



Wer die falsche Pumpe für sein Medizingerät aussucht, muss mit vielen Problemen rechnen. Aber welche Parameter sind tatsächlich wichtig und welcher Pumpentyp passt zu welcher Anwendung?

In Symbiose mit dem Gerät

Der Alptraum für jeden Planer und Entwickler eines Medizingeräts beginnt so: Die Entwicklung des 20 000 Euro teuren Analysegeräts ist gerade abgeschlossen, 50 Geräte sind bereits verkauft, und das nächste Projekt steht vor der Tür. Dann stellt sich heraus, dass praktisch alle neuen Analysegeräte Funktionsstörungen aufweisen, weil sich die Pumpe nicht für das System eignet. Das ist ein herber Schlag, denn wertvolle Entwicklungszeit und Ressourcen sind vergeudet. Der gesamte Marketingplan für das neue Produkt ist in Gefahr, und das Unternehmen muss einen empfindlichen Rückschlag hinnehmen. Ende des Traums. Dieses Szenario kommt relativ häufig vor, dabei wäre es vermeidbar. In der Pumpentechnik wurden in den letzten zehn Jahren wichtige technologische Neuerungen erzielt, sodass man als Pla-

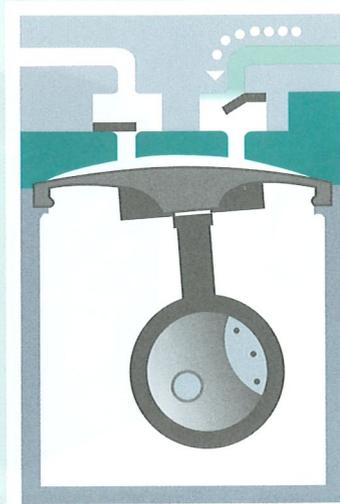
ner heute bei der Entwicklung flexibler ist als je zuvor. Und doch gibt es viele Ingenieure, die sich dieser Möglichkeiten gar nicht bewusst sind. Außerdem fehlen klare Richtlinien darüber, welches die wichtigsten Kriterien bei der Auswahl der adäquaten Pumpe sind. Erschwerend kommt hinzu, dass Planer von medizintechnischen Geräten erst in einem späten Entwicklungsstadium eine Pumpe aus einem Katalog mit Standardprodukten auswählen. Damit ist man auf dem besten Weg, den Alptraum wahrzumachen. Um den Einsatz suboptimaler Pumpen zu vermeiden, ist es entscheidend, dass der Planer mit den neuesten Errungenschaften der Pumpentechnik vertraut ist und die wichtigsten Parameter

Pumpen sind komplexe Subsysteme



Bild: FRESENIUS AG; BVMed Bilderpool

bezogen auf die Anforderungen an das jeweilige Pumpensystem klar herausgearbeitet hat. Außerdem ist es unerlässlich, dem Pumpenhersteller diese Parameter schon zu einem frühen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess mitzuteilen. Bei einer Pumpe handelt es sich nämlich nicht um ein einfaches Massenprodukt, sondern um ein komplexes Subsystem; es stellt ein dynamisches, interaktives Element im Medizingerät dar. Die Leistung eines Pumpensystems ändert sich, sobald sich die Umgebungsbedingungen im Medizingerät ändern. Werden zum Beispiel aufgrund von Temperatur- oder Spannungsschwankungen die Toleranzwerte einer Pumpe überschritten, kann dies zu einer Fehlfunktion der Pumpe, mithin zu einem Ausfall des gesamten Geräts führen.



1 Die Membran bewegt sich in der Kammer auf und ab und öffnet beziehungsweise schließt das Ein- oder Auslassventil, wodurch die Flüssigkeit transportiert wird

Es gibt zahlreiche unterschiedliche Pumpensysteme auf dem Markt, von denen jedes einzelne individuelle Vorteile für bestimmte Anwendungen bietet.

Membranpumpen: Diese Pumpen besitzen eine Membran, die sich in einer Kammer nach unten und oben bewegt, sowie Einlass- und Auslassventile, die für den Transport von Flüssigkeiten dienen. Sie werden hauptsächlich für Blutanalysegeräte und lebenserhaltende Systeme eingesetzt. Da sie keine drehenden oder gleitenden Dichtungen enthalten, sind sie im Vergleich zu anderen Pumpen widerstandsfähiger gegenüber Flüssigkeiten und nassen Dämpfen.

Schlauchpumpen: Bei diesen Pumpen wird mittels Verformung eines Schlauchs eine Flüssigkeitsströmung innerhalb eines Systems erzeugt. Da man Schläuche sterilisieren kann, werden Schlauchpumpen häufig

für den Transport von sterilen Flüssigkeiten verwendet, so zum Beispiel für Bluttransfusionen, automatische Dosiersysteme für Flüssigkeiten oder in der Biowissenschaft. Darüber hinaus kommen sie in Mehrkanal-Pumpensystemen zum Einsatz. Das heißt, eine Pumpe wird mit einer Reihe von Schläuchen kombiniert, in denen

1. Der richtige Pumpentyp



MEDTEC Europe



Messe und Konferenz

Die internationale Fachmesse für Rohmaterialien, Fertigungs- und Automatisierungstechnik, sowie Outsourcing im Bereich Medizintechnik findet zum 11. Mal statt.

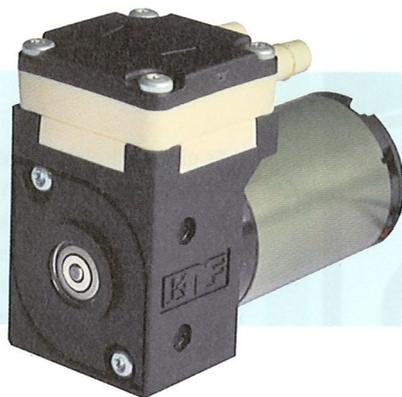
13.-15. März 2012 • Messe Stuttgart • Deutschland

Gesponsort von:

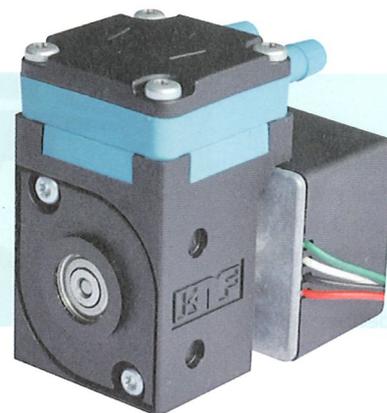
EUROPEAN MEDICAL
DEVICE TECHNOLOGY
emdt

Für weitere Informationen und Besucherregistrierung:

www.medteceurope.com



2 Die NF25 KP-DCL ist eine Mikromembranpumpe und hat eine Größe von 38 x 18 x 48 mm bei einer Förderleistung von 250 ml/min



3 Die NF25 KT-DCB ist mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor ausgestattet, wodurch die Wärmeentwicklung und Störanfälligkeit reduziert werden

2. Anforderungen definieren

► mehrere Flüssigkeiten gleichzeitig transportiert werden können.

Linearpumpen: Bei diesen Pumpen wird die Membran der Pumpe nach dem Prinzip der linearen, zum Beispiel magnetischen oder pneumatischen, Verdrängung bewegt. Dies steht im Gegensatz zum Membranbiegen durch rotierende Elemente. Linearpumpen zeichnen sich durch einen geräuscharmen Betrieb aus, was besonders für patientennah eingesetzte Geräte im Krankenzimmer erwünscht ist. Dazu zählen Inhalatoren oder automatische Systeme zur Medikamentengabe.

Spritzenpumpen: Bei einer Spritzenpumpe handelt es sich um kleine Infusionspumpen, die zur dosierten Verabreichung kleiner Flüssigkeitsmengen an Patienten oder in der chemischen beziehungsweise biomedizinischen Forschung verwendet werden. Sie kommen zum Beispiel in der Biochemie und der analytischen Chemie beim Einbringen von Lösungen in ein HPLC-System (High Performance Liquid Chromatography) zum Einsatz.

Ein Negativbeispiel zeigt, welche Konsequenzen der falsche Pum-

pentyp haben kann: Für ein Blutanalysegerät, mit dem nasse Gase gemessen werden sollen, wurde eine Linearkolbenpumpe ausgewählt. Von den in Betrieb befindlichen 50 Geräten traten bei praktisch allen Einheiten Störungen auf. Die Linearpumpen waren nicht in der Lage, das erforderliche Vakuum zu erzeugen. Die Feuchtigkeit verursachte an Kolben und Zylindern Korrosionsschäden, die einen Betrieb der Pumpen unmöglich machten. Die Lösung: Die Kolbenpumpe wurde durch drei kleine Membranvakuumpumpen für Flüssigkeiten ersetzt, und der Aufbau des Vakuumsystems wurde entsprechend modifiziert.

Die Leistung einer Pumpe hängt in hohem Maße vom Gerät selbst sowie von den am Standort vorherrschenden Umgebungsbedingungen ab. Daher müssen die Leistungsanforderungen an das System schon zu einem frühen Zeitpunkt im Entwicklungsprozess festgelegt und bei der Konstruktion des Geräts entsprechend berücksichtigt werden. In diesem Zusammenhang sind die folgenden kritischen Leistungsanforderungen zu beachten:

- ✦ Art und Temperatur der Pumpflüssigkeit
- ✦ Förderleistung einschließlich der entsprechenden Toleranzwerte
- ✦ Realbedingungen am Einlass und Auslass der Pumpe, einschließlich Belastung (Vakuum und Druckverhältnisse)
- ✦ Umgebungstemperatur, in der die Pumpe betrieben wird
- ✦ Antriebsart sowie die elektrischen Anschlussbedingungen (einschließlich der Toleranzwerte)
- ✦ Laufzeiten (Betriebs- und Stillstandszeiten)
- ✦ Abmessungen
- ✦ Gerätestückzahlen, um bei Bedarf die Anfertigung von kundenspezifischen Spezialpumpen zu rechtfertigen

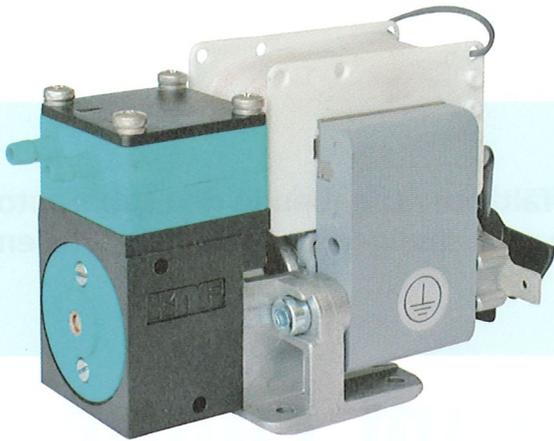
In diesem Zusammenhang ist es wichtig, die Toleranzwerte des Pumpensystems, bezogen auf die Leistungsanforderungen, festzulegen. Dazu zählen Stromversorgung, Temperatur, Förderleistung, Vakuum und Druck. Es reicht nicht aus, die Anforderungen der Pumpe an die Stromversorgung bei 220 V festzulegen, ohne entsprechende Toleranzwerte zu berücksichtigen. Wird die Pumpe dann beispielsweise in einem System betrieben, in dem Spannungsschwankungen von bis zu 20 V auftreten, muss die Vorgabe >220 V mit 10 Prozent Toleranz< lauten. Gleiches gilt für die Förderleistung und den Gegendruck: Auch dafür müssen Toleranz-

3. Toleranzen nicht vergessen



KONTAKT

KNF Flodos AG
 CH-6210 Sursee
 Tel. +41 (0)41 925 00-25
 Fax +41 (0)41 925 00-37
www.knf-flodos.ch
 Medtec Europe: Stand 4551



4 Die NF30 ist eine Pumpe mit Kondensator-Wechselstrommotor und bietet eine Förderleistung von 300 ml/min bei einer Größe von 92 x 46 x 98 mm

4. Spannungsschwankungen beachten

werte festgelegt werden, um sicherzustellen, dass die gewünschte Förderleistung auch bei Druckänderungen abrufbar ist. So lässt sich sicher-

stellen, dass das Pumpensystem in der Systemumgebung, für die es ausgelegt ist, auch funktioniert.

Erzeugt ein Pumpensystem beispielsweise einen Druck, der über den Toleranzwert hinausgeht, können bei einem übermäßig starken Druckanstieg weiche Schläuche platzen, Anschlussverbindungen brechen und andere Systemkomponenten beschädigt werden. Wenn die Pumpe andererseits anfangs einen systeminhärenten Gegendruck überwinden muss, ist ein Motor nötig, der über ausreichend Leistung für das Anlaufen der Pumpe verfügt. Hier ein Negativbeispiel: Für einen Sterilisator wurden die Betriebsparameter Maximal- und Minimaldruck falsch festgelegt. Der Hersteller wählte eine Pumpe mit einem Maximaldruck von 2,96 bar (43 psi) aus. Der Maximaldruck der Pumpe war jedoch gleichzeitig der Minimaldruck, der für den Betrieb des Sterilisators benötigt wird. Daher funktionierte der Sterilisator auch nicht mehr, sobald der Druck der Pumpe unter den Wert von 2,96 bar fiel, beispielsweise an Standorten, an denen der absolute Druck höhenbedingt niedriger ist. Die Lösung: Die Druckbetriebsparameter wurden auf geeignete Werte geändert und die Pumpe entsprechend modifiziert.

5. Zusammenspiel: Motor und Pumpe

Jede Systemumgebung stellt bestimmte Anforderungen an die

Stromversorgung. Soll das Pumpensystem nur bei 220 V / 50 Hz betrieben werden oder ist es für den europäischen und den japanischen Markt bestimmt, sodass es bei 115 und 220 V sowie bei 50 und 60 Hz betrieben werden muss? Wenn eine Pumpe, die für den 220-V-Betrieb (± 10 V) ausgelegt ist, an einem Standort betrieben wird, an dem die Spannung mitunter bis auf 180 V abfällt, kann die Pumpenleistung so stark reduziert werden, dass am Ende das gesamte System ausfällt. In vielen Fällen lässt sich dies mit einem bürstenlosen Gleichstrommotor für den Antrieb der Pumpe vermeiden. Durch den Zusatz eines AC/DC-Universalnetzteils, das gleichmäßig und über einen breiten Spannungs- und Frequenzbereich hinweg Gleichstrom produziert, hat man darüber hinaus die Gewissheit, dass die Pumpe überall auf der Welt problemlos eingesetzt werden kann. Für den weltweiten Einsatz und für tragbare, batteriebetriebene Geräte gibt es viele Parameter, die bei der Motorwahl berücksichtigt wer-

den müssen. Dazu gehört eine angemessene Kapazität der Stromversorgung zum Starten und Betreiben der Pumpe sowie die Batteriekapazität. Aufgrund ihrer kurzen Lebensdauer hat man Gleichstrommotoren mit Bürsten längst durch bürstenlose Gleichstrommotoren ersetzt, insbesondere da Letztere erschwinglich werden.

Bürstenlose Gleichstrommotoren bieten viele Vorteile gegenüber Wechselstrom- oder Gleichstrommotoren mit Bürste. Dazu zählen die geringe Wärmeentwicklung, hohe Effizienz und die geringe Störanfälligkeit (EMI/RFI). Ihre Lebensdauer wird nicht durch Bürstenverschleiß oder Bürstenfeuer verkürzt. Moderne bürstenlose Gleichstrommotoren sind mit einer automatischen Drehzahlregelung und Ein/Aus-Steuerung ausgerüstet. Daher lässt sich die Pumpenleistung an die Geräteanforderung anpassen, wobei die Pumpendrehzahl über die Motorleistung und die Geräteautomatik gesteuert wird. Da die Pumpe im Allgemeinen bei niedrigeren Drehzahlen betrieben wird, verlängert sich die Lebensdauer entsprechend.

Bei einem Blutanalysegerät wurden für die Pumpe zwar spezifische Anforderungen für die Stromversorgung des Motors festgelegt, eine Spannungstoleranz jedoch nicht definiert. Da das Gerät in Ländern eingesetzt wurde, in denen Spannungsschwankungen auftreten, die über den Toleranzwerten des Motors liegen, führte die thermische

6. Die Umgebungsbedingungen

Überlastung zum Abschalten der Pumpe. Die Lösung: Das Pumpensystem wurde mit einem Motor ausgestattet, der eine Spezialwicklung mit entsprechend größeren Toleranzwerten besitzt.

Ebenfalls von Bedeutung ist die Stelle, an der die Pumpe im Gerät platziert ist. Ohne ausreichende Belüftung kann die Umgebungstemperatur stark ansteigen. Überschreitet die Temperatur den Temperatur-Toleranzwert der Pumpe, wird der Motor unter Umständen über die Thermo-sicherung ausgeschaltet (oder noch schlimmer: ein- und ausgeschaltet). Die Folge wäre eine schwerwiegende Betriebsstörung oder ein Totalausfall des Systems. Im schlimmsten Fall wird durch hohe Umgebungstemperaturen und eine unzureichende Belüftung die Lebensdauer des Pumpensystems verkürzt.

Die Lebensdauer einer Pumpe steht in direktem Zusammenhang mit ihrer Laufzeit (Betriebsstunden). Es ist daher wesentlich, ob die Pumpe im Dauerbetrieb oder in Zeitintervallen von wenigen Minuten betrieben werden soll. Das muss bei der Motorwahl berücksichtigt werden, da jeder Motor eine individuelle Lebensdauer hat. Da medizintechnische Geräte, immer kleiner werden, sind die Abmessungen der Pumpe ebenfalls zu berücksichtigen.

Die hier beschriebenen Pumpenausfälle sind meist nicht auf ein defektes Pumpensystem zurückzuführen, sondern darauf, dass bei der Planung nicht alle Systemanforderungen an den Pumpenhersteller weitergegeben wurden. Durch eine enge Zusammenarbeit können Planer und Anbieter gemeinsam die richtige Pumpe auswählen, die allen Systemanforderungen gerecht wird. ■



JEAN DELTEIL
ist Marketing Manager
bei KNF Flodos in der Schweiz.
jean.delteil@knf-flodos.ch