

Ventiltechnik-magnetventiler

KNOWLEDGE BOOK

We make ideas flow.

bürkert
FLUID CONTROL SYSTEMS

Innehåll

Inledning/Allmänt	03
01. Den elektriska delen	04
02. Den mekaniska delen.....	10
03. Funktion och arbetssätt.....	15
04. Symbol	20
05. Ventildimensionering	21
06. Om Bürkert	26

Friskrivningsklausul: Detta dokument är framtaget enbart i undervisningssyfte. Bürkert accepterar inte och tar inte ansvar för uppkomna situationer försakade av agerande, eller avsaknad av agerande, vilka kan ha uppkommit på grund av material i denna publikation.

Inledning/Allmänt

Denna handbok i ventilt teknik ger en fördjupning i ventilmfunktion och parametrar att ta hänsyn till vid val av ventilmprincip. Handboken behandlar i huvudsak magnetventiler men berör delvis även andra ventilmtyper.

För att välja rätt ventilm – d.v.s. tekniskt riktig och till rätt pris – måste man ta hänsyn till en mängd faktorer. Generellt utgår man ifrån nedanstående punkter, i ordningsföljd.

1. Arbetsätt

Om en ventilm skall vara strömlöst stängd väljs en 2/2-lägesventilm med arbetsätt A (se förklaring sid 20). Skall ventilm vara strömlöst öppen väljs en ventilm med arbetsätt B. Andra arbetsätt är t.ex. fyrvägsventilm G eller H, fördelningsventilm F, blandningsventilm E. En universellt inkopplingsbar 3/2-lägesventilm har arbetsätt T. Ventilernas arbetsätt är angivna på respektive datablad. Se även sid 20.

2. Dimension

Dimensionen bestäms antingen av befintlig rördiameter eller beräknas med hjälp av konfigurator eller manuellt med hjälp av formler på sidorna 21-25.

3. Tryck

Differenstrycket, tryckskillnaden mellan ventilmens inlopp och utlopp, bestämmer om man kan välja en direktstyrd ventilm eller en servostyrd ventilm (vilken kräver ett visst differenstryck för att kunna öppna).

4. Medium

Det medium som skall flöda genom ventilm påverkar i stor grad materialvalet av mediumberörda delar såsom ventilmhus, tätningar, etc.

5. Temperatur

Temperaturen av både medium och omgivningen påverkar valet av material i ventilmhus, spole, tätningar, membran, etc. Rekommenderat temperaturintervall anges i respektive produkts datablad.

6. Spänning/Frekvens

Magnetspoler finns för olika spänningar och frekvenser för att kunna passa in i olika miljöer och olika standards. I Sverige används för det mesta 230V/50Hz eller 24V/likspänning.

7. Avvikelser

I våra kataloger och datablad finns ett stort urval produkter i olika standardutföranden. Utöver dessa produkter finns även en hel del varianter, anpassade till specifika användningsområden.

*) ISO/SMS-symbolförklaringar: se sidan 20.

01. Den elektriska delen

Magnetsystem

Gemensamt kännetecken för Bürkerts magnetventiler är en högvärdig ingjutning av magnetsystemet. Beroende på behov används epoxiharts eller armerad polyamid. Hela magnetkretsen – spole, elanslutningar, magnetbleck och styrrör- bildar en kompakt enhet. Detta ger en skaktålig, korrosionstålig kompakt enhet med hög magnetkraft och bra isolationsförmåga.

Alla medieberörda delar i magnetsystemet består av austenitiskt stål som är beständigt mot de flesta neutrala eller lätt aggressiva medier. Kompatibiliteten mellan medium och stål bör alltid kontrolleras innan val av ventil.

Bürkerts magnetpoler finns både för lik- och växelspanning i en rad olika spänningar och frekvenser. Genom att byta spolen kan ventilen anpassas till olika omgivningar och standards. Vid byte mellan växel- och likspänning påverkas ventilen enligt följande.

Likström = (DC)	Växelström = (AC)
Mjukt tillslag, tystare	Hårt och snabbt tillslag
Konstant tillslagstid	Varierande tillslagstid
Effekten sjunker med hög slaghastighet	Effekten stiger med hög slaghastighet
Okänslig mot viskösa medier	Känslig mot viskösa medier
Längre livslängd	Kortare livslängd
Mindre tillslagskraft	Stor tillslagskraft

Det finns även magnetsystem i universalutförande (UC) som kan användas oberoende av frekvens för både lik- och växelström. De är försedda med inbyggd likriktare och är vanligast för Ex-ventiler.

Vid minskad luftspalt mellan magnetkärna och kärnstopp stiger magnetkraften i magnetsystemet oberoende av spänningstyp. Ett växelströmsmagnetsystem ger vid större slaglängder en högre tillslagskraft än motsvarande likströmsmagnetsystem. Dragkraftkurvorna på nästa sida förtydligar detta samband, se bild 1.

Strömförbrukningen hos en växelströmsspole bestäms av det induktiva och ohmska motståndet. Vid ökning av slaglängden avtar det induktiva motståndet och ger en stigande strömförbrukning. Det induktiva motståndets storlek beror även på frekvensen. Vid 60Hz är det induktiva motståndet högre än för 50Hz. Om en ventil för 50Hz kopplas in ett 60Hz system minskar dragkraften med 20-30%. I en likströmsspole däremot beror strömförbrukningen endast på det ohmska motståndet i spolen. Tidsförloppet för de olika tillslagsprocesserna visas i bild 2 nedan.

Blockeras magnetkärnan i en ventil med växelströmsspole, eller om magnetkärnan tas bort ur systemet, uppstår en termisk överbelastning av magnetsystemet p.g.a. den höga strömrusningen vilket leder till kortslutning eller brott på lindningen.

För att undvika att magneten brummar vid tillkopplat läge används en kortslutningsring i järnkretsen. I tillkopplat läge inducerar kortslutningsringen en motverkande magnetkraft som förhindrar att ventilen brummar.

Hållkraften hos en likströmsspole är större än för växelströmsspolen. Därför måste stängningsfjädern dimensioneras så att eventuell restmagnetism (remanensen) kan övervinnas.

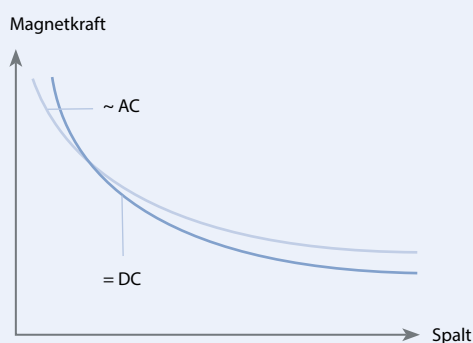


Bild 1; Dragkraftskurvor för lik- och växelströmsspoler

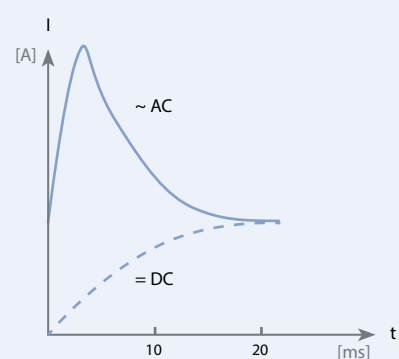


Bild 2; Tillslagsprocess lik- och växelström

Effektbehov

Magnetspolarnas effektbehov anges för likspänning i Watt. För växelspanning anges både tillslagseffekten (VA) och drifteffekten (VA resp. W). Detta är nödvändigt p.g.a. det högre effektbehovet i tillslagsögonblicket. Den ringa effekten, speciellt hos de mindre magnetsystemen, gör det möjligt med styrning över elektroniska system. Bürkerts magnetspoler finns även i lågeffektutförande för t.ex. transistoriserade styrningar eller PLC-er.

I syfte att öka magnetspolens dragkraft finns högeffektutförandet att tillgå. I en Bürkertutvecklade högeffektselektronik, ingjuten i spolen eller integrerad i kabelhuvudet, får spolen i tillslagsögonblicket en väsentligt högre effekt. Efter ca. 500 ms kopplar elektroniken om till en låg hålleffekt. Denna metod ger förutom förmågan att klara högre tryck även en låg egentemperatur som ger en lägre termisk påverkan och därför längre livslängd för magnetventilen. Observera och dimensionera för det större momentana effektbehovet!

Energisparkabelhuvud är en metod att minimera energibehovet och samtidigt sänka temperaturbelastningen. Efter inkoppling reduceras hålleffekten till en fjärdedel av tillslagseffekten. Detta gäller enbart för likströmsutförande.

Spänningsförhållanden

Typskyltens uppgifter angående spänning och frekvens skall följas. Nätspänningen får normalt inte avvika mer än $\pm 10\%$ av märkspänningen. Momentana spänningstoppar, s.k. transienter, uppträder då strömmen bryts i magnetspolen. Dessa kan för likspänning, och i ogynnsamma fall även för växelspanning, bli mycket stor. Normalt orsakar dessa transienter inga problem, men för t.ex. transistorstyrda kretsar bör transientskydd bestående av motstånd, diod eller kondensator användas. Transientskydd i form av t.ex. varistor i kabelhuvudet kan tillhandahållas av Bürkert. I vissa magnetsystem gjuts sådana in redan vid till- verkningen, t.ex. hos Ex-system och vissa högeffektspolar.

Temperaturförhållanden

Utöver egenuppvärmningen av spolen beror sluttemperaturen på flera kriterier:

- Omgivningstemperatur
- Mediumtemperatur
- Vätska eller gas
- Inbyggnadssätt
- Arbetssätt
- Inkopplingstider
- Spänningsvariationer

Bürkerts magnetventiler är försedda med spolar som tål kontinuerlig inkoppling (100% ED), d.v.s. vid en omgivningstemperatur på max 55°C kan spolarna vara inkopplade en obegränsad tid utan risk för överhettning eller andra fel. I databladens tekniska specifikation finns uppgiften om kontinuerlig inkoppling. Notera att detta endast gäller den elektriska delen (spolen). Vid långvarig termisk påverkan kan tätningarna påverkas och varma ytor i kontakt med media kan leda till beläggningar och avlagringar. Detta är speciellt känsligt för arbetsätt B då ventilen är stängd i tillslaget läge, och då kan nå högre temperaturer än vid flödande vätska. Utvärdera alltid dessa risker då en ventil förväntas stå dragen under en längre tid.

Är omgivningstemperaturen hög, eller skall magnetventilen stå inkopplad i mycket långa intervaller kan man med fördel använda en impulsspole (endast för likström). Det finns två olika tekniker för dessa spolar; magnetsystem med två spollindningar eller polvändning av en enkel spollindning. Magnetventiler med impulsspole används då man inte önskar att ventilen ställer om vid strömavbrott eller då man vill undvika kalkavlagringar på grund av värmeutvecklingen i en kontinuerligt dragen ventil i en vattenkrets.

Generellt för ventiler som är dragna under en längre tid i vattenkretsar, krävs andra specifika åtgärder som motionering av ventilen och korrekt installerade filter.

Den tillåtna mediumtemperaturen är beroende av det använda tätnings- och husmaterialet. Dessa värden är angivna i de tekniska datatabellerna. Den maximalt tillåtna mediumtemperaturen för Bürkerts magnetventiler är för vissa standardtyper +180°C. Det finns dock specialutföranden som kan klara högre omgivnings- och mediumtemperaturer.

Kopplingstider

För direktstyrda magnetventiler mäts omkopplingstiderna under användning av tryckluft som medium. Därvid mäter man tiden från tillslagsimpulsen till dess att 90% av mediumtrycket nås på ventilutgången. Små rörliga massor och relativt hög magnetkraft gör att Bürkertventiler har korta omkopplingstider, som ofta ligger mellan 10 och 20 ms.

Storlek, konstruktion, tryck och flödesmedium bestämmer omkopplingstiden hos servostyrda ventiler. För undvikande av vattenslag d.v.s. längre stängningstid finns magnetventiler med inställbar stängningstid. På dessa kan även öppningstiden minskas t.ex. vid brandsläckningsapplikation. Tiden mellan elektrisk inkoppling och avslutande av det mekaniska öppnings- eller stängningsförloppet med påföljande tryckökning eller minskning definieras som omkopplingstid eller slagtid och mäts i millisekunder (ms).

Slaghastighet

Antalet slag per minut - slaghastigheten - som en magnetventil kan prestera beror på magnetsystemet, strömmande medium, tryck, temperatur, ventilhusets utformning och den elektriska styrningen. De på databladen angivna uppgifterna avser normal användning. Slaghastigheten kan ökas med hjälp av elektronisk styrning där momentan effekthöjning förändrar förloppet (specialutförande).

Elektrisk anslutning

Samtliga Bürkerts magnetventiler har kapslingsklass IP65. Detta betyder dammtätt och spolsäkert utförande. Flera möjligheter finns för den elektriska anslutningen. Som standard användes en magnetventilkontakt, kabelhuvud, enl. DIN EN 175301 utförande A, B eller C (tidigare DIN 43 650), som kan vridas i steg om 90°. Hos de flesta ventiler kan strömtilförseln även ske över en ingjuten kabel eller enkelledare. Flera andra utföranden finns bl. a. direktanslutning till pneumatikblock.

På databladen framgår vilka elanslutningsmöjligheter som finns. Avvikelse från standard framgår av den fyrställda koden i typbeteckningens suffix.

Godkännanden

För att tillgodose de olika krav som olika branscher och olika marknader har på ventiler finns Bürkerts produkter i olika utföranden anpassade för olika krav. De olika utförandena kan sträcka sig från specifik underliggande dokumentation till direkta konstruktionsförändringar av ventilen.

Certifierade kvalitetssystem

Bürkert arbetar efter internationella standarder, ISO 9000 (kvalitet) och ISO 14000 (miljö).

För den Europeiska marknaden är produkterna CE-märkta. CE är en förkortning för Conformité Européenne ("i överensstämmelse med EU-direktiven"). Förutsättningarna för att få CE-märka en produkt är att produkten överensstämmer med kraven på säkerhet, hälsa och miljö och att föreskriven kontrollprocedur följs.

För många produkter ansvarar tillverkaren själv för att kraven är uppfyllda. Det kan vara tillverkningsdirektiv för:

- Lågspänning
- Elektromagnetisk kompatibilitet
- Medicintekniska produkter

För andra produkter med höga krav och kontrollprocedur kan direktiv vara:

- Gasapparater/-produkter
- Tryckkärl/-system
- ATEX

För användning i explosionsfarlig miljö har en anpassning skett till de nya ATEX-riktlinjerna. Bürkert har en mycket lång tillverkningserfarenhet av dessa speciella magnetsystem. Allt ifrån magnetventiler/system för det egensäkra området zon 0/20 till zon 2/22 där endast sporadisk förekomst av explosionsfarlighet kan förekomma finns ett stort urval av magnetventiler.

02. Den mekaniska delen

Tryck

Vid lågt - eller inget - tryck väljs en direktverkande magnetventil eller en magnetventil med kopplat membransystem. Direktverkande magnetventiler finns i dimensioner upp till 1" och servostyrda magnetventiler med kopplat membran finns i dimensioner upp till 2". Vid stora genomlopp klarar en direktverkande magnetventil inte av höga tryck (då ett orimligt stort magnetsystem skulle krävas) och då får man antingen välja en servostyrd magnetventil med kopplat membran eller som alternativ kan en tryckluftstyrd ventil, eller en ventil med elmotordon användas.

Finns det en tryckdifferens på minst 0,2 bar, mellan inlopp och utlopp, kan en servostyrd magnetventil användas. Servostyrda magnetventiler finns i dimensioner upp till 2½".

I vissa situationer kan det för vätskeavstängningsventiler vara lämpligt att montera en ventil mot flödesriktningen. Med ett sådant montage blir stängningen mjukare och vattenslag undviks. Obs: gäller ej servostyrda magnetventiler och kontrollera att fjäderkraften är tillräcklig.

De flesta ventiler arbetar från tekniskt vakuum (20 mm Hg eller 97% vakuum). Det finns dock ventiler som klarar ännu lägre tryck, "finvakuum" och "högvakuum".

Alla tryckangivelser i datablad och annan dokumentation anges i övertryck över atmosfärstryck och anges i enheten bar. 1 bar motsvarar en atö (atmosfärsövertryck) och 100 kPa.

Tabellen nedan visar förhållandet mellan olika tryckstorheter.

	Pa N/m ²	MPa MN/m ²	bar	mbar	mVP	mmVP	mmHg (Torr)	psi	kp/cm ² (at)
1 Pa = 1 N/m ²	1	10 ⁻⁶	10 ⁻⁵	10 ⁻²	1,02 x 10 ⁻⁴	1,02 x 10 ⁻¹	7,5 x 10 ⁻³	1,45 x 10 ⁻⁴	1,02 x 10 ⁻⁵
1 MPa = 1 MN/m ²	10 ⁶	1	10	10 ⁴	102	1,02 x 10 ⁵	7500	145	10,2
1 bar	10 ⁵	10 ⁻¹	1	10 ³	10,2	1,02 x 10 ⁴	750	14,5	1,02
1 mbar	10 ²	10 ⁻⁴	10 ⁻³	1	1,02 x 10 ⁻²	10,2	7,5 x 10 ⁻¹	1,45 x 10 ⁻²	1,02 x 10 ⁻³
1 mVP	9,81 x 10 ³	9,81 x 10 ⁻³	9,81 x 10 ⁻²	9,81 x 10 ¹	1	10 ³	7,36 x 10 ¹	1,42	10 ⁻¹
1 mmVP	9,81	9,81 x 10 ⁻⁶	9,81 x 10 ⁻⁵	9,81 x 10 ⁻²	10 ⁻³	1	7,36 x 10 ⁻²	1,42 x 10 ⁻³	10 ⁻⁴
1 mmHg (Torr)	1,33 x 10 ²	1,33 x 10 ⁻⁴	1,33 x 10 ⁻³	1,33	1,36 x 10 ⁻²	1,36 x 10 ¹	1	1,93 x 10 ⁻²	1,36 x 10 ⁻³
1 psi	6,89 x 10 ³	6,89 x 10 ⁻³	6,89 x 10 ⁻²	6,89 x 10 ¹	7,03 x 10 ⁻¹	7,03 x 10 ²	5,17 x 10 ¹	1	7,03 x 10 ⁻²
1 kp/cm ³	9,81 x 10 ⁴	9,81 x 10 ⁻²	9,81 x 10 ⁻¹	9,81 x 10 ²	10 ¹	10 ⁴	7,36 x 10 ²	1,42 x 10 ¹	1

Maximalt och minimalt differenstryck

Detta avser den tryckskillnad som uppstår mellan ventilens inlopps- och utloppssida. Tryckfallet beror bl.a. på stötförluster vid tvära riktningssändringar, lokala höga strömningshastigheter och framför allt ventilens principiella inre konstruktion.

Vissa typer av magnetventiler, t.ex. servostyrda ventiler, fordrar ett differenstryck för att fungera. Dessa ventiler använder en del av flödets energi till öppnings- och stängningsarbetet.

På databladet under tryckområdet återfinns min- och maxtryck. Maximaltryck anger högsta differenstryck där ventilen kan arbeta säkert samt även det maximala tryck ventilen får utsättas för utan att livslängden försämras. Detta tryck är avsevärt lägre än det statiska tryck som ventilhuset klarar utan att sprängas (sprängtryck). Alla tryckangivelser har en inbyggd reserv och inom det angivna tryckområdet arbetar produkten tillförlitligt.

Angivelser i databladet gäller för spänningsvariationer på $\pm 10\%$.

Notera att om arbetssättet för en 3/2-lägesventil ändras påverkas också det tillåtna tryckområdet. Närmare uppgifter om detta finns på databladet.

Medium

Är det genomströmmande mediet mycket smutsigt, innehåller partiklar och är kontaminerat, bör man välja en pneumatiskt- eller elmotorstyrd ventil. Den servostyrda ventilen har kanaler och drosselhål som kan sättas igen och orsaka driftstörningar.

Vibrationer i anläggningar kan frigöra små partiklar i ledningar och tätningar så som metalliska partiklar, tätningsmaterial, oxider (rost), slam och kalk. Ett magnetfilter skyddar mot magnetiska slitagerester. Ett smutsfilter (typ 0007 med maskvidd 0,25) framför magnetventilen skyddar den från driftstörningar. Heta ytor i en dragen ventil kan främja kalkbildning.

Tätningmaterial

De mekaniska, termiska och kemiska kraven styr valet av tätningmaterial. I Bürkerts ventilprogram används oftast följande standardtätningmaterial:

Bürkertkod kortbeteckning och kemisk benämning

A	EPDM	Etylenpropylengummi
B	NBR	Nitrilgummi/Perbunan
C	FFKM	Perfluorgummi (Simriz/Kalrez/Chemraz)
E	PTFE	Polytetrafluoretylen (Teflon)
F	FKM	Fluorgummi (Viton)
N	CR	Kloroprenigummi (Neopren)
S	Stål	Ståltätning 1.4112

Som standard för neutrala medier med temperaturer upp till 90°C används vanligtvis NBR. För högre temperaturer går man ofta över till FKM, EPDM och PTFE. PTFE är speciellt lämplig för ångapplikationer. Vid ångapplikationer med reglerventiler som arbetar i nästan stängt läge finns dock en risk för erosion av teflontätningen. I dessa fall bör man dimensionera om ventilen alternativt byta till en ståltätning.

EPDM som behåller sin elasticitet även vid lägre temperaturer är vanligt förekommande i applikationer med låga temperaturer. En begränsning för EPDM är känsligheten för kolväten, såsom oljor, bensen, lösningsmedel, etc.

Stål som tätningmaterial används oftast vid heta medier och framförallt vid höga kopplingsfrekvenser.

CR (Kloroprenigummi) har visat sig ha god beständighet mot freoner varför den används flitigt inom applikationer för kylteknik.

Tätheten, dvs risken för t.ex. droppläckage över ventilsåtet, varierar beroende på tätningmaterialet. De gummiliknande, elastiska materialen EPDM, NBR, FKM m.fl. är "dropptäta" jämfört med de hårda, oelastiska materialen såsom stål och teflon. De hårdare materialen kan efter en viss tid uppvisa en viss otäthet. Såtestätheten för gummiliknande material är generellt $<5 \cdot 10^{-4} \text{ Ncm}^3/\text{s}$.

I ventiler för aggressiva medier används oftast de elastiska materialen EPDM, FKM och FFKM eller det oelastiska PTFE. PTFE har en universell beständighet mot närapå alla tekniskt intressanta medier. I Bürkert-programmet finns därför ventiler där alla vätskeberörda delar är av PTFE.

Valet av tätningmaterial baseras på den kemiska beständigheten, flödesmediet, temperaturen och användningssättet.

Beständighetstabell kan laddas hem digitalt från Bürkerts hemsida eller beställas i tryckt format via info.se@burkert.com.

Temperaturområde

Temperaturgränserna för mediet är angivna i respektive produktdatablad. Varierande faktorer, såsom omgivning, inkopplingsfrekvens, spänningstolerans och inbyggnadsförhållanden, påverkar dock temperaturförhållandena. De angivna värdena kan därför endast anses som grova riktvärden.

Ventilhus

För neutrala medier används vanligtvis ventilhus av mässing, rödgods, gjutstål och segjärn. Ventiler för aggressiva medier är oftast av syrafast, hård PVC, PTFE, PP, PPS, PVDF, PEEK eller rostfritt stål. Dessutom skiljs mediet från magnetsystem eller styrdon av en korrosionsbeständig tätning.

För ånga används – beroende på tryck- och temperatur, mässing, rödgods, gjutjärn, segjärn eller rostfritt stål. Ångventiler med mässingshus har, där anfrätningen är som störst, säte av rostfritt/syrafast stål.

Pneumatikventilernas ventilhus är av glasfiberarmerad polyamid (nylon) eller eloxerad lättmetall.

De tillgängliga genomloppen är angivna i millimeter. DN betyder "diameter nominell" och står för sätesdiametern.

I dokumentationen anger vi husmaterialet med en kod enligt tabellen nedan:

GS	=	Stålgjutgods
MS	=	Mässing
PA	=	Polyamid
PE	=	Polyetylen
PEEK	=	Polyetheretherketon
PP	=	Polypropylen
PPS	=	Polyphenylsulfid
PVC	=	PVC-plast
PVDF	=	Polyvinylidenfluorid
RG	=	Rödgods
VA	=	Rostfritt stål

Röranslutning

Det finns många olika varianter av mekanisk anslutning av ventiler till rörsystem. Nedan beskrivs den vanligast förekommande varianterna.

Gänganslutning

Den vanligaste anslutningen för magnetventiler men används även för tryckluft- och elmotorstyrda ventiler. Gångor finns i olika standarder, normalt ISO G, NPT och RC.

Svetsanslutning

Används framförallt för hygieniska applikationer såsom livsmedels- och läkemedelsapplikationer. Det finns en uppsjö olika rörstandarder såsom ISO, SMS, DIN, ASME, etc.

Klampanslutning

I hygieniska applikationer där ventilerna behöver kunna demonteras, används ofta klampanslutning istället för svetsanslutning. Bürkert kan leverera ventiler med både TriClamp och "Quick Connect"-anslutning.

Flänsanslutning

För processindustrin används ofta olika varianter av flänsanslutningar. Flänstyp varierar kraftigt beroende på typ av industri och använd standard.

Slanganslutning

Denna typ av anslutning är framtagen för applikationer där slang används istället för traditionell rördragning. Detta är en ganska vanlig anslutning för minimagnetventiler som används i analys- och laborieutrustning.

Limanslutning

För plaströr (ofta PVC) används ofta en limanslutning för att sammanfoga ventil och rörsystem.

Material

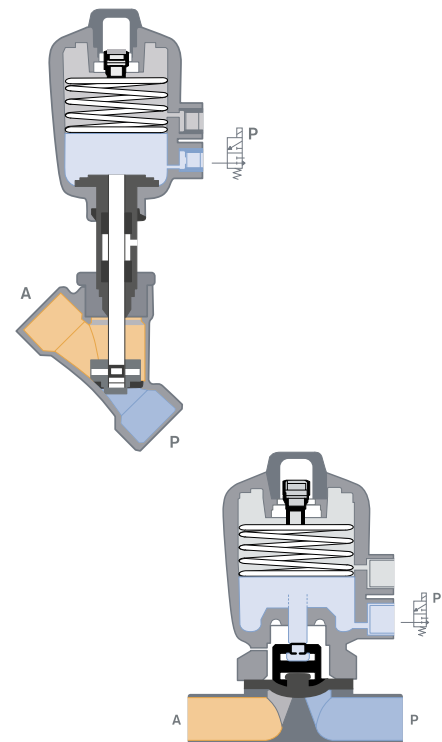
Alla material som används i Bürkertventilerna är noggrant utvalda med avseende på det användningsområde de är tänkta för. Husmaterial, tätningmaterial och magnetmaterial är avstämde till varandra så att en optimal kombination erhålls med avseende på funktionssäkerhet, mediumtålighet, livslängd och pris/prestandaförhållande.

03. Funktion och arbetsätt

Överallt, där vätske- eller gasströmmar skall styras behövs någon typ av ventil. Det kan vara en avstängningsventil eller en reglerande ventil. Den kan antingen styras manuellt (med handkraft) eller vara externstyrd (stys med t.ex. el eller tryckluft). Det är alltid applikationen som styr vilken typ av ventil som skall användas. I väldigt många fall är en magnetventil den optimala lösningen, inte minst på grund av pris/prestandaförhållandet.

För större dimensioner används en servostyrd magnetventil alternativt en pneumatiskt- eller motordonstyrd ventil. Detta kan t.ex. vara sätesventiler, membranventiler, kulventiler eller spjällventiler. Speciellt vid applikationer där explosionsrisk föreligger väljer man ofta en pneumatiskt styrd ventil. För pneumatiska ventiler är dock förutsättningen att det finns tillgång till styrmedia, (tryckluft) av rätt tryck och kvalitet, i processen. Bilderna bredvid visar uppbyggnaden av snedsätesventil och membranventil.

Följande information belyser funktion, utförandeformer, konstruktionsprinciper, arbetsätt och användningsmöjligheter för olika typer av magnetventiler.



Uppbyggnad

Magnetventiler är mekaniska styrenheter som vid in- eller urkoppling av elektrisk spänning frigjer eller spärrar ett strömmande medium. Manöverelementet är en elektromagnet. Vid spänningstillslag dras en kärna eller ett vipbart ankare in i ett magnetfält mot fjäderkraften, till en polyta (kärnstopp). Vid spänningfrånslag försvinner magnetfältet och fjädern trycker kärnan alt. ankaret till utgångsläget.

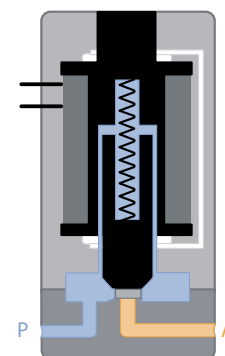
Beroende på manöversätt definieras ventiler som; direktstyrda, servostyrda och externstyrda. Ett ytterligare indelningssätt är antalet tillgängliga anslutningar eller de styrda flödesriktningarna. På sidan 20 sammanfattas Bürkertventilernas möjliga arbetsätt och funktioner.

Direktstyrda ventiler

Hos direktstyrda magnetventiler sitter sätestätningen i magnetkärnan. I spänningsslöst tillstånd är ventsätet stängt, i spänningssatt tillstånd är ventsätet öppet.

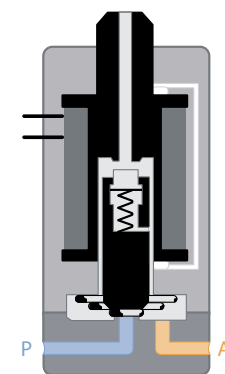
Direktstyrda 2-portsventiler

2/2-lägesventiler, som även kallas on/off-ventiler, är avstängningsventiler med en ventilingång och en ventilutgång. I viloläge trycker kärnfjädern med hjälp av mediumtrycket ventiltätningen mot ventilsåtet och stänger genomloppet. Efter inkoppling dras magnetkärnan med tätningen in i magnetsystemet och ventilen öppnar. Den elektromagnetiska kraften är större än summan av statisk fjäderkraft och dynamiskt tryck. För att erhålla tillräcklig kraftreserv, för funktion vid höga tryck, måste magnetkärnans rörelse hållas så liten som möjligt.

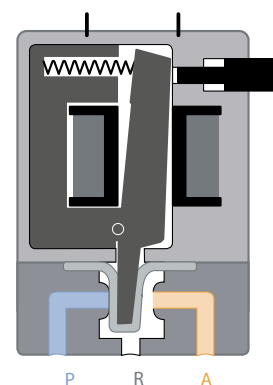


Direktstyrda 3-portsventiler

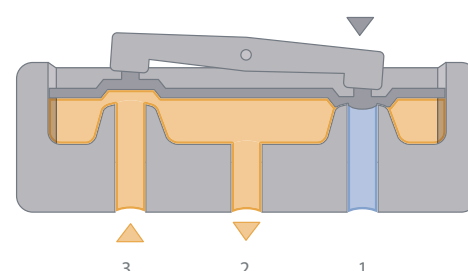
3-portsventiler har tre anslutningar och två ventilsåten. Växelvis förblir alltid ett ventilsåte öppet alt. stängt. 3-portsventilen till höger arbetar enligt dragankarprincipen. Beroende på anslutningen av arbetsmediet till de olika portarna erhålles olika arbetsätt. Bilden visar en ventil med arbetsättet C. Trycket ligger under ventilsåtet. En konisk fjäder pressar i strömlöst tillstånd den undre kärntätningen mot ventilsåtet och spärar mediet. Ledningen vid anslutning A avluftas via anslutning R. Efter spänningstillslag dras kärnan in i magnetfältet och tätar ventilsåtet vid anslutning R via en inre fjäderlagrad tätning. Mediet flyter nu från P till A.



I motsats till dragankarutförandet finns alla anslutningar hos Bürkerts klappankarventil i ventilhuset. Ett skiljemembran sørjer för att mediet inte når magnetsystemets inre delar. Denna konstruktion gör den även lämplig för aggressiva medier. Alla 3-portsfunktionerna kan realiserars även med klappankarventiler. Klappankarventilen levereras normalt med en handmanöver. Om så önskas kan den dessutom förses med en optisk eller elektrisk lägesindikering.

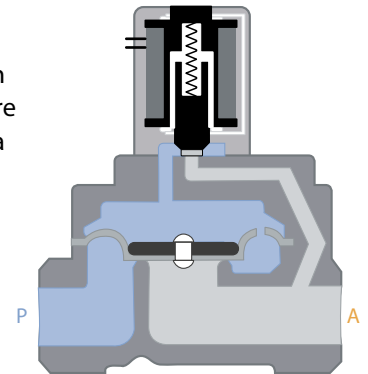


Den modernaste varianten av direktstyrda 3-portsventiler är Bürkerts vippankarprincip. Ett extremt lätt snäppfjäderupphängt ankare vippar vid till/frånslag över och styr mediumströmmen. Detta ger mycket korta ställtider med lågt effektbehov samtidigt som mediet även här skiljs från magnetsystemet.



Servostyrda magnetventiler

Med ökad sätesdiameter ökar den statiska tryckkraften och följaktligen krävs en ökad magnetkraft för att öppna ventilen. Högre tryck vid större genomlopp styr man därför med servostyrda magnetventiler, hos vilka mediumtryckets energi hjälper till i öppnings- och stängningsarbetet.



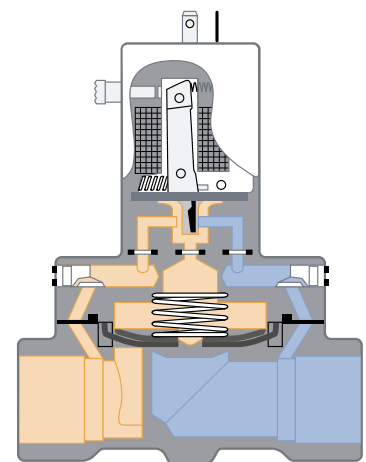
Servostyrda 2-portsventiler

Servostyrda magnetventiler har en 2- eller 3-ports pilotventil (styrventil). Ett membran eller en kolv tjänar som tätning för det egentliga ventsätet. Vid stängd pilotventil kan trycket byggas upp på båda sidorna av membranet via ett eller flera drosselhål. Så länge som det finns en tryckskillnad mellan inlopps- och utloppssidan påverkas membranet av en stängningskraft p.g.a. den större verksamma ytan på ovansidan av membranet. Om pilotventilen öppnas, (pilotventilens öppningsarea är > drosselhålens) minskar trycket på ovansidan av membranet. Den växande verksamma kraften på undersidan av membranet höjer nu detta och öppnar ventilen. Servostyrda ventiler behöver i regel en minsta tryckdifferens för att säkerställa en problemfri öppning och stängning. Bürkertprogrammet innehåller dock även servostyrda ventiler hos vilka magnetkärna och membran (alt. kolv) är kopplade. Det nominella arbetstrycket börjar för dessa utföranden vid noll.

Servostyrda 2-portsventiler 5282

Ventiltyp 5282 hör till samma grupp men den har flera unika egenskaper.

1. Högvärdig styrventil med skiljemembran. Mediet berör ej styrventilens inre delar.
2. Inställbar öppnings- och stängningstid. Reducerar eventuella stängningsslag. Omvänt - kan öppna snabbare.
3. Större inre pilotkanaler, inget drosselhål i membranet - mindre risk för igensättning.
4. Ingen ständig genomströmning av styrmediet vid öppen ventil - mindre risk för igensättning.
5. Låsbar handmanöver som standard.
6. Kan förses med optisk eller elektrisk lägesindikering.
7. Styrventilen finns i impulsutförande. Dvs en kort spänningimpuls ställer om ventilen - ingen kontinuerlig strömförbrukning.
8. Finns i rostfritt utförande dvs alla medieberörda hårda ytor är högvärdigt rostfritt stål.
9. Finns även i explosionskyddat utförande.



Av alla dessa egenskaper är driftsäkerheten och livslängden dess främsta egenskaper.

Servostyrda flervägsventiler

Funktionsprincipen hos de pilotstyrda flervägs magnetventilerna motsvarar i grunden den som gäller för 2-ports magnetventiler. Med hjälp av mediumtrycket växlar säteshålen mellan öppet och stängt. För en säker omkoppling är en minsta tryckdifferens erforderlig.

Vid strömlös magnetspole förbinder pilotventilen tryckanslutningen P med tryckutrymmet ovanför kolven via en kanal. Mediumtrycket pressar kolven med den övre tätningen mot ventilsåtet. Detta illustreras bäst i bilden längst ner på sidan.

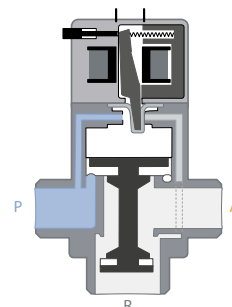
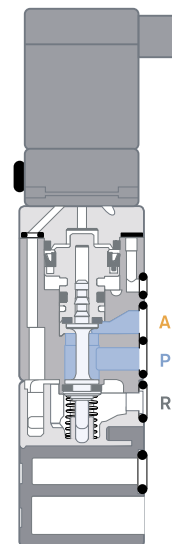
I huvudventilen är anslutningen P spärrad medan en förbindelse finns mellan A och R. Om pilotventilen kopplas om, sjunker trycket ovanför kolven via en avlastningskanal till utloppsanslutningen R. Mediumtrycket höjer kolven och frigör genomloppet från P till A i huvudventilen. Anslutningen R spärras. Är huvudventilen strömlöst stängd är pilotventilen i omvänt arbetssätt, d.v.s. strömlöst öppen.

Servostyrda 4- och 5-ports magnetventiler används i huvudsak inom hydraulik och pneumatik för manövrering av dubbelverkande cylindrar och ställdon. Dessa ventiler har fyra eller fem anslutningar; en tryckanslutning P, två cylinderanslutningar A och B och dessutom en eller två avluftsanslutningar R och S.

Bilden till höger visar en 5/2-läges ventil, typ 6525, som är framtagen för pneumatisk styrning av ställdon och cylindrar. I samma familj finns även 3/2-läges ventiler i både singel- och tandemutförande. Tillsammans monteras flera ventiler av olika ventiltyper ihop till ett applikationsanpassat ventilblock med gemensam styrluft till P-porten. Dessa ventilblock används normalt som en styrenhet för en specifik delprocess eller för en specifik maskin. Som pilotventil används i detta exempel typ 6144, en ventil av vippankarprincip. Denna ventilprincip ger mycket korta ställtider, har lågt effektbehov, klarar av extremt många omslag (se sidan 16) och lämpar sig därför mycket väl för pneumatisk styrning.

Blockmonterade ventiler för pneumatisk styrning monteras ofta väl skyddade i el-/pneumatikskåp.

Nästa bild visar en 3/2-vägsventil, typ 340, med en klappankarventil som pilotventil. Denna ventiltyp är mycket robust och används både för vätska och för gaser. Både pilotventil och flervägsventil är konstruerade för tuffa applikationer och för montage direkt i processen (ingen kapsling krävs).



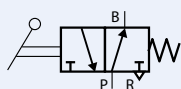
Anteckningar

04. Symboler

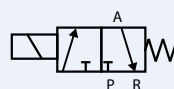
Symbolerna baserar sig på ISO 1219 och ISO/DR 1219 och återfinns i SMS 712.

Symbolerna visar alltid ventilen i dess viloläge. Bokstäverna tänks vara fasta anslutningar och fyrkanten med bokstäverna är funktionen i viloläget. I aktiverat läge tänks en annan fyrkant skjutas in på platsen med bokstäverna och en ny funktion erhålls.

Antalet fyrkanter visar hur många lägen ventilen har och antalet bokstäver visar hur många anslutningar som finns. På kortsidan av figuren visas det styrorgan som aktiverar ventilen. Olika symboler på styrorgan finns längre ner i detta dokument.



Manuellt styrd 3/2-läges ventil med fjäderretur



Direktstyrd 3/2-läges magnetventil med fjäderretur

	Arbetsätt:		Arbetsätt:	
Ventiler	A	2/2-läges, i viloläge stängd	J	4/4-läges, i viloläge inlopp P stängt, A ₁ och A ₂ förbundna med R
	B	2/2-läges, i viloläge öppen	K	4/4-läges, i viloläge P förbundet med B ₁ och B ₂ avlopp R stängt
	C	3/2-läges, i viloläge inlopp P stängt, förbindelse mellan A-R	L	5/3-läges, i viloläge, samtliga anslutningar stängda
	D	3/2-läges, i viloläge inlopp P förbundet med B, avlopp R stängt	M	5/3-läges, i viloläge P ₁ förbundet med A och P ₂ med B
	E	3/2-läges, i viloläge P ₁ stängt, P ₂ förbundet med A (blandningsventil)	N	5/3-läges, i viloläge, inlopp P stängt, A förbundet med R och B med S
	F	3/2-läges, i viloläge P förbundet med B, A stängt (fördelarventil)	O	5/3-läges, tvåtryckskoppling, i mittläge alla anslutningar spärrade
	G	4/2-läges, i viloläge P förbundet med B, A med R	P	5/2-läges, tvåtryckskoppl, i viloläge tryckansl P förb m ansl A, ansl B avluftad
	H	5/2-läges, i viloläge P förbundet med B, A med R, S stängt	T	3/2-läges, universellt inkopplingsbar
	I	2/2-lägesventil i viloläge stängd, valfri flödesriktning		

Styrorgan					
	Mekanisk fjäder		Direktstyrd, förenklad symbol		Direktstyrd, två spolar (elektrisk impulsventil)
	Luftstyrd med tryckhöjning		Elstyrd förstyrventil, styrm tryckhöjn (servostyrd)		Manuell styrning med tryckknapp
	Luftstyrd med trycksänkning		Direktstyrd med spole		Manuell styrning med spak
			Mekanisk styrning med rulle		Mekanisk styrning med pinne
			Mekanisk styrning, påverkas från en riktning		

05. Ventildimensionering

Tryckangivelser

Alla tryckangivelser i denna katalog anges som atmosfäriskt övertryck. Tryckvärden anges i enheten bar.

1 bar = 100 kPa.

1 bar = 14,5 psi.

I de tekniska tabellerna, i denna katalog, gäller för servostyrda ventiler, att det minsta nödvändiga differenstrycket för säker funktion, är lika med det lägsta angivna tryckvärdet.

För alla tryckangivelser är en tillräcklig uppmätt reserv inkalkylerad.

Kv-Dimensionsfaktorn

För att ha ett enhetligt referensvärde vid ventildimensionering, har Kv-värdet tagits fram för varje ventil. Kv-värdet anger det vattenflöde i m³/h, som flödar igenom ventilen, när tryckfallet (Δp) är 1 bar och temperaturen +20°C. Kv-värdet ger en snabb och enkel uppskattning av flödet för vätskor och åtminstone ett närmevärde för gaser.

Kv-värdet tar hänsyn till alla inre strömningsmotstånd och kan rent matematiskt skrivas som $Kv = \sqrt{2g \cdot A \cdot \alpha}$, där g är jordaccelerationen (9,81 m/s²), A är genomloppsarean och α , är motståndskoefficient (Bernoullis ekvation).

Ofta sker valet av ventilstorlek endast med ledning av rörets anslutningsdimension. Det fria genomloppet och Kv-värdet kan emellertid vara olika stort hos ventiler med samma anslutningsdimension. Därför bör det alltid tas hänsyn till ventilens Kv-värde. Kv-värdet användes internationellt för ventildimensionering.

Sambandet mellan den amerikanska Cv-faktorn, engelska f-enheten, och Kv-värdet är:

$$Kv = 0,86 \cdot Cv \quad Cv = 1,17 \cdot Kv$$

$$Kv = 1,04 \cdot f \quad f = 0,97 \cdot Kv$$

Observera att det europeiska Kv-värdet ibland uttryckes i l/min. Detta värde är 16,7 gånger större än Kv-värdet i m³/h.

Även inom pneumatiken finns en fastställd flödesbestämning av QNn-värdet. QNn-värdet anger det luftflöde i NI/min, som erhålles över ventilen när tryckfallet är 1 bar, trycket före ventilen 6 bar och temperaturen +20°C. QNn-värdet motsvarar Kv-värdet $\cdot 1078$.

Viskositet

Viskositeten är ett mått på trögflytenheten hos en vätska. Det uppstår genom friktionen mellan de olika partiklarna i mediet och varierar med temperaturen. Upp till den av oss angivna viskositeten påverkar mediet inte ventilens funktion. Högre viskositet är möjlig, men man måste dock räkna med att toleransområdet för spänningen krymper och omkopplingstiderna ökar.

Ofta kan ett specialutförande med större kanaler/säte vara lämpligare i applikationen.

Viskositeten kan vara dynamisk i enheten Pois eller kinematisk i enheten Centistoke. Dynamisk viskositet dividerat med mediets densitet ger kinematisk viskositet. Ökad viskositet ger ett mindre flöde.

1° Engler och 1 cst är mått på vattnets viskositet vid +20°C. 1 stoke = 100 cst.

De på datablenden angivna värdena i mm²/s motsvarar Centistokes.

Efterföljande tabell visar en jämförelse mellan de vanligaste viskositeterna.

Centistokes (mm ² /s)	δ	1	12	22	30	38	45	60	75	90	115	150	200	300	400	500	750	1500
°Engler	°E	1	2	3	4	5	6	8	10	12	15	20	26	39	53	66	97	197
Saybold Univers sec.	SSU		65	100	140	175	210	275	345	415	525	685	910	1365	1820	2275	3365	6820
Redwood Sec. No1	SRW		55	90	120	155	185	245	305	370	465	610	810	1215	1620	2025	2995	6075

Kv = Dimensionsfaktorn, mängd vatten i m³/h vid Δp 1 bar och +20 °C, finns angivet för samtliga ventiler

Δp = Tryckfallet över ventilen i bar (P₁-P₂)

P1 = Absolut tryck före ventilen i bar

P2 = Absolut tryck efter ventilen i bar

T = Temperatur i °K

t = Temperatur i °C

Q = Flöde i m³/h

QN = Normalflöde Gas in m³/h

ρ = Densitet för vätskor i kg/dm³
(ex. vatten = 1, bensin = 0,75)

ρN = Densitet för gaser i kg/m³
(ex. luft = 1,29, propan = 2,0)

G = Ångflöde i kg/h

V₂ = Specifik ångvolym i m³/kg vid P₂

V₀ = Specifik ångvolym i m³/kg vid $\frac{P_1}{2}$

Vätskor

Sambandet mellan flödet, densiteten, tryckfallet och Kv-värdet är:

$$Q = K_v \sqrt{\frac{\Delta p}{\rho}} \quad \Delta p = \left[\frac{Q}{K_v} \right]^2 \cdot \rho \quad K_v = Q \sqrt{\frac{\rho}{\Delta p}}$$

Är Δp lägre än ca 0,35 bar är strömningen laminär (vätskor med lägre viskositet än 21 mm³/s (3°E)). Då ger dessa formler endast ett ungefärligt värde.

I de fall ventildimensioneringen omfattar trögflytande medier måste en korrigering göras. Räkna fram seghetstalet Z med följande formel:

$$Z = \frac{3845 \cdot Q}{\sqrt{\eta} K_v}$$

η = kinematisk viskositet i Stokes (m²/s • 10⁻⁴)

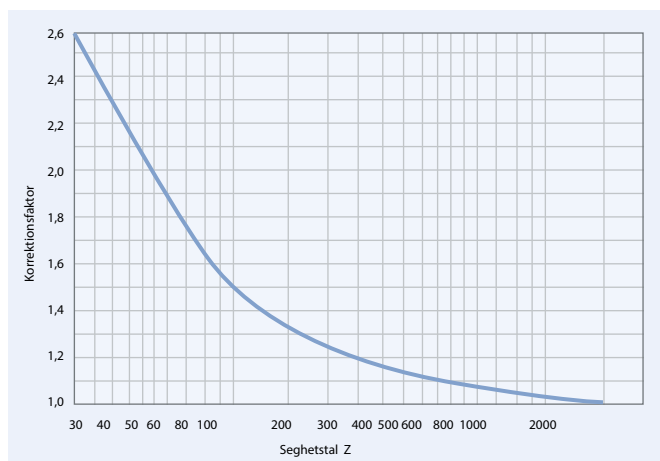
Med hjälp av talet Z och grafen nedan erhålles korrektionsfaktorn K som användes i:

$$K_v 1 = K_v \cdot K$$

Kv 1 = Dimensionsfaktor för det trögflytande mediet
Kv = Dimensionsfaktor för det okorrigerade mediet
K = Korrektionsfaktor

Vid hastiga vätskeströmningar sker en erodering på framsidan av strypningen och kavitering på baksidan. För att undvika dessa frätande processer och höga ljud i rörledningar bör vätskeutströmningen ej vara högre än 2 m/s. Nedanstående tabell visar ungefär hur många lit/min vatten som erhålles med denna hastighet i olika dimensioner.

Nästan ljudlös strömning erhålles om flödesmängden halveras.



Anslutning	Rördiameter mm	Vattenflöde l/min
G 1/8"	2	0,4
G 1/8"	4	1,5
G 1/4"	6	3,3
G 3/8"	10	8,5
G 1/2"	13	16
G 3/4"	20	35
G 1"	25	58
G 1 1/4"	32	95
G 1 1/2"	40	140
G 2"	50	235
G 1 1/2"	65	390
G 3"	80	600
G 4"	100	930

Ånga

Att noggrant bestämma en ventils kapacitet för ånga är svårt. Till skillnad från utströmning i en dysa, där förloppet på förhand kan bestämmas, genomgår ångan när den strömmar i en ventil flera olika tillståndsförändringar. Ventilens kanter, strypningar, och expansionsrum medverkar till detta. För överslagsberäkningar har emellertid följande formler tillräcklig noggrannhet (förloppen antas ske vid konstant temperatur):

Om tryckfallet Δp är mindre än halva P_1 , d.v.s. underkritisk hastighet gäller:

$$G = 31,6 \cdot K_v \sqrt{\frac{\Delta p}{V_2}} \quad \Delta \Delta p = V_2 \cdot \left[\frac{G}{31,6 \cdot K_v} \right]^2$$

Om Δp är större än halva P_1 , d.v.s. kritisk eller överkritisk hastighet, gäller:

$$G = 22,4 \cdot K_v \sqrt{\frac{P_1}{V_0}}$$

För mättad ånga, i vissa fall även överhettad ånga, kan följande förenklade formler användas:

Underkritisk hastighet:

$$G = 22,4 \cdot K_v \cdot \sqrt{\Delta p P_2}$$

Kritisk eller överkritisk hastighet:

$$G = 11,2 \cdot K_v \cdot P_1$$

Absolut tryck bar	Övertryck bar (över atm tryck)	Temperatur t°C	Specifik ångvolym m³/kg
0,5		80,9	3,3
0,6		85,5	2,8
0,7		89,5	2,4
0,8		93,0	2,1
0,9		96,2	1,9
1,0	0	99,1	1,7
1,2	0,2	104,1	1,5
1,4	0,4	108,7	1,3
1,6	0,6	112,7	1,1
1,8	0,8	116,3	0,99
2,0	1,0	119,6	0,90
2,2	1,2	122,6	0,82
2,4	1,4	125,5	0,76
2,6	1,6	128,1	0,70
2,8	1,8	130,5	0,66
3,0	2,0	132,9	0,62
3,5	2,5	138,2	0,53
4,0	3,0	142,9	0,47
4,5	3,5	147,2	0,42
5,0	4,0	151,1	0,38
5,5	4,5	154,7	0,35
6,0	5,0	158,1	0,32
6,5	5,5	161,2	0,30
7,0	6,0	164,1	0,28
7,5	6,5	167,0	0,26
8,0	7,0	170,0	0,25
8,5	7,5	172,1	0,23
9,0	8,0	174,5	0,22
10,0	9,0	179,0	0,20

Gaser

Är tryckfallet Δp över ventilen mindre än halva P_1 gäller:

$$QN = 514 \cdot Kv \frac{\sqrt{\Delta p \cdot P_2}}{\sqrt{\rho_N \cdot T}} \quad Kv = \frac{QN}{\Delta p \cdot P_2} \sqrt{\rho_N \cdot T}$$

$$\Delta p = \left[\frac{QN}{514 \cdot Kv} \right]^2 \cdot \frac{\rho_N \cdot T}{P_2}$$

Är tryckfallet Δp över ventilen större än halva P_1 gäller:

$$QN = 257 \cdot Kv \frac{P_1}{\sqrt{\rho_N \cdot T}} \quad Kv = \frac{QN}{257 \cdot P_1} \sqrt{\rho_N \cdot T}$$

$$T = t + 273$$

06. Om Bürkert

Bürkert är ett av världens ledande företag inom industriell mät-, kontroll- och reglerteknik. Vi finns representerade med säljkontor världen över och har fabriker samt forsknings- och utvecklingscenter i många länder.

Vi är experter på mätning, styrning och reglering av vätskor och gaser. Vi har mångårig erfarenhet och erbjuder såväl produkter som hela systemlösningar.

Bürkert grundades 1946 i Tyskland och är familjeföretaget som genom kompetens, framåtanda och närhet har skapat sig en plats bland det främsta inom sitt område och ständigt tar nya steg framåt.

I Sverige finns Bürkert representerat med kontor dels i Malmö och dels i Stockholm. Ute i landet finns våra medarbetare på plats för att kunna hjälpa er att hitta rätt lösning för er applikation, oavsett om det gäller val av produkt eller framtagande av kompletta systemlösningar. Vår Serviceavdelning erbjuder tjänster såsom idrifttagning, underhåll, utbildning, funktionsoptimering, felsökning och reparation.

Välkommen att kontakta oss!

Bürkert Fluid Control Systems

Huvudkontor:
Bjäre Plats 13 www.burkert.se
218 45 Vintrie Tel: 010- 25 25 600
Sweden kundservice@burkert.com

Nynäsvägen 299
122 34 Enskede
Sweden

Burkert Sweden AB

Bjäre Plats 13
218 45 Vintrie
Sweden