



Entwickeln Sie eine sicherere Maschine mit den Senkbremsventilen von Eaton

Tests belegen die überragende Leistung der Eaton-Ventile

Erhöhen Sie mit den Senkbremsventilen von Eaton die Stabilität, Effizienz und den Bedienkomfort Ihrer Maschine

Bei der Auswahl eines Lasthalteventils überwiegt ein Faktor: die Sicherheit. Angesichts der Aufgabe des Ventils, eine Last oder Personen in der Höhe zu halten, ist Instabilität inakzeptabel. Während Ruckeln bei Maschinen wie Teleskopladern und Hubarbeitsbühnen allzu häufig vorkommt, muss man sich als Bediener damit nicht direkt abfinden. Die Senkbremsventile von Eaton verhindern ruckartige Bewegungen, und machen Ihre Maschine sicher und stabil. Beim Senkbremsventil gibt es auch keine Ventilgeräusche, außerdem erhöhen sie den Bedienkomfort und reduzieren den Druckabfall, was die Systemeffizienz verbessert.

Als Nachweis für die überlegene Leistung seiner Senkbremsventile verglichen mit den Angeboten eines führenden Wettbewerbers führte Eaton eine Reihe von Labor- und Feldtests durch. Die Laboruntersuchungen wurden an Standard- und Spezial-Senkbremsventilen durchgeführt, wie z.B. zweistufigen, teilentleerten und entlüfteten Ventilen. Sie untersuchten Durchfluss und Druck, um einen Leistungsmaßstab zu erhalten. Im Feldtest wurden die lastreaktiven, semi-restriktiven und belüfteten Ventile des Wettbewerbers durch zweistufige und teilentlastete Ventile von Eaton an einem Teleskoplader ersetzt. Sie verglichen die Leistung in Bezug auf Schwingung und Geräusentwicklung.



Abbildung 1: Senkbremsventile spielen eine Schlüsselrolle beim sicheren Halten von Lasten oder Personal in der richtigen Position.

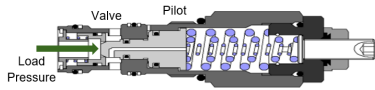
EATON

Powering Business Worldwide

Eine Geschichte zweier Architekturen: Direktwirkende Ventile vs. Differentialflächenventile

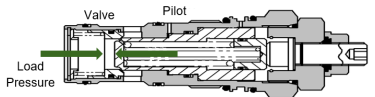
Um zu verstehen, warum Eaton-Ventile konkurrierende Ventile übertreffen, ist es wichtig, die Unterschiede in der Ventilarchitektur zu erkennen. Die standardmäßigen Senkbremssventile von Eaton sind direkt wirkende anstelle von Differenzflächenventilen, wie in Abbildung 2 dargestellt.

Direct acting load holding valves



Simple, traditional relief valve
Load pressure works against the **full** area of poppet
Requires stronger spring to re-seat

Differential area load holding valves



Load pressure works against smaller, annular area of poppet
Requires less spring force to re-seat the poppet

Abbildung 2: Die standardmäßigen Senkbremssventile von Eaton sind direkt wirkende anstelle von Differenzflächenventilen.

Bei direkt wirkenden Ventilen wird der Druck des Stellglieds direkt auf die gesamte Fläche des Ventiltellers ausgeübt. Differenzflächenventile üben die Kraft auf einen kleineren Bereich, den Ringbereich des Ventiltellers, aus. So können Differenzflächenventile leichtere Federn einsetzen als direkt wirkende Ventile, da der Druck auf eine kleinere Fläche wirkt. Dies bedeutet jedoch, dass sich der Durchfluss durch das Ventil mit sehr geringer Änderung des Steuerdrucks oder des Lastdrucks schnell ändern kann. Schwankungen des Steuer- oder Lastdrucks führen zu einer Überreaktion dieser Ventile und damit zu Instabilität.

Senkbremssventile werden vorgesteuert, d.h. das Ventil wird durch den Eingangsdruck, unterstützt durch den Steuerdruck, geöffnet. Der Eingangsdruck beeinflusst den Druck, bei dem das Ventil öffnet, aber die tatsächliche Öffnung des Ventils wird durch den Steuerdruck gesteuert.

Wie zweistufige Ventile die Problematik bei Teleskopladern angehen

Neben direkt wirkenden Ventilen bietet Eaton auch zweistufige Senkbremssventile an. Das zweistufige Ventil wurde entwickelt, um ein häufiges, aber erhebliches Problem bei Maschinen mit langen, instabilen Auslegern zu lösen, wie beispielsweise bei Teleskopladern.

Ein Teleskopausleger verfügt in der Regel über einen langen Zylinder, der im ausgefahrenen Zustand als Speicher dient. Der Druck steigt am Ende des Hubs auf den Systemdruck an, und die Eigenschaften des Senkbremssventils sperrt diesen Druck im Zylinder durch das integrierte Rückschlagventil, unabhängig vom lastinduzierten Druck. Wenn der Bediener die Last absenkt, gibt diese gespeicherte Energie dem Senkbremssventil die Meldung, dass eine schwere Last auf dem Ausleger liegt, so dass weniger Druck zum Öffnen des Ventils benötigt wird. Das Ventil öffnet sich anschließend sehr schnell und lässt die gespeicherte Energie abfließen, was zu einem kurzzeitigen Ausreißen führt. Dies löst bei dem Ventil eine Reaktion aus und es versucht die Last unter Kontrolle zu bringen, was zu einer Schwingung des Auslegers führt. Die Anzahl der Stöße hängt von der Steifigkeit des Systems zum Zeitpunkt des Absenkens ab, da die Instabilität manchmal über den gesamten Zylinderhub anhalten kann. Dieses Ruckeln kann zum Verlust der Last führen und stellt ein erhebliches Sicherheitsrisiko dar.

Die Instabilität des Ventils wird deutlich, wenn man die zwei Öffnungsarten eines Senkbremssventils betrachtet. Beim ersten Fall überschreitet die Last am Anschluss 1 (Ventilanschluss) die Federeinstellung und das Ventil fungiert als Entlastungsventil. Im zweiten Fall wird das Ventil belastet und ein Steuerdruck auf einen anderen Anschluss ausgeübt. Die durch den Steuerdruck erzeugte Kraft wird durch die größere Steuerfläche im Vergleich zu der Fläche am Anschluss 1, dem so genannten Steuerungsverhältnis, verstärkt. Wenn eine große Last am Anschluss 1 anliegt, ist zum Öffnen des Ventils ein geringerer Steuerdruck am Anschluss 3 (dem Steueranschluss) erforderlich. Sobald das Ventil geöffnet ist, fällt der Steuerdruck am Anschluss 3 schnell ab und das Ventil schließt. Das Ventil schneidet das über Anschluss 2 in den Tank strömende Öl schnell ab, und der Druck des eingeschlossenen Öls baut sich am Anschluss 1 auf. Der Steuerdruck steigt dann schnell an und öffnet das Ventil. Diese Instabilität setzt sich fort, bis die Last mit dem Steuerdruck ausgeglichen ist und das System reibungslos arbeiten kann.

Um Instabilität zu minimieren, spezifizieren Maschinenkonstrukteure typischerweise ein Ventil mit einem niedrigeren Vorsteuerverhältnis. Das erfordert einen höheren Steuerdruck zum Öffnen des Ventils, was die Schwingungen reduziert. Ein niedrigeres Vorsteuerverhältnis kann zwar die Schwingung reduzieren, benötigt aber mehr Energie zum Öffnen des Ventils als eines mit einem höheren Vorsteuerverhältnis.

Eine weitere Möglichkeit ist die Verwendung eines zweistufigen Ventils, das zwei Vorsteuerverhältnisse hat. Das Ventil arbeitet wie das Standardventil, bis der Steuerdruck im Auslaufzustand abfällt. Der Ventilkegel schließt dann schneller und erzeugt einen Gegengewichtsdruck, um eine rasche Beschleunigung der Last zu verhindern und so die Instabilität zu beseitigen.

Das zweistufige Senkbremssventil von Eaton hält beim Öffnen des Ventils kurzzeitig einen Ausgleichsdruck aufrecht. Dadurch wird ein vollständiger Abbau der im Zylinder gespeicherten Energie verhindert und eine Überreaktion des Ventils vermieden. Das Ventil lässt den Druck auf die Senkbremssventileinstellung fallen, die je nach Systemlast eingestellt werden kann. Durch diesen Gegendruck kann der Ausleger auch während seiner Bewegung weiter durch seinen Hub versteift werden, wenn Verschleißspolster an den Kastenabschnitten des Auslegers eine sich ändernde Reibungskraft erzeugen. Bei einem primären Steuerungsverhältnis von 4:1 und einem sekundären Verhältnis von 0,5:1 erfolgt die anfängliche Entladung des gespeicherten Drucks bei einem niedrigen Steuerdruck, gefolgt von einer sanfteren Reduzierung mit steigendem Steuerdruck. Die Gesamteinstellung des Ventils ist eine Kombination aus der äußeren und der inneren Federkraft dividiert durch die Sitzfläche.

Feldtests belegen, dass Eaton-Ventile Schwingungen und Geräusche eliminieren.

Im August 2018 wurden Feldtests durchgeführt, um die Leistung der Ventile unter realen Betriebsbedingungen zu messen. Ein Teleskoplader mit einer Hubkraft von 3629 kg (8.000 Pfund), wie in Abbildung 3 dargestellt, wurde verwendet, um die Leistung von Eaton und Konkurrenzventilen in Bezug auf Schwingungen und Geräusche zu testen.



Abbildung 3: Ein Teleskoplader wurde eingesetzt, um Ventile unter typischen Betriebsbedingungen zu testen.

Für die Schwingungsprüfungen wurde die Maschine mit Potentiometern am Ausfahr- und Hubzylindern ausgestattet. Manometer wurden am Eingangsblock vom Steuerventil bis zum Senkbremssventil angebracht, um die Hub-, Ausfahr- und Kippfunktionen zu überwachen. Die Messgeräte wurden sowohl auf der Zylinderboden als auch auf der Stangenseite des Zylinders angebracht. Ein IMU-Sensor (Inertial Measurement Unit) wurde am Ende des Auslegers angebracht, um die Bewegung zu messen.

Von ruckelig bis stabil

Um die Leistung von Eaton- und Konkurrenzventilen in Bezug auf die Schwingung zu vergleichen und die Bedingungen zu bestimmen, unter denen die Schwingung auftritt und unter denen sie am stärksten ausgeprägt ist, wurde eine Reihe von Tests durchgeführt:

- Test 1: Auf- und Abfahren (Anheben und Absenken des Auslegers bei stehendem Teleskoplader)
- Test 2: Auf-, Ein- und Abfahren (Anheben, Einfahren und Absenken des Auslegers bei stehendem Teleskoplader)
- Test 3: Hindernisparcours (Anheben und Absenken des Auslegers beim Fahren des Teleskopladens über eine Reihe von Holzbohlen)

Test 1: Auf- und Abfahren

Der Auf/Ab-Test wurde bei drei Motordrehzahlen durchgeführt:

- 1.040 U/min (Leerlauf)
- 1.500 U/min
- 2.300 U/min

Die Tests wurden mit beladenen und entladene Gabeln des Teleskopladern durchgeführt. Die Last war ein Gewicht von 453 kg (1.000 Pfund). Das Testverfahren war wie folgt:

1. Ausgehend vom Leerlauf den Ausleger vom Boden bis zur maximalen Höhe mit vollem Befehl anheben. Für 2 Sekunden auf Maximalhöhe halten.
2. Den Ausleger bei vollem Befehl senken. Den Steuerhebel loslassen, wenn der Ausleger auf dem Boden liegt.

Der Auf/Ab-Test zeigte, dass die Eaton-Ventile die Auslegerbewegung mit weniger Schwingungen bewältigten als die Konkurrenzventile. Wie in Abbildung 4 dargestellt, erlebte der Ausleger zwei Beschleunigungsspitzen sowohl beim Eaton-Ventil als auch bei den Konkurrenzventilen: eine, wenn der Ausleger seine maximale Höhe erreicht, und eine, wenn der Ausleger nach unten bewegt wird. Der Hauptunterschied tritt nach der zweiten Spitze auf, wenn der Ausleger, der mit den Konkurrenzventilen ausgestattet ist, weiterhin erhebliche Beschleunigungsschwankungen erzeugt, was auf Instabilität und Schwingungen der Maschine hinweist.

2,300 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

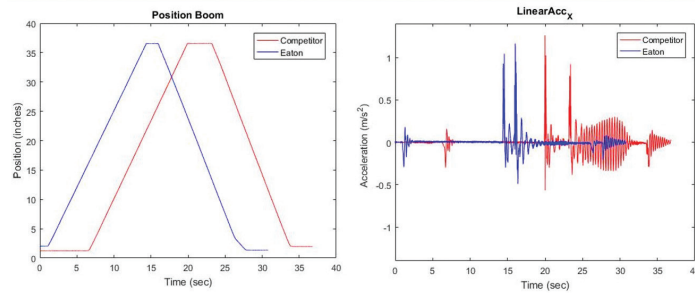


Abbildung 4: Ausgerüstet mit Eaton-Ventilen zeigte der Ausleger im Auf/Ab-Test weniger Schwingungen und mehr Stabilität.

Die Instabilität, die beim Konkurrenzventil zu beobachten ist, ist bei 1.040 U/min bei beladenen Gabeln am stärksten ausgeprägt; die Ergebnisse bei 1.500 U/min zeigten eine ähnliche Leistung zwischen den Ventilen, wie in Abbildung 5 dargestellt. Bei allen Geschwindigkeiten sind auch bei Gabeln ohne Last Unterschiede zu erkennen.

1,040 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg) 1,500 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

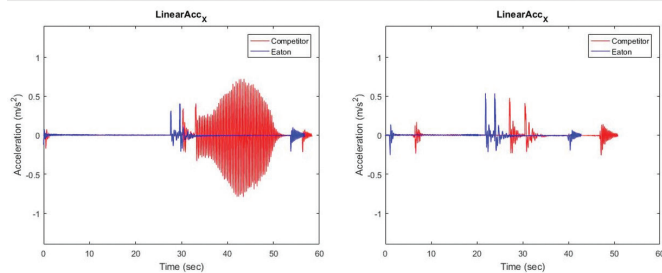


Abbildung 5: Die Schwingungsunterschiede waren am stärksten bei Leerlauf des Motors.

Druckdaten sind auch ein starker Indikator für die Ventilleistung. Die Abbildungen 6 und 7 zeigen, wie der Systemdruck mit dem richtigen Ventil gedämpft werden kann. Im Diagramm zur Neigung des Druckarms in Abbildung 7 ist eine Schwingung zu beobachten, die durch das System schwingt und eine größere Instabilität der Last auf die Gabeln verursacht. Die verringerten Druckschwankungen in den Eaton-Ventilen deuten auf weniger Schwingungen und eine höhere Stabilität hin.

2,300 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

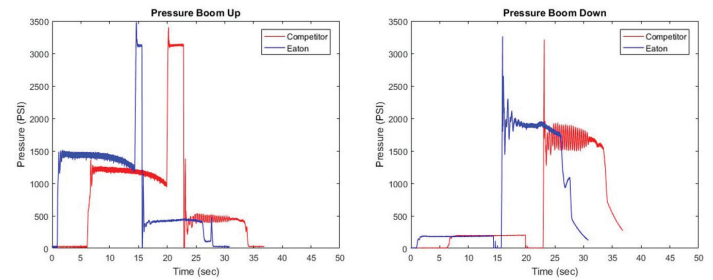


Abbildung 6: Druckschwankungen innerhalb der Ventile deuten ebenfalls auf Instabilität hin.

2,300 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

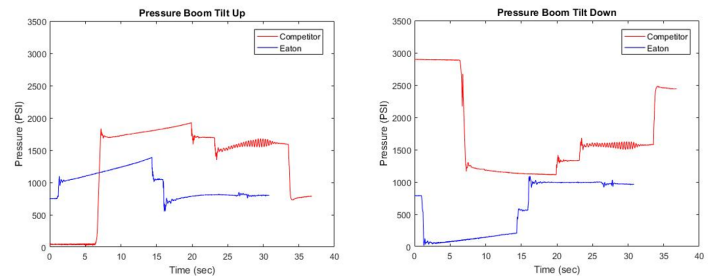


Abbildung 7: Druckschwankungen, die in der Ausleger-Neigungsfunktion beobachtet werden, zeigen, wie Schwingungen durch das System hindurch resonieren können.

Test 2: Auf-, Ein- und Abfahren

Wie der Auf/Ab-Test wurde auch der Auf/Ein/Ab-Test bei drei Motordrehzahlen durchgeführt: 1.040 U/min, 1.500 U/min, und 2.300 U/min. Die Tests wurden mit beladenen und entladene Gabeln des Teleskopladern durchgeführt. Die Last war ein Gewicht von 453 kg (1.000 Pfund). Das Testverfahren war wie folgt:

1. Ausgehend vom Leerlauf den Ausleger vom Boden bis zur maximalen Höhe mit vollem Befehl anheben. Für 2 Sekunden auf Maximalhöhe halten.
2. Den Ausleger bei vollem Befehl einfahren. Für 2 Sekunden halten.
3. Senken Sie den Ausleger bei vollem Befehl. Den Steuerknüppel loslassen, wenn der Ausleger auf dem Boden liegt.

Auch hier wurden erhebliche Stabilitätsunterschiede beobachtet. Der Effekt ist bei allen drei Motordrehzahlen unter Last signifikant. Beim Entladen ist der Effekt am größten bei Leerlauf des Motors, aber immer noch bei 1.500 und 2.300 U/min vorhanden. Wie in den Abbildungen 8 bis 11 dargestellt, zeigten Beschleunigungs- und Druckdaten mehr Stabilität bei den Eaton-Ventilen.

2,300 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

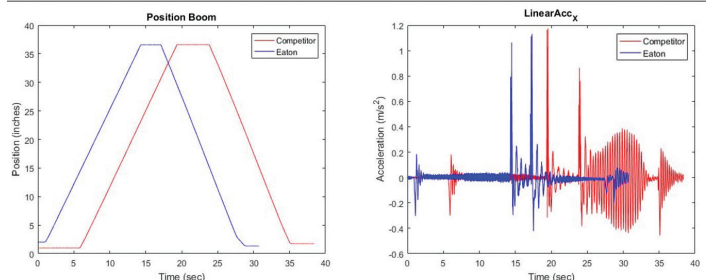


Abbildung 8: Die Auf-, Ein- und Abfahrversuche zeigten eine höhere Stabilität des Auslegers bei den Eaton-Ventilen.

2,300 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

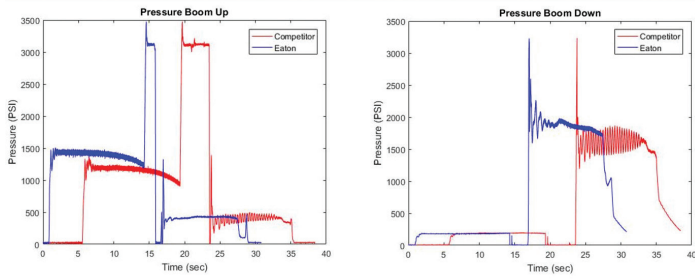


Abbildung 9: Druckschwankungen innerhalb der Ventile während des Tests deuten ebenfalls auf Instabilität hin.

2,300 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

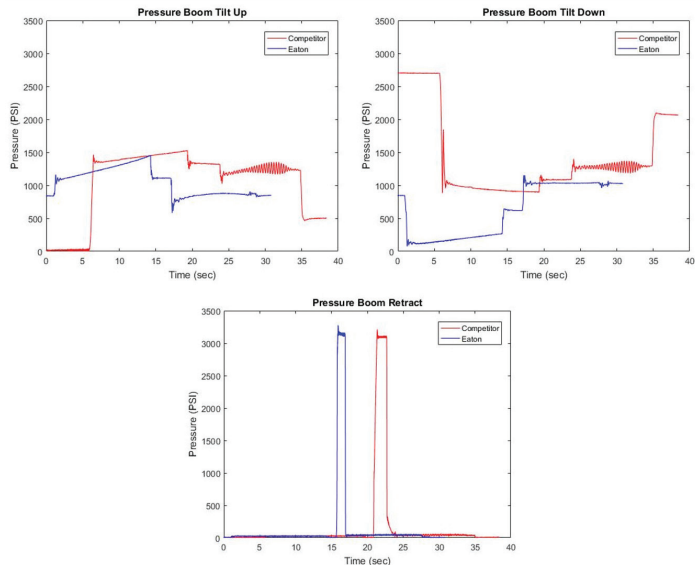


Abbildung 10: Die beim Auf-, Ein- und Abfahren beobachteten Druckschwankungen zeigen, wie Schwingungen durch das System resonieren können.

1,040 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg) 1,500 RPM loaded at 1,000 lbs (453 kg)

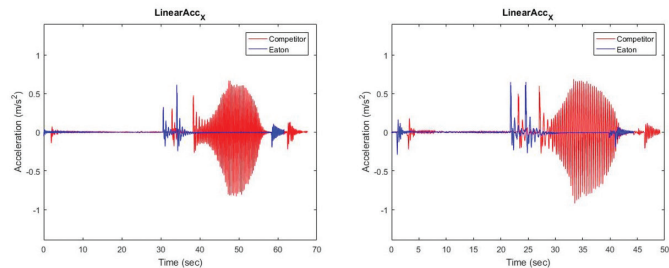


Abbildung 11: Die Schwingungsunterschiede waren sowohl bei 1.040 U/min als auch bei 1.500 U/min signifikant, wobei die Gabeln beim Auf-, Ein- und Abfahrtst geladen waren.

Schritt 3. Hindernisparcours

Beim Test auf dem Hindernisparcours wurde die Stabilität überwacht, da der Ausleger während der Fahrt am Teleskopklader angehoben und abgesenkt wurde. Der Test wurde an drei Auslegerpositionen durchgeführt:

- Eingefahren
- 1,5 Meter ausgefahren
- 3,6 Meter ausgefahren

Eine Reihe von 25 mm x 101 mm x 3 m Holzplatten wurden gleichmäßig angeordnet, um Hindernisse zu schaffen. Der Teleskopklader wurde im ersten Gang mit einer Motordrehzahl von 2.300 U/min über die Platten gefahren. Die Gabeln waren nicht beladen.

Das Testverfahren war wie folgt:

1. Losfahren und Ausleger anheben.
2. Nach Überqueren des ersten Brettes den Ausleger absenken und weiterfahren.
3. Nach Überqueren des zweiten Brettes den Ausleger anheben und weiterfahren.
4. Wiederholen Sie den Anheb- und Absenkyklus, bis alle Bretter überquert sind.

Wie in den Abbildungen 12 und 13 dargestellt, zeigten die Eaton-Ventile stets geringere Druckschwankungen, wenn der Ausleger angehoben und abgesenkt wurde. Je weiter der Ausleger ausgefahren wird, desto größer ist die Schwingung und desto ausgeprägter ist die Wirkung beim Konkurrenzventil.

Boom extended to 12 feet (3.6 m)

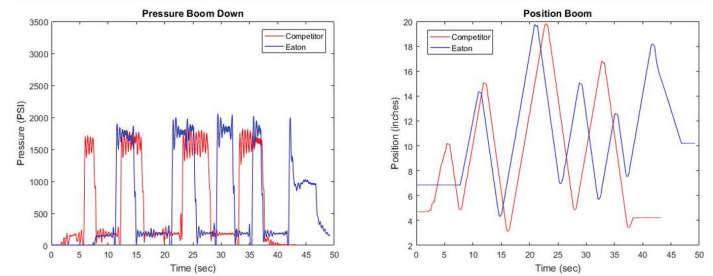


Abbildung 12: Die Eaton-Ventile zeigten stets geringere Druckschwankungen, wenn der Ausleger angehoben und abgesenkt wurde.

Boom fully retracted

Boom extended to 5 feet (1.5 m)

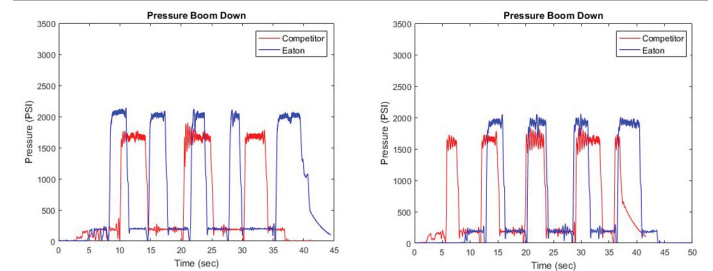


Abbildung 13: Die Eaton-Ventile zeigten stets geringere Druckschwankungen, wenn der Ausleger angehoben und abgesenkt wurde.

Steuerdruck-Steigerungstests

Laboruntersuchungen liefern eine Erklärung für die Unterschiede in der Stabilität. Eaton Standardventile und Konkurrenzventile wurden einem Steuerdruck-Steigerungstest unterzogen. Während die getesteten Ventile nicht diejenigen waren, die am Teleskopklader im Feldtest eingesetzt wurden, können die Daten erklären, warum die Schwingungen im Feld zu sehen sind. Das Testverfahren war wie folgt:

1. Stellen Sie das Druckbegrenzungsventil (RV) leicht über den Nenndruck für das Senkbremsventil ein.
2. Stellen Sie die eingestellte Schraube des Senkbremsventils auf den Mindestdruck ein.
3. Stellen Sie den Durchfluss auf 15,8 gal/min (60 L/min) am Eingang ein und erhöhen Sie den RV1-Druck von 0 bis 3.045 psi (0 bis 210 bar) über 30 Sekunden, dann wieder auf 0 über 30 Sekunden.

Der Test wurde mit niedrigen, hohen und maximalen Druckeinstellungen am Senkbremsventil wiederholt. Ein Schema des Tests ist in Abbildung 14 dargestellt.

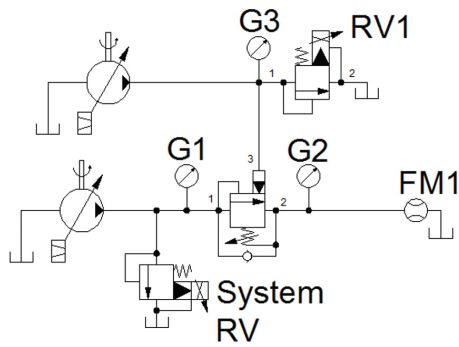


Abbildung 14: Steuerdruck-Steigerungstests Schema

Mit steigendem Steuerdruck öffnet sich das Senkbremmsventil allmählich und ermöglicht mehr Durchfluss. Wenn der Steuerdruck sinkt, schließt das Ventil allmählich, so dass der Durchfluss sinkt. Das gewünschte Ergebnis ist also eine bananenförmige Strömungskurve.

Die Ergebnisse des Steuerdruck-Steigerungstests sind in Abbildung 15 dargestellt. In den Diagrammen für Konkurrenzventile kreuzen sich die Strömungskurven und zeigen, dass der Durchfluss mit steigendem Steuerdruck steigen oder fallen könnte; das gleiche Phänomen tritt auf, wenn der Steuerdruck sinkt. Das bedeutet, dass bei schwankendem Steuerdruck das Ventil nicht sicher ist, ob es öffnen oder schließen soll. Diese Unsicherheit in der Ventilreaktion bei großen Schwankungen der Durchflussmenge aus dem Ventil führt zu Maschinenschwingungen. Das Eaton-Ventil verfügt über weichere Durchfluss- und Druckkurven und eine reduzierte Hysterese, die anzeigt, dass das Ventil wie erwartet öffnet und schließt. Das Ergebnis ist eine höhere Maschinenstabilität im Feld.

Ramping pilot pressure

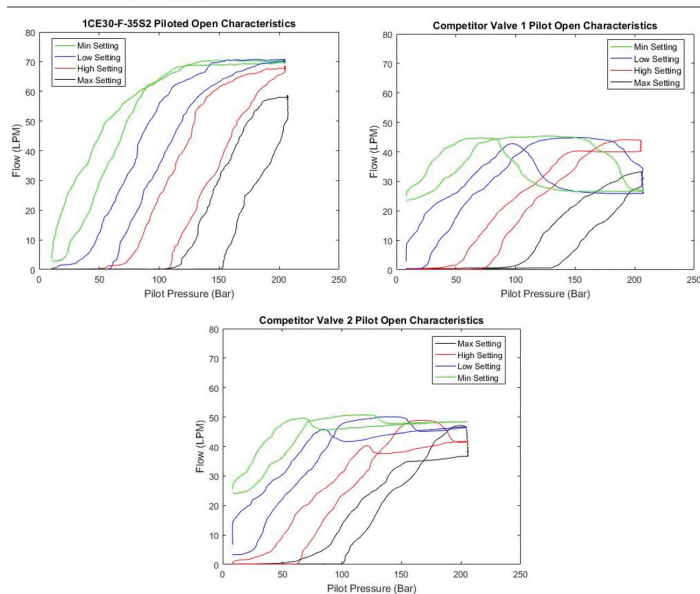


Abbildung 15: Im Rahmen der Steuerdruck-Steigerungstests waren die Durchfluss- und Druckkurven von Eaton weicher als die von Konkurrenzventilen und zeigten eine höhere Stabilität.

Weitere Tests und Beobachtungen

Zwei weitere Feldversuche wurden mit dem Teleskopklader durchgeführt:

- Test 4: Ausleger aus- und einfahren (vollständig ausfahren und dann den Ausleger vollständig einfahren, während der Teleskopklader stillsteht)
- Test 5: Kippzyklus (Kippgabeln ganz nach oben, ganz nach unten und dann wieder auf Niveau, während der Teleskopklader stillsteht)

Diese Tests wurden durchgeführt, um festzustellen, ob die Maschine bei stationären Ein- und Ausfahrfunktionen und Gabelneigungsfunktionen, wie bei Auf- und Abwärtsfunktionen, einer Schwingung unterliegt. In

keinem dieser beiden Tests zeigte der Teleskopklader eine sichtbare Instabilität, und quantitative Daten zeigen, dass die Leistung der Konkurrenzventile den Eaton-Ventilen entspricht.

Während der Tests entdeckten die Ingenieure, dass die Neigungsfunktion am Teleskopklader ein atmosphärisch belüftetes Senkbremmsventil verwendet, um Gegendruckeffekte zu eliminieren. Der Einsatz von atmosphärisch belüfteten Ventilen kann zu einer langfristigen Kontamination führen. Das teilausgeglichene Senkbremmsventil von Eaton eliminiert Gegendruckeffekte, ohne in die Atmosphäre entlüftet zu werden, und sollte für solche Fahrzeuganwendungen in Betracht gezogen werden.

Fazit

In Feldtests wurden drei Ausleger Auf- und Ab-Situationen festgestellt, in denen Konkurrenzventile Instabilität aufweisen, was zu Maschinenschwingungen führt:

1. Heben und Senken des Auslegers aus dem Stand heraus
2. Heben, Einfahren und Senken des Auslegers aus dem Stand heraus
3. Heben und Senken des Auslegers während der Fahrt

Im Vergleich zu Konkurrenzventilen bieten Eaton teilausgeglichene und zweistufige Ventile eine erhöhte Stabilität und eliminieren Maschinenschwingungen.

Vom Quietschen zur Geräuschfreiheit

Übermäßiger Lärm während des Maschinenbetriebs kann den Komfort für den Bediener und die Beschäftigten in der Nähe beeinträchtigen. Bei einigen Herstellern von Senkbremmsventilen ist Quietschen ein bekanntes Problem. Dies gilt wie auch bei Schwingungen nicht für alle Marken.

Die Geräuschprüfung wurde im August 2018 mit dem gleichen gemieteten Teleskopklader durchgeführt, der auch für die Schwingungsprüfungen verwendet wurde. Um den Unterschied im Geräuschpegel zwischen Eaton-Ventilen und dem Konkurrenzventil zu bestimmen, befand sich ein 1/2-Zoll (12,7 mm) CCP-Freifeldmikrofon 39,5 Zoll (1 m) hinter dem Senkbremmsventil auf der Stangenseite des Ausfahrzylinders und 86,5 Zoll (2,2 m) über dem Boden. Das Testverfahren war wie folgt:

1. Begonnen wird mit dem vollständig eingefahrenen Ausleger, kappen Sie die Ventilzufuhr.
2. Stellen Sie den Joystick wieder auf neutral.

Insgesamt wurden 12 Durchläufe mit dem Eaton-Ventil und 12 mit dem Konkurrenzventil aufgezeichnet. Wie in Abbildung 16 dargestellt, erzeugte das Konkurrenzventil stets ein übermäßiges Geräusch. Der Geräuschpegel steigt in jedem der 12 Läufe von etwa 75 dBA auf etwa 98 dBA. Die Spitze tritt während des Totpunkts beim Einfahren auf.

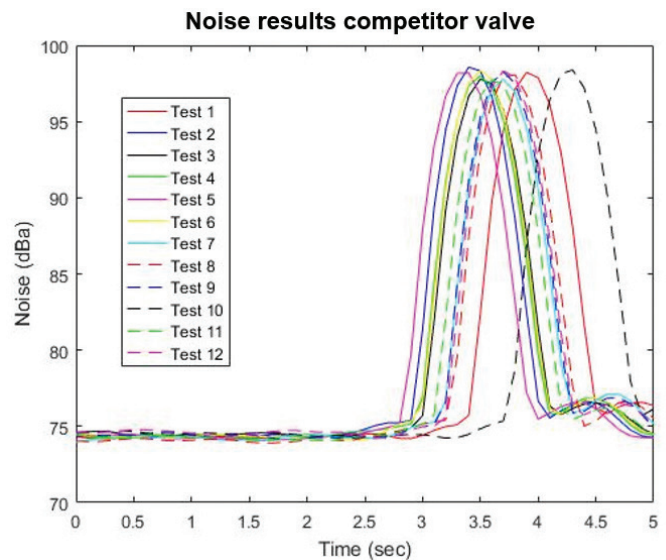


Abbildung 16: Der Geräuschpegel stieg bei jedem Lauf des Konkurrenzventils auf etwa 98 dBA.

Eaton-Ventile waren konsequent in ihrer Geräuscharmheit. Wie in Abbildung 17 dargestellt, blieb das Rauschen in jedem Lauf zwischen 72 und 76 dBA. Der leichte Rückgang der Geräusche, der zwischen 2,5 und 3,5 Sekunden zu beobachten ist, tritt während des Totpunktes beim Einfahren auf, da die Motordrehzahl abnimmt und somit die Umgebungsgeräusche reduziert werden.

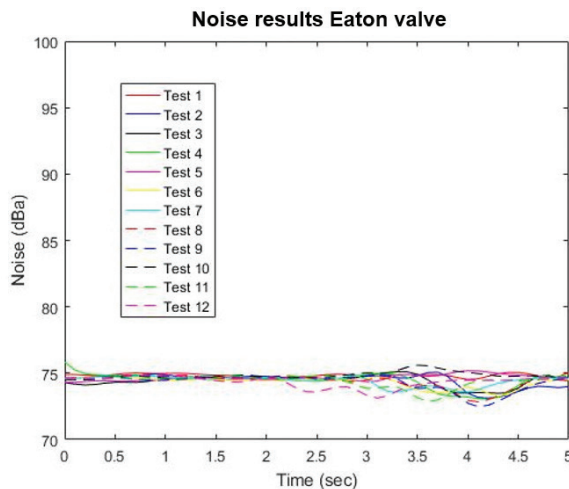


Abbildung 17: Die Geräuschentwicklung blieb bei jedem Lauf mit dem Eaton-Ventil nahezu konstant.

Die Ergebnisse dieser Tests zeigen, dass Lärm kein Problem ist, das bei allen Senkbremsventilen auftritt, und Bediener und OEMs von Maschinen sich nicht mit abfinden müssen. Senkbremsventile von Eaton beseitigen lästige Störgeräusche.

Labortests zeigen, dass Eaton-Ventile den Druckabfall verringern

Im Oktober 2017 wurden Labortests durchgeführt, um Eaton-Ventile und Konkurrenzventile in einer kontrollierten Umgebung zu vergleichen. Es wurden zahlreiche Tests durchgeführt, darunter freier Durchfluss und maximaler Druckabfall. Wie bereits erwähnt, wurde auch die Prüfung der Steuerdruck-Steigerung durchgeführt. Die Tests wurden im Eaton Prüflabor für Hydrauliktechnik in Eden Prairie, Minnesota, durchgeführt.

Von heiss bis kalt

Der Druckabfall führt zu übermäßiger Wärmeentwicklung, was zu einem reduzierten Wirkungsgrad, erhöhtem Kraftstoffverbrauch und einer verkürzten Lebensdauer der Komponenten führen kann. Je geringer der Druckverlust, desto effizienter ist das System. Wie bei Schwingungen und Geräuschen sind beim Druckabfall nicht alle Ventile gleich.

Um die Leistung von Eaton und Konkurrenzventilen in Bezug auf den Druckverlust zu vergleichen, wurden zwei Tests durchgeführt:

- Test 1: Vorgesteuert offener Druckabfall
- Test 2: Freier Durchfluss - Max. Durchfluss

Test 1: Vorgesteuert offener Druckabfall

Eaton und konkurrierende Standardventile wurden einer Prüfung des vorgesteuerten offenen Druckabfalls unterzogen. Das Testverfahren war wie folgt:

1. Den RV-Druck des Systems auf 50 bar (725 psi) einstellen.
2. Den RV1 auf 1.015 psi (70 bar) einstellen.
3. Das Senkbremsventil auf den Mindestdruck einstellen.
4. Erhöhung des Durchflusses von 0 bis 15,8 gal/min (0 bis 60 L/min) über 30 Sekunden und dann über 30 Sekunden wieder auf 0.

Der Schema des offenen Vorsteuerventiltests ist derselbe wie der des Rampentests für den Steuerdruck, wie in Abbildung 15 dargestellt.

Der Druckabfall der meisten getesteten Eaton-Ventile war deutlich geringer als bei Konkurrenzventilen, wie das Beispiel in Abbildung 18 zeigt.

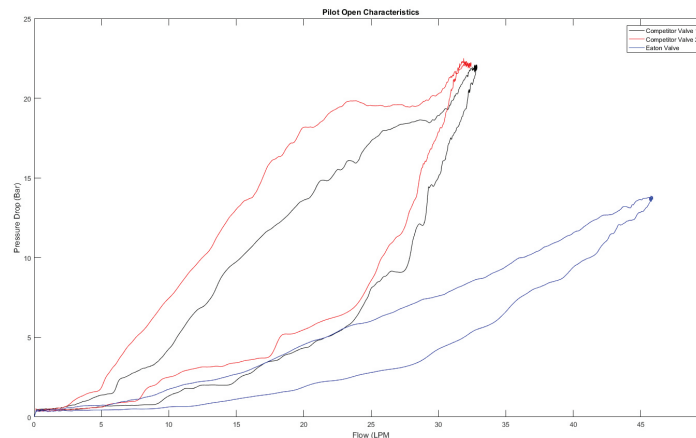


Abbildung 18: Beim offenen Vorsteuerventil Versuch war der Druckabfall im Eaton-Ventil deutlich geringer als bei Konkurrenzventilen.

Test 2: Freier Durchfluss - Max. Durchfluss

Eaton und Konkurrenzventile wurden einer Freistrom-Druckabfallprüfung unterzogen. Das Testverfahren war wie folgt:

1. Das System RV auf 207 bar (3.000 psi) einstellen.
2. Erhöhung des Durchflusses von 0 bis 15,8 gal/min (0 bis 60 L/min) über 30 Sekunden und dann über 30 Sekunden wieder auf 0.

Ein Schema des Tests ist in Abbildung 19 dargestellt.

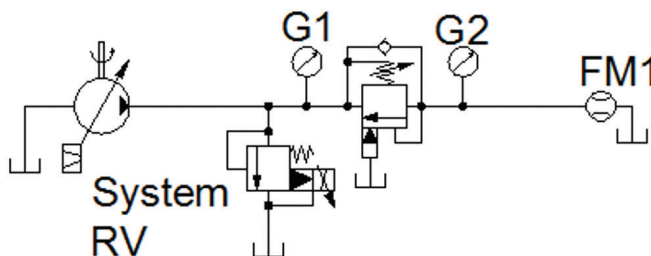


Abbildung 19: Schema des Tests für freien Durchfluss.

Eaton-Ventile zeigten im freien Durchfluss konsequent einen geringeren Druckabfall, wie das Beispiel in Abbildung 20 zeigt.

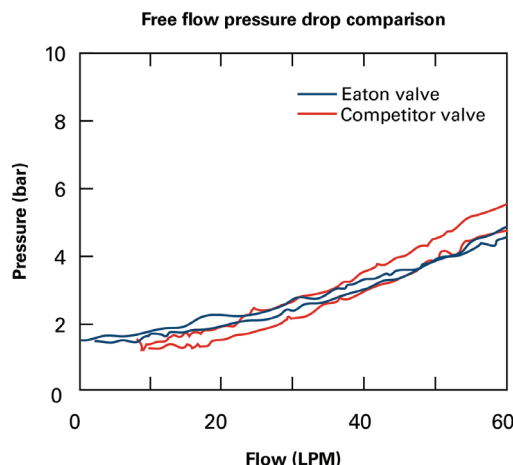


Abbildung 20: Der Druckabfall war bei Eaton-Ventilen geringer als bei den Konkurrenzventilen.

Insgesamt hatten die Eaton-Ventile einen geringeren Druckabfall im freien Durchfluss (durchschnittlich 30 psi[2 bar]) und einen geringeren offenen Druckabfall im Vorsteuerbereich. Der geringere Druckverlust bei Eaton-Ventilen ist das Ergebnis besserer Strömungseigenschaften, was zur Effizienz des Gesamtsystems beiträgt.

Von Zweifeln bis hin zur Sicherheit

Konstrukteure und Betreiber von Maschinen mit langen, instabilen Auslegern betrachten Schwingungen und Ventilgeräusche schon lange als selbstverständlich. Die Ergebnisse dieser Tests zeigen, dass Schwingungen und Geräusche eliminiert werden können. Maschinen-OEMs können sicherere und effizientere Maschinen konstruieren, indem sie das richtige Ventil für die Anwendung festlegen: Im Teleskopklader zum Beispiel zweistufige Eaton-Senkbremsventile am Basishubzylinder.

Die hier vorgestellten Testergebnisse zeigen, dass Eaton Ventile sowohl in statischen als auch in dynamischen Szenarien die Leistung von Konkurrenzventilen übertreffen. Zusammenfassung:

- Konkurrierende Ventile erwiesen sich in bestimmten Anwendungen als instabil und ließen die gesamte Maschine schwingen. Eaton Ventile beseitigten diese Instabilität.
- Konkurrenzventile quietschten beim Einfahren des Auslegers. Eaton Ventile nicht.
- Eaton-Ventile haben einen geringeren Druckverlust von durchschnittlich 2 bar (30 psi) bei freiem Durchfluss.
- Eaton Ventile reduzieren die Hysterese um bis zu 20 Prozent.

Im Maschinentest wurde für die belasteten Tests ein Gewicht von 453 kg (1.000 Pfund) auf den Gabeln des Teleskopkladers verwendet. Warum wurde angesichts der Kapazität des Teleskopkladers von 8.000 Pfund (3629 kg) kein größeres Gewicht verwendet? Ganz einfach, keiner der an der Prüfung beteiligten Bediener fühlte sich wohl dabei, die Maschine mit einem Gewicht von mehr als 453 kg (1.000 Pfund) zu bedienen, da der Ausleger mit dem Konkurrenzventil schwang.

Die Beseitigung von Auslegerschwingungen gibt dem Bediener die Sicherheit, die Arbeit zu erledigen, ohne sich um seine Sicherheit oder die Sicherheit seiner Mitarbeiter zu sorgen. Eaton Senkbremsventile bringen Sie von ruckartig zu stabil, quietschend zu leise, heiss zu kühl und von Zweifel zu Vertrauen.

Um mehr über Eaton Senkbremsventile zu erfahren, einen Techniker zu konsultieren oder ein Angebot anzufordern, wenden Sie sich bitte an Ihren Eaton-Vertriebsleiter oder Händler. Oder füllen Sie das Formular unter Eaton.com/PTSconsult aus, und wir bleiben in Kontakt.

