

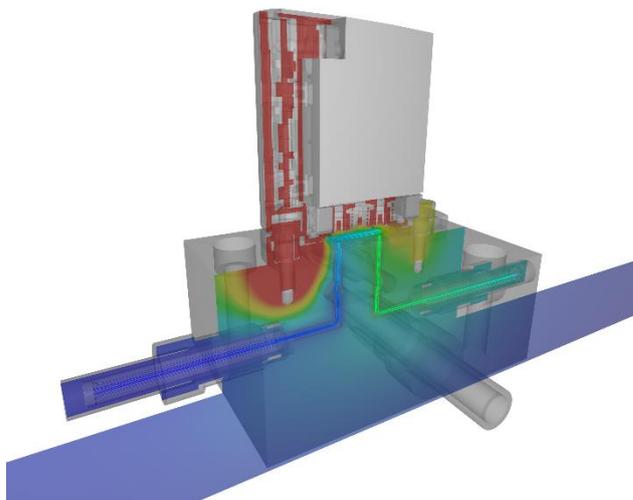
Reduktion des Wärmeeintrags mediengetrennter Ventile in das durchströmende Fluid

Die Erwärmung eines mediengetrennten Ventils kann das durchströmende Fluid auf verschiedene Weisen beeinflussen. Es ist wichtig zu beachten, dass die genaue Auswirkung der Erwärmung auf das durchströmende Fluid von verschiedenen Faktoren abhängt, einschließlich der spezifischen Konstruktion des Ventils, des verwendeten Fluids und der Betriebsbedingungen.

Diese Application Note behandelt die folgenden Themen:

- Warum ist es in der Laborautomation wichtig, den Wärmeeintrag in Fluide durch Ventile zu minimieren?
- Welche Faktoren im Aufbau einer Ventileinheit beeinflussen den Wärmeeintrag?
- Wie hoch ist der Wärmeeintrag von Ventilen verschiedener Hersteller bei unterschiedlichen Durchflussraten und wie schneiden Festo Ventile im Vergleich ab?
- Durch welche Maßnahmen lässt sich der Wärmeeintrag von Ventilen in Fluide wirkungsvoll reduzieren?

VYKA
VYKC



Titel Reduktion des Wärmeeintrags mediengetrennter Ventile in das durchströmende Fluid
Version 1.10
Dokumentnummer 100692
Original de
Autor Festo
Letztes Speicherdatum 15.07.2024

Urheberrechtshinweis

Diese Unterlagen sind geistiges Eigentum der Festo SE & Co. KG, der auch das ausschließliche Urheberrecht daran zusteht. Eine inhaltliche Änderung, die Vervielfältigung oder der Nachdruck dieser Unterlagen sowie deren Weitergabe an Dritte ist nur mit der ausdrücklichen Erlaubnis der Festo SE & Co. KG gestattet.

Festo SE & Co. KG behält sich das Recht vor, dieses Dokument vollständig oder teilweise zu ändern. Alle Marken- und Produktnamen sind Warenzeichen oder eingetragene Warenzeichen der jeweiligen Titelhälter.

Rechtliche Hinweise

Hardware, Software, Betriebssysteme und Treiber dürfen nur für die beschriebenen Einsatzfälle und nur in Verbindung mit den von Festo SE & Co. KG empfohlenen Komponenten verwendet werden.

Festo SE & Co. KG lehnt jede Haftung für Schäden ab, die durch die Anwendung von allenfalls falschen bzw. unzureichenden Informationen oder aufgrund fehlender Informationen in diesen Unterlagen entstehen.

Defekte, die durch unsachgemäße Behandlung von Geräten und Baugruppen entstehen, sind von der Gewährleistung ausgeschlossen.

Sicherheitsrelevante Funktionen, im Sinne von Personen- und Maschinenschutz, dürfen mit Angaben und Informationen aus diesem Dokument nicht realisiert werden.

Für Folgeschäden, die durch einen Ausfall oder eine Funktionsstörung entstehen, wird dann jede Haftung abgelehnt. Im Übrigen gelten die Regelungen bzgl. Haftung aus den Liefer-, Zahlungs- und Softwarenutzungsbedingungen der Festo SE & Co. KG, welche Sie unter www.festo.com finden, welche wir Ihnen aber auch auf Anforderung gerne zukommen lassen.

Alle in diesem Dokument angegebenen Daten sind keine zugesicherten Eigenschaften, insbesondere nicht für Funktionalität, Zustand oder Qualität im rechtlichen Sinn.

Die Informationen dieses Dokuments gelten nur als einfache Hinweise für die Umsetzung einer ganz bestimmten, hypothetischen Anwendung, keinesfalls als Ersatz für die Bedienungsanleitung der jeweiligen Hersteller sowie der Konstruktion und Prüfung jeweils eigenen Anwendung durch den Benutzer.

Die jeweiligen Bedienungsanleitungen der Festo Produkte sind unter www.festo.com zu finden.

Der Benutzer dieses Dokuments (Funktion und Anwendung) muss selbst sicherstellen, dass jede Funktion die hier beschrieben ist, auch in seiner Applikation ordnungsgemäß funktioniert. Der Benutzer bleibt auch durch das Studium dieses Dokuments sowie der Nutzung der darin genannten Angaben weiterhin allein verantwortlich für die eigene Anwendung.

Inhaltsverzeichnis

1	Herausforderung Wärmeintrag in der Laborautomation	4
2	Simulation mit dem mediengetrennten Magnetventil VYKA	5
3	Versuche mit Ventilen von Festo und anderen Herstellern	7
4	Empfehlungen für einen wärmeoptimierten Ventilaufbau	8
A	Technischer Anhang	9
A.1	Ansteuerung VYKA.....	9

1 Herausforderung Wärmeintrag in der Laborautomation

Für zuverlässige Ergebnisse in der Laborautomation sollten Liquid Handling Systeme das durchströmende Fluid so wenig wie möglich beeinflussen. Ein möglicher Störfaktor ist der Wärmeintrag in das Medium durch das in der Regel elektromagnetisch betätigte Ventil. In der medizinischen Diagnostik gibt es viele Flüssigkeiten, die empfindlich auf eine Erwärmung reagieren:

- Bei Blut kann es zu einer Denaturierung von Proteinen kommen, was die Qualität von Blutproben und die Zuverlässigkeit diagnostischer Tests beeinträchtigt.
- Bei vielen Reagenzien führt eine Erhöhung der Temperatur zu geringerer Stabilität und Wirksamkeit, was falsche Testergebnisse zur Folge haben kann.
- Enzyme werden durch eine übermäßige Erwärmung denaturiert, was ihre katalytische Aktivität verringert oder vollständig deaktiviert.
- Außerdem werden häufig temperaturempfindliche Lösungen und Puffer eingesetzt, die ihre chemische Zusammensetzung oder den pH-Wert ändern können – mit negativen Auswirkungen auf die Genauigkeit der Tests.

Es ist daher wichtig, Ventileinheiten so zu konstruieren und zu betreiben, dass der Wärmeeintrag in das Fluid auf ein Minimum reduziert wird. Mit Hilfe von Simulationen wurde zunächst untersucht, welche Faktoren im Aufbau einer Ventileinheit die Erwärmung beeinflussen.

Im zweiten Schritt wurden diese Simulationsergebnisse anhand von praktischen Tests verifiziert und zusätzlich ein Vergleich zu Marktbegleitern erstellt.

2 Simulation mit dem mediengetrennten Magnetventil VYKA

Die Simulation erfolgte mit dem Magnetventil VYKA in Verbindung mit einer direkt montierten Ansteuerelektronik VAVE, verschraubt auf einem Verteilerblock.

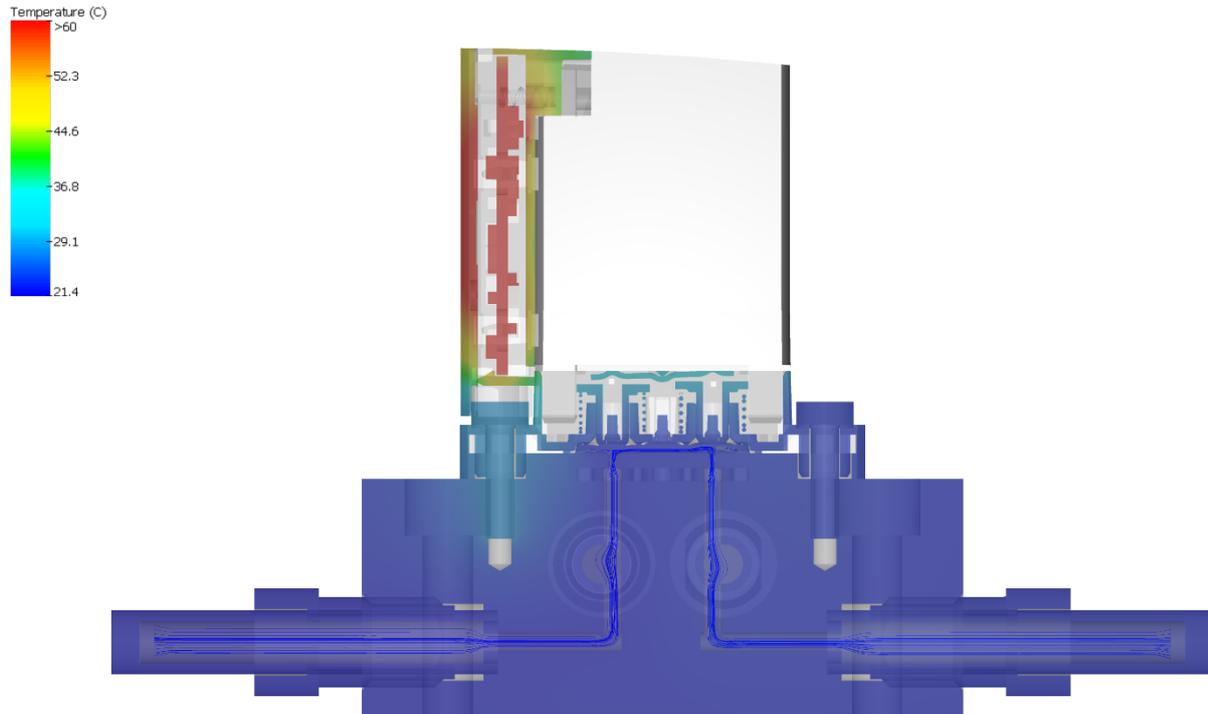


Abbildung 1: Wärmeeintrag durch die Ansteuerelektronik in das System

Das sind die wichtigsten Erkenntnisse der Simulation:

- Der Wärmeeintrag in das Medium ist abhängig von der Durchflussgeschwindigkeit.
- Das Design des Ventils sowie des Verteilerblocks haben entscheidenden Einfluss auf den Wärmeeintrag – von der Anordnung der Komponenten über die Wahl der Materialien bis zur Gestaltung der Fluidkanäle.
- Ein Großteil der Wärme entsteht in der Ansteuerelektronik und gelangt vor allem über die Verschraubung in den Verteilerblock und damit auch in das durchströmende Fluid.
- Der Wärmeeintrag des Ventils in das durchströmende Medium ist äußerst gering. Im dargestellten Beispiel führt die permanente Bestromung des Ventils VYKA (100% ED) bei einer Flussrate von nur 1 ml/min zu einer temporären Erhöhung der Medientemperatur von lediglich 0,5 °C.

Mit den folgenden Maßnahmen ist es möglich den Wärmeeintrag zu optimieren:

- Durch eine dezentrale Platzierung der Ansteuer-Elektronik kann die Wärmeentwicklung deutlich reduziert werden. Das Magnetventil VYKA bietet diese Option über eine einfache Verbindungsleitung NEBV in Kombination mit einem Ventil-Ansteuermodul VAEM.
- Der Wärmeeintrag in den Verteilerblock sowie das Fluid kann weiter gesenkt werden, wenn auf Metallschrauben mit hoher thermischer Leitfähigkeit zur Befestigung des Ventils verzichtet werden kann.

Mehr Informationen zur Erwärmung des Ventils mit den unterschiedlichen Ansteueralternativen bei verschiedenen Schaltfrequenzen finden sie im Festo Support Portal in der Rubrik Expertenwissen.



Application Note

[VYKA extended application information](#)

- Description of application test results and technical features of the VYKA valve that are not included in the regular datasheet values.

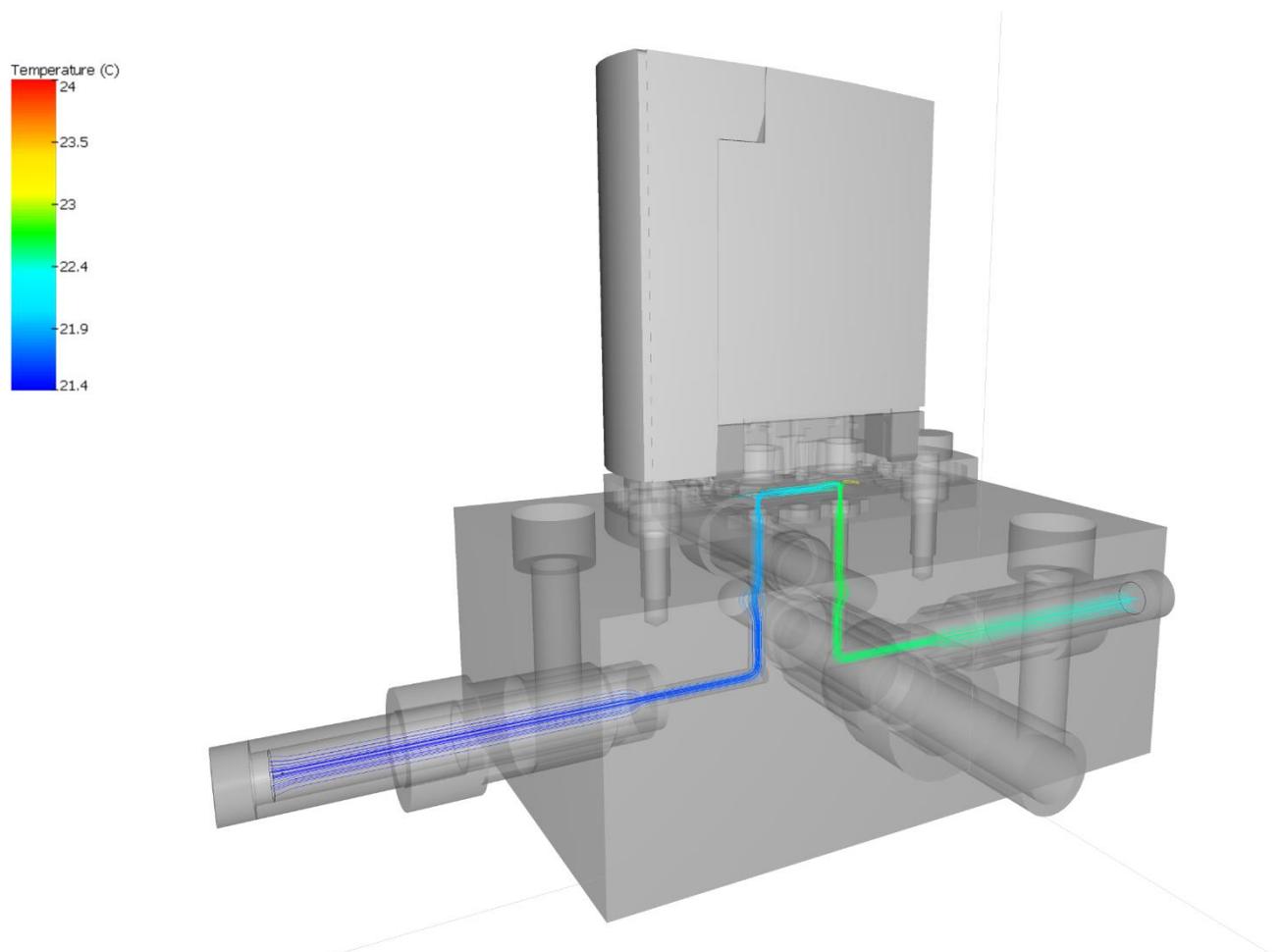


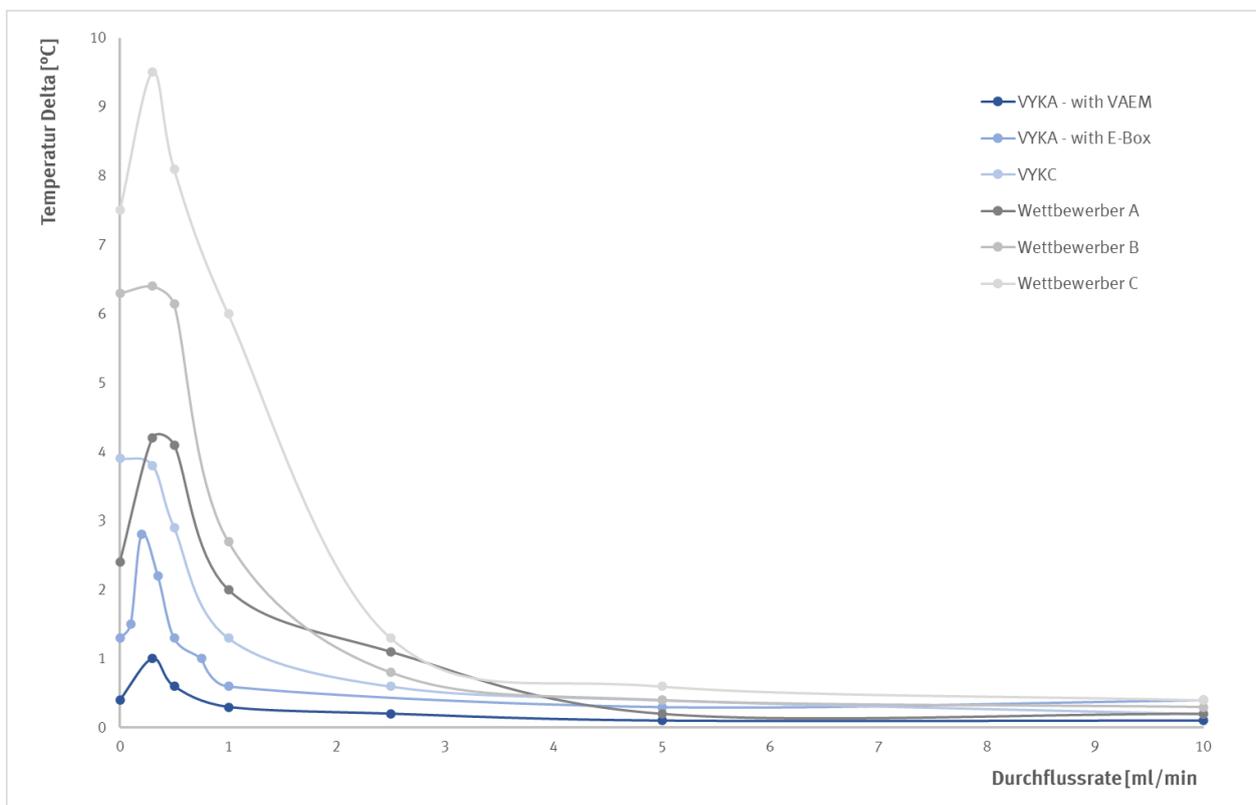
Abbildung 2: Temperaturgradient im Fluid bei einem Durchfluss von 0,5 ml/min.

3 Versuche mit Ventilen von Festo und anderen Herstellern

Im nächsten Schritt folgten experimentelle Versuche zum Wärmeeintrag in Fluide bei unterschiedlichen Durchflussraten mit verschiedenen Ventilen von Festo und vergleichbaren Produkten anderer Hersteller.

Das sind die wichtigsten Ergebnisse der Versuche:

- Die durchgeführten Messreihen mit diversen Ventilen haben die Simulationsergebnisse bestätigt.
- Der Wärmeeintrag durch das Ventil in das durchströmende Medium ist abhängig vom Durchfluss. Grundsätzlich gilt: Umso höher der Durchfluss, desto geringer der Temperaturanstieg. Bei stehendem Fluid bzw. bei kleinsten Durchflüssen ist der Wärmeeintrag am größten. Er verringert sich exponentiell mit dem Durchfluss – bis zu dem Punkt, an dem kein Wärmeeintrag mehr messbar ist.
- Grundsätzlich ist die Performance der Festo Ventile im Vergleich mit den Produkten anderer Hersteller überlegen. Das gilt insbesondere für das Magnetventil VYKA. Auch bei äußerst niedrigen Flussraten von nur 1 ml/min bleiben lokale Temperaturerhöhungen auf unter 1 °C begrenzt.



Für den sehr geringen Wärmeeintrag von VYKA gibt es spezifische Gründe:

- Das mediengetrennte Ventil VYKA wurde in Hinblick auf eine sehr geringe Leistungsaufnahme sowie eine bestmögliche Abführung der thermischen Verluste in die Umgebung konstruiert.
- Die Leistungsaufnahme wird durch die in der Elektrik-Anschlussplatte VAVE integrierten Haltestromabsenkung weiter reduziert. Nach dem Schalten des Ventils wird auf einen niedrigeren Haltestrom umgeschaltet, der ausreicht, das Ventil in der betätigten Stellung zu halten. Dadurch werden die Wärmeentwicklung und der elektrische Verbrauch auf ein Minimum reduziert.
- Darüber hinaus lässt sich der Wärmeeintrag in das Medium weiter reduzieren, wenn die Ansteuerelektronik dezentral platziert wird. Dank des modularen Ventilaufbaus ist dies über eine einfache Verbindungsleitung NEBV in Kombination mit dem Ventil-Ansteuermodul VAEM möglich. So entsteht ein Großteil der mit der elektrischen Ansteuerung verbundenen Verlustleitung abseits des Fluidstroms.

4 Empfehlungen für einen wärmeoptimierten Ventilaufbau

Aus den Ergebnissen der Simulation und der Versuche lassen sich klare Empfehlungen für den wärmeoptimierten Aufbau einer Ventileinheit ableiten:

1. Achten Sie bei der Auswahl des Ventils auf die folgenden Punkte:
 - a. ein Ventildesign, das eine geringe Energieaufnahme zur Betätigung erfordert und auf die Abführung von Wärmeenergie in die Umgebung optimiert ist
 - b. eine Haltestromabsenkung, um die Leistungsaufnahme nach Schalten des Ventils zu minimieren
 - c. die Möglichkeit, die Ansteuerelektronik dezentral zu platzieren
2. Wählen Sie für den Verteilerblock ein Material mit guter Wärmeleitfähigkeit und gestalten Sie die Fluidkanäle so aus, dass der Temperatenausgleich mit der Umgebung optimiert wird.
3. Befestigen Sie die Ventile auf der Anschlussplatte idealerweise über thermische Isolatoren.

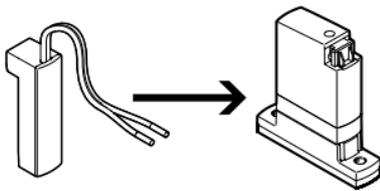
A Technischer Anhang

A.1 Ansteuerung VYKA

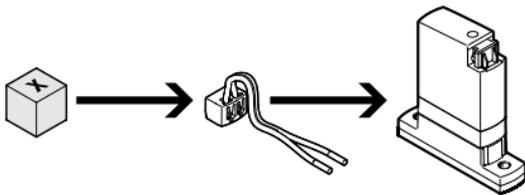


Hinweis

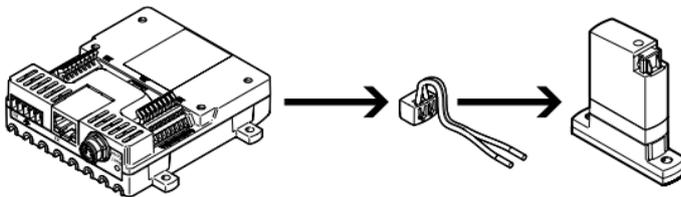
Das VYKA Magnetventil wird mit mittels einer Konstantstromquelle angesteuert. Eine Haltestromabsenkung ist zwingend erforderlich, da sich ansonsten das Ventil stark erwärmt. Eine Haltestromabsenkung kann folgendermaßen realisiert werden:



Bei Verwendung der Elektrik-Anschlussplatte VAVE ist die Haltestromabsenkung integriert (empfohlen).



Bei Verwendung der Verbindungsleitung NEBV muss eine separate Haltestromabsenkung kundenseitig bereitgestellt werden.



Eine mögliche Ansteuerung mit Haltestromabsenkung bietet das Ventilsteuerungsmodul VAEM in Verbindung mit der Verbindungsleitung NEBV (empfohlen).