

Ralph-Harry Klaer / Wolfgang Mönning (Hrsg.)

Praxis-Handbuch Industriearmaturen 2003



VULKAN

Praxis-Handbuch Industriearmaturen 2003

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über

<http://dnb.ddb.de>

abrufbar.

ISBN (Print) 3-8027-2729-0

ISBN (e-Book) 3-8027 -3059-7

© 2003 Vulkan-Verlag GmbH

Ein Unternehmen der Oldenbourg-Gruppe

Huyssenallee 52-56, D-45128 Essen

Telefon: (02 01) 8 20 02-0, Internet: <http://www.oldenbourg.de>

Das Werk einschließlich aller Abbildungen ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Bearbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Das vorliegende Werk wurde sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autor und Verlag für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler keine Haftung.

Lektorat: Wolfgang Mönning

Herstellung: H.-Jürgen Widuckel

Ralph-Harry Klaer/Wolfgang Mönning (Hrsg.)

Praxis-Handbuch Industriearmaturen 2003

VULKAN-VERLAG ESSEN

Vorwort

Dieses Handbuch informiert Sie – Techniker oder Ingenieur in der Praxis – detailliert und vor allem praxisnah über wesentliche Entwicklungen auf dem Industriearmaturen-Sektor. Es gibt Ihnen Hinweise, was beim Einsatz von Industriearmaturen beachtet werden sollte.

Der Bogen spannt sich dabei von der grundsätzlichen Beschreibung von Armaturenarten und -komponenten über die Peripherie bis hin zur Instandsetzung und Aufarbeitung von Armaturen. Wichtige Schwerpunktthemen sind die Auswirkungen neuer Regelwerke wie „TA Luft 2002“ und die ATEX-Richtlinie zum Explosionsschutz.

Die Beiträge – ausschließlich geschrieben von Autoren aus der Industrie – sind geprägt von der aktuellen Entwicklung am Markt und in der Technik. Sie sind darüber hinaus so angelegt, dass die beschriebenen Problemlösungen und Vorgehensweisen für einige Jahre Bestand haben und der Nutzen des Buches somit lange anhält.

Wir sind davon überzeugt, dass die Informationen in diesem Handbuch helfen können, eine Reihe von Problemen beim Einsatz von Industriearmaturen zu vermeiden.

Wir danken deshalb allen Autoren, dass sie mit ihrem Wissen und ihrer Erfahrung zum Gelingen des Buches beigetragen haben.

Ralph-Harry Klaer

Wolfgang Mönning

Autoren/Herausgeber

Dipl.-Ing. Heinz Albert

CERA System Verschleißschutz GmbH
Heinrich-Hertz-Straße 2-4
D-07629 Hermsdorf
heinz.albert@cerasystem.de

Dipl.-Ing. Alexander Allik

Sidoma-Systeme
Langstädter Straße 31
D-64850 Schaaflheim
info@sidoma.de

Ing. (FH) Hans Braig

Deutsche JC
Hauptstraße 227
D-77866 Rheinau-Rheinbischofsheim
deutscheJC@aol.com

Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Ralf Carstens

KSB AG
Grünenstraße 104-109
D-28199 Bremen
ralf.carstens@ksb.com

Dipl.-Ing. Wilfried Ernst

Köthener Spezialdichtungen GmbH
Deltaplatz 1
D-06369 Kleinwülknitz
ksd-we@gmx.de

Dipl.-Ing. Volker Fix

RIFOX Hans Richter GmbH
Postfach 11 02 45
D-28082 Bremen
v.fix@rifox.de

Dipl.-Ing. Joachim Gräfer

Schulbrink 22
D-31675 Bückeburg
graefer.joachim@t-online.de

Dipl.-Ing. Manfred Heise

bar GmbH
Auf der Hohl
D-53547 Dattenberg
vertrieb@bar-gmbh.de

Dr. Hannes Kellermann

Phönix Armaturen Werke Bregel GmbH
Am Stadtbruch 6
D-34471 Volkmarsen
paw@gus.de

Dipl.-Ing. Ralph-Harry Klaer

Bayer AG
ZT-ENG UER, Geb. R 85
Rheinuferstraße 7-9
D-47829 Krefeld
ralph-harry.klaer.rk@bayertechnology.com

Dipl.-Ing. (FH) Jürgen Kreft

Crane Process Flow Technologies GmbH
Heerdter Lohweg 63-71
D-40549 Düsseldorf
juergen.kreft@craneflow.com

Dipl.-Ing. Werner Kremer

Crane Process Flow Technologies GmbH
Heerdter Lohweg 63-71
D-40549 Düsseldorf
werner.kremer@craneflow.com

Ralph Kroupa

GEMÜ
Gebr. Müller Apparatebau GmbH & Co. KG
Neuer Wasen 6
D-74653 Ingelfingen
ralph.kroupa@gemue.de

Dr.-Ing. Rainer Lange

Schubert & Salzer Control Systems GmbH
Postfach 10 09 07
D-85009 Ingolstadt
r.lange@schubert-salzer.com

Dipl.-Ing. (FH) Dieter Maisch

IMI Norgren-Herion Fluidtronic GmbH + Co.
KG
D-70731 Fellbach
dieter_maisch@norgren-herion.de

Wolfgang Mönning

Vulkan-Verlag GmbH
Huyssenallee 52-56
D-45128 Essen
w.moenning@vulkan-verlag.de

Dr.-Ing. Siegfried Müller

bar GmbH
Auf der Hohl
D-53547 Dattenberg
vertrieb@bar-gmbh.de

Dipl.-Ing. Arnold Muschet

Schmidt Armaturen Zweigniederlassung der
Flowserve (Austria) GmbH
Kasemengasse 6
A-9500 Villach
amuschet@flowserve.com

Dipl.-Ing. Lutz T. Nestmann

INI GmbH, Ing.-Büro Nestmann Industriever-
tretungen,
PROTEGO-Vertriebsbüro West
(für Braunschweiger Flammenfilter)
Davidisstraße 10
D-44143 Dortmund
lutz.nestmann@t-online.de

Axel Riester

Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG
Ebnatstr. 111
CH-8201 Schaffhausen
axel.riester@ch.piping.georgfischer.com

Andreas Ritzel

Friedrich SEE GmbH
Heegstraße 19
D-63607 Wächtersbach
Friedrich_See_GmbH@t-online.de

Dipl.-Ing. (FH) Alexander Rosenbusch

Friedrich Krombach GmbH & Co. KG
Armaturenwerke
Postfach 11 30
D-57202 Kreuztal
rosenbusch@krombach.com

Claudine Saurer

Georg Fischer Rohrleitungssysteme AG
Ebnatstr. 111
CH-8201 Schaffhausen
claudine.saurer@
ch.piping.georgfischer.com

Dipl.-Ing. Roy Schlutow

RIFOX Hans Richter GmbH
Postfach 11 02 45
D-28082 Bremen
info@rifox.de

Dipl.-Ing. Holger Siemers

SAMSON AG
Weismüllerstraße 3
D-60314 Frankfurt
h.siemers@samson.de

Dipl.-Ing. Erhard Stork

ARI-Armaturen
Albert Richter GmbH & Co. KG
Postfach 13 80
D-33750 Schloß Holte-Stukenbrock
erhard.stork@ari-armaturen.de

Dipl.-Ing. Eckhard Stüber

Leser GmbH & Co. KG
Postfach 26 16 51
D-20506 Hamburg
stueber.e@leser.com

Anders Ulne

Palmstiernas Instruments AB
Korta Gatan 9
SE-17154 Solna
info@pmv.nu

Jean Wase

Palmstiernas Instruments AB
Korta Gatan 9
SE-17154 Solna
info@pmv.nu

Gunter Wehr

WECO Armaturen GmbH
Postfach 13 53
D-51583 Nümbrecht

Dipl.-Ing. Gunter Wodara

Phönix Armaturen Werke Bregel GmbH
Am Stadtbruch 6
D-34471 Volkmarsen
paw@gus.de

Dipl.-Ing. Dieter Zahr

Bayer AG
Bayerwerk Leverkusen
Gebäude G7
D-51368 Leverkusen
heinz-dieter.zahr.hz@bayer-ag.de

Inhalt

Vorwort	7
----------------	----------

Autoren	9
----------------	----------

1 Einführung, Übersicht

R. Lange

Industriearmaturen: Stand der Technik und Entwicklungstendenzen	20
Bauformen	21
Antriebstechnik	23
Schnittstellen	26
Auslegung	27
Instandhaltung	27

2 Bauarten

E. Stork

Armaturen in Dampfanlagen	30
Armaturenbauarten	30
Wasserdampf und die Anforderungen an Armaturen	30
Konstruktionslösungen	31
Armaturenausführungen	35
Auswahl und Dimensionierung	42
Wichtige Hinweise für korrekte Produktauswahl	43
Einbau, Betrieb und Wartung	43

A. Allik

Segmentplattenventile für Dampf- und Kondensatanlagen	45
Wartungsarm und regelgenau	46
Ein Kaskadenventil anstatt aufwendiger Kaskadenregelung	47
Anwendungsgebiet Heißdampfkühlung	47
Segmentplattenventil als Schnellschlussventil	48
Anwendungsbeispiel: Heißwasseregelventil für GuD-Anlage DN 600	49

V. Fix, R. Schlutow

Kondensatableiter für unterschiedliche Anwendungsbereiche	50
Kondensatableitung mit Drehschiebersteuerung	50
Hochdruck-Kondensatableiter	50
Für die Gasentwässerung: Schwimmerkondensatableiter mit gasdichter Drehschiebersteuerung	51
Kondensatableiter mit Bypass-Düse als Ersatz für thermodynamische Ableiter	52
Entlüftungsautomaten mit Drehschiebersteuerung	53
Entwässerung aus Vakuumsystemen	53
Wirtschaftlichkeitsvergleich für die Druckluftentwässerung	54

A. Riester, C. Saurer

Armaturenauswahl für reine und hochreine Anwendungsgebiete 56

Kriterien zur Werkstoff- und Systemauswahl	56
Armaturen – unverzichtbares Element innerhalb eines Rohrleitungssystems	57
Membranventile aus Kunststoff – eine unschlagbare Kombination	60
Schlussfolgerungen aus den Anwendungsbeispielen für die Praxis	65

R. Kroupa

Membranventile für sterile Anwendungen 67

Die Entstehungsgeschichte	67
Das Funktionsprinzip und seine Varianten	68
Die Werkstoffe	70
Durchgangs-Ventilkörper in Feinguss- und Schmiedeausführung	72
Die Montage im richtigen Winkel ermöglicht den ungehinderten Auslauf	75
T-Ventilkörper aus Edelstahl	76
GMP- und SAP-Ventile	76
Mehrwege-Ventilblöcke aus Edelstahl	78
Behälterventile aus Edelstahl	79
Absperrmembranen	80
Die Antriebstechnik	84

W. Kremer

Absperrklappen: Vor- und Nachteile verschiedener Konzepte 90

Weichdichtende Absperrklappen	90
Metallisch-dichtende Absperrklappen	96

A. Rosenbusch

Auswahl metallisch dichtender Kugelhähne für energietechnische Anforderungen 100

Einsatzfälle für metallisch dichtende Kugelhähne	100
Welcher Kugelhahntyp ist der Richtige?	102
Planungs- und Anwendungsvorgaben	103
Standards von metallisch dichtenden Kugelhähnen	103
Verschleißfeste Beschichtungen	103

L. Nestmann

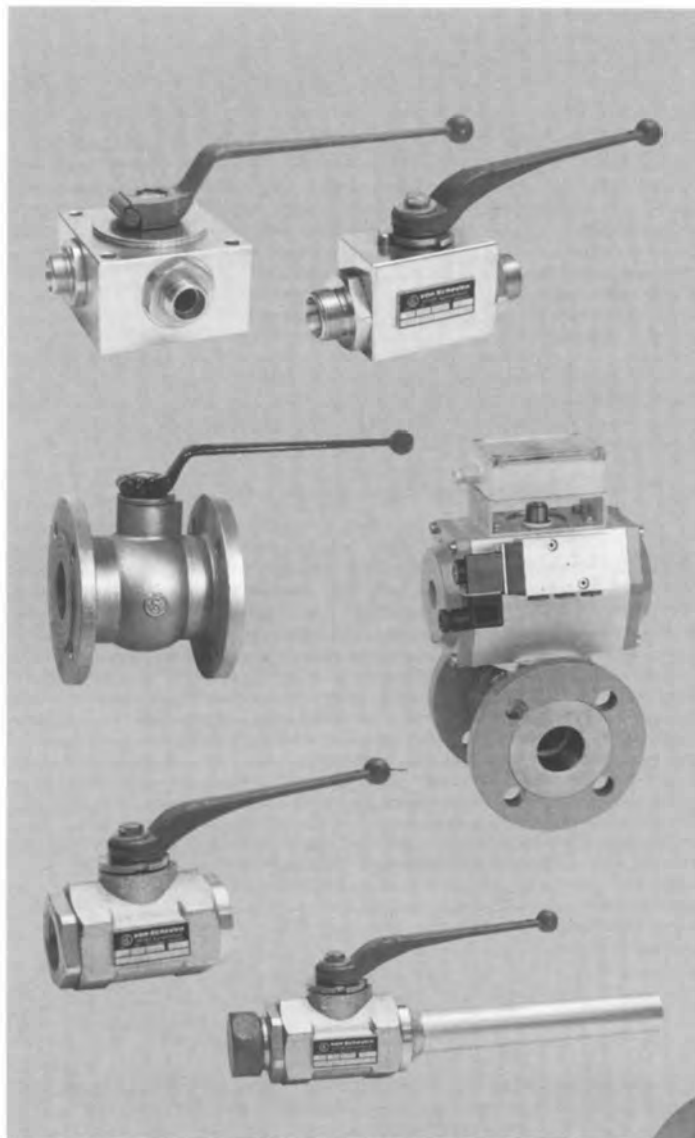
Flammendurchschlagsichere Armaturen zur Absicherung verfahrenstechnischer Anlagen 105

Was verbirgt sich hinter der ATEX?	105
Welche grundsätzlichen Arten von Flammendurchschlagsicherungen gibt es?	106
Funktionsweise der Flammendurchschlagsicherungen	106
Sicherheitstechnische Vorgehensweise zur Absicherung von explosionsgefährdeten Anlagen	108
Verbrennungsvorgänge	109
Stoffklassifizierung	111
Anlagenbeurteilung	114
Auswahl von Geräten und Schutzsystemen, zum Beispiel bei Rückgewinnungs- und Abluftreinigungsanlagen	114
Wartung	116

G. Wehr

Leichtgängiger, hochdruckfester Flachschieber für universellen Einsatz 117

Leichtgängigkeit	118
Hochdruckfestigkeit bis 100 bar	118
Werkstoffe	119
Ausführungen	119
Einsatzgebiete	119



Kugelhähne



von Scheven

**Rudolf von Scheven GmbH
Armaturenfabrik und Apparatebau**

D-45549 Sprockhövel · Brinkerstraße 1-7

Telefon (02324) 9742-0 · Telefax (02324) 9742-10

E-Mail: info@von-scheven.de · Internet: www.von-scheven.de



DN 4 – 250 mm
PN bis 1000 bar

3 Armaturen-Automatisierung

A. Muschet

Leitfaden zur Auswahl geeigneter Stellventile für industrielle Anlagen **126**

Bauarten von Stellgeräten	126
Einteilung von Stellgeräten	126
Eigenschaften von Stellventilen	126
Ausführungen von Hubventilen	129
Antriebe für Stellventile	135
Zubehör für pneumatische Antriebe	137
Erforderliche Stellkräfte	138
Die Bedeutung der Stellgeräte im Regelkreis	140
Schallemissionen von Stellventilen	146
Kritische Einsatzfälle	148
Besondere Durchflussmedien	149
Werkstoffe im Armaturenbau	152
Anforderungen und Zulassungen	153
Daten für die richtige Auswahl einer Armatur	157

H. Siemers

Aspekte bei der Auslegung von Regelventilen für kritische Anwendungen in der Petrochemie **158**

Erhöhen der Produktivität einer bestehenden Anlage	160
Ventilschäden und -ausfälle und Vorsorgemaßnahmen („trouble shooting“)	162
Der verborgene Ventilfeind: Kritische Austrittsgeschwindigkeiten	164
Vermeidung flüchtiger Emissionen bei Regelventilen: der Faltenbalg	165
Unterschiedliche Philosophien für die Antriebsauslegung: Regelventil ohne oder mit Druckausgleich?	167

J. Kreft

Armaturen fabrikatunabhängig automatisieren **169**

Trend zu 90°-Armaturen	170
Fabrikatunabhängige Armaturen-Automatisierung	170
Praxisbeispiel: Process Control in der Zuckerindustrie	172
Pneumatik in der Praxis: Schwenkantriebe	173
Automatisierung von Membranventilen	174

R. Carstens

Neue Automationsentwicklungen für pneumatische und hydraulische Schwenkantriebe **176**

Pneumatische Schwenkantriebe	176
Anwendungsbeispiele	181
Felsbussysteme für Industriearmaturen	182
Neue Automationslösungen für Hydraulikantriebe	183

M. Heise, S. Müller

Pneumatischer Vollkunststoffantrieb in Doppelflügel-Ausführung **184**

Neue Möglichkeiten durch speziellen Werkstoff	185
Neuartige Endlageneinstellung	186

J. Gräfer

Intelligente elektrische Stellantriebe und ihre Schnittstellen zum Prozessleitsystem **188**

Kommunikation	188
Intelligente Antriebe am Feldbus	190

Intelligente Antriebe integriert im Prozessleitsystem	190
Der intelligente Antrieb als Komponente eines beliebigen Systems (SPS/PLS)	191
Der intelligente Antrieb – neue Funktionen	192
Bedienoberflächen	193

A. Ullrich, J. Wase

Leistungsvergleich konventioneller und digitaler Stellungsregler 200

Merkmale analoger und digitaler Stellungsregler	200
Leistungsmerkmale konventioneller Regler	201
Aufbau digitaler Regler	201
Leistungsmerkmale digitaler Regler	203
Vergleich der Leistungsdynamik konventioneller und digitaler Regler	204

D. Maisch

Pneumatische Steuergeräte entsprechend der neuen ATEX-Richtlinie 207

Ziele und Gültigkeitsbereich der ATEX-Richtlinie	207
Methodik des Explosionsschutzes	208
Erkennen des Explosionsrisikos	208
Beseitigung des Risikos	209
Elektrische Betriebsmittel für Gase	209
Elektrische Betriebsmittel für Stäube	211
Nicht-elektrische Geräte	212
Dokumentation und Zertifizierung	212
Kennzeichnung der Produkte	214

4 Dichtheit

G. Wodara, H. Kellermann

Anforderungen an Spindeldurchführungen von Armaturen nach TA Luft

Ausgabe 2002 216

Grundsätzliche Betrachtungen zur Spindelabdichtung	217
Konstruktive Anforderungen der TA Luft (Ausgabe 2002) an die Abdichtungen einer Armatur	219
Durchführung der Prüfung	226
Ausblick	233

W. Ernst

Befederte Dichtsysteme bei Armaturen für extreme Anwendungen 236

Wirkungsweise des Dichtsystems	237
Klassischer Einsatzfall: Kraftwerksarmaturen	239
Einsatz bei hohen Drücken	239
Einsatz bei Hochtemperaturanwendungen	240

H. Braig

Dichtsysteme beim Kugelhahn 242

Anwendungsspezifisches	242
Die Abdichtung	243
Universeller Dichtungswerkstoff: PTFE	243
Definition der „Packung“	245
Packungstechnik	246
Packungsbeispiele	247
Etwas über Graphit	255
Übertragungsteil der Drehbewegung: die Schaltwelle	255
Tellerfedern in Kugelhahnpackungen	256

Die Kugel	257
Kugelsitze	258
Der Totraum im Kugelhahn	259
Die Gehäuseabdichtung	260

5 Einsatz im Betrieb

E. Stüber

Möglichkeiten zur Anpassung von Sicherheitsventilen an besondere Anlagenbedingungen	264
Parameter, die die Funktion und Leistung eines Sicherheitsventils beeinflussen	265
Anpassungen des Sicherheitsventils	268

A. Ritzel

Instandhaltung von direkt wirkenden Sicherheitsventilen	274
Zulassungen/Bauteilprüfschild	274
Instandhaltung	276
Beispiel: Schaden nach instabilem Funktionsverhalten	278
Prüfanforderungen	279
Prüfverfahren für Sicherheitsventile	280

D. Zahr

Aufarbeitung von Altarmaturen – eine wirtschaftliche Alternative beim Einsatz von Armaturen in der chemischen Industrie	282
Der Aufarbeitungsprozess	283
Reparaturausführungen vor Ort	289

H. Albert

Verschleißfest und temperaturbeständig: Keramikarmaturen	290
Was sind Keramikarmaturen?	290
Bauarten	291
Werkstoffe	294
Anhaltspunkte für eine Grobauswahl	295
Klassifizierung von Keramikarmaturen	297
Wichtig: Auswahl des Werkstoffs	298
Nutzen für den Anwender	298
Anwendungsbeispiele	299

Stichwortverzeichnis	301
-----------------------------------	------------

Alphabetisches Firmenverzeichnis	307
---	------------

Lieferverzeichnis Armaturen	315
--	------------

Inserentenverzeichnis	327
------------------------------------	------------

1 Einführung, Übersicht

Industriearmaturen: Stand der Technik und Entwicklungstendenzen

Rainer Lange

Der Markt für Industriearmaturen hat eine beachtliche Größe: So wurden im Jahr 2001 in Deutschland Industriearmaturen im Wert von 4,5 Mrd. Euro hergestellt [1]. Er ist auch hinsichtlich der Produkte und ihrer Anwendungen komplex: Ein kleines handbetätigtes Laborventil zählt ebenso dazu wie ein Speisewasserventil in einem Kernkraftwerk. Die Fülle der möglichen Applikationen für Industriearmaturen und deren spezifische Besonderheiten erschweren eine allgemeine Betrachtung und die Definition eines technischen Entwicklungsstands ungeheuer, so dass es zwangsläufig zu Ungenauigkeiten kommen muss.

Im Folgenden soll versucht werden, eine strukturierte Betrachtung hinsichtlich der typischen Einzelkomponenten einer Industriearmatur

- ▷ Ventilkörper mit Abschlussorgan
- ▷ Antrieb
- ▷ Schnittstelle zu einem Leitsystem

durchzuführen. Dieses Vorgehen wird schwerpunktmäßig orientiert sein an Armaturen für alle Arten verfahrenstechnischer Anwendungen, die Gruppe der Ventile aus den Bereichen Ölhydraulik und Pneumatik (sie repräsentieren knapp 30 % des Marktes) sollen hierbei nicht detailliert behandelt werden.

Armaturen übernehmen in Prozess- und betriebstechnischen Anlagen wichtige Aufgaben: Sie dienen dem Absperrern und Regeln von Medienströmen, dem Belüften oder Evakuieren von Anlagenteilen und haben oft auch eine sicherheitstechnische Funktion auszuführen, z. B. den Schutz von Systemkomponenten gegen Drucküberschreitung. Sie sind dabei häufig Medien mit widrigen Bedingungen ausgesetzt, so chemischen (durch korrosive Medien) und/oder mechanischen Angriffen (z. B. durch hohe Differenzdrücke). Sie sind zudem oft auch in automatisierte Abläufe eingebunden und müssen dann auch mit einem Steuer- oder Leitsystem kommunizieren können.

Im Laufe der Zeit haben sich verschiedene Prinzipien, in einen Medienstrom einzugreifen, entwickelt. Wenn auch der Beginn der Industrialisierung in der 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts wie auf vielen Gebieten auch hier entscheidende Impulse gegeben hat, hat der Einsatz von Armaturen sicherlich eine wesentlich ältere Tradition. Jedenfalls hat sich auch der geniale Ingenieur und Künstler Leonardo da Vinci mit der Konstruktion eines Absperrschiebers beschäftigt (**Bild 1**) und mit Sicherheit werden sich bereits in prähistorischer Zeit kluge Köpfe eines Steinkeils bedient haben, um einen Wasserlauf umzulenken, zu sperren oder zu drosseln.

Anhand von **Bild 2** wurde versucht, die verschiedenen Formen von Industriearmaturen zu strukturieren und diese Darstellung soll für den Rest dieses Beitrags eine Orientierung sein.

Bei den *Bauformen des Stellorgans* haben sich Prinzipien etabliert, die jeweils eine besondere Eignung für ihren Einsatz unter verschiedenartigen Betriebsbedingungen haben. Für fast jedes dieser Prinzipien existieren Ausführungsvarianten, so gibt es z. B. Kugelhähne, die durch spezielle Einbauten besonders für ein proportionales Stellverhalten, wie es für den Einsatz als Regelorgan nötig ist, ausgelegt sind.

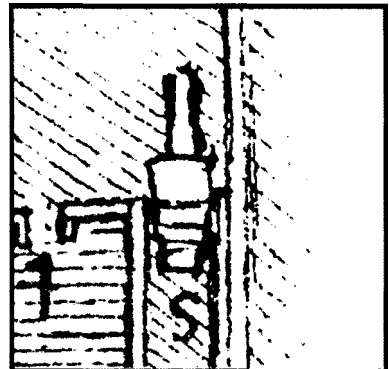


Bild 1: Absperrschieber-Ventil nach Leonardo da Vinci

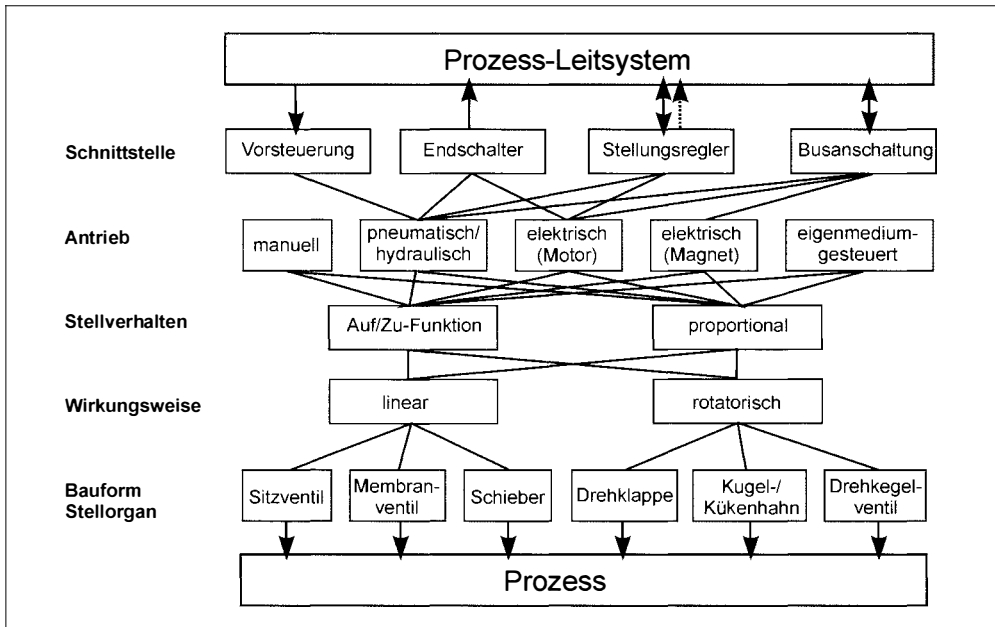


Bild 2: Schematischer Aufbau einer Industriearmatur

Eine grundsätzliche Unterscheidung kann sowohl bei der *Wirkungsweise* (linear oder drehend arbeitendes Stellorgan) als auch beim *Stellverhalten* (Einsatz als Absperrorgan mit reiner Auf/Zu-Funktion oder als Regelorgan mit kontinuierlich verstellbarem Strömungswiderstand) getroffen werden.

Der *Antrieb* des Stellorgans kann manuell oder mit verschiedenen Hilfsenergien erfolgen, auch kann die erforderliche Betätigungsenergie aus dem Medium selbst entnommen werden, was z. B. bei Druckminderventilen der Fall ist.

Steuert oder überwacht ein Leitsystem den Prozess, in den die Industriearmatur eingebunden ist, muss eine Kommunikation zwischen beiden Partnern möglich sein. Anzumerken ist, dass sich bei diesen Schnittstellen in den letzten Jahren die größten Entwicklungsschritte vollzogen haben.

Bauformen

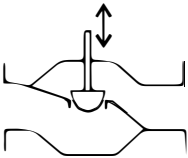
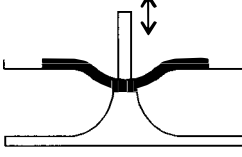
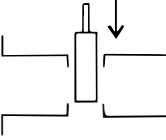
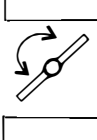
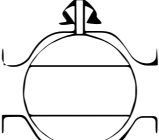
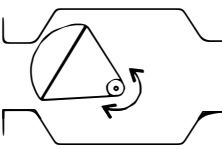
Gängige Bauformen von Stellgliedern mit ihren typischen Eigenschaften zeigt **Tabelle 1**. Da deren Grundprinzipien schon des längeren bekannt sind, gibt es hier kaum über grundlegende Neuerungen zu berichten. Allerdings erscheinen auf dem Markt nicht häufig, aber regelmäßig bemerkenswert interessante neue Ausführungsvarianten zu den zahlreichen bereits bekannten. Als Beispiel zeigen **Bild 3** und **4** zwei völlig andersartige Ausführungen eines Schieberventils (wobei man sicher darüber diskutieren kann, ob das in Bild 3 gezeigte Kolbenschieberventil nicht doch eher ein Sitzventil ist).

Werkstoffe

Bei der Entwicklung der Armaturengehäuse ist ein Trend zu beobachten, der hin zu höherwertigen Werkstoffen führt. Dies gilt zum einen für Metall als den klassischen Werkstoff für Industriearmaturen als auch für Kunststoffe, die in diesem Bereich vermehrt an Bedeutung gewinnen.

Bei den klassischen metallischen Werkstoffen ist eindeutig der Edelstahl im Vormarsch, der Werkstoffe wie Stahlguss, Sphäroguss oder gar den schon länger zumindest in der chemischen Indu-

Tabelle 1: Prinzipien von Absperr- und Drosselorganen

	Das Sitzventil ist insbesondere bei den kontinuierlich arbeitenden Ventilen für Regelaufgaben die am weitesten verbreitete Konstruktion. Es ist daher auch in vielen Ausführungsvarianten für die unterschiedlichsten Aufgabenstellungen verfügbar und kann durch Austausch von Sitz und Kegel relativ einfach an unterschiedliche strömungstechnische Verhältnisse angepasst werden.
	Das Membranventil dichtet durch Verpressung einer elastischen Membran auf einem Quersteg im Ventilkörper ab. Da es nahezu tottraumfrei ausgeführt werden kann, ist es sehr gut für verschmutzte oder pastenartige Medien geeignet und insbesondere auch für den Betrieb unter Sterilbedingungen.
	Der Schieber klassischer Bauart ist meist eine reine Auf/Zu-Armatur: Sie bietet einen freien Strömungsquerschnitt, die Ausführung der Dichtkontur ist jedoch wegen der hohen Reibungskräfte kritisch. Konstruktionstechnisch eher nur verwandte Konzepte wie das sogenannte Gleitschieberventil (Bild 4) sind hingegen für den Regelbetrieb optimiert.
	Die Drehklappe ist einfach und robust aufgebaut und auch gut für hohe Durchflüsse geeignet, die zulässigen Differenzdrücke sind jedoch eher begrenzt. Nachteilig für den Regelbetrieb ist, dass der Durchflusskoeffizient (K_v-Wert) nachträglich nicht mehr veränderbar ist.
	Der Kugelhahn gibt bei voller Öffnung, den Leistungsquerschnitt vollständig frei. Damit entsteht praktisch kein Druckverlust in der Strömung und auch eine Reinigung (z. B. per Molch) ist problemlos möglich. Für Regelaufgaben werden Kugelhähne oft mit zusätzlichen Inneneinbauten versehen. Nachteilig dabei ist, dass der K_v-Wert nachträglich nicht mehr veränderbar ist.
	Das Drehkegelventil wird ausschließlich für Regelaufgaben eingesetzt. Es erlaubt hohe Durchflussmengen auch bei feststoffbeladenen Medien. Es weist darüber hinaus einen sehr hohen Stellbereich auf.

strie verpönten Grauguss mehr und mehr ablöst. Die Vorteile liegen auf der Hand: Innere und äußere Korrosionsbeständigkeit gegen viele Medien sichern einen längeren und störungsfreieren Betrieb, als er mit niederwertigeren Gehäusewerkstoffen möglich wäre. Dazu sind gerade in den letzten Jahren gerade durch Anbieter aus dem asiatischen Raum die Preisstellungen für Edelstahl-Armaturenteile erheblich attraktiver geworden. Vermehrt werden auch Armaturen eingesetzt, deren Antriebsteile ebenfalls aus Edelstahl bestehen. **Bild 5** zeigt beispielsweise ein Druckminderventil, das vollständig aus tiefgezogenem Edelstahl gefertigt ist.

Selbstverständlich spielen auch Kunststoffe eine immer größere Rolle, haben sie doch grundsätzlich eine höhere chemische Beständigkeit als die meisten Metalle. Nur erhöhte thermische und

Bild 3:
Kolbenschieber-Ventil
(Klinger Fluid Control
GmbH)

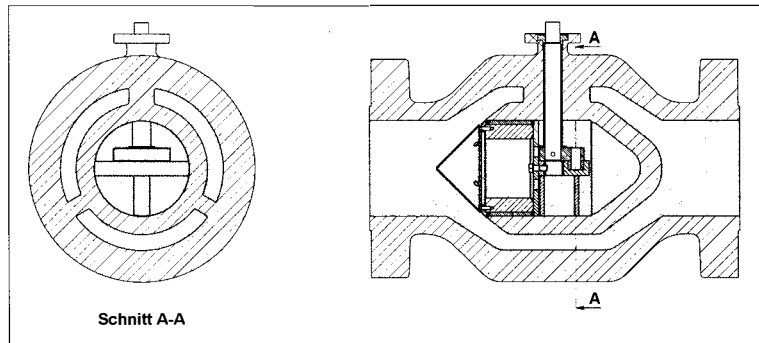
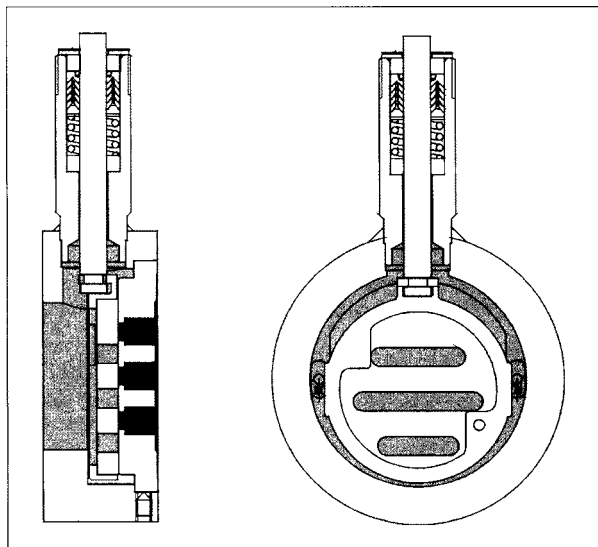


Bild 4:
Gleitschieber-Ventil (Schubert & Salzer
Control Systems GmbH)



mechanische Beanspruchungen in Verbindung mit sehr aggressiven Medien machen es notwendig, auf sehr hochwertige und damit teure metallische Gehäusewerkstoffe für drucktragende Gehäuseteile auszuweichen (wie Hastelloy, Titan, Tantal u. ä.). Einen guten „Kompromiss“ stellen in vielen Fällen ausgekleidete Armaturen dar, wie in **Bild 6** gezeigt.

Dichtungswerkstoffe

In Armaturen finden sich die unterschiedlichsten Dichtungswerkstoffe, angepasst an die Betriebsbedingungen und Medieneigenschaften. Weitverbreitet sind PTFE und „verwandte“ Werkstoffe sowie Graphit bei statischen Dichtungen. Das Verbot der Verwendung von Asbest, das etwa 10 Jahre alt ist, hat zahlreiche Neuentwicklungen angestoßen. Inzwischen wird dieser klassische Armaturen-Dichtwerkstoff nur noch wenig vermisst und konnte nach anfänglichen Mühen gut substituiert werden.

Antriebstechnik

Man unterscheidet bei der Betätigungsart linear und drehend bewegte Armaturen und beim Stellverhalten solche für das Absperren von Medienströmen (Auf/Zu-Betrieb) sowie proportional wirkende für den Einsatz bei regeltechnischen Aufgabestellungen. Grundsätzlich sind alle Antriebs-



Bild 5: Edelstahl-Druckminderer
(Gustav Mankenberg Armaturenfabrik GmbH)



Bild 6: Ausgekleideter Regel-Kugelhahn
(ITT Richter Chemie-Technik GmbH)

arten gemäß Bild 2 hier geeignet. Lässt man den Handantrieb bei automatisierten Systemen einmal außer Betracht, lassen sich die gängigen Antriebs-Prinzipien wie folgt charakterisieren:

Pneumatische Antriebe

Der einfache und robuste Aufbau bietet Betriebssicherheit auch unter rauen Bedingungen. Hohe Stellkräfte lassen sich mit wenig Aufwand erreichen. Der Einsatz von Druckluft als Hilfsenergie ist auch in explosionsgefährdeten Betriebsstätten problemlos möglich.

Die Anpassung an die unterschiedlichen Stelldruckbereiche und den Kraftbedarf für das Stellglied erreicht man durch geeignete Kombinationen von Antriebsfläche und Federbestückung. Die Federn sorgen daneben auch für eine definierte Sicherheitsstellung des Ventils bei Ausfall der Hilfsenergie.

Nachteilig für den pneumatischen Stellantrieb ist die Notwendigkeit der Bereitstellung von aufbereiteter Druckluft, insbesondere wenn längere Strecken zwischen Stellglied und Leitsystem zu überbrücken sind.

Pneumatische Stellantriebe werden als Membran- und als Kolbenantriebe ausgeführt. Während der Membranantrieb kleinere Reibwerte als der Kolbenantrieb aufweist und damit als kontinuierlich arbeitender Stellantrieb geeigneter ist, werden seit einigen Jahren letztere vermehrt auch für Regelaufgaben eingesetzt (**Bild 7**), allerdings ausschließlich zusammen mit sogenannten Stellungsreglern (s. u.).



Bild 7: Sitz-Regelventil mit Kolbenantrieb und integriertem Stellungsregler (Schubert & Salzer Control Systems GmbH)



Bild 8: Elektrischer Motor-Schubantrieb
(Haselhofer Feinmechanik GmbH)



Bild 9: Druckregelventil
(Asco Joucomatic)

Elektrische Antriebe

Ein Stellantrieb als Elektromotor mit nachgeschaltetem Getriebe (**Bild 8**) ist nicht so universell einsetzbar wie der pneumatische, hat allerdings den Vorteil einer problemlosen Hilfsenergieversorgung. Zudem ist eine enorme Vielfalt von Antriebskonstruktionen verfügbar.

Der Umstand, dass im Allgemeinen die erreichbaren Stellzeiten weit über denen pneumatischer Systeme liegen, lässt einen Einsatz nur in relativ langsamen Regelstrecken (z. B. Temperaturregelungen) zu. Eine definierte Sicherheitsstellung bei Hilfsenergieausfall sowie ein Einsatz in explosionsgefährdeten Betriebsstätten können nur über Sonderkonstruktionen verwirklicht werden. Zum Schutz des Motors und zum sicheren Schließen des Stellglieds werden Einrichtungen zur Überwachung des Drehmoments benötigt. Schwerpunktmäßig werden elektromotorische Stellantriebe im Kraftwerks- und im Heizungsbereich sowie der Hüttenindustrie eingesetzt.

Eine Sonderstellung nimmt der hydraulische Stellantrieb ein. Er ist in der Lage, höchste Stellkräfte zu erzeugen. Man findet ihn z. B. bei großen Ventil-Nennweiten in Gas- und Öl-Pipelines.

Armaturen mit kleinerem Antriebskraftbedarf können hingegen einfacher und sehr elegant mit Magneten betätigt werden. Magnetventile werden millionenfach in allen denkbaren Anwendungen eingesetzt und zeichnen sich durch Robustheit und Langlebigkeit aus. Der Einzug moderner Elektronik eröffnet darüber hinaus neue Anwendungsmöglichkeiten: Ausführungen mit integrierten Sensoren ermöglichen ein proportionales Stellen des Medienstroms und die Realisierung kompletter Regelkreise für die Prozessgrößen „Druck“ und „Durchfluss“ (**Bild 9**).

Eine Sonderstellung nehmen sogenannte eigenmediumgesteuerte Armaturen ein. Die Betätigungsenergie für das Absperr- oder Drosselorgan werden hierbei direkt dem strö-

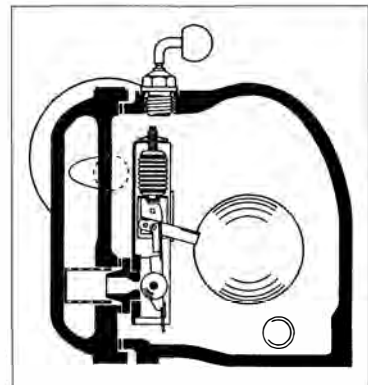


Bild 10: Kondensatableiter
(Gestra GmbH)

memdem Medium entnommen. Hierzu gehören Regelventile für Druck, Temperatur, Niveau ebenso wie Sicherheitsventile gegen Drucküberschreitung oder auch Kondensatableiter (**Bild 10**).

Schnittstellen

Abgesehen von manuell angetriebenen Ausführungen werden Armaturen in Automatisierungssysteme unterschiedlicher Komplexität eingebunden (siehe auch Bild 2). Hierfür werden Schnittstellen benötigt, die die Kommunikation mit einem Prozess-Leitsystem ermöglichen. Dieses kann eine einfache speicherprogrammierbare Steuerung (SPS) sein oder auch ein leistungsfähiger Prozess-Leitrechner. Bei diesen Komponenten einer Industriearmatur haben in den letzten Jahren die interessantesten Entwicklungen stattgefunden.

Allgemein sendet das Leitsystem Informationen zur Armatur und empfängt (seltener) auch Rückmeldungen von dieser. Für den Auf/Zu-Betrieb ist dies ein simpler Öffnen/Schließen-Befehl, der eventuell auch noch durch eine Vorsteuerung umgesetzt werden muss (z. B. durch ein kleines Magnetventil bei einem pneumatischen Antrieb) und der manchmal auch wieder über sogenannte Endlagenschalter zurückgemeldet wird. Bei proportionalem Stellverhalten ist dies ein analoges Signal, das häufig als Stromsignal im Bereich von 4-20 mA ausgeführt wird. Dieses wird durch einen sogenannten Stellungsregler in die korrespondierende Position des Drosselorgans umgesetzt und diese kann auch durch eine Hub-/Drehwinkel-Rückführeinrichtung an das Leitsystem zurückgemeldet werden. Bei allen diesen Schnittstellen-Systemen sind folgende Entwicklungen zu beobachten:

- ▷ steigende Integration der Komponenten untereinander und mit der Armatur,
- ▷ der Einzug von Digital- und Feldbustechnik.

Zwei Beispiele für diskontinuierlich und kontinuierlich arbeitende Systeme sollen dies veranschaulichen.

Bild 11 zeigt einen Steuerkopf für Absperrventile, der zahlreiche Funktionen beinhaltet und sogar per Infrarot-Bedienung ansteuerbar ist. Er enthält die Vorsteuerventile für den pneumatischen Antrieb, eine Positionserfassung über mehrere Positionen (nicht nur die Endlagen), einen integrierten Wartungstimer, der nach voreingestellter Zeit ein Signal auslöst sowie eine Feldbus-Schnittstelle.



Bild 11: Ventilsteuerung (Tetra Pak Processing GmbH)



Bild 12: Pneumatischer Stellantrieb mit Stellungsregler (Samson AG)

Kontinuierlich arbeitende Armaturen werden im Allgemeinen über Stellungsregler angesteuert. Der Einfachheit halber sollen im Folgenden nur pneumatische Ventilantriebe betrachtet werden. Hier waren über Jahrzehnte Systeme, die sich feinmechanische Konstruktionsprinzipien zunutze machen, das Maß aller Dinge. Sie werden jetzt vermehrt durch digitale Geräte abgelöst. Auch hier werden Stellungsregler und Ventilantrieb mehr und mehr ineinander integriert, was lange mühevoll gegen einen nicht mehr zweckmäßigen Quasi-Standard, die berühmte „Anbauvorschrift nach NAMUR“, durchzusetzen war. **Bild 12** zeigt einen solchen Ventilantrieb mit Stellungsregler und integrierter Hubrückführung.

Durch den Einsatz von Digitaltechnik in Stell- und Messeinrichtungen ergeben sich weitere neue Optionen. Der im Gerät vorhandene lokale Rechner kann gewisse Rechenoperationen wie Filterung oder Linearisierung schon vor Ort durchführen. Darüber hinaus kann ein solches „intelligentes Feldgerät“ auch in zwei Richtungen mit dem Leitsystem kommunizieren, also neben dem Empfang von Stellkommandos auch Status- oder Fehlermeldungen oder einen Messwert in vorteilhafter digitaler Form zum Leitsystem absetzen. Werden alle Komponenten und das Leitsystem digital vernetzt, entsteht ein Feldbussystem und alle Möglichkeiten können konsequent genutzt werden.

Diesen Vorteilen sowie reduziertem Verkabelungsaufwand, erweiterten Diagnosemöglichkeiten, zentraler Überwachung und der Möglichkeit einer zentralen Parametrierung aller Mess- und Stelleinrichtungen stehen höhere Gerätekosten und eine gegebenenfalls aufwendigere Fehlersuche gegenüber.

Eine Vertiefung dieses hochinteressanten Themas soll an dieser Stelle nicht erfolgen, es sei hierfür auf weiterführendes Schrifttum verwiesen ([2] sowie die Produktunterlagen der diversen Hersteller).

Auslegung

Armaturen, insbesondere für regelungstechnische Aufgaben, müssen strömungstechnisch ausgelegt werden, d. h. hinsichtlich ihrer Durchflussleistung und anderer strömungstechnischer Daten den Prozessbedingungen angepasst werden. Die Grundlagen für diese Berechnungen finden sich in einer Normenreihe [3], die recht genaue Berechnungen ermöglicht und die früher üblichen „rechenchieberorientierten“ Gebrauchsformeln abgelöst hat. Infolge dessen kann jetzt meist auf üppige Sicherheitszuschläge verzichtet werden und es ist in der Tat festzustellen, dass meist jetzt auch die Nennweiten berechneter Armaturen kleiner ausfallen. Festzuhalten ist, dass dem Thema „Strömungstechnische Auslegung“ wesentlich mehr Aufmerksamkeit geschenkt wird als noch vor einigen Jahren.

Entsprechende Software für den PC-Einsatz wird praktisch von jedem bedeutenden Hersteller angeboten, daneben gibt es auch herstellerunabhängige Lösungen ([4]).

Instandhaltung

Das Thema „Instandhaltung“ rückt immer mehr ins Bewusstsein der Anwender. Die Kosten einer ungeplanten Reparaturmaßnahme, wie das Auswechseln einer Dichtungspackung, können aufgrund einer notwendigen Betriebsunterbrechung enorme Kosten verursachen. Bei einer „vorbeugenden Instandhaltung“ nach einem Wartungsplan werden eventuell Geräte überholt, die dies noch gar nicht nötig haben. Mit digitaler Gerätetechnik ist es jedoch denkbar, dass das Feldgerät (Armatur, Sensor) seinen Instandhaltungsbedarf selbst ermittelt (über die Anzahl durchgeführter Hubbewegungen, einer Veränderung der Antriebskraft o. ä.) und diesen über einen Alarmcode dem Leitsystem mitteilt. Die prinzipiellen Möglichkeiten eines solchen Systems sind z. B. in [5] beschrieben.

Zusammenfassung

Industriearmaturen haben sich wie andere technische Komponenten auch im Laufe der Jahre weiterentwickelt. Nun sind die physikalischen Prinzipien, einen Medienstrom abzusperrern oder zu drosseln, seit langem bekannt und somit gibt es hier wenig konstruktiven Spielraum für grundsätz-

lich Neues. Eine Entwicklung hin zu höherwertigen metallischen Werkstoffen und zu Kunststoffen hat sich aber in den letzten Jahren gezeigt.

Der größte Innovationsschub ist bei Ventilsteuerungen und anderen Schnittstellen-Komponenten festzustellen, wo die Mikroelektronik ihren Einzug gehalten hat. Zukünftig wird auch eine Selbstdiagnose, die durch diese Technik erst möglich wird, Daten über den Zustand der Stell- oder Absperrarmatur liefern können.

Literatur

- [1] CT-Marktanalyse „Industriearmaturen“, CHEMIE-Technik, 31. Jahrgang, Nr.11, Hüthig Fachverlage, Heidelberg
- [2] Reißerweber, B.: Feldbussysteme zur industriellen Kommunikation. 2. Auflage 2001, 1998, Oldenbourg Verlag München
- [3] DIN EN 60534-2-1, „Stellventile für die Prozessregelung, Teil 2-1: Durchflusskapazität, Bemessungsgleichungen für Fluide unter Einbaubedingungen“, März 2000, Beuth Verlag, Berlin
- [4] CONVAL – Berechnung und Optimierung von Komponenten in industriellen Anlagensystemen, F.I.R.S.T. - Gesellschaft für technisch-wissenschaftliche Softwareanwendungen mbH, Wermelskirchen
- [5] Kiesbauer, J.; Hoffmann, H.: Anlagennahes Asset Management bei Stellgeräten – eine Standortbestimmung. Automatisierungstechnische Praxis, Heft 7, 2002, Oldenbourg Verlag, München

2 Bauarten

Armaturen für Dampfanlagen

Erhard Stork

Anlagen mit Wasserdampf als Energieträger sind auf Grund der guten Wärmeübertragungseigenschaften des Dampfes in Kraftwerken, dem Anlagenbau, der Chemie- und Petrochemie sowie der verarbeitenden Industrie weit verbreitet. Neben den Hauptkomponenten wie Kesseln, Wärmetauschern und Rohrleitungen, sind die Armaturen zum Absperrn, Regeln, Sichern und Ableiten des Mediums ebenfalls von großer Bedeutung.

Einige sind für den Normalbetrieb unerlässlich wie z. B. Regelventile und Kondensatableiter, andere kommen nur im Notfall zum Einsatz wie z. B. Sicherheitsventile. Für den Fall von Handbedienungen, Abgleichvorgängen, Revisionen und Wartungsarbeiten sind z. B. Absperrventile notwendig.

Das Medium Wasserdampf stellt hierbei neben den hohen Temperaturen besondere Anforderungen an die Armaturen, da es in einem weiteren Aggregatzustand fast immer gleichzeitig in Form von Kondensat auch in flüssiger Form vorliegt.

Armaturenbauarten

Von den unterschiedlichen Bauarten von Armaturen, die den Durchfluss aktiv beeinflussen können, liegt den hier beschriebenen das Prinzip des Ventils zu Grunde. Eine schematische Darstellung zeigt **Bild 1**. In einem Gehäuse ist ein Abschlusskörper beweglich eingebaut, der als Kegel oder Teller ausgebildet ist. Dieser sperrt das am Eintritt anliegende Medium zum Austritt hin ab. Zwischenstellungen bewirken eine Drosselung bzw. Regelung und somit die Beeinflussung des Durchflusses. Die Verstellung des Kegels kann per Hand, über Antriebe mit Fremdenergie oder auch durchs Medium selbst erfolgen. Aus diesen Grundformen leiten sich eine Vielzahl von Ventiltbauarten ab, die im Folgenden beschrieben werden.

Wasserdampf und die Anforderungen an Armaturen

Wasserdampf existiert in Dampfanlagen fast immer gleichzeitig in den beiden Aggregatzuständen „gasförmig“ und „flüssig“, da die maximale Isolierstärke aller Anlagenkomponenten begrenzt ist und sich an den kühleren Innenwänden der Komponenten und Rohrleitungen permanent Kondensat bildet.

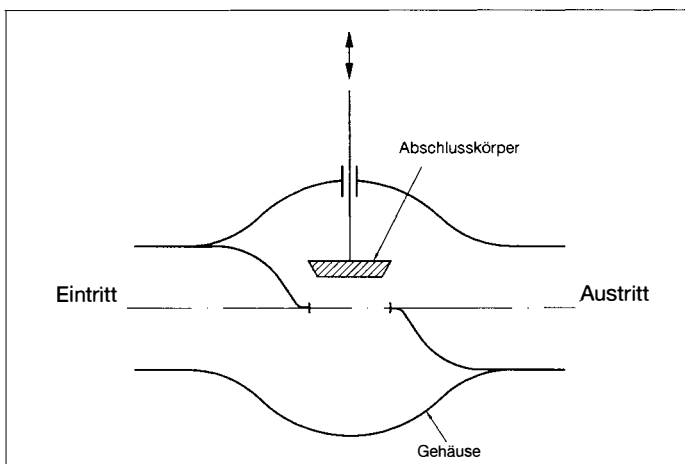


Bild 1:
Grundbauart eines Ventils

Trifft heißer Dampf auf größere Kondensatsammlungen, tritt eine plötzliche Verdampfung ein. Die damit verbundenen Volumenänderungen bewirken teilweise heftige Wasserschläge und damit starke Druckstöße, die weit über dem Betriebsdruck liegen können. Wasserschläge entstehen auch, wenn im gegenüber dem Dampf kühleren Kondensat Dampfblasen eingeschlossen werden, die dann durch Kondensation schlagartig zusammenbrechen (implodieren). Bei Armaturen besteht dann die Gefahr der Beschädigung im Inneren bis hin zum völligen Funktionsausfall, Dichtungen können versagen und im schlimmsten Fall das Gehäuse bersten.

Ein weiterer Belastungsfall, der große Beanspruchungen an die Armaturen stellt, ist das Ausdampfen von siedendheißem Kondensat. Wenn dieses aus dem Dampfnetz abgeleitet wird und sich dabei entspannt, tritt eine Verdampfung auf, die umso heftiger ist, je größer das Druckgefälle und je höher die Temperatur des zuströmenden Kondensates ist. Da die Entspannung hauptsächlich im engsten Querschnitt der Armaturen stattfindet, ist auch dort die Belastung am größten. Die Gefahr von Auswaschungen und Materialabtrag ist dann gegeben, wenn die Bauteile nicht dementsprechend ausgelegt sind.

Beim Kondensat handelt es sich nicht um reines Wasser. Eine unzureichende Aufbereitung des Kesselwassers führt dazu, das noch Reste von Säuren, Salzen und Basen vorhanden sind. Geht Luft und damit Sauerstoff durch z. B. Stillstandszeiten in die Dampfanlage, gibt es dann recht aggressive chemische Reaktionen mit den Eisenwerkstoffen der Anlagenteile wie z. B. Rohrleitungen und Armaturen. Durch den hiermit verbundenen Materialabtrag auf der gesamten medienberührten Oberfläche der Anlagenteile bilden sich Rostpartikel, die zur Verunreinigung der gesamten Anlage führen. Größere Partikel werden mit der Strömung mitgerissen und verursachen in Führungen und Dichtstellen der Armaturen Verschleiß. An Stellen, wo die Strömung umgelenkt wird, gibt es Erosionen und Auswaschungen. Durch feinere Partikel entsteht Rostschlamm, der sich ablagert und zu Verstopfungen in feinen Kanälen und Messbohrungen führt.

Konstruktionslösungen

Sitz-/Kegel-Bereich

Der Kegel (oder Teller) als Abschlusselement sperrt das am Eintritt anliegende Medium (Dampf/Kondensat) gegen den Austritt hin ab, indem er auf den Sitz drückt. Neben dieser „Hauptaufgabe“ muss die Einheit Kegel/Sitz in vielen Fällen noch eine zweite wichtige Funktion erfüllen, die Drosselung der Strömung. Während beim Absperren die Anforderungen sich hauptsächlich auf eine dauerhaft gute Dichtigkeit konzentrieren, stehen beim Drosseln die Stabilität der Kegelbewegung und die Durchflusscharakteristik im Vordergrund.

Der Bereich Sitz/Kegel ist auch den größten Beanspruchungen im Ventil ausgesetzt, da hier die höchsten Strömungsgeschwindigkeiten auf Grund des kleinsten Strömungsquerschnittes auftreten. Die hiermit verbundenen und auf den Kegel einwirkenden Strömungskräfte müssen sicher abgefangen werden. Im Sattedampf sind meist noch Kondensattröpfchen vorhanden oder bilden sich

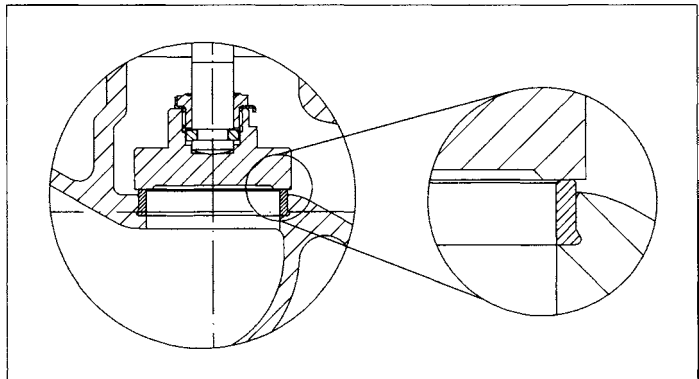
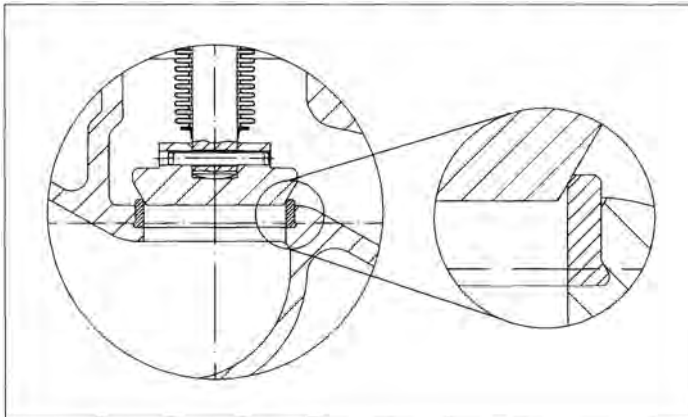


Bild 2: Flachsitz

**Bild 3:** Kantsitz

an kühleren Wandungen neu und verursachen bei diesen hohen Geschwindigkeiten Erosionen. Hierdurch beschädigte Kegel und Sitze können dann nicht mehr dicht schließen, wie auch Verschmutzungen und Ablagerungen sich hier ebenfalls am nachteiligsten in Bezug auf Dichtigkeit auswirken.

In Dampfanlagen kommen auf Grund der hohen Temperaturen im wesentlichen Ventile mit metalischer Kegel-/Sitzabdichtung in den Bauformen „Flachsitz“ (**Bild 2**) und „Kantsitz“ (**Bild 3**) zum Einsatz.

Flachsitze werden zum Absperren eingesetzt und sind für Regulier- und Drosselfunktionen weniger geeignet, da sich bei geringer Hubänderung der Durchfluss kurz nach Öffnungsbeginn sehr stark vergrößert. Werden Armaturen mit Flachsitzen selten betätigt, können Ablagerungen und Verkrustungen dazu führen, dass das Ventil nicht mehr dicht schließen kann. Die Mindestbreite des Sitzes mit der planparallelen Auflage erschwert die Verdrängung dieser Verschmutzungen auch bei großer Anpresskraft. Durch die hiermit verbundene Gefahr der Druckstellenbildung und damit der Beschädigung der Dichtflächen ist ein Dichtschließen des Ventils nicht mehr möglich.

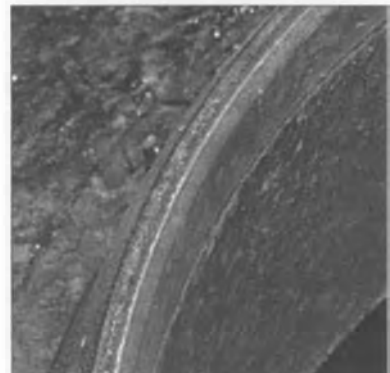
Kantsitze mit ihrer konischen Sitzfläche sind strömungsgünstiger und für Drossel- und Regulierfunktionen besser geeignet. Verschmutzungen im Dichtbereich, die nach längerer Einsatzzeit mit seltenen oder gar keinen Schließvorgängen entstanden sind (Verkrustungen/Ablagerungen), können bei dieser Sitzform so verdrängt werden, dass ein dichter Abschluss erreicht wird.

In **Bild 4** ist ein Ventilsitz gezeigt, der nach längerem Einsatz deutliche Ablagerungen auf dem Sitz aufweist. Hier ist die schmale Dichtkante des Kantsitzes als helle Linie deutlich zu erkennen.

Um die Standzeit noch weiter zu erhöhen, ist es üblich den Kegel zu härten, da dieser den mit der Strömung mitgerissenen Partikeln ab stärksten ausgesetzt ist. Eine weitere Verbesserung erreicht man durch eine Aufpanzerung oder Stelliteierung von Sitz und Kegel. Dieses Verfahren wird im Regelventilbereich häufig eingesetzt.

Spindeldurchführung

Die zweite wichtige Funktion von Armaturen, die Gewährleistung eines dichten Abschlusses von Medium nach außen, wird durch die Gehäuseteile, die Dichtungen und die Spindeldurchführung bestimmt. Hierbei stellt letztere die größten Ansprüche an die Entwicklung und Konstruk-

**Bild 4:** Ventilkantsitz mit Ablagerungen

tion der Armaturen. Gehäuse und die dazugehörigen Dichtungen sind statische Bauteile, es treten keine Bewegungen an den Dichtstellen auf. Die Spindeldurchführung dagegen unterliegt den dynamischen Belastungen durch die Bewegung der Spindel, die axial, radial oder eine Kombination aus beidem sein kann. Handabsperrentile werden meist selten betätigt, Regelventile sind dagegen häufig bis ständig im Einsatz.

Für die Spindelabdichtung gibt es für den Dampf- und Kondensateinsatz drei verschiedene Konstruktionen:

- Stopfbuchspackung
- Dachmanschette
- Edelstahlfaltenbalg

Die *Stopfbuchspackung* als älteste Form der Abdichtung von Armaturenspindeln ist in **Bild 5** dargestellt. Das Packungsmaterial aus Reingraphit wird mittels Packungsbrille vorgespannt und gibt den dabei entstehenden Druck nach allen Seiten hin weiter und dichtet somit den Spalt zwischen der Spindel und dem Gehäuseoberteil (Bügeldeckel) nach außen hin ab. Durch nachlassenden Packungsdruck entstehenden Undichtigkeiten kann durch Nachspannen entgegengewirkt werden, was allerdings automatisch einen gewissen Wartungsaufwand nach sich zieht. Bei zu großen Vorspannungen können auch hohe Reibungen an der Spindel entstehen, die diese in der Bewegung hindern. Wenn diese Kräfte zu groß werden, lässt sich ein Handventil nicht mehr betätigen oder Regelventile sind in der Funktion eingeschränkt.

Die *Dachmanschetten-Abdichtung*, dargestellt in **Bild 6**, bietet eine Verbesserung bezüglich Wartung, da die PTFE-Dachmanschetten mittels Feder dauerhaft vorgespannt werden und so eine gleichbleibende Dichtheit gewährleistet ist. Die Reibungskräfte sind hierdurch ebenfalls definiert und nicht abhängig von der individuell unterschiedlichen Handkraft des Monteurs. Ein Nachteil ist die begrenzte Temperatur von maximal 220 °C. Deshalb ist die genaue Kenntnis der Einsatzparameter erforderlich und die Anwendung beschränkt sich vorwiegend auf den Stellventilbereich.

Der in **Bild 7** gezeigte *Faltenbalg* bietet eine dauerhaft dichte und wartungsfreie Spindelabdichtung auch bei hohen Temperaturen. Als Faltenbalgmaterial wird hierbei meist der austenitische Edelstahl 1.4541 oder 1.4571 verwendet, der auch bei aggressivem Kondensat eine ausreichende Korrosionsbeständigkeit aufweist. Es treten keine zusätzlichen Reibungskräfte durch Abdichtungen auf und die Kräfte durch die Federsteifigkeit sind bei der Anwendung in hand- oder fremdkraftbetätigten Ventilen zu vernachlässigen. Bei selbsttätig arbeitenden Armaturen ohne Hilfs-

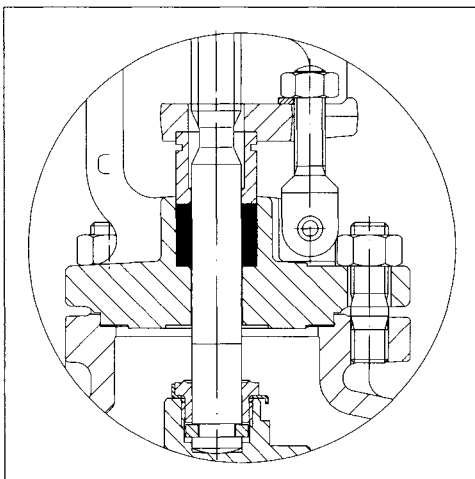


Bild 5: Stopfbuchspackung

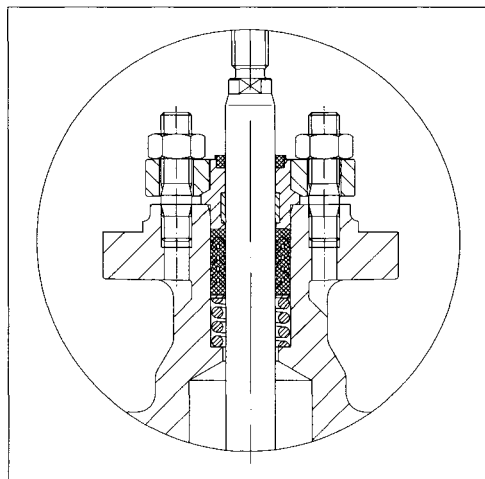
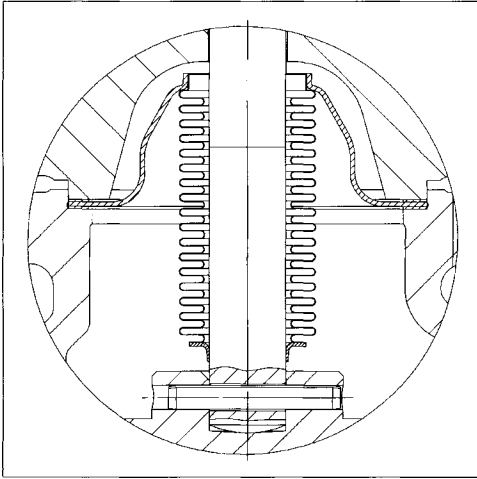
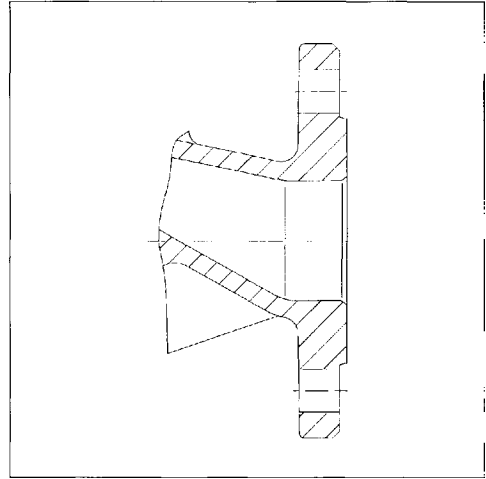


Bild 6: Dachmanschetten-Spindelabdichtung

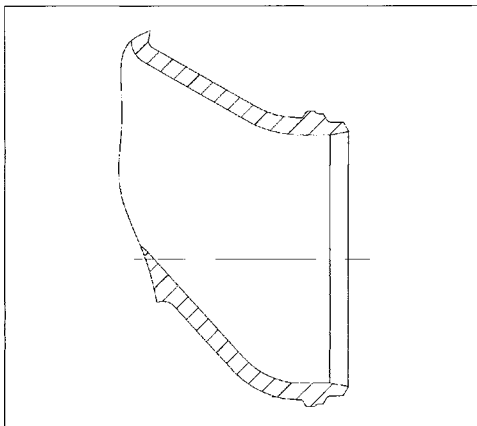
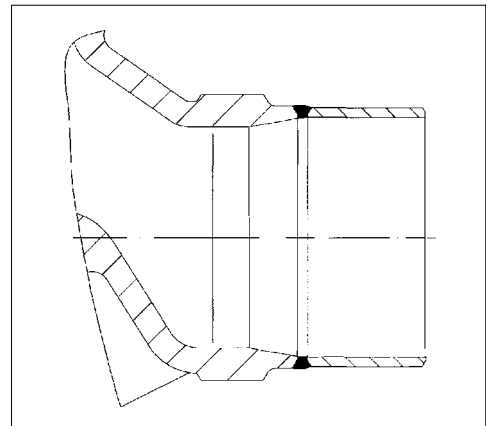
**Bild 7:** Faltenbalg-Spindelabdichtung**Bild 8:** Flanschanschluss

energie wie z. B. Druckminderern und Sicherheitsventilen ist die Steifigkeit bei der Konstruktion schon berücksichtigt und bleibt über die Lebensdauer gleich groß. Je nach Konstruktion schirmt der Faltenbalg auch gleichzeitig die Spindelführung gegenüber dem Medium ab und ein Verschleiß durch Schmutzpartikel wird verhindert.

Anschlüsse

Die Verbindung der Armatur mit der Rohrleitung erfolgt im Dampf- und Kondensatbereich mittels Flansche oder sie wird direkt eingeschweißt. Die Anschlüsse der Armaturen müssen entsprechend ausgebildet sein, **Bild 8** zeigt den Flanschanschluss und **Bild 9** das Schweißende.

Flanschverbindungen haben den Vorteil der leichteren Demontierbarkeit im Falle des Austausches einer Armatur. Die Schwachstelle ist die Dichtung, die bedingt durch z. B. Temperaturänderungen versagen kann. Das plötzliche Herausblasen einer Flachdichtung stellt auch ein erhöhtes Gefahrenpotential durch die hohen Temperaturen bei Dampf und Kondensat dar. Dieses Problem tritt bei

**Bild 9:** Schweißende**Bild 10:** Vorgeschuhtes Schweißende

direkter Verschweißung der Armatur mit der Rohrleitung nicht auf, die außerdem kostengünstiger ist, da für jedes Ventil zwei Vorschweißflansche inkl. Montage entfallen, wobei die Schweißnähte in beiden Fällen zu erstellen sind. Der Aufwand bei eventueller Demontage ist jedoch höher. Da der Werkstoff der Armatur sich normalerweise von dem der Rohrleitung unterscheidet, stellt eine Verschweißung mit der Rohrleitung erhöhte Anforderungen an die Ausführung (Schweißtechnik, Nachbehandlung wie z. B. Glühen, etc.). Aus diesem Grunde gibt es Armaturen mit vorgeschuhten Schweißenden in Rohrleitungsmaterial (**Bild 10**). So wird der Schweißvorgang mit höheren Anforderungen (verschiedene Materialien) von der Baustelle in die Armaturenfabrik verlegt. Vor Ort in der Anlage werden dann gleiche Werkstoffe miteinander verschweißt, der Aufwand ist erheblich geringer.

Armaturenausführungen

Absperrventile

Sollen in Anlagen Wasserdampf- und Kondensatströme abgesperrt werden, ist ein Ventil wie z. B. „ARI-FABA® für Energien“ (**Bild 11**) durch die Kombination spezieller Konstruktionslösungen hierfür besonders geeignet. Je nach Nennweite besteht das Gehäuse aus den zähen Werkstoffen Sphäroguss GGG 40.3 oder Stahlguss 1.0619+N (> DN 50). Die Sitzabdichtung erfolgt durch einen Kantensitz, wobei der Kegel zur Erhöhung der Verschleißfestigkeit gehärtet ist. Die Spindeldurchführung ist doppelt abgedichtet, einmal durch einen Edelstahlfaltentalg der gleichzeitig die Führung vor Verschmutzung schützt und zum anderen durch eine Sicherheitsstopfbuchse, die im Falle von Beschädigungen am Faltenbalg die Abdichtung für die Übergangszeit bis zum Ventilaustausch übernimmt.

Die Kapselung der Gewindespindel im Handradbereich verhindert ein Eindringen von Schmutz über das Gewinde, was zu Schwergängigkeit führt. Dagegen würde ein freiliegendes, gefettetes Gewinde den Umgebungsschmutz besonders stark binden und vor der nächsten Betätigung erfolgt üblicherweise keine Reinigung. Bei dieser Konstruktion ist gleichzeitig das Handrad „nicht

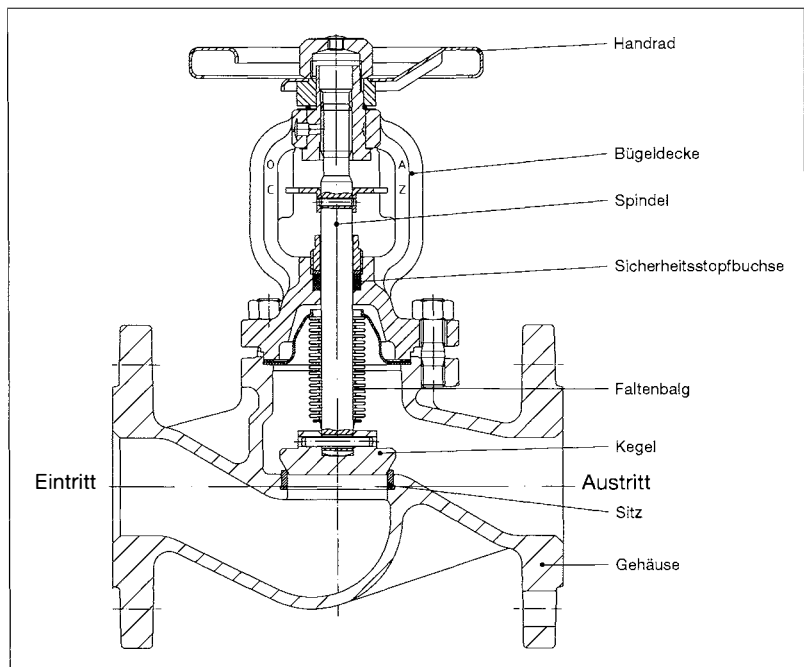


Bild 11:
Absperrventil für
Dampfanlagen [1]