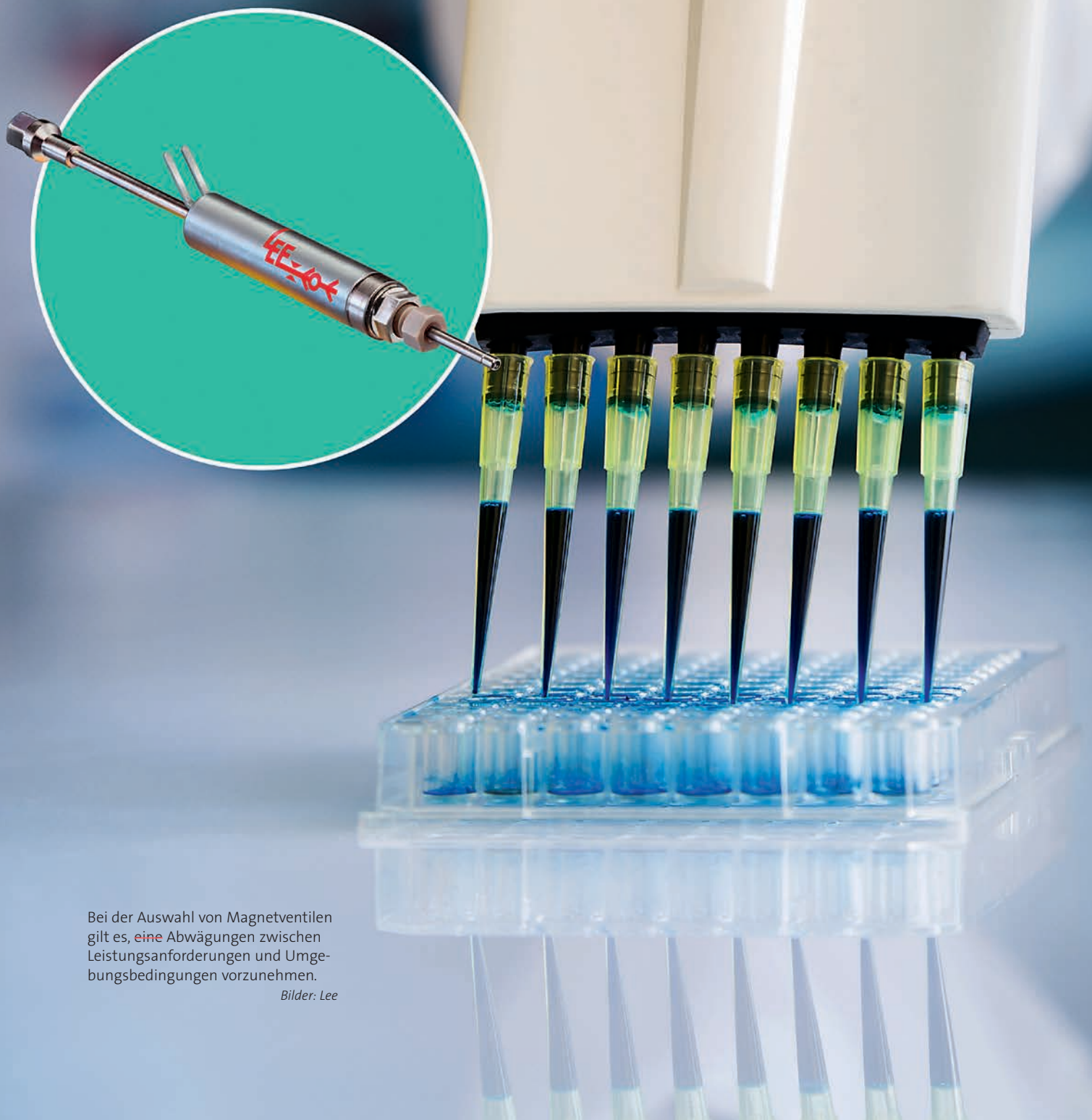


Performance-Trade-Offs bei der Auswahl von Magnetventilen

Die Auswahl eines Magnetventils, das sämtliche Leistungsanforderungen unter teils sehr spezifischen Umgebungsbedingungen erfüllt, kann für Konstrukteure eine Herausforderung darstellen. Da es diverse Wechselwirkungen gibt, kann die Änderung eines Konstruktionsmerkmals Auswirkungen auf andere Leistungsparameter haben. Dieser Beitrag gibt einen Überblick über einige relevante Faktoren. Weitere Informationen sind im ersten Teil dieses Leitfadens, erschienen in fluid 1/2025, nachzulesen.



Bei der Auswahl von Magnetventilen gilt es, **eine** Abwägungen zwischen Leistungsanforderungen und Umgebungsbedingungen vorzunehmen.

Bilder: Lee

Einige Trade-Offs bei der Konstruktion und Auswahl eines Magnetventils sind offensichtlich: So kann die Reduzierung der Ventilgröße etwa die Durchflusskapazität verringern. Wird ein Kunststoffbauteil durch Metall ersetzt, um die Robustheit zu erhöhen, steigt in der Regel das Gesamtgewicht des Ventils.

Andere Abwägungen zwischen Leistungsmerkmalen sind weniger offensichtlich oder haben komplexere Wechselwirkungen. Im Folgenden sind typische Leistungskompromisse und Faktoren beschrieben, welche die Leistung oder Eignung von Magnetventilen für eine bestimmte Anwendung beeinflussen können.

Druckdifferenz

Bei Konstruktionen ohne Druckausgleich steht die Druckdifferenz zwischen Einlass- und Auslass-Port des Magnetventils in direktem Zusammenhang mit der Kraft, die benötigt wird, um den Anker und andere Ventilkomponenten zu bewegen. Erhöht sich die Druckdifferenz, muss auch die aufzubringende Kraft steigen. Indirekt gesteuerte Magnetventile benötigen zudem eine Mindestdruckdifferenz von etwa 0,5 bar, um zuverlässig zu funktionieren. Zur Kompensation der Kraftbilanz infolge einer erhöhten Druckdifferenz sind folgende Maßnahmen möglich:

- Erhöhung der Spulenkraft: Die Magnetspule muss größer dimensioniert werden und/oder mehr Leistung aufnehmen, um eine stärkere Kraft zu erzeugen. Eine größere Spule führt zu höherem Gewicht; der höhere Energieverbrauch erhöht wiederum die Spulentemperatur.
- Verkürzung des Ankerhubs: Je weiter sich der Anker vom Zentrum des Magnetfelds entfernt, desto schwächer wird die wirkende Magnetkraft. Eine höhere Druckdifferenz kann daher den Hub des Ankers einschränken.
- Ist der Ankerhub jedoch zu klein, kann es zu einer zu hohen Druckdifferenz und Fließgeschwindigkeit und darauf folgend zu Kavitationen kommen, was letztlich materialzerstörend wirken kann.
- Reduzierung der Druckfläche: Die wirkende Kraft hängt direkt vom Druck und der Fläche ab. Eine höhere Druckdifferenz kann ausgeglichen werden, indem die Querschnitte von Ein- oder Auslass reduziert werden. Dies reduziert jedoch auch die Durchflusskapazität.

Eine ausreichende Druckdifferenz ist entscheidend für die Funktion indirekt gesteuerter Magnetventile mit hohen Durchflussraten. Auch Leckagerate und Lebensdauer können durch eine geänderte Druckdifferenz beeinflusst werden: Die Leckage hängt von der Abdichtung zwischen Ventilsitz und Dichtungselement (zum Beispiel Kugel, Kegel oder Kolben) sowie den verwendeten Materialien ab. Höhere Drücke können die Dichtwirkung verbessern – unter Umständen aber auch verschlechtern, wenn das Medium durch den hohen Druck an der Dichtung vorbeigedrückt wird. Eine Erweiterung des Druckdifferenzbereichs erhöht die Belastung für die Komponenten, was zu Materialermüdung und reduzierter Lebensdauer führen kann. Höherwertige Werkstoffe können hier Abhilfe schaffen.

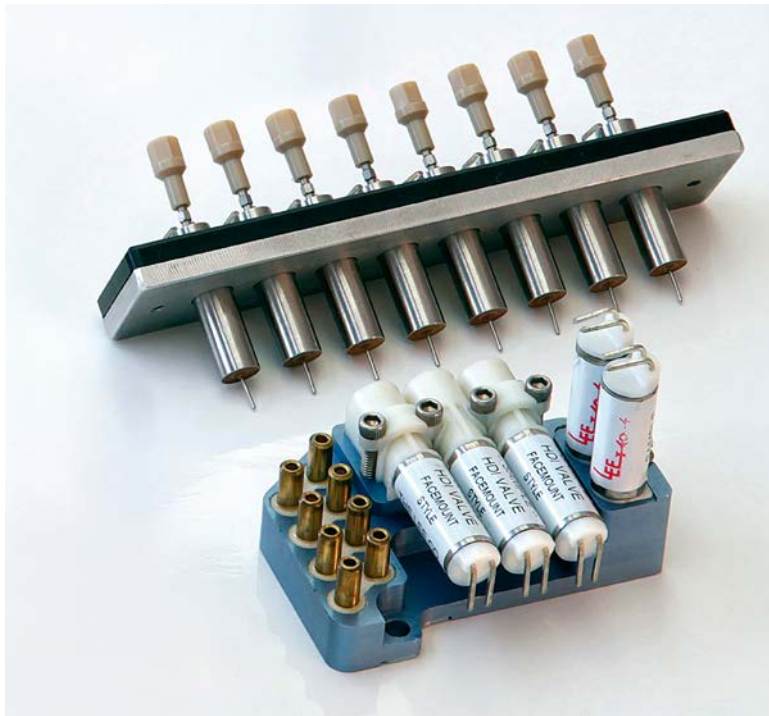
Werkstoffe

Jede Ventilkomponente muss über die gesamte Lebensdauer diversen Belastungen standhalten – sowohl inne-

Typische Performance Trade-Offs bei der Auswahl von Magnetventilen	
Anforderung	Trade-Off
Höhere Druckdifferenz	• Höherer Energieverbrauch • Höhere Ventiltemperatur • Geringerer Durchfluss • Kürzere Lebensdauer • Höhere Leckage
Höhere Durchflussraten	• Höherer Energieverbrauch • Höhere Temperatur • Geringere Druckdifferenz • Kürzere Lebensdauer • Höhere Leckage
Geringere Leckage	• Höherer Energieverbrauch • Höhere Temperatur • Kürzere Lebensdauer • Geringere Druckdifferenz • Geringerer Durchfluss
Schnellere Ansprechzeit	• Höherer Energieverbrauch • Höhere Temperatur • Kürzere Lebensdauer • Geringere Druckdifferenz
Geringerer Energieverbrauch	• Eingeschränkte Druckdifferenz • Eingeschränkter Durchfluss • Höhere Leckage • Höherer Strömungswiderstand • Langsamere Ansprechzeit
Längere Lebensdauer	• Höhere Leckage • Begrenzte Druckdifferenz • Geringerer Durchfluss • Begrenzter Temperaturbereich • Längere Ansprechzeit



Magnetventile von Lee für die Luftfahrt sowie Oiltool-Anwendungen.



Mikrodosierventile von Lee für die Medizintechnik (unten in Blockbauweise).

ren als auch äußeren Druckkräften sowie dynamischen Druckanstiegen. Zusätzlich müssen die gewählten Werkstoffe mit den externen Medien und Temperaturbedingungen kompatibel sein. Beispielsweise müssen in bestimmten Anwendungen hohe Luftfeuchtigkeit oder der direkte Kontakt zu aggressiven Flüssigkeiten oder Gasen berücksichtigt werden. Auch die Einbausituation und der vorhandene Bauraum sind bei der Wahl des Ventils von Relevanz, beispielsweise um Problemen durch thermische Ausdehnung oder Korrosion vorzubeugen.

Einbauraum und Lebensdauieranforderungen

Der Einbauraum ist ein weiterer wichtiger Faktor bei der Auswahl eines Magnetventils. Dabei müssen die Position des Ventils innerhalb des Gesamtsystems sowie der gewünschte Strömungsverlauf des Mediums berücksich-

tigt werden. Muss das Ventil in einem bestimmten Bereich installiert werden, kann dies die äußeren Abmessungen und die Gesamtgröße einschränken. Auch die Durchflussrichtung kann durch die Einbausituation bereits vorgegeben sein. Darüber hinaus müssen Montage-, Befestigungs- und Wartungsanforderungen in Betracht gezogen werden. Ist das Ventil dauerhaft verbaut oder soll es bei Bedarf einfach entfernt werden können? Einige Ventilkörper sind als Einschraubventile ausgeführt, die in einen Block eingesetzt und mit einer Haltevorrichtung fixiert werden. Der Ein- oder Ausbau kann in solchen Fällen aufwendig sein. Inline-Magnetventile sind im Gegensatz meist nur über Schlauch- oder Rohrleitungen angeschlossen und lassen sich einfacher (de-)installieren. Und nicht zuletzt müssen Gewichtsvorgaben berücksichtigt werden, etwa in tragbaren Geräten.

Wie alle Komponenten unterliegen auch Magnetventile Verschleißerscheinungen. Die beweglichen Bauteile können zum Beispiel durch Reibung oder Stoßbelastung mechanisch abgenutzt werden. Daher sollten Maschinen- und Geräteentwickler die Dauer und maximale Anzahl der Schaltzyklen bei der Wahl des Magnetventils berücksichtigen. Notwendige Wartungsintervalle müssen dementsprechend eingeplant werden.

Sauberkeit

Verunreinigungen stellen ein großes Risiko für jedes pneumatische oder hydraulische System dar. Gerade Gehäuse und Verbindungselemente von Fluid-Control-Systemen können Fertigungsrückstände (zum Beispiel Öle, Partikel, Staub) enthalten – sei es durch Produktionsprozesse, Transport oder Lagerung.

In den meisten Anwendungen sind geringfügige Rückstände unkritisch. Für hochsensible Anwendungen sind jedoch spezielle Reinigungs- und Verpackungsvorschriften erforderlich, die zu berücksichtigen sind. Typische Beispiele finden sich etwa in fluidtechnischen Anwendungen der Medizin- und Labortechnik.

Die Auswahl des richtigen Ventils ist offensichtlich alles andere als leicht. Für Geräte- und Maschinenhersteller ist es daher wichtig, sich auf Partner und Zulieferer zu verlassen, die sie kompetent bei dieser Entscheidung beraten und beim Eindesignen sowie der Integra-



IEP-Ventile kommen vor allem in der Raumfahrt zum Einsatz.



„OEM, die Qualität, Robustheit und Performance schätzen, können sich sicher sein, dass sie mit der Hilfe unseres Vertriebsteams die bestmögliche Lösung für ihre Fluid-Control-Anwendung finden.“ – Jürgen Prochno

tion unterstützen. The Lee Company ist seit mehr als 75 Jahren der führende Anbieter von mikrofluidischen Komponenten für die Luft- und Raumfahrt, die Automotive-Branche, den Maschinenbau sowie die Medizin- und Labortechnik. Alle Komponenten werden inhouse entwickelt, produziert und zu 100 Prozent funktionsgeprüft.

Immer die beste Lösung

Jürgen Prochno, Geschäftsführer der deutschen Tochtergesellschaft Lee Hydraulische Miniaturkomponenten GmbH, ist sich sicher: „OEM, die Qualität, Robustheit und Performance schätzen, sind bei uns an der richtigen Adresse. Sie können sich sicher sein, dass sie mit der Hilfe unseres erfahrenen internationalen Vertriebsteams die bestmögliche Lösung für ihre Fluid-Control-Anwendung finden.“

Magnetventile in Miniaturbauweise

Ein Beispiel dafür sind die 2/2-Wege-Magnetventile der VHS-Serie, die von Lee für die anspruchsvollsten medizin- und labor-technischen Anwendungen entwickelt wur-

den. Überall dort, wo es auf maximale Präzision in der Dosierung von Flüssigkeiten ankommt, spielen die Miniaturventile ihre Stärken aus. Typische Anwendung finden sich in der Herstellung von Lateral-Flow-Tests wie Corona- oder Influenza-Teststreifen, im Bioprinting oder in Beschichtungsanlagen der Halbleiterindustrie.

Mit einem Durchmesser von unter 6 mm lassen sich die Ventile selbst in engste Bau-räume eindesignen. Reaktionszeiten von unter 250 µs bei Taktraten bis zu 1 kHz ermöglichen die hochreproduzierbare Dosierung von Volumina zwischen 10 nL und mehreren Millilitern. Das geringe Totvolumen (minimal 30 µL) sowie der Betriebsdruck bis 120 psig gewährleisten hochpräzise Fluid-Control. Die Ventile werden in einem inertem Gehäuse geliefert, die maximale Bio-Fluid- und Lösungsmittel-Verträglichkeit sicherstellen. Die VHS-Serie ist mit integrierten Präzisionsblenden, -düsen, -sieben und einer Vielzahl an unterschiedlichen Anschlüssen verfügbar. Mit einer Lebensdauer von mindestens 250 Mio Zyklen bieten die VHS-Ventile selbst bei höchster Betriebsfrequenz langfristige Zuverlässigkeit. Wie alle Lee-Produkte werden auch die VHS-Ventile vor Auslieferung einer 100-Prozent-Prüfung unterzogen. Für Konstrukteure medizintechnischer Systeme, bei denen schnelle, exakte Dosierung bei minimalem Bauraum entscheidend ist, ist die VHS-Serie mit ihrer modularen Ausstattung, chemischen Beständigkeit und robuster Lebensdauer die ideale Lösung. rso

Autor: Peter Becker, Becker Storytelling



Hier finden Sie den ersten Teil des Leitfadens online.



INNOVATION IN MINIATURE

LERNEN SIE UNSERE NEUEN MIKROPUMPEN KENNEN



INNOVATIVE LÖSUNGEN FÜR FLÜSSIGKEITSDOSIERUNG

Die Lee Company bietet innovative Lösungen auch für präzise Flüssigkeitsdosierung in verschiedenen Branchen. Von medizinischer Diagnostik bis zur wissenschaftlichen Forschung – mit der revolutionären Disc Pump Technologie und den schnellschaltenden Ventilen setzen wir neue Maßstäbe. Lee Komponenten ermöglichen kompaktere und leichtere Geräte, revolutionieren die Labor- und Medizintechnik, sparen Raum und maximieren Leistung und Präzision. Machen Sie Ihre Anwendungen kompakter, effizienter und präziser!

Interesse? Kontaktieren Sie uns!

+49 6196 77369-0
info@lee.de | www.lee.de