

Zwangsgesteuerte Magnetventile vs. Pneumatikventile in Biogasanlagen

Am Praxisbeispiel des Projekts BGEA zeigt ein Vergleich von Buschjost Magnetventile: Zwangsgesteuerte Magnetventile sind in der Anschaffung zwar rund 18 % teurer als Pneumatikventile, rechnen sich aber langfristig durch den Wegfall der kompletten Druckluftinfrastruktur, minimalen Wartungsaufwand und maximale Betriebssicherheit in ATEX-zertifizierten Ex-Zonen.

Vlotho, Mai 2026 - In landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden organische Substrate vergoren, um Biogas zu erzeugen, welches anschließend in anspruchsvollen Prozessschritten wie der CO₂-Abtrennung, Trocknung und Druckerhöhung auf bis zu 70 bar aufbereitet werden muss. In all diesen kritischen Stufen kommen Ventile zum Einsatz, die zentrale Aufgaben wie das automatische Absperren von Gasströmen und das Auslösen sicherheitsrelevanter Abschaltfunktionen übernehmen.

Da diese Armaturen direkt mit brennbaren Gasen in explosionsgefährdeten Ex-Zonen arbeiten, müssen sie strengste Sicherheitsvorgaben wie die ATEX-Richtlinie (2014/34/EU) und die EU-Druckgeräte-Richtlinie (2014/68/EU) erfüllen.

Der Praxisfall: Projekt BGEA Biogasanlage Münsterland

Für die Planung und Ausführung der Anlage fragte der Generalunternehmer spezifische Ventillösungen bei Buschjost an. Die technischen Anforderungen an die Armaturen waren hoch:

- **Medium:** Biogas mit einer Wasserstoffbeimischung von bis zu 10 Vol.-%
- **Betriebsbedingungen:** Temperaturen von -10 bis +60 °C bei Betriebsdrücken zwischen 2,5 und 16 bar
- **Sicherheit:** ATEX-Klassifizierung für Ex-Zone 2, SIL 1 sowie Schutzart IP65 oder höher

Um dem Anlagenbauer die beste Entscheidungsgrundlage zu bieten, arbeitete Buschjost zwei verschiedene technologische Lösungsansätze aus: zwangsgesteuerte Magnetventile und Pneumatikventile.

Technische Anforderungen im Überblick

Parameter	Spezifikation
Medium	Biogas mit bis zu 10 Vol.-% Wasserstoffbeimischung
Temperaturbereich	-10 °C bis +60 °C
Betriebsdruck	2,5 bis 16 bar
ATEX-Klassifizierung	Ex-Zone 2
Sicherheitsanforderung	SIL 1
Schutzart	IP65 oder höher

Die zwei Technologien im direkten Vergleich

Beide Ventiltechnologien sind grundsätzlich sehr gut für das Medium Biogas geeignet, weisen jedoch entscheidende Unterschiede in der Funktionsweise und im Betrieb auf.

Zwangsgesteuerte Magnetventile (Failsafe)

Diese Ventile arbeiten elektromagnetisch und schalten absolut zuverlässig bereits ab einer Druckdifferenz von 0 bar. Sie zeichnen sich durch ein Failsafe-Verhalten aus, bei dem das Ventil durch Federkraft sicher schließt und nur bei anliegender Spannung öffnet. Der entscheidende Vorteil: Für das Schalten wird keinerlei Steuerluft benötigt. Da alle Bauteile fest verschraubt sind und auf Drucklufttechnik verzichtet wird, ist das Leckagerisiko äußerst gering. Trotz anfänglich höherer Anschaffungskosten bieten sie so einen nahezu wartungsfreien Betrieb und maximale Betriebssicherheit.

Pneumatikventile

Im Gegensatz dazu benötigen Pneumatikventile externe Steuerluft, um zu öffnen. Zwar schalten auch diese Modelle sehr schnell ab 0 bar und verfügen über ein Failsafe-Verhalten (Schließen durch Federkraft), jedoch setzt ihr Betrieb eine funktionierende Druckluftversorgung voraus. Dies bedeutet, dass zusätzliche Komponenten wie Kompressoren, Filter und Trockner installiert und gewartet werden müssen. Dadurch steigen nicht nur der Wartungsaufwand, sondern auch das Risiko potenzieller Leckagen durch die zusätzlich benötigten Druckluftleitungen.

Technologievergleich auf einen Blick

Kriterium	MV Zwangsgesteuert	Pneumatikventil
Funktionsprinzip	Elektromagnetisch	Druckluft (extern)
Mindest-Druckdifferenz	0 bar	0 bar

Kriterium	MV Zwangsgesteuert	Pneumatikventil
Failsafe-Verhalten	✓ Federkraft	✓ Federkraft
Steuerluft erforderlich	✗ Nicht nötig	✓ Ja
Zusatzinfrastruktur	Keine	Kompressor, Filter, Trockner
Leckagerisiko	Sehr gering	Erhöht
Wartungsaufwand	Minimal	Höher
Betrieb ohne Druckluft	✓ Ja	✗ Nein

Investitionskosten vs. Betriebskosten (Total Cost of Ownership)

Um für das Projekt eine fundierte Entscheidungsgrundlage zu schaffen, wurde eine vergleichende Kostenkalkulation für beide Systemvarianten durchgeführt.

Auf den ersten Blick punktet die Pneumatikventil-Variante mit niedrigeren Investitionskosten. Die Projektkalkulation ergab für diese Lösung reine Anschaffungskosten von rund 17.000 €. Damit ist sie bei der initialen Betrachtung etwa 18 % günstiger als die Gesamtausstattung mit zwangsgesteuerten Magnetventilen, für die projektbezogene Netto-Investitionen in Höhe von rund 20.655 € veranschlagt wurden.

Dennoch warnt die Praxis davor, nur die reinen Anschaffungskosten zu betrachten: Die zusätzlichen und fortlaufenden Kosten für die Bereitstellung, Aufbereitung und Wartung der Druckluftinfrastruktur sind erheblich und dürfen bei der Gesamtbetrachtung (Total Cost of Ownership) nicht unterschätzt werden.

Kostenvergleich – Investition vs. laufende Betriebskosten

Kostenfaktor	MV Zwangsgesteuert	Pneumatikventil
Anschaffungskosten	ca. 20.655 € netto	ca. 17.000 € netto
Kostenvorteil Anschaffung	—	ca. 18 % günstiger
Druckluftinfrastruktur	Nicht erforderlich	Erhebliche Zusatzkosten
Laufende Wartung	Minimal	Regelmäßig, erhöht
TCO-Gesamtbewertung	Langfristig überlegen	Höhere Gesamtkosten

Fazit: Sicherheit und Wartungsfreiheit rechnen sich

Wenn in einer Anlage noch keine Druckluftinfrastruktur vorhanden ist oder diese wirtschaftlich nicht sinnvoll betrieben werden kann, stellen die zwangsgesteuerten Magnetventile die überlegene Wahl dar. Der Wegfall von Kompressoren und Filtern reduziert den Wartungsaufwand auf ein Minimum und garantiert einen leakagefreien Betrieb im sensiblen Biogasprozess.

Der Praxisfall zeigt eindrucksvoll: Eine anfänglich höhere Investitionssumme für das Ventil-Set amortisiert sich in der Regel schnell durch deutlich geringere laufende Betriebskosten und eine maßgeblich gesteigerte Anlagensicherheit.

Entscheidungshilfe – Wann welche Technologie?

MV Zwangsgesteuert empfohlen, wenn ...	Pneumatikventil geeignet, wenn ...
Keine Druckluftinfrastruktur vorhanden	Druckluftversorgung bereits vorhanden und wirtschaftlich betreibbar
Minimaler Wartungsaufwand gefordert	Niedrige Investitionskosten im Vordergrund
Leckagefreiheit im Biogasprozess entscheiden	Mehrere Verbraucher teilen sich die Druckluftanlage
Hohe Anlagenverfügbarkeit gefordert	Kurzfristige Amortisation im Fokus
Geringe Betriebskosten über den Lebenszyklus angestrebt werden	Die bestehende Infrastruktur die Zusatzkosten kompensiert
Einfache Installation und Inbetriebnahme gewünscht	Pneumatische Komponenten bereits standardisiert eingesetzt werden

Häufig gestellte Fragen zu Magnetventilen in Biogasanlagen

Was ist der Unterschied zwischen zwangsgesteuerten Magnetventilen und Pneumatikventile?

Zwangsgesteuerte Magnetventile arbeiten rein elektromagnetisch und benötigen keine externe Druckluft zum Schalten. Sie öffnen bei anliegender Spannung und schließen durch Federkraft automatisch (Failsafe). Pneumatikventile hingegen benötigen eine externe Druckluftversorgung mit Kompressor, Filter und Trockner. Beide Typen schalten ab 0 bar Druckdifferenz und verfügen über ein Failsafe-Verhalten, unterscheiden sich aber erheblich in Wartungsaufwand und Infrastrukturbedarf.

Welche Ventile eignen sich am besten für Biogasanlagen?

Für Biogasanlagen eignen sich sowohl zwangsgesteuerte Magnetventile (MV) als auch Pneumatikventile. Zwangsgesteuerte MV sind besonders empfehlenswert, wenn keine

Druckluftinfrastruktur vorhanden ist, maximale Betriebssicherheit gefordert wird oder Leckagefreiheit entscheidend ist. Die Ventile müssen ATEX-zertifiziert für Ex-Zone 2 sein, SIL 1 erfüllen und mindestens Schutzart IP65 bieten.

Was kosten Magnetventile für Biogasanlagen im Vergleich?

Im Praxisbeispiel BGEA Münsterland lagen die Anschaffungskosten für zwangsgesteuerte Magnetventile bei ca. 20.655 € netto, während Pneumatik Ventile mit ca. 17.000 € netto rund 18 % günstiger waren. Allerdings verursachen Pneumatik Ventile erhebliche laufende Zusatzkosten für Druckluftinfrastruktur und Wartung. Bei der Gesamtkostenbetrachtung (TCO) sind zwangsgesteuerte Magnetventile langfristig oft wirtschaftlicher.

Brauchen Magnetventile in Biogasanlagen eine ATEX-Zulassung?

Ja, Magnetventile in Biogasanlagen müssen zwingend nach der ATEX-Richtlinie 2014/34/EU zertifiziert sein, da sie mit brennbaren Gasen in explosionsgefährdeten Bereichen arbeiten. Typischerweise wird mindestens eine Zulassung für Ex-Zone 2 gefordert. Zusätzlich müssen die Ventile die EU-Druckgeräte-Richtlinie 2014/68/EU erfüllen.

Was bedeutet Failsafe bei einem Magnetventil?

Failsafe bedeutet, dass ein Magnetventil bei Stromausfall oder Signalverlust automatisch in einen sicheren Zustand wechselt – es schließt durch Federkraft selbstständig und unterbricht den Gasstrom. Das Ventil öffnet nur bei aktiv anliegender Spannung. Dieses Verhalten ist eine zentrale Sicherheitsanforderung in explosionsgefährdeten Bereichen.

Warum sind zwangsgesteuerte Magnetventile wartungsärmer?

Weil sie keine externe Druckluftversorgung benötigen. Bei Pneumatik Ventile müssen Kompressoren, Filter, Trockner und Leitungen regelmäßig gewartet werden – diese Komponenten erhöhen auch das Leckage Risiko. Zwangsgesteuerte Magnetventile haben fest verschraubte Bauteile ohne Drucklufttechnik, daher ist der Wartungsaufwand minimal.

Bis zu welchem Druck arbeiten Magnetventile in Biogasanlagen?

Im Praxisfall wurden Ventile für 2,5 bis 40 bar Betriebsdruck eingesetzt. In der Biogasaufbereitung können jedoch Drücke bis 70 bar erreicht werden. Die Ventile müssen für Temperaturen von -10 °C bis +60 °C ausgelegt sein und Biogas mit bis zu 10 Vol.-% Wasserstoffbeimischung handhaben können.

Quelle: Kilian Barmeier Experte für Ventillösungen, Buschjost Magnetventile GmbH & Co. KG · Praxisfall Biogasanlage Münsterland in Zusammenarbeit mit der Generalunternehmung