser, bürstenbehafteter DC-Motoren.



Aufbau und Eigenschaften bürstenloser DC-Motoren.



Beispiel für den Zusammenhang von Drehzahl beziehungsweise Wirkungsgrad und Drehmoment bei einem DC-Motor, 8 mm, U = 3 V.

hafteten DC-Motor ein höheres Drehmoment bei gleicher Baugröße liefert. Die Kehrseite ist, dass Schrittmotoren aufgrund der Induktivität in Verbindung mit der Kommutierungsfrequenz und aufgrund von Eisenverlusten nicht mit hohen Drehzahlen laufen können.

Es gibt eine Reihe unterschiedlicher Schrittmotortechnologien wie Permanentmagnet-, Hybrid- und Scheibenmagnetmotoren. Für Batterieanwendungen ist die Scheibenmagnettechnologie eine gute Wahl, da sie ein geringeres Trägheitsmoment und geringere Eisenverluste als die anderen Schrittmotorvarianten aufweist. Hieraus ergibt sich ein höherer Wirkungsgrad.

Für kleine, tragbare Pumpen sind Schrittmotoren eine gute Wahl, sofern sie bei niedriger Drehzahl im Vollschrittbetrieb eingesetzt werden können und das Rastmoment ausreicht, um eine Bewegung durch von aussen einwirkende Kräfte auszuschliessen. Für höhere Drehzahlen spielt es eine Rolle, ob der Motor nur gelegentlich oder ständig laufen muss. Wenn hohe Drehzahlen die Ausnahme sind (beispielsweise für einen Spritzenwechsel), kann der Motor wie ein Standardschrittmotor angetrieben werden. Wenn der Motor häufig mit hoher Drehzahl betrieben werden muss, lässt sich der Wirkungsgrad erhöhen, indem der Kommutierungskreis wie bei einem Standard-Servomotor mit Rückmeldung der Position geschlossen wird.

In bestimmten Anwendungen kann eine Schrittmotorlösung mit Getriebe die wirtschaftlichste Konstruktionslösung sein, wenn auf einen Encoder verzichtet werden kann. Ausserdem ist die Leistungsaufnahme an den Rastpositionen gleich Null, wenn das Rastmoment ausreicht, um die Position zu halten.

Gesamtsystemanforderungen statt Einzelaspekte

Es ist also leicht zu erkennen, dass es für medizinische Geräte wie Infusionspumpen keine eindeutig überlegene Motortechnologie gibt, die für jede Anwendung optimal ist. Im konkreten Fall hat jede Motoroption bestimmte Vor- und Nachteile. Portescap bietet ein Vollsortiment aller wesentlichen Technologievarianten an und unterstützt den Kunden mit seiner Expertise. Sie trägt dazu bei, dass die Entscheidung für einen Motor auf der Grundlage der Gesamtsystemanforderungen fällt und nicht anhand von Einzelaspekten. <<

Infoservice

Portescap S.A.
Rue Jardinière 155, 2301 La Chaux-de-Fonds
Tel. 032 925 61 11, Fax 032 925 62 88
sales.europe@portescap.com, www.portescap.com